



- Les compartiments de l'organisme -

Sommaire

I – Méthode pour étudier la physiologie	- 2 -
A – Compartimentation fonctionnelle.....	- 2 -
B – Les débits.....	- 3 -
C – L'individu standard.....	- 3 -
II – Compartiments du milieu intérieur.....	- 4 -
A – Définitions.....	- 4 -
B – Mesure.....	- 5 -
1 – Méthode de mesure pour un traceur séquestré.....	- 5 -
2 – Méthode de mesure pour un traceur éliminé.....	- 6 -
3 – Les différents traceurs.....	- 7 -
4 – Mesure du volume d'eau totale.....	- 7 -
5 – Mesure du volume extracellulaire.....	- 8 -
6 – Déduction du volume intracellulaire.....	- 8 -
7 – Mesure du volume plasmatique.....	- 10 -
8 – Calcul du volume sanguin.....	- 11 -
9 – Mesure du débit cardiaque.....	- 12 -
10 – Vue d'ensemble.....	- 15 -
11 – Conclusion.....	- 16 -
III – Compartiments du milieu extérieur.....	- 17 -
A – Définitions.....	- 17 -
B – Compartiment pulmonaire.....	- 18 -
C – Compartiment digestif.....	- 20 -
D – Compartiment urinaire.....	- 20 -
E – Conclusion.....	- 22 -

Bienvenue dans ce premier cours de physiologie ! Il s'agit d'un cours introductif, assez accessible, dans lequel nous allons aborder la segmentation fonctionnelle du corps humain. Comme pour tous les cours de physiologie, il est essentiel de **comprendre** les notions plutôt que de chercher à les apprendre par cœur. Vous trouverez ici des **définitions**, des **phrases clés**, ainsi que des **formules et calculs** qu'il faudra connaître et maîtriser. J'ai pris soin de détailler chaque point pour vous aider au mieux. Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez surtout pas à poser vos questions sur le forum.

Bon courage et bonne découverte de la meilleure matière que vous aurez cette année, en toute objectivité.

Les rajouts du cours en présentiel sont dans les parties en bleu dans le sommaire !

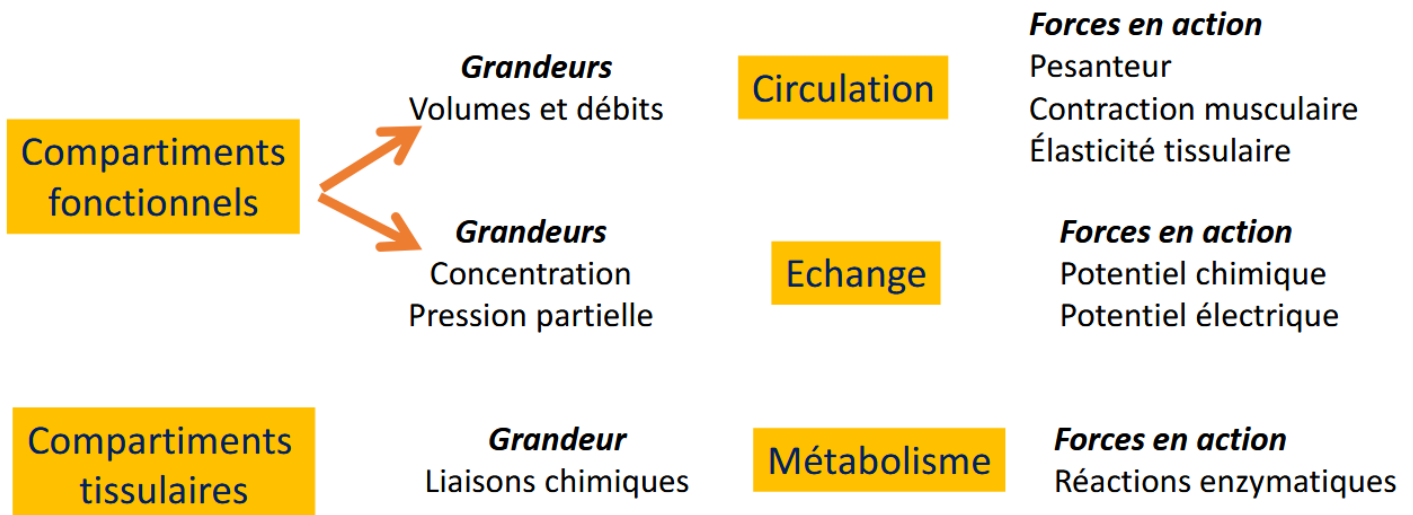
Cette fiche est complète et à jour du cours en présentiel du 9/09/2025

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



I – Méthode pour étudier la physiologie

A – Compartimentation fonctionnelle



Professeur Favre commence par faire une introduction générale sur l'enseignement de la physiologie :

En **anatomie et en histologie**, on étudie des **compartiments tissulaires concrets**, comme le foie, que l'on peut extraire, découper et comparer aux autres organes. En **physiologie**, en revanche, on s'intéresse à des **compartiments fonctionnels**, qui ne correspondent pas à une réalité anatomique et qu'on ne peut pas isoler. Ils communiquent entre eux par des **forces physiques** telles que volumes, débits, concentrations, pressions ou gradients chimiques et électriques. Par exemple, dans la circulation sanguine, la contraction du cœur génère une pression et l'élasticité des vaisseaux crée des variations de pression qui permettent la distribution du sang.

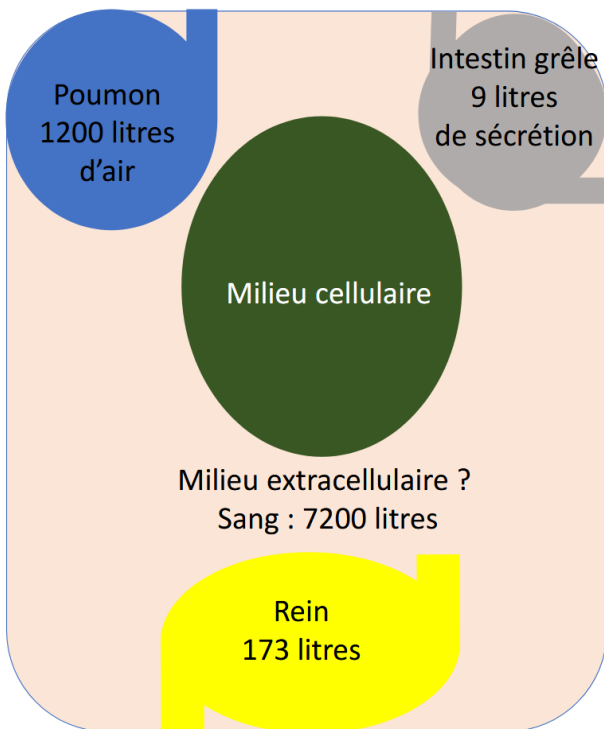
Si on descend d'un cran au **niveau des tissus**, on étudie ensuite la **diffusion des molécules dissoutes** dans le sang et dans les tissus selon les **concentrations et les potentiels chimiques ou électriques**. Ceci constituera la 1^{ère} partie de l'enseignement en physiologie.

