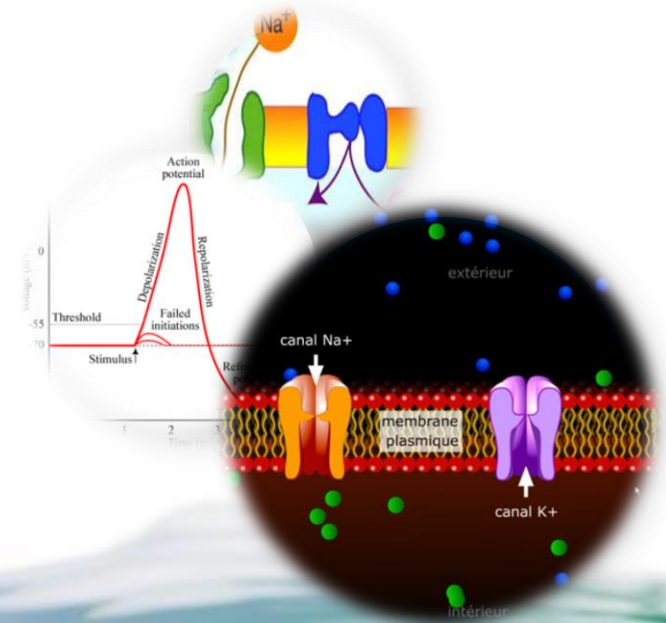


POTENTIEL DE REPOS

Dr. CHIALI née DIABI N.

Médecin Spécialiste en Biophysique Médicale

Unité des Explorations ORL, EHU 1^{er} Novembre 1954, Oran





Introduction

- Chaque cellule vivante d'un organisme développe et maintient **une différence de potentiel électrique** entre les deux versants, interne et externe, de sa membrane plasmique.
- On parle alors de **potentiel de membrane** ou de potentiel transmembranaire.



Introduction (suite)

- Pour la plupart des cellules (dites parfois cellules non excitables), cette différence de potentiel transmembranaire reste sensiblement stable.
- Sa valeur est une caractéristique de la cellule.

Introduction

- Pour les cellules excitables (neurones, cellules musculaires et cellules glandulaires), à l'inverse, la valeur du potentiel de membrane est modulable selon que la cellule est au repos ou en activité (spontanée ou évoquée par stimulation).



Introduction

- Au repos, leur potentiel de membrane est nommé le potentiel de repos.
- Sa valeur est aussi une caractéristique électrophysiologique de la cellule excitable.

