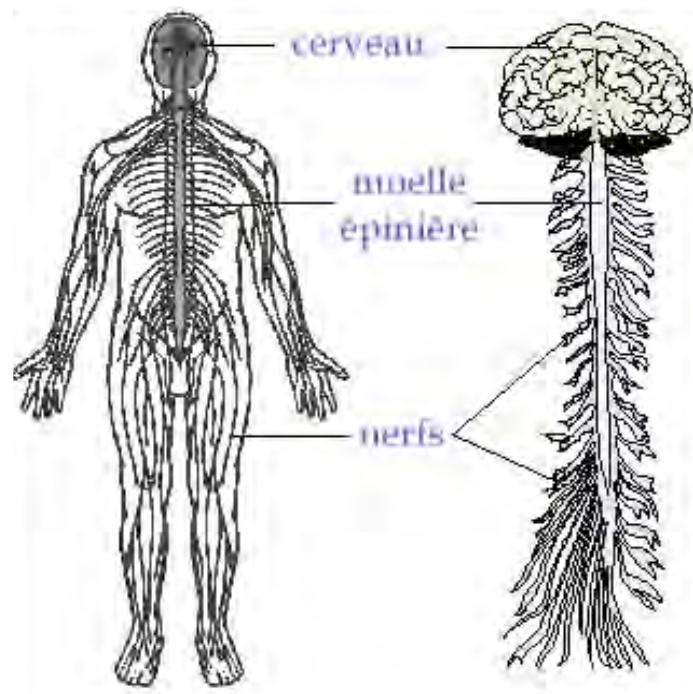
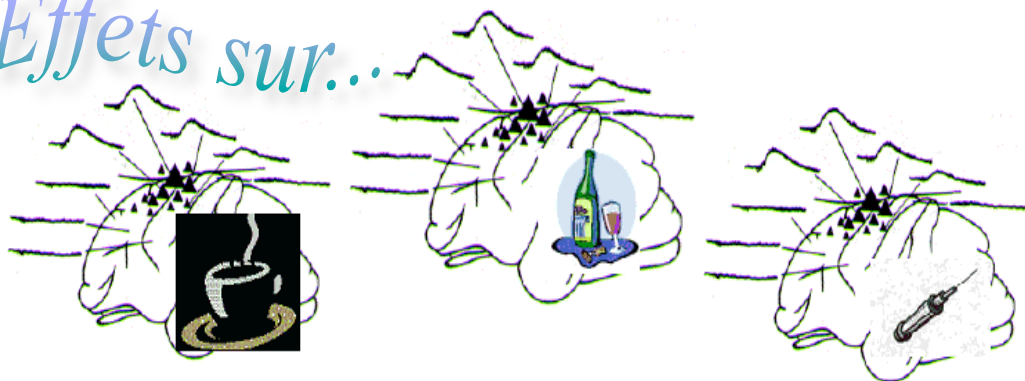


Le système nerveux chez l'humain

BIO 5068-2 Guide d'apprentissage



Effets sur...



Septembre 2006

Le cours **Le système nerveux chez l'humain** fait partie du programme d'études de **Biologie 5^e secondaire** de la formation générale des adultes (FGA). Le programme comprend les neuf cours suivants :

Programme révisé	Juillet 2003
BIO-5061-1	Le système respiratoire chez l'humain
BIO-5062-2	Le système reproducteur et la périnatalité chez l'humain
BIO-5063-2	Le système digestif chez l'humain
BIO-5064-2	L'anatomie et la physiologie des cellules
BIO-5065-2	La transmission des caractères héréditaires
BIO-5066-1	Le système squelettique et musculaire chez l'humain
BIO-5067-1	Le système endocrinien chez l'humain
BIO-5068-2	Le système nerveux chez l'humain
BIO-5069-1	L'écologie

Ce cours, d'une durée de 50 heures, peut donner droit à deux unités de cinquième secondaire à la condition de réussir un examen soumis dans une commission scolaire du Québec. Aucun préalable n'est exigé pour ce cours.

Dans ce programme, l'objectif général de ce cours est :

Par l'acquisition de notions d'anatomie et de physiologie, améliorer sa compréhension du fonctionnement du système nerveux chez l'humain et des problèmes de santé qui y sont associés.

À l'intérieur des huit chapitres, les objectifs terminaux du cours sont inscrits dans un encadré.

Le système nerveux chez l'humain

BIO 5068-2

Responsable de la production :	Carole Leroux (CS des Portages-de-l'Outaouais)
Révision pédagogique :	Martine Bernier (CS des Portages-de-l'Outaouais) Gilles Coulombe (CS des Portages-de-l'Outaouais)
Révision linguistique :	Vincent Théberge (CS des Portages-de-l'Outaouais)
Mise en page :	Nelia Pavao Cabral (CS des Portages-de-l'Outaouais)

Édition septembre 2006

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	7
CHAPITRE 1 – Décrire l’organisation du système nerveux.....	10
1.1 Préciser les trois fonctions de base du système nerveux.....	10
1.2 Distinguer les différents niveaux d’organisation du système nerveux.....	12
1.3 Illustrer, à l’aide d’un schéma, les différents niveaux d’organisation du système nerveux	12
1.4 Décrire brièvement les différents niveaux d’organisation du système nerveux.....	12
1.5 Préciser le rôle des différents niveaux d’organisation du système nerveux.....	16
1.6 Associer aux différentes parties du système nerveux les fonctions correspondantes	17
CHAPITRE 2 – Décrire les cellules nerveuses.....	20
2.1 Distinguer les différentes cellules qui composent le système nerveux	20
2.2 Nommer les parties d’un neurone.....	23
2.3 Situer, sur un schéma, les parties d’un neurone	24
2.4 Décrire brièvement les parties d’un neurone.....	25
2.5 Préciser le rôle des parties d’un neurone.....	25
2.6 Distinguer les fibres nerveuses myéliniques des fibres nerveuses amyéliniques	28
2.7 Distinguer les différents types de neurones quant à leur forme et à leur fonction	28
2.8 Préciser le rôle des neurones sensitifs somatiques, sensitifs viscéraux et moteurs	31
2.9 Préciser les caractéristiques et le rôle des différents neurorécepteurs.....	33
CHAPITRE 3 – Décrire la propagation de l’influx nerveux	37
3.1 Définir l’expression «influx nerveux»	37
3.2 Préciser les types de facteurs qui provoquent l’influx nerveux	37
3.3 Expliquer la propagation de l’influx nerveux.....	38
3.4 Préciser les facteurs qui influent sur la propagation de l’influx nerveux.....	45
3.5 Préciser le rôle d’une synapse.....	47
3.6 Préciser la nature et la source des neurotransmetteurs	50
3.7 Décrire diverses façons qui permettent à l’influx nerveux de se propager.....	52

CHAPITRE 4 – Décrire le système nerveux central..... 57

4.1	Situer le système nerveux central dans l'ensemble du système nerveux.....	57
4.2	Distinguer les deux parties du système nerveux central	58
4.3	Nommer les principales parties de l'encéphale	59
4.4	Situer, sur un schéma, les principales parties de l'encéphale	61
4.5	Décrire brièvement les principales parties de l'encéphale.....	62
4.6	Préciser le rôle des principales parties de l'encéphale.....	66
4.7	Nommer les principaux constituants de la moelle épinière.....	68
4.8	Situer, sur un schéma, les principaux constituants de la moelle épinière	68
4.9	Décrire brièvement les principaux constituants de la moelle épinière	68
4.10	Préciser le rôle des principaux constituants de la moelle épinière	72
4.11	Énumérer les spécificités des hémisphères cérébraux et de certaines de leurs aires	72
4.12	Situer, sur un schéma, la position de l'aire des sens, de l'aire prémotrice, de l'aire motrice et de l'aire primaire sensitive.....	75
4.13	Préciser la fonction de l'aire prémotrice, de l'aire primaire motrice et de l'aire primaire sensitive	76

CHAPITRE 5 – Décrire le système nerveux périphérique..... 82

5.1	Situer le système nerveux périphérique dans l'ensemble du système nerveux.....	82
5.2	Nommer les éléments qui composent le système nerveux périphérique.....	83
5.3	Situer, sur un schéma, les éléments qui composent le système nerveux périphérique ..	83
5.4	Décrire brièvement les éléments qui composent le système nerveux périphérique.....	84
5.5	Préciser le rôle des éléments qui composent le système nerveux périphérique.....	86
5.6	Préciser la nature d'un nerf et celle d'un ganglion	89
5.7	Expliquer la nature d'un plexus.....	91

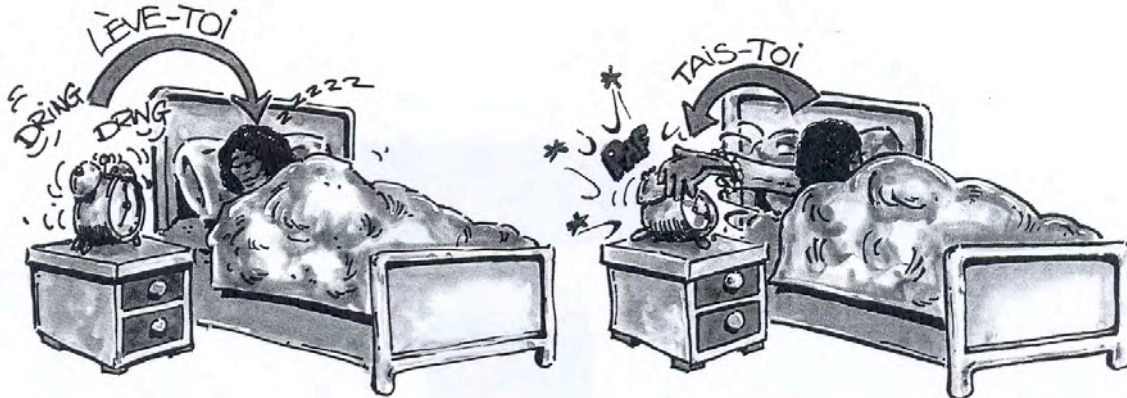
CHAPITRE 6 – Expliquer l'arc réflexe..... 93

6.1	Définir l'expression «arc réflexe»	93
6.2	Situer, dans le cerveau, les centres de contrôle d'un arc réflexe	94
6.3	Décrire les constituants d'un arc réflexe simple ou complexe	94
6.4	Distinguer un réflexe monosynaptique d'un réflexe polysynaptique	95
6.5	Préciser le rôle des réflexes rotulien, achilléen et stylo-radial	96
6.6	Expliquer un cas concret d'arc réflexe	97

CHAPITRE 7 – Illustrer le processus de régulation exercé par le système nerveux autonome	101
7.1 Situer le système nerveux autonome dans l'ensemble du système nerveux.....	101
7.2 Énumérer les organes contrôlés par le système nerveux autonome	103
7.3 Expliquer la principale différence entre le système nerveux autonome et le système nerveux somatique	104
7.4 Énumérer les trois principales différences entre le système sympathique et le système parasympathique.....	105
7.5 Décrire le processus de régulation de la respiration	107
7.6 Nommer les structures anatomiques qui interviennent dans la régulation des battements du cœur	109
7.7 Situer, sur un schéma, les structures anatomiques qui interviennent dans la régulation des battements du cœur	109
7.8 Décrire le processus de la régulation cardiaque	110
CHAPITRE 8 – Expliquer les effets de l'alcool, des drogues et de certains métaux lourds sur le système nerveux.....	114
8.1 Définir le terme «drogue»	114
8.2 Distinguer les différents types de drogues	115
8.3 Donner au moins deux exemples de chaque type de drogues.....	115
8.4 Préciser les principaux effets de chaque type de drogues	115
8.5 Expliquer les deux types de perturbations causées aux neurones par les drogues psychotropes.....	134
8.6 Décrire les effets de l'alcool sur le système nerveux.....	134
8.7 Expliquer les variations, d'un individu à l'autre, des effets de l'alcool sur le système nerveux	134
8.8 Décrire les effets des constituants nocifs du tabac sur le système nerveux	139
8.9 Décrire les effets du cannabis et de la cocaïne sur le système nerveux	144
8.10 Expliquer les phénomènes de dépendance relatifs à la consommation de drogues et d'alcool	146
8.11 Préciser les effets de certains métaux lourds sur le système nerveux	148
SOLUTIONNAIRE DES EXERCICES	155
BIBLIOGRAPHIE	165

INTRODUCTION GÉNÉRALE

LE DIALOGUE AVEC L'ENVIRONNEMENT



La relation sensorielle

sont les deux formes de la communication avec l'environnement.

et la relation motrice

Figure 1.1

Source : DUFOURD, P. Biologie humaine, ERPI, 1984, p. 186.

Nous vivons dans un monde en perpétuel changement : le temps qu'il fait, la mode, le prix de l'essence, l'entourage, la circulation automobile. Tout change autour de nous. Notre corps lui-même se transforme en vieillissant.

Afin de profiter au maximum de notre milieu de vie, nous devons faire face à ses variations, c'est-à-dire nous y adapter. Analysons un exemple d'adaptation à un changement de l'environnement.

Céline roule à bicyclette; elle aborde un carrefour alors que le feu de circulation passe au rouge. Sa vie peut être mise en danger si elle poursuit sa course. Céline s'adapte à la situation par un mouvement simple et efficace : elle saisit à pleines mains ses poignées de freins et immobilise son vélo.

Ce mouvement des mains résulte d'un travail musculaire. Il s'est produit parce qu'un **signal** venu du milieu extérieur, sous forme de lumière rouge, a informé Céline d'un danger. Le signal a été capté par un **organe récepteur**, l'œil, puis transmis au **système nerveux** qui l'a analysé et qui a commandé la réaction des muscles du membre supérieur. Une **information venue de l'extérieur** (le feu rouge) a donc déclenché une action sur un élément de ce même milieu (la bicyclette).

La relation avec l'environnement est essentielle à la survie. Elle met en jeu nos organes les plus gros, c'est-à-dire nos muscles (40 % de notre masse corporelle) et nos os (15 % de notre masse corporelle). Elle met aussi en jeu nos organes les plus complexes, ainsi que notre système nerveux. Sans les organes des sens, nos actions n'auraient pas de signification.

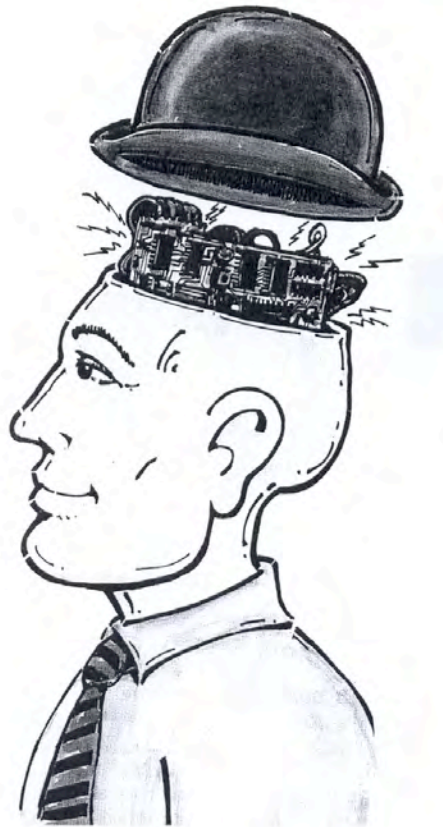


Figure 1.2

Source : DUFOURD, P. Biologie humaine, ERPI, 1984, p. 239.

Le système nerveux est le principal système responsable de l'harmonie des fonctions dans notre organisme; c'est lui qui relie comme un tout, l'immense population de vos cellules. En particulier, le système nerveux nous permet d'agir en fonction des informations reçues du milieu extérieur par nos organes des sens.

Notre système nerveux est un vaste réseau de cellules très spécialisées nommées **neurones** qui forment des circuits complexes parcourus par des **influx nerveux**. Les neurones sont des cellules si spécialisées qu'il leur est impossible de se reproduire. Cela fait qu'avec le temps, le système nerveux devient de moins en moins performant. Dans son organisation et son fonctionnement, le système nerveux peut être comparé à un réseau téléphonique. Il comprend essentiellement deux types de structure : les centres nerveux et les nerfs¹.

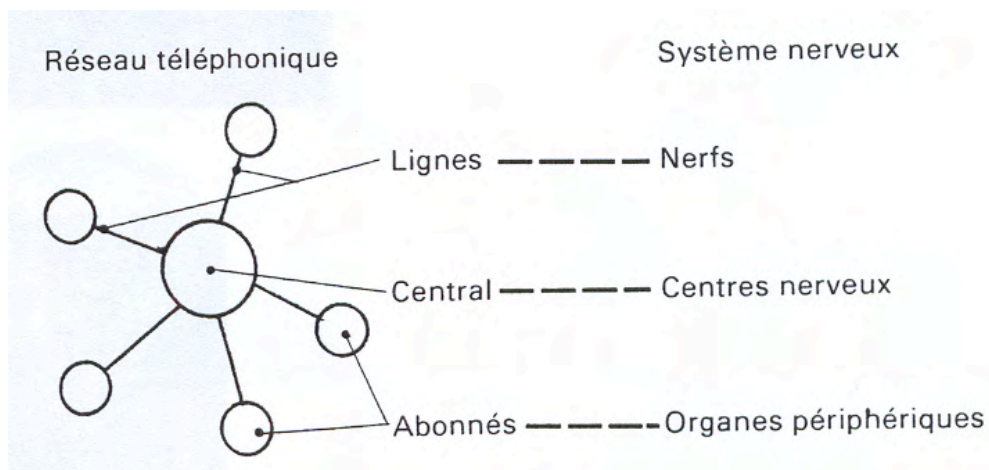


Figure 1.3 : Le principe d'organisation d'un système de communication centralisé

Source : DUFOURD, P. Biologie humaine, ERPI, 1984, p. 239.

¹ Introduction générale tirée de : DUFOURD, P. Biologie humaine, ERPI, 1984, p. 189 et p. 239.

Chapitre 1

Description de l'organisation du système nerveux

1.1 Préciser les trois fonctions de base du système nerveux.

Parmi tous les organes que nous possédons, le cerveau est sans contredit le plus important. Il est aussi le plus complexe. Pendant que vous lisez ce texte, votre cerveau vous permet d'en percevoir les lettres, d'en enregistrer la forme et, en comparant ces formes avec vos souvenirs, de former des mots. Il vous permet aussi de sentir le papier du bout des doigts et bientôt, il vous donnera l'ordre de tourner la page. À vrai dire, même les actes les plus simples représentent un exploit en termes «d'activité cérébrale».

Le système nerveux remplit **trois fonctions** étroitement liées (voir fig. 1.4).

Premièrement, par l'intermédiaire de ses **millions de récepteurs sensoriels**, il reçoit de l'information sur les changements qui se produisent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'organisme. Ces changements sont appelés **stimulus** et l'information recueillie est appelée **information sensorielle**.

Deuxièmement, il **traite et interprète** l'information sensorielle et détermine l'action à entreprendre, ce qui constitue le **processus d'intégration**.

Troisièmement, il fournit une **réponse motrice** qui a pour effet d'activer les **effecteurs** : les muscles ou les glandes.

Résumons-nous : vous êtes au volant et vous voyez un feu rouge devant vous (**information sensorielle**); votre système nerveux analyse cette information et l'associe à l'action d'arrêter (**intégration de l'information**) : votre pied enfonce alors la pédale de frein pour immobiliser le véhicule (**réponse motrice**).

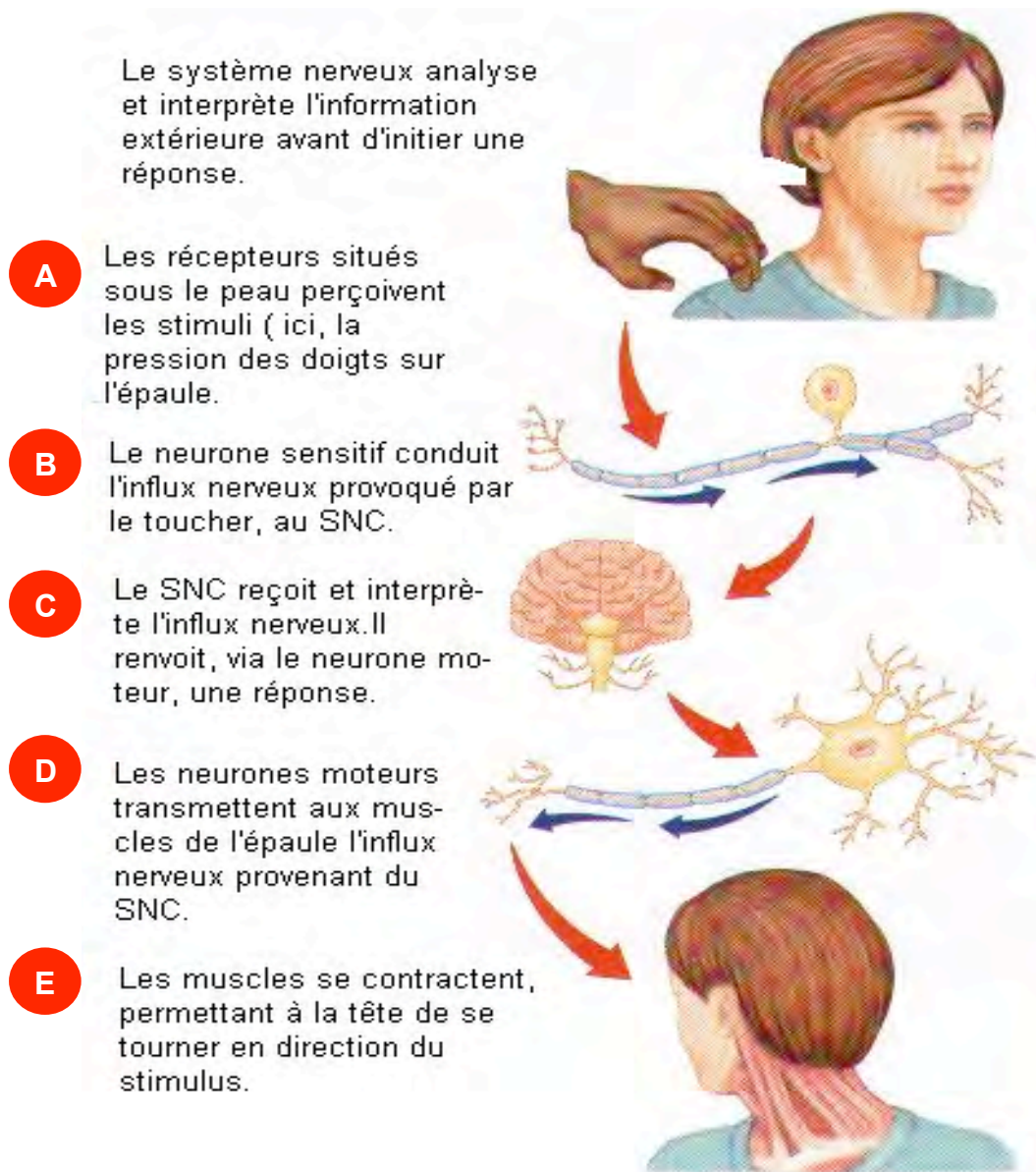


Figure 1.4

Source : <http://www.sirinet.net/~jgjohnso/nervous.html>

Le système nerveux partage avec le système endocrinien la tâche du maintien de l'équilibre interne, appelé **homéostasie**. Le **système nerveux** émet des messages électriques rapides, **les influx nerveux**, au moyen des nerfs et des terminaisons nerveuses. Le **système endocrinien**, quant à lui, sécrète des **hormones** (le produit d'une glande endocrine qui est libéré dans le sang et transporté par ce dernier vers les cellules cibles. Les hormones jouent un rôle de messagers chimiques et règlent les fonctions physiologiques de l'organisme dans le sang). Ces hormones voyagent dans le sang afin d'atteindre les cellules dont l'activité doit être stimulée ou diminuée, ce qui explique le délai entre la sécrétion de l'hormone dans le sang et son action sur les cellules cibles.

- 1.2 Distinguer les différents niveaux d'organisation du système nerveux.
- 1.3 Illustrer, à l'aide d'un schéma, les différents niveaux d'organisation du système nerveux.
- 1.4 Décrire brièvement les différents niveaux d'organisation du système nerveux.

Afin de faciliter l'étude et la compréhension du système nerveux, on reconnaît qu'il y a **deux niveaux d'organisation** dans le système nerveux : le **système nerveux central (SNC)** et le **système nerveux périphérique (SNP)**. Chaque système a un rôle qui lui est propre et est composé de différentes parties.

1. Système nerveux central (SNC) :

- **Rôle** : centre de régulation et d'interprétation du système nerveux.
- **Composantes** : l'encéphale et la moelle épinière (voir fig. 1.6)

Le **SNC** est le grand patron du système nerveux. Il reçoit des messages (l'information sensorielle), il l'analyse et répond par des messages moteurs.

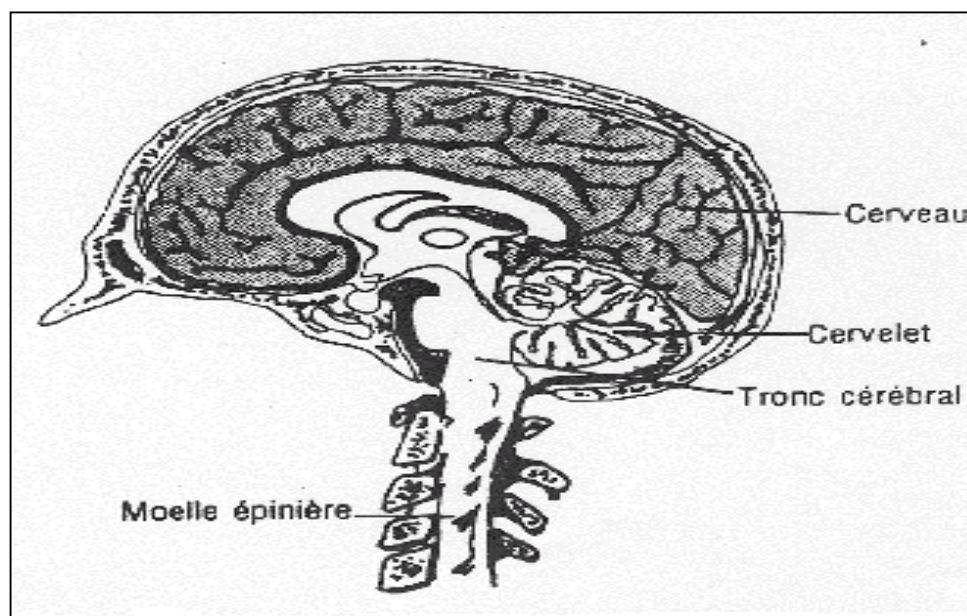


Figure 1.5 : Le système nerveux central

2. Système nerveux périphérique (SNP) :

- **Rôle** : assurer la communication entre le SNC et toutes les parties de l'organisme.
- **Composantes** : constituer des nerfs crâniens (12 paires) et des nerfs rachidiens (31 paires).

Les **nerfs crâniens** sont la voie de communication entre l'encéphale et les diverses parties du corps et ce, dans les deux directions. Les **nerfs rachidiens**, quant à eux, véhiculent les influx nerveux de la moelle épinière aux diverses parties du corps et vice versa (fig. 1.6).

Comme on peut le constater, le **SNP** fonctionne dans deux directions que nous appelons **voies**. Ces voies sont physiquement distinctes comme le sont les voies des autoroutes où il y a une voie direction nord et l'autre direction sud.

Le **SNP** est constitué, tout d'abord, de la **voie sensitive** ou afférente (*affere* : apporter). Elle comprend des fibres nerveuses qui véhiculent l'information (**influx nerveux**) vers le SNC. Cette information est recueillie grâce aux nombreux **récepteurs sensoriels** tels que ceux des organes des sens, de la peau et des muscles qui sont appelés **neurofibres afférentes somatiques** (*soma* : corps). Les **neurofibres afférentes viscérales**, quant à elles, sont des récepteurs sensoriels conduisant les influx nerveux provenant des viscères (organes internes) vers le SNC. On peut dire que le **rôle** de la voie sensitive est **d'informer le SNC de tout ce qui se passe à l'intérieur comme à l'extérieur du corps**.

Le **SNP** comprend aussi la **voie motrice** ou efférente (*efferre* : porter hors). Les fibres nerveuses, qui la composent, acheminent les influx nerveux partant du SNC vers les **organes effecteurs**, soit les muscles et les glandes. Le **rôle** de la voie motrice est de **répondre au message sensitif par une réponse motrice**. Ainsi, par la réponse motrice, des muscles se contractent et des glandes sécrètent des hormones.

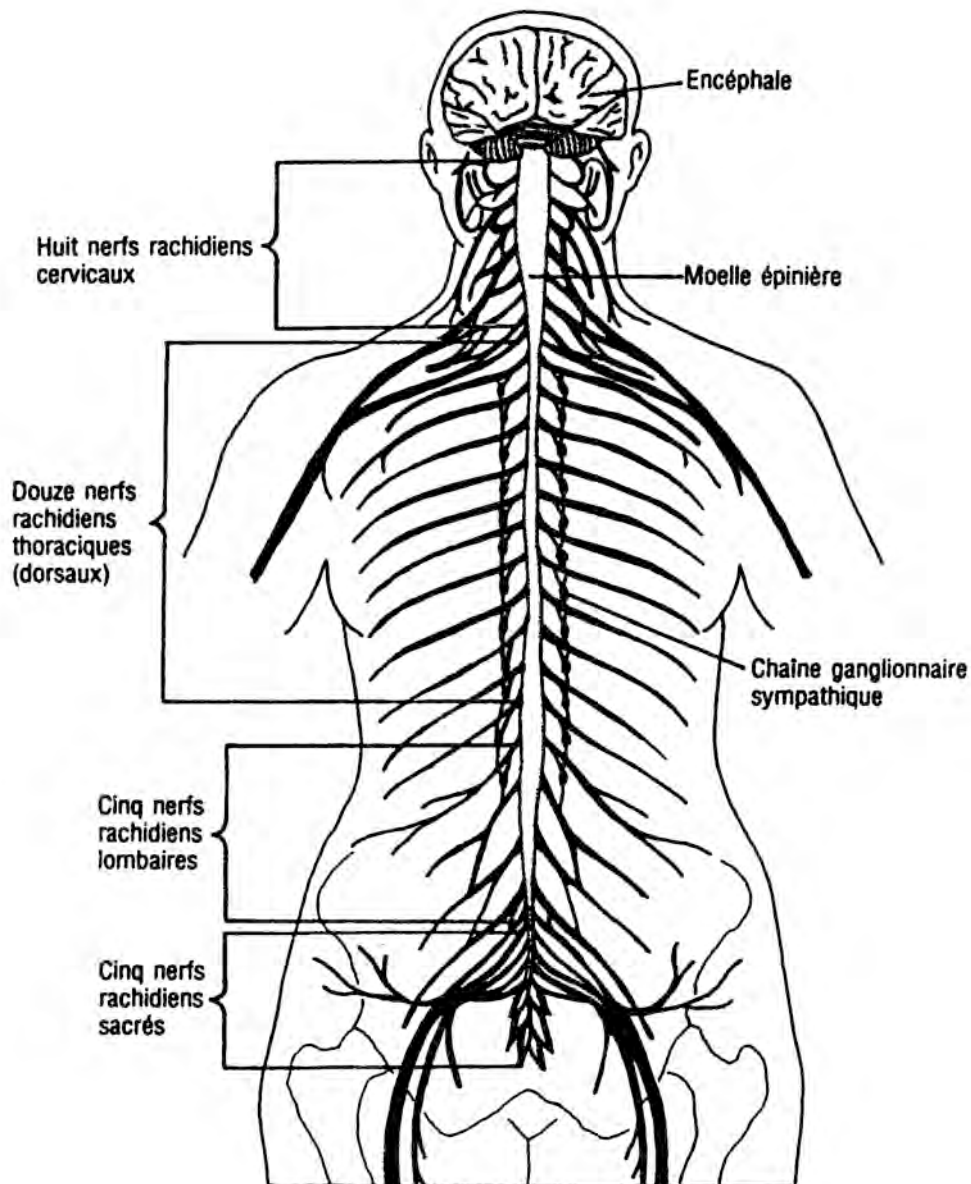


Figure 1.6 : Le système nerveux périphérique

La **voie motrice** se divise à son tour en deux : le système **nerveux somatique** et le **système nerveux autonome (SNA)**.

Le **système nerveux somatique** est responsable de conduire les ordres, en provenance du cerveau, vers les muscles squelettiques ciblés grâce aux fibres nerveuses motrices somatiques. On le nomme aussi **système nerveux volontaire**, car nous pouvons consciemment contracter nos muscles squelettiques, comme lorsque nous décidons de prendre une pomme dans un panier de fruits. Ainsi, les messages du cerveau provoquent la contraction des muscles ciblés et tout ça parce que nous en avons décidé ainsi.

Le **système nerveux autonome (SNA)**, quant à lui, contrôle l'activité des muscles lisses, du muscle cardiaque et des glandes grâce à la contribution des fibres nerveuses viscérales. Ce système fonctionne de façon autonome, c'est-à-dire sans avoir à y penser. Par exemple, on ne s'arrête pas pour penser à faire battre notre cœur ni à faire sécréter de l'insuline par notre pancréas, ni pour faire progresser notre chyle dans l'intestin grêle. C'est là la tâche du système nerveux involontaire.

Le **système nerveux autonome (SNA)** se subdivise à son tour en **système sympathique** et en **système parasympathique**. Les deux systèmes travaillent de façon opposée. Dans le cas du **système sympathique**, il augmente et stimule l'activité nerveuse, tandis que le **système parasympathique** va ralentir et inhiber l'activité nerveuse. Nous l'étudierons plus en détails au chapitre sept.

Regardez bien l'organigramme qui suit. Il illustre les liens entre les différentes parties du système nerveux.

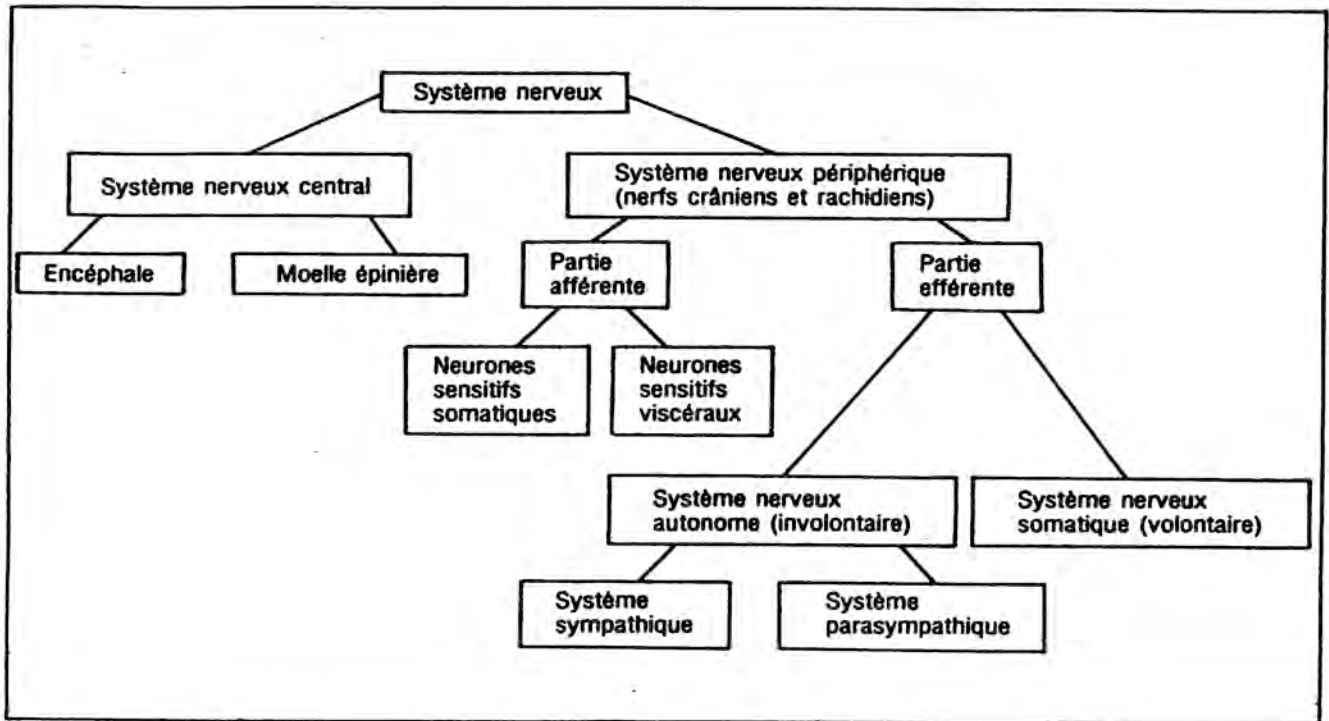


Figure 1.7 : Schéma de l'organisation du système nerveux

1.5 Préciser le rôle des différents niveaux d'organisation du système nerveux.

Précisons, maintenant, les **rôles** attribués à chaque niveau d'organisation du système nerveux.

TABLEAU DES RÔLES POUR CHAQUE NIVEAU D'ORGANISATION DU SYSTÈME NERVEUX

Niveau d'organisation	Rôles
Système nerveux central (SNC)	<ul style="list-style-type: none"> • C'est le «grand patron». • Accumule les messages, les analyse et donne les ordres en conséquence.
Système nerveux périphérique (SNP)	<ul style="list-style-type: none"> • C'est le transmetteur des messages en provenance du SNC aux organes périphériques (muscles, glandes et viscères). • Capte les messages provenant du monde extérieur et des différentes parties du corps. • Transmet au système musculaire, aux glandes et autres organes, les ordres provenant du SNC.
❖ Voie sensitive (afférente)	<ul style="list-style-type: none"> • Conduit le message en provenance des cellules nerveuses sensibles au SNC par les neurones sensitifs somatiques et par les neurones sensitifs viscéraux.
❖ Voie motrice (efférente)	<ul style="list-style-type: none"> • Conduit la réponse motrice appropriée au stimulus sensitif reçu. • Le message part du SNC, par la voie motrice jusqu'à la structure visée.
◆ Système nerveux somatique	<ul style="list-style-type: none"> • Conduit les influx nerveux du SNC aux muscles volontaires par la voie motrice.
◆ Système nerveux autonome (SNA)	<ul style="list-style-type: none"> • Il est involontaire. • Conduit les influx nerveux du SNC aux muscles lisses, au muscle cardiaque et aux glandes.
• Système nerveux sympathique	<ul style="list-style-type: none"> • Son activation prépare l'organisme à l'activité physique ou intellectuelle. Devant un stress important, c'est lui qui orchestre la réponse de fuite ou de lutte.
• Système nerveux parasympathique	<ul style="list-style-type: none"> • Son activation amène le ralentissement des fonctions de l'organisme afin d'en conserver l'énergie.

Source : http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_01/a_01_cr/a_01_cr_ana/a_01_cr_ana.html

1.6 Associer aux différentes parties du système nerveux, les fonctions correspondantes.

Résumons, maintenant, les fonctions remplies par les différentes parties du système nerveux.

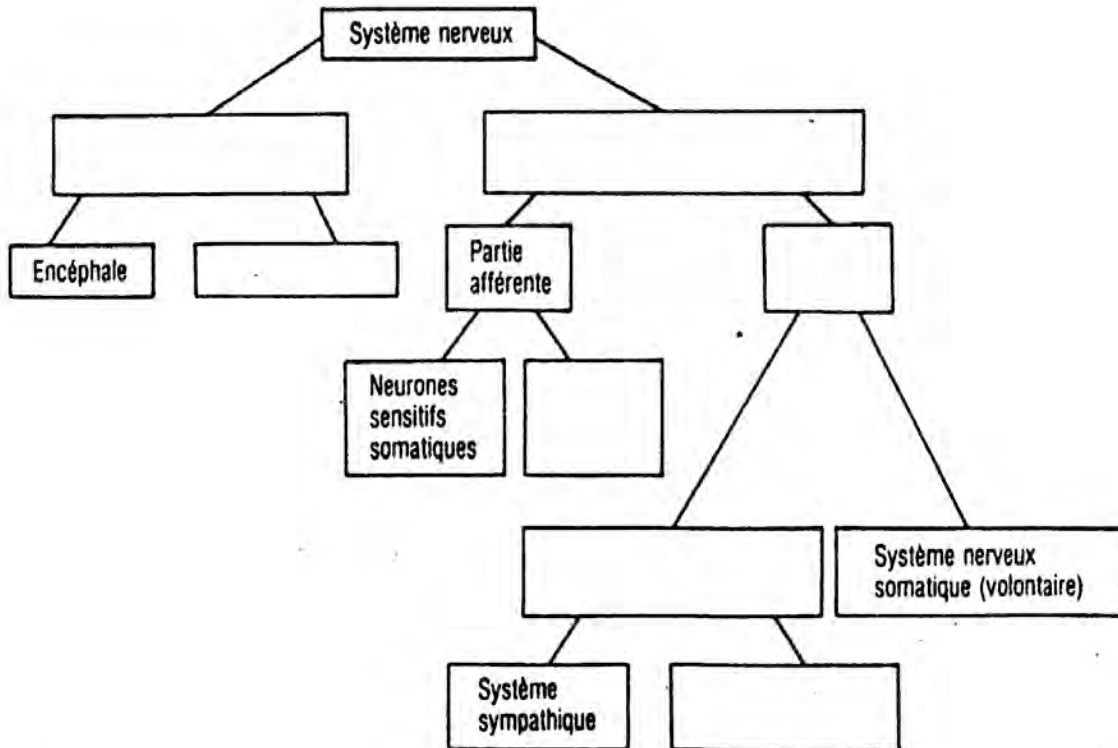
	PARTIES	FONCTIONS CORRESPONDANTES
Système nerveux central (SNC)	Encéphale et moelle épinière	<ul style="list-style-type: none"> • C'est le «grand patron» du système nerveux. • C'est lui qui reçoit les messages (influx nerveux) provenant de l'extérieur et du reste du corps, les analyse et les renvoie aux organes concernés. • C'est le centre d'intégration du système nerveux.
	Voie sensitive ou partie afférente	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Neurones sensitifs somatiques : <ul style="list-style-type: none"> • transportent les influx nerveux captés par divers types de récepteurs au système nerveux central. ❖ Neurones sensitifs viscéraux : <ul style="list-style-type: none"> • transmettent les influx nerveux provenant des viscères au système nerveux central.
Système nerveux périphérique (SNP)	Voie motrice ou partie efférente	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Système nerveux somatique (volontaire) <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions motrices volontairement contrôlées par la conscience. • S'occupe de transporter des influx nerveux qui provoquent la contraction des muscles squelettiques. ❖ Système nerveux autonome (involontaire) <ul style="list-style-type: none"> • Régularise les fonctions du monde intérieur et des viscères en relation avec les systèmes cardio-vasculaire, digestif et glandulaire indépendamment de la volonté et de la conscience. <p>Il se subdivise en deux parties :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Système sympathique : <ul style="list-style-type: none"> • Généralement, il active les fonctions de l'organisme. 2. Système parasympathique : <ul style="list-style-type: none"> • Il ralentit ce qui a été activé par le sympathique.