Enfin, si on redescend d'un cran, au **niveau moléculaire**, les **tissus** apparaissent comme de véritables **usines chimiques**, partageant souvent les **mêmes composants et enzymes**, mais avec des **fonctionnements adaptés** à chaque organe, comme entre le foie et les muscles, c'est ce qu'on étudiera sur dans les cours sur le métabolisme notamment.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



B – Les débits



Le professeur présente les **débits colossaux à l'intérieur des compartiments** que l'on va étudier dans ce cours :

- Les **poumons** (milieu extérieur) voient passer chaque jour **1200 L d'air**
- Les **reins** produisent **173 L d'urine**
(le prof donne plein de valeur vous verrez, 172,8, 173, 180, tout est à compter vrai dans les qcm, on considère que c'est entre 170 et 180 L environ.)
- L'**intestin grêle** (milieu extérieur) produit **9 L de sécrétion**
- Et autour de ces organes circulent **7200 L de sang** tous les jours

Le professeur précise que ces chiffres ne sont pas à retenir (*mais retenez quand même les débits pour le rein ça tombe à l'examen*). Ces chiffres nous donnent une idée de **l'intensité des échanges dans l'organisme**.

C – L'individu standard

En physiologie, lorsqu'on présente des **valeurs chiffrées**, on considère qu'elles correspondent à un **individu standard**. Cet individu standard **n'existe pas et n'a pas de sexe** et présente des **caractéristiques prédéfinies** :

- 1,70 m
- 65 kg
- Volume extracellulaire (milieu intérieur) = 12,9 L
- Surface corporelle = 1,73 m²

Les **grandeurs physiologiques** mesurées chez des **individus réels** de sexe, d'âge et de gabarits différents sont **divisées par leur surface corporelle** pour être **comparables** entre elles :

Débit cardiaque = 5 L/m²

Débit de filtration glomérulaire = 120 ml/min/1,73 m²

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



II – Compartiments du milieu intérieur



A – Définitions



À la fin du **XIXe siècle**, le médecin et physiologiste français **Claude Bernard** élabore le concept de **milieu intérieur**. C'est une notion fondatrice de la physiologie. Dans cette matière, nous allons utiliser un **découpage fonctionnel** du corps et **non pas un découpage anatomique**.

On oppose le concept de **milieu intérieur** à celui de **milieu cellulaire** ou **milieu intracellulaire**. On dit du **milieu cellulaire** qu'il est un **sanctuaire inaccessible aux mesures** dans lequel on n'effectue **généralement pas de prélèvement**, à l'inverse du **milieu intérieur** qui est **accessible** pour les prélèvements et les mesures.

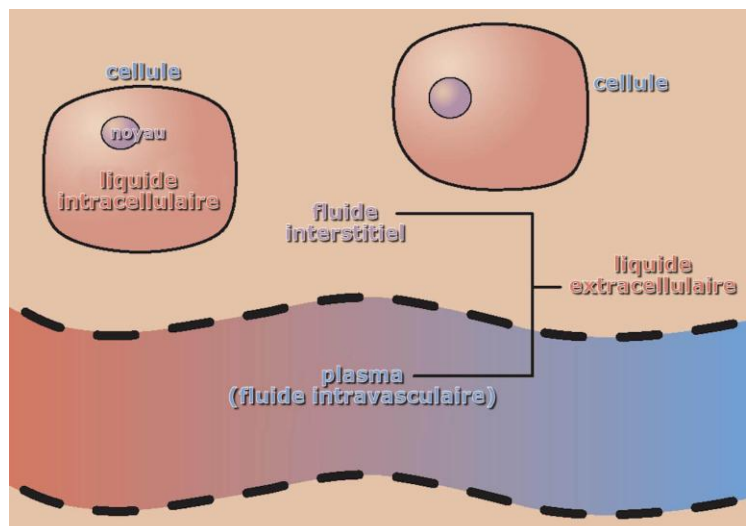
Définition de milieu intérieur : ensemble du liquide dans lequel baigne les cellules.

Petit récap à connaître par cœur 

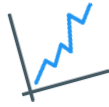
Milieu intérieur = milieu extracellulaire (Accessible aux prélèvements)

⚠ Milieu intérieur ≠ milieu cellulaire (Sanctuaire inaccessible aux prélèvements)

Voici un schéma qui illustre ce que nous venons de dire. On y voit le **milieu intracellulaire**, également appelé **milieu cellulaire**, qui correspond au liquide contenu à l'intérieur des **cellules**. On observe également le **milieu intérieur**, c'est-à-dire le **milieu extracellulaire**, qui représente le liquide situé en **dehors des cellules**. Ce milieu extracellulaire est réparti entre le **liquide interstitiel** et le **plasma**.



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



B - Mesure



Pour appréhender et **mesurer** ces compartiments, on va utiliser différents **traceurs**. Ces traceurs ont la capacité de se distribuer selon :

- Leur taille +++
- Leur affinité +++

Les 2 mots ci-dessus sont à **connaître par cœur** ! 

Le principe est simple, on **injecte** un **traceur** (par exemple dans une veine) et on vient **mesurer** sa **concentration** un peu plus tard. On peut ensuite **calculer** le **volume de distribution** du traceur.

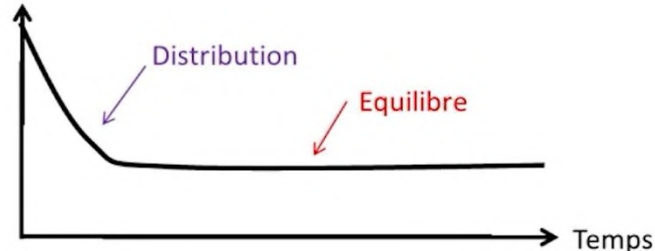
La méthode de calcul peut différer selon le type de traceur.

En effet, il peut être :

- **Séquestré** dans le volume de distribution et ainsi **atteindre un équilibre** de concentration
- **Éliminé** à vitesse constante, donc **sans équilibre** de concentration

1 – Méthode de mesure pour un traceur séquestré

Concentration
du traceur



Si on est à **l'équilibre de concentration**, lorsqu'on injecte notre traceur, on obtient sur le graphique un **pic de concentration**,

correspondant au moment de l'injection, qui va **diminuer avec la dilution** du traceur à l'intérieur du compartiment. On obtient donc une **courbe de distribution** puis une **droite de concentration à l'équilibre** en fonction du temps.

Pour calculer le volume de distribution d'un traceur séquestré, on utilise cette formule :

$$\text{Volume de distribution (L)} = \frac{\text{Quantité injectée (mol ou Bq)}}{\text{Concentration mesurée à l'équilibre (mol.L ou Bq.L)}}$$

Le **volume de distribution** est égal au rapport entre la quantité de traceur injectée et la concentration de celui-ci mesuré à l'équilibre.

