

Chapitre 1

Le Neurone

Rigal Robert

Intégration perceptivomotrice: la cellule nerveuse

Nous allons voir:

- sa morphologie,
- sa physiologie (excitabilité, conductivité, transmission), en particulier:
 - le potentiel de repos,
 - le potentiel d'action,
 - la conduction du potentiel d'action dans les axones,
 - la transmission d'un neurone à l'autre;
 - les réseaux de neurones.

Les cellules nerveuses

- près de 100 milliards de cellules,
- près de 1000 types différents de cellules,
- plusieurs centaines de contacts (synapses) pour chaque cellule nerveuse avec d'autres cellules,
- les cellules nerveuses sont entourées de cellules gliales (10 fois plus nombreuses),
- leurs propriétés intrinsèques sont d'être:
 - excitables,
 - conductrices,
 - et de transmettre l'influx nerveux.

Le neurone: anatomie

Cellule de base (anatomique et fonctionnelle) du système nerveux; dispose d'un corps cellulaire et de prolongements: l'axone, les dendrites.

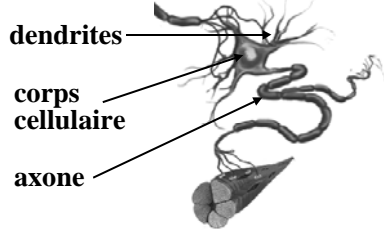


Figure 1.1 Le neurone

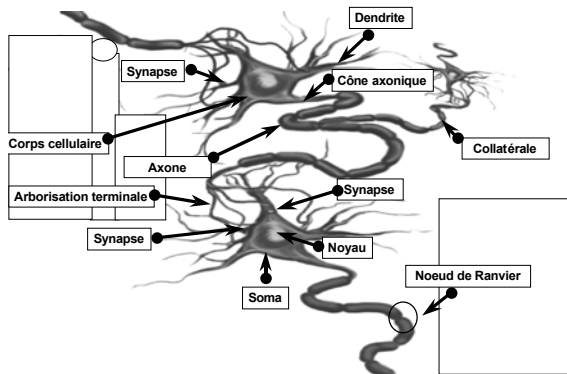
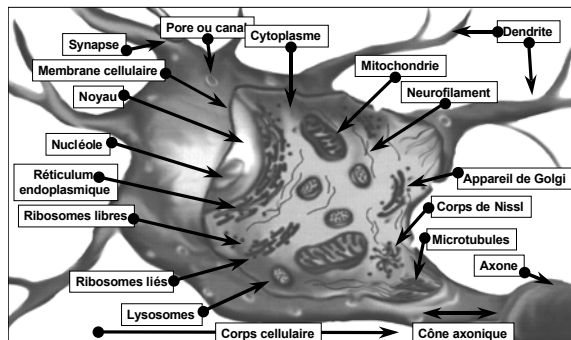


Figure 1.3a La cellule nerveuse: le corps cellulaire et les organites cellulaires



Les organites de la cellule

- Noyau (matériel génétique de la cellule; ADN...ARN)
- Ribosomes libres ou attachés au réticulum endoplasmique
 - synthèse des protéines
- Corps de Nissl :
 - synthèse des protéines cellulaires
- Appareils de Golgi :
 - achèvent la synthèse des protéines
 - constituent des réservoirs

Les organites de la cellule

- Réticulum endoplasmique :
 - membranes formant des sacs aplatis ou des tubes ramifiés
 - stockage de substances (ions, enzymes)
- Mitochondrie:
 - renferme l'énergie pour la cellule sous la forme d'ATP
- Lysosomes :
 - corpuscules sphériques qui éliminent les déchets du métabolisme et les organites intracellulaires endommagés

Les organites de la cellule

- Neurofilaments
 - structure protéique (actine);
 - constituent la structure fibreuse de la cellule
- Microtubules
 - petits tubes microscopiques;
 - assurent le support cellulaire et
 - le transport axoplasmique à une vitesse lente de 1 à 10 mm par jour ou rapide jusqu'à 2000mm.