Exercice de synthèse

1. Qu'est-ce qui distingue, dans le système nerveux de l'humain, la voie motrice de la voie sensitive?

2. Identifiez les deux parties du système nerveux central.

3. Complétez le diagramme de l'organisation du système nerveux suivant.



4. Quel est le rôle :

a) du système nerveux central (SNC)?

b) du système nerveux périphérique (SNP)?

5. Dans le cas du système nerveux périphérique quel est le rôle de :

a) la voie sensitive ou la partie afférente?

b) la voie motrice ou la partie efférente?

CHAPITRE 2

Décrire les cellules nerveuses

Vous connaissez maintenant l'**organisation** du système nerveux. La partie qui suit va vous permettre d'en savoir plus sur ce qui compose le tissu nerveux, soit les cellules nerveuses.

2.1 Distinguer les différentes cellules qui composent le système nerveux.

Le système nerveux est formé de milliards de cellules nerveuses intimement collées les unes aux autres représentant 80% du système, alors que le 20% restant consiste en des espaces entre les cellules. On distingue donc **deux grands types de cellules** :

1. Les neurones

2. Les cellules gliales ou gliocytes qui se subdivisent à leur tour en :

- Astrocytes;
 - Microglies;
 - Épendimocytes;
 - Oligodendrocytes;
- } dans le système nerveux central (**SNC**)
- Cellules satellites ou gliocytes ganglionnaires;
 - **Cellules de Schwann** ou neurolemmocytes.
- } dans le système nerveux périphérique (**SNP**)

Voyons maintenant de plus près ce qui caractérise chacune des cellules :

1. Les neurones sont des cellules très **spécialisées** qui ont pour fonctions **de produire, de conduire et d'acheminer**, d'une façon bien particulière des messages, les **influx nerveux**, entre les diverses parties du corps. On a évalué leur nombre à environ quatorze milliards. Ils possèdent plusieurs caractères qui les distinguent des autres types de cellules :

- Ils ont une morphologie et une anatomie bien particulières.
- Ils sont des cellules excitables.

- La grande majorité des neurones n'ont pas la capacité de se reproduire. Cela amène un bien fâcheux résultat : lorsqu'un neurone est détruit, il n'est pas remplacé.
- Chaque neurone possède une fonction spécifique et participe à un circuit nerveux formé de chaînes de neurones.
- Les neurones peuvent atteindre une taille considérable jusqu'à un mètre de longueur.
- Ils doivent être constamment et abondamment nourris en oxygène. Ceci s'explique par la lourde tâche qui leur incombe. Quelques minutes sans oxygène, et c'est la mort des neurones qui en ont été privés.

2. **Les cellules gliales** sont de petites cellules qui entourent les neurones. On en retrouve **six sortes** : **quatre au niveau du système nerveux central (SNC)** et **deux dans le système nerveux périphérique (SNP)**. Chacune d'entre elles a une forme et une fonction spécifique mais, de façon générale, elles servent de **soutien aux neurones** (charpente du système nerveux) et les **aident à se nourrir** (voir fig. 2.1).

Le terme «**névroglie**» est souvent utilisé au lieu de «cellules gliales». Ce mot signifie l'ensemble des cellules **non nerveuses** (à l'exception des microglies) qui font contact avec les neurones ou leurs prolongements.

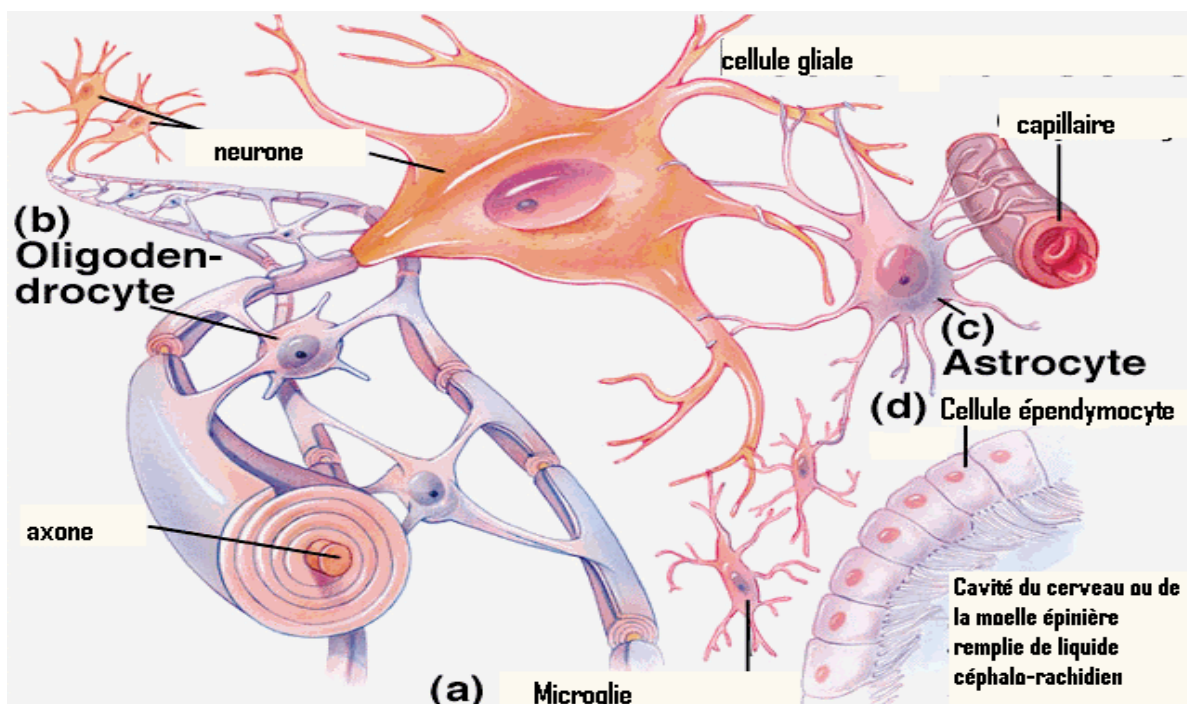


Figure 2.1 : Différents types de cellules gliales

Source : <http://www.octc.kctcs.edu/gcaplan/anat/images/Image426.gif>

Regardons de plus près les divers types de **cellules gliales** qui composent le **SNC** :

Astrocytes :

- elles sont les plus nombreuses dans le SNC et les plus polyvalentes de toutes les cellules gliales.
- elles ont la forme d'une anémone de mer avec de longues ramifications très délicates.

Rôles :

- elles servent de soutien aux neurones qu'elles enveloppent.
- elles ancrent les neurones aux capillaires sanguins qui les approvisionnent en glucose sanguin.
- elles semblent avoir un rôle dans la transmission de l'influx nerveux dans les synapses.

Microglies :

- elles sont de petites cellules ayant la forme d'un œuf et elles présentent des prolongements en forme d'épines.

Rôle :

- elles se déplacent vers des sites où se trouvent des microorganismes ou des cellules nerveuses mortes et elles les phagocytent (elles les mangent). Cela est causé par le système immunitaire qui ne peut faire passer ses anticorps dans le SNC.

Épendymocytes :

- elles sont des cellules de recouvrement, comme le sont les cellules qui composent l'épithélium de notre peau.
- elles ont la forme d'un cube ou d'un prisme et certaines d'entre elles sont ciliées ou possèdent des microvillosités.

Rôles :

- elles recouvrent les cavités se trouvant dans l'encéphale et dans la moelle épinière.
- les cils qui recouvrent certaines cellules servent à faire circuler le liquide céphalo-rachidien.

Oligodendrocytes :

- elles sont peu ramifiées.
- elles sont alignées le long des axones épais et s'enroulent autour de ces derniers.
- elles sont très concentrées dans la matière blanche (cette notion apparaît au chapitre 4).

Rôle :

- elles forment la «**gaine de myéline**» (il s'agit d'une barrière isolante).

Jetons, maintenant, un coup d'œil aux divers types de **cellules gliales** du **SNP** :

Cellules satellites ou gliocytes ganglionnaires :

- elles recouvrent le corps cellulaire des neurones sensitifs situés dans les ganglions spinaux. Nous y reviendrons au chapitre cinq.

Rôle :

- elles ont un rôle structurel et métabolique.

Cellules de Schwann ou neurolemmocytes :

- elles forment la gaine de myéline enveloppant les axones.

Rôle :

- elles permettent la régénération des neurofibrilles périphériques.

2.2 Nommer les parties d'un neurone.

Un neurone type se compose de diverses parties ayant chacune une fonction qui lui est propre. Elles sont disposées ainsi, dans le sens de la propagation de l'influx nerveux :

- les dendrites;
- le corps cellulaire ou péricaryon;
- le noyau;
- l'axone;
- les nœuds de Ranvier;
- la gaine de Schwann;
- l'arborisation terminale.

2.3 Situer, sur un schéma, les parties d'un neurone.

Le schéma suivant situe les différentes parties d'un neurone.

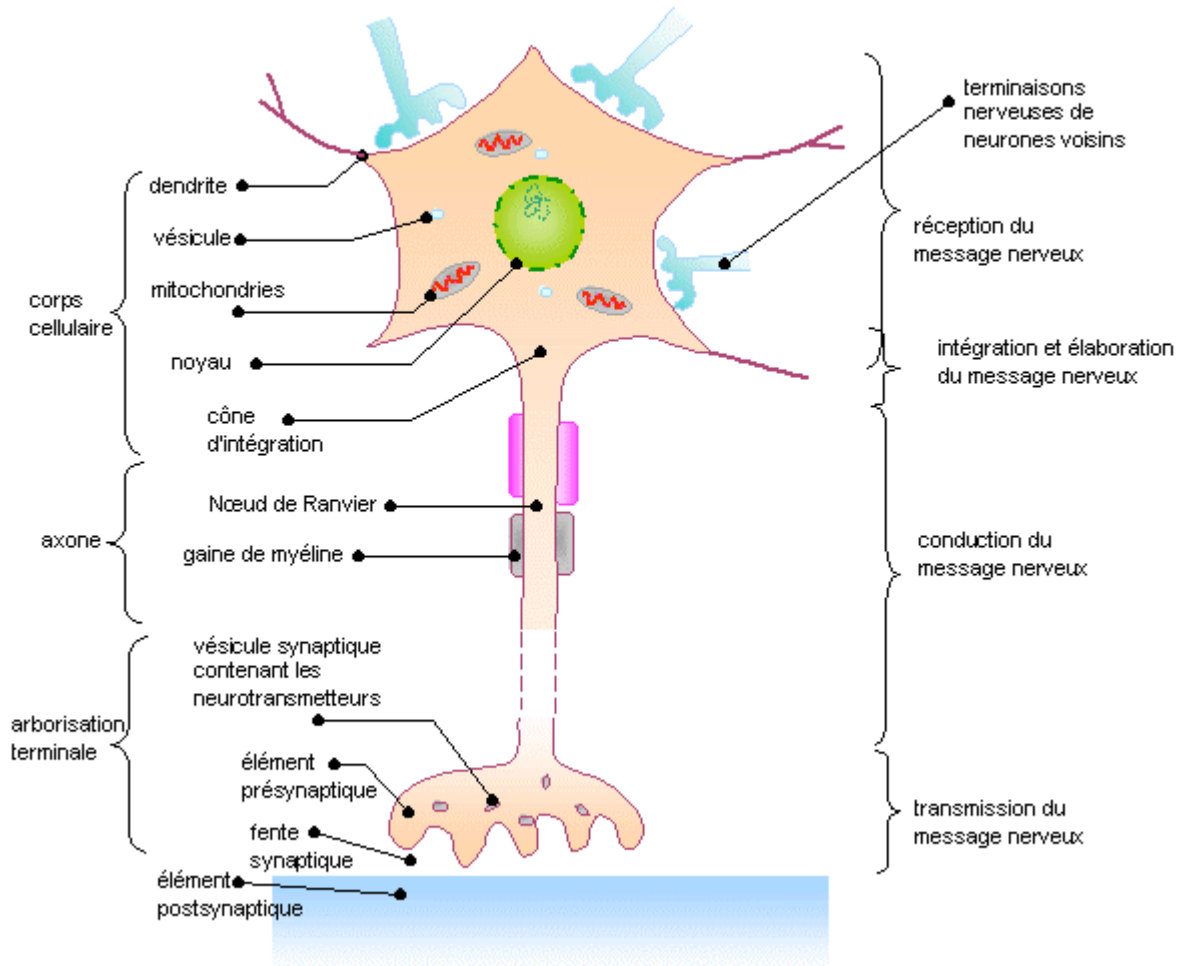


Figure 2.2 : Structure d'un neurone

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nerv1_181.pdf

2.4 Décrire brièvement les parties d'un neurone.

2.5 Préciser le rôle des parties d'un neurone.

Comme on l'a déjà précisé, à l'objectif 2.2, chacune des parties d'un neurone a une fonction qui lui est propre. Les voici :

Les dendrites :

- elles sont des ramifications du corps cellulaire (prolongement cellulaire).

Rôles :

- c'est la partie réceptive du neurone.
- c'est grâce à eux que le neurone peut capter les messages électriques et les acheminer vers le corps cellulaire.

Le corps cellulaire ou péricaryon ou soma :

- il se compose d'une membrane entourant le cytoplasme qui, lui, baigne de nombreux organites dont le **noyau**, les mitochondries, le réticulum endoplasmique, etc.
- son diamètre varie entre 5 et 140 μm .

Rôles :

- c'est le siège de nombreuses réactions métaboliques et le centre de réception des stimuli captés par les dendrites.

L'axone :

- c'est un autre prolongement du corps cellulaire.
- il varie en longueur d'un neurone à l'autre. Certains axones du SNP mesurent plus d'un mètre.
- chaque neurone ne possède qu'un seul axone mais, quelquefois, ce dernier se subdivise pour former des embranchements (collatérales).

Rôle :

- il conduit les influx nerveux jusqu'aux effecteurs musculaires et glandulaires.

Vous vous souvenez que le système nerveux périphérique (SNP) est formé de nerfs et de ganglions. Les nerfs sont en fait un groupe d'axones maintenus ensemble, tandis que les ganglions sont un ensemble de corps cellulaires, dont les cellules nerveuses.

La gaine de Schwann :

- c'est une couche protectrice, segmentée, électriquement isolante, formée de myéline, recouvrant l'axone. Il existe des axones qui **ne sont pas recouverts** de myéline.

Rôle :

- elle augmente la vitesse de transmission de l'influx nerveux.

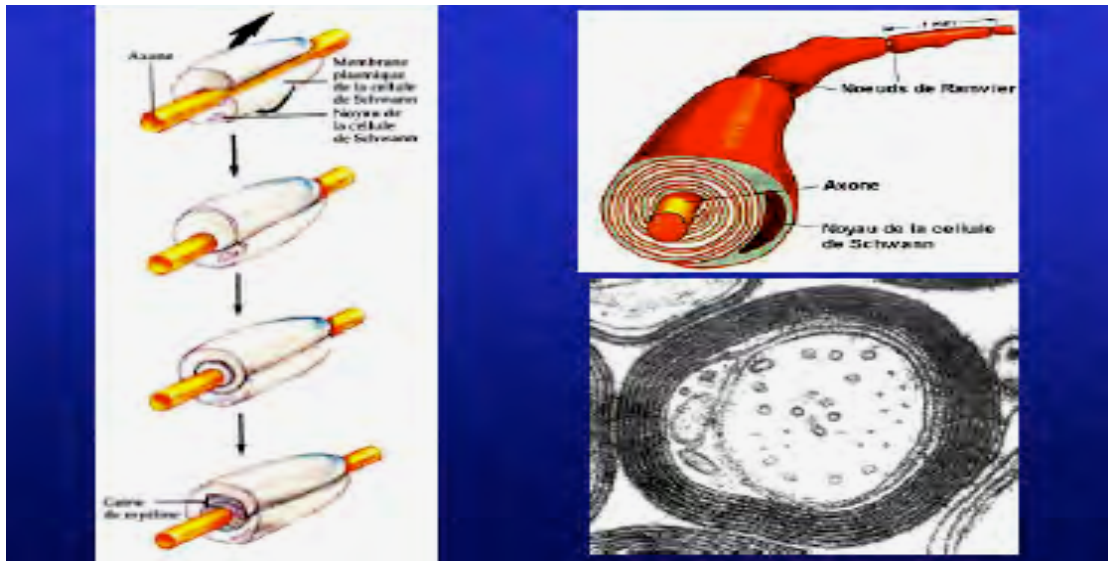


Figure 2.3

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervl_181.pdf

Myéline formée de:

- Cellules de Schwann (système nerveux périphérique)
- Oligodendrocytes (SNC)



Figure 2.4

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervl_181.pdf

Les nœuds de Ranvier :

- ce sont des espaces de 1 à 2 mm entre les segments de la gaine de myéline de l'axone.

Rôles :

- ils servent à capter les stimuli provenant de l'extérieur de l'organisme.
- ils permettent une transmission «par sauts» de l'influx nerveux. Ainsi, la conduction de l'influx nerveux s'en trouve améliorée, ne connaissant ni baisse d'énergie ni ralentissement de vitesse.

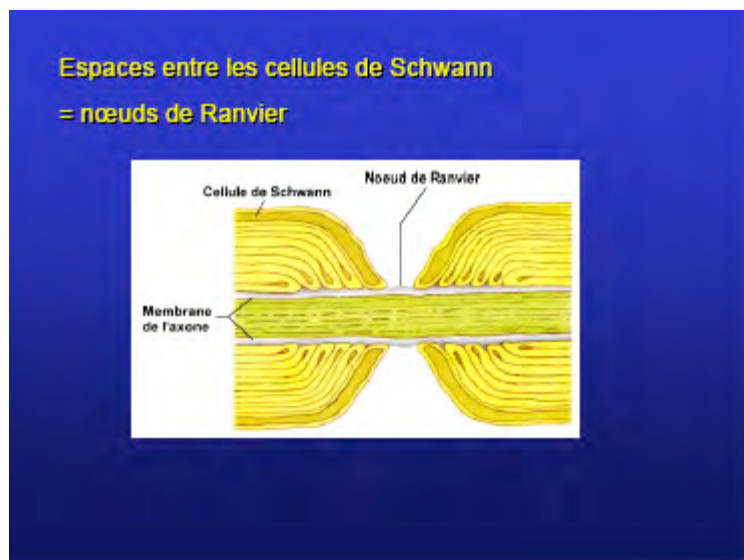


Figure 2.5

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervi_181.pdf

L'arborisation terminale :

- ce sont les prolongements que l'on retrouve à l'extrémité de l'axone. À l'intérieur de ces prolongements, se trouvent des vésicules qui contiennent une substance, le neurotransmetteur.
- on appelle **synapse** la rencontre de l'arborisation terminale avec les dendrites des neurones avoisinants.

Rôle :

- ces prolongements permettent le passage de l'influx nerveux vers les prochains neurones grâce à la libération du neurotransmetteur contenu dans les vésicules.

2.6 Distinguer les fibres nerveuses myéliniques des fibres nerveuses amyéliniques.

Les axones qui sont **recouverts de myéline** (une lipoprotéine de couleur blanchâtre) sont appelés fibres ou axones **myéliniques**. Ils sont généralement très longs. Ceux qui en sont dépourvus sont, pour leur part, désignés comme **amyéliniques** et sont plutôt courts.

Ainsi, la **matière blanche** doit sa couleur à la présence **d'axones recouverts de myéline**. Quant à la **matière grise**, elle doit sa couleur au fait qu'elle est composée de **corps cellulaires** et **d'axones dépourvus de myéline**.

2.7 Distinguer les différents types de neurones quant à leur forme et à leur fonction.

Il est possible de classer les neurones suivant leur structure ou selon la façon dont ils propagent les influx nerveux. Nous allons aborder la **classification structurale** des neurones. Dans ce type de classement, nous retrouvons trois types de neurones (voir fig. 2.6) :

1. Les neurones unipolaires :

- où un seul prolongement part du corps cellulaire et il peut, par la suite, se diviser en deux.

2. Les neurones bipolaires :

- elles montrent deux prolongements (pôles) partant de part et d'autre du corps cellulaire.

3. Les neurones multipolaires.

- elles possèdent un corps cellulaire très ramifié (plusieurs pôles) donnant naissance à une multitude de dendrites;
- c'est la forme la plus souvent rencontrée.

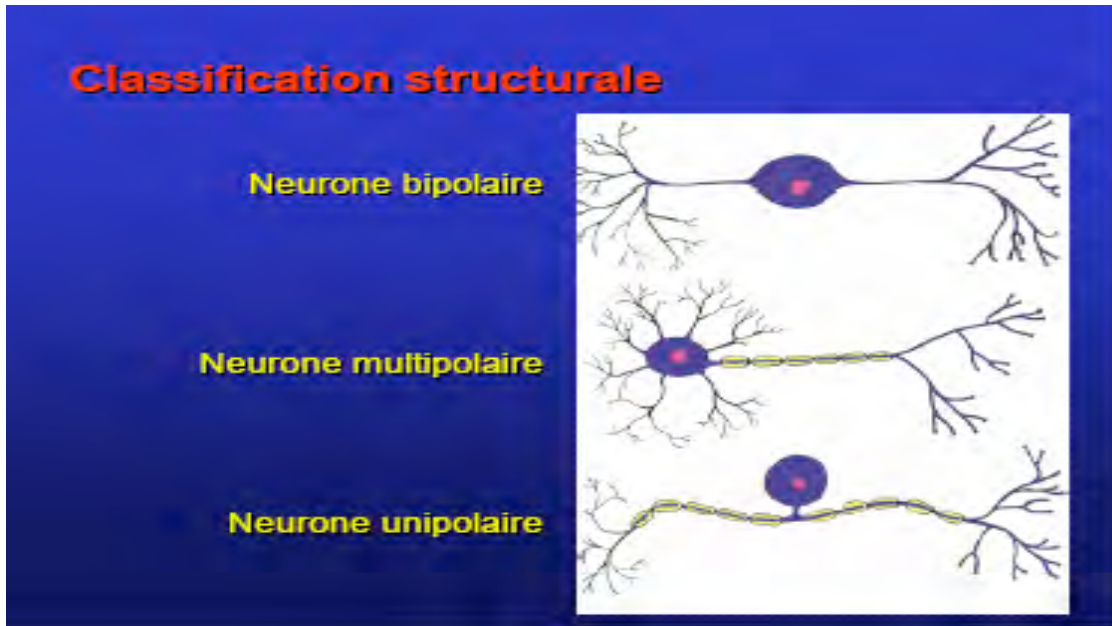


Figure 2.6 : Classification structurale des différents types de neurones

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervl_181.pdf

Lorsque nous regardons la **classification fonctionnelle** des neurones, nous constatons l'existence de **trois types de neurones** :

1. Les neurones moteurs ou efférents :

- conduisent l'influx nerveux du SNC vers les effecteurs tels que les muscles;
- ils contrôlent ainsi l'activité motrice volontaire;
- ils sont surtout multipolaires.

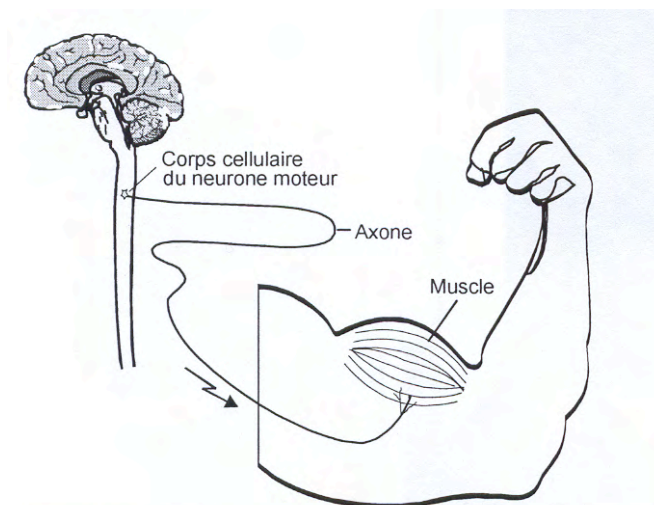


Figure 2.7

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervl_181.pdf

2. Les neurones sensitifs ou afférents :

- conduisent l'influx nerveux des récepteurs au SNC;
- ils sont surtout unipolaires.

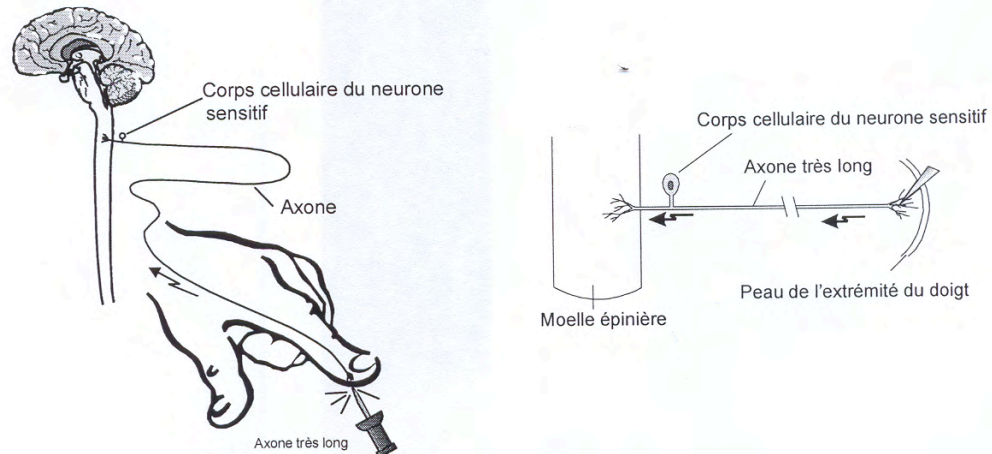


Figure 2.8

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nervl_181.pdf

3. Les neurones d'association ou interneurons :

- ils associent les neurones sensitifs aux neurones moteurs;
- ils se retrouvent en très grande concentration dans le SNC;
- ils sont majoritairement multipolaires;
- leur taille et le nombre de dendrites varient.

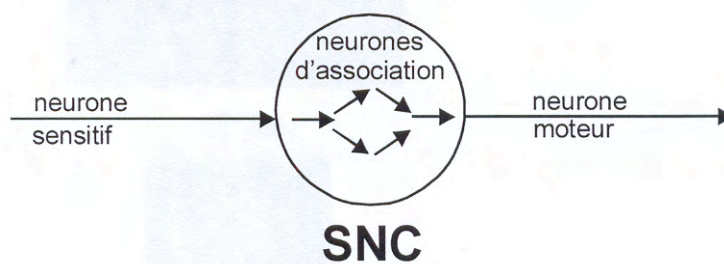


Figure 2.9

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf

2.8 Préciser le rôle des neurones sensitifs somatiques, sensitifs viscéraux et moteurs.

Nous avons vu que le système nerveux périphérique (SNP) comprend une voie sensitive ou afférente et une voie motrice ou efférente. La **voie sensitive**, quant à elle, comprend des **neurones somatiques** et des **neurones viscéraux**. Les **neurones sensitifs somatiques** sont responsables du transport des messages captés grâce aux récepteurs situés sous la peau ou dans les muscles tandis que les **neurones sensitifs viscéraux** transmettent les messages provenant des **viscères** tels que l'estomac, les poumons, les intestins, etc.

Les neurones sensitifs possèdent des terminaisons nerveuses appelées **récepteurs**. Ces récepteurs sont sensibles à tous les changements qui se produisent à l'intérieur ou à l'extérieur du corps. Ils perçoivent **le froid et le chaud, la pression, la douleur et les contacts légers** (effleurements). Les images qui suivent représentent divers types de terminaisons nerveuses ou récepteurs.

Ces changements provenant de l'extérieur ou de l'intérieur de l'organisme sont appelés **stimuli**. Selon Marieb, un stimulus c'est un excitant ou un irritant provoqué par un changement de l'environnement, ce qui évoque une réaction.

Ainsi, **le récepteur du neurone sensitif** capte le stimulus et transmet le message capté aux autres cellules nerveuses environnantes. Le **message ou l'influx nerveux** se rend jusqu'au cerveau (dans la région [appelée aire] correspondant au stimulus où il sera interprété), mais passe **obligatoirement par la moelle épinière**. Les principales divisions du cerveau (appelées aires) en rapport avec leurs tâches spécifiques seront étudiées au chapitre quatre. Le **cerveau analyse alors la nature du stimulus** reçu et retourne un ordre aux organes appropriés. Par exemple, si on touche un poêlon trop chaud, les **récepteurs du neurone sensitif** captent le stimulus. Un influx nerveux est alors généré et est **acheminé au cerveau** par le **nerf sensitif**, en passant **par la moelle épinière**.

Les **neurones moteurs** sont chargés de **transmettre l'influx nerveux au cerveau** en réponse à un stimulus. La structure qui répond à cette action (il peut s'agir d'un muscle, d'une glande, d'un organe) est nommé **l'effecteur**. Ainsi, dans le cas de la personne qui touche au poêlon chaud, le cerveau qui a reçu l'influx nerveux en provenance des **récepteurs de chaleur** aura vite fait de générer un **influx nerveux** qu'il acheminera à ses muscles du bras et de la main par **le neurone moteur**, en passant par **la moelle épinière**, afin d'arrêter ce contact entre la main et le poêlon trop chaud.

Que de mots nouveaux pour une réaction aussi naturelle! Prenons un exemple concret afin de mieux intégrer tout ce nouveau vocabulaire. Vous sortez de la piscine et l'air frais vous donne la «chair de poule». Que se passe-t-il ?

La sensation du **froid** constitue le **stimulus**. Sous la peau, les **récepteurs** du froid captent cette sensation. Ce stimulus génère un **influx nerveux** qui se rend dans l'aire du **cerveau** correspondante par le **neurone sensitif** et ce, en empruntant la **moelle épinière**. Le **chemin emprunté par ce message se nomme voie sensitive**. Le cerveau analyse l'influx arrivant par la voie sensitive et **répond en générant un nouvel influx nerveux** qui quitte l'aire du cerveau par le **neurone moteur**, en passant de nouveau par la **moelle épinière**. Cet influx nerveux va alors atteindre les **effecteurs**, c'est-à-dire les muscles horripilateurs qui sont attachés à chacun des vos poils. Ces muscles étant stimulés, ils se contractent et font relever chaque poil sur la surface de Votre corps donnant naissance à la chair de poule. Le chemin emprunté par l'influx nerveux se rendant aux muscles horripilateurs par le neurone moteur se nomme **voie motrice** (voir fig. 2.10).

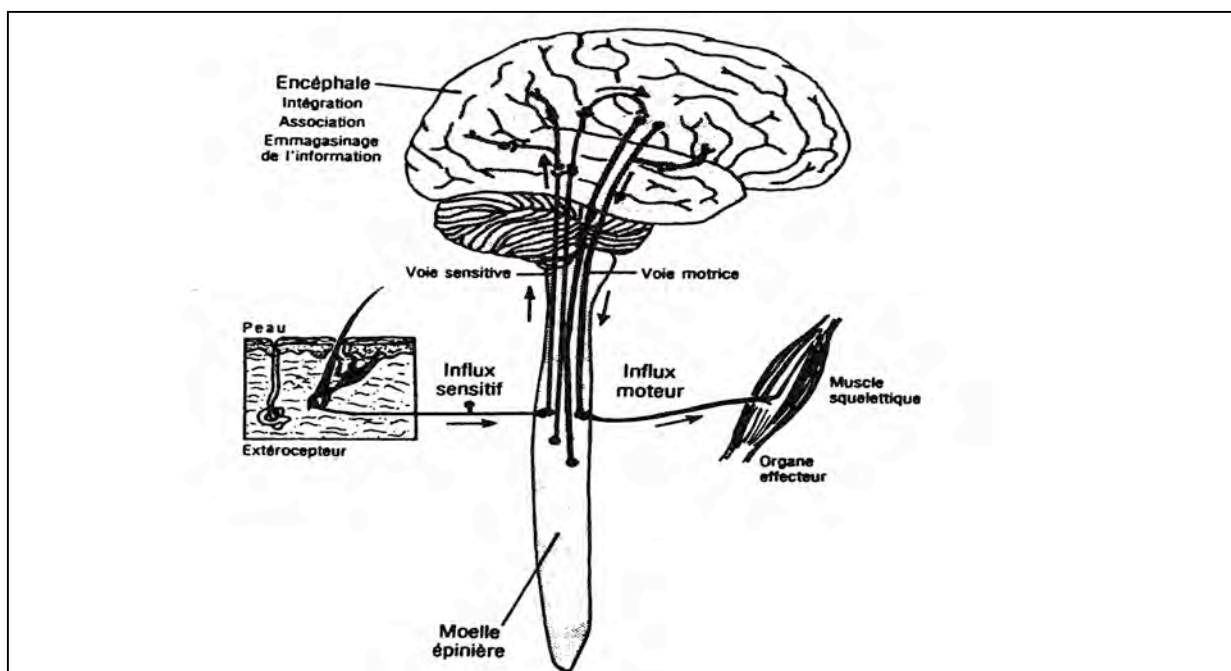


Figure 2.10 : Schéma de la voie sensitive et de la voie motrice

2.9 Préciser les caractéristiques et le rôle des différents neurorécepteurs.

Le système nerveux périphérique (**SNP**) est doté de divers types de **neurorécepteurs**, appelés aussi récepteurs sensoriels. Ce sont des structures chargées de réagir aux changements qui se produisent dans l'environnement, c'est-à-dire les stimuli¹. Ils sont classés suivant le **type de stimulus qu'ils captent**, selon leur **situation anatomique** et selon la **complexité de leur structure**.

Les neurorécepteurs classés suivant le **type de stimuli** perçus se regroupent en **cinq** groupes :

- les **mécanorécepteurs** sont sensibles aux **déformations mécaniques** comme celles dues au toucher, à la pression (pression artérielle y compris), aux vibrations, à l'étirement et à la démangeaison.
- les **thermorécepteurs** sont sensibles aux **différences de températures**.
- les **photorécepteurs** réagissent aux **variations d'intensité lumineuse**. Les seuls photorécepteurs de notre organisme font partie de la rétine de l'œil.
- les **chimiorécepteurs** détectent les substances chimiques en solution (les odeurs sont des molécules solubles dans le mucus du nez; les saveurs sont aussi des molécules qui se dissolvent dans la salive et toutes les substances dissoutes dans notre sang).
- les **nociorécepteurs** perçoivent des stimuli qui pourraient être dommageables s'ils perduraient. Ce type de stimuli est interprété, par le cerveau, comme de la douleur.

En situations extrêmes comme la chaleur ou le froid intense, les neurorécepteurs touchés vont agir comme nociorécepteurs. Le message reçu et interprété par le cerveau en sera un de douleur.

¹ Tire de : MARIEB, E. Anatomie et physiologie humaines, ERPI, 2005, p. 504.

Nous retrouvons **trois familles de neurorécepteurs** classés suivant leur **situation anatomique** :

1. Les **extérocepteurs** sont sensibles aux stimuli provenant de la surface du corps (toucher, pression, douleur, chaleur, etc.).
2. Les **intérocepteurs** ou viscérocepteurs sont sensibles aux modifications internes de l'organisme, dans les viscères et les vaisseaux sanguins.
3. Les **propriocepteurs** permettent de savoir où sont situées les différentes parties du corps sans que on ait à les regarder. Par exemple, même si on ferme les yeux, on sait très bien où sont nos mains et dans quelle position sont les doigts.

Parmi les **neurorécepteurs** que l'on classe en fonction de la **complexité de leur structure**, on retrouve des **récepteurs simples** et des **récepteurs sensoriels complexes** qui sont en fait les organes des sens (l'œil, le nez, la langue, les oreilles, la peau).

Exercice de synthèse

1. Quels sont les deux types de cellules qui composent le système nerveux?

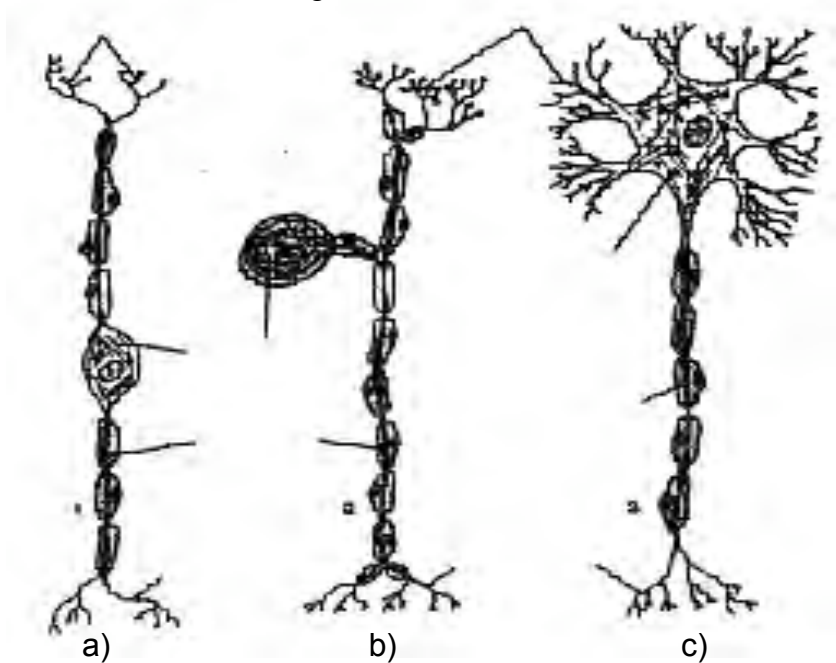
2. Énumérez les principales parties d'un neurone.

3. Par leur différence de fonction, on peut diviser les neurones en trois types. Quels sont-ils?

4. L'extrémité des dendrites de plusieurs neurones sensitifs est munie d'une structure capable de capter les stimuli. Quel nom porte cette structure?

5. Quel est le rôle des cellules gliales dans le système nerveux central?

6. Identifiez les diverses catégories de neurones.



a) _____ b) _____

c) _____

7. Pour chaque situation décrite ci-dessous, identifiez le type de neurorécepteur (suivant la nature du stimulus) qui est stimulé.

1. Un coup de marteau sur un doigt. _____

2. Le goût de sucré en mangeant du gâteau. _____

3. La sensation de brûlure au contact d'une surface brûlante. _____

4. L'arrivée d'une lumière trop vive. _____

5. Un arbre qui tombe sur une jambe. _____

CHAPITRE 3

Décrire la propagation de l'influx nerveux

3.1 Définir l'expression «influx nerveux».

Les neurones sont très sensibles aux stimuli : on dit qu'ils sont **excitables**. Lorsqu'un neurone reçoit un stimulus adéquat, il produit un signal électrique et le conduit tout le long de l'axone. L'intensité du signal est toujours la même, peu importe le type de stimulus et sa source. Ce phénomène électrique, appelé **influx nerveux** ou potentiel d'action, est à la base même du fonctionnement du système nerveux¹.

Un influx nerveux, c'est une onde de dépolarisation qui se propage d'elle-même. C'est en quelque sorte un courant électrique généré et propagé dans un neurone et jusqu'au neurone suivant.

3.2 Préciser les types de facteurs qui provoquent l'influx nerveux.

Ce sont des facteurs **physico-chimiques** qui permettent la génération et la propagation d'un influx nerveux dans le neurone. On en reconnaît **deux types** : des **facteurs physiques** et des **facteurs chimiques**.

En comparant la propagation de l'influx nerveux le long d'un neurone à un courant électrique, le **facteur physique** devient le passage du **courant électrique** dans le neurone.

Pour transmettre l'influx nerveux d'un neurone à un autre, certaines substances chimiques qu'on nomme **neurotransmetteurs** sont nécessaires. Ce sont donc les **facteurs chimiques**.

¹ Tiré de : MARIEB, E. Anatomie et physiologie humaines, ERPI, 2005, p. 408.

3.3 Expliquer la propagation de l'influx nerveux.

L'humain s'est longtemps questionné sur l'origine et sur la nature de l'énergie qui permettait la communication entre les parties du corps. Il était fort intrigué par ce qui permettait aux membres de bouger et aux parties du corps de ressentir diverses sensations².



Figure 3.1 : Luigi Galvani

Source : <http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph.php3?Ref=28>

Une première tentative de réponse fut apportée au dix-huitième siècle alors qu'un italien, **Luigi Galvani** (1737-1798), démontre que les cuisses de grenouilles, disposées sur une plaque de verre et recouvertes d'une feuille de métal, réagissent quand une charge électrique est appliquée dans la partie haute de la colonne vertébrale de l'animal mort. Six ans plus tard, il obtient un résultat inattendu. Les cuisses de grenouilles mortes se contractent même lorsqu'elles sont isolées et aussi longtemps que leurs nerfs restent reliés au sol. Pour lui, ces phénomènes sont dus à une forme «d'électricité animale»; il publie en 1791 «*De Viribus Electricitatis in motu musculari commentarius*». Dans cet ouvrage, il appuie, entre autres, l'idée que les nerfs et les muscles des animaux contiennent du fluide électrique³. Regardez la figure 3.2 qui démontre les expériences de Galvani.

² Tiré du site : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>.

³ Tiré du site : <http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph.php3?Ref=28>.

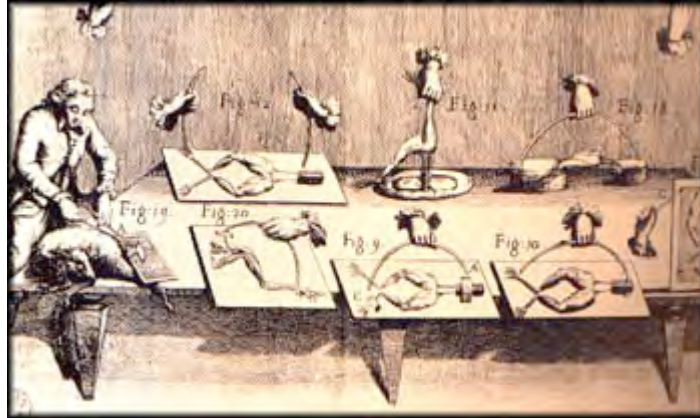


Figure 3.2 : Expériences de Galvani

Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>

Ensuite, en 1850, l'Allemand, **N. Von Helmholtz**, mesure la vitesse de l'influx nerveux dans un nerf.

Il faudra attendre le vingtième siècle pour comprendre le phénomène d'électricité animale. Et c'est à deux Anglais, **Alan Hodgkin et Andrew Huxley**, que l'on doit cette découverte en 1950. Ils travaillent alors avec des neurones géants qui provenaient d'escargots de mer ou de calmars. La taille de ces neurones est très imposante : le diamètre de leur axone fait à lui seul un millimètre, soit 500 fois plus gros que celui de la majorité des axones humains.