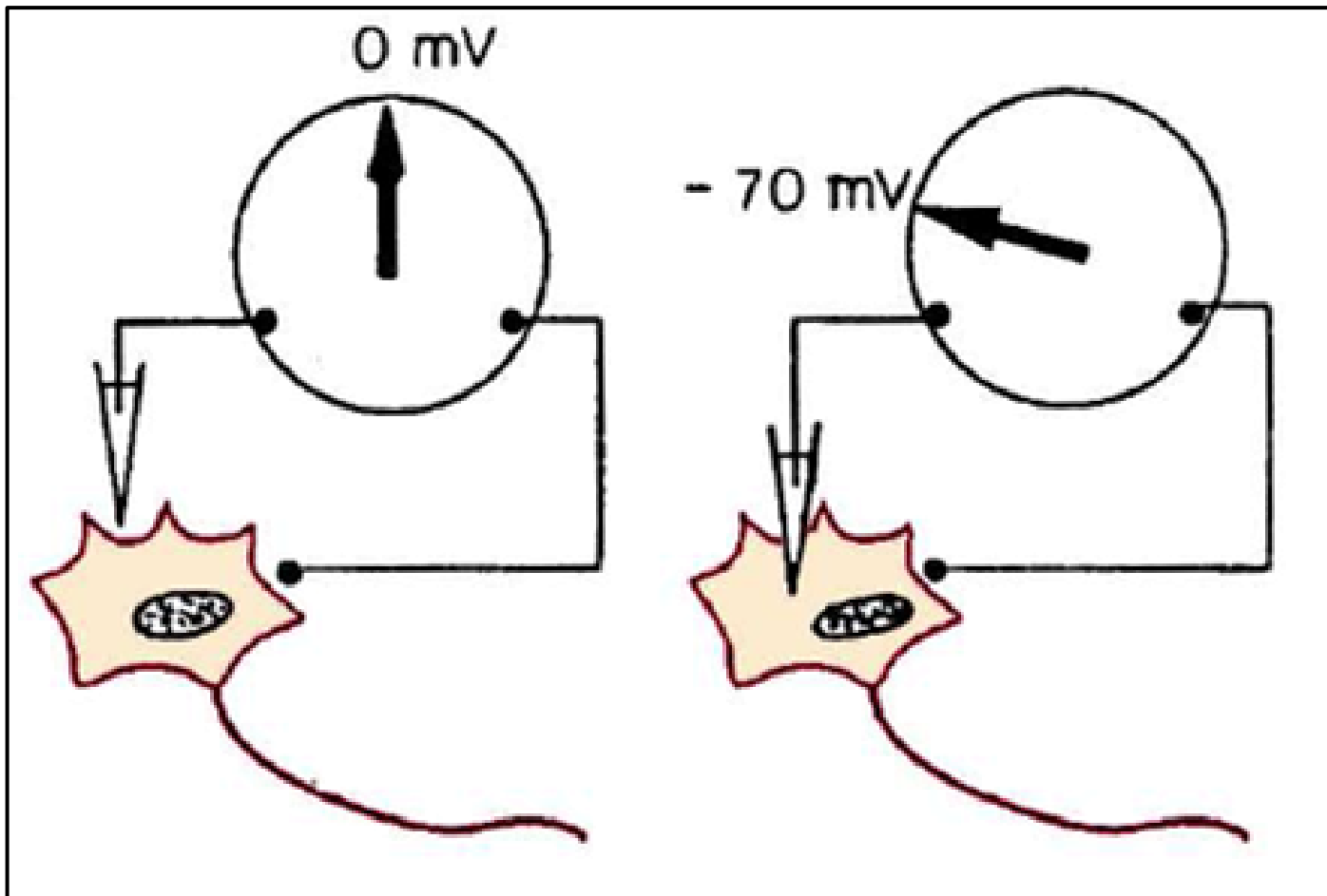
Introduction (suite)

- En activité, les cellules excitables sont capables de développer des variations du potentiel de membrane.
- Ces variations peuvent se développer in situ (potentiel évoqué, excitabilité locale) ou être propagées (potentiel d'action).

I - Définition

- Le **potentiel de repos**, un des états possibles du potentiel de la membrane, est la polarisation électrique en situation physiologique de repos d'une membrane plasmique.

II – Mise en évidence du potentiel de repos



MESURE EXPERIMENTALE DU POTENTIEL DE REPOS

II – Mise en évidence du potentiel de repos

- Cette valeur varie selon le type cellulaire.

Ex : le potentiel de repos d'une cellule nerveuse est de -70 mV, pour la cellule musculaire squelettique est de -90 mV.



III – Origine du potentiel de repos

2 facteurs :

1. La distribution inégale des ions diffusibles:
2. Sélectivité de la membrane :

III – Origine du potentiel de repos

1. La distribution inégale des ions diffusibles:

Ions	Concentration en millimoles / litre	
	Milieu intracellulaire	Milieu extracellulaire
Na ⁺	15	150
K ⁺	150	5
Cl ⁻	45	145
Gros anions (A ⁻)	400	0

Cette inégalité de répartition des ions de part et d'autre de la membrane est produite par

- l'équilibre de DONNAN
- La pompe Na⁺ /K⁺

III – Origine du potentiel de repos

1. La distribution inégale des ions diffusibles:

- **l'équilibre de DONNAN**

Le phénomène de DONNAN est le phénomène qui caractérise la répartition d'équilibre passive d'ions diffusibles de part et d'autre d'une membrane en présence d'une espèce ionique non diffusible.