Il s'exprime :

- Soit en **mole**, si on mesure la **quantité** du traceur.
- Soit en **Becquerel**, si on mesure l'**activité radioactive** de celui-ci.

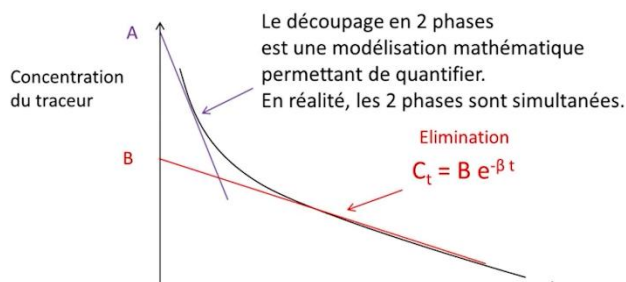
Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



2 – Méthode de mesure pour un traceur éliminé

Lorsque le traceur est éliminé à vitesse constante, on obtient une **décroissance exponentielle** du traceur en fonction du temps, qui **démarre** au moment où la **concentration** du traceur est **maximale**, c'est-à-dire au moment de l'injection.

La **modélisation mathématique** présente une **phase de distribution** et une **phase d'élimination**. L'**extrapolation linéaire** de chacune de ces phases (*ce sont les traits violet et rouge*) permet de **calculer la concentration** du traceur au point B (*point B = extrapolation de la courbe d'élimination sur l'axe des ordonnées qui montre les 2 phases*). Ainsi, la **concentration** en fonction du temps est **proportionnelle** à ce point B, fonction d'une **exponentielle** qui dépend de la **constante d'élimination**.



On considère 2 phases différentes pour la modélisation mathématique, mais en réalité ces 2 phases sont simultanées. +++

$$\text{Volume de distribution (L)} = \frac{\text{Quantité injectée (mol ou Bq)}}{\text{Concentration au point B (mol.L ou Bq.L)}}$$

Ici, pour **calculer** le volume de distribution d'un traceur éliminé à vitesse constante, on fait le **rapport** entre la **quantité totale** de traceur injectée et la **concentration** du traceur au point B (qui est extrapolée)

Il s'exprime :

- Soit en **mole**, si on mesure la **quantité** du traceur.
- Soit en **Becquerel**, si on mesure l'**activité radioactive** de celui-ci.



Point QCM : il faut connaître les formules et bien faire la distinction entre la méthode pour un traceur séquestré et éliminé. Pour l'instant le prof n'a jamais demandé de calculer un volume de distribution, mais on peut demander, par exemple, ce qu'on met au numérateur ou dénominateur dans la formule...



3 – Les différents traceurs



Petit tableau à connaître par cœur 

Volume mesuré	Volume d'eau totale	Volume plasmatique	Volume extracellulaire	Volume Pulmonaire
Traceur	Deutérium : $^2\text{H}_2\text{O}$ Tritium : $^3\text{H}_2\text{O}$ (molécules d'eau marquées avec un isotope radioactif de l'hydrogène)	^{125}I -albumine (^{125}I = iode 125, isotope radioactif)	^{51}Cr -EDTA Inuline (^{51}Cr =Chrome 51, isotope radioactif)	Hélium
Type	Séquestré	Séquestré	Éliminé	




4 – Mesure du volume d'eau totale

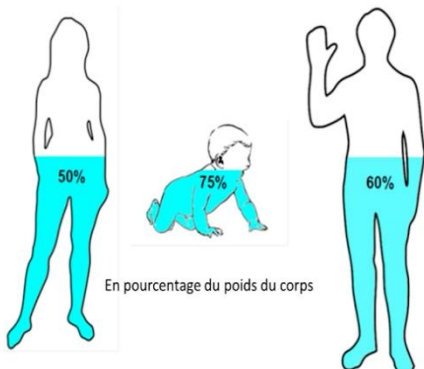
Ici, pour mesurer le volume d'eau, nous allons utiliser le deutérium. L'équilibre de concentration du traceur est établi au bout d'un certain temps, car même si les molécules d'eau se renouvellent régulièrement, elles ne se renouvellent pas suffisamment rapidement pour fausser notre mesure. L'eau est donc considérée comme séquestrée et le deutérium reste dans le compartiment liquidien.

$$\text{Volume de distribution (L)} = \frac{\text{Activité injectée (en Becquerel)}}{[\text{Deutérium}] \text{ à l'équilibre (Bq.L)}}$$

Le volume de distribution est donc égal à l'activité injectée divisée par l'activité à l'équilibre du deutérium.

C'est exactement la même formule que celle plus haut pour le cas d'un traceur séquestré, mais ici, on l'a appliqué au deutérium.

Lorsqu'on réalise cette expérience, voici ce qu'on trouve : à connaître par cœur, QCM calcul ! 



- Pour une femme, le volume d'eau totale représente 50 % du poids du corps.
- Pour un homme, le volume d'eau totale représente 60 % du poids du corps.
- Pour un nouveau-né, le volume d'eau totale représente 75 % du poids du corps.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



Exemple de QCM : *essayez de le faire seul avant de regarder la correction 😊*

QCM 1 : une patiente de 60 kg est admise aux urgences. Quel est son volume d'eau total ? :

- A) 36 L
- B) 39 L
- C) 30 L
- D) 45 L
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

Correction : dans l'énoncé, on apprend que c'est une **femme** (une patiente) et qu'elle pèse **60 kg**. On sait que le **volume d'eau total chez une femme correspond à 50 % de son poids**, donc il nous reste plus qu'à calculer. Ici, c'est le cas le plus simple, **50 % correspond à la moitié** donc on a juste à diviser le poids par 2 ça fait **60 kg/2= 30 L**, c'était la réponse C.

Je sortirai une fiche méthode qui présente un peu tous les scénarios possibles pour ce cours (il y a d'autres calculs qui arrivent) et un DM pour que vous puissiez vous entraîner !

5 – Mesure du volume extracellulaire

Pour **mesurer le volume extracellulaire**, on va utiliser le **⁵¹Cr-EDTA** qui est une **molécule exogène** régulièrement éliminée par les reins. On utilise donc la **courbe de distribution d'un traceur éliminé à vitesse constante** pour calculer le **volume de distribution**. Comme on l'a vu tout à l'heure, le **volume de distribution d'un traceur éliminé à vitesse constante est égal au rapport** entre la **quantité injectée totale du traceur** et la **concentration du traceur au point B**.

$$\text{Volume de distribution (L)} = \frac{\text{Activité injectée en (Bq)}}{\text{B (Bq.L)}}$$

6 – Dédution du volume intracellulaire




Rappel : le milieu **cellulaire=intracellulaire** est **inaccessible** aux mesures contrairement au milieu **intérieur=extracellulaire**. Néanmoins, on peut quand même **déduire le volume intracellulaire** grâce aux 2 mesures qu'on vient de voir (eau total et volume extracellulaire) en faisant un **calcul simple** :

$$\text{Volume cellulaire} = \text{volume d'eau totale} - \text{volume extracellulaire}$$

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



On peut voir que la répartition est de : à connaître par cœur, QCM calcul ! 