Figure 3.3 : Calmar



Figure 3.4 : Neurone géant de calmar

Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>

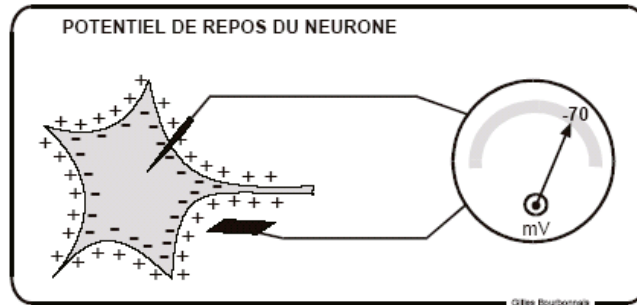


Figure 3.5 : Le neurone au repos

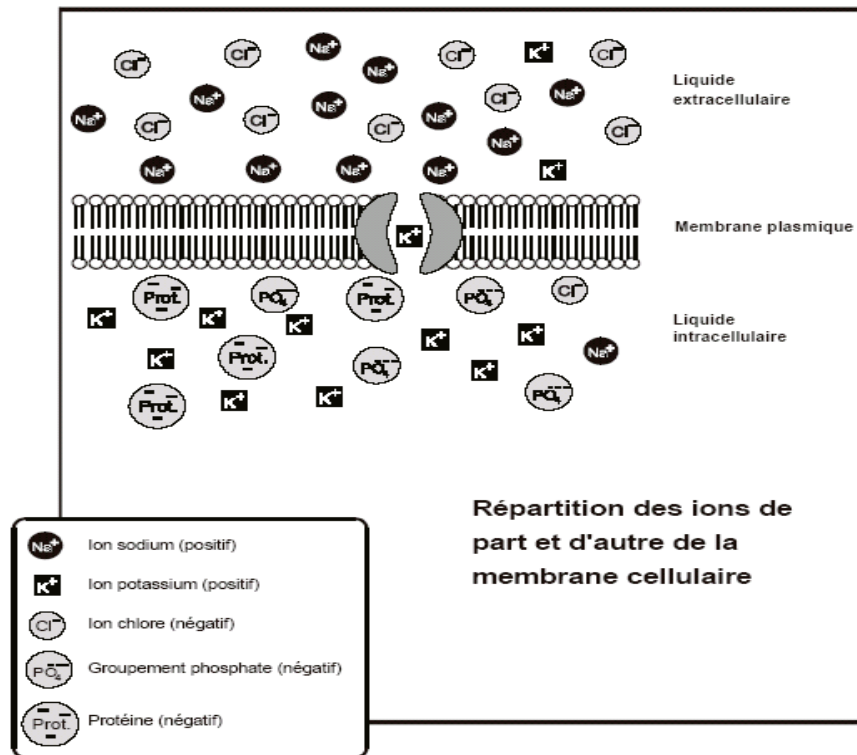
Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>

Comme on peut le constater à la figure 3.5, **l'intérieur du neurone** est chargé **négativement** et **l'extérieur, positivement**. La borne de référence étant placée à l'intérieur, on dit qu'il y a une **différence de potentiel** de -70 milliVolts (mV).

Toutes les cellules de notre corps sont polarisées entre -20 et -200 mV. L'écart s'explique par la variété des cellules dont notre corps est composé. Les cellules sont, en fait, de minuscules piles chimiques où la borne positive constitue la surface de la membrane cytoplasmique et la borne négative, l'intérieur de la membrane cytoplasmique.

On pourrait donner **trois raisons** à la différence de potentiel des cellules :

1. La **différence de concentration en ions** à l'intérieur ou à l'extérieur de la membrane d'un neurone.
 - Un ion est un atome ou une molécule portant une charge électrique positive ou négative.
2. La **perméabilité** de la membrane à ces ions.
 - **Perméabilité sélective** de la membrane. La membrane du neurone laisse passer les **ions de potassium plus (K^+)** et **peu ou pas les autres ions**; c'est pour cette raison qu'on dit qu'elle a une perméabilité sélective.
 - Les ions de sodium (Na^+) et de chlore (Cl^-) peuvent pénétrer dans la cellule en passant par des **protéines de la membrane**. Mais, elle reste peu perméable au sodium (Na^+) et au chlore (Cl^-).
 - Les protéines et certains groupements sont trop volumineux pour pouvoir passer au travers de la membrane.



Concentrations en ions à l'intérieur et à l'extérieur du neurone

Figure 3.6 : Schéma de la répartition des charges de part et d'autre de la membrane cytoplasmique neuronale

Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>

Chaque ion de potassium (K^+) qui traverse la membrane ajoute une charge positive à l'extérieur et en enlève une à l'intérieur. De chaque côté, les ions positifs en surplus s'accumulent sur la surface de la membrane cellulaire. **La surface interne se couvre donc d'ions négatifs et la surface externe, d'ions positifs.**

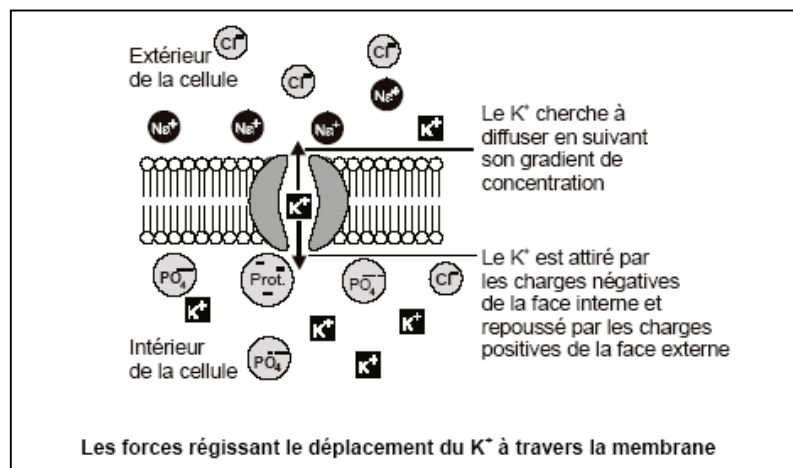


Figure 3.7 : Schéma des forces impliquées dans le déplacement du K^+

Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf>

3. La présence de «**pompes**», c'est à dire de transporteurs **actifs** dont le rôle est de maintenir cette différence de concentration en ions de part et d'autre de la membrane.
 - La membrane neuronale est donc dotée de **pompes sodium-potassium** qui maintiennent l'équilibre entre les ions de sodium et de potassium. **Pour chaque trois ions de sodium qui sortent, deux ions de potassium entrent par les pompes sodium-potassium.**

Voyons maintenant le mécanisme de la propagation de l'influx nerveux.

Lorsqu'un récepteur est stimulé, par exemple, quand on se pique le bout du doigt, la **polarité de la membrane s'inverse**. Là où le récepteur a été stimulé, la membrane cellulaire devient négative à l'extérieur et positive à l'intérieur. Les charges électriques s'inversent alors brutalement. On appelle **potentiel d'action** cette **dépolarisation** ponctuelle de la membrane neuronale. L'intérieur de la cellule est désormais devenu positif par rapport à l'extérieur de la cellule.

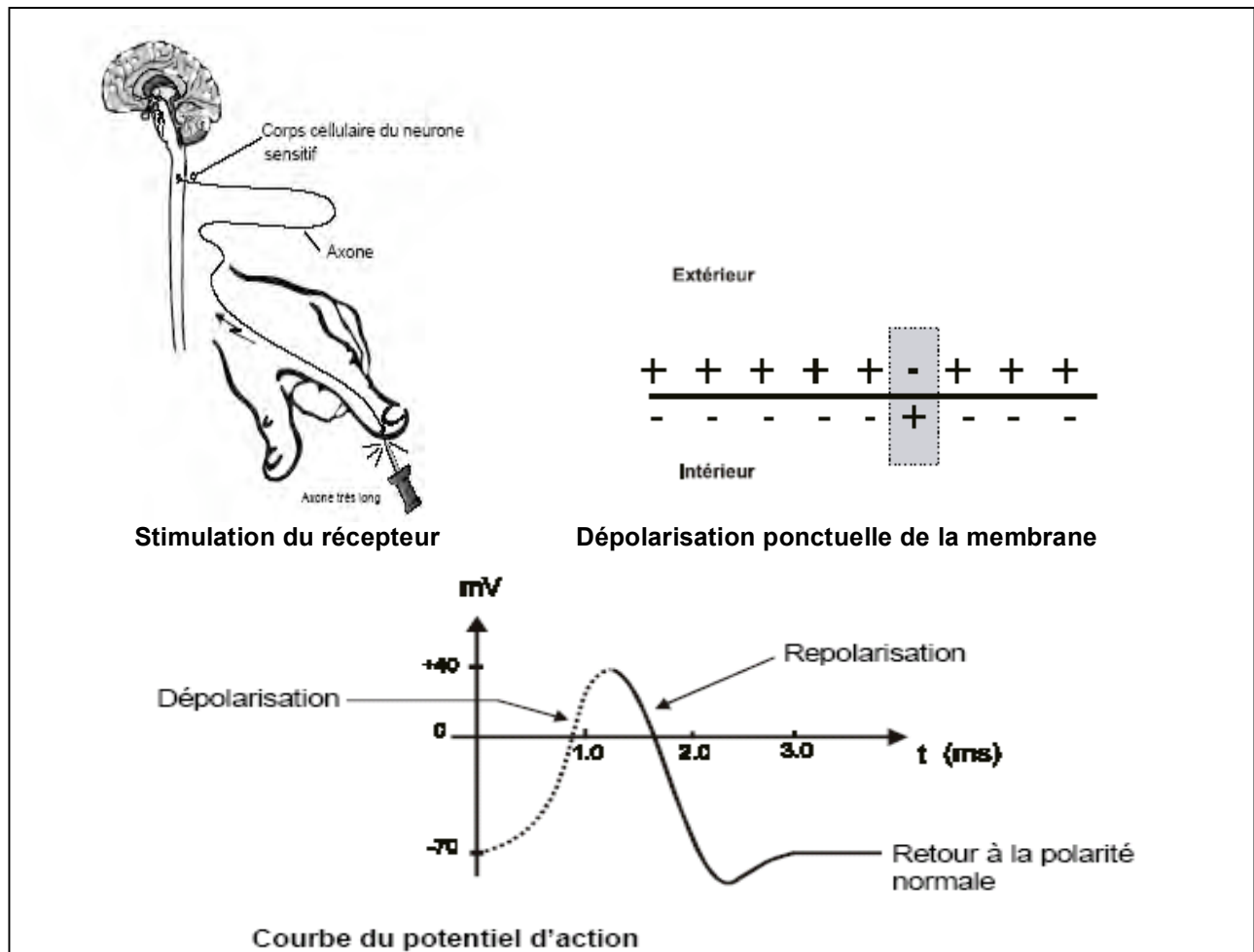


Figure 3.8 : Conséquences de la stimulation d'un récepteur

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf

C'est l'excitation d'un récepteur (situé sur les dendrites d'un neurone sensitif) qui entraîne le renversement de la perméabilité de la membrane cellulaire aux ions de sodium (Na^+). C'est donc l'excitation du récepteur qui provoque la dépolarisation du neurone.

Regardez de plus près la figure 3.9. La stimulation du récepteur occasionne une augmentation de la perméabilité de la membrane cellulaire aux ions de sodium (Na^+). Dès que le point voisin connaît à son tour la dépolarisation, le point précédent se repolarise (c'est-à-dire que l'intérieur devient négatif et l'extérieur devient positif). Cette réaction en chaîne se poursuit tout le long de l'axone du neurone.

L'influx nerveux

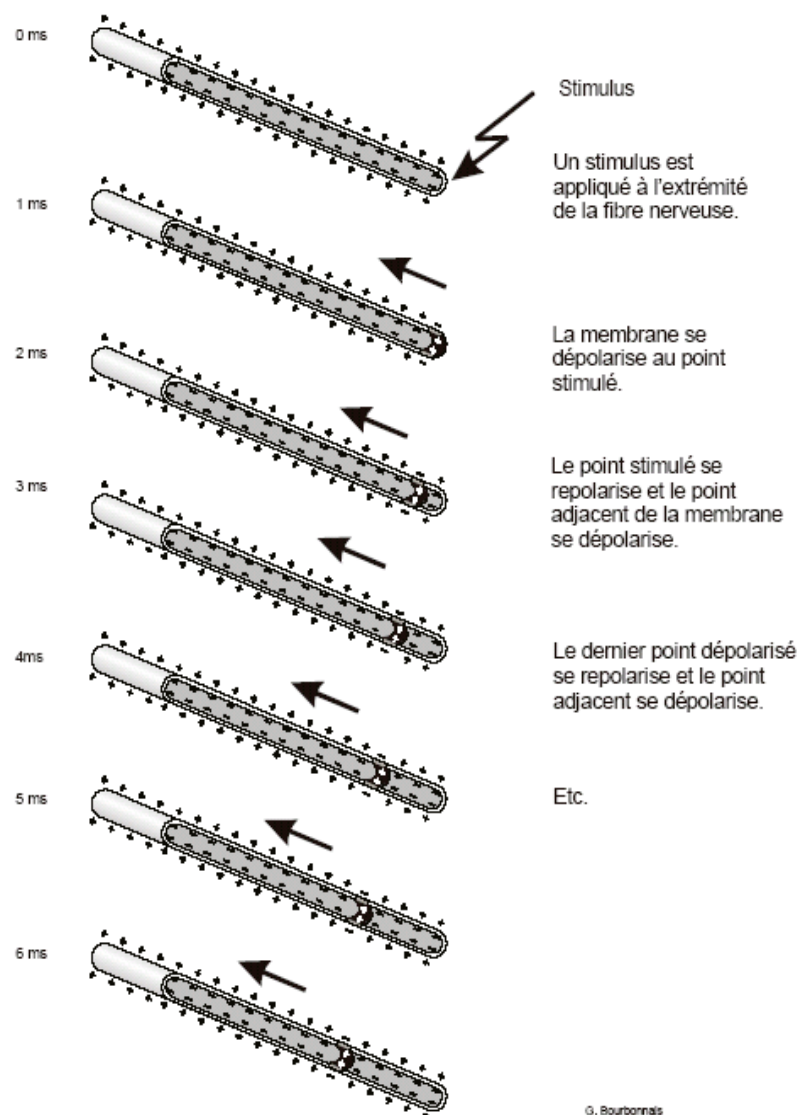


Figure 3.9 : Schéma de la propagation d'un influx nerveux

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf

En quelques mots, on pourrait définir un **influx nerveux** comme étant une suite de **potentiel d'action** le long de la membrane d'un axone, suite à l'application d'un stimulus. Il est intéressant de savoir que les anesthésiants locaux comme la **xylocaïne** (substance que l'on injecte sous la peau quand on doit, par exemple, se faire faire des points de suture) agissent en empêchant la membrane neuronale de se dépolariser. Comme l'influx nerveux ne peut être propagé et se rendre à l'aire sensitive du cerveau, alors on ne ressent pas la douleur!

Résumons-nous.

Le neurone, comme toutes les cellules, est **polarisé**.

- L'intérieur de la membrane est négatif.
- L'extérieur de la membrane est positif.
- Il y a une différence de potentiel entre l'extérieur et l'intérieur, de -70 mV au repos (quand il n'y a pas d'influx nerveux).

Il y a **trois raisons** qui expliquent une telle polarisation :

1. La présence de différents ions positifs ou négatifs de part et d'autre de la membrane.
2. La perméabilité sélective de la membrane neuronale aux ions positifs et/ou négatifs.
3. L'existence de pompes à sodium-potassium sur la membrane du neurone.

Lorsqu'un récepteur reçoit un stimulus, il se produit, **en ce point**, une **dépolarisation** (causée par l'ouverture des canaux sodium) momentanée. On appelle **potentiel d'action**, cette dépolarisation ponctuelle de la membrane neuronale. Il y a inversement de la polarité de la membrane : l'intérieur devient positif et l'extérieur devient, quant à lui, négatif. Cette vague de dépolarisation déferle le long du neurone; chaque dépolarisation est suivie d'une polarisation de la membrane (voir fig. 3.8).

L'influx nerveux est donc une suite de potentiels d'action rapprochés, parcourant l'axone, à la suite d'un stimulus appliqué à la membrane neuronale du récepteur. Chaque potentiel d'action est immédiatement suivi d'une repolarisation.

3.4 Préciser les facteurs qui influent sur la propagation de l'influx nerveux.

L'influx nerveux se déplace le long des fibres nerveuses à une vitesse pouvant varier de 3 km à l'heure à près de 400 km à l'heure. La vitesse de l'influx nerveux est très variable selon le type de fibres nerveuses. **Deux facteurs** peuvent faire varier cette vitesse :

1. Le diamètre des fibres nerveuses :

- plus le diamètre de la fibre est grand, plus il conduit l'influx nerveux rapidement.

2. La présence de myéline sur l'axone :

- dans les fibres **non recouvertes de myéline**, l'influx nerveux parcourt l'axone de proche en proche à une vitesse lente.
- dans les fibres **recouvertes de myéline**, (la myéline est un bon isolant électrique), la dépolarisation de la membrane de l'axone ne peut se produire qu'au niveau d'un nœud de Ranvier. On appelle ce type de conduction, **la conduction saltatoire**, c'est-à-dire que la transmission de l'influx nerveux se fait par sauts de un ou deux millimètres, d'un nœud de Ranvier à l'autre. Cela assure une plus grande rapidité de conduction avec une dépense d'énergie moindre.

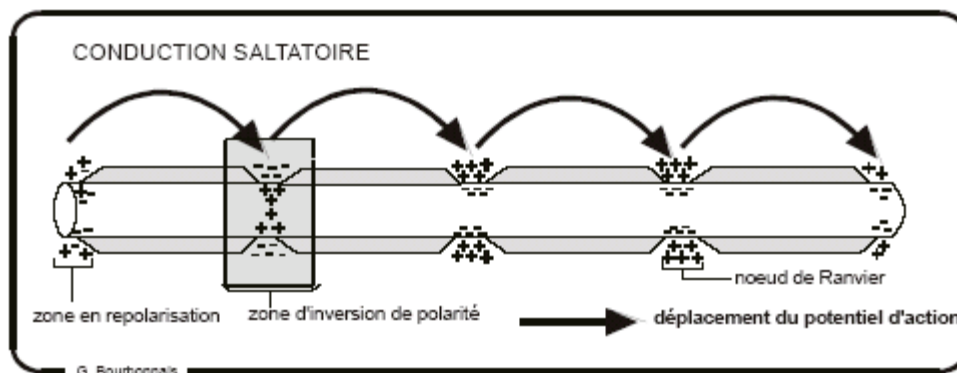


Figure 3.10 : La conduction saltatoire

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90192/chap5/chap5.pdf

Les neurones moteurs et ceux qui proviennent des organes des sens sont myélinisés, car ils conduisent les influx nerveux rapidement et ont un grand diamètre. Par contre, les fibres nerveuses innervant les viscères et celles responsables de transmettre la

douleur ont un petit diamètre et conduisent les influx nerveux lentement. Elles ne sont donc pas recouvertes de myéline.

Il est important, à ce point-ci, de préciser que la génération d'un potentiel d'action n'est possible que si le stimulus a une intensité suffisamment grande (ou intensité minimale). On parle alors de la «**loi du tout ou rien**». On veut dire que si le stimulus est suffisamment grand pour la génération d'un potentiel d'action, il y aura production d'un influx nerveux, sinon **rien** ne se passera.

Cette loi se base sur le fait qu'un récepteur (quel qu'il soit) possède un **seuil minimal d'excitabilité**. Cela signifie qu'à partir d'un stimulus d'une intensité suffisante, il réagira en initiant un influx nerveux. Si l'intensité est plus faible que le **seuil minimal d'excitabilité**, il restera inactif. Par contre, si l'intensité atteint ou dépasse ce seuil minimal, il réagira toujours de la même façon. Cela veut dire qu'une fois déclenché, l'influx nerveux se propage le long du neurone à une vitesse caractéristique de chaque neurone. L'influx nerveux est donc **indépendant de l'intensité**.

Certains récepteurs de l'organisme sont très sensibles, ils ont donc un seuil minimal d'excitabilité très bas. Par contre, certains autres sont plus tolérants; ils ont alors un seuil minimal d'excitabilité élevé. Règle générale, plus l'axone est gros (en terme de diamètre), plus son seuil d'excitabilité est bas et plus la vitesse de conduction de l'influx est grande. Cette dernière peut varier de cinq à 120 mètres par seconde.

De la même façon, les fibres plus petites auront un seuil d'excitabilité plus élevé et la vitesse de propagation de l'influx nerveux sera plus lente : de trois à quinze mètres par seconde.

Par exemple, les photorécepteurs des yeux sont en général très sensibles à la lumière et, à partir d'une certaine intensité lumineuse (le seuil minimal d'excitabilité), ils nous obligent à fermer les yeux. Même si on augmente l'intensité de la source lumineuse, le temps de réaction restera le même et on devra fermer les yeux tout aussi rapidement. Les seuils d'excitabilité peuvent aussi varier d'un individu à l'autre, ainsi certaines personnes tolèrent beaucoup mieux la chaleur ou le froid que certaines autres.



SAVAIS-TU QUE...

L'électroencéphalographie est l'enregistrement des phénomènes électriques qui sont responsables du fonctionnement du cerveau. Les messages électriques du cerveau sont enregistrés sur une bande de papier qui se déroule. Les courbes enregistrées présentent un rythme régulier et différent suivant l'activité cérébrale de l'individu. L'électroencéphalographie rend de précieux services à la médecine, en ce qui a trait par exemple à l'épilepsie.

3.5 Préciser le rôle d'une synapse.

Nous savons maintenant que lorsque que le stimulus est suffisamment fort, il y a production d'un potentiel d'action et génération d'un influx nerveux qui déferle plus ou moins vite, dépendant de divers facteurs comme la présence de myéline sur l'axone et le diamètre de la fibre nerveuse. Nous connaissons aussi la façon dont cet influx se propage tout au long de l'axone du premier neurone excité. Pour que l'information soit transmise au cerveau ou à l'effecteur, elle doit être transmise à une série de neurones. C'est donc dire qu'en plus de propager le potentiel d'action le long de l'axone, les neurones doivent posséder un moyen de relayer l'information d'un neurone à l'autre.

Dans le système nerveux, les neurones sont souvent disposés à la queue leu leu. Règle générale, l'arborisation terminale d'un neurone précède les dendrites du neurone suivant (fig. 3.11) et la plupart du temps, les neurones formant une chaîne sont situés très près l'un de l'autre, **mais ne se touchent pas**. L'espace ainsi créé entre l'arborisation terminale d'un neurone et les dendrites du neurone suivant se nomme **fente synaptique** et la fonction composée du quasi contact, arborisation terminale; dendrite prend alors le nom de **synapse**.

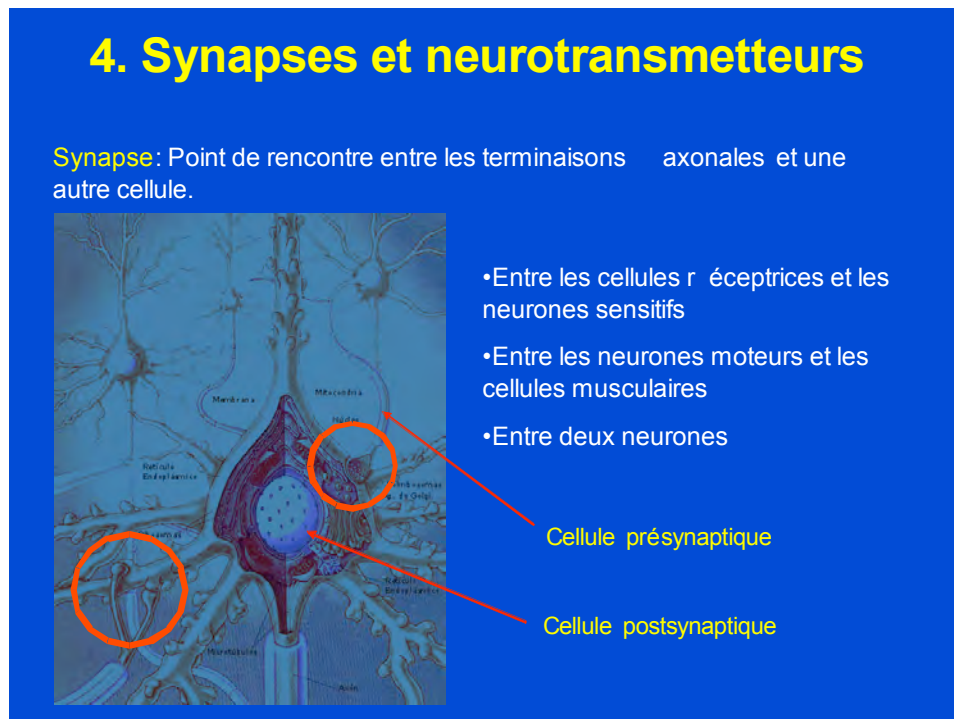


Figure 3.11 : La synapse

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nerv2_181.pdf

Anatomie de la synapse

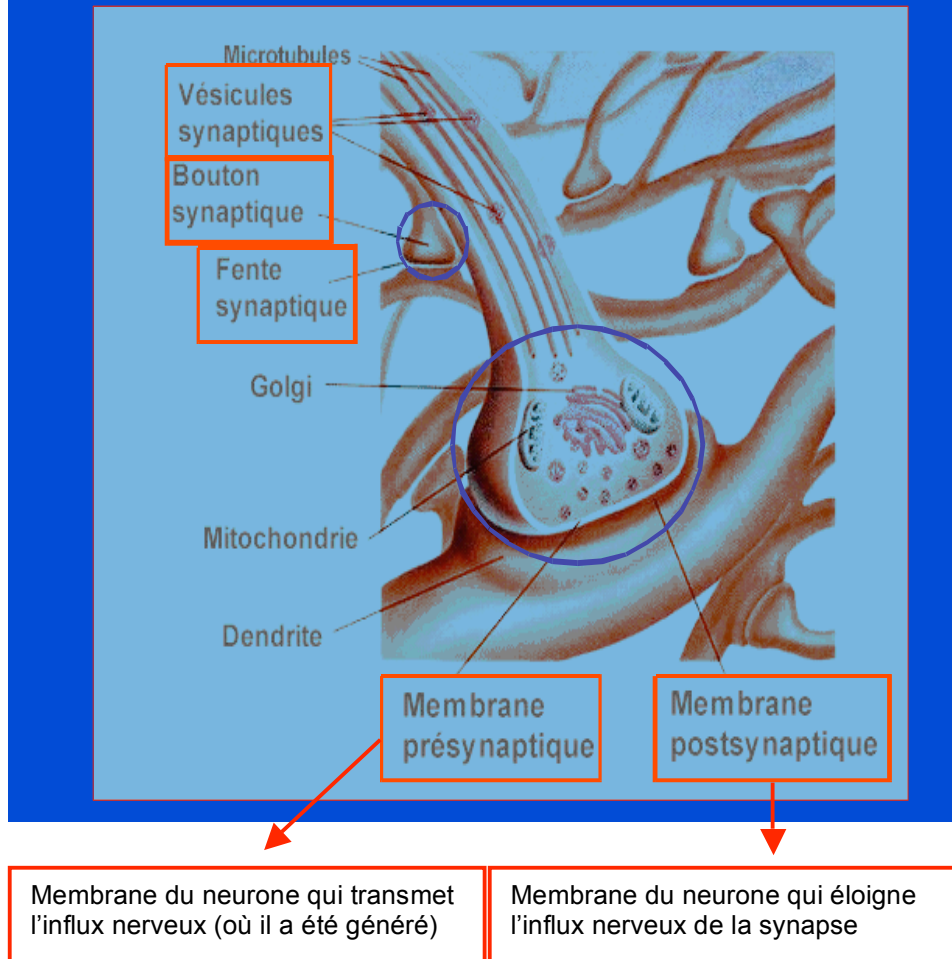


Figure 3.12 : La synapse (détails)

Source : http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nerv2_181.pdf

Il existe deux types de synapses : la synapse électrique et la synapse chimique, la plus courante.

La **synapse électrique** se produit quand les membranes de deux neurones qui entrent en synapse font contact direct. L'influx nerveux se propage comme le ferait le courant électrique qui passe du fil à la prise de courant.

Dans la **synapse chimique**, il y a un espace entre les deux neurones qui entrent en synapse. On appelle **fente synaptique**, cet espace entre les membranes présynaptique et postsynaptique. C'est grâce à la libération d'un type de substances, appelées **neurotransmetteurs**, que l'influx nerveux parvient à atteindre le neurone suivant.

Le rôle de la synapse est de permettre à l'influx nerveux qui arrive à l'arborisation terminale du neurone présynaptique d'être propagé au neurone post synaptique.

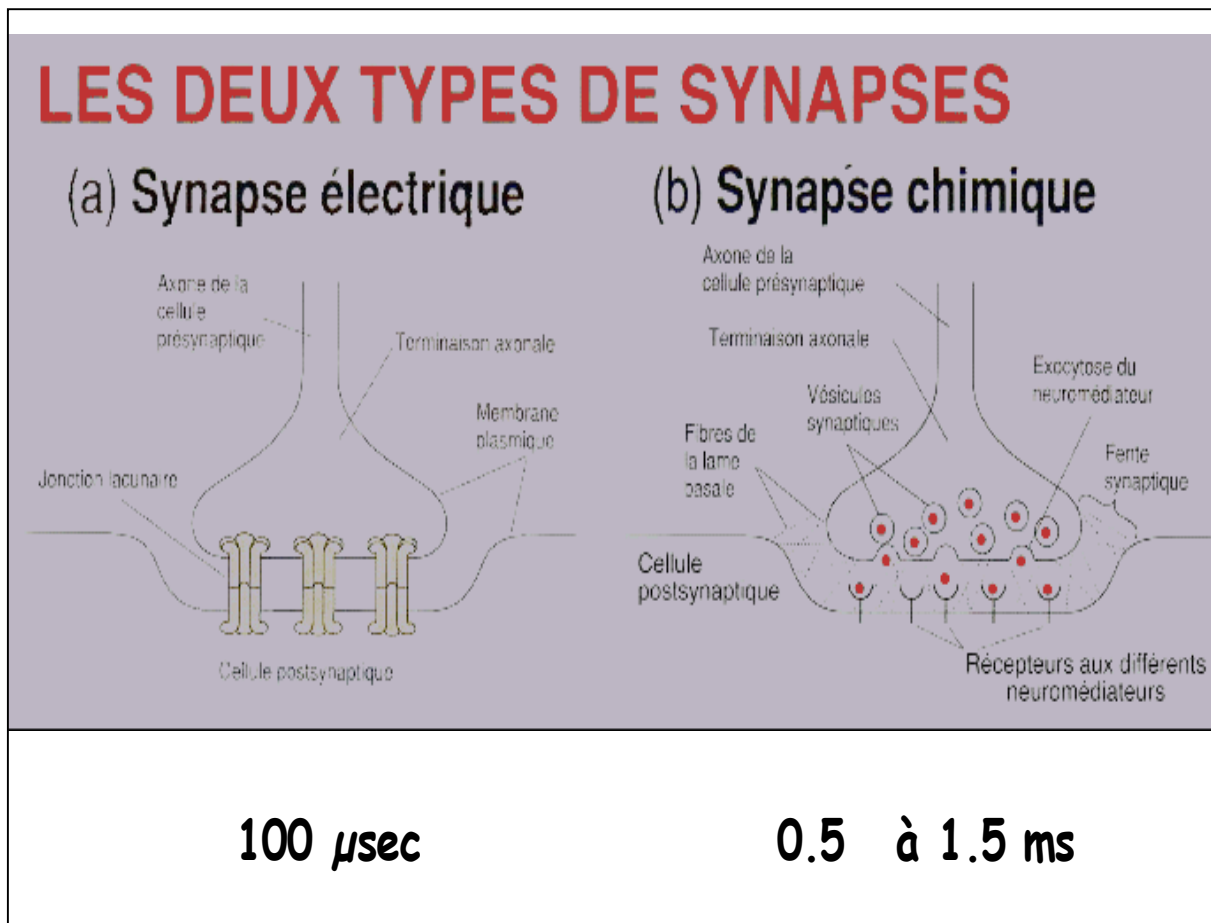


Figure 3.13 : La synapse électrique et chimique

3.6 Préciser la nature et la source des neurotransmetteurs.

Qu'est-ce qui se passe en ce qui concerne la synapse pour que l'influx nerveux puisse continuer vers le neurone suivant?

Il n'y a rien de magique là dedans, seulement un mécanisme des plus ingénieux et très perfectionné.

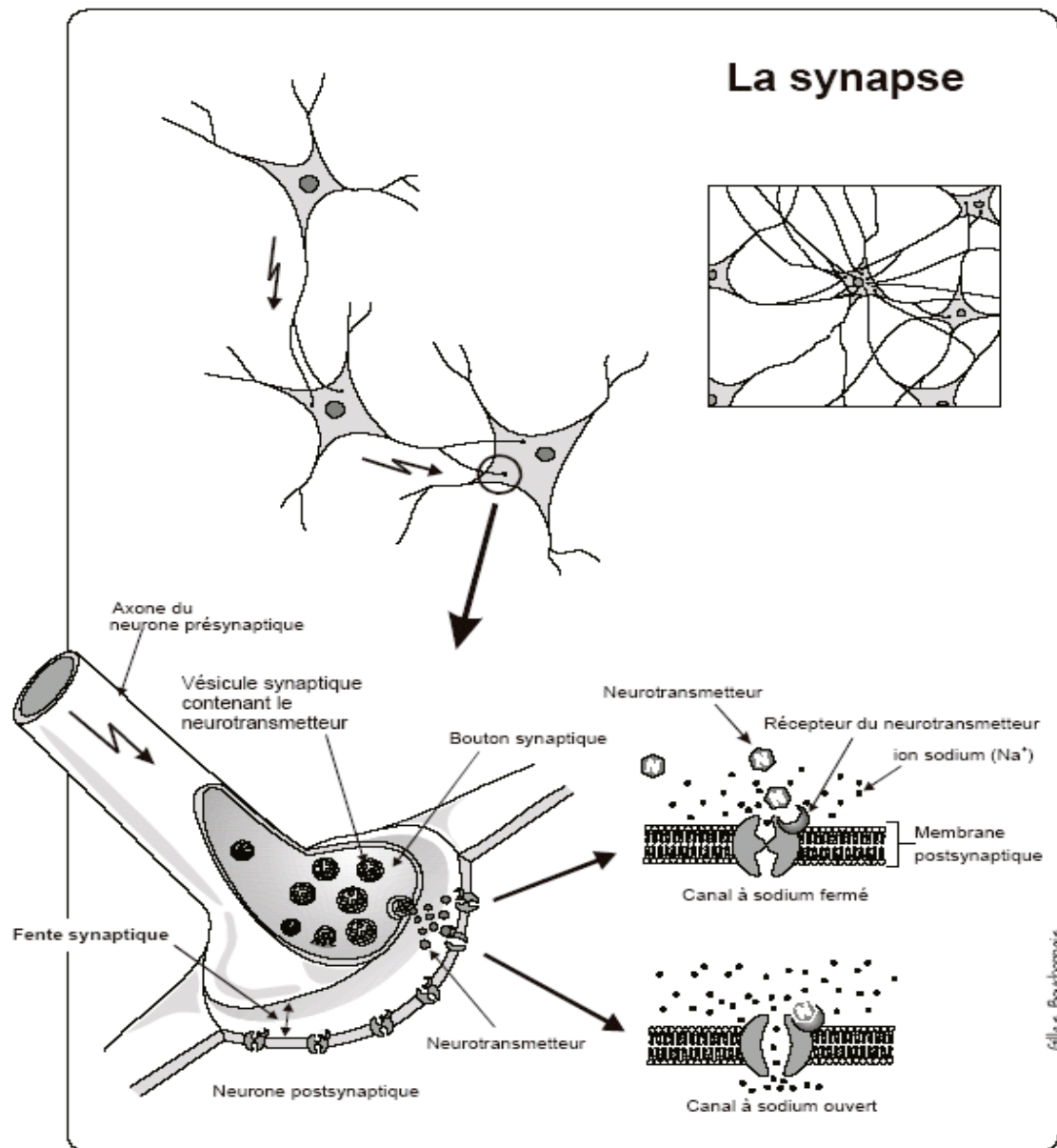
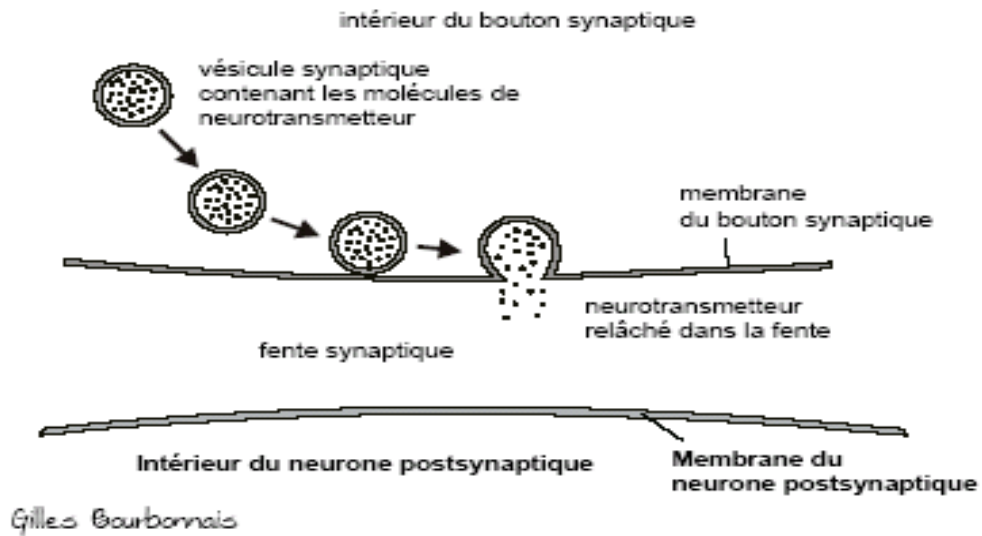


Figure 3.14 : La fente synaptique et les neurotransmetteurs

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90912/chap5/chap5.pdf

Comme on le constate à la fig. 3.12, dans l'anatomie d'une synapse, les **boutons synaptiques** contiennent des **vésicules synaptiques**. Ces dernières renferment le **neurotransmetteur**.

Quand le potentiel d'action arrive au bouton terminal d'une synapse, la dépolarisation de la membrane fait migrer quelques vésicules synaptiques vers la membrane du bouton. Les vésicules se fusionnent avec la membrane et déversent dans la fente synaptique leur contenu (neurotransmetteur).



Sécrétion du neurotransmetteur dans la fente synaptique

Figure 3.15

Source : www.dgpc.ylaval/bio90912/chap5/chap5.pdf

Une fois dans la fente synaptique, le neurotransmetteur reconnaît les protéines réceptrices situées sur la membrane du neurone postsynaptique. Ces protéines sont spécifiques aux neurotransmetteurs comme l'est la clé pour une serrure de porte.

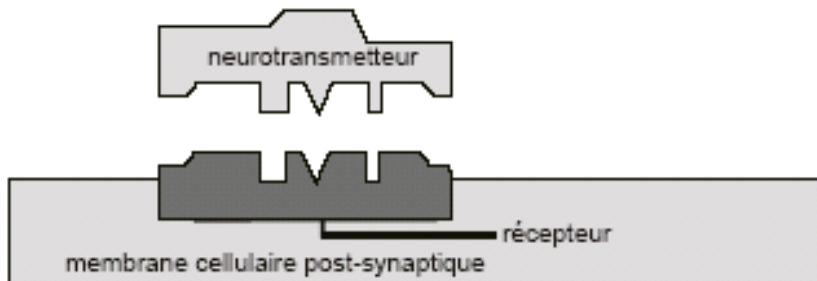


Figure 3.16 : Le mécanisme de fonctionnement de la protéine réceptrice et du neurotransmetteur

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90912/chap5/chap5.pdf

Le neurotransmetteur se lie donc à la protéine réceptrice. Il y a alors deux possibilités, selon le type de neurotransmetteur :

1. Les neurotransmetteurs activateurs ou excitateurs :

- ils **dépolarisent** la membrane du neurone postsynaptique, ce qui **abaisse le seuil d'excitabilité** du neurone et **augmente** la sensibilité du neurone;
- ils génèrent donc un potentiel d'action qui provoque un influx nerveux.

2. Les neurotransmetteurs inhibiteurs :

- Ils hyperpolarisent la membrane du neurone postsynaptique, ce qui **augmente le seuil d'excitabilité** du neurone et **diminue** la sensibilité du neurone;
- ils provoquent le fait que le neurone ne réagira pas au stimulus.

3.7 Décrire diverses façons qui permettent à l'influx nerveux de se propager.

Jusqu'à maintenant, les recherches ont identifié une centaine de neurotransmetteurs. Voici deux exemples de neurotransmetteurs :

1. **L'endorphine** est un neurotransmetteur qui inhibe les sensations de douleur; son action est analogue à celle de la morphine.
2. **La sérotonine** est un neurotransmetteur excitateur qui permet au corps de garder une température interne constante (37° C). Si on compare avec les poissons qui ont une température interne variable, quand l'eau dans laquelle les poissons nagent est très froide, leur sang l'est aussi. Si l'eau se réchauffe, leur sang fait de même. Les poissons n'ont pas de sérotonine dans leur système nerveux pour régler leur température interne.



SAVAIS-TU QUE...

La maladie de Parkinson survient quand le système nerveux ne produit plus assez de dopamine. La dopamine est un neurotransmetteur excitateur qui contrôle le mouvement. Si les neurones ne peuvent plus en fabriquer, les mouvements deviennent désordonnés; alors on est incapable de les contrôler.

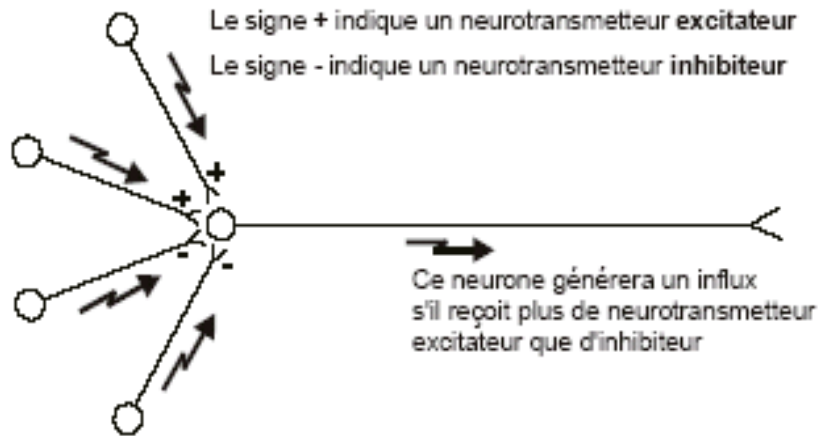


Figure 3.16 : Modes de fonctionnement possibles d'un neurotransmetteur

Source : www.dgpc.ylaval.ca/bio90912/chap5/chap5.pdf

Prenons un exemple : Paul travaille dans un abattoir. Il est un peu distrait et, en coupant un quartier de viande, deux de ses doigts ont «frôlé» de trop près les couteaux.