III – Origine du potentiel de repos

1. La distribution inégale des ions diffusibles:

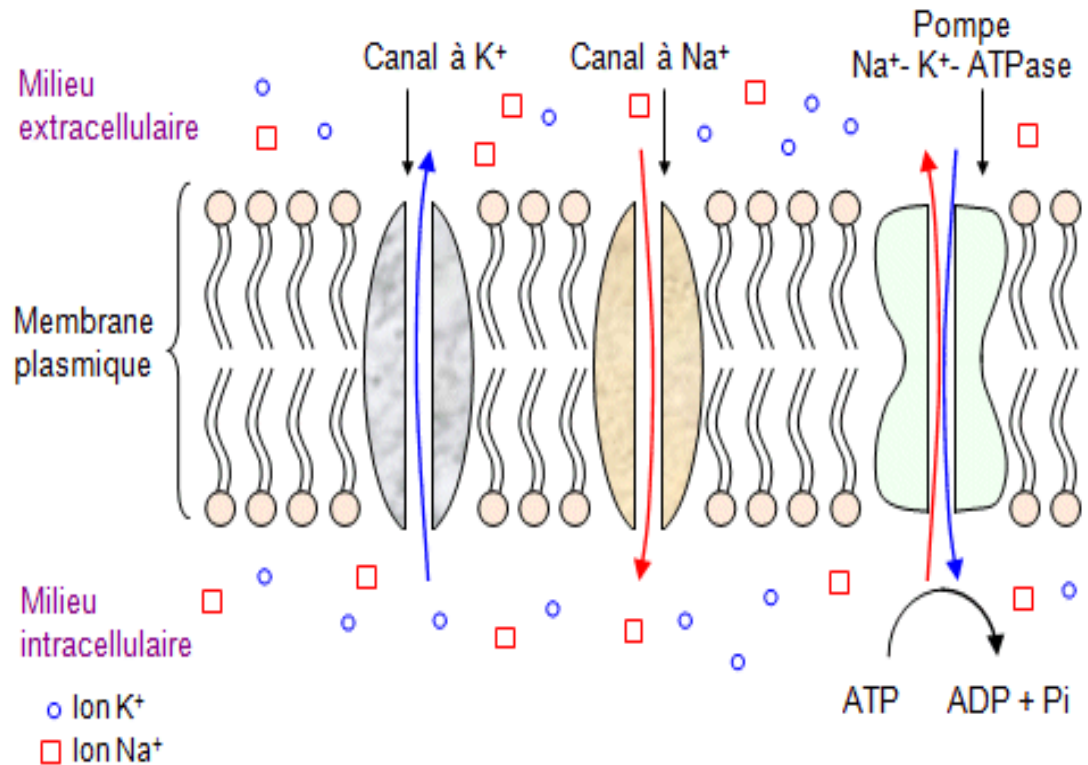
- **l'équilibre de DONNAN**

Ce phénomène s'accompagne d'une répartition inégale des ions diffusibles de part et d'autre de la membrane et entraîne une ddp transmembranaire mais tout en gardant une électroneutralité des deux compartiments.

III – Origine du potentiel de repos

1. La distribution inégale des ions diffusibles:

- La pompe Na^+ / K^+
 - Protéine transmembranaire
 - Transport des cations diffusibles K^+ et Na^+
 - $2 \text{K}^+ \text{ EC} \rightarrow 3 \text{Na}^+ \text{ IC}$



III – Origine du potentiel de repos

2. Sélectivité de la membrane

- En premier lieu, les membranes biologiques constituent une barrière sélective entre l'intérieur et l'extérieur d'une cellule.

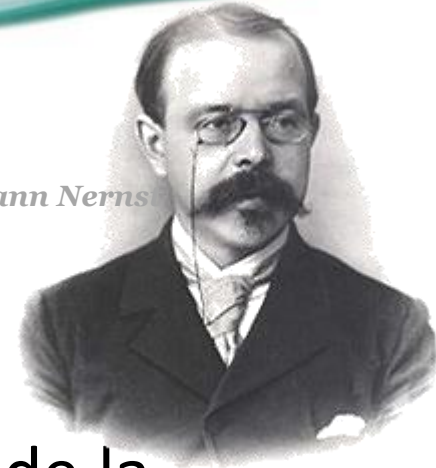
III – Origine du potentiel de repos

2. Sélectivité de la membrane

- Elles présentent donc la propriété de **perméabilité sélective**, qui permet de contrôler l'entrée et la sortie des différentes molécules et ions entre le milieu extérieur et celui intérieur. Cela permet à la cellule d'avoir une composition propre différente de celle extérieure.