Volume d'eau totale de l'individu standard = 42 L



Le volume cellulaire correspond à 2/3 du volume d'eau totale.

Le volume extracellulaire correspond à 1/3 du volume d'eau totale.

Exemple de QCM : essayez de le faire seul avant de regarder la correction 😊

QCM 1 : concernant un homme pesant 70 kg :

- A) Son volume d'eau total est de 35 L
- B) Son volume d'eau total est de 42 L
- C) Son volume extracellulaire est de 14 L
- D) Son volume intracellulaire est de 28 L
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction :

Dans l'énoncé, on apprend qu'il s'agit d'un homme de 70 kg.

On se rappelle que le volume d'eau totale pour un homme représente 60 % du poids.

Pour calculer 60 % de 70 kg on fait :

- 60 % de 70 kg = $6 \times 7 \text{ kg} = 42 \text{ L}$

Désormais, on sait que :

- Le volume extracellulaire = 1/3 de l'eau totale
→ 1/3 revient à diviser par 3 donc $42 \div 3 = 14 \text{ L}$
- Le volume intracellulaire = 2/3 de l'eau totale
→ 2/3 revient à faire $2 \times 1/3$ donc 2×14 (on se sert de notre résultat d'avant) = 28 L

On a donc :

- Volume d'eau total = 42 L
- Volume extracellulaire = 14 L
- Volume intracellulaire = 28 L

Réponse : BCD



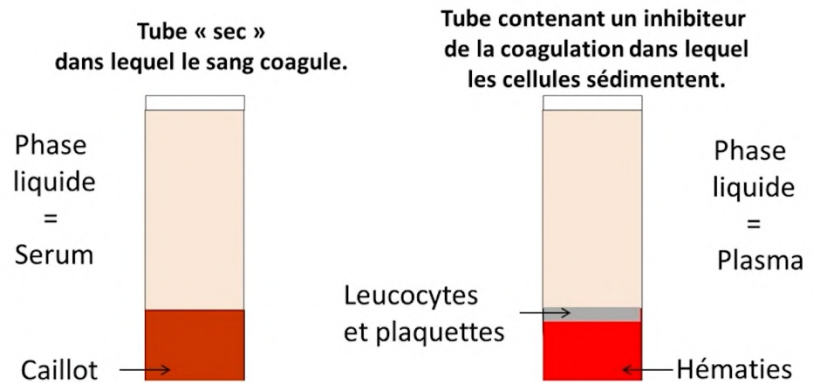
7 – Mesure du volume plasmatique

Définitions à connaître par cœur ! ❤️

Plasma : liquide qui reste après avoir prélevé du sang dans un tube **avec anticoagulant**.

Sérum : liquide qui reste après prélevé du sang dans un tube dit « **sec** » **sans anticoagulant**.

Lorsque le **prélèvement** est réalisé **avec des anticoagulants**, on peut venir **calculer** ce qu'on appelle **l'hématocrite** (*pourcentage du volume sanguin occupé par les globules rouges*) puisque les **hématies** ne sont pas mélangées à d'autres cellules dans un caillot.



Le **plasma** est à bien différencier du **sérum**. Les **protéines** sont encore **présentes** à l'état soluble dans le **plasma** contrairement au **sérum**.

Formule et valeur de l'hématocrite à connaître par cœur, QCM calcul ! ❤️

$$\text{Hématocrite} = \frac{V_{\text{globulaire}}}{V_{\text{sanguin}}} = \mathbf{0,45}$$

Ainsi, on peut en utilisant **l'albumine** (protéine plasmatique) marquée à **l'iode 125**, qui se distribue dans le plasma, mesurer le volume plasmatique.

$$\text{Volume plasmatique} = \frac{125I - \text{albumine} (Bq)}{[125I - \text{albumine}](Bq. L)}$$

Grâce à la mesure, on trouve que le volume plasmatique est égal à **50 ml/kg+++**.



8 – Calcul du volume sanguin



Grâce au calcul de l'hématocrite et la mesure du **volume plasmatique** qu'on a vu avant on peut venir **calculer** le **volume sanguin**, en se servant de la **proportionnalité** entre le volume sanguin et le plasma dans l'équation de l'hématocrite :

V sanguin = V globulaire + V plasmatique

$$\frac{V_{\text{globulaire}}}{V_{\text{sanguin}}} + \frac{V_{\text{plasmatique}}}{V_{\text{sanguin}}} = 1$$

$$\text{Hématocrite} + \frac{V_{\text{plasma}}}{V_{\text{sanguin}}} = 1$$

$$V_{\text{sanguin}} = \frac{V_{\text{plasma}}}{[1 - \text{hématocrite}]}$$

Jusqu'à présent le professeur n'a jamais posé de questions sur toute la démonstration. Je conseille de tout apprendre quand même au cas où mais c'est surtout la **première** et **dernière formule** qu'il faut connaître pour des **QCM calcul** ! ❤️

Exemple de **QCM** : *essayez de le faire seul avant de regarder la correction* 😊

QCM 1 : pour un homme pesant 70 kg, son volume sanguin est de :

- A) 5,3 L
- B) 8 L
- C) 6,3 L
- D) 10 L
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction :

Il faut d'abord trouver le **volume plasmatique** = 50ml/kg, on simplifie en 5×10^{-2} L/kg donc $70 \times 5 \times 10^{-2} = 350 \times 10^{-2}$, le 10^{-2} fait qu'on va partir de la fin du nombre avec une virgule et qu'on va la décaler 2 fois à gauche, ce qui nous donne **3,5 L** !

On peut ensuite trouver le **volume sanguin** = **Volume plasmatique / 1-Hématocrite**

$$= 3,5 / 1-0,45$$

$$= 3,5 / 0,55$$

$$= 35 \times 10^{-1} / 55 \times 10^{-2}$$

$$= 35 / 55 \times 10^1 \text{ (vous devez poser la division et trouver entre 1 et 2}$$

chiffres après la virgule, en fonction des résultats proposés dans les items)

$$= 0,63 \times 10^1 = 6,3 \text{ L}$$

Pour les puissances de 10 : entre la 3^{ème} et la 4^{ème} étape on passe de $10^{-1}/10^{-2}$ à 10^1 , voici le détail du calcul : comme c'est une **division**, les **puissances du numérateur** et du **dénominateur** se **soustraient** :

$(-1) - (-2) = (-1) + 2 = 1$, on se retrouve avec 10^1 .