Résultat : Le voilà amputé de deux doigts. Bien sûr, la panique peut s'emparer de lui à ce moment, mais Paul ne ressent aucune douleur sur le coup. Comment est-ce possible?

Le message de la douleur ne parvient pas au cerveau parce que des neurotransmetteurs inhibiteurs se sont chargés «d'endormir» les neurones qui auraient dû transporter ce message au cerveau. Cet effet est malheureusement passager; une fois à l'hôpital, on devra lui injecter de la morphine, une drogue qui aura le même effet que les neurotransmetteurs inhibiteurs, pour calmer la douleur.

Exercice de synthèse

1. Le neurone est électriquement polarisé : l'intérieur est négatif et l'extérieur, positif.
Quel mécanisme rend ce phénomène possible?

2. Définissez ce qu'est un influx nerveux.

3. Qu'est-ce que la «loi du tout ou rien»?

4. Deux facteurs peuvent faire varier la vitesse de propagation d'un influx nerveux.
Quels sont-ils? Décrivez-les.

5. Qu'est-ce que la conduction saltatoire? Dessinez un neurone et expliquez le phénomène.

9. Qu'est-ce qu'une fente synaptique?

10. Quelle différence y a-t-il entre un neurone présynaptique et un neurone postsynaptique?

11. Il existe deux types de neurotransmetteurs, quels sont-ils?

12. Donnez un exemple de neurotransmetteur inhibiteur et un exemple de neurotransmetteur activateur.

Inhibiteur : _____

Activateur : _____

13. Quel est l'effet d'un neurotransmetteur inhibiteur sur la membrane postsynaptique?

CHAPITRE 4

Décrire le système nerveux central

4.1 Situer le système nerveux central dans l'ensemble du système nerveux.

Le système nerveux central (SNC) est formé de l'**encéphale** et de la **moelle épinière**. Il est complètement enchâssé dans des structures osseuses : l'encéphale est situé dans la **boîte crânienne** et la moelle épinière dans le canal rachidien de la **colonne vertébrale**. Le système nerveux central est le **centre d'intégration et de régulation du système nerveux**. Il reçoit les messages sensoriels du système nerveux périphérique et élabore les réponses à ces messages¹. Le SNC est la composante dirigeante du système nerveux.

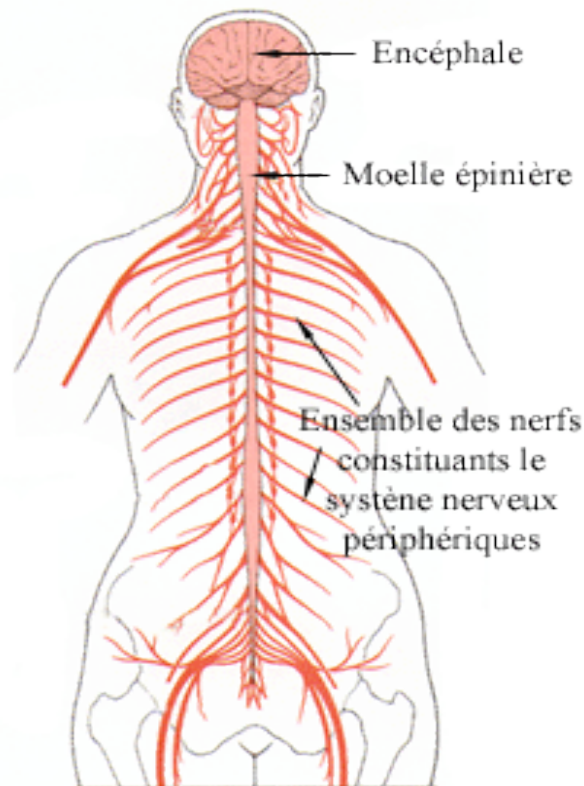


Fig. 4.1 Système nerveux

Source : <http://cours.cstj.net/101-902-m.f/bio903/nerveux/partiesdesystnerveux.htm>

¹ Tiré de : SPENCE et MASSON. Anatomie et physiologie, (Une approche intégrée), ERPI, 1983, p 278.

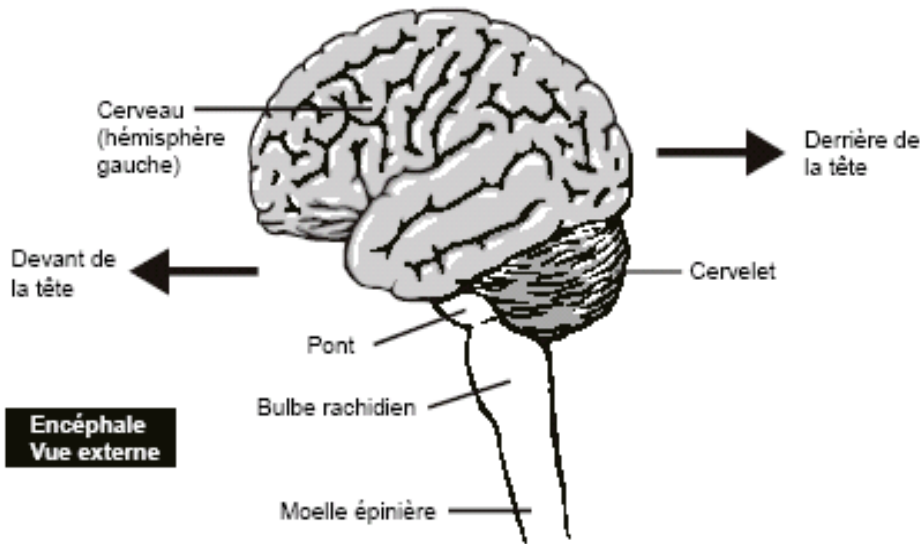


Figure 4.2 : Le système nerveux central (SNC)

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

4.2 Distinguer les deux parties du système nerveux central.

Comme il est spécifié à l'objectif précédent, le **système nerveux central** (SNC) se compose de **l'encéphale** et de la **moelle épinière** (qui est son prolongement), situés respectivement dans la boîte crânienne et dans la colonne vertébrale. Ces deux parties communiquent entre elles par le trou occipital.

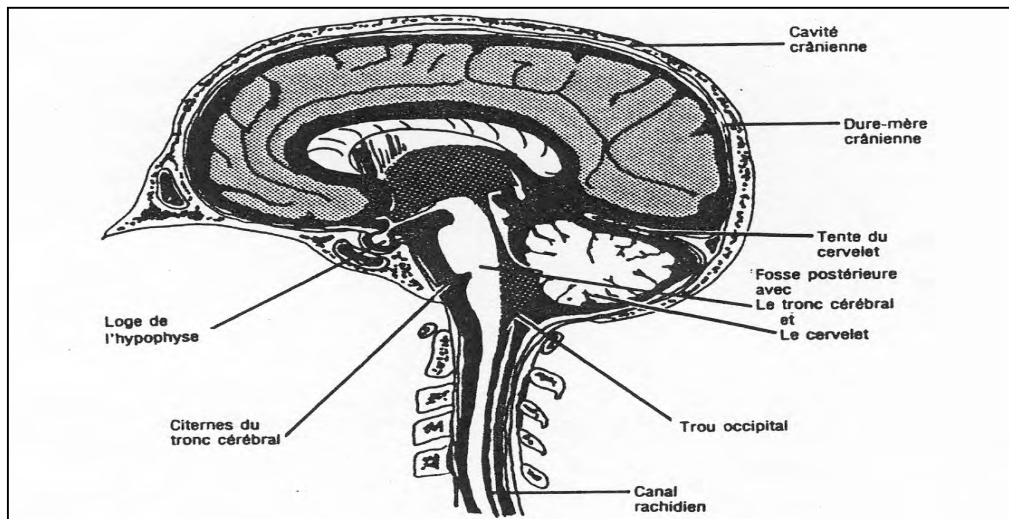


Figure 4.3 : La loge osseuse du SNC

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

4.3 Nommer les principales parties de l'encéphale.

L'encéphale est une des deux parties du système nerveux central (SNC). Il se compose du :

- Cerveau
- Cervelet
- Tronc cérébral

De plus, il constitue la partie la plus volumineuse du système nerveux. Il est le siège des centres moteurs, sensitifs et sensoriels. C'est aussi le lieu où s'intègrent les différentes perceptions et où s'élaborent les grandes fonctions intellectuelles et affectives, notamment celles du langage, de la pensée, du raisonnement et des sentiments. Chez l'être humain, la dimension et le poids du cerveau par rapport à la dimension et au poids du corps sont parmi les plus élevés de tous les mammifères, soit environ 1 300 g; ce qui fait apparemment de l'humain l'être le plus intelligent du règne animal.

L'encéphale est l'un des organes les mieux protégés de l'organisme. Extérieurement, il est recouvert de la **boîte crânienne** et de **trois membranes protectrices**, les **méninges**. Ces trois membranes sont placées ainsi de l'extérieur vers l'intérieur :

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

La **dure-mère** est une couche épaisse et fibreuse, ayant l'apparence du cuir. Elle est collée à la boîte crânienne.

L'**arachnoïde** est la couche médiane. Elle est séparée de la pie-mère par un espace appelé espace sous-arachnoïdien.

La **pie-mère** est collée à la surface de l'encéphale. Elle pénètre les moindres creux et replis.

Les méninges possèdent des nombreux récepteurs stimulés par la douleur. Les céphalées (maux de tête) sont provoquées par une vasodilatation des capillaires sanguins qui parcourent l'arachnoïde. En se dilatant, les vaisseaux sanguins stimulent les récepteurs à douleur et causent les horribles maux de tête!

Les méninges : une barrière protectrice

- la dure-mère
 - l'arachnoïde
 - la pie-mère
- } Leptoméninges

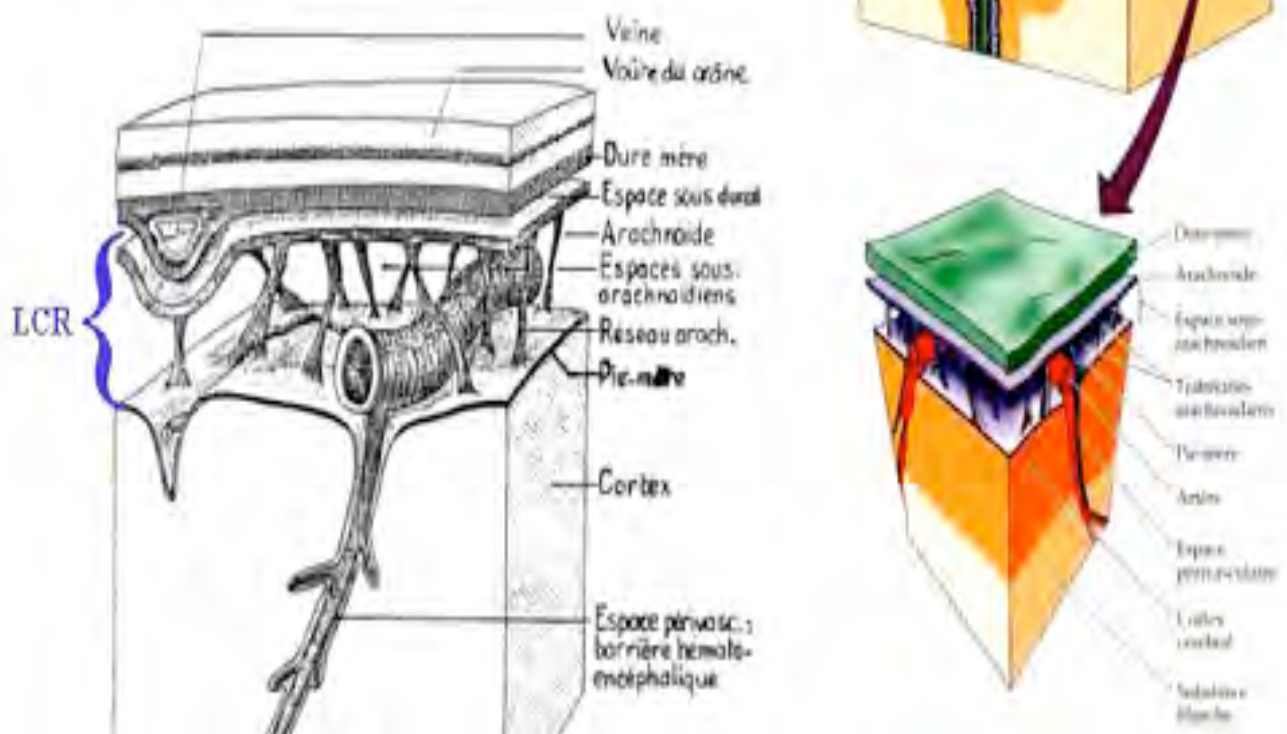


Figure 4.3 : Les méninges

Source : <http://schwann.free.fr/neuroanatomie-a.html>

Intérieurement, l'encéphale est protégé par le **liquide cérébro-spinal** (anciennement liquide céphalo-rachidien). Il est situé dans l'espace sous-arachnoïdien. Il sert de coussin antichoc pour l'encéphale et la moelle épinière. De plus, il fait flotter l'encéphale qui, autrement, s'écraserait sous son poids.

4.4 Situer, sur un schéma, les principales parties de l'encéphale.

Voici un schéma des diverses parties de l'encéphale :

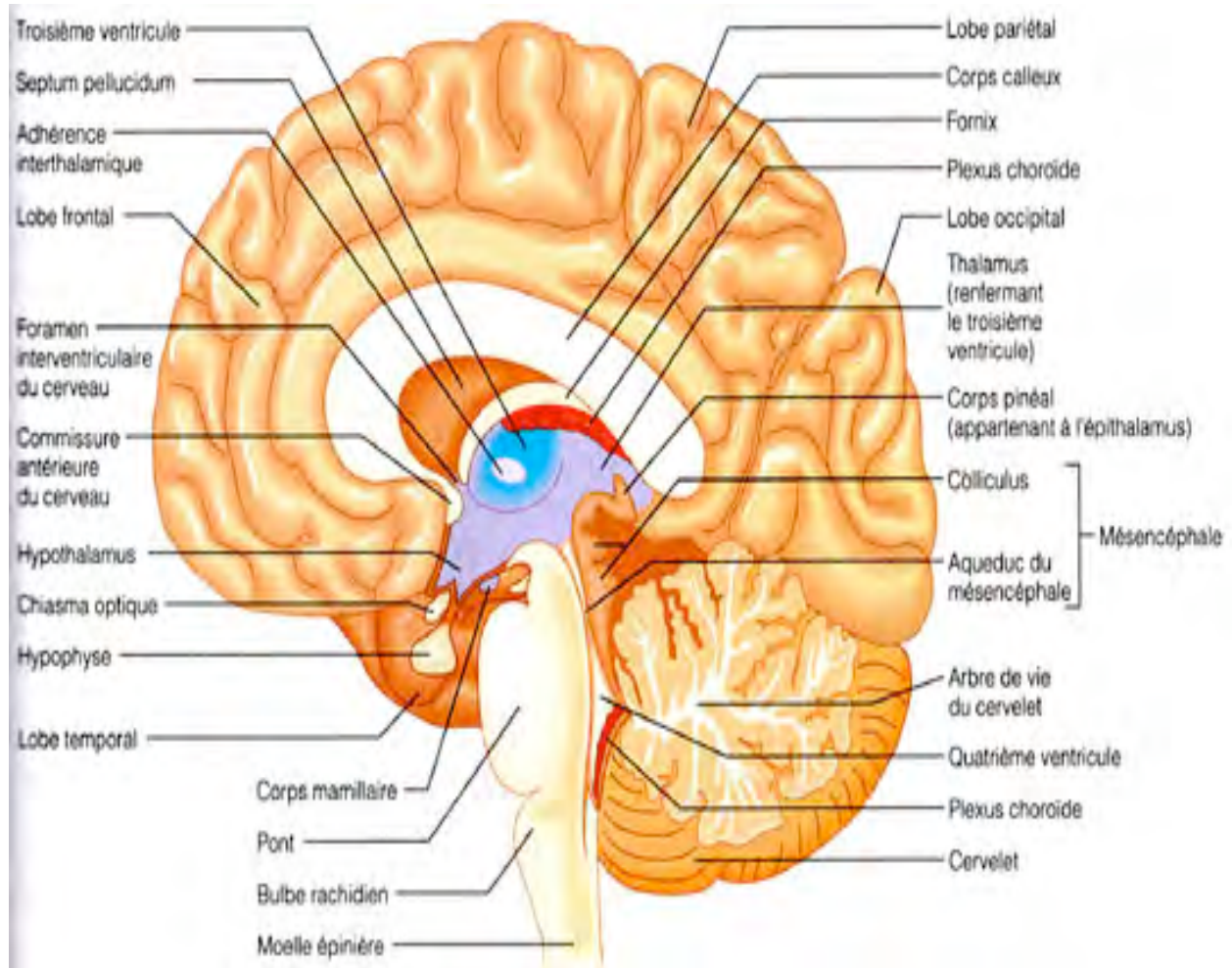


Figure 4.4 : Schéma de l'encéphale humain

4.5 Décrire brièvement les parties de l'encéphale.

Voici une description des principales parties de l'encéphale :

1. **Le cerveau**, ou télencéphale constitue la partie la plus volumineuse de l'encéphale, soit 83 % de sa masse. Il a une masse variant entre 1400 à 1800 kg.

Il se divise en **deux parties** : les **hémisphères cérébraux droit et gauche**. Ils sont reliés l'un à l'autre par le **corps calleux**, composé de matière blanche. Ils sont séparés par un profond sillon qui va de l'avant à l'arrière : la **fissure interhémisphérique** (ou fissure longitudinale).

Chaque hémisphère est responsable de traiter l'information en provenance d'un côté du corps. Mais attention : **l'hémisphère gauche gère le côté droit** du corps et **l'hémisphère droit, le côté gauche**. En coupe transversale, on voit que le cerveau se compose de **matière blanche** (corps calleux) entourée de **matière grise**. Le relief de la surface des hémisphères cérébraux (appelé **cortex cérébral**) est fort remarquable : on y voit des creux, des **fissures**, des **sillons** et des replis, des **circonvolutions** (ou gyri). Les fissures sont profondes tandis que les sillons sont peu profonds. Tous ces replis augmentent de beaucoup la surface des hémisphères; ainsi la quantité de matière grise se trouve également augmentée.

Certaines fissures sont particulièrement profondes. Elles permettent de diviser le **cerveau en lobes**. Chaque hémisphère se subdivise en cinq lobes :

- lobe frontal : situé à l'avant.
- lobe pariétal : situé au-dessus.
- lobe temporal : situé sur le côté.
- lobe occipital : situé à l'arrière.
- insula : situé au fond du sillon séparant le lobe temporal du reste du cerveau. Il n'est pas visible du cortex.

La **fissure de Rolando** sépare le lobe frontal du lobe pariétal et la **fissure de Sylvius** sépare le lobe frontal et le lobe pariétal du lobe temporal voir fig. 4.5.

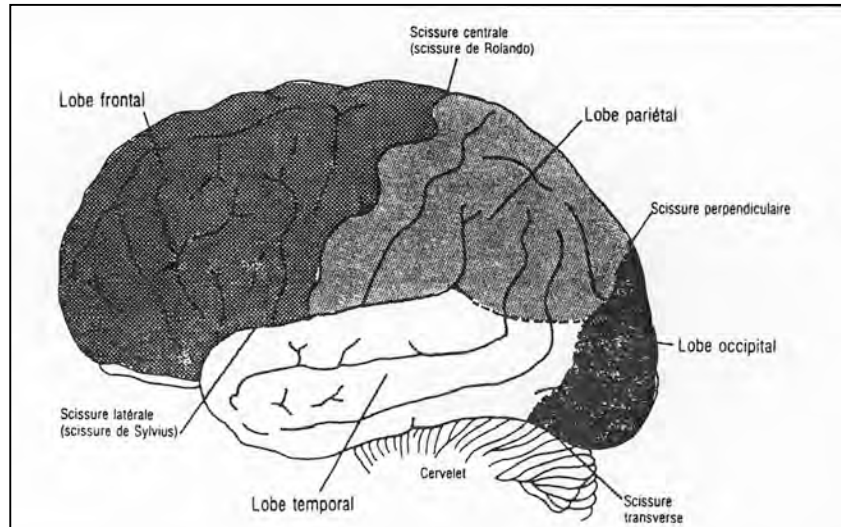


Figure 4.5 : Représentation schématique du cerveau montrant les quatre lobes d'un hémisphère cérébral et les fissures ou scissures de Rolando et de Sylvius.

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

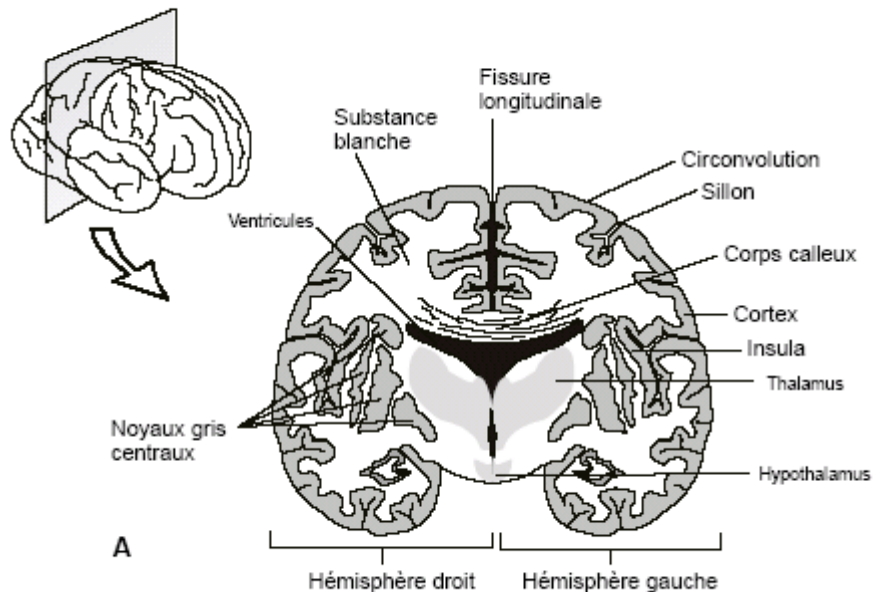


Figure 4.6 : Coupe transversale du cerveau présentant les hémisphères cérébraux

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

2. **Le cervelet** est une structure en forme de chou-fleur, fortement plissée, ce qui augmente la quantité de matière grise qu'il contient en son centre. Il se trouve à l'arrière de la tête, sous le cerveau et rattaché au tronc cérébral (derrière le pont de Varole). Il est, lui aussi, formé de deux parties, les **hémisphères cérébelleux** qui sont réunis par le **vermis**. En coupe transversale, on voit que la répartition de la matière grise par rapport à la matière blanche est à l'inverse du cerveau, c'est-à-dire, que la matière blanche est localisée dans la matière grise.
3. **Le tronc cérébral** est composé du bulbe rachidien, du pont (protubérance annulaire) et du mésencéphale. C'est au niveau du tronc cérébral que prennent naissance la majorité des **nerfs crâniens**. En coupe transversale, la **matière blanche** entoure la **matière grise**. D'ailleurs, le tronc cérébral est surtout constitué de matière blanche qui recouvre des **noyaux** de matières grise. Il forme la partie inférieure de l'encéphale; cette structure est en fait le prolongement direct de la moelle épinière.

Au-dessus du bulbe rachidien, se trouve le **pont de Varole** qui se distingue du bulbe rachidien parce qu'il est plus gros et plus renflé. Il est aussi composé de matière grise en son centre et de matière blanche à l'extérieur. Ces deux structures (le bulbe rachidien et le pont de Varole) font partie du tronc cérébral qui constitue, en quelque sorte, la tige du système nerveux central.

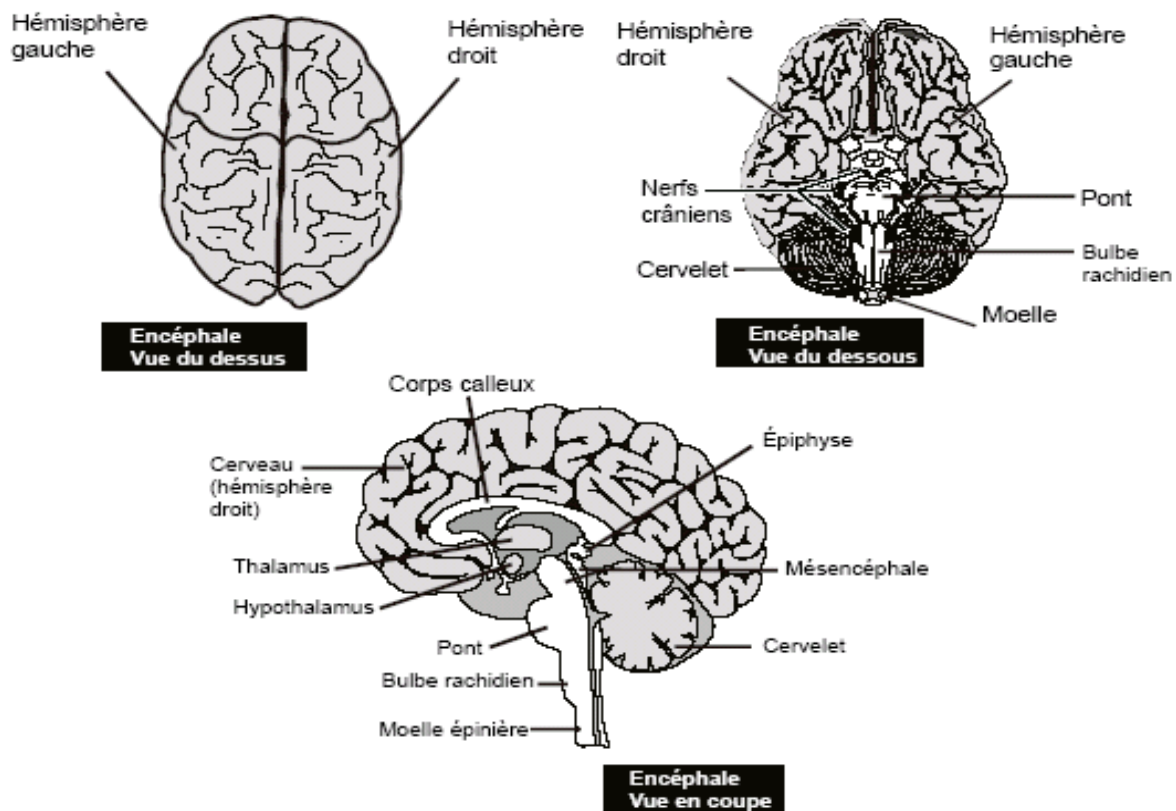


Figure 4.7 : Diverses vues de l'encéphale

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

4. **Le mésencéphale** ou cerveau moyen présente sur sa face ventrale deux renflements : les pédoncules cérébraux.

Entre le **mésencéphale** et le **cerveau**, se trouve le **diencephale**. Il est composé de trois parties principales: le **thalamus**, l'**hypothalamus** et l'**épithalamus**.

5. **Le thalamus** représente environ 80% du diencephale. Il est formé de deux petites masses reliées entre elles par la commissure interthalamique. On considère le thalamus comme la **porte d'entrée** du cerveau, car presque tous les neurones sensitifs y font synapse avec les neurones qui achemineront l'information à l'aire cérébrale visée.
6. **L'hypothalamus** doit son nom à sa situation, c'est-à-dire directement sous le thalamus. Il a la grosseur d'une olive et est constitué de noyaux de matière grise. La glande endocrine la plus importante du corps, l'**hypophyse**, est maintenue en place par une tige de fibres partant de l'hypothalamus.
7. **L'épithalamus** est constitué d'une glande endocrine, l'épiphyse, qui sécrète la mélatonine. Il est aussi doté du plexus choroïde qui fabrique le liquide cérébro-spinal.

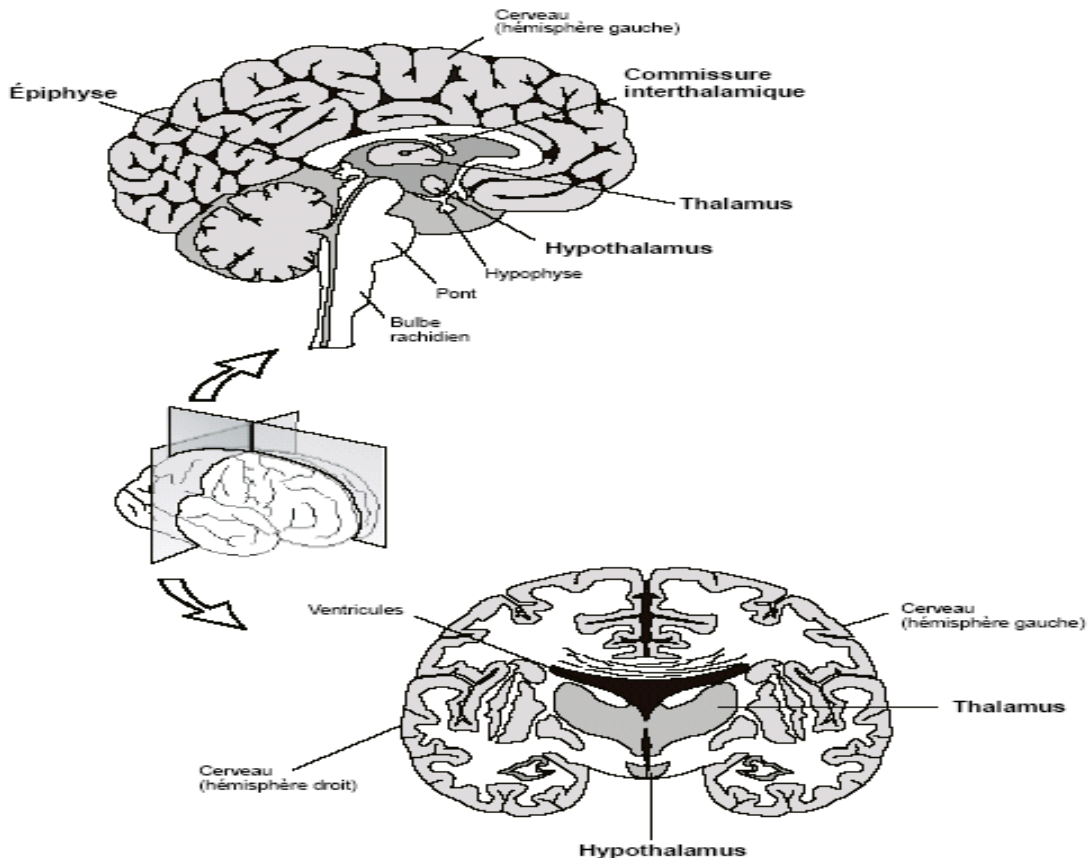


Figure 4.8 : Schéma illustrant le thalamus, l'hypothalamus et l'épithalamus

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

4.6 Préciser le rôle des principales parties de l'encéphale.

Voyons maintenant les rôles qui incombent à chacune des parties de l'encéphale. Afin d'en faciliter la tâche, nous utiliserons le tableau qui suit :

Nom de la partie de l'encéphale	Rôles
<p align="center">Cerveau hémisphères cérébraux</p>	<ul style="list-style-type: none"> • le contrôle des sens • le centre d'analyse des messages • l'élaboration des ordres adéquats, du moins en ce qui concerne les «ordres conscients». • le centre de commande de tous les gestes volontaires. • gestion des fonctions de la parole, de la mémoire, du raisonnement, de l'émotivité, de la conscience, de la pensée, du jugement, de l'imagination, de l'interprétation des sensations et des mouvements volontaires. • lieu de l'activité consciente. • centre de la perception, de l'analyse, de la mémorisation des sensations perçues par nos sens.
<p align="center">Cervelet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • un point de jonction très important où les commandes du cerveau sont redistribuées. • responsable de la régulation du tonus musculaire et de la coordination du mouvement. • coordonne les activités des muscles squelettiques grâce à l'information sensorielle qui lui vient de ses récepteurs de proprioception, d'équilibre et de maintien de la posture. • reçoit de l'information sensorielle sur le toucher, la vision et l'audition.
<p align="center">Tronc cérébral (noyaux)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • relais entre les centres supérieurs de l'encéphale et la moelle épinière. • règle la fréquence et la force des battements cardiaques ainsi que le diamètre des vaisseaux sanguins. • responsable des mouvements respiratoires. Il contrôle la fréquence respiratoire et l'amplitude de chaque

Nom de la partie de l'encéphale	Rôles
	respiration. <ul style="list-style-type: none"> • responsable des réflexes respiratoires comme la toux, le hoquet et l'éternuement. • centre de la déglutition et du vomissement.
Tronc cérébral (fibres myélinisées)	<ul style="list-style-type: none"> • relie les centres nerveux supérieurs, placés au-dessus du tronc, à la moelle épinière. • lieu où la majorité des fibres reliant la moelle épinière au cerveau se croisent. (décussation) • relie aussi le tronc cérébral au cervelet placé juste au-dessus par les <i>pédoncules cérébelleux</i>.
Thalamus	<ul style="list-style-type: none"> • joue un rôle essentiel dans la sensibilité, la motricité, l'apprentissage et la mémoire. • trie, regroupe et achemine les informations vers les zones appropriées du cerveau. • permet de distinguer grossièrement la valeur agréable ou désagréable des sensations. • centre de relais pour les influx visuels et les influx auditifs.
Hypothalamus	<ul style="list-style-type: none"> • régulation du fonctionnement de la plupart des organes du corps (chef d'orchestre du SNA). • joue un rôle dans les émotions. • contrôle de la température corporelle. • régulation de l'appétit. • régulation de la soif. • contrôle des sécrétions hormonales (système endocrinien). • régulation du sommeil.
Épithalamus	<ul style="list-style-type: none"> • contribue, par la partie épiphyse, à la régulation veille-sommeil et de l'humeur. • sécrète, par le plexus choroïde, le liquide cébro-spinal.

- 4.7 Nommer les principaux constituants de la moelle épinière.
- 4.8 Situer, sur un schéma, les principaux constituants de la moelle épinière.
- 4.9 Décrire brièvement les principaux constituants de la moelle épinière.

Nous connaissons maintenant de quoi se compose l'encéphale. Reste à découvrir les structures qui acheminent l'information qui entre ou sort dans l'encéphale, la moelle épinière et les nerfs. Nous commencerons notre étude par la moelle épinière.

La moelle épinière d'un adulte occupe les deux tiers de sa colonne vertébrale. Au cours du développement embryonnaire, la moelle épinière cesse de croître alors que la colonne vertébrale continue son développement, laissant ainsi la partie terminale de la colonne pratiquement vide.

La moelle épinière

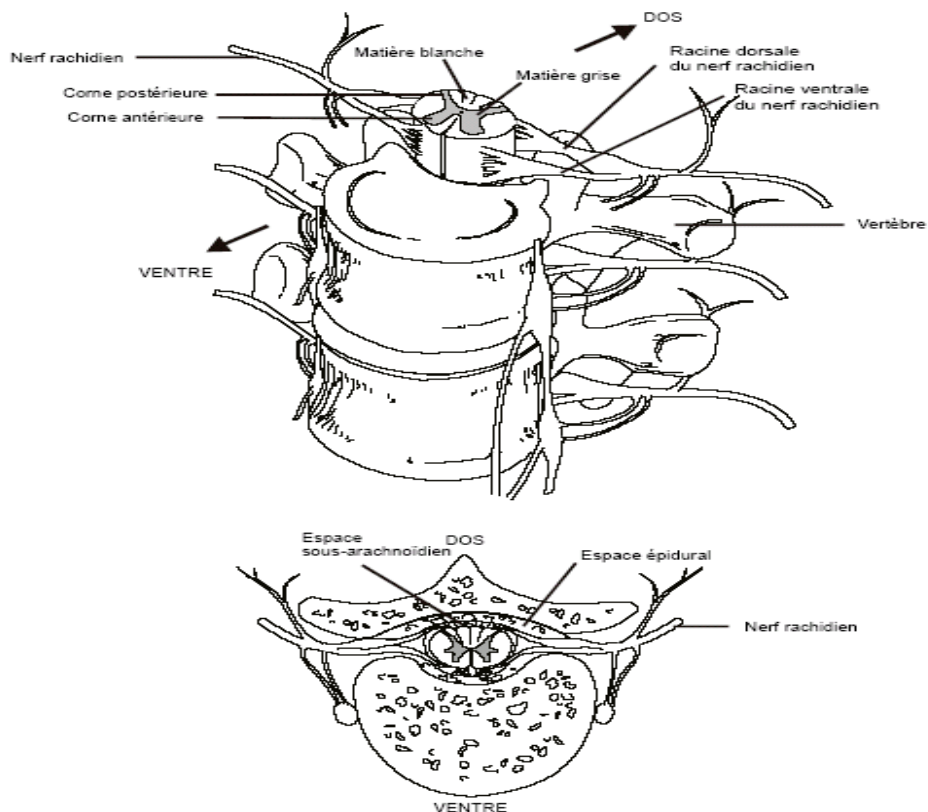


Figure 4.9 : La moelle épinière

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

La moelle épinière débute au trou occipital, située à la **base du crâne**, là où se termine le bulbe rachidien, et se prolonge jusqu'au niveau de la **deuxième vertèbre lombaire**. Elle a l'aspect d'un cordon arrondi long de 40 à 45 cm avec un diamètre de dix à dix-huit millimètres. Elle se termine par le cône médullaire et par une structure appelée **filum terminal** qui est un prolongement de la dure-mère.

Extérieurement, elle est protégée par les **vertèbres de la colonne vertébrale**. Au centre de la colonne vertébrale, il y a un canal formé par l'empilement des vertèbres, le **canal rachidien**. C'est ce canal qui abrite et protège la moelle épinière. Intérieurement, ce rôle est dévolu au **liquide cérébro-spinal**, présent dans l'espace sous-arachnoïdien, aux **méninges** et à une **couche de graisse** qui se trouvent dans la cavité épidurale (entre les vertèbres et la dure-mère) (voir fig. 4.9). Le **ligament denté** maintient la moelle épinière en place sur toute sa longueur.

Lorsqu'on se fait faire une ponction lombaire (voir fig. 4.10), c'est du **liquide cérébro-spinal** qu'on prélève dans l'espace sous-arachnoïdien. Ce prélèvement se fait à l'aide d'une aiguille qu'on introduit entre la troisième et la quatrième vertèbre lombaire, sous anesthésie locale. Cette technique permet la découverte de virus (poliomyélite), de bactéries (méningite) ou de cellules sanguines (fracture du crâne avec dommages aux tissus) et d'établir ainsi un diagnostic. Il est possible d'utiliser le même procédé pour injecter un colorant visible aux rayons X (myélogramme). On peut ainsi obtenir une idée de l'état du canal rachidien.

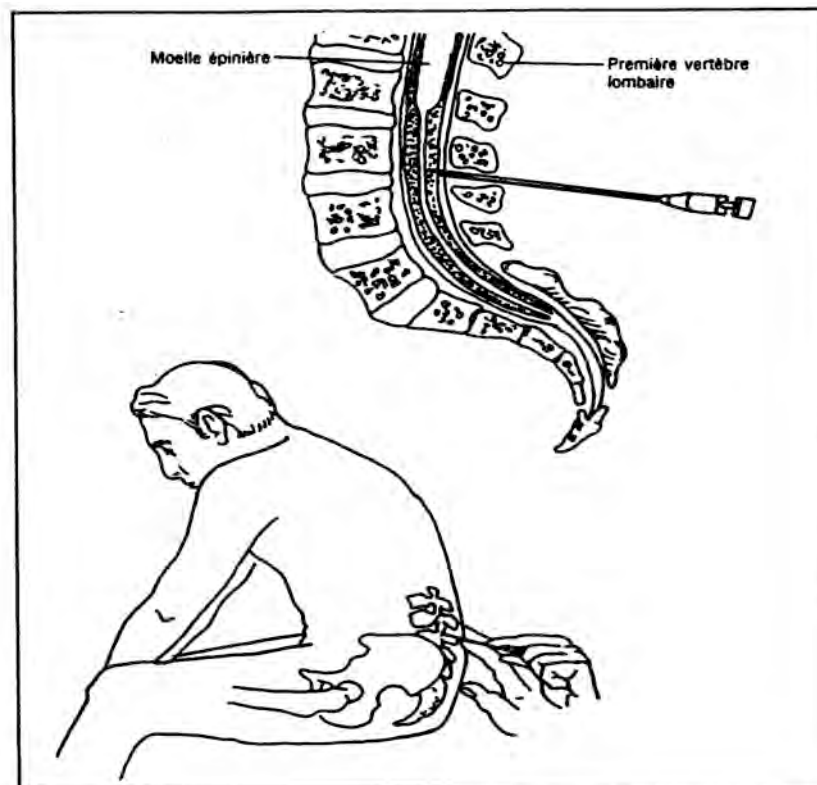


Figure 4.10 : La ponction lombaire

Vous avez sûrement entendu le terme «épidurale». Ce procédé consiste à introduire un cathéter très fin dans la **cavité épidurale** (voir fig. 4.11), une cavité remplie de graisse et de nombreux vaisseaux sanguins, constituant une protection entre les vertèbres et la dure-mère. On y injecte un anesthésiant qui inhibe la douleur. Cette technique est souvent utilisée lors de l'accouchement afin de diminuer la douleur au cours de la dernière phase de la dilatation du col de l'utérus.

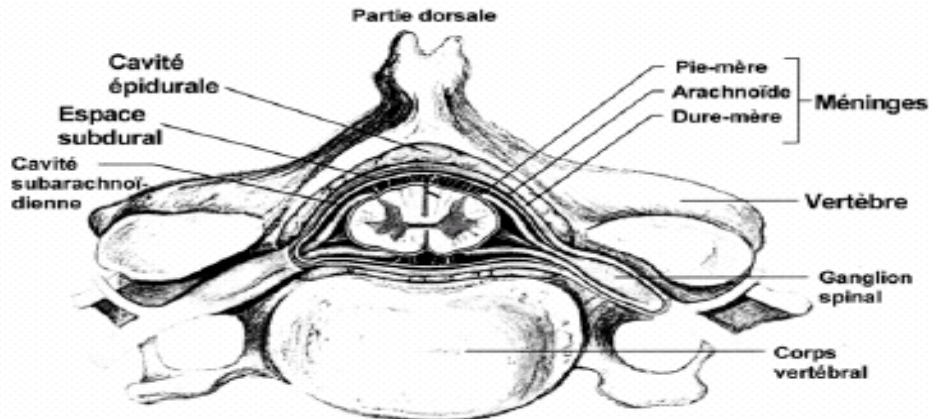


Figure 4.11 : La coupe transversale de la colonne vertébrale

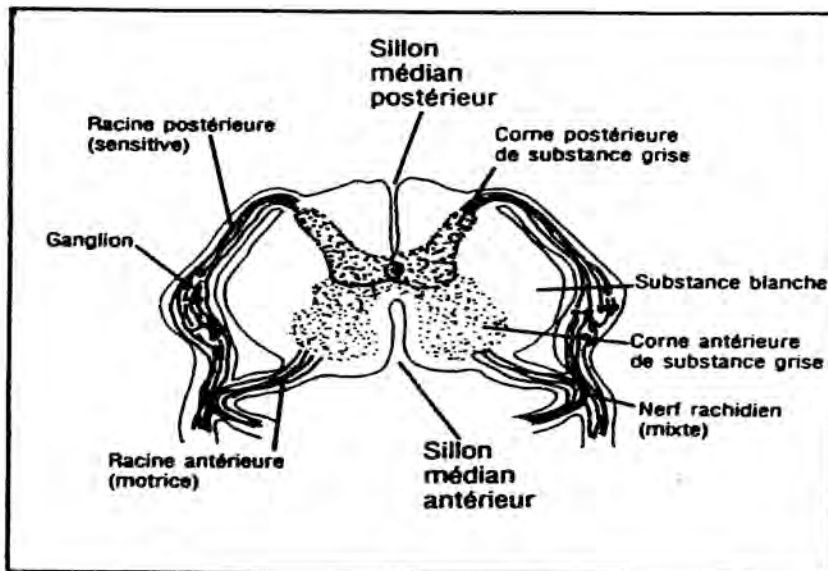


Figure 4.12 : Coupe transversale de la moelle épinière

La moelle épinière est constituée de deux sortes de tissus : la **matière grise au centre** ayant la forme d'ailes de papillon et la **matière blanche en périphérie**.

