

!!! Aucune valeur n'est à mémoriser !!!

DOSAGES BIOPHYSIQUES

I. Généralités sur les résultats de mesures

A. Définitions

1. Valeur normale

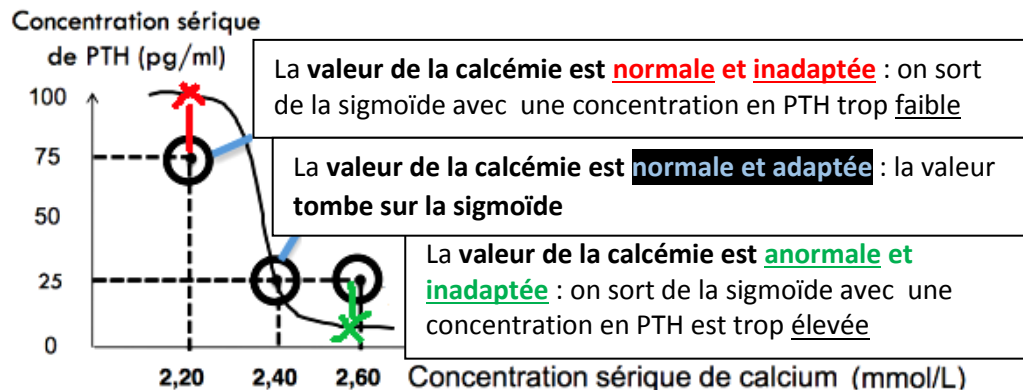
Résultat biologique : chiffre normal ou anormal, qui permet de faire un diagnostic. La **norme est définie statistiquement**.

La répartition des mesures selon une **courbe de Gauss** définit un intervalle comportant l'ensemble des valeurs mesurées : les valeurs normales.

Les valeurs sont comprises à l'intérieur de la courbe de Gauss.

La normalité présente peu d'intérêt en réalité.

2. Valeur adaptée



Exemple de la calcémie :

On représente la concentration sérique en calcium en fonction de la concentration sérique de parathormone (hormone qui régule la calcémie dans le sang).

Le **caractère pathologique** d'une valeur dépend du **risque d'évènement pathogène**.

B) Précision

1. Incertitude absolue et relative

- ♣ **L'incertitude absolue** : liée à la technique de mesure. La répétition d'une technique de mesure permet l'observation d'une variation de la valeur absolue mesurée.
- ♣ **L'incertitude relative** ou **précision** : rapport entre l'incertitude absolue et la valeur mesurée.

La **précision de la plupart des dosages en médecine** est **entre 1% et 5%**

2. Conséquence sur l'expression des résultats

La précision de la mesure conditionne le nombre de chiffres indiqués :

- ♣ **Précision $\leq 1\%$** : le résultat doit avoir **3 chiffres** : 1,42mmol ; 13,8L ; ~~13,83L~~
- ♣ **$1\% < \text{précision} < 10\%$** : le résultat doit avoir **2 chiffres** : 2,5mol ; 19L ; ~~1,33L~~
→ Le comptage des chiffres est indépendant de la virgule.

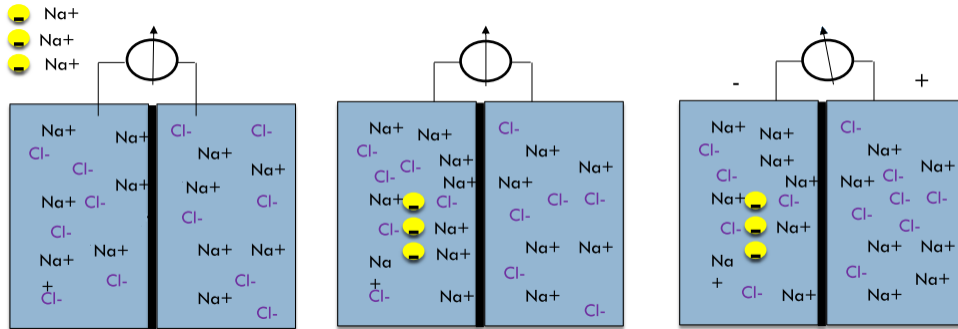
C) Variabilité biologique

La **variabilité biologique** est liée à l'être humain.

Généralement, les variables sont comprises dans un **intervalle de normalité** ; on a une **fourchette** dans laquelle on a des valeurs normales.

II. L'Effet Donnan

A) Cas de la membrane capillaire



1. Etat initial

On considère 2 compartiments séparés par une membrane sélective (=capillaire).

