



Semestre 1 – UE 2.1 - L'influx nerveux

1. Les potentiels

Définition du potentiel

Un potentiel correspond à une **différence de charges électriques entre deux points** (différence de potentiel, ddp).

- Unité : volt (V)
-

Potentiel de repos

Une cellule au repos possède un état électrique stable :

- Environ **-70 mV**
- Intérieur de la cellule **négatif** par rapport à l'extérieur
- Résultat d'un équilibre permanent entre :
 - flux d'ions
 - pompes membranaires
 - canaux ioniques

Important : une cellule au repos n'est jamais totalement inactive.



Deux types de signaux électriques neuronaux

1. Potentiels gradués
 - Communication locale
 - Courte distance
 - Intensité variable
2. Potentiels d'action (PA)
 - Signal électrique du neurone
 - Longue distance
 - Intensité constante

Passage potentiel gradué → potentiel d'action

- Stimulus (pression, lumière, etc.)
- Production d'un potentiel gradué local
- Si le seuil est atteint :
 - déclenchement d'un potentiel d'action
- Transmission le long de l'axone
- Libération de neurotransmetteurs

2. Gradients ioniques transmembranaires

Définition

Différences de concentrations ioniques entre intérieur et extérieur de la cellule.

Répartition des ions



- K^+ : majoritairement à l'intérieur
 - Na^+ et Cl^- : majoritairement à l'extérieur
-

Membrane plasmique

La bicouche lipidique est **imperméable aux ions**, sauf via :

- canaux ioniques
 - pompes membranaires
-

Types de transports

Transport passif

- Sans énergie (ATP)
- Dans le sens du gradient
- Diffusion via canaux

Transport actif

- Avec énergie (ATP)
 - Contre le gradient
 - Via pompes membranaires
-

Principales pompes



- Pompe Na^+/K^+ ATPase (maintien du potentiel de repos)
 - Pompe Ca^{2+} ATPase (régulation du calcium intracellulaire)
-

3. Potentiel d'équilibre ionique

Chaque ion possède un potentiel d'équilibre :

- Correspond à un état où les forces chimiques et électriques sont équilibrées
 - Calculé avec l'équation de Nernst
-

4. Potentiel de repos de la cellule

Définition

Le potentiel de repos (V_m) correspond à l'état électrique stable de la membrane.

Il résulte :

- des gradients ioniques
 - de la perméabilité sélective de la membrane
-

Principe

Même au repos :



- des ions circulent en permanence
 - mais les flux sont équilibrés (homéostasie)
-

5. Variations du potentiel membranaire

Dépolarisation

- Moins négatif
- Entrée de cations (Na^+)
- Augmentation de l'excitabilité

Hyperpolarisation

- Plus négatif
- Sortie de cations ou entrée d'anions
- Diminution de l'excitabilité

Repolarisation

- Retour au potentiel de repos après stimulation
-

6. Potentiel d'action



Définition

Le potentiel d'action est un signal électrique bref, rapide et stéréotypé permettant la transmission de l'information nerveuse.

Propriétés fondamentales

1. Loi du tout ou rien

- Soit déclenché, soit absent
- Intensité constante

2. Propagation sans atténuation

- Se propage sur de longues distances
 - Sans perte d'amplitude
-

Canaux ioniques impliqués

Canaux sodium (Na^+)

- Déclenchés par dépolarisation
- États :
 - fermé
 - ouvert
 - inactivé

Canaux potassium (K^+)

- Ouverture retardée
- Rôle dans repolarisation



Canaux calcium (Ca^{2+})

- Rôle surtout synaptique
-

Phases du potentiel d'action

1. Phase ascendante (dépolariation)

- Ouverture des canaux Na^+
 - Entrée massive de Na^+
 - Potentiel devient positif
-

2. Phase descendante (repolarisation)

- Inactivation des canaux Na^+
 - Ouverture des canaux K^+
 - Sortie de K^+
-

3. Hyperpolarisation

- Canaux K^+ restent ouverts trop longtemps
 - Potentiel devient plus négatif que le repos
-

Retour au repos

- Action des pompes ioniques
- Restauration du potentiel initial



7. Propriétés du potentiel d'action

1. Potentiel seuil

C'est le niveau minimal de dépolarisation nécessaire pour déclencher un PA.

Modes d'atteinte du seuil :

- sommation des PPSE/PPSI
- stimulation sensorielle
- stimulation artificielle

Sommation :

- spatiale : plusieurs synapses simultanées
- temporelle : plusieurs signaux successifs

2. Période réfractaire

Absolue

- Impossible de déclencher un nouveau PA
- Canaux Na⁺ inactivés

Relative

- Possible mais stimulation plus forte nécessaire
-



3. Zone de déclenchement

Le PA est généré au :

- cône d'émergence (segment initial)
-

8. Propagation du potentiel d'action

Direction

Toujours :

dendrite → soma → axone → terminaison synaptique

Grâce à :

- période réfractaire
 - inactivation des canaux Na^+
-

Types de fibres

Fibres amyéliniques

- conduction lente
- propagation de proche en proche

Fibres myélinisées

- conduction rapide
- propagation saltatoire (sauts entre nœuds de Ranvier)



9. Vitesse de conduction

- Amyélinique : lente
- Myélinisée : très rapide

Conclusion

L'influx nerveux repose sur :

- des gradients ioniques contrôlés
- des variations du potentiel membranaire
- la génération et propagation du potentiel d'action
- une transmission rapide et codée de l'information nerveuse