1. **La matière grise** est constituée des corps cellulaires, prolongements non myélinisés, et des cellules gliales.
2. **La matière blanche** (fibres nerveuses myélinisées) est composée de deux types de fibres :

- a) Fibres ascendantes : elles acheminent les influx nerveux sensitifs vers l'encéphale.
- b) Fibres descendantes : elles acheminent les influx nerveux moteurs de l'encéphale aux effecteurs en passant par les fibres motrices des nerfs rachidiens.

En coupe transversale ou encore la forme d'un H, la moelle épinière a l'aspect d'un papillon ayant les ailes ouvertes. Le «papillon » est constitué de matière grise enrobée de matière blanche. Le haut et le bas des ailes sont appelés **cornes**. Ainsi, le côté **dorsal** de la moelle épinière porte les **cornes postérieures** et le **côté ventral**, les **cornes antérieures** (voir la fig. 4.11). Les sillons médian postérieur et médian antérieur séparent la portion gauche de la moelle épinière de la droite (voir fig.4.12).

De la moelle épinière, partent **31 paires de nerfs rachidiens**. Ils sont composés de **fibres motrices** et de **fibres sensitives**, c'est pourquoi on dit qu'ils sont **mixtes**. Les nerfs rachidiens **se divisent en deux parties** dans la moelle épinière : la partie postérieure, **la racine postérieure**, se dirige vers la **région dorsale** et la partie antérieure, **la racine ventrale**, se dirige vers la région ventrale. La **portion dorsale** est constituée de **fibres sensitives** tandis que la **portion ventrale, de fibres motrices**. Il faut noter que sur la racine postérieure (sensitive), il y a une bosse, le **ganglion spinal** (voir fig. 4.13 et 4.14).

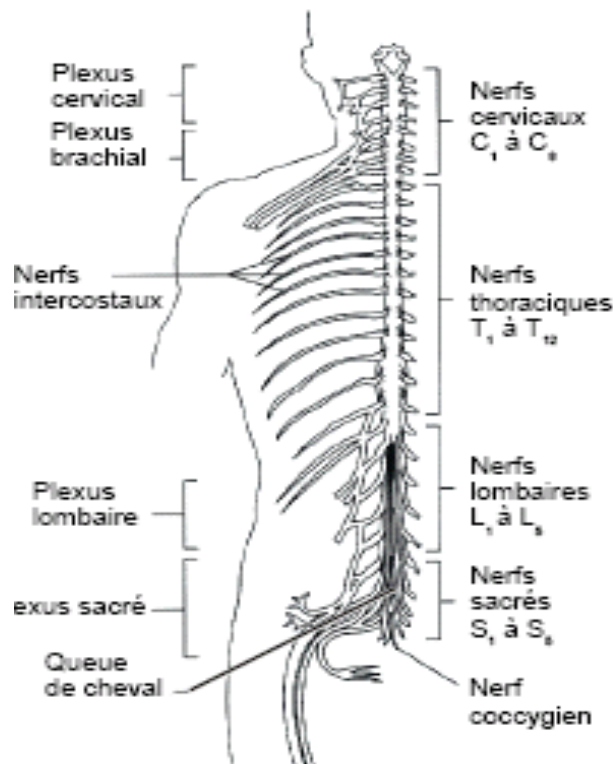


Figure 4.13 : La moelle épinière et les nerfs rachidiens

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

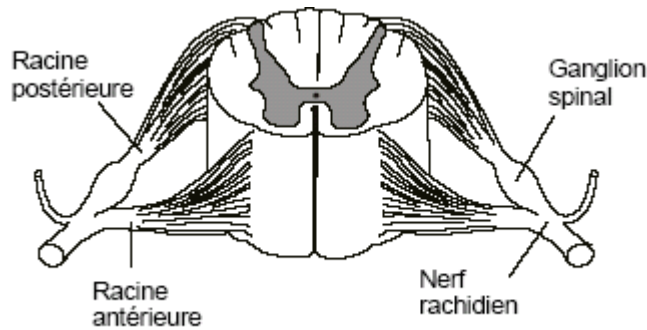


Figure 4.14 : Le nerf rachidien

Source : www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6/chap6.pdf

4.10 Préciser le rôle des principaux constituants de la moelle épinière.

Dans son ensemble, la moelle épinière a **deux fonctions** principales : conduire les influx nerveux en provenance et en direction de l'encéphale et celle d'être le centre de contrôle des réflexes (mouvements involontaires).

La fonction principale des nerfs rachidiens est d'innover différentes régions du corps.

Les **cornes antérieures** de la moelle épinière donnent naissance à la racine des **nerfs moteurs** (ceux qui conduisent l'ordre à l'effecteur) et les **cornes postérieures**, à la racine des nerfs sensitifs (ceux qui reçoivent le message). Ces racines se fusionnent et forment les 31 paires de nerfs rachidiens (voir fig. 4.13). Ils sont des **nerfs mixtes** parce qu'ils contiennent des **fibres nerveuses à la fois sensibles et motrices**.

4.11 Énumérer les spécificités des hémisphères cérébraux et de certaines de leurs aires.

Même si les deux hémisphères du cerveau semblent identiques, il n'en est rien. Chacun d'eux est spécialisé dans l'accomplissement de tâches bien précises.

L'hémisphère gauche se spécialise surtout dans les **tâches rationnelles**; c'est-à-dire, tout ce qui demande du raisonnement.

L'hémisphère droit, quant à lui, permet l'expression du **côté créatif** de la personnalité. Il est spécialisé dans **l'expression des émotions et dans l'expression des aptitudes**

artistiques ou musicales. C'est grâce à lui qu'on peut fermer les yeux et imaginer des objets en trois dimensions, c'est aussi grâce à lui qu'on peut interpréter des formes complexes ou ambiguës. Regardez bien la figure qui suit. Qu'observez-vous ?



Figure 4.15: « Ma femme et ma belle-mère ». Dessiné par W.E. Hill en 1915.

Pouvez-vous distinguer deux femmes sur ce dessin? Une jeune femme? Une vieille femme? Laquelle avez-vous vue en premier?

Certaines personnes perçoivent tout d'abord la jeune femme élégante puis, tout à coup, le menton de la jeune devient le nez de la vieille dame. Peut-être avez-vous vu la vieille dame en premier? Ce dessin témoigne à merveille des possibilités insoupçonnées de l'hémisphère droit du cerveau qu'on utilise, hélas, trop peu. L'auteur de ce dessin a tout simplement laissé libre cours à son imagination, ce qui a donné ce résultat étonnant. Plusieurs artistes qui font beaucoup appel à l'hémisphère droit de leur cerveau nous ont laissé des chefs-d'œuvre qui ont traversé les siècles et qu'on admire encore aujourd'hui.

On sait que les hémisphères droit et gauche du cerveau sont spécialisés dans les mouvements volontaires (ceux que l'on contrôle par le processus de la pensée). Il faut cependant préciser qu'aujourd'hui, plusieurs points restent encore obscurs quant au fonctionnement de la pensée. Qu'est-ce qui fait qu'on prend, à un moment donné, la décision de saisir tel objet plutôt que tel autre? Qu'est-ce qui explique que tu aies aperçu la vieille dame du dessin de M. Hill avant la jeune et qu'un autre a tout de suite vu la jeune femme élégante? Cela reste encore un mystère pour les scientifiques.

Voici un tableau qui résume les fonctions respectives de l'hémisphère droit et gauche.

Cerveau gauche	Cerveau droit
<ul style="list-style-type: none">• Contrôle du côté droit• Habilité manuelle• Langage parlé et écrit• Raisonnement logique, mathématiques	<ul style="list-style-type: none">• Contrôle du côté gauche• Perception de l'espace et des formes• Intuition• Reconnaissance des visages• Sensibilité musicale et artistique

Regardons d'un peu plus près le rôle de certaines aires du cortex cérébral.

L'aire visuelle primaire est responsable de la perception de l'information visuelle venant de la rétine.

Les aires visuelles associatives interprètent les informations visuelles d'après des expériences visuelles passées. C'est grâce à elles que nous pouvons reconnaître un oiseau ou une personne.

L'aire auditive primaire décode l'amplitude, le rythme et l'intensité des sons.

L'aire auditive associative, quant à elle, permet la perception des sons que nous entendons et leur discrimination. Ainsi, nous sommes capables de faire la différence entre le bruit du tonnerre, un cri, le son de la musique, etc.

L'aire olfactive permet la perception des odeurs.

L'aire gustative permet la perception des saveurs.

Les aires associatives sont des régions du cortex cérébral qui communiquent avec diverses aires qui se trouvent autour d'elles comme les aires sensibles, les aires somesthésiques et les aires motrices.

Les aires du langage comprennent **l'aire de Wernicke** (prononciation de mots inconnus), **l'aire motrice du langage** (production de la parole), le **cortex préfrontal latéral** (compréhension du langage et analyse des mots) et la majeure partie des **régions ventrale et latérale du lobe temporal** (coordination des aspects auditifs et visuels du langage). Exemple : nommer des objets ou lire un texte.

4.12 Situer, sur un schéma, la position de l'aire des sens, de l'aire prémotrice, de l'aire motrice et de l'aire primaire sensitive.

Les hémisphères cérébraux sont divisés en plusieurs régions, appelées **aires**. Ces aires correspondent à l'étendue du cortex cérébral qui répond à un certain type de stimulus, comme l'aire visuelle va répondre à tout ce qui est perçu par les yeux.

Ce n'est qu'à la suite de nombreuses recherches scientifiques qu'on a pu attribuer des fonctions spécifiques à certaines régions du cerveau. Par exemple, en stimulant électriquement une zone donnée du cerveau humain, on s'est aperçu que la main se mettait en mouvement et qu'en stimulant une zone située juste à côté de cette dernière, seul le petit doigt de la main bougeait.

Consultez la figure 4.16 afin de voir l'emplacement des diverses aires cérébrales.

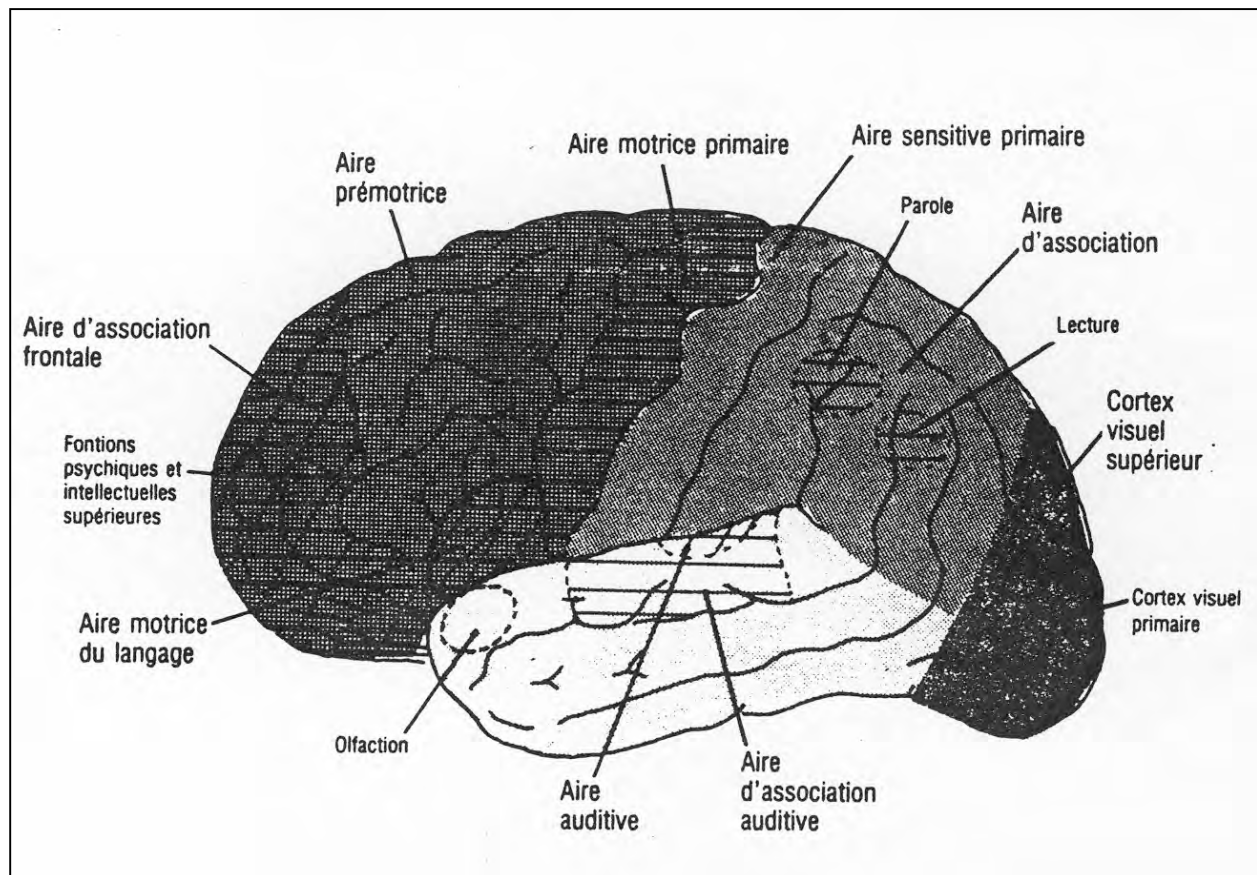


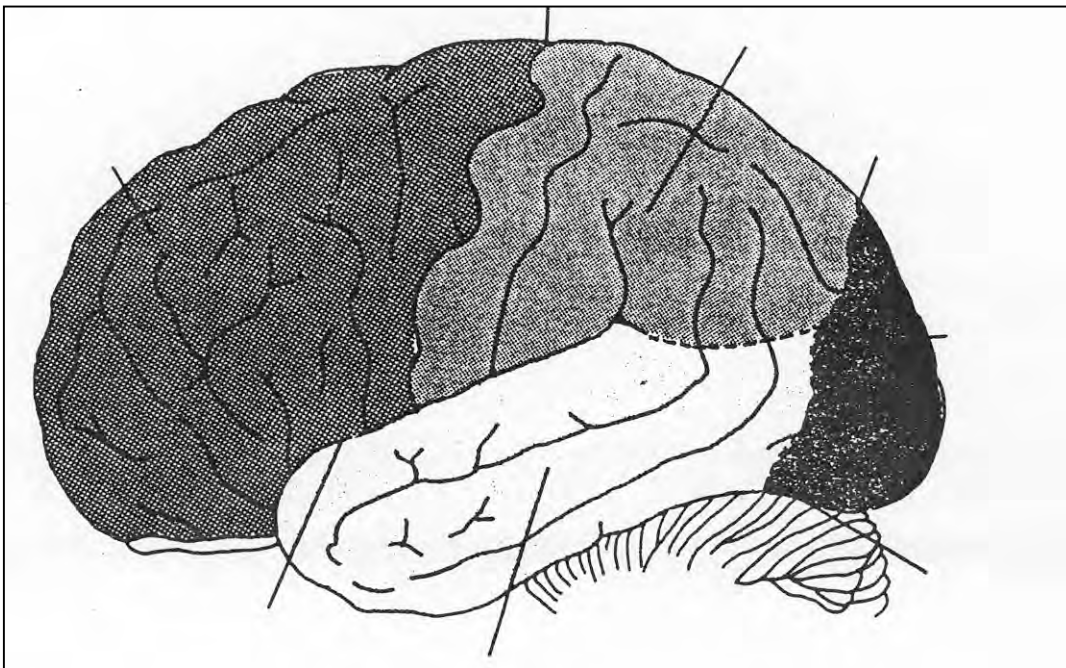
Figure 4.16 : Principales aires de l'hémisphère cérébral gauche.

L'aire prémotrice contrôle les **mouvements volontaires répétitifs** ou **stéréotypés**. Ces mouvements sont associés aux **activités apprises**. Exemple : jouer un instrument de musique quelconque ou taper à la dactylo.

Exercice de synthèse

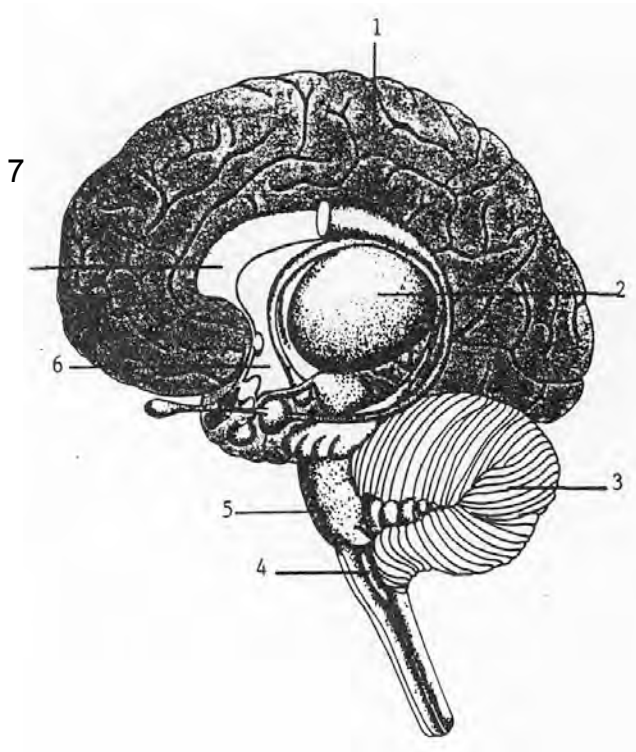
1. Nommez les trois membranes protectrices qui forment les méninges.

2. Sur le schéma qui suit, identifiez les quatre lobes de l'hémisphère cérébral et situez l'emplacement des fissures de Rolando et de Sylvius.



3. Qu'est-ce qui distingue la composition de la matière grise de celle de la matière blanche?

4. Identifiez les structures numérotées.



- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____

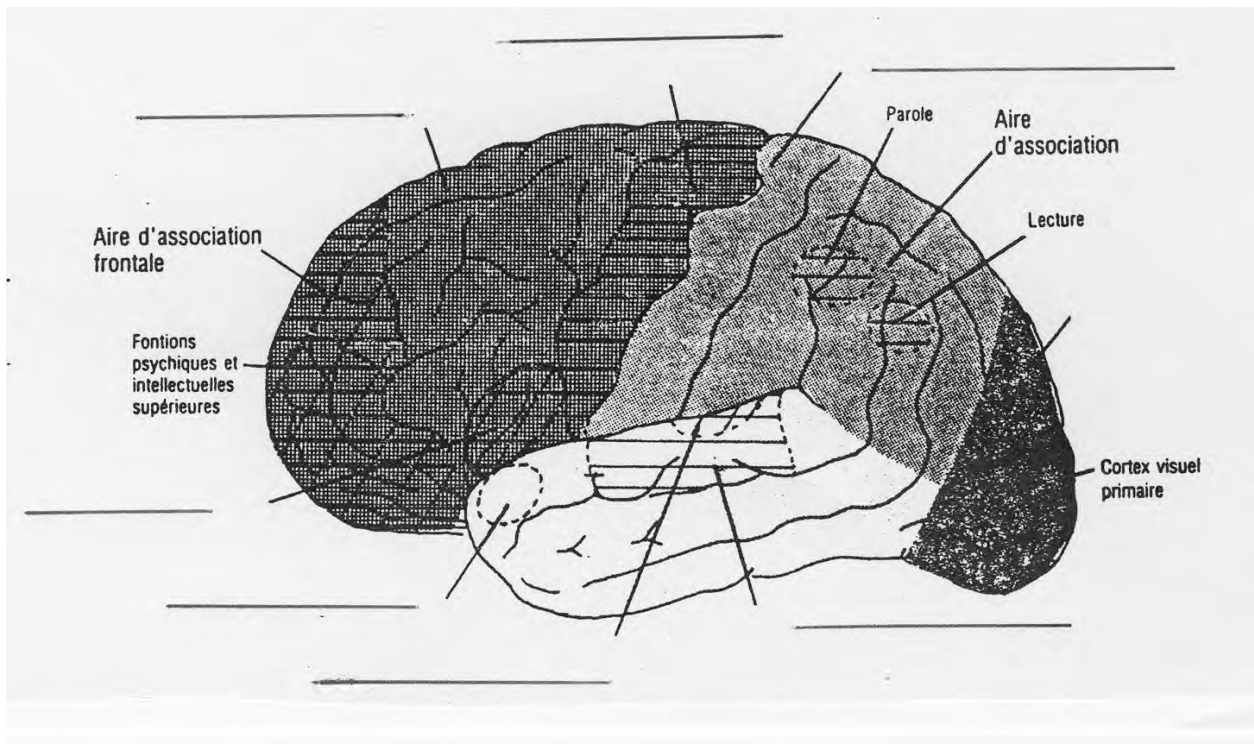
5. Quel est le rôle du liquide cérébro-spinal (ou anciennement céphalo-rachidien)?

6. Les cornes de la moelle épinière donnent naissance aux nerfs rachidiens. Quelle est la principale différence entre les cornes antérieures et les cornes postérieures?

7. Quel est le rôle de l'aire prémotrice primaire?

8. Nommez les deux parties qui composent le système nerveux central.

9. Sur le schéma qui suit, identifiez l'aire motrice primaire, l'aire sensitive primaire, l'aire prémotrice, l'aire visuelle, l'aire du langage, l'aire auditive et l'aire olfactive.



10. Quel est le principal rôle joué par les aires d'association?

11. Énumérez les spécialisations de l'hémisphère cérébral gauche.

12. Associez à la partie de l'encéphale les fonctions correspondantes.

Indiquez le numéro correspondant aux fonctions sur la ligne de la partie de l'encéphale.

Fonctions

Établir :

1. un point de jonction très important où les commandes du cerveau sont redistribuées.
2. un relais entre les centres supérieurs de l'encéphale et la moelle épinière.
3. la régulation du fonctionnement de la plupart des organes du corps (chef d'orchestre du SNA).
4. le contrôle des sécrétions hormonales.
5. la commande de tous les gestes volontaires.
6. un lien entre les centres nerveux supérieurs, placés au-dessus du tronc, à la moelle épinière.
 - a. **fibres descendantes** : fibres relayant des influx moteurs provenant du cerveau vers les neurones moteurs de la moelle épinière.
 - b. **fibres ascendantes** : fibres relayant au cerveau des influx provenant des neurones sensitif.
7. un rôle dans les émotions.
8. par la partie épiphyse, la régulation de veille-sommeil et de l'humeur.
9. le contrôle de la température corporelle.
10. la régulation du tonus musculaire et la coordination du mouvement.
11. la régulation de l'appétit.
12. la sécrétion, par le plexus choroïde, du liquide cérébro-spinal.

13. la régulation de la soif.
14. la coordination des activités des muscles squelettiques grâce à l'information sensorielle qui lui vient de ses récepteurs de proprioception, d'équilibre et de maintien de la posture.
15. la fréquence respiratoire et l'amplitude de chaque respiration.
16. les réflexes respiratoires comme la toux, le hoquet et l'éternuement.
17. la déglutition et le vomissement.
18. la gestion des fonctions de la parole, de la mémoire, du raisonnement, de l'émotivité, de la conscience, de la pensée, du jugement, de l'imagination, de l'interprétation des sensations et des mouvements volontaires.
19. le lieu de l'activité consciente.
20. le contrôle de la perception, de l'analyse, de la mémorisation des sensations perçues par nos sens.

Parties de l'encéphale

Indiquez, sur la ligne de la partie de l'encéphale, le numéro correspondant aux fonctions (à partir de la liste précédente).

Cortex des hémisphères cérébraux _____

Cervelet _____

Noyaux du tronc cérébral _____

Fibres myélinisées du tronc cérébral _____

Épithalamus _____

Thalamus _____

Hypothalamus _____

CHAPITRE 5

Décrire le système nerveux périphérique

5.1 Situer le système nerveux périphérique dans l'ensemble du système nerveux.

Dans ce chapitre, nous vous présenterons l'autre partie du système nerveux, soit le système nerveux périphérique. C'est la partie du système nerveux située à l'extérieur du système nerveux central. Regardez le schéma suivant afin de situer le système nerveux périphérique.

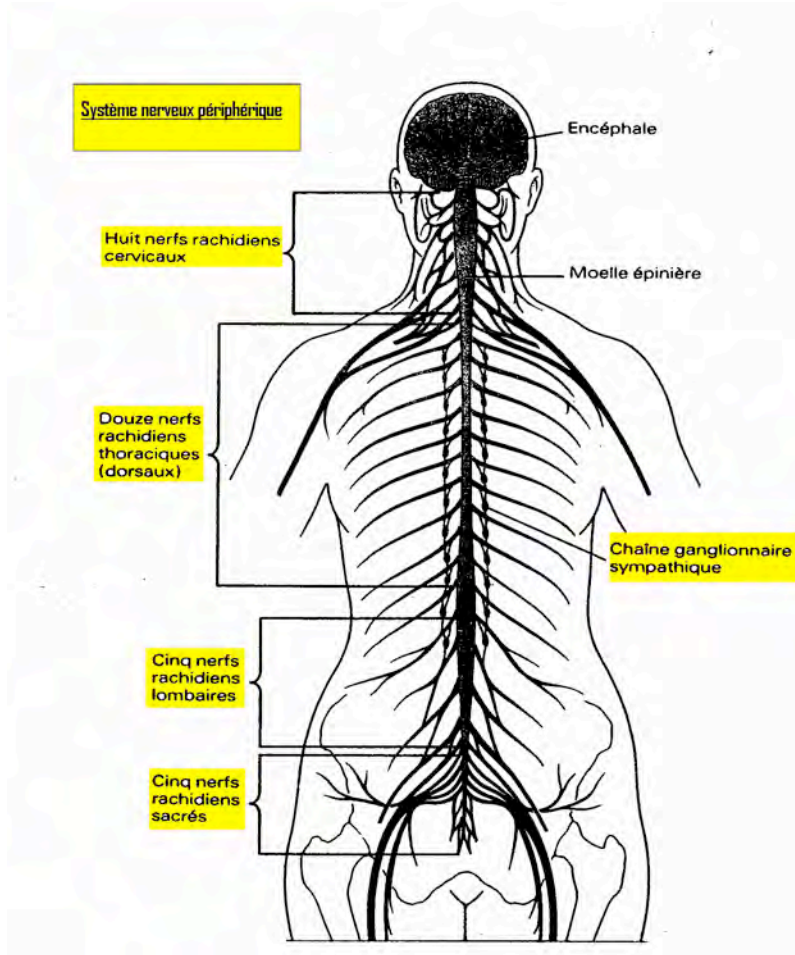


Figure 5.1 : Système nerveux central et parties proximales du système nerveux périphérique

Source : SPENCE et MASSON. Anatomie et physiologie, (Une approche intégrée), ERPI, 1983, p 279.

5.2 Nommer les éléments qui composent le système nerveux périphérique.

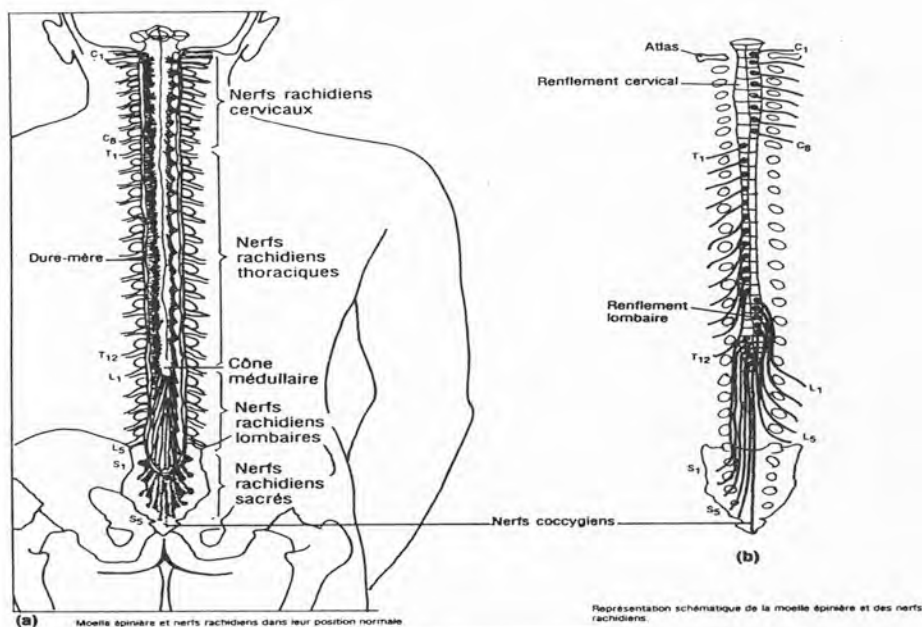
Le système nerveux périphérique quant à lui est composé de nerfs rachidiens, de nerfs crâniens et de ganglions rachidiens. Les racines des nerfs rachidiens sont rattachées aux cornes antérieures et postérieures de la moelle épinière. Les nerfs crâniens, pour leur part, trouvent leur origine au niveau du cerveau. Les ganglions sont placés au niveau des cornes postérieures de la moelle épinière.

Les nerfs rachidiens sont au nombre total de 31 paires et sont répartis tout le long de la colonne vertébrale. Pour ce qui est des nerfs crâniens, il y en a douze paires qui vous seront expliquées en détail plus loin.

Le système nerveux périphérique fonctionne dans deux directions ou deux voies : une voie sensitive ou afférente et une voie motrice ou efférente.

5.3 Situer, sur un schéma, les éléments qui composent le système nerveux périphérique.

Le schéma 5.2 démontre la position des nerfs rachidiens et crâniens dont nous avons traités dans la partie précédente.



¹ C = cervical; T = thoraciques; L = lombaire et S = sacré.

5.4 Décrire brièvement les éléments qui composent le système nerveux périphérique.

Les nerfs rachidiens émergent de la moelle épinière et innervent toutes les parties du corps à l'exception de la tête et du cou. Les nerfs rachidiens sont nommés en fonction de leur point de départ de la moelle épinière.

Ils sont répartis ainsi sur la colonne vertébrale:

- 1) 8 paires de nerfs cervicaux ;
- 2) 12 paires de nerfs thoraciques;
- 3) 5 paires de nerfs lombaires;
- 4) 5 paires de nerfs sacrés;
- 5) 1 paire de nerfs coccygiens.

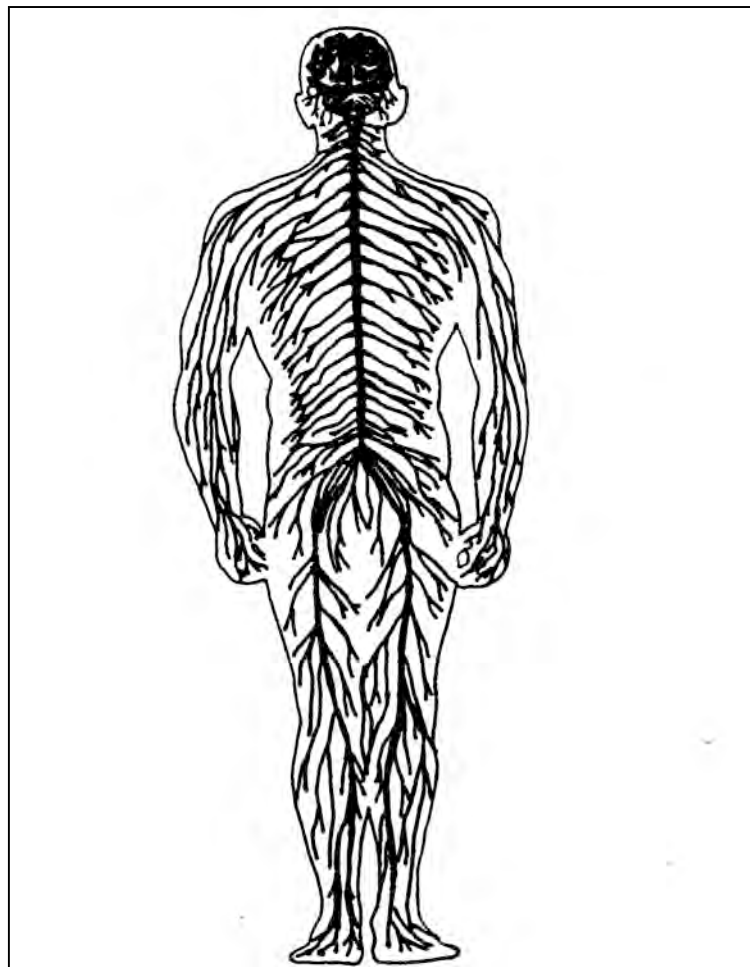


Figure 5.3 : Représentation schématique du cerveau, de la moelle épinière, de la distribution des nerfs rachidiens et du plexus.

Les nerfs crâniens émergent de l'encéphale et, dans la plupart des cas, les noms des nerfs crâniens indiquent les structures qu'ils desservent ou les fonctions qu'ils occupent.

On les retrouve ainsi :

- 1) les nerfs olfactifs;
- 2) les nerfs optiques;
- 3) les nerfs oculo-moteurs;
- 4) les nerfs trochléaires;
- 5) les nerfs trijumeaux;
- 6) les nerfs abducens;
- 7) les nerfs faciaux;
- 8) les nerfs vestibulo-cochléaires;
- 9) les nerfs glosso-pharyngiens;
- 10) les nerfs vagues;
- 11) les nerfs accessoires;
- 12) les nerfs hypoglosses.

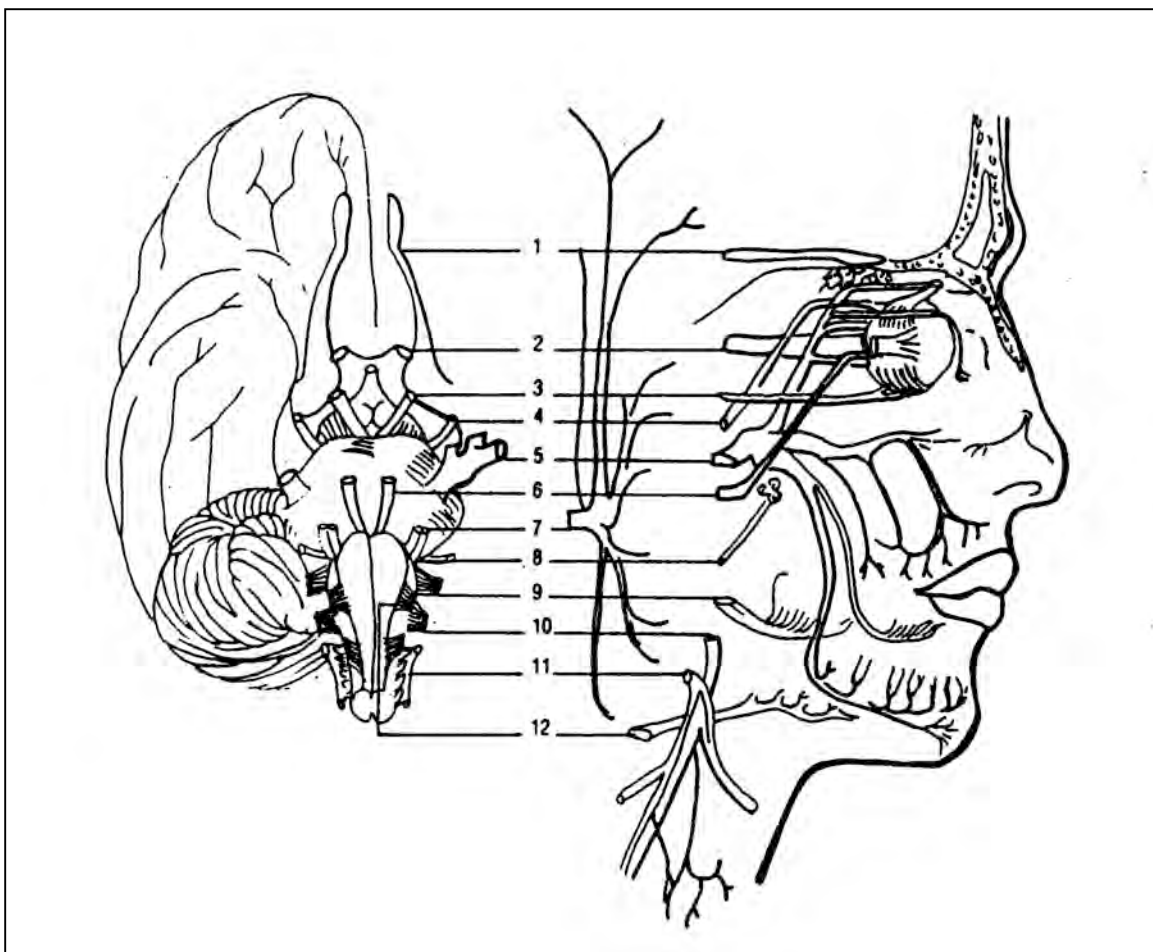


Figure 5.4 : Schéma démontrant la relation des nerfs crâniens avec les organes de la tête qu'ils innervent

Tous les nerfs crâniens influencent les organes de la tête (sens, vue, odorat, goût et ouïe) et du cou, à l'exception des nerfs crâniens numéro 10 qui aboutissent au cœur, aux poumons et aux organes abdominaux. Certains d'entre eux sont uniquement sensitifs, d'autres uniquement moteurs et quelques-uns sont mixtes (contenant des fibres nerveuses à la fois motrices et sensitives). Nous préciserons le rôle de chacune de ces paires de nerfs crâniens à l'objectif suivant.

5.5 Préciser le rôle des éléments qui composent le système nerveux périphérique.

TABLEAU 5.1

Les nerfs rachidiens

Nom	Rôle
1. Nerfs cervicaux	<p>Ils comprennent :</p> <p><u>Les nerfs cutanés</u> : transmettent les influx sensitifs provenant de la peau du cou, de la région de l'oreille, de l'arrière de la tête et de l'épaule.</p> <p><u>Le nerf phrénique</u> : intervient dans le mouvement de la respiration. Il est le seul nerf moteur.</p>
2. Nerfs thoraciques	<p>Ils regroupent tous les nerfs qui desservent les muscles et la peau de l'épaule et de la partie supérieure du thorax.</p>
3. Nerfs lombaires	<p>Ses branches proximales vont innerver des parties des muscles de la paroi abdominale; par contre, ses branches principales innervent les parties antérieure et médiane de la cuisse.</p>
4. Nerfs sacrés et nerfs coccygiens	<p>La moitié de ces branches desservent la fesse et le membre inférieur; les autres innervent les structures du bassin et le périnée.</p> <p>Le nerf sciatique en constitue sa principale branche. Il dessert tout le membre inférieur, sauf les parties antérieure et médiale de la cuisse.</p>

TABLEAU 5.2

Les nerfs crâniens

Nom	Rôle
1. Nerfs olfactifs (S²)	Fournissent des influx sensitifs pour le sens de l'odorat
2. Nerfs optiques (S)	Fournissent des influx sensitifs pour le sens de la vision.
3. Nerfs oculo-moteurs ou moteur oculaire commun (M)	Mouvements des muscles externes de l'œil, sauf l'oblique supérieur et le droit externe; contrôle des muscles constricteurs de l'iris.
4. Nerfs trochléaires (M)	Fournissent des neurofibres motrices au muscle supérieur oblique de l'œil.
5. Nerfs trijumeaux (S et M)	<p><u>Nerf ophtalmique</u> : achemine les influx sensitifs provenant de la peau du cuir chevelu, du nez, de la cornée et de la glande lacrymale.</p> <p><u>Nerf maxillaire</u> : achemine les influx sensitifs provenant de la muqueuse nasale, du palais, des dents, de la peau des joues, de la lèvre supérieure et la paupière inférieure.</p> <p><u>Nerf mandibulaire</u> : achemine les influx sensitifs de la partie antérieure de la langue, des dents inférieures, du menton. Il fournit des neurofibres moteurs aux muscles de la mastication.</p>
6. Nerfs abducteurs (M)	Fournissent des neurofibres motrices au muscle du bulbe de l'œil.
7. Nerfs faciaux (S et M)	<p>Transportent des influx sensitifs aux papilles gustatives des deux tiers antérieurs de la langue.</p> <p>Fournissent des neurofibres moteurs au cuir chevelu, à l'oreille externe, au cou, aux glandes salivaires sous-linguales et sous-maxillaires.</p>

² La lettre « M » signifie nerfs moteurs et la lettre « S » nerfs sensitifs.

Nom	Rôle
8. Nerfs vestibulo-cochléaires ou auditifs (S)	Transmettent les influx afférents du sens de l'équilibre et de l'ouïe.
9. Nerfs glosso-pharyngiens (S et M)	Fournissent des neurofibres sensitives aux papilles gustatives du tiers postérieur de la langue et aux sens du toucher et du goût. Fournissent des neurofibres moteurs aux muscles du pharynx et aide à la sécrétion des parotides (glandes salivaires).
10. Nerfs vagues (S et M)	Desservent les muscles du pharynx et du larynx, du cœur, des bronches, de l'œsophage, de l'estomac, du pancréas, de la vésicule biliaire, du petit intestin, du tiers supérieur du côlon.
11. Nerfs accessoires (M)	Fournissent des neurofibres moteurs au larynx, au pharynx et à la voile du palais. Participent au mouvement des muscles du trapèze et du sterno-mastoïdien.
12. Nerfs hypoglosses (M)	Fournissent des neurofibres moteurs aux muscles de la langue. Ils permettent les mouvements de la langue reliée à la mastication, à la déglutition et à la parole.

5.6 Préciser la nature d'un nerf et celle d'un ganglion.

Un nerf est un organe en forme de cordon qui appartient au système nerveux périphérique. Les nerfs sont composés de l'union de plusieurs axones.