Elle est :

- ◆ Perméable à l'eau, au Na⁺ et au Cl⁻
- ◆ Imperméable aux protéines

Au départ, on a : un potentiel chimique du Cl⁻ et du Na⁺ qui est égal dans les 2 compartiments, c'est à dire que leurs concentrations sont les mêmes des deux côtés

→ Pas de différence de potentiel électrique

2. Effet de l'introduction du protéinate de sodium

On introduit des **protéines chargées négativement** associées à des cations Na⁺.

- ◆ Dissociation partielle entre la protéine et le cation sodique
- ◆ on augmente la concentration de Na⁺ et on crée un potentiel chimique de Na⁺

3. Génération d'un potentiel électrique

Cette création de potentiel chimique sodique va donc entrainer simultanément :

- ♣ Une diffusion du **sodium** selon son **potentiel chimique**
- ♣ Une diffusion du **chlore** selon son **potentiel électrique**

Les charges **positives** passent de gauche à droite donc le potentiel membranaire du côté **gauche est rendu négatif**.

Le chlore fuit le côté gauche et s'accumule du côté droit, selon un potentiel électrique, et engendre un potentiel chimique pour le chlore.

A l'équilibre, le potentiel électrique calculé pour le Na⁺, le K⁺ et le Cl⁻ selon la relation de Nernst est égal au potentiel électrique mesuré.

B) Principe et conséquences de l'effet Donnan

1. Principe et conséquences :

L'**effet Donnan** est basé sur la **présence de molécules chargées non diffusibles** à travers une **membrane sélective**.

Les concentrations des **ions diffusibles** (*responsables de l'apparition du potentiel électrique*) se stabilisent selon les potentiels électriques d'équilibre indiqués par la relation de **Nernst**.

- ♣ **Conséquence électrique** : le potentiel électrique transmembranaire à l'équilibre est conditionné par la répartition des ions diffusibles.
- ♣ **Conséquence sur la composition des liquides** : la concentration des ions diffusibles à l'équilibre est modifiée par rapport à l'état de base, et conditionnée par le potentiel électrique transmembranaire.

2. Effet Donnan dans l'organisme

Du côté plasmatique ou interstitiel de la membrane capillaire, comme les protéines ne sont pas en concentrations équivalentes et qu'elles sont anioniques, on va avoir des asymétries de concentrations et des asymétries de charges.

Plasma	Membrane capillaire	Liquide interstitiel
Na ⁺ = 150 mmol/kg d'eau (142 mmol/L de plasma)	- +	Na ⁺ = 144 mmol/L ou kg d'eau
Cl ⁻ = 109 mmol/kg d'eau (103 mmol/L de plasma)	- +	Cl ⁻ = 114 mmol/L ou kg d'eau
Protéines = 70 g/l	- +	Protéines = 17 g/l
Somme des anions = somme des cations	- +	Somme des anions = somme des cations

Attention : il faut faire la différence entre **osmolarité (mmol/L)** et **osmolalité (mmol/kg)** du côté plasmatique car il y a un **engorgement stérique** généré par les protéines.

C) Cas de la membrane cellulaire

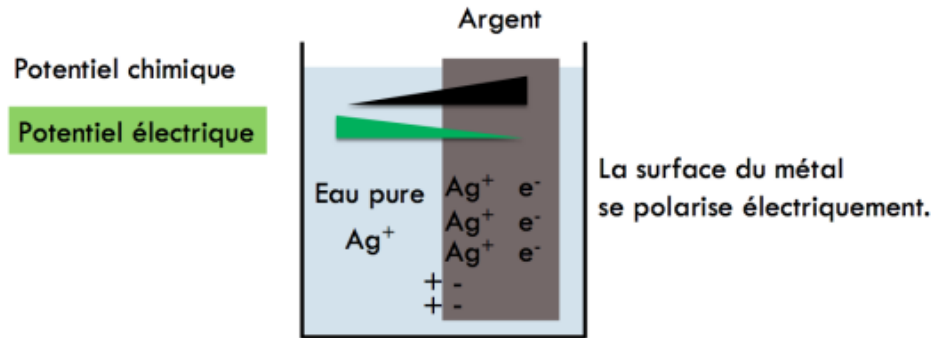
Le cytoplasme des cellules est très riche en protéines (chargées négativement)

L'effet Donnan n'est pas responsable du potentiel de repos de la membrane plasmique.

Les propriétés électriques des cellules sont liées à des transferts de charge quantitativement négligeables mais qualitativement importants.

D) Effet Donnan dans un métal

On introduit une tige d'argent dans de l'eau pure :



Le métal se comporte comme une solution d'ions argentiques.

La surface du métal se comporte comme une membrane sélective perméable au cation argentique et imperméable aux électrons.

La **relation de Nernst** nous dit que : **ddp électrique + ddp chimique = 0**

Donc : avec une **électrode** il est possible de déterminer la **concentration d'un cation** dans une solution.