IV – Equation de Nernst

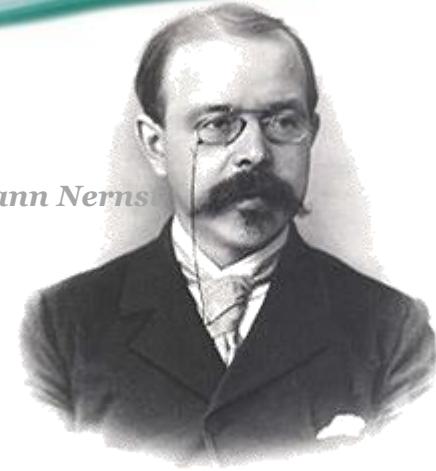
Walther Hermann Nernst



- La distribution des ions de part et d'autre de la membrane plasmique est inégale.
- On trouve davantage d'ions K^+ à l'intérieur de la cellule qu'à l'extérieur.
- Pour les ions Na^+ et Cl^- c'est l'inverse.
- Ces gradients de concentration qui existent pour chaque espèce ionique entraînent des transports passifs par diffusion.

IV – Equation de Nernst

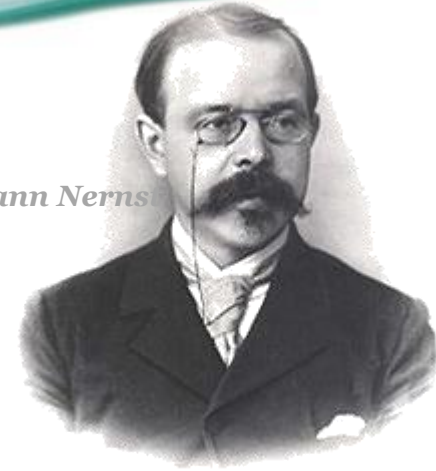
Walther Hermann Nernst



- Les ions étant des particules chargées, leur déplacement sera fortement influencé par la présence d'un champ électrique transmembranaire.

IV – Equation de Nernst

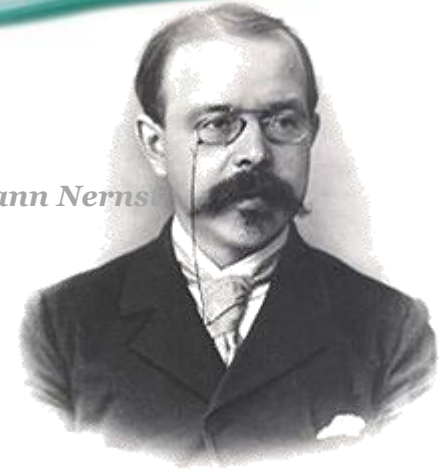
Walther Hermann Nernst



- Ainsi, pour chaque espèce ionique, la condition d'équilibre ne sera pas nécessairement obtenue par l'égalisation des concentrations comme dans le cas des solutés électriquement neutres.

IV – Equation de Nernst

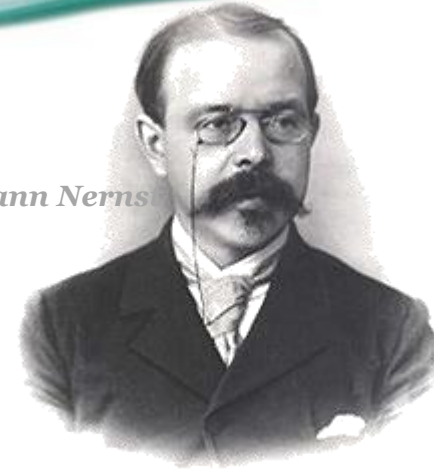
Walther Hermann Nernst



- Une différence de concentration de part et d'autre de la membrane peut exister dans des conditions d'équilibre pour un électrolyte.

IV – Equation de Nernst

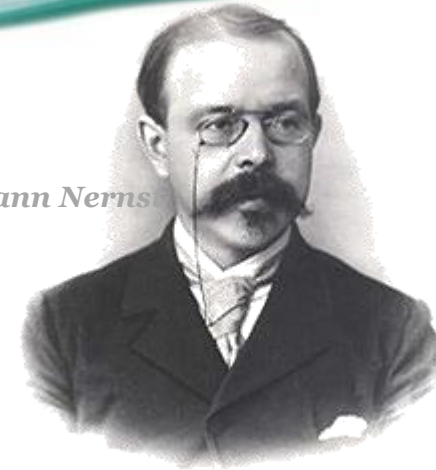
Walther Hermann Nernst



- Cette différence de potentiel est appelée potentiel d'équilibre pour un ion donné (E_{ion}).
- Elle se calcule avec l'équation de Nernst.