Fig. 1.5A La myélinisation (SNP)

Formation de la gaine de myéline autour des axones;

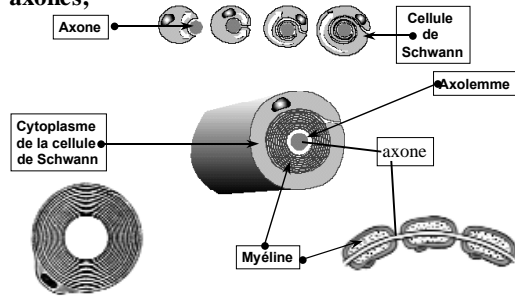
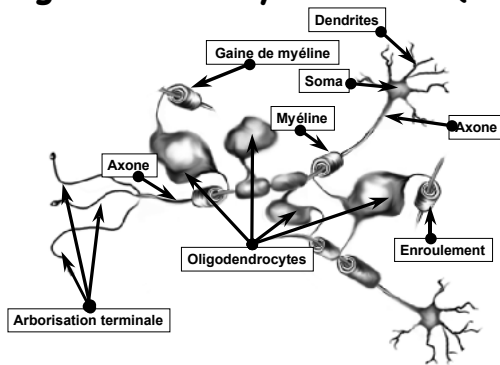


Fig. 1.5b La myélinisation (SNC)



Myélinisation

Caractéristiques de la myéline:

- -> isole les fibres nerveuses;
- -> augmente la vitesse de conduction de l'influx nerveux;
- -> elle apparaît selon un ordre spatial et temporel précis;

Myélinisation (ch. 2, pt 5)

Système nerveux central

- -> très avancée dès la naissance dans les centres nerveux de la vie végétative (centres sous-corticaux et système limbique);
- -> amorcée à la naissance dans les aires corticales motrices et sensitives;
- -> état d'avancement dégressif dans l'ordre aires motrices, somesthésiques, visuelles, auditives;
- -> dans les aires motrices, aires du tronc en avance par rapport à celles de la tête et des membres inférieurs.

Myélinisation

Système nerveux périphérique:

- racines ventrales des nerfs rachidiens en avance par rapport aux racines dorsales.

Conséquences

- -> les aires associées à la survie de l'individu (respiration, déglutition et vie végétative) évoluent plus rapidement que les aires corticales (vie de relation);
- -> décalage spatial et temporel entre les aires et au sein des mêmes aires;
- -> plus d'actions motrices effectuées que contrôlées;

Conséquences

- -> ajustements moteurs au fur et à mesure que les aires somesthésiques rattrapent les aires motrices;
- -> évolution générale du contrôle moteur selon des directions céphalo-caudale et proximo-distale;
- -> le contrôle des actions motrices évolue grâce en partie aux transformations qui se produisent dans les centres et les voies de contrôle;
- -> relation probable entre l'évolution des aires corticales et celle des fonctions motrices ou cognitives qu'elles supportent.

Le neurone: physiologie

Ses propriétés physiologiques intrinsèques sont d'être:

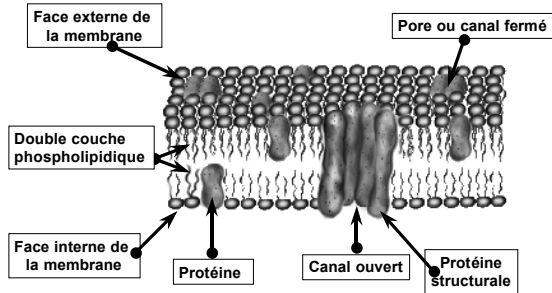
- excitable
- conducteur
- transmetteur

L'excitabilité:

la membrane de la cellule nerveuse

- maintient l'intégrité du milieu interne de la cellule;
- possède des pores ou canaux qui assurent une perméabilité sélective aux substances intracellulaires et extracellulaires;
- il en résulte une différence de potentiel (voltage) entre l'intérieur de la cellule et le milieu extracellulaire.

Fig. 1.6a La membrane cellulaire: sa constitution

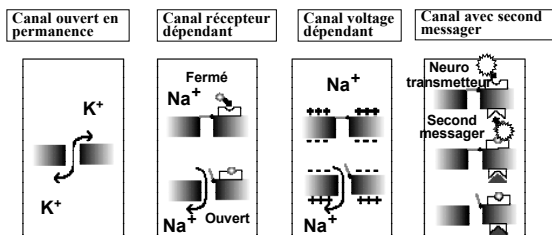
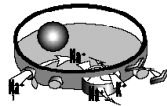


Échanges neurone-milieu

- Pour que le neurone soit fonctionnel, il doit contrôler ses échanges avec le milieu extracellulaire;
- Ceci suppose des mécanismes d'ouverture et de fermeture des pores ou canaux.

Le neurone: excitabilité

Figure 1.6b Les modes d'ouverture des canaux

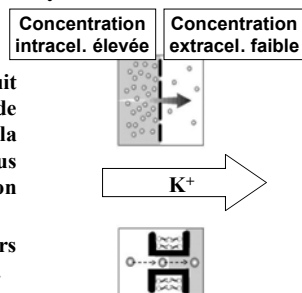


Avant de commencer...