La puissance n'a pas de signe moins donc cette fois on doit décaler la virgule à droite et non pas à gauche : $0,63 \times 10^1 = 6,3 \text{ L}$

Réponse C !

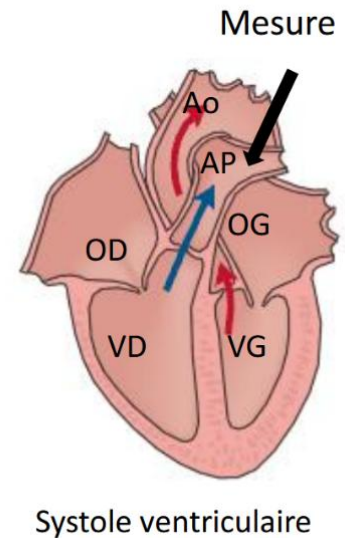
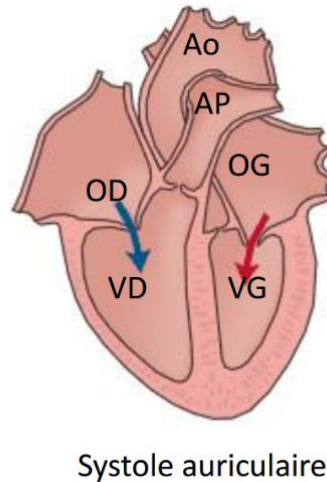
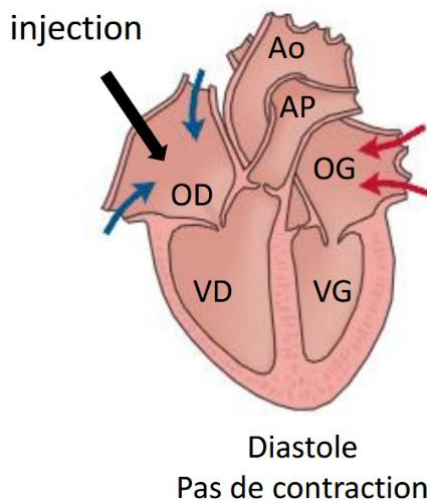


9 – Mesure du débit cardiaque

Injection de traceur.

Dilution du traceur dans le sang de l'OD et du VD.

Mesure de la concentration du traceur dans le sang de l'artère pulmonaire.



Rappel sur la structure et le fonctionnement du cœur :

Le cœur est constitué de **quatre cavités** :

- l'oreillette (ou atrium) droite,
- le ventricule droit,
- l'oreillette gauche,
- le ventricule gauche.

Il est relié à **deux gros vaisseaux** : l'artère pulmonaire et l'aorte.

Le cycle cardiaque se déroule en **trois grandes phases** :

1. **Diastole** (relaxation) : le **sang afflue dans les oreillettes**, sans contraction.
2. **Systole auriculaire** : les **oreillettes se contractent** pour faire passer le sang dans les ventricules.
3. **Systole ventriculaire** :
 - le **ventricule droit** éjecte le sang dans **l'artère pulmonaire**, en direction des **poumons** pour l'oxygénation,
 - le **ventricule gauche** éjecte le sang dans **l'aorte**, pour irriguer **tout l'organisme**.

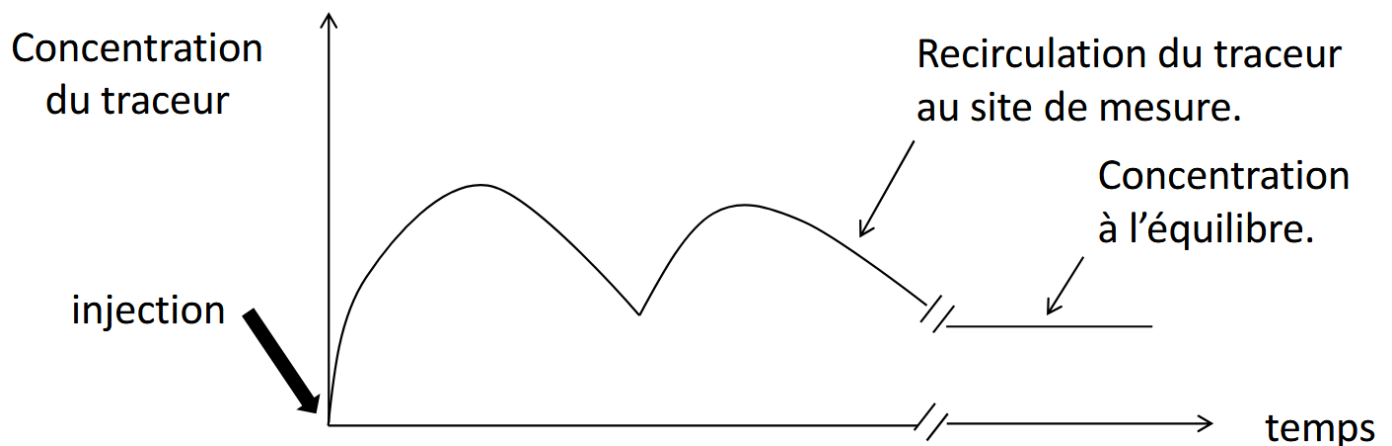


Pour évaluer le **débit cardiaque**, on utilise un **traceur injecté** dans une veine d'accès facile, comme la veine jugulaire externe droite.

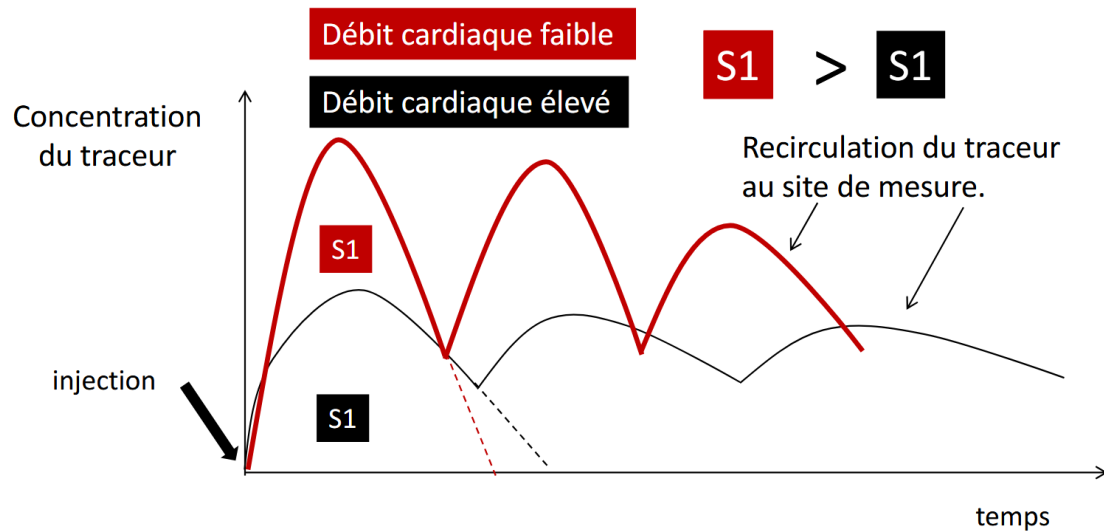
- Le traceur arrive dans **l'oreillette droite** en diastole, où il se **mélange au sang**.
- Lors de la **contraction auriculaire**, il passe dans le **ventricule droit**.
- Il est ensuite éjecté dans la **circulation pulmonaire**.
- Après les poumons, il rejoint la **circulation systémique** en passant par le **cœur gauche**.