IV – Equation de Nernst

Walther Hermann Nernst



$$E = \frac{R \cdot T}{Z \cdot F} \ln \frac{C_{ext}}{C_{int}}$$

E : différence de potentiel [mV]

R : constante des gaz 8.312 J/° mole

T : température absolue [°K]

Z : valence de l'ion

F : le faraday (96,500 C/mol⁻¹)

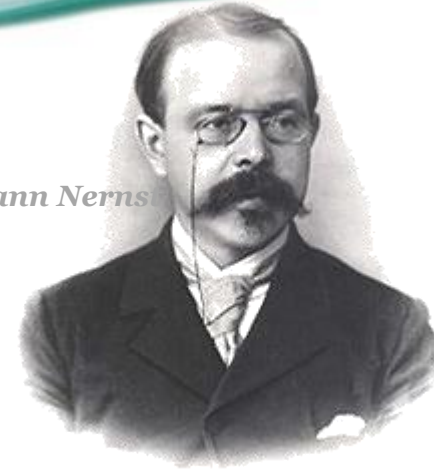
\ln : logarithme népérien

C_{ext} : concentration de l'ion à l'extérieur de la cellule

C_{int} : concentration de l'ion à l'intérieur de la cellule

IV – Equation de Nernst

Walther Hermann Nernst

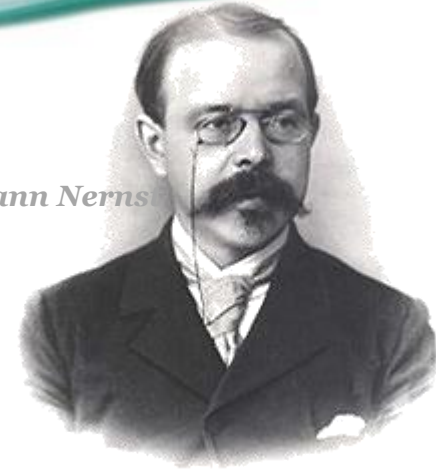


- Cette équation peut être simplifiée en remplaçant les constantes par leurs valeurs et à 37 °C et aussi en transformant le logarithme népérien en logarithme décimal.

$$E = \pm 61 \cdot \lg \frac{C_{ext}}{C_{int}}$$

V – Equation de Goldman

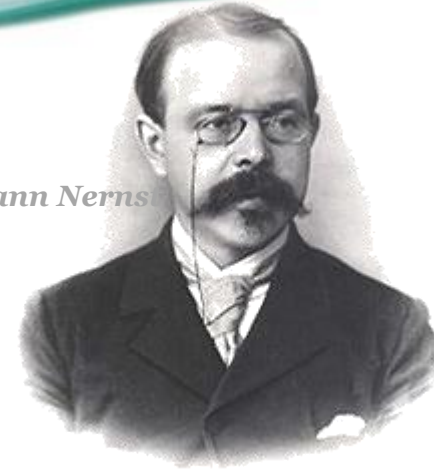
Walther Hermann Nernst



- Cette équation fait intervenir les concentrations des ions diffusibles ainsi que leurs mobilités lorsque le champ membranaire est uniforme.

V – Equation de Goldman

Walther Hermann Nernst



$$E_{mb} = \frac{R.T}{F} \ln \frac{P_{Na^+}[Na^+]_{ext} + P_{K^+}[K^+]_{ext} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{int}}{P_{Na^+}[Na^+]_{int} + P_{K^+}[K^+]_{int} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{ext}}$$

P_{ions} : perméabilités relatives des ions.



VI – RECAPITULONS

- Les neurones sont polarisés négativement au repos.
- La membrane est perméable aux ions qui la traversent librement par des canaux de fuite.

VI – RECAPITULONS

- L'état de repos est principalement dû à la perméabilité de la membrane au K^+ , l'ion principal du milieu intracellulaire, qui sort par diffusion.
- De façon plus limitée, un peu de Na^+ , l'ion majoritaire du milieu extérieur, tend à entrer par diffusion à travers les canaux Na^+ de fuite.

VI – RECAPITULONS

- Ces mouvements passifs d'ions devraient tendre à équilibrer les concentrations de part et d'autre de la membrane ce qui annulerait la valeur du potentiel de repos.

VI – RECAPITULONS

- Ce phénomène est contrebalancé par le fonctionnement d'une pompe Na^+/K^+ qui utilise l'énergie pour s'opposer aux fuites par diffusion.
- Le potentiel de repos peut ainsi se maintenir stable en fonction du temps.