- La diffusion:
- déplacement d'une substance pour occuper également tout l'espace disponible;
- ses principes:
- transport passif;
- transport actif.

Diffusion passive

- la diffusion se produit selon le gradient de concentration, de la concentration la plus élevée à la concentration la plus faible;
- diffusion du K^+ vers l'extérieur de la cellule.



Diffusion facilitée: le transporteur

- transporteur du glucose par les protéines structurales du canal;
- utilise de l'énergie (ATP)

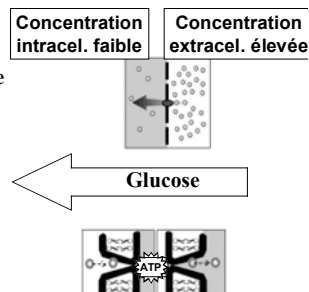
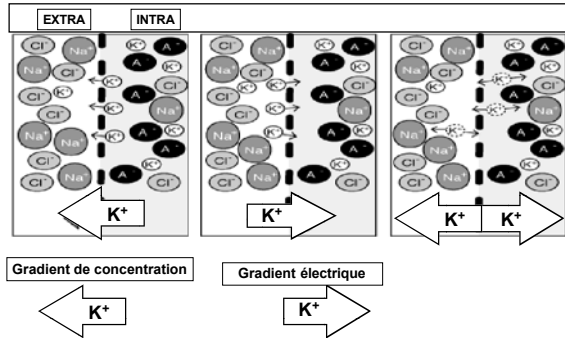


Figure 1.7 La diffusion ionique:
potentiel de membrane



Le transfert des ions

Échanges passifs d'ions K^+ (diffusion) dus aux forces électrochimiques provoquées par les gradients de concentration et la différence de potentiel électrique

Échange actif d'ions: mécanisme de la pompe à sodium-potassium où la cellule expulse activement le sodium et réintègre le potassium

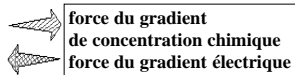
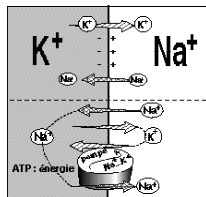


Tableau 1.1 Concentration des différents ions dans les milieux intra et extra-cellulaire

ions	intra	extra	rapport
K^+	150	5	30 / 1
Na^+	15	150	1 / 10
Cl^-	10	125	1 / 12
A^-	160	-	-
millimoles/litre			

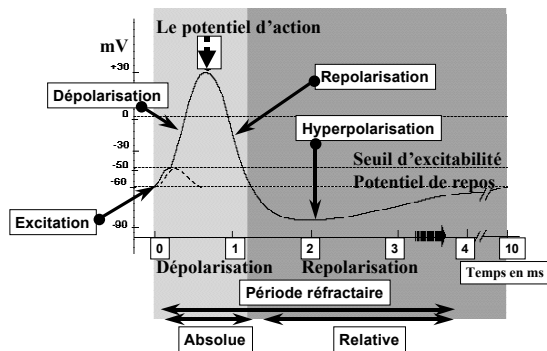
Le neurone: physiologie

- => potentiel de repos (-75 mV) et excitabilité de la cellule par état de repos instable;
- l'excitation provoque la dépolarisation de la cellule: potentiel d'action.

Le potentiel d'action

- résulte de l'augmentation subite de la perméabilité de la membrane pour le Na^+ ;
- se traduit par la dépolarisation de la cellule;
- est une brève décharge électrique:
 - dure à peine quelques millièmes de seconde
- survient quand l'excitation est suffisante pour atteindre le seuil de déclenchement.