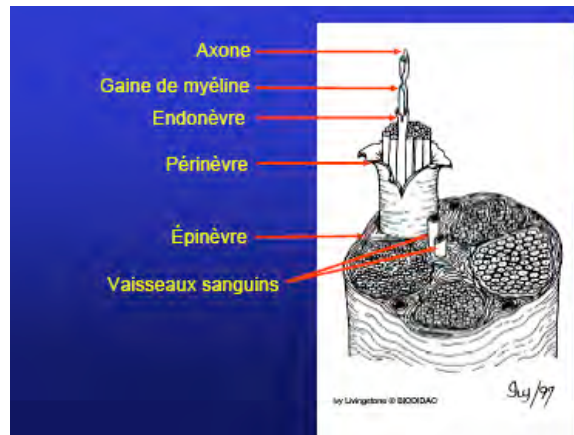


Figure 5. 5 : L'anatomie d'un nerf

Source : <http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/chap6/chap6.pdf>

C'est au niveau de la racine postérieure (dorsale) que se trouvent les ganglions. Il faut rappeler ici que les ganglions sont constitués par la réunion de plusieurs corps cellulaires des cellules nerveuses, tandis que les nerfs sont formés par l'union de plusieurs axones.

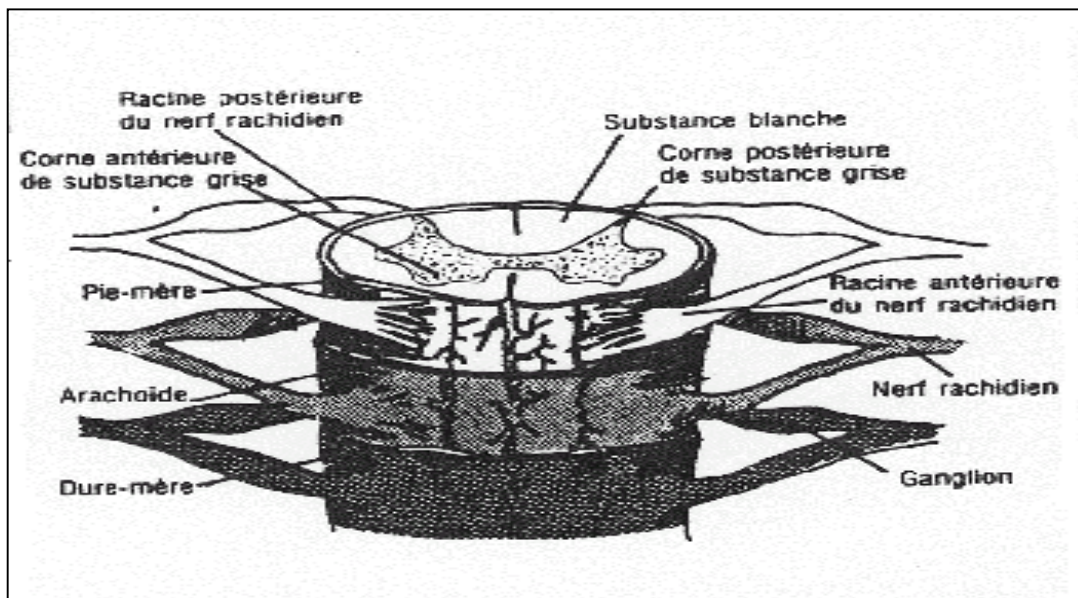


Figure 5.6 : Superposition de trois vertèbres montrant les meninges et les nerfs rachidiens

Les ganglions sont constitués d'amas de corps cellulaire de neurones associés aux nerfs du système nerveux périphérique. C'est au niveau de la racine postérieure (dorsale) du nerf rachidien que se trouvent les ganglions.

Voici un schéma démontrant la structure d'un ganglion de la moelle épinière. Il y en a plusieurs au niveau de la moelle épinière.

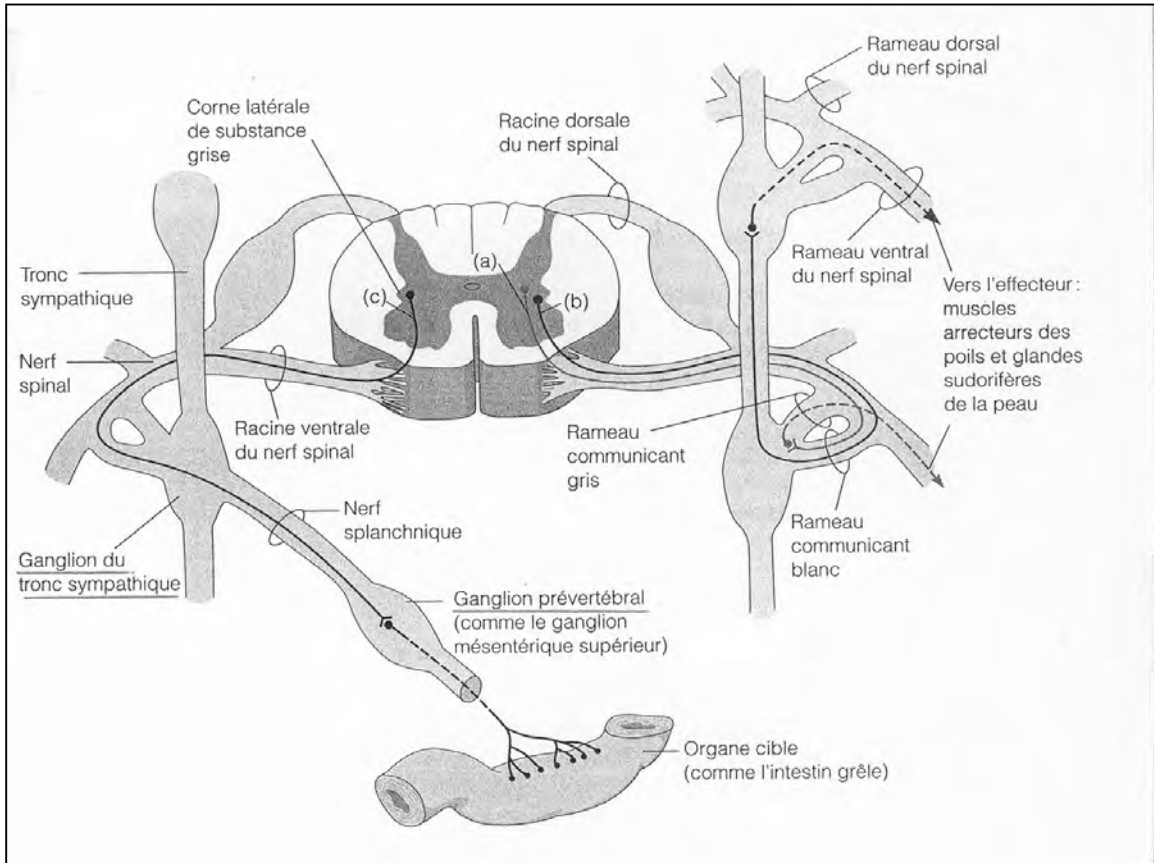


Figure 5.7 : Les voies sympathiques

Source : MARIEB N. Elaine. Biologie humaine, ERPI, Edition 2000, p. 2.

Voies sympathiques :

- (a) Synapse au même niveau dans un ganglion du tronc sympathique.
- (b) Synapse à un niveau différent dans un ganglion du tronc sympathique.
- (c) Synapse dans un ganglion prévertébral à l'avant de la colonne vertébrale.

5.7 Expliquer la nature d'un plexus.

Un peu après leur sortie de la moelle épinière, les nerfs rachidiens se ramifient en un réseau très complexe qu'on nomme plexus. De cette façon, chaque partie du corps se trouve innervée. Une zone innervée est une zone dans laquelle se trouve un ou plusieurs nerfs.

Un plexus par définition est un réseau de nerfs entrelacés ou de vaisseaux sanguins ou lymphatiques anastomosés ou réunis en connexion. On trouve des plexus dans les régions cervicale, brachiale, lombaire et sacrée.

Exercice de synthèse

1. Qu'est-ce qu'un nerf mixte?

2. Que signifie le mot «plexus»?

3. Nommez les éléments qui composent le système nerveux périphérique.

4. De quoi sont constitués les ganglions?

5. Combien y-a-t-il de nerfs crâniens?

6. De quoi est constitué «un nerf»?

7. Quel est le rôle des cornes antérieures de la moelle épinière?

8. Quel est le rôle des cornes postérieures de la moelle épinière?

CHAPITRE 6

Expliquer l'arc réflexe

6.1 Définir l'expression «arc réflexe».

Les réflexes sont des activités nerveuses généralement simples, rapides, et souvent inconscientes. Ce sont des réponses motrices involontaires à une stimulation sensitive ou sensorielle. Ils représentent le type le plus primitif de «circuit nerveux»; le comportement instinctif des animaux inférieurs dépend en grande partie de ces réflexes; chez l'homme, le comportement repose plutôt sur l'apprentissage; les réflexes restent au niveau élémentaire du mécanisme de défense. L'expression «circuit nerveux» inclut à la fois l'influx nerveux sensitif (afférent) et l'influx nerveux moteur (efférent).

De toutes les activités humaines, le réflexe rotulien compte parmi les activités réflexes les plus simples. Il n'implique que trois neurones : un neurone sensitif, un neurone d'association et un neurone moteur (voir fig. 6.1 et 6.2). C'est ce qu'on nomme un arc réflexe simple. Vous avez peut être déjà essayé de provoquer vous-même ce réflexe! À l'aide d'un instrument approprié, le marteau à réflexe, c'est très facile. Il s'agit de frapper avec cet instrument le tendon se trouvant juste en dessous de la rotule. Cela produit inévitablement l'élongation de ce tendon et la jambe s'élève. La percussion du tendon n'est effective cependant que si la personne chez qui on veut provoquer ce réflexe est en parfait relâchement musculaire.

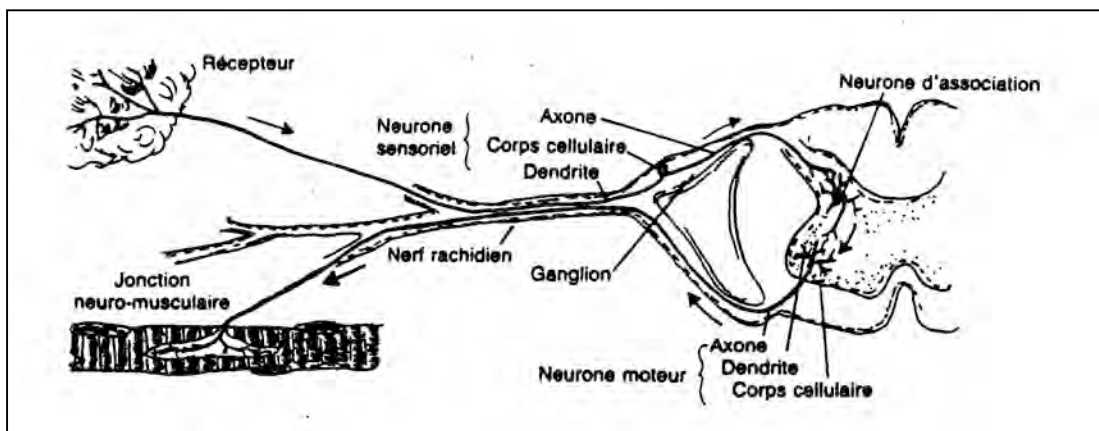


Figure 6.1 : Représentation d'un arc réflexe simple

La plupart des réflexes sont cependant plus complexes que le réflexe rotulien parce qu'ils impliquent plusieurs neurones et plusieurs centres de contrôle.

6.2 Situer, dans le cerveau, les centres de contrôle d'un arc réflexe.

Règle générale, les réflexes ont leur centre de contrôle dans la matière grise de la **moelle épinière** seulement ou dans les **structures cérébrales inférieures** (bulbe rachidien, tronc). Ainsi, le réflexe rotulien a son centre de contrôle dans la moelle épinière, au niveau des nerfs rachidiens lombaires trois et quatre.

6.3 Décrire les constituants d'un arc réflexe simple ou complexe.

Pour qu'il y ait un arc réflexe, il faut obligatoirement :

- un récepteur sur lequel le stimulus agit;
- un neurone sensitif (afférent) qui achemine les influx au système nerveux central;
- un synapse;
- un neurone moteur (efférent) qui achemine les influx à un organe effecteur (muscle ou glande);
- un effecteur (myosite ou cellule glandulaire) qui répond aux influx afférents.

Le récepteur peut se situer sur l'arborisation terminale du neurone sensitif ou il peut être représenté par une cellule spécialisée en étroite liaison avec l'arborisation terminale du neurone sensitif. (Retournez consulter le chapitre 2 si vous avez oublié à quoi ressemble un récepteur).

Un arc réflexe complexe possède plusieurs centres de contrôle. Les systèmes nerveux central et périphérique sont impliqués. Ils sont gérés par le système nerveux périphérique somatique. Nous verrons un exemple d'un arc réflexe complexe à la fin de ce chapitre.

Les neurones permettant la communication entre les aires motrices et sensorielles du cerveau sont regroupés dans des aires d'associations du cerveau.

C'est grâce à ces neurones que le cerveau est à même de donner un ordre adéquat à l'aire motrice pour répondre aux messages reçus par l'aire sensitive. Ces aires associatives jouent un rôle essentiel dans les fonctions cérébrales supérieures de l'humain, par exemple dans les troubles du langage. En effet, chez le droitier ces troubles sont provoqués par des lésions corticales de l'hémisphère gauche (hémisphère dominant), la destruction de la troisième circonvolution frontale peut par exemple entraîner une aphasie motrice; c'est-à-dire que le «malade» pourra alors bouger les

lèvres et la langue, mais sera toutefois dans l'impossibilité d'effectuer correctement les mouvements nécessaires au langage articulé.

6.4 Distinguer un réflexe monosynaptique d'un réflexe polysynaptique.

Le neurone sensitif transmet l'influx nerveux du récepteur à la moelle épinière. Ce neurone est contenu dans un des nerfs rachidiens et il passé obligatoirement par la racine postérieure de la moelle.

La synapse peut se faire directement entre le neurone moteur et le neurone sensitif. On dit alors que ce réflexe est monosynaptique. Il peut aussi y avoir un ou plusieurs neurones d'association d'impliqués dans la production d'un réflexe, il y aura donc aussi plusieurs synapses impliqués. On dira alors que ce réflexe est polysynaptique.

L'influx atteint le neurone moteur qui se dirige alors vers l'effecteur en passant obligatoirement par la racine antérieure de la moelle épinière; l'effecteur réagit en conséquence de l'influx moteur reçu.

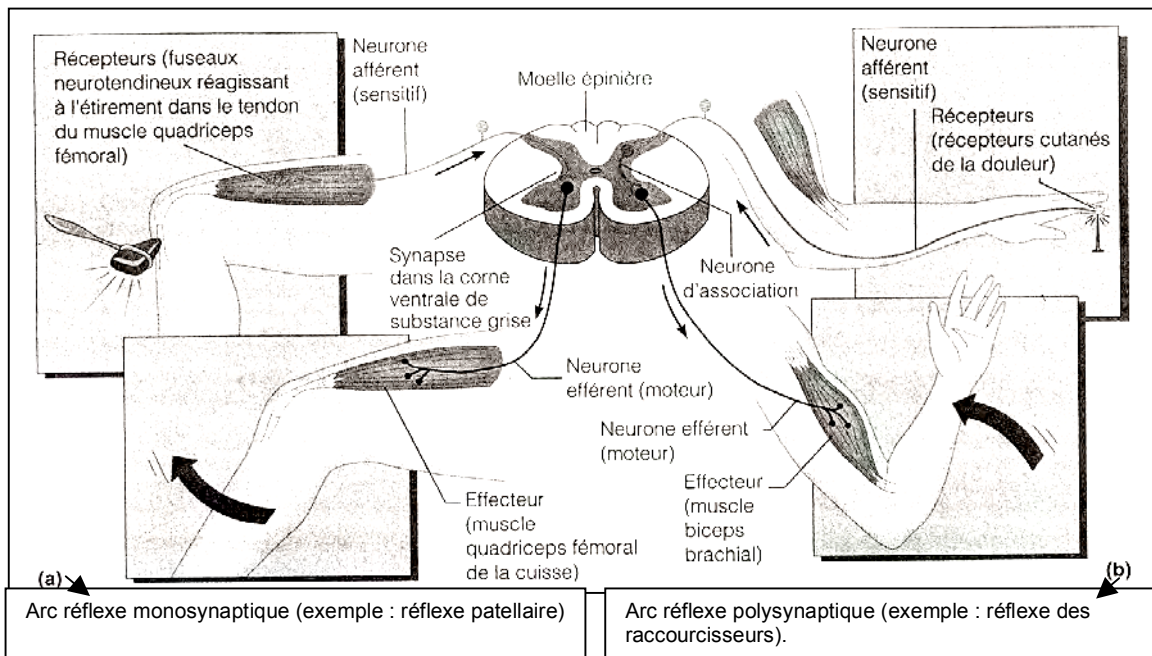


Figure 6.2 : Arcs réflexes simples

Source : MARIEB M. Éline. Biologie humaine, ERPI, Édition 2005, p. 538 et 540.

6.5 Préciser le rôle des réflexes rotulien achilléen et stylo-radial.

Nous allons maintenant préciser le rôle des réflexes rotuliens, achilléens et stylo-radials.

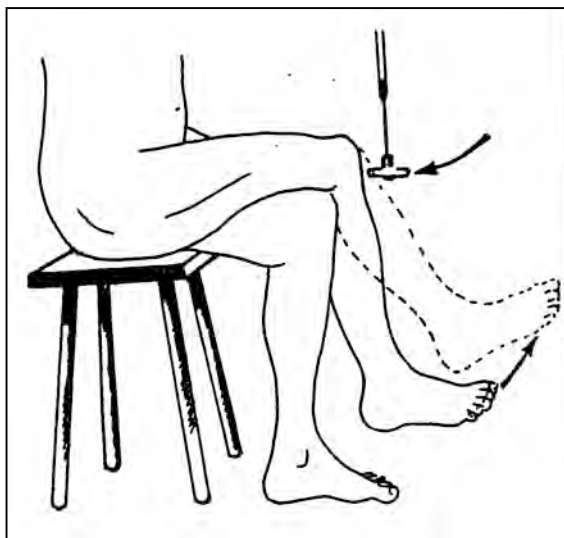


Figure 6.3 : Réflexe rotulien

Que se passe-t-il alors pour le circuit nerveux? En frappant le tendon, on se trouve à stimuler le **récepteur** qui s'y trouve; ce dernier déclenche ainsi un **influx nerveux sensitif** qui se dirige immédiatement vers la racine postérieure des nerfs rachidiens lombaires trois et quatre.

Le **neurone d'association**, se trouvant dans la matière grise de la moelle, permet alors au **neurone moteur** d'envoyer sa réponse à la jonction neuromusculaire. Résultat : l'élongation du tendon occasionne un mouvement de la jambe vers le haut grâce à la contraction des muscles, les **effecteurs**.

Le réflexe achilléen et le réflexe stylo-radial sont deux autres exemples d'arcs réflexes simples.

Pour provoquer le réflexe achilléen, il s'agit de frapper le tendon d'Achille au niveau du talon quand la personne est à genou sur une chaise (voir fig. 6.4). En frappant au bon endroit, le pied aura le réflexe de se diriger vers le haut. Cet arc réflexe fonctionne comme celui du réflexe rotulien. Cependant, son centre de contrôle se trouve dans la moelle épinière au niveau des nerfs rachidiens sacrés un et deux.

Donc :

- récepteurs : terminaisons nerveuses du tendon d'Achille;
- neurone sensitif de la jambe;
- centre d'intégration : moelle épinière;
- neurone moteur : nerfs sacrés un et deux;
- effecteurs : les muscles de la jambe.

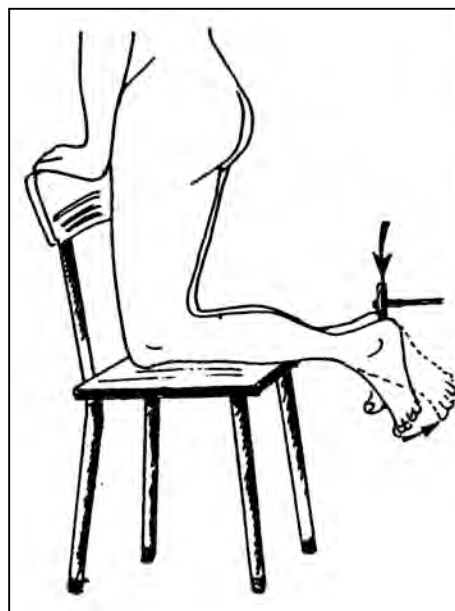


Figure 6.4

Le réflexe stylo-radial implique, quant à lui, un tendon situé dans la région du poignet. En percutant ce tendon, cela entraîne le déplacement de la main vers le haut (voir fig. 6.5). Pour permettre ce mouvement, il faut fléchir le coude. C'est un arc réflexe simple dont le centre de contrôle se situe dans la moelle épinière au niveau des nerfs rachidiens cervicaux un et deux.

Donc :

- récepteurs : terminaisons nerveuses du tendon;
- neurone sensitif de l'avant-bras;
- centre d'intégration : moelle épinière (C5 – C6);
- neurone moteur;
- effecteurs : muscles de l'avant-bras.

Les médecins examinent les trois types de réflexes simples décrits plus haut lorsqu'ils soupçonnent une atteinte au système nerveux à la suite d'un accident.

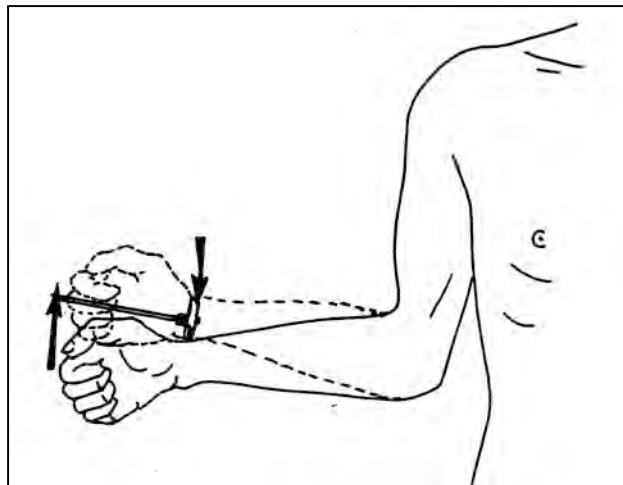


Figure 6.5 : Réflexe stylo-radial

6.6 Expliquer un cas concret d'arc réflexe.

Voici un bon exemple qui vous aidera à comprendre la complexité relative de l'activité réflexe. Supposons que vous marchez pieds nus et que par mégarde vous mettez le pied droit sur un clou; que se passera-t-il alors dans votre système nerveux? À ce moment, les **récepteurs de la douleur** engendreront des **influx nerveux sensitifs** qui se rendront jusqu'à votre moelle épinière (l'influx sensitif arrivera par la **racine postérieure de la moelle**). Ces influx passeront ensuite par un ou plusieurs **neurones d'association** (monosynaptique ou polysynaptique) et redescendront vers les muscles de votre jambe droite par l'intermédiaire du **neurone moteur** (l'influx quittera la moelle épinière par la **corne antérieure**). Parmi ces influx moteurs quelques-uns seront

excitateurs pour permettre à votre jambe droite de plier et certains autres seront inhibiteurs, empêchant ainsi les muscles antagonistes à ce mouvement de réagir. Donc, les effecteurs sont les muscles de la jambe impliqués dans cette réponse. Résultat : vous pliez et soulevez rapidement votre jambe droite (voir fig. 6.6).

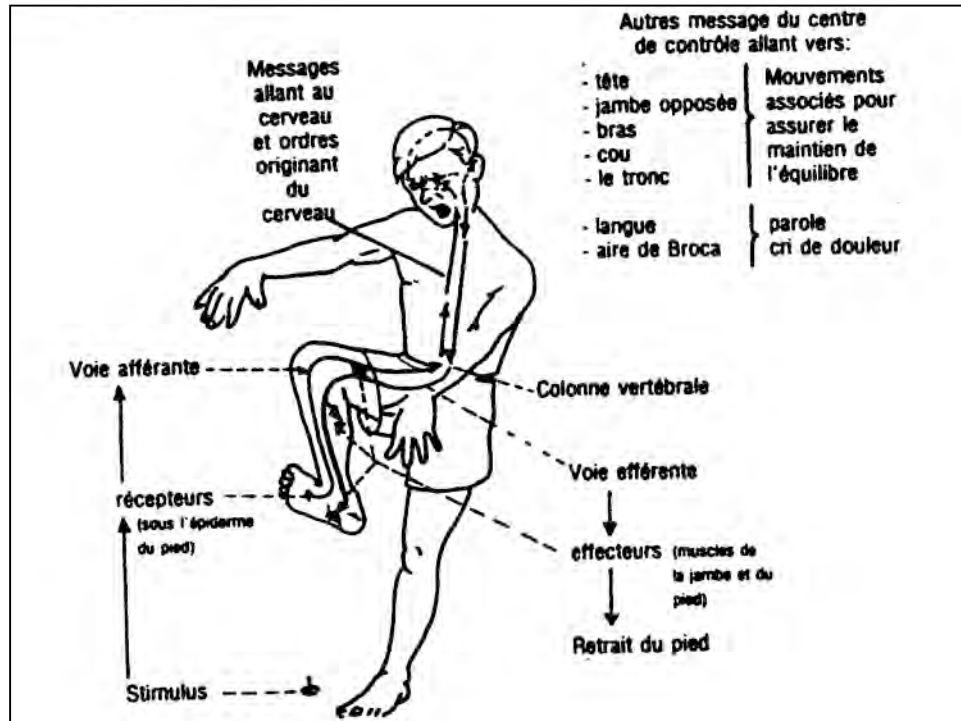


Figure 6.6 : Représentation schématique de plusieurs arcs réflexes

Vous voilà maintenant en équilibre sur votre pied gauche. Ce dernier porte donc seul tout le poids de votre corps. Pour que cela soit possible, certains neurones d'association auront transmis l'influx nerveux sensitif qui arrivait par la droite de la moelle à des neurones moteurs pour ensuite ressortir par la gauche, toujours par la racine antérieure. Ainsi les muscles de votre jambe gauche se positionneront pour pouvoir supporter le poids de votre corps et vous garder en équilibre; là encore, des influx inhibiteurs et excitateurs auront dû être envoyés pour assurer la flexion et l'extension des muscles concernés.

Tout cela se passe en une fraction de seconde. Et ce n'est pas tout! Vous serez aussi, au même instant, conscient de la douleur; cela sera rendu possible parce qu'une partie des influx nerveux sensitifs se dirige vers votre cerveau et ce, par la moelle épinière. Durant cette fraction de seconde, votre cerveau aura également analysé la situation en se demandant si les muscles ont bien réagi. Sinon, le cerveau aura acheminé des influx moteurs pour corriger votre position. Peut-être aurez-vous crié ou laissé tomber un juron suite à cette mésaventure? Si tel est le cas, des influx sensitifs seront aussi parvenus jusqu'à l'aire du langage pour la stimuler et permettre l'expression «imagée» de votre douleur.

Tous les circuits nerveux impliqués dans cet exemple forment ce qu'on appelle un arc réflexe complexe; et comme vous pouvez le constater, il existe plusieurs centres de contrôle associés à ce type d'activité. Ici, les systèmes nerveux central et périphérique sont impliqués. C'est plus spécifiquement du système nerveux périphérique somatique dont il est question. Cela signifie que vous en avez plus ou moins le contrôle, mais que vous êtes conscient de ces phénomènes.

Exercice de synthèse

1. Énumérez les cinq composantes essentielles d'un arc réflexe simple.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

2. Donnez trois exemples d'arc réflexe simple.

- a. _____
- b. _____
- c. _____

3. Complétez le texte qui suit en inscrivant dans les espaces soulignés les termes appropriés volontairement omis par le rédacteur.

Lors d'une activité réflexe simple ou complexe, l'influx nerveux sensitif passe obligatoirement par la racine _____ de la moelle épinière. L'influx moteur ressort par la racine _____ de la moelle épinière. S'il y a un ou plusieurs neurones d'association à l'intérieur de la matière grise de la moelle, le réflexe sera _____; tandis que si le neurone sensitif fait synapse directement avec le neurone moteur le réflexe sera _____.

CHAPITRE 7

Illustrer le processus de régulation exercé par le système nerveux autonome

7.1 Situer le système nerveux autonome dans l'ensemble du système nerveux.

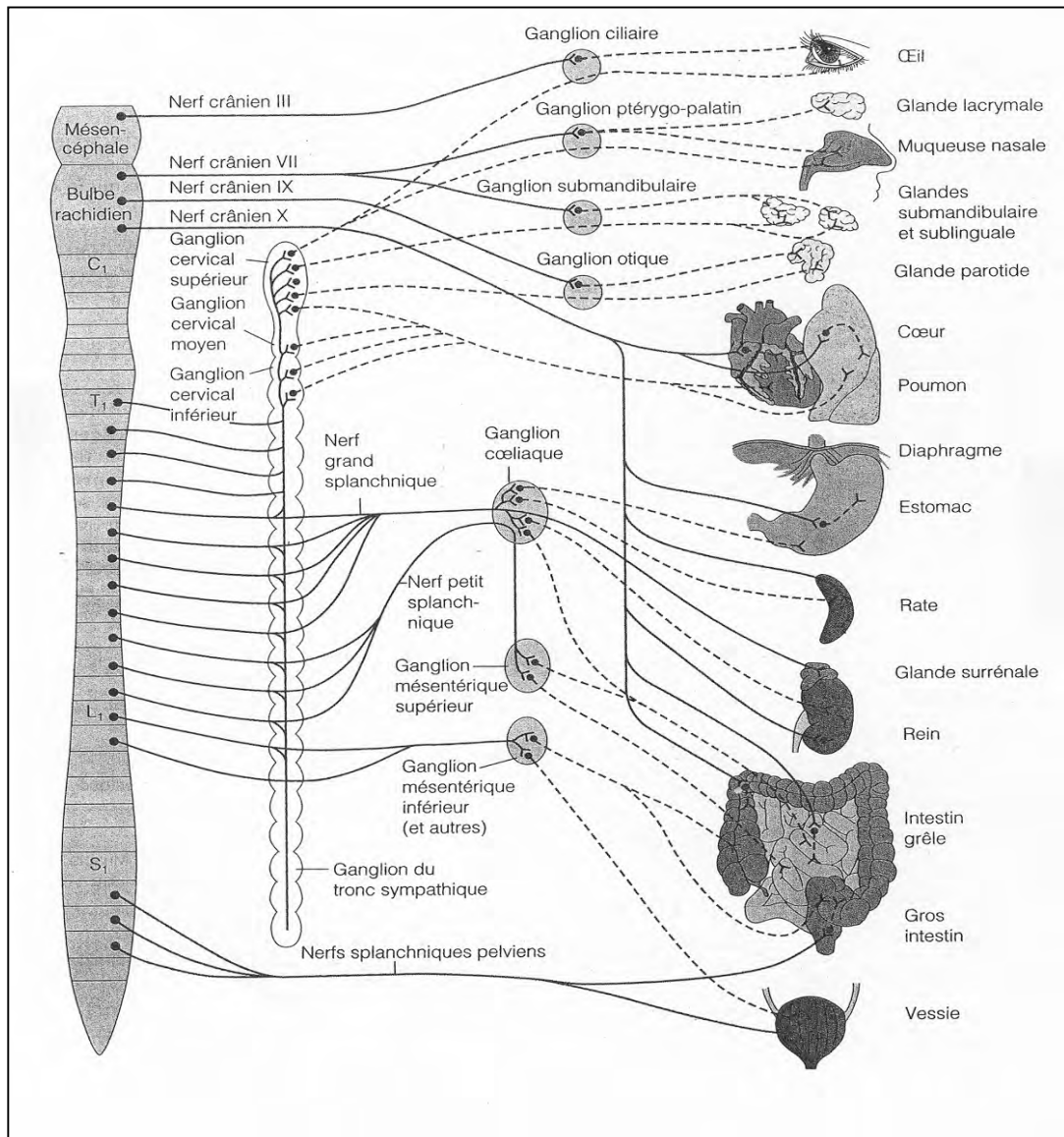


Figure 7.1 : Anatomie du système nerveux autonome

Source : MARIEB, É. Biologie humaine, ERPI, 2000, p. 226

Tout comme nous l'avons vu dans le chapitre 5 traitant du système nerveux périphérique, ce dernier comprend deux types de voies :

La voie sensitive informe le système nerveux central des événements qui se déroulent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'organisme. Elle est constituée de neurofibres qui transportent vers le système nerveux central les influx en provenance des récepteurs sensoriels.

La voie motrice est composée de neurofibres qui transmettent aux muscles et aux glandes les influx provenant du système nerveux central. Ces influx nerveux vont provoquer la contraction des muscles et la sécrétion de glandes; c'est-à-dire qu'ils déclenchent une réponse motrice.

La voie motrice comprend deux parties : le système nerveux somatique ou volontaire et le système nerveux autonome (SNA) ou involontaire.

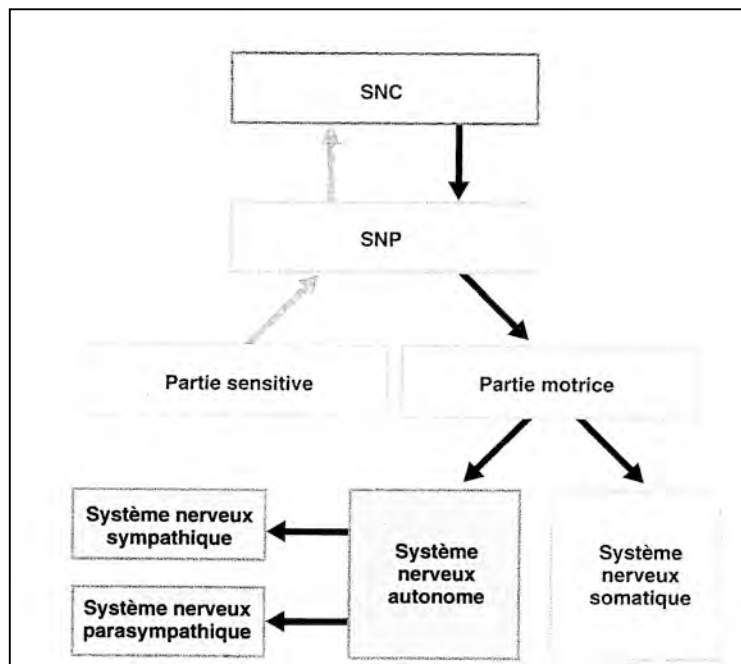


Figure 7.2

Source : MARIEB, É. Anatomie et physiologie humaine, ERPI, 2005, p. 548.

Le système nerveux autonome (SNA) régit les activités automatiques ou involontaires, comme celles des muscles lisses, du muscle cardiaque et des glandes.

Il comprend deux subdivisions fonctionnelles (voir fig. 7.3) : la partie sympathique et la partie parasympathique.

7.2 Énumérer les organes contrôlés par le système nerveux autonome.

Le système nerveux autonome (ou végétatif) est un élément fondamental de notre système nerveux. C'est la partie du système nerveux périphérique qui contrôle le fonctionnement des organes (cœur, foie, intestins, reins, organes génitaux...). Il s'agit par définition d'un système entièrement moteur; son fonctionnement est «automatique» dans la mesure où il échappe à la conscience. C'est grâce à cette portion du système nerveux que la température interne du corps reste toujours à peu près la même (sauf quand on est malade) et que la pression sanguine est maintenue relativement constante.

Le système nerveux autonome comprend deux divisions fonctionnelles : le système nerveux sympathique et le système nerveux parasympathique (voir fig. 7.2) dont les activités sont inversées. Un système stimule ce que l'autre inhibe et vice-versa. Leur différence sera précisée à l'objectif 7.4.

Sa structure et ses fonctions sont largement intégrées au reste du système nerveux. Autrement dit, il est étroitement lié au système nerveux central qui peut l'influencer. Par exemple, des stimuli venus du monde extérieur peuvent se réfléchir sur nos viscères; ceux-ci sont en effet sensibles aux émotions même s'ils sont contrôlés par le système nerveux autonome. Le stress causé par la passation d'un examen scolaire difficile, l'imminence d'un départ en avion, le trac du comédien avant un spectacle, sont autant d'exemples de perturbations qui peuvent entraîner un blocage de la digestion, pourtant sous contrôle automatique du système nerveux autonome.

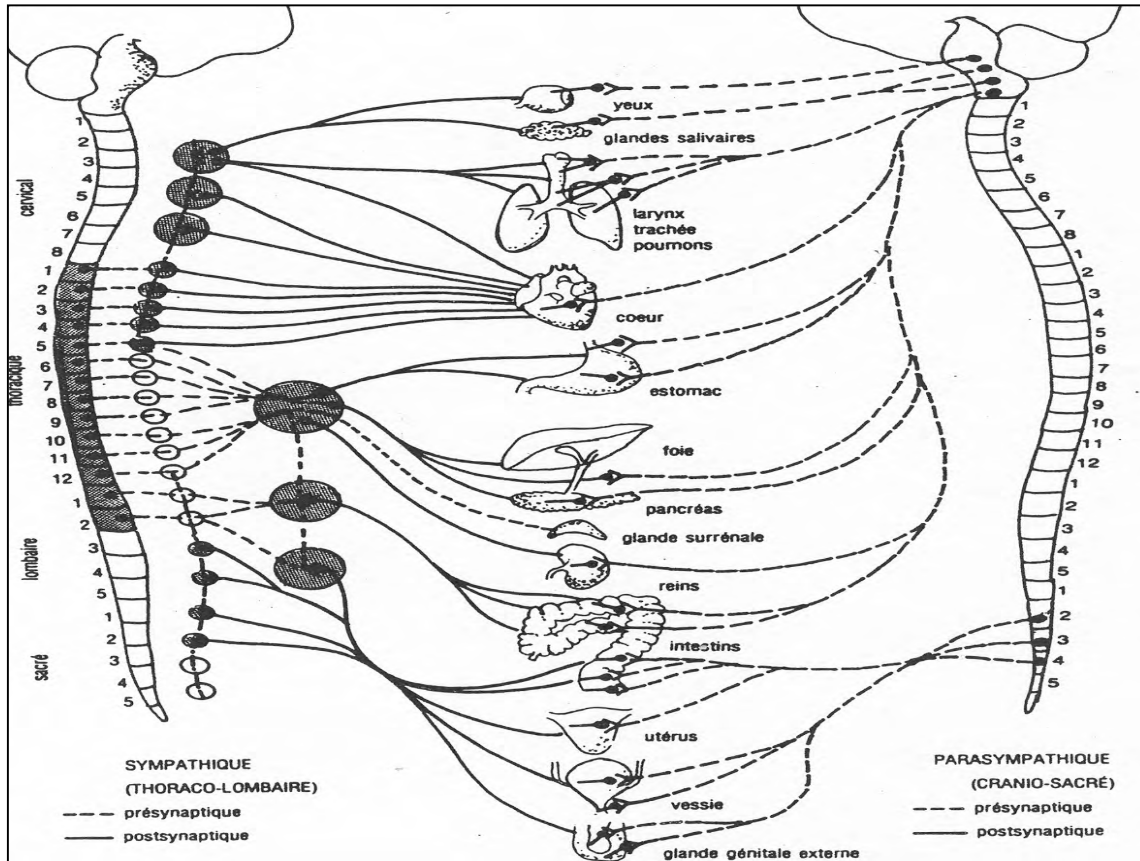


Figure 7.3 : Emplacement de l'origine des neurones moteurs et des synapses pour les systèmes parasympathique (à droite) et sympathique (à gauche)

7.3 Expliquer la principale différence entre le système nerveux autonome et le système nerveux somatique.

Les deux systèmes nerveux (somatique et autonome) comprennent de neurofibres, mais ils sont différents à trois niveaux :

- 1) Leurs effecteurs;
- 2) Leurs voies efférentes;
- 3) Les effets neurotransmetteurs dans les organes cibles.

Voici en détail leurs principales différences :

1. Leurs effecteurs :

Le système nerveux somatique stimule les muscles squelettiques tandis que le système nerveux autonome stimule le muscle cardiaque, les muscles lisses et les glandes.

2. Leurs voies efférentes :

Le système nerveux autonome diffère du système nerveux somatique, car ses circuits nerveux ont besoin de deux neurones moteurs pour propager l'influx nerveux. La propagation de l'influx nerveux dans le système nerveux autonome est, par conséquent, plus lente que dans le système nerveux somatique.

3. Les effets des neurotransmetteurs dans les organes ciblés :

Tous les neurones somatiques provoquent un effet excitateur sur l'organe cible tandis que les neurofibres moteurs du système autonome peuvent causer une effet excitateur ou inhibiteur selon les types de récepteurs de l'organe cible.

7.4 Énumérer les trois principales différences entre le système sympathique et le système parasympathique.

Il existe des différences importantes entre ces deux systèmes, les trois principales étant les suivantes :

1. Leurs lieux d'origine :

Les neurofibres parasympathiques prennent origine dans l'encéphale et la région sacrée de la moelle épinière, tandis que les neurofibres sympathiques émergent de la région thoraco-lombaire de la moelle épinière.

2. La longueur des neurofibres :

Les neurofibres préganglionnaires sont longues et les neurofibres postganglionnaires sont courtes dans le système nerveux parasympathique et la situation inverse dans le système nerveux sympathique.

3. La situation de leurs ganglions :

La plupart des ganglions parasympathiques sont situés dans les organes viscéraux, tandis que les ganglions sympathiques se trouvent à proximité de la moelle épinière.

Voyons le tableau suivant qui explique les effets des systèmes sympathique et parasympathique sur différents organes :

TABLEAU 7.1

Effets des systèmes sympathique et parasympathique

STRUCTURE	STIMULATION PARASYMPATHIQUE	STIMULATION SYMPATHIQUE
Iris de l'œil	Contraction des pupilles	Dilatation des pupilles
Glandes salivaires	Stimulation de l'activité sécrétoire	Inhibition de l'activité sécrétoire
Cœur	Constriction des vaisseaux coronaires	Vasodilatation
Poumons	Constriction des bronchioles	Dilatation des bronchioles
Système digestif	Motilité augmentée et augmentation du péristaltisme	Inhibition de la motilité et diminution du péristaltisme
Foie	Aucune	L'adrénaline provoque la libération de glucose
Pénis	Érection	Éjaculation
Vagin (clitoris)	Érection	Augmentation de la sécrétion de mucus

Les flèches pleines indiquent que plusieurs influx nerveux sont envoyés tandis que les flèches en pointillés indiquent que très peu d'influx nerveux sont émis.

Naturellement, quand la cage thoracique retrouve sa taille normale, les récepteurs sensibles à l'étirement ne sont plus stimulés, cela signifie que le centre de contrôle de la respiration n'est plus inhibé et qu'il peut de nouveau envoyer des influx excitateurs vers les muscles de la cage thoracique et vers le diaphragme. Résultat : l'inspiration reprend.