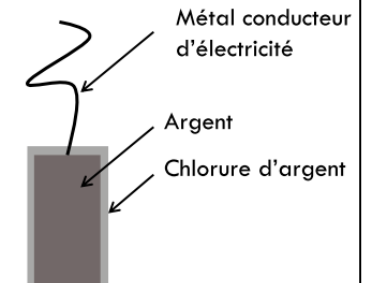
III. Electrodes**A) Principes fonctionnels****1. Electrodes pour les solutions biologiques**

L'acidité et la composition des liquides biologiques n'est pas compatible avec l'utilisation d'électrodes métalliques simples.

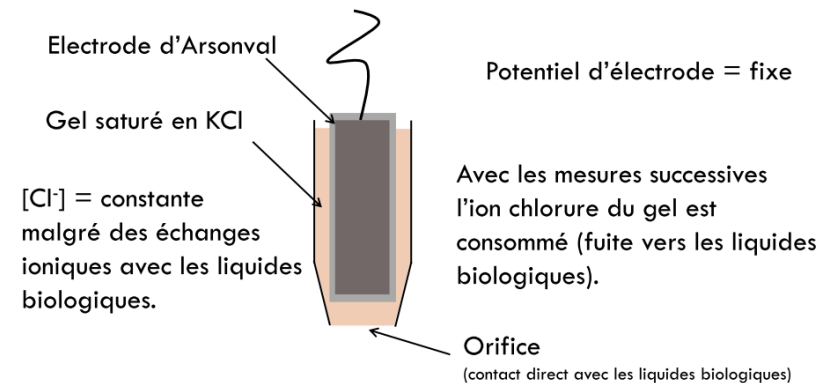
Electrode d'Arsonval

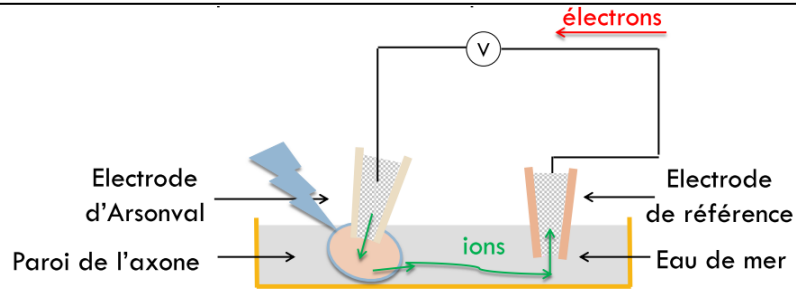
On recouvre une électrode en argent avec des **ions Cl⁻** pour qu'elle soit utilisable dans les milieux biologiques.

Le potentiel de l'électrode d'Arsonval **dépend** de la **concentration d'ion chlorure dans le milieu où elle trempe.**

**Electrode de référence**

Le potentiel de l'électrode de référence est **indépendant** de la concentration en Cl⁻ dans laquelle elle est introduite.



B) Mesures de courants osmotiques

- Les 2 électrodes sont reliées par un circuit électrique.
- L'axone est excité par un courant électrique extérieur
- on voit apparaître une différence de potentiel = la paroi de l'axone est conductrice de courant.

En remplaçant l'eau de mer par de l'eau douce il n'y a pas de courant électrique qui passe dans le système et le potentiel ne bougeait pas.

Déduction :

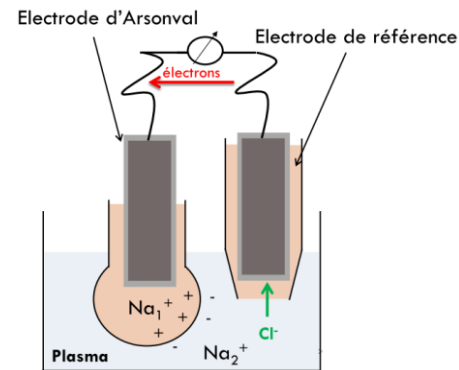
- ♥ Le potentiel d'action est lié à la présence de canaux membranaires à la surface des parois cellulaires
- ♥ Les canaux membranaires doivent être perméables aux ions

C) Dosages d'osmoles ionisées

Méthode de potentiométrie : mesure d'une concentration ionique avec une électrode. On ne mesure que les osmoles ionisées.

On utilise :

- ◆ un **voltmètre**
- ◆ une **électrode de référence**
- ◆ une **électrode d'Arsonval**
- ◆ une **membrane perméable à un seul ion** (celui que l'on veut doser)

1. Dosage de la natrémie

Les mouvements de Na⁺ entraînent un potentiel électrique.