Pour suivre sa **dilution progressive dans le sang**, on place un **capteur** dans l'**artère pulmonaire**. Celui-ci permet d'enregistrer la **concentration** du traceur après **plusieurs cycles cardiaques**.

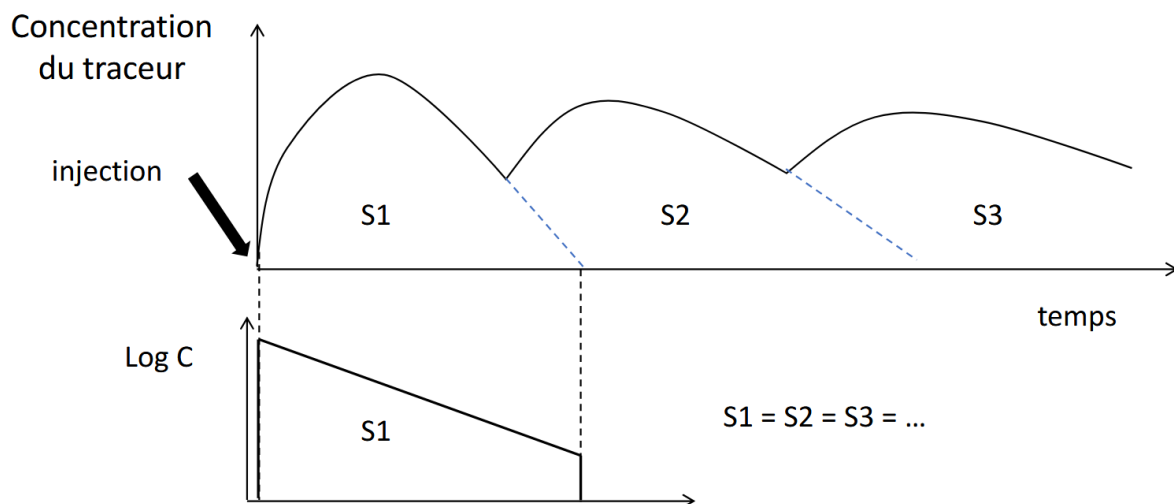
En comparant la **concentration du traceur** entre **l'oreillette droite** (point de retour du sang veineux) et **l'artère pulmonaire**, on peut ainsi déterminer le **débit du cœur**.



On voit ici **l'évolution de la concentration du traceur injecté dans le sang au cours du temps**. Au départ, on observe une **montée rapide** qui correspond à **l'arrivée du traceur au site de mesure**. La **concentration diminue** ensuite car le traceur **se dilue dans la circulation**. Un **deuxième pic** apparaît un peu plus tard : il traduit la **recirculation du traceur** qui repasse par le site de mesure après avoir traversé la circulation. Enfin, la courbe se **stabilise** vers une **concentration constante**, correspondant à l'équilibre. La **concentration au site de mesure est inversement proportionnel au débit sanguin**.



Ce schéma illustre la relation entre la **concentration du traceur** et le **débit cardiaque**. Après l'injection, on observe une **courbe de dilution** différente selon que le **débit cardiaque** est faible ou élevé. Lorsque le **débit cardiaque** est faible (courbe rouge), le traceur reste plus longtemps au site de mesure et sa **concentration maximale** est plus élevée, ce qui donne une **surface sous la courbe (S1) plus grande**. À l'inverse, lorsque le **débit cardiaque** est élevé (courbe noire), le traceur est rapidement évacué et dilué, ce qui entraîne une **concentration plus basse** et une **surface S1 plus petite**. La recirculation du traceur apparaît ensuite sous forme de nouveaux pics plus tardifs. Ainsi, plus le **débit cardiaque** est élevé, plus la courbe initiale est aplatie et la surface S1 réduite.



$$\text{Débit} = \frac{\text{Quantité de traceur injectée}}{\int C dt}$$

Pour calculer le **débit cardiaque**, on s'intéresse surtout au **premier passage du traceur**. On mesure l'**aire sous la courbe de concentration** pendant ce premier passage. Cette aire correspond à l'**intégrale de la concentration dans le temps**.

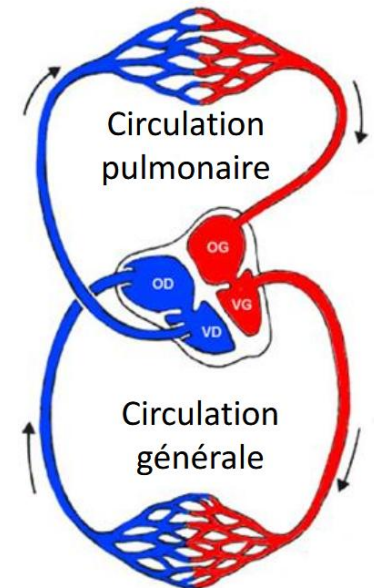


Enfin, on **divise la quantité totale de traceur injectée par cette aire** pour obtenir le **débit cardiaque**. En résumé, plus le débit cardiaque est élevé, plus le traceur se dilue vite et plus l'aire sous la courbe est petite.

La circulation pulmonaire et la circulation générale reçoivent le même débit sanguin.

En conditions basales	Pourcentage du débit cardiaque
Circulation pulmonaire	100 %
Circulation générale	100%

Débit sanguin 5 L/min



C'est ainsi, que l'on peut mesurer le **débit cardiaque**. Aujourd'hui il existe des **techniques plus simples** comme l'IRM, les échographies, les caméras radio-isotopes...

On conclut que **la circulation pulmonaire et systémique reçoit le même débit sanguin : 100%**. Ce qui donne un **débit basal de 5L/min/m²**.

Le professeur continue en parlant de la pression sanguine mais vous ferez ça dans le cours sur la régulation de la pression artérielle !

Fin des rajouts présentsiels !



10 – Vue d'ensemble

Ainsi, nous avons une image complète des différents compartiments liquidiens de l'organisme qui sont ceux dont on va se servir en **physiologie et médecine** 😊

Volume cellulaire	Volume extracellulaire
28 litres (2/3 du volume d'eau totale)	14 litres (1/3 du volume d'eau totale) dont 3,5 L de plasma = 50 ml/kg de poids corporel

Dernier petit calcul du cours à maîtriser ❤️

On rappelle que le volume plasmatique s'estime par rapport au poids corporel et qu'il est égal à **50ml/kg+++**.