La respiration est donc une répétition de ces deux mouvements : inspiration et expiration. Elle se fait automatiquement, sans qu'on fasse d'effort. On peut évidemment contrôler en partie sa respiration. On peut par exemple, retenir son souffle, mais pas très longtemps. Qu'on le veuille ou non, la respiration reprendra d'elle-même tôt ou tard son cours normal. Comment est-ce possible ?

Certaines zones du cerveau peuvent envoyer des influx inhibiteurs vers le centre de la respiration (tout comme le font les récepteurs sensibles à l'étirement) et on peut contrôler ces influx nerveux. Ainsi, si vous décidiez de retenir votre respiration, vous pourriez envoyer des influx nerveux inhibiteurs vers le centre de la respiration. Cependant, plus longtemps vous retiendrez votre souffle, moins il y aura d'oxygène dans vos poumons et dans votre sang et plus il y aura de dioxyde de carbone (CO_2). Le CO_2 étant un puissant stimulant du centre de contrôle de la respiration, beaucoup plus puissant que les influx inhibiteurs que vous pouvez contrôler; quand la concentration en CO_2 de l'organisme deviendra trop élevée, le centre de contrôle de la respiration sera forcé d'envoyer des influx nerveux et la respiration reprendra son cours normal, que vous le veuillez ou non. De la même façon, durant un exercice physique quelconque, c'est la grande quantité de CO_2 contenue dans le sang par rapport à celle de l'oxygène qui force le centre de contrôle de la respiration à accélérer le rythme respiratoire.

Il arrive parfois que des enfants en bas âge s'amuse à apeurer leurs parents en retenant leur respiration lorsque ceux-ci ne satisfont pas leurs petits caprices. Il ne faut s'en alarmer. Vous savez maintenant qu'après un certain temps, la quantité de CO_2 sera tellement élevée dans leur sang que les influx nerveux vont commander l'expiration. Il n'y a donc aucune crainte qu'un enfant «capricieux» meurt en retenant volontairement sa respiration, car il n'a pas d'emprise sur le centre de commande de sa respiration.

7.6 Nommer les structures anatomiques qui interviennent dans la régulation des battements du cœur.

Le contrôle nerveux de la régulation des battements du cœur est un autre bon exemple du rôle joué par le système nerveux autonome. Les effecteurs sont les muscles cardiaques; contrairement à la respiration, on n'a aucun contrôle sur leur régulation.

7.7 Situer, sur un schéma, les structures anatomiques qui interviennent dans la régulation des battements du cœur.

Le système nerveux autonome est le plus important mécanisme de l'extérieur qui agit sur la régulation de la fréquence cardiaque.

Dans la partie antérieure gauche du cœur se trouve un amas de tissus qu'on nomme nœud sino-auriculaire. C'est grâce à ce nœud que votre cœur peut battre plus ou moins vite. Ce nœud est influencé par les systèmes sympathique et parasympathique du système nerveux autonome.

Les influx nerveux en provenance du système sympathique ont un effet exciteur sur le nœud sino-auriculaire, tandis que ceux provenant du système parasympathique ont un effet inhibiteur.

Quoique les nerfs formant le système sympathique prennent naissance dans la région thoracique de la moelle épinière (voir fig. 7.3), l'influx nerveux qu'ils conduisent origine d'un centre exciteur situé dans la partie basale de l'encéphale.

C'est dans cette même région que se situe le centre inhibiteur d'où partent les influx en provenance du système parasympathique.

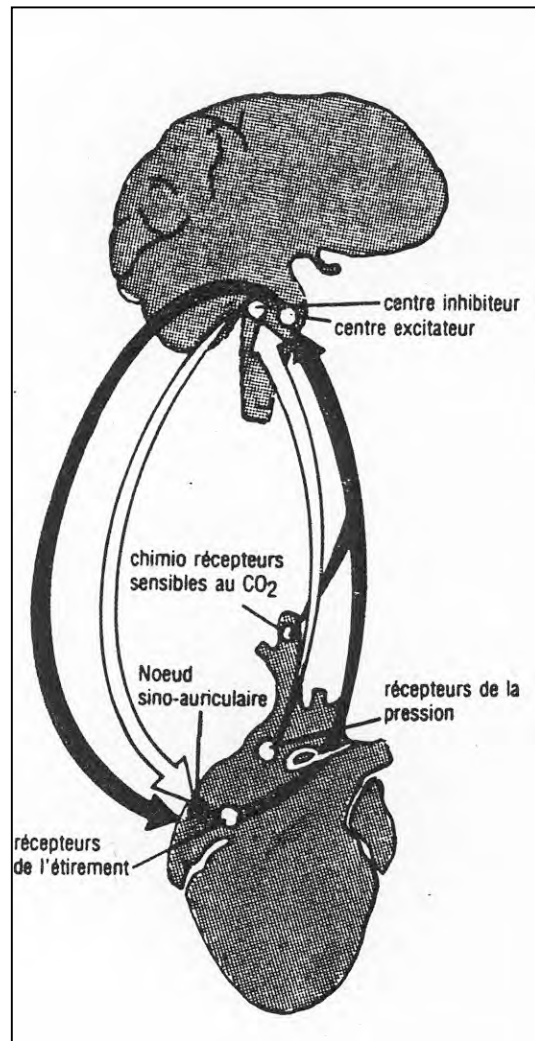


Figure 7.5 : Représentation schématique de la régulation des battements du cœur.

7.8 Décrire le processus de la régulation cardiaque.

Quand le cœur devient anormalement gonflé de sang (lors d'un exercice physique, par exemple), ses parois se tendent et les récepteurs sensibles à l'étirement qui s'y trouvent envoient des influx nerveux sensitifs au centre exciteur situé à la base du cerveau. À ce moment, c'est le système sympathique qui entre en fonction; le centre de contrôle retourne des influx moteurs au nœud sino-auriculaire; ce dernier oblige le cœur à battre plus rapidement en forçant les muscles cardiaques à se contracter.

D'autres stimuli peuvent provoquer le même effet. Il existe en effet dans l'aorte des récepteurs sensibles au CO_2 (voir fig. 7.5), ce sont des chimiorécepteurs. Quand la concentration de ce gaz devient trop grande dans l'organisme, ces récepteurs envoient des influx nerveux sensitifs au centre exciteur qui, lui, répond par des influx moteurs forçant le nœud sino-auriculaire à accélérer le rythme cardiaque.

Au fur et à mesure que les battements du cœur accélèrent, la pression sanguine augmente. Au niveau de l'aorte (conduit permettant la sortie du sang oxygéné), on retrouve des *récepteurs sensibles* à cette forte pression; quand le seuil minimal d'excitabilité de ces récepteurs est atteint, ils provoquent des influx nerveux sensitifs qui se rendent au centre inhibiteur. Ce dernier force alors le nœud sino-auriculaire à ralentir son activité. C'est à ce moment que le système parasympathique entre en fonction. Résultat : le cœur bat moins vite.

La régulation des battements du cœur se fait donc «partiellement» sous le contrôle de l'activité des centres excitateur et inhibiteur situés à la base de cerveau. Ces centres sont par ailleurs influencés par la quantité d'influx nerveux qui provient, d'une part, des récepteurs sensibles aux grandes quantités de CO₂ et à l'étirement et, d'autre part, des récepteurs sensibles aux fortes pressions sanguines.

Pourquoi dit-on «partiellement»? Eh bien, il arrive parfois que les centres excitateur et inhibiteur soient influencés par des influx en provenance des centres de contrôle supérieurs du cerveau (au niveau du système nerveux central).

En voici un exemple «frappant»... En plein centre-ville, en tournant un coin de rue, vous entrez en collision avec Clint Eastwood qui, au lieu de vous engueuler, vous fait un large sourire. Les hommes peuvent imaginer le même scénario avec Bo Derek, cela devrait produire le même effet. Votre cœur se met à battre la chamade. Que s'est-il passé?

Des influx nerveux en provenance des récepteurs visuels (situés dans l'œil) ont voyagé jusqu'à l'aire de vision et de là, des influx moteurs se sont rendus jusqu'au centre excitateur à la base de votre cerveau. Ce dernier a alors agi sur le nœud sino-oculaire. Résultat : votre cœur s'est mis à battre vite sans que les récepteurs sensibles au CO₂ et à l'étirement ne soient en cause.

Bien entendu, d'autres stimuli peuvent provoquer le même effet. La peur, la joie, l'anxiété favorisent aussi l'accélération du rythme cardiaque. Mais quelle qu'en soit la raison, on ne contrôle pas la vitesse de ses battements cardiaques.

Exercice de synthèse

1. Identifiez trois organes de votre corps régis par le système nerveux autonome.

- a. _____
- b. _____
- c. _____

2. Complétez le texte qui suit en inscrivant dans les espaces soulignés le terme approprié volontairement omis par le rédacteur.

Dans le système parasympathique, les corps cellulaires des premiers neurones moteurs se situent dans la région _____ du cerveau et dans la région _____ de la moelle épinière. En ce qui concerne le système sympathique, les corps cellulaires des premiers neurones moteurs se trouvent dans les régions _____, _____ de la moelle épinière.

La synapse entre le premier et le deuxième neurone moteur du système sympathique se fait par la chaîne de _____ qui longe la moelle épinière; tandis que la synapse entre les deux neurones moteurs du système parasympathique se fait juste à proximité de l'_____.

Le neurotransmetteur du système sympathique est l'_____ et celui du système parasympathique est l'_____.

3. Identifiez les structures qui agissent comme effecteurs lors du processus de la respiration.

4. Identifiez les structures qui agissent comme effecteurs lors du processus de la régulation du rythme cardiaque.

5. Où se situe le centre de contrôle de la respiration?

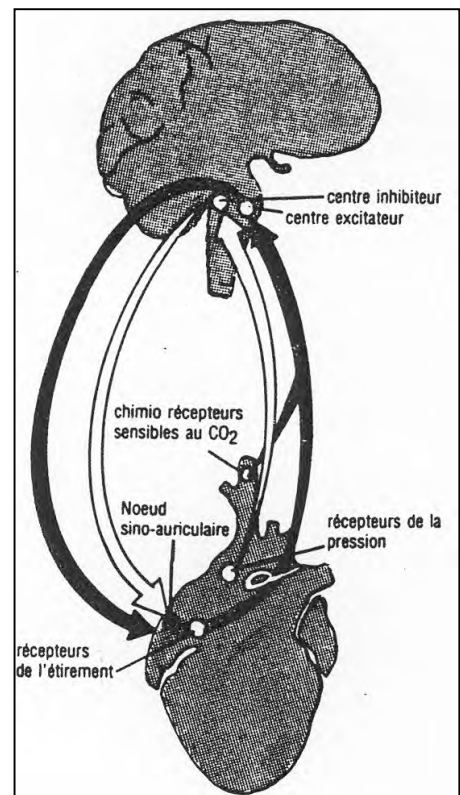
6. À quel stimulus les récepteurs responsables de la propagation de l'influx nerveux sensitif qui provoquera l'expiration sont-ils sensibles?

7. Expliquez pourquoi on ne peut pas retenir indéfiniment sa respiration.

8. Où se situe le centre de contrôle régularisant le rythme cardiaque?

9. En quoi le système nerveux autonome diffère-t-il du système nerveux somatique?

10. En vous aidant de la figure suivante, expliquez ce qui se passe, au niveau du système nerveux, lors du processus de la régulation cardiaque.



CHAPITRE 8

Expliquer les effets des drogues, de l'alcool et de certains métaux lourds sur le système nerveux.

8.1 Définir le terme «drogue».

Dans le jargon scientifique, le terme «**drogue**» est un terme très général. Il désigne en effet toute substance, autre que les aliments, qui est absorbée pour modifier la façon dont le corps ou l'esprit fonctionne.

Comme les drogues agissent sur le SNC, l'usage abusif d'une drogue provoque des perturbations physiques et mentales ainsi qu'un état de tolérance, de dépendance physique et psychologique¹.

Les sources des drogues sont variées : généralement, c'est le médecin qui prescrit une drogue, mais elle peut aussi provenir de plantes sauvages ou domestiques; elle est aussi fabriquée en laboratoire.

Au fil de la lecture du chapitre qui suit, il sera question :

- de **drogues psychotropes**, c'est-à-dire de toute substance qui agit sur le psychisme en modifiant le fonctionnement mental, entraînant des changements dans les perceptions, l'humeur, la conscience, le comportement;
- de leurs diverses fonctions psychologiques et organiques.

Autrement dit, des drogues qui influencent le comportement. Le terme **psychotrope** vient des mots grecs «*trope*» (qui agit, qui donne une direction) et «*psycho*» (esprit ou comportement)².


¹ et ² Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/>.



- 8.2 Distinguer les différents types de drogues.
- 8.3 Donner au moins deux exemples de chaque type de drogues.
- 8.4 Préciser les principaux effets de chaque type de drogues.




Il existe diverses façons de classer les drogues. Nous utiliserons, ici, une classification reliée aux types d'effets de la drogue sur le SNC. Ainsi, il est possible de regrouper les drogues en **trois types** : les perturbateurs, les stimulants et les déprimeurs. Consultez le tableau suivant afin d'en connaître les sous-types (produits) et les effets.




TABLEAU 8.1

MIEUX CONNAÎTRE
LES DROGUES

TYPE DE DROGUES	PRODUITS	Comment ça peut s'appeler	Les effets	Si on en consomme trop souvent	En cas de surdose
1. PSYCHOTROPE DE TYPE PERTURBATEUR OU HALLUCINOGENE	CANNABIS (dépendance psychologique) 	HASCHICH HUILE DE HASCHICH MARIJUANA	<ul style="list-style-type: none"> • Désorientation • Euphorie • Détente • Réduction de l'anxiété • Troubles de l'humeur • Distorsion des perceptions, perte du sens du temps • Accélération du pouls 	<ul style="list-style-type: none"> • Dommages à la gorge et aux poumons • Risques d'infections respiratoires • Difficulté de concentration • Passivité accrue 	<ul style="list-style-type: none"> • Confusion • Excitation • Anxiété • Paranoïa • Psychose

TYPE DE DROGUES	PRODUITS	Comment ça peut s'appeler	Les effets	Si on en consomme trop souvent	En cas de surdose
	HALLUCINOGENES 	LSD CHAMPIGNONS PCP (mescaline) KÉTAMINE	<ul style="list-style-type: none"> • Désorientation • Euphorie • Hallucinations • Humeur changeante • Déformation des perceptions (voit des sons, entend des couleurs) • Augmentation du rythme cardiaque • Faiblesse et frissons 	<ul style="list-style-type: none"> • Retours temporaires en dehors des moments de consommation (comeback, flashback) • Peurs incontrôlées (bad trip) • Maladies ou infections liées aux injections intraveineuses • Anxiété, dépression 	<ul style="list-style-type: none"> • Confusion, agitation • Délire • Accidents, suicide • Hypertension, fièvre • Convulsions, coma, troubles cardiaques et respiratoires, mort <p>N.B. – Les problèmes associés à une surdose sont plus graves avec le PCP</p>
2. PSYCHOTROPE DE TYPE STIMULANT	STIMULANTS MINEURS 	CAFÉINE NICOTINE	<ul style="list-style-type: none"> • Excitation et stimulation • Réduction de la fatigue • Perte de poids • Augmentation de l'éveil et de la force musculaire • Sensation de détente 	<ul style="list-style-type: none"> • Bronchites et emphysème possibles dans le cas d'un usage prolongé du tabac • Perturbation du sommeil (caféine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nausées, vomissements • Diarrhée • Fatigue • Anxiété • Confusion, difficulté de concentration
		AMPHÉTAMINES COCAÏNE MDMA (ECSTASY) MÉTHYLPHÉNIDATE (Ritalin)	<ul style="list-style-type: none"> • Excitation et stimulation • Réduction de la faim et de la fatigue • Augmentation de l'éveil et de la force musculaire • Sensation de puissance • Idées de grandeur, euphorie • Augmentation de la fréquence cardiaque, du rythme respiratoire et de l'appétit sexuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Comportement bizarre et violent, irritabilité • Panique, angoisse • Paranoïa, hallucinations, delirium • Perte d'appétit et de poids • Saignements de nez • Maladies ou infection liées aux injections intraveineuses 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés respiratoires • Hallucinations, paranoïa, délire • Fièvre, troubles cardiaques (infarctus) • Convulsions, coma, mort • Accident vasculaire cérébral (AVC)

TYPE DE DROGUES	PRODUITS	Comment ça peut s'appeler	Les effets	Si on en consomme trop souvent	En cas de surdose
3. PSYCHOTROPE DE TYPE DÉPRESSEUR OU SÉDATIF HYPROTISANT	ÉTHANOL 	ALCOOL	<ul style="list-style-type: none"> • Détente, euphorie • Diminution de la gêne • Impression de chaleur • Ralentissement des réflexes • Vision troublée • Étourdissements 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'appétit • Sérieux problèmes de santé (cirrhose du foie, ulcères, cancers) • Insomnie • Blackout • Dépression • Accoutumance : de plus en plus grandes quantités sont consommées afin d'en ressentir les effets 	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de coordination, ralentissement du pouls • Confusion, perte de conscience • Dépression respiratoire, coma, mort
	SOLVANTS ET COLLES 	AÉROSOL COLLE DÉCAPANT DISSOLVANT ESSENCE	<ul style="list-style-type: none"> • Euphorie, excitation • Étourdissements, ralentissement des réflexes • Vertiges, vision troublée • Hallucinations, delirium 	<ul style="list-style-type: none"> • Dommage au nez, à la gorge, aux reins, au foie • Fatigue, incohérence • Hostilité • Dépression 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de conscience • Dépression respiratoire • Convulsions, troubles cardiaques, mort
	TRANQUILLISANTS ET SOMNIFÈRES 	BENZODIAZÉPINES GHB (ecstasy liquide)	<ul style="list-style-type: none"> • Perte des inhibitions • Sensation de détente et de calme • Somnolence • Difficulté d'élocution • Mouvements involontaires des yeux • Euphorie 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de volonté • Panique en état de manque • Dysfonctionnement sexuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Sommeil profond • Amnésie • Nausées, vomissements • Problèmes de coordination • Excitation, délire • Stupeur • Dépression respiratoire • Mort (moins risquée avec le benzodiazépine, sauf en cas de mélange avec de l'alcool ou autres drogues)

TYPE DE DROGUES	PRODUITS	Comment ça peut s'appeler	Les effets	Si on en consomme trop souvent	En cas de surdose
	OPIACÉES 	CODÉINE HÉROÏNE MORPHINE OPIUM	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la douleur • Impression de chaleur • Sensation de bien-être et de relaxation • Perturbation de l'humeur • Retard de l'éjaculation 	<ul style="list-style-type: none"> • Apathie, manque d'énergie • Problèmes de santé • Maladies ou infections liées aux injections intraveineuses 	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de coordination • Perte de conscience • Dépression respiratoire • Troubles cardiaques • Coma, mort
		Dépendance psychologique : besoin de consommer une substance donnée de plus en plus souvent pour être mieux dans sa peau, se détendre, se calmer, se stimuler, se donner du courage pour surmonter ses problèmes, etc.		Dépendance physique : besoin physiologique créé par l'accoutumance du corps à l'action de la drogue, engendrant une difficulté de s'en passer et provoquant, en état de manque, des réactions physiques plus ou moins fortes.	

Source : <http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2004/04-831-01.pdf>.

1) Psychotropes de type perturbateur ou hallucinogène :

- a. Le cannabis;
- b. Les hallucinogènes.

Ces drogues agissent sur le SNC. Ils ont pour effet d'accélérer et de ralentir les processus normaux de l'organisme, d'altérer les perceptions, les émotions et l'ensemble des processus psychologiques et ont des effets déprimeurs ou stimulants, selon l'état du consommateur³.

- a. **Le cannabis**, aussi appelé chanvre indien, provient d'une plante (*Cannabis sativa*). Les formes sous lesquelles on le consomme sont : la marijuana, le haschisch et le THC. À l'objectif 8.10, nous élaborerons plus tard les effets du cannabis sur le système nerveux.

Figure 8.1 : Une feuille de cannabis (*Cannabis sativa*)



Source : <http://www.mgcl.fr/sante/articles/rsc/cannabis/cannabis.jpg>

³ Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/>.



Figure 8.2 : Diverses formes de cannabis

Source : <http://www.familienhandbuch.de/cms/Jugendforschung-Wey-Cannabis.jpg>

La **marijuana** provient des feuilles et des fleurs supérieures de la plante (*Cannabis sativa*). Sa couleur et sa texture sont variables. Le produit renferme souvent des tiges et des graines; de plus, son odeur est forte.

Le **haschisch**, quant à lui, est en fait la résine (sève) séchée de cette plante. Sa couleur et sa texture sont aussi variables. Il est cinq fois plus puissant que la marijuana et peut être fumé ou mangé sous forme d'une pâte. L'huile de haschisch est épaisse et de couleur noire verdâtre ou d'un brun rougeâtre. Elle est obtenue en distillant le haschisch au moyen d'un solvant organique.

L'**élément actif du cannabis est le THC** (tétrahydrocannabinol). Plus cet élément est concentré dans le produit et plus ses effets seront puissants et rapides. Il est très souvent fabriqué en laboratoire et le THC synthétique pur est presque impossible à trouver sur le marché noir, car il est coûteux à isoler. Il contient, de plus, les principes actifs responsables des effets hallucinogènes du cannabis.

Les **effets** de la consommation du cannabis varient en fonction de la personnalité et de l'état d'esprit dans lequel se trouve la personne qui le consomme. Ainsi, le consommateur peut ressentir des effets stimulants ou, à l'inverse, des effets déprimeurs (consultez le tableau pour les effets).

b. Le terme «**hallucinogène**» s'applique à toute drogue qui altère radicalement l'état mental, avec distorsion de la réalité et qui, à fortes doses, fait halluciner, c'est-à-dire qui font voir ou entendre des choses qui n'existent pas en réalité. Ces drogues, aussi appelées psychédéliques ou psychodysléptiques, ont une action puissante sur l'esprit. Les principaux hallucinogènes connus sont le LSD et la psilocybine⁴ (extraite du champignon magique).

Les images qui suivent vous indiquent les formes sous lesquelles on retrouve les principaux hallucinogènes (consultez le tableau des drogues pour connaître les effets).



Figure 8.3 : Les champignons magiques (*psilocybe mexicana*)

Source : www.sporeworks.com.

La psilocybine est le principal ingrédient actif du champignon *psilocybe mexicana*. La psilocine y est aussi présente en très petite quantité. Ces deux substances sont proches du LSD. Ces substances sont présentes dans plusieurs espèces de champignons de l'Amérique du Nord, de l'Europe, de l'Australie et du sud-est asiatique. Il est même possible de trouver certains champignons du Québec qui en contiennent.

⁴ Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/hallucinogenes.htm>.

Formes que peut prendre le LSD :



Figure 8.4

Source : <http://www.drugstv.com/images/lsd.ht1.jpg>.

L'acide lysergique diéthylamide (LSD) est un hallucinogène de synthèse, tiré de l'ergot de seigle, un champignon parasite extrêmement puissant et actif à très faible dose. Le LSD est devenu illégal dans les années 70; sa fabrication commerciale a pratiquement cessé. Les produits vendus sur la rue contiennent rarement du vrai LSD mais plutôt du PCP, un médicament vétérinaire hallucinogène assez toxique.



Figure 8.5 : Comprimés de PCP (phencyclidine)

Source : <http://members.optusnet.com.au/~apdfy/images/pcp.gif>

La kétamine :

La kétamine est un proche parent de la phencyclidine (PCP).



Figure 8.6 : Kétamine

Source : <http://www.drugrehabamerica.net/img/ketamine%20contour.JPG>



Figure 8.7 : Aspect de certaines drogues

Source : http://www.erowid.org/chemicals/mescaline/images/pill_dimensions1_mid.jpg.

La mescaline (champignon peyotl)

La mescaline (triméthoxyphénéthylamine) provient des boutons séchés d'un cactus appelé le peyotl; elle est aussi produite synthétiquement en laboratoire.



Figure 8.8 : Cactus peyotl

Source : <http://www.drugeducation.net/images/peyote1.gif>

Formes d'Ecstasy (MDMA) :



Figure 8.9 : Ecstasy

Source : <http://www.drugscope.org.uk/wip/7/PDFS/Ecstasy.jpg>.

L'ecstasy est une drogue de synthèse illégale. Les drogues de synthèse sont des composés explosifs contenant du MDMA, de l'adrénaline, des psychostimulants (amphétamines), des perturbateurs (PCP), des hallucinogènes (LSD), des stimulants (caféine), des anabolisants, des analgésiques et des substances inactives comme le sucre.

2) Psychotropes de type stimulant :

a. Les stimulants mineurs :

- la caféine;
- la nicotine.

b. Les stimulants majeurs :

- les amphétamines;
- la cocaïne;
- le MDMA;
- Le méthylphénidate.

Ces drogues ont comme caractéristique d'augmenter la vivacité d'esprit et l'endurance. Elles procurent une poussée d'énergie rapide et de courte durée. Elles stimulent la vigilance ou l'humeur. Elles créent une dépendance surtout psychologique. Le méthylphénidate est utilisé comme médicament⁵.

a. Les stimulants mineurs



Figure 8.10 : Des grains de café

Source : [www.sur-la-toile.com/ images/baies_cafe.jpg](http://www.sur-la-toile.com/images/baies_cafe.jpg).

La **caféine**, un alcaloïde, est une substance produite par des plantes. On la retrouve dans les grains de café, les feuilles de thé, la poudre de cacao, la noix de kola et les graines de guarana. Des produits comme les colas, les boissons énergisantes, du type «Red Bull», les pilules «Sleep-eeze», en contiennent aussi. Consultez le tableau 8.1 pour connaître ses effets.

⁵ Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/stimulants.htm>.



Figure 8.11 : La plante de la quelle provient la nicotine, *Nicotiana tabacum*

Source : www.luciolongo.it/.../nicotiana%20tabacum.htm



Figure 8.12 : Du tabac séché

Source : <http://www.healthscotland.com/drugs/gifs/aztobacco.jpg>.

La **nicotine**, un alcaloïde, se trouve dans les feuilles d'une plante, *Nicotiana tabacum*, de laquelle on obtient le tabac. Consultez le tableau 8.1 pour des détails supplémentaires. À l'objectif 8.8, nous verrons en détail, les effets des constituants nocifs du tabac.

b. Les stimulants majeurs

La **cocaïne** : à l'objectif 8.10, nous élaborerons en profondeur les effets de la cocaïne sur le système nerveux.

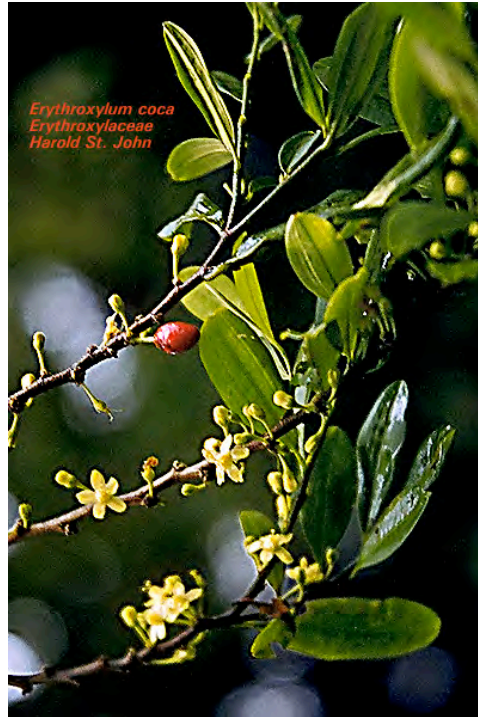


Figure 8.13 : La plante d'où est tirée la cocaïne : *Erythroxylum coca*

Source : <http://home.no.net/thallium/wishlist/Erythroxylum%20coca%202.jpg>.



Figure 8.14 : Les diverses formes de cocaïne : poudre, en roches et le crack

Source : <http://www.state.ia.us/government/dps/dne/Images/cocaine.jpg>.



Figure 8.15 : Les instruments pour la consommation de la cocaïne

Source : http://www.thamesvalley.police.uk/news_info/drugs/images/cocaine.jpg.

Les amphétamines :

Les **amphétamines** sont des drogues fabriquées en laboratoire. Les effets de ce type de drogue s'expliquent par l'augmentation de dopamine dans le cerveau. Elles ont longtemps été utilisées afin de combattre l'obésité. Malheureusement, plusieurs utilisateurs auront développé des dépendances et des perturbations émotionnelles avant qu'on constate qu'elles en étaient la cause.



Figure 8.16 : Les amphétamines

Source : <http://www.drugs.indiana.edu/graphics/photographs/methamp1.gif>.

Les **méthamphétamines** sont aussi des drogues fabriquées chimiquement. Il est toutefois très facile de se procurer les éléments pour en fabriquer : l'élément principal, comme la pseudoéphédine, peut s'acheter à la pharmacie. Les autres éléments nécessaires à la fabrication, comme l'ammoniac, le Drano, l'iode ou encore l'acide chlorhydrique se trouvent très facilement dans des magasins à rayons.



Figure 8.17 : Diverses formes de méthamphétamines

Source : www.cityofwaynesboro.org/tues-metheffects1.jpg

Le **méthylphénidate**, mieux connu sous le nom de «**Ritalin**», est un médicament utilisé pour traiter le TDAH (trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité motrice), généralement chez les enfants. Ce trouble s'explique par la présence insuffisante de dopamine au cerveau. Ce produit est en grande demande sur le marché noir. Certaines personnes qui désirent rester plus alertes, plus longtemps, comme les camionneurs et les étudiants peuvent en devenir d'avidés consommateurs.

3) Psychotropes de type déresseur ou sédatifs hypnotisants :

- a. L'alcool (éthanol)
- b. Les solvants et la colle (sédatifs hypnotiques-anesthésiques)
 - aérosol
 - colle
 - décapant
 - dissolvant
 - essence
- c. Les tranquillisants et les somnifères
 - benzodiazépines
 - gamma-hydroxybutyrate (GHB)
 - barbituriques (sédatifs hypnotiques)
 - ethchlorvynol
 - hydrate de chloral
 - méprobamate

d. Les opiacées : analgésiques narcotiques

- codéine
- héroïne
- méthadone
- morphine
- percodan
- opium
- hydromorphone

Ces drogues procurent une sensation de détente, en diminuant la gêne, en ralentissant les réflexes, en causant des étourdissements et en favorisant le sommeil. En somme, ils provoquent un ralentissement des fonctions organiques⁶.

Consultez le tableau «Mieux connaître les drogues» afin de savoir les effets des dépresseurs.

L'alcool (éthanol ou alcool éthylique) contenu dans les boissons alcoolisées provient de la fermentation de fruits ou de céréales. À l'objectif 8.6, nous regarderons de plus près les effets de l'alcool sur le système nerveux.



Figure 8.18 : L'alcool

Source : <http://www.alcohol-drugs.co.uk/files/images/BarStock.jpg>

⁶ Tiré de : <http://www.etape.gc.ca/droques/depresseurs.htm>.

Les **solvants** ou les **colles** sont des drogues qui sont facilement disponibles et elles sont consommées en les inhalant.



Figure 8.19 : Diverses formes de colles et de solvants

Tiré de : www.drugscope.org.uk/wip/24/images/solvents.jpg

c. Les tranquillisants et les somnifères :

Cette classe de dépresseurs est utilisée pour traiter l'anxiété et les troubles du sommeil.



Figure 8.20 : Différentes formes de benzodiazépines

Source : www.stopdrugs.org

La gamma-hydroxybutyrate (GHB) ou drogue du viol :

Cette drogue se dissout facilement dans une consommation ne laissant aucun goût ni senteur. Elle a un effet semblable à l'effet de l'alcool mais sans la «gueule de bois»⁷. Elle est aussi très recherchée par certains culturistes, car elle accroît la libération de l'hormone de croissance (GH).

⁷ Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/ghb.htm>.

Le **rohypnol** (une autre drogue du viol) est une benzodiazépine, illégale au Canada, qui est utilisée dans d'autres pays pour traiter l'anxiété et l'insomnie. Combiné à de l'alcool, le rohypnol cause des périodes d'amnésie totale, d'où l'intérêt pour les abuseurs sexuels.



Figure 8.21 : Le GHB : les diverses formes

Source : <http://www.drogy.web3.cz/ghb.jpg>.



Figure 8.22

Source : www.dedrogas.com/2005/11/09/fotos-de-rohypnol.

d. Les opiacées : analgésiques narcotiques

Les **opiacées** proviennent de cette plante : *Papaver somniferus*. C'est de la substance laiteuse qui exsude de la capsule de cette plante que proviennent l'opium, la codéine et la morphine.



Figure 8.23 : La plante d'opium : *papaver somniferus*

Source : <http://waynesword.palomar.edu/images/opium5b.jpg>.



Figure 8.24 : Opium brut

Source : www.interieur.gouv.fr/.../opium-brut-OPIACES.jpg.

La **codéine** est un alcaloïde de l'opium dont on fait usage en médecine comme analgésique et surtout comme antitussif.

La **morphine** est aussi un alcaloïde de l'opium utilisé en médecine. C'est un analgésique utilisé : aux soins postopératoires, palliatifs et pour des patients sidéens en phase terminale.



Figure 8.25 : La codéine sous diverses formes

Source : http://www.ohsinc.com/Codeine_in_various_forms.jpg.

L'**héroïne** est une drogue obtenue à partir de la morphine. Cette dernière est «coupée» avec divers produits aussi variés que le lactose, la strychnine, l'amidon, la quinine et le bicarbonate de sodium. Les diverses étapes par lesquelles passera la morphine détermineront la couleur et la pureté de l'héroïne.



Figure 8.26 : Différentes formes d'héroïne

Source : <http://www.stopdrugs.org/images/heroin.jpg>.

8.5 Expliquer les deux types de perturbations causées par les drogues psychotropes.

Les drogues psychotropes modifient l'efficacité et la sensibilité des neurones, deux caractéristiques essentielles aux cellules nerveuses pour transmettre adéquatement jusqu'au cerveau l'information reçue par les sens.

8.6 Décrire les effets de l'alcool sur le système nerveux.

8.7 Expliquer les variations, d'un individu à l'autre, des effets de l'alcool sur le système nerveux.

Parmi les fléaux dont souffre l'humanité, l'alcoolisme est certainement, avec le cancer, celui qui exerce le plus de ravages sur notre continent. Autant l'alcool peut procurer plaisir et détente lorsqu'on le consomme à dose modérée, autant il peut coûter cher en conséquences sociales, économiques et sanitaires lorsqu'on en prend en trop grande quantité. D'ailleurs, toute personne qui consomme régulièrement du cidre, du vin ou de la bière, peut être candidate à l'alcoolisme.

L'**éthanol** est l'élément actif qui se retrouve dans toutes les boissons alcoolisées. C'est la drogue psychotrope la plus largement consommée; jeunes ou vieux, riches ou pauvres, hommes ou femmes, tous y ont facilement accès.

L'alcool, on se souvient, est un **dépresseur** du système nerveux central. On le qualifie quelquefois de «drogue invisible», car c'est une drogue qui est acceptée par la société et que tout le monde peut consommer.

Qu'est-ce que signifie une drogue à effet dépresseur? L'alcool est un dépresseur du système nerveux central parce qu'il **agit sur la membrane cellulaire des neurones qui le constituent**. Faisons un retour en arrière. Les neurones sont, en temps normal, plus positifs à l'extérieur de la membrane cellulaire qu'à l'intérieur de celle-ci. La pompe à sodium-potassium est responsable de cet état de chose. Elle retourne continuellement les ions sodium (ions chargés positivement) à l'extérieur, de sorte que le milieu interne de la cellule nerveuse est négatif par rapport au milieu externe (voir fig 8.27); c'est ce qui crée ce qu'on appelle le potentiel de la membrane.

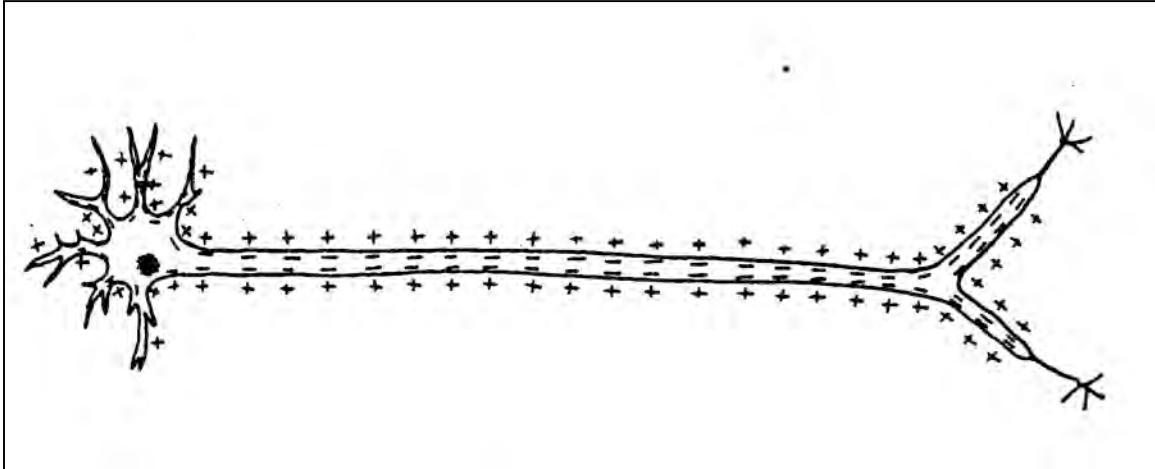


Figure 8.27 : Représentation schématique d'un neurone

Pour que la propagation de l'influx nerveux soit possible, il doit y avoir dépolarisation de la membrane cellulaire. C'est-à-dire, qu'en un point, l'extérieur de la cellule devient négatif et l'intérieur, positif. En d'autres mots, la perméabilité de la membrane cellulaire face au sodium doit augmenter pour permettre l'entrée de cet ion positif à l'intérieur de la cellule nerveuse et provoquer ainsi une dépolarisation.

L'alcool influence la **perméabilité** de la membrane cellulaire des neurones. En effet, il se lie aux différents types de récepteurs favorisant ainsi l'entrée plus massive d'ions chlore (Cl⁻). Ainsi, la dépolarisation de la membrane se trouve ralentie et, du même coup, cause la décélération de la propagation de l'influx nerveux. Ce ralentissement explique l'effet sédatif de l'alcool. Plus la concentration d'alcool dans le sang est grande, plus le système nerveux central est touché. Si l'influx nerveux se propage plus lentement, les réflexes seront donc ralentis, les émotions, perturbées et les sens, altérés.

L'alcool atteint plus spécifiquement le **tronc cérébral et l'encéphale**. Il est responsable, entre autres, de l'état d'éveil d'un individu, du contrôle de sa respiration et du contrôle de sa tension artérielle.

L'alcool ralentit (déprime) la propagation de l'influx nerveux au niveau du tronc cérébral et de l'encéphale, d'où le nom «d'agent déprimeur».

Examinons un peu les différents méfaits sur l'organisme humain d'une consommation abusive d'alcool.

À la longue, l'alcool peut causer certains dommages au cerveau. On est encore mal renseigné sur ces dommages, mais il semble que la consommation abusive d'alcool prédispose à certaines maladies du système nerveux comme les syndromes de Wernicke ou de Korsakoff (encéphalopathies alcooliques). Ces maladies se caractérisent **par une perte de mémoire, une incoordination des membres et une paralysie quasi complète des muscles oculaires**.

L'abus d'alcool peut aussi causer la **polynévrite**, maladie attribuable à une carence en vitamine B. Cette maladie du système nerveux s'attaque surtout aux nerfs des jambes, les rendant ainsi insensibles.

Des abus chroniques d'alcool engendrent aussi la **dégénérescence** (la mort) et l'**atrophie** (diminution du volume et du poids) de certaines zones du cerveau. Il semblerait que les alcooliques soient, par exemple, plus prédisposés aux crises d'épilepsie que les individus qui ne consomment de l'alcool qu'occasionnellement.

Bien entendu, l'alcool ne s'attaque pas seulement au système nerveux. Tous les organes du corps humain sont susceptibles d'être atteints par cette «liqueur des dieux»...

Regardons maintenant les raisons qui expliquent la variation de l'effet de l'alcool entre les individus. Naturellement, **la concentration d'alcool suffisante pour provoquer un ralentissement du système nerveux central varie d'un individu à l'autre**. Les «gros buveurs» ont développé une grande tolérance face à l'alcool. Ils peuvent donc en consommer en grande quantité avant d'en ressentir les effets. Chez ces individus, il semble que le foie métabolise beaucoup plus rapidement l'alcool consommé que chez les autres individus. D'autre part, le cerveau s'habituerait à la présence d'alcool chez ce type d'individus. Le **poids et le sexe** de la personne sont aussi des facteurs influençant la variation des effets de l'alcool chez un individu.

L'alcool a la possibilité de pénétrer dans les tissus de l'organisme mais **pas** dans les **tissus graisseux**. Ainsi, plus une personne possède de tissus adipeux (graisse), plus la concentration d'alcool, dans ses autres tissus, sera élevée. En revanche, quand la personne est très mince (peu de tissus adipeux), l'alcool se propagera dans presque tous les tissus de son corps. Donc, à poids égal, la personne grasse devrait ressentir beaucoup plus les effets de l'alcool que la personne mince. Chez la femme, la proportion des tissus graisseux est plus grande que chez l'homme : c'est ce qui explique qu'une même quantité d'alcool a plus d'effet sur elle.