Le neurone: physiologie



La conduction du potentiel d'action

- dans les fibres non myélinisées
- dans les fibres myélinisées

Figure 1.9a L'excitation et le potentiel d'action

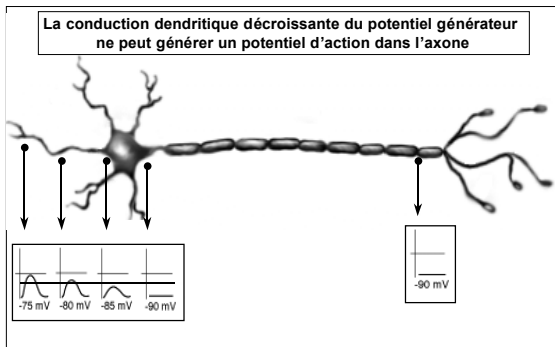


Figure 1.9b Excitation et potentiel d'action

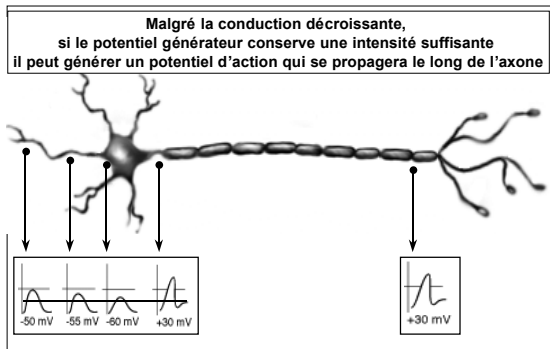


Figure 1.12a Propagation du potentiel d'action: fibre non-myélinisée

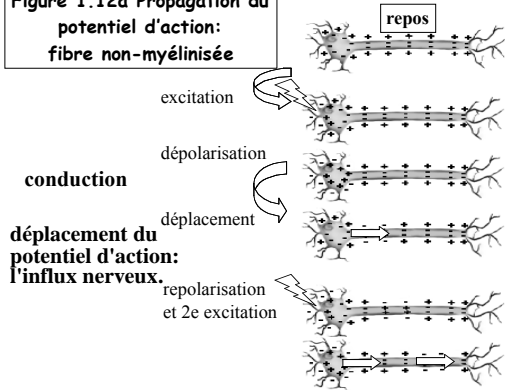
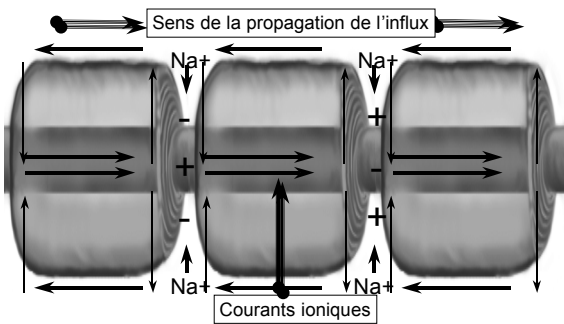


Figure 1.12b Potentiel d'action: conduction saltatoire dans les fibres myélinisées



**La synapse:
la transmission de l'influx nerveux**
Réseau de neurones

- points de contact entre les neurones où l'influx nerveux passe d'un neurone à l'autre, assurant la communication dans le système nerveux;

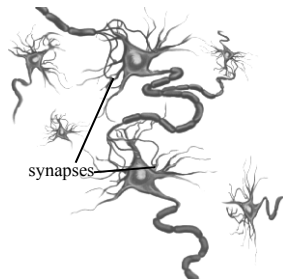
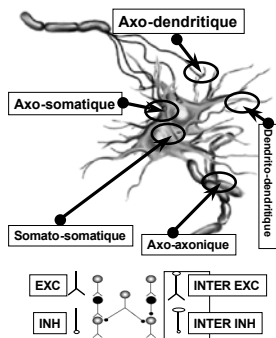


Figure 1.13 La synapse: les catégories



Les étapes de la neurotransmission chimique

- 1- le transmetteur est synthétisé et stocké dans les vésicules;
- 2- le potentiel d'action envahit la terminaison synaptique;
- 3- la dépolarisation de la terminaison provoque l'ouverture des canaux calciques activés par le voltage;
- 4- entrée de Ca^{2+} par les canaux calciques;
- 5- le Ca^{2+} fait fusionner les vésicules avec la membrane présynaptique;
- 6- le transmetteur est libéré par exocytose dans la fente synaptique;

Les étapes de la neurotransmission chimique

- le transmetteur diffuse puis se lie aux molécules du récepteur dans la membrane postsynaptique;
- ouverture ou fermeture de canaux postsynaptiques;
- le courant postsynaptique donne naissance à des potentiels postsynaptiques excitateurs ou inhibiteurs qui modifient l'excitabilité de la cellule postsynaptique.