On voit que le **volume plasmatique** fait partie du **milieu intérieur** (*volume extracellulaire*), on dit qu'il constitue la **partie circulante** du milieu intérieur.

Je vous remets le détail du **calcul du volume plasmatique** :

Pour calculer ça rapidement de tête, il faut utiliser les **puissances de 10**.

Méthode :

Prenons l'exemple d'un **individu standard** pesant **70 Kg**, on simplifie **50ml/kg** en **5×10^{-2} L**

Ce qui nous donne **$70 \times 5 \times 10^{-2} = 350 \times 10^{-2}$** , le **$10^{-2}$** fait qu'on va partir de la fin du nombre avec une virgule et qu'on va la décaler 2 fois à gauche, ce qui nous donne **3,5 L !**

C'est une des méthodes possibles, dans tous les cas, vous devez savoir calculer le volume plasmatique à partir du poids d'un individu.

11 – Conclusion

Petite conclusion du **professeur** :

- La **notion** de compartiment n'est **PAS anatomique+++** mais **accessible** à l'aide de **traceurs moléculaires**.
- On **décrit simplement** les **compartiments** qui vont être **utiles** pour la **compréhension** de la **physiologie**.
- L'estimation de leur **volume** par rapport au **poids corporel** et au **sexe** est utile en **physiologie** et en **médecine**.


Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



III – Compartiments du milieu extérieur



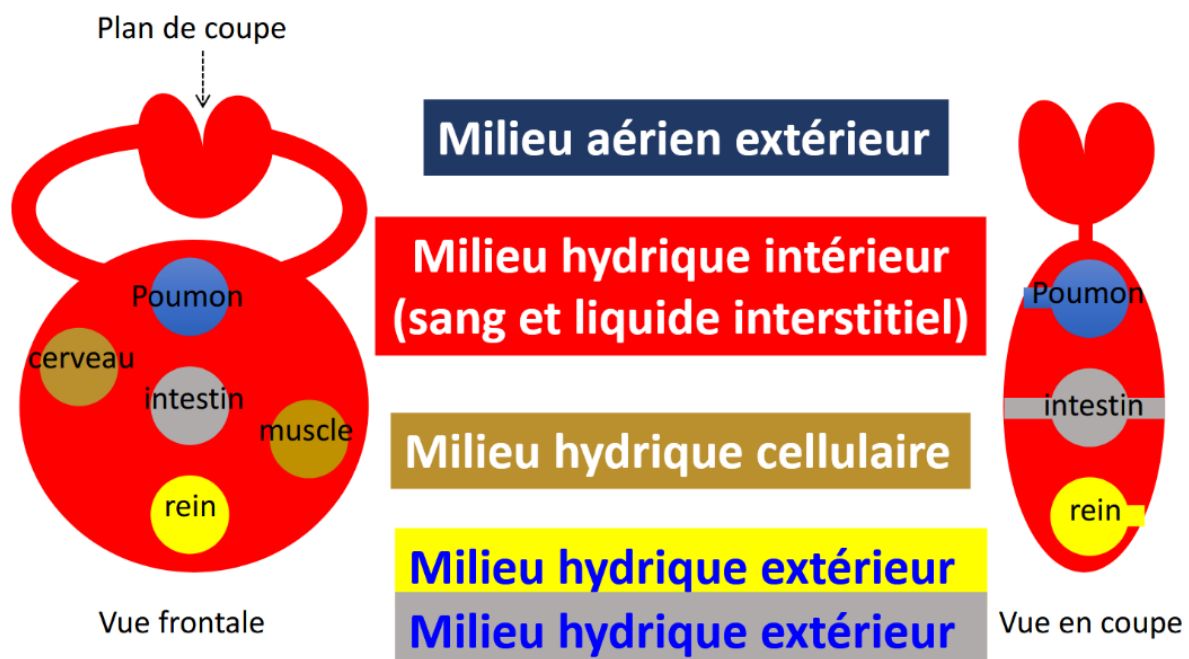
A – Définitions

Compartiment pulmonaire : l'air qu'on respire vient se mettre au contact du sang dans un milieu aérien pulmonaire particulier (extérieur), où l'air est **dépoussiéré**, **réchauffé** et **humidifié**.
(les 3 derniers mots, c'est par cœur: )

Compartiment digestif : les **aliments** que l'on ingère viennent au **contact du sang** à travers **l'intestin**, et le **bol alimentaire** est **modifié** par les **sécrétions digestives**.

Compartiment urinaire : l'**urine** qui est **filtrée** à partir du sang à **l'intérieur des reins**, circule également dans un **compartiment urinaire** qui va être au **contact du sang** pendant son trajet et qui va **permettre l'équilibration du milieu intérieur**.

Le prof présente ce schéma, qui correspond grossièrement à une coupe frontale et en coupe de l'organisme, la partie rouge correspond au milieu intérieur, les poumons, reins et intestin représentent le milieu extérieur et le cerveau et les muscles le milieu cellulaire.



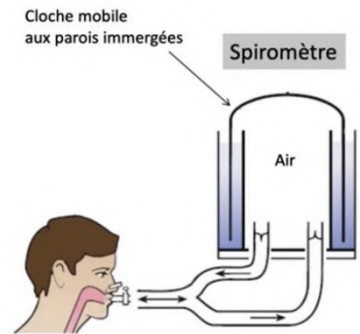


B – Compartiment pulmonaire

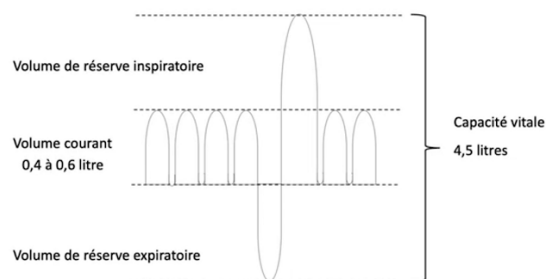
L'air pulmonaire est facile à mesurer, puisqu'on peut faire varier le volume d'air extérieur simplement par la ventilation.