Jetez un coup d'œil au schéma suivant :

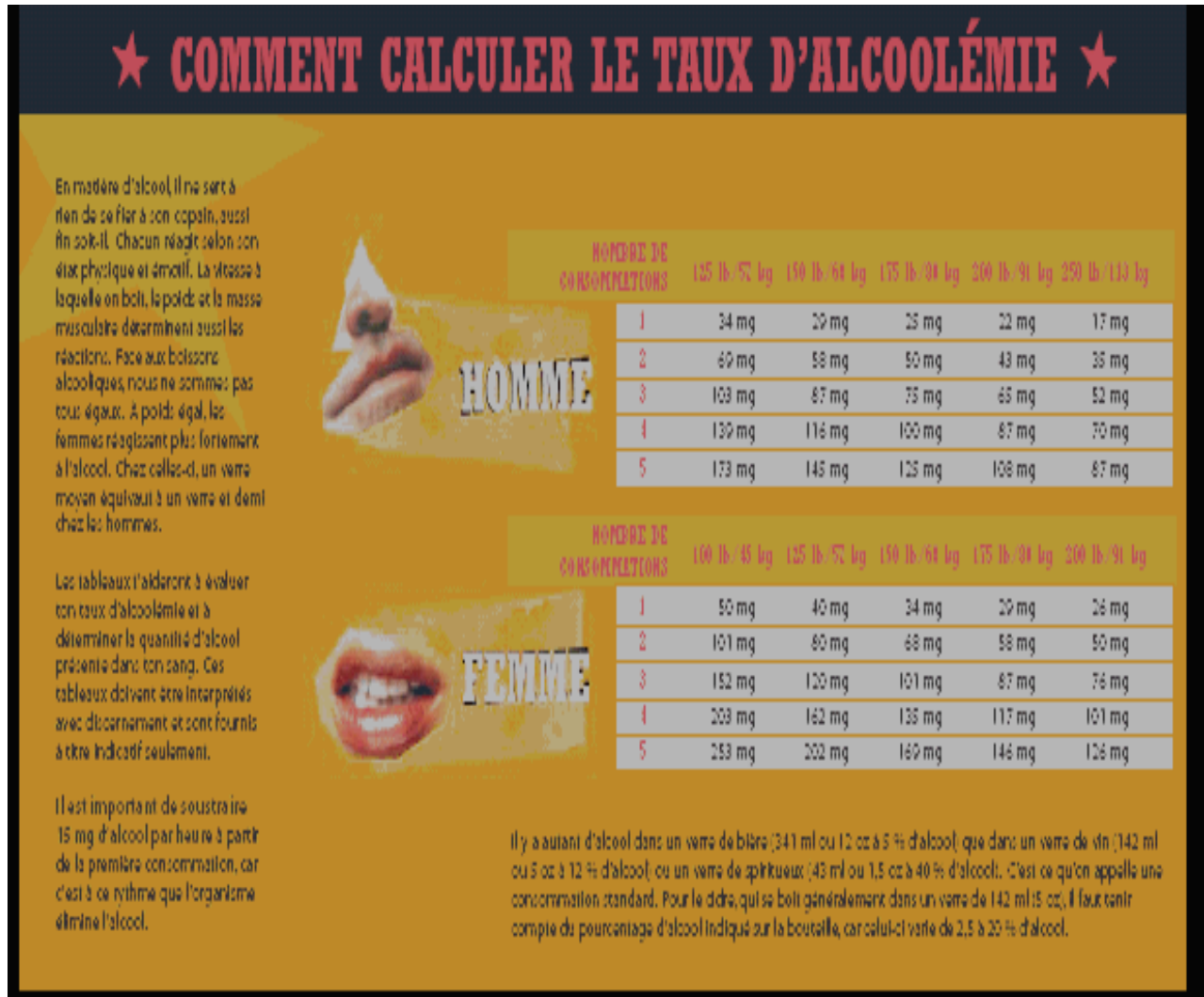


Figure 8.28 : Calcul du taux d'alcool

Source : http://www.educalcool.qc.ca/cgi/upimages/EducFiles/calage_fr1.pdf.

La **vitesse de consommation** de l'alcool influence aussi les effets provoqués par ce dernier. Lorsque l'intervalle entre les consommations est long, le corps a le temps de commencer à métaboliser l'alcool. Par contre, lorsqu' on «cale» verre sur verre, la concentration d'alcool devient dangereusement élevée pouvant même causer la mort. Consultez le tableau suivant afin de constater les divers états reliés aux taux d'alcoolémie (quantité d'alcool dans le sang : nombre de milligrammes d'alcool par 100 ml de sang).

Plusieurs conséquences peuvent survenir lorsqu'une personne atteint un taux d'alcool dans le sang de plus de 200 mg par 100 ml de sang (.20).

ALCOOLÉMIE mg/100 ml de sang	ÉTAT APPARENT	EFFETS
De 0 à 50 (0 à .05)	Sobriété : comportement normal	<ul style="list-style-type: none"> - Peu ou pas d'influence significative - Diminution possible de l'anxiété et des inhibitions
De 50 à 100 (.05 à .10)	Légère euphorie : intoxication faible	<ul style="list-style-type: none"> - Euphorie (sensation de bien-être et de satisfaction) - Perte d'inhibition - Volubilité et exubérance - Diminution progressive de l'attention, de la concentration et du jugement - Atteinte psychomotrice possible
De 100 à 200 (.10 à .20)	Ébriété : intoxication moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution progressive de la mémoire et de la compréhension - Affaiblissement des capacités d'attention et du jugement - Atteinte progressive de la vision - Pâleur ou rougeur du visage - Élocution difficile - Instabilité émotionnelle - Augmentation du temps de réaction - Réflexes plus lents - Mauvaise coordination des mouvements
De 200 à 300 (.20 à .30)	Ivresse avancée : intoxication grave	<ul style="list-style-type: none"> - Bredouillement - Propos incohérents - Confusion mentale - Désorientation - Dépression sensorielle marquée - Altération de la perception des couleurs, des formes, des mouvements et des dimensions - Insensibilité à la douleur - Nausées, vomissements - Apathie, somnolence - Éclats émotionnels - Cécité temporaire ou « black-out » - Mauvaise coordination marquée des mouvements
ATTENTION ! ZONE À RISQUE		
De 300 à 400 (.30 à .40)	Stupeur : intoxication très grave	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution importante de la réponse aux stimulations - Abrutissement accompagné d'engourdissement (perte de la sensibilité et ralentissement des activités mentales) - Mauvaise coordination très marquée des mouvements - Sommeil profond - Transpiration excessive - Hypothermie (baisse de température) - Incontinence urinaire - Risque d'aspiration des vomissements
ATTENTION ! ASSISTANCE MÉDICALE REQUISE 911		
De 400 à 500 (.40 à .50)	Coma ou mort	<ul style="list-style-type: none"> - Anesthésie - Inconscience - Absence de réflexes - Perte de maîtrise des muscles du rectum - Dépression respiratoire marquée - Coma ou mort par arrêt respiratoire

Source : Ben Amar, Champagne, Vallée, Cyr, Léonard et Charbonneau, *Les Psychotropes : pharmacologie et toxicomanie*, Les Presses de l'Université de Montréal, 2002 dans Ministère de la Santé et des Services sociaux, *Les dangers du calage*, 2003.

Figure 8.29 : Effets de l'alcool

Source : http://www.educalcool.qc.ca/cgi/upimages/EducFiles/calage_fr1.pdf.

L'effet de l'alcool varie aussi suivant la **présence ou l'absence** d'aliments dans l'estomac. Finalement, l'effet de l'alcool dépend aussi de **certains facteurs psychologiques**. L'alcool agira ainsi différemment selon les circonstances où il sera consommé ou selon l'état d'esprit de celui qui en boira.

L'alcool n'est pas la seule drogue psychotrope qui soit un déresseur de l'activité du système nerveux central. Tous les hypnotiques, les barbituriques, les tranquillisants et les analgésiques narcotiques (héroïne, morphine) en sont également. Leur mode d'action se rapproche de celui de l'alcool. Il est très dangereux de mélanger ces drogues parce que leurs effets déresseurs s'additionnent.

8.8 Décrire les effets des constituants nocifs du tabac sur le système nerveux.

L'élément actif du tabac est la **nicotine**, une substance chimique très puissante et extrêmement toxique. Il suffirait d'en déposer deux ou trois gouttes sur la langue d'un individu pour le tuer instantanément!

Le tabac servant à la fabrication des cigarettes provient d'une plante nommée «*Nicotiana tabacum*». C'est en faisant sécher les feuilles de cette plante et en les hachant qu'on obtient le tabac à fumer ou à priser.

Voyons comment la nicotine agit sur les activités du système nerveux.

Une cigarette normale contient de 15 à 20 mg de nicotine. Cependant, la quantité de nicotine qui atteint effectivement l'organisme est beaucoup moindre (environ 1 mg). La **quantité réelle de nicotine** qui entre dans la circulation sanguine et qui, de là, atteint tous les organes de notre corps, **varie selon le type de cigarettes** (à bout filtre ou non), les caractéristiques du filtre, la profondeur et la fréquence des inhalations.

La nicotine fait du tabac une drogue psychotrope du type stimulant, tout comme la cocaïne et la caféine. La **nicotine** est donc un **stimulant** de l'activité du système nerveux central.

Même si le tabac est reconnu pour procurer la détente de l'organisme, c'est tout le contraire qui se passe. La nicotine active (stimule) les fonctions nerveuses. Ce processus se fait de plusieurs façons.

Rafraîchissons-nous un peu les idées au sujet des neurotransmetteurs et de la transmission de l'influx nerveux. L'influx nerveux se propage d'un neurone à l'autre grâce à des **neurotransmetteurs** qui sont déversés dans la **fente** synaptique. Le neurone qui apporte l'information vers la synapse est dit **neurone présynaptique** et celui qui éloigne cette information de la synapse est dit **postsynaptique**.

Les neurotransmetteurs peuvent **activer**, à différents degrés, **ou inhiber** (empêcher) le **passage de l'influx nerveux**. C'est grâce à eux que l'influx nerveux se rendra ou non au cerveau. Les neurotransmetteurs se combinent aux récepteurs du neurone postsynaptique et provoquent la dépolarisation de ce neurone. Qui dit dépolarisation, dit propagation de l'influx nerveux. C'est de cette façon que le message reçu peut se rendre aux centres d'activités supérieurs (voir fig. 8.30).

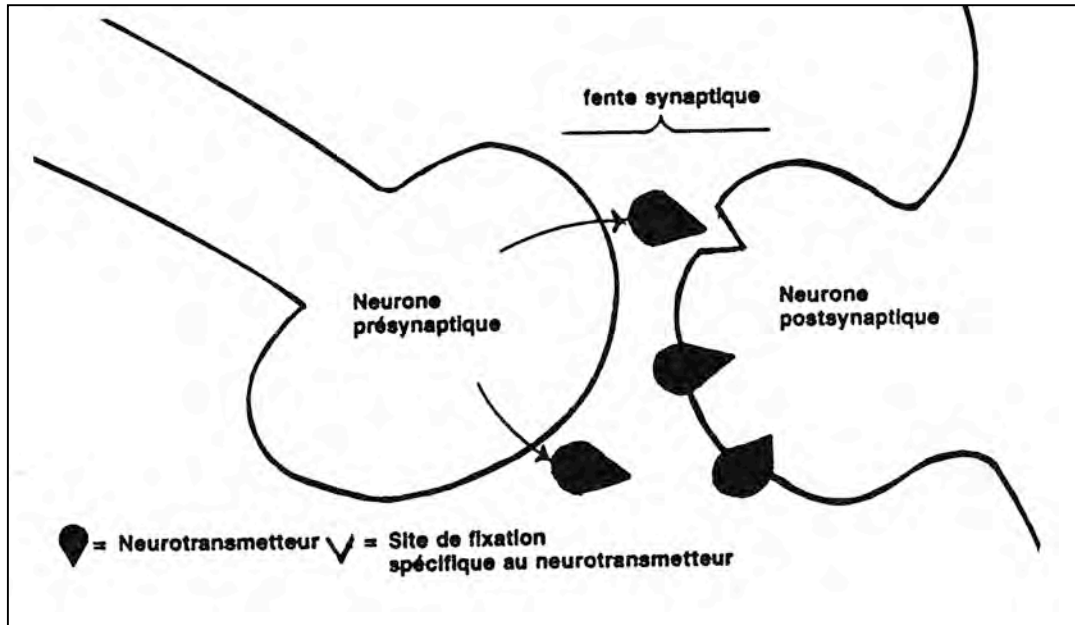


Figure 8.30 : Représentation schématique de la dépolarisation du neurone postsynaptique par les neurotransmetteurs

L'**acétylcholine** est un neurotransmetteur qui favorise la contraction de tous les **muscles du corps**. La nicotine a une structure chimique presque identique à celle de l'acétylcholine. En termes scientifiques, on dit que ces deux substances sont des **compétiteurs**.

La ressemblance entre ces deux produits est telle que les récepteurs postsynaptiques ne font pas la différence et acceptent les ordres en provenance de la nicotine tout aussi bien que ceux à l'origine de l'acétylcholine. Cependant, la nicotine ne permet pas la contraction des muscles.

En temps normal, après l'activation du récepteur, le neurotransmetteur est désactivé par une **enzyme**. Les enzymes sont des substances qui accélèrent les réactions chimiques sans rien changer à la nature des produits finaux. Le problème est qu'en présence de nicotine, les enzymes ne peuvent désactiver le complexe récepteur-neurotransmetteur. La nicotine reste donc au site du récepteur et ne bouge plus, empêchant ainsi l'acétylcholine d'atteindre ce site; du même coup, elle entrave le passage de l'influx nerveux (voir fig. 8.31).

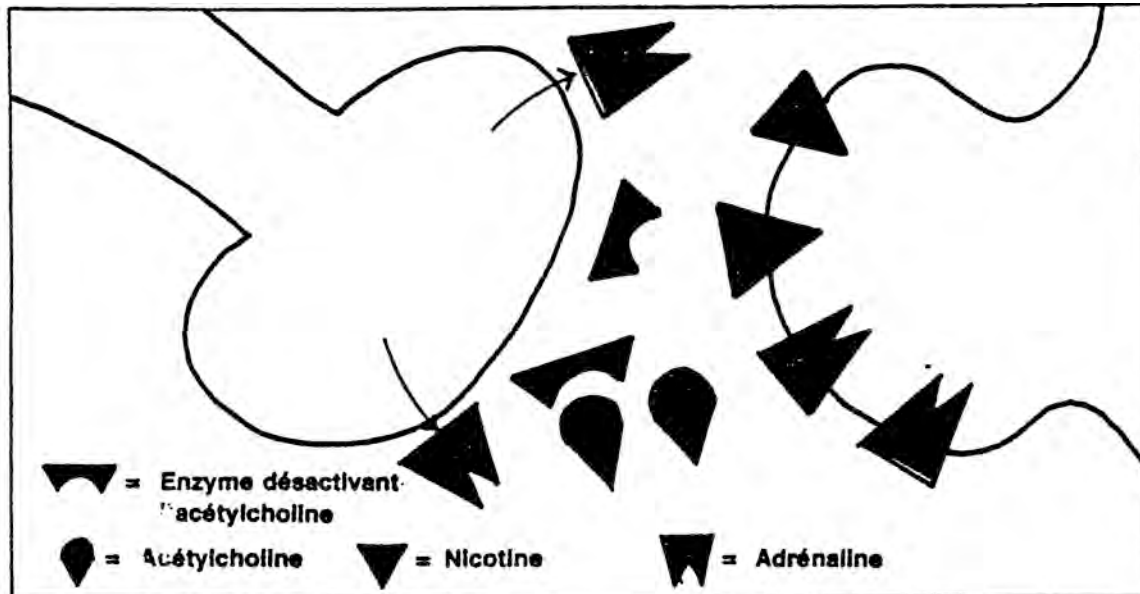


Figure 8.31 : Représentation schématique de l'action d'un neurotransmetteur compétiteur sur lequel l'enzyme de désactivation n'a pas d'effet

D'autre part, la nicotine permet le déversement de l'**adrénaline**, un autre neurotransmetteur, qui se trouve à être un puissant **stimulant**. Cette arrivée d'adrénaline provoque une augmentation de la vitesse des battements cardiaques et une augmentation de la pression sanguine. L'adrénaline provoque aussi un besoin plus grand en oxygène ce qui se traduit par une augmentation du taux de la respiration. La nicotine favorise aussi la coagulation du sang; la circulation sanguine s'en trouve automatiquement déficiente.

La nicotine a donc des effets «contradictoires» puisqu'en bloquant les récepteurs spécifiques à l'acétylcholine, les muscles de la cage thoracique sont moins aptes à se contracter pour favoriser la respiration. En même temps, elle permet la sortie de l'adrénaline qui, elle, commande une accélération de la respiration.

L'usage du tabac, chez un grand fumeur, entraîne, à la longue, des troubles respiratoires. Le fumeur devient un **tousseur** : la toux se manifeste d'abord le matin, puis devient plus fréquente dans la journée allant jusqu'à provoquer l'insomnie. La bronchite chronique s'installe et devient évolutive sans qu'aucun traitement ni drogue n'apporte d'amélioration.

La nicotine agit donc comme suit :

- Elle entre en compétition avec l'acétylcholine au niveau du site du récepteur.
- Elle bloque les sites des récepteurs spécifiques à l'acétylcholine.
Ce neurotransmetteur ne peut plus s'y fixer.
- Elle cause la sécrétion de l'adrénaline.

Évidemment, la nicotine n'est pas le seul élément dommageable contenu dans le tabac. La fumée de cigarette contient près de 4000 produits chimiques dont 50 sont cancérogènes. Regardons de plus près les effets du **monoxyde de carbone** (CO) et du **goudron**, deux sous-produits toxiques de la combustion du tabac, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas présents comme tel dans le tabac. Consultez l'illustration ci-dessous afin de connaître d'autres produits toxiques contenus dans la cigarette.

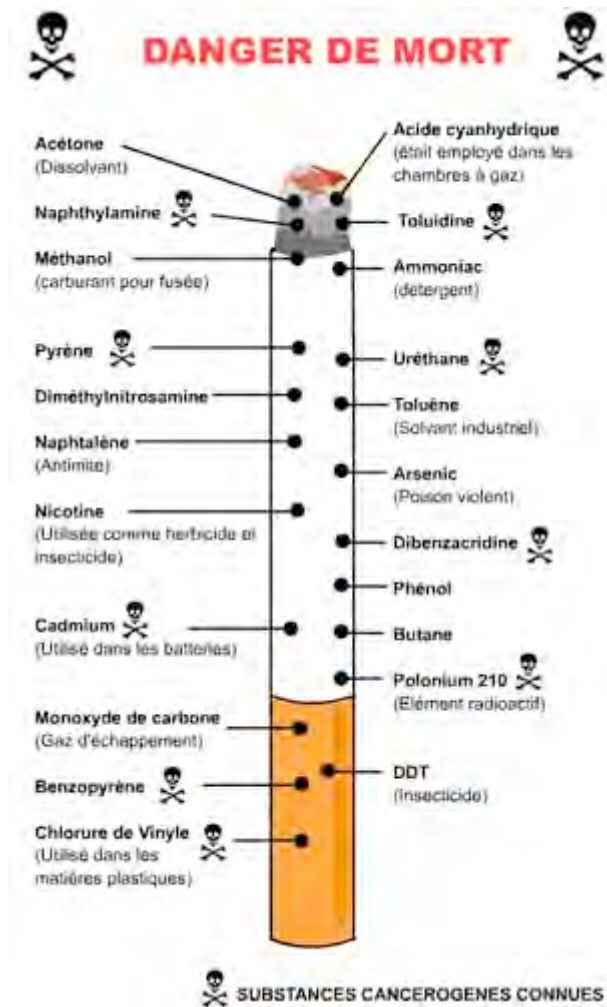


Figure 8.32 : Les produits toxiques de la cigarette

Source : http://coaching.epfl.ch/php/img/cigarette_danger.jpg.

Le **monoxyde de carbone** (CO) est un produit gazeux qui provient de la **combustion incomplète** du tabac. C'est la même substance qui sort du tuyau d'échappement des voitures et qui cause l'asphyxie! Une petite partie seulement du CO produit par les cigarettes se retrouve dans les poumons du fumeur, le reste s'envole en fumée et ce sont les personnes autour du fumeur qui le respirent.

Le **monoxyde de carbone** (CO) a une très grande affinité pour l'hémoglobine de notre sang. Il entre donc en compétition avec l'oxygène dont nos cellules ont besoin. On se souvient que l'hémoglobine a pour rôle de transporter l'oxygène à toutes les cellules du corps.

Chez les fumeurs, plusieurs molécules d'hémoglobine sont liées à du monoxyde de carbone. Ce dernier prend ainsi la place de l'oxygène, mais il n'en possède malheureusement pas les mêmes propriétés. C'est pourquoi les «gros fumeurs» cherchent continuellement leur souffle même après un exercice aussi peu exigeant que de monter un escalier : ils manquent d'oxygène!

Le **goudron** est une matière particulière en suspension dans la fumée de cigarette. Il s'accumule dans les poumons à raison de 250 g par année chez les fumeurs moyens (un paquet par jour). Il se dépose le long des voies respiratoires où il empêche les cils vibratiles de faire remonter, vers le pharynx, les impuretés afin qu'elles soient expectorées. À la longue, il vient bloquer l'extrémité des bronchioles, ce qui rend impossible les échanges gazeux dans les régions ainsi bouchées, menant irréversiblement vers l'emphysème pulmonaire. De plus, il favorise les troubles respiratoires, la constriction (diminution en diamètre) des vaisseaux sanguins et les ulcères d'estomac. De ce fait, il est sûrement responsable de certains cancers des poumons, de la bouche et de la gorge.

Plusieurs autres problèmes de santé sont aussi associés au fait de fumer : abaissement du niveau de vitamine C dans l'organisme, réduction de l'efficacité du système immunitaire, nombreuses maladies cardiaques et respiratoires chroniques (bronchite, emphysème, etc.).

De plus, le tabagisme entraîne une dépendance physique et psychologique quand l'usage quotidien dépasse dix cigarettes. Les personnes qui arrêtent de fumer arrivent habituellement à retrouver, après quelques années, le même état de santé que les non-fumeurs; malheureusement, certains dommages sont irréversibles.

Le bilan des méfaits du tabagisme ne s'arrête pas aux seules statistiques médicales. Le tabac tue sur les routes en raison des erreurs d'inattention qu'entraîne l'acte de fumer. Un conducteur peut-il, en effet, rester maître de son véhicule lorsque des cendres brûlantes tombent sur ses vêtements?

La cigarette provoque aussi des incendies, surtout les mégots jetés par la portière de la voiture en bordure des forêts. Combien de personnes sont-elles mortes aussi à cause d'un mégot qui a mis le feu à un matelas?

Le tabac est aussi responsable de troubles dont le fumeur ne connaît pas toujours l'origine : ainsi, le tabac altère le goût, donne la mauvaise haleine, modifie l'aspect des dents et de la peau des doigts, diminue l'activité sexuelle de l'homme...

Il est également prouvé que l'usage du tabac pendant la grossesse augmente le risque de fausses couches, de naissances prématurées, de complications à la naissance et de naissance de bébés ayant un faible poids et un développement retardé.

8.9 Décrire les effets du cannabis et de la cocaïne sur le système nerveux.

Comme nous l'avons déjà vu, le **cannabis et ses dérivés** forment une catégorie à part dans la classification des drogues psychotropes. La plupart des auteurs les classent cependant parmi les **hallucinogènes**.

On sait déjà que l'élément actif du cannabis est le **THC** (tétrahydrocannabinol). La marijuana en contient très peu (de 0,5 à 3%), le haschisch un peu plus (de 5 à 10%) et la résine encore plus (de 15 à 30%). Naturellement, plus le THC est concentré dans le produit utilisé, plus les effets seront marqués.

Le THC, comme tous les hallucinogènes, est un **perturbateur de l'activité du système nerveux central**. Cependant, pour ressentir des effets hallucinogènes, il faut consommer des dérivés du cannabis contenant de fortes concentrations de THC. Autrement dit, la marijuana ne peut être considérée comme un hallucinogène; on doit évidemment consommer une grande quantité de haschisch pour halluciner.

Plusieurs scientifiques s'entendent pour dire qu'à fortes doses, le **THC agit de la même façon que le LSD**. Il **perturbe la synthèse de neurotransmetteurs** essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Le LSD bloque l'activité de la sérotonine ainsi que la propagation de l'influx nerveux.

Ainsi, le sujet peut montrer un comportement maniacodépressif (l'euphorie suivie de la déprime) et sa perception de l'environnement peut être passablement modifiée. Les neurotransmetteurs en cause seraient aussi la **sérotonine** et la **noradrénaline**. Cependant, certains chercheurs émettent l'idée que la **dopamine** (un autre neurotransmetteur) pourrait aussi expliquer ces effets.

Un des plus graves problèmes avec le THC, c'est que l'organisme **élimine très lentement**. C'est le foie qui se charge de métaboliser (décomposer) le THC. En métabolisant le THC, le foie transforme ce dernier en une très grande quantité de sous-produits. On nomme ces sous-produits des métabolites. Chose curieuse, certains de ces métabolites sont encore plus puissants que le THC lui-même!

L'élimination du THC et de ses métabolites peut prendre jusqu'à trente jours. Après une semaine, entre 25% et 30% du THC et de ses métabolites est encore présent dans l'organisme. La plus grande partie du THC est emmagasinée dans les tissus gras du corps. Le cerveau humain possède une bonne proportion de ce type de tissus.

La **cocaïne** est classée parmi les drogues stimulantes du système nerveux central. Ses **effets** sont **analogues** à ceux d'un neurotransmetteur, l'**adrénaline**, qui se trouve de façon naturelle dans l'organisme humain.

La **cocaïne** possède, à peu de choses près, les mêmes propriétés que les **amphétamines** (speeds), sauf qu'en plus, elle a un pouvoir anesthésique local très puissant. Autrefois, on se servait, lors d'interventions médicales mineures, de cocaïne pour empêcher le patient de souffrir. Aujourd'hui, on ne l'utilise plus, car on a synthétisé d'autres produits qui ont les mêmes effets anesthésiants, mais qui ne procurent aucun effet stimulant au système nerveux central.

La **cocaïne** agit sur la **membrane cellulaire des neurones présynaptiques**.

Normalement, afin de permettre la propagation de l'influx nerveux, la présence de neurotransmetteurs est essentielle. Ces neurotransmetteurs sont synthétisés grâce à des enzymes spécialisées à partir du matériel endogène présent dans la cellule nerveuse. Ils sont par la suite emmagasinés dans les vésicules des neurones présynaptiques et, quand le besoin s'en fait sentir, ils sont libérés dans la fente synaptique et se fixent à des sites qui leur sont spécifiques. Ils provoquent alors la dépolarisation de la cellule nerveuse suivante; c'est ainsi que l'influx nerveux se propage.

Par la suite, le neurotransmetteur peut être désactivé par d'autres types d'enzymes et remis en réserve dans les vésicules présynaptiques. Par contre, certains neurotransmetteurs ne sont pas désactivés. Ils sont plutôt relâchés dans la fente synaptique et le neurone présynaptique se charge de les réintégrer dans ses vésicules et ce, sans désactivation. C'est ce qui se passe avec le neurotransmetteur noradrénaline (voir fig. 8.33).

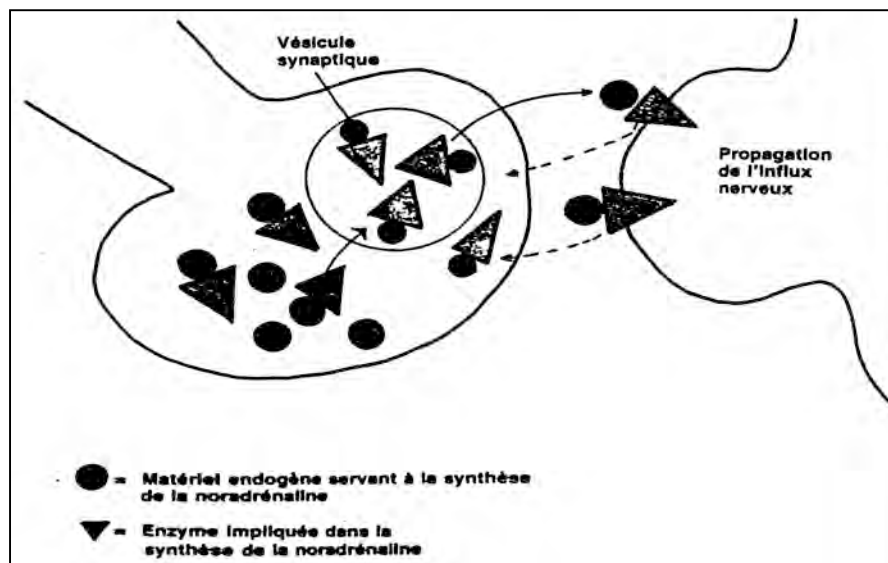


Figure 8.33 : Représentation schématique de la production et de la libération de la noradrénaline.

La **cocaïne** agit de deux façons pour stimuler le système nerveux central. D'une part, **elle permet une surproduction de noradrénaline** qui est relâchée dans les fentes synaptiques, d'autre part, elle **empêche le neurone présynaptique de reprendre la noradrénaline**. Ainsi, ce neurotransmetteur reste dans la fente synaptique et réactive continuellement le neurone postsynaptique (voir fig. 8.34).

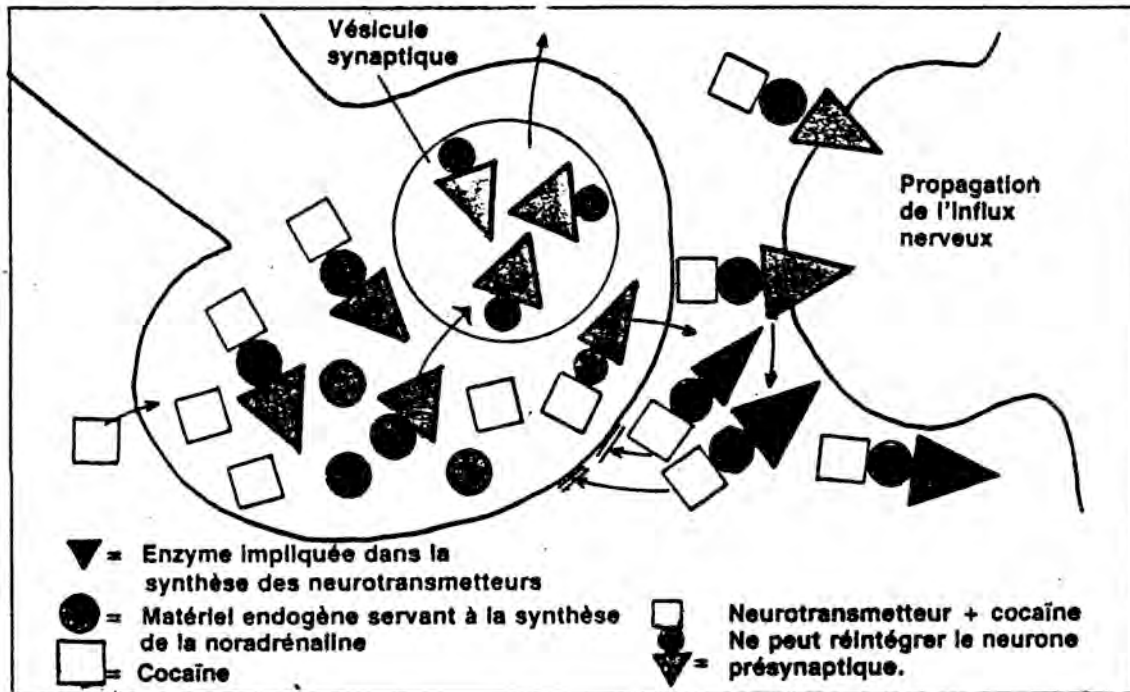


Figure 8.34 : Représentation schématique de l'action de la cocaïne sur la synthèse de la noradrénaline; le neurone postsynaptique est continuellement stimulé

Naturellement, les **effets** provoqués par la cocaïne **varient** selon la **dose**, l'**accoutumance** de l'utilisateur, les **circonstances** dans lesquelles la drogue est prise et le **mode d'administration**. Si la drogue est injectée, les effets seront plus rapides et plus fortement ressentis.

8.10 Expliquer les phénomènes de dépendance relatifs à la consommation de drogues et d'alcool.

Nous connaissons tous le slogan «la modération a bien meilleur goût». Dans le domaine de la consommation de drogues, il est, on ne peut, plus véridique.

Les principaux problèmes associés aux drogues en général sont la dépendance, la tolérance et l'intoxication. Faisons la lumière sur ces différents termes.

La **tolérance à une drogue** est conséquente de la prise régulière de cette drogue pendant un certain laps de temps. L'organisme du consommateur de la drogue a besoin de plus en plus de drogue pour ressentir les mêmes effets. C'est donc que le corps du consommateur d'une certaine drogue supporte (tolère) les effets chimiques, psychiques et physiques de la dite drogue.

L'opium, par exemple, est une drogue (analgésique narcotique) avec laquelle la tolérance s'acquiert rapidement. L'utilisateur se voit obligé d'augmenter les doses pour ressentir toujours les mêmes effets. L'alcool est dans le même cas, quoique la tolérance à ce produit ne s'acquière pas aussi rapidement que celle due à l'opium. Les buveurs chroniques peuvent boire sans arrêt sans paraître devenir ivres. L'héroïne, tous les sédatifs hypnotisant et tous les tranquillisants (valium) entraînent eux aussi une tolérance.

On parle aussi de **tolérance croisée**. C'est un type de tolérance à une drogue donnée résultant de l'utilisation d'une autre drogue, qui possède en général une structure très voisine ou des propriétés pharmacologiques presque identiques. Tandis que la **tolérance inversée** est une condition dans laquelle la réponse à une même quantité de substance apparaît plus rapidement ou plus intensément à la suite d'un usage répété⁸.

Par exemple, une personne peut montrer une tolérance à la mescaline (hallucinogène) sans en avoir jamais fait usage de toute sa vie. Comment est-ce possible? Le LSD est un hallucinogène qui possède à peu près les mêmes caractéristiques que la mescaline. Si cette personne consomme du LSD régulièrement, elle montrera naturellement une tolérance à cette drogue, mais aussi à la mescaline.

La **dépendance**, quant à elle, peut se manifester de deux façons : physiquement et psychologiquement. Selon la définition donnée par l'Organisation mondiale de la santé : «la dépendance est un état de besoin psychique ou physique manifesté par un individu à l'égard d'une substance psychoactive à la suite de l'administration régulière ou continue de cette substance».

L'incidence de la dépendance à l'égard d'une drogue sera élevée chez trois groupes de personnes :

- ceux qui ont une facilité à se procurer des drogues;
- ceux qui font fi des interdits qui frappent l'utilisation de ces drogues;
- ceux qui subissent un état de stress permanent par rapport à leurs obligations au sein du système social actuel.

La **dépendance physique** (on dit parfois l'**assuétude**) est un besoin physiologique irrésistible résultant de l'absorption permanente ou continuellement répétée d'une drogue.

⁸ Tiré de : <http://www.etape.qc.ca/drogues/#TOLÉRANCE%20/%20ACCOUTUMANCE>.

Qu'est-ce qu'un besoin physiologique? C'est un besoin que les organes du corps doivent combler pour fonctionner. Autrement dit, sans la drogue en question, certains organes ne fonctionnent plus ou fonctionnent très mal. La plupart des personnes qui sont physiquement dépendantes montrent aussi une grande tolérance pour la drogue consommée de sorte qu'elles doivent augmenter de plus en plus la dose pour satisfaire leurs besoins physiologiques. C'est que le corps de l'utilisateur de la drogue a mis du temps à établir un «équilibre» dans l'activité des neurones lors de l'introduction de la substance psychotrope.

Par exemple, chez les alcooliques, le besoin d'alcool est un besoin physique. Ils ne peuvent pas s'en passer plus d'une journée sinon des tremblements ou de fortes transpirations feront leur apparition.

Les buveurs de café sont également dépendants physiquement parlant. S'ils passent un ou plusieurs matins sans en prendre, de violents maux de tête, un sentiment de grande fatigue et une certaine irritabilité feront leur apparition. Les sédatifs hypnotisants, les tranquillisants et les stimulants provoquent eux aussi une dépendance physique.

Par contre, les dérivés du cannabis et les hallucinogènes ne provoquent pas de dépendance physique. Ils entraînent cependant une **dépendance psychologique** qui (on dit quelquefois **accoutumance**) est un état résultant de la consommation répétée d'une drogue. Cet état se caractérise par **un désir (non un besoin) de continuer à utiliser la drogue, en raison de la sensation de bien-être et de plaisir qu'elle procure**. La dépendance psychique n'oblige pas, règle générale, l'utilisateur d'augmenter progressivement la dose.

La **dépendance psychologique** n'atteint pas les organes du corps. Si, du jour au lendemain, l'utilisateur arrête de consommer la drogue à laquelle il montre une dépendance psychique, il ne montrerait pas de symptômes comme des tremblements, de la fièvre ou de la transpiration. Le malaise dû à ce type de dépendance se passe entre les deux oreilles!

8.11 Préciser les effets de certains métaux lourds sur le système nerveux.
--

Selon plusieurs articles écrits sur ce sujet, tous les métaux lourds sont toxiques pour la santé et pour notre écosystème. Ils se trouvent d'abord dans la nature et se retrouvent dans la chaîne alimentaire. Les métaux lourds provenant des sols se retrouvent peu à peu dans l'eau des rivières et des lacs empoisonnant les poissons et les animaux dans la nature. C'est pourquoi, nous absorbons des quantités de ces métaux par la voie de la chaîne alimentaire. De plus, on retrouve des métaux (le plomb, le cadmium, le cuivre et le zinc) dans l'air à cause des émanations provenant des usines et des industries.

Donc, nous pouvons nous intoxiquer par l'air que nous respirons. Nous découvrons aussi des métaux lourds dans les eaux provenant de l'activité agricole comme le mercure, le cuivre et le plomb. De plus, des études récentes démontrent que les métaux présents dans les amalgames dentaires émanent des vapeurs de mercure que notre corps ingère lentement.

Nous survolerons les effets, sur le système nerveux, de cinq principaux métaux lourds, soit le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le nickel (Ni) et l'arsenic (Ar).

Consultez le tableau synthèse suivant :

TABLEAU 8.2

Provenance et effets de certains métaux lourds

Nom du métal lourd	Provenance	Effets
Plomb (Pb)	Eau Aliments Vieilles habitations peintes à la peinture contenant du plomb Sites industriels pollués Fonderies et raffineries Glaçures du verre et de certaines céramiques Combustion des huiles usées et des boîtiers de batteries Soudure de plomb Plomb dans les balles de chasse	Saturnisme : intoxication sévère au plomb. Deux types : aigu et chronique. Les effets sont plus sévères chez les enfants, et même irréversibles. <ul style="list-style-type: none"> • Diminution des fonctions cognitives; • Troubles du comportement et du sommeil; • Aphasie et surdité de quelques jours; • Engourdissement; • Sensation de picotement dans les pieds et les mains; • Tremblements généralisés; • Rétrécissement du champ visuel; • Hyperexcitabilité; • Convulsions.

Nom du métal lourd	Provenance	Effets
Mercure (Hg)	Incinération des déchets Combustion du charbon Activités dans fonderies de métal et usines de chloralcali Se retrouve dans divers produits de consommation tels que les thermomètres, les hygromètres, les amalgames dentaires Appareils médicaux comme des sondes gastriques, etc.	Hydrargyrisme : intoxication au mercure. <ul style="list-style-type: none"> • Mémoire défaillante; • Changement de l'humeur; • Détérioration du cerveau avec atteinte intellectuelle; • Atteinte au cervelet entraînant des tremblements; • Troubles de l'audition et de la vue; • Troubles moteurs, dans les cas sévères.
Nickel (Ni)	Usines fabriquant de l'acier inoxydable Électrode dans les piles nickel-cadmium	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'effets connus sur le système nerveux.
Cadmium (Cd)	Résidu de l'affinage du zinc Piles nickel-cadmium Recouvrement des métaux (anticorrosion) Peintures, céramiques, émaux, plastiques, verre contenant du cadmium	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'effets connus sur le système nerveux.
Arsenic (Ar)	Industrie des colorants, du verre, de la métallurgie Empaillage des animaux Bois traité avant 2004 Sur les tambours des imprimantes laser	<ul style="list-style-type: none"> • Sensation d'avoir la tête légère; • Mal de tête, faiblesse généralisée; • Léthargie, délirium, convulsions, coma; • Encéphalopathie; • Neuropathie sensori-motrice.

Source : <http://www.caducee.net/DossierSpecialises/toxicologie/saturnisme.asp#contamination>
www.sdv.fr/aimt67/PDF/mercure_dentiste.pdf
www.vulgaris-medical.com/front/p=index_fiche&id_article=2364-32k
<http://www.ec.gc.ca/MERCURY/SM/FR/sm-cr.cfm>
http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/environ/lead-plomb_f.html
http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=intoxication_plomb_pm

<http://www.mii.org/Minerals/photonic1.html>
http://ecoroute.uqcn.qc.ca/envir/sante/4_pv8.htm
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Arsenic>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Arsenic>
http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/arsenic/clinical_evaluation.html

Exercice de synthèse

1. Définissez ce qu'on entend par «drogue».

2. Identifiez les six types de drogues psychotropes.

- a. _____
- b. _____
- c. _____

3. Définissez l'expression «agent dépresseur du système nerveux central».

4. Quelles sont les structures du système nerveux central qui sont principalement touchées par l'usage abusif de l'alcool?

5. L'alcool fait partie de quel type de drogues psychotropes?

6. Énumérez deux facteurs qui expliquent pourquoi la même dose d'alcool ne produit pas les mêmes effets chez deux individus différents.

7. Retour sur la lecture

Quel est l'élément actif contenu dans les feuilles de tabac?

8. Quels sont les critères (quatre) qui peuvent faire varier la quantité réelle de nicotine qui entre dans la circulation sanguine d'un fumeur?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____

9. Avec quel neurotransmetteur la nicotine entre-t-elle en compétition?

10. La nicotine permet la surproduction d'un neurotransmetteur; quel est ce neurotransmetteur?

11. Expliquez ce qui arrive au transport de l'oxygène quand le monoxyde de carbone (CO) se mêle de la partie.

12. Identifiez trois rôles joués par la noradrénaline dans votre organisme.

- a. _____
- b. _____
- c. _____

13. Parmi les dérivés du cannabis, lequel contient le plus de THC?

14. Les dérivés du cannabis agissent-ils sur les neurones présynaptiques ou sur les neurones postsynaptiques?

15. Identifiez les trois neurotransmetteurs qui seraient impliqués dans les perturbations du système nerveux central suite à la consommation de THC.

- a. _____
- b. _____
- c. _____

16. Pourquoi le fait de fumer de la marijuana peut-il entraîner des problèmes pulmonaires?

17. Quel neurotransmetteur se trouvant de façon naturelle dans votre organisme a, à peu près, les mêmes effets que la cocaïne?

18. Décrivez les deux façons par lesquelles la cocaïne stimule la propagation de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre.

19. Décrivez trois changements importants dans l'organisme humain qui résultent de la stimulation exercée par la cocaïne.

20. Définissez l'expression «tolérance par rapport à une drogue quelconque».

21. Quelle est la différence entre la dépendance physique et la dépendance psychologique à une drogue quelconque?

BIBLIOGRAPHIE

DUFOURD, Pierre. Biologie humaine, ERPI, 1984.

MARIEB, Elaine. Anatomie et physiologie humaines, ERPI, 6^e édition, Québec, 2005.

SPENCE et MASSON. Anatomie et physiologie, (Une approche intégrée), ERPI, 1983.

Sites documentaires sur Internet

<http://www.dgpc.ulaval.ca/bio90192/>

http://ici.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/sf_181/powerpoint/nerv1_181.pdf

http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_01/a_01_cr/a_01_cr_ana/a_01_cr_ana.html

<http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph.php3?Ref=28>

<http://www.etape.qc.ca/drogues/>

<http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2004/04-831-01.pdf>

<http://www.educalcoool.qc.ca/cgi/>

<http://www.caducee.net/DossierSpecialises/toxicologie/saturnisme.asp#contamination>

www.sdv.fr/aimt67/PDF/mercure_dentiste.pdf

http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/envir/lead-plomb_f.html

http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=intoxication_plomb_pm

http://ecoroute.uqcn.qc.ca/envir/sante/4_pv8.htm