Figure 1.18 Sommations spatiale et temporelle

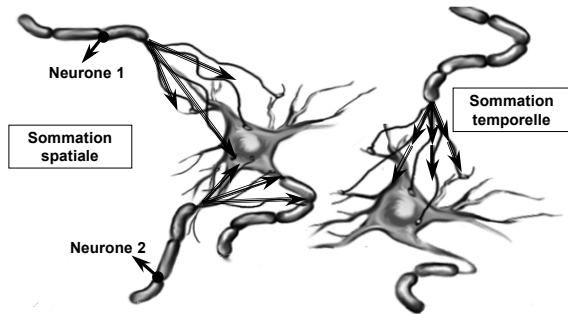


Figure 1.11 Potentiel d'action: intensité du stimulus

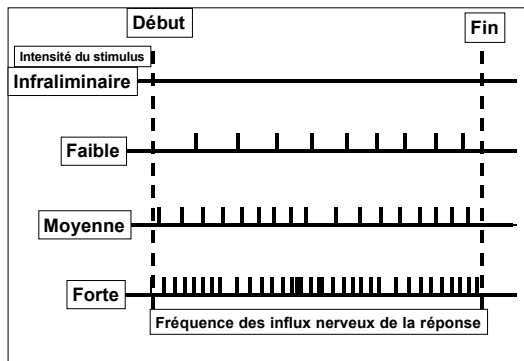


Figure 1.14 Les synapses: action des neurotransmetteurs

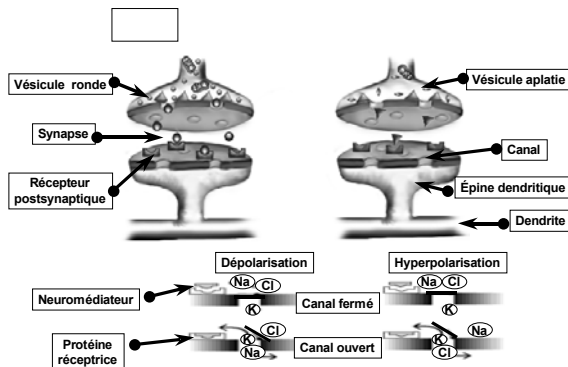


Figure 1.15 Les synapses excitatrices et inhibitrices

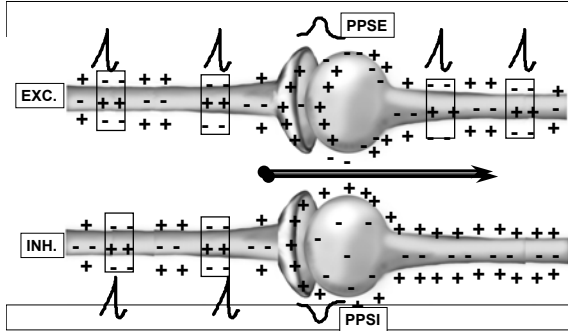


Figure 1.16 Inhibition présynaptique

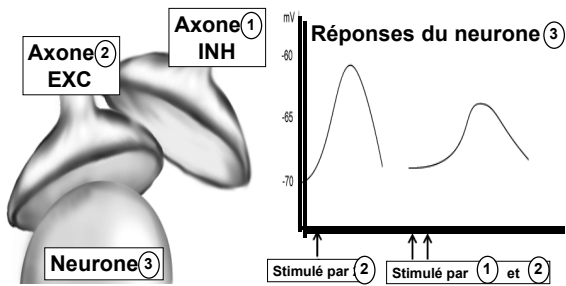


Figure 1.17 Action intégratrice du neurone

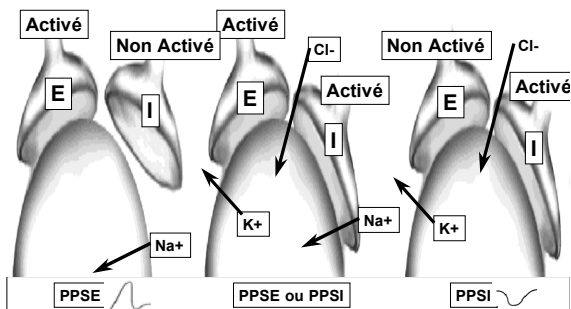


Tableau 1.3 Les principaux neuromédiateurs ou neurotransmetteurs

Amines	Acides aminés	Neuropeptides
Acétylcholine (E, I) Adrénaline (E, I) Dopamine (I) Noradrénaline (E, I) Sérotonine (I)	Aspartate (E) Glutamate (E) GABA (I) Glycine (I)	B-endorphines (E) Enképhalines(E) Neurotensine Somatostatine Substance P (E)

Figure 1.19a Les réseaux neuronaux

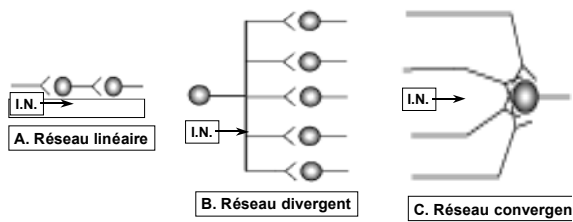


Figure 1.19b Sommatation spatiale et occlusion