Le potentiel mesuré est proportionnel à la concentration de Na⁺ dans la solution 2.

$$\text{Potentiel électrique à l'équilibre}_{\text{Na}^+} = -\frac{RT}{zF} \ln[\text{Na}^+]_1 + \frac{RT}{zF} \ln[\text{Na}^+]_2$$

(Connu, fixé par le fabricant) (Ce qu'on cherche à connaître)
(Mesuré avec les électrodes)
 → La même méthode est utilisée pour mesurer le pH (concentration en H⁺).

2. Ionisation partielle du calcium

Dans le sang on retrouve le calcium essentiellement sous 2 formes :

- ♣ **Ionisée** : environ 50% du calcium total, mesuré par la potentiométrie
- ♣ **Non ionisée** : associé avec des **anions** (protéines ++)

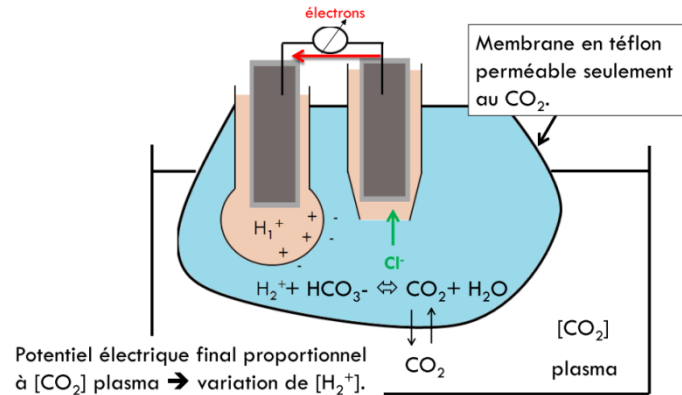
Le calcium total se mesure par colorimétrie.

La répartition du calcium plasmatique par la **confrontation de 2 approches différentes de dosage**.

3. Mesure de la pression partielle du CO₂ dans le plasma

On utilise :

- ♥ Une membrane sélective aux protons (verre)
- ♥ 2 solutions : un milieu 1 (*rose*) et un milieu 2 (*bleu*) dans lesquels la concentration en proton est fixée
- ♥ Une membrane en téflon
- ♥ Un 3^e milieu (blanc) qui contient le plasma (=solution qu'on veut doser)



La concentration de protons dans le système de référence varie en fonction de la quantité de CO_2 dissout. Le potentiel est modifié en conséquence, et on en déduit la pression partielle en CO_2 .

- Plus de CO_2 dans le plasma : déplacement de l'équilibre vers la gauche.
- Plus de CO_2 dans le milieu 2 (bleu) : déplacement de l'équilibre vers la droite.

IV. Electrophorèse des protéines

Définitions :

- ◆ **Electrophorèse** : déplacement des protéines par un courant électrique dans un milieu conducteur.
- ◆ **Milieu conducteur** : réseau tridimensionnel dont les mailles sont plus ou moins serrées selon la concentration d'acrylamide dans une solution d'osmoles ionisées et de pH déterminé.

Propriétés des protéines :

- ✓ Ce sont des **anions** (\pm liés à des protons selon le pH du milieu)
- ✓ La **structure tridimensionnelle** est due à des **ponts disulfures**

1) Préparation des protéines :

On les **dénature** (= on rompt les ponts disulfures à l'aide d'un détergent)

On **libère les charges négatives**

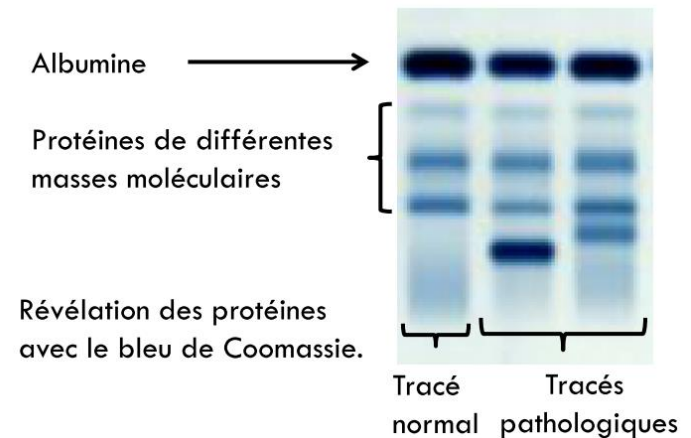
2) Migration des protéines :

Utilisation des charges électriques pour séparer les protéines dans un champ électrique imposé au gel.

3) Révélation :

On révèle les protéines dans le gel en mettant un colorant, qui va se fixer en fonction de la quantité de protéines.

Exemple :



Pour finir la fiche en beauté, j'ai mis une version collector du logo du tutorat !