Un appareil, appelé spiromètre, permet de mesurer les variations d'air sous une cloche dans laquelle ventile un patient. On observe :

- Une diminution du volume sous la cloche lors de l'inspiration
- Une augmentation du volume lors de l'expiration



On obtient ainsi plusieurs mesures :

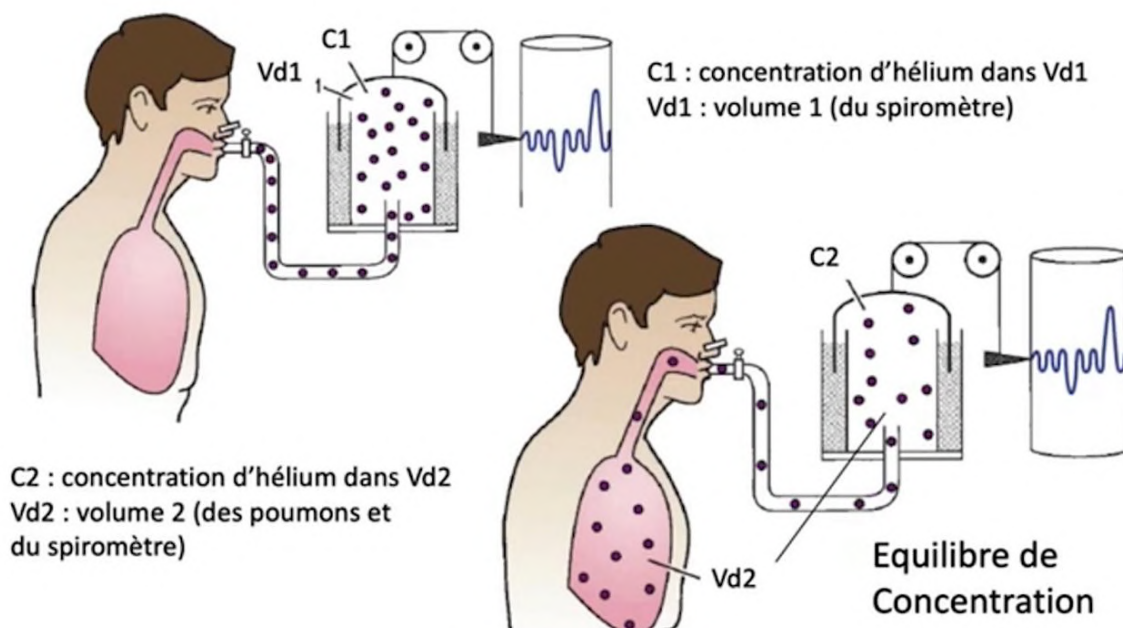


- Ventilation spontanée (sans aucun effort) = ~ 0,5 L
- Volume de réserve inspiratoire (inspiration à fond) = 2 L
- Volume de réserve expiratoire (expiration à fond) = 2 L
- On définit donc la capacité vitale d'un individu, qui est le résultat de la somme de tous ces volumes : 4,5 L

On peut aussi utiliser un traceur, l'hélium, qui se distribue dans l'ensemble de l'arbre aérien :

- On injecte une quantité 1 d'hélium (C_1) dans le spiromètre dans un volume 1 de distribution connue (V_{d1}).
- Puis, on ouvre la communication entre le spiromètre et l'arbre aérien, on mesure la concentration 2 (C_2), déduisant le volume de distribution 2 (V_{d2}).

Le volume 2 comporte ainsi le volume 1 et la part supplémentaire liée à l'arbre aérien.



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



En utilisant les formules vues plus haut pour calculer le volume de distribution, on pose :

$$\text{Hélium (mol)} = [\text{Hélium}] (\text{mol/L}) \times Vd (\text{L})$$

La quantité injectée d'hélium est proportionnel à sa concentration multipliée par le volume de distribution.

Lorsqu'on ouvre la communication entre le spiromètre (volume connu Vd_1) et les poumons, l'hélium se répartit dans un volume plus grand (Vd_2). Comme l'hélium ne disparaît pas, la quantité reste constante, on peut donc déduire :

$$[\text{hélium}]_1 \times Vd_1 = [\text{hélium}]_2 \times Vd_2$$

$$Vd_2 = \frac{[\text{hélium}]_1 \times Vd_1}{[\text{hélium}]_2}$$

Grâce à ces calculs, on obtient la capacité pulmonaire totale.



Capacité pulmonaire totale ≠ Capacité vitale

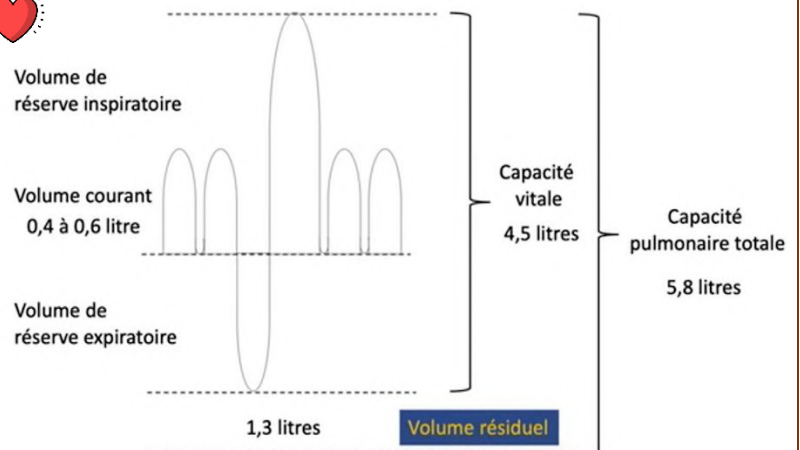
La capacité pulmonaire totale = 5,8 L.

Grâce à la mesure via l'hélium, on trouve une différence de 1,3 L par rapport à la capacité vitale. Cette différence correspond au volume résiduel. C'est un volume d'air présent dans les l'arbre aérien et qui évite à ce dernier de se collaber (coller/refermer) lors d'une expiration maximale.

$$\text{Volume résiduel} = \text{capacité pulmonaire totale} - \text{capacité vitale}$$

Récap des volumes à connaître par cœur 

- Ventilation spontanée = 0,4-0,6 L
- Volume de réserve inspiratoire = 2 L
- Volume de réserve expiratoire = 2 L
- Capacité vitale = 4,5 L
- Volume résiduel = 1,3 L
- Capacité pulmonaire totale = 5,8 L



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.



C – Compartiment digestif

Le **compartiment liquidien digestif** est **variable** en fonction du site.

On **mesure** ces débits liquidiens **par drainage**.

Cavité digestive	Sécrétion	Débit quotidien (litre)
Bouche	Salive	1,5
Estomac	Suc gastrique	2
Duodénum et jéjunum proximal (Ce sont des parties de l'intestin grêle)	Sucs pancréatique Suc biliaire Suc intestinal	1,5 0,5 1,5
Jéjunum distal, côlon et rectum	Suc intestinal	Faible

Tous ces chiffres ne sont pour l'instant jamais tombés à l'examen, mais je vous conseille de les apprendre, moi je ferai des qcm dessus 😊

D – Compartiment urinaire

Le professeur Favre est néphrologue, alors toute cette partie est +++ il y tient beaucoup et ça tombe énormément.

Le **compartiment urinaire** est le **plus difficile** à mesurer.

On le **mesure** en **considérant** que le **plasma** est **filtré** en **permanence** par les reins et que le **volume** de plasma **totalément épuré** d'une substance par unité de temps constitue la **clairance plasmatique**. Il s'agit d'un débit en ml/min.

Alors là, c'est pratiquement 1 qcm par an à l'examen donc c'est à **connaître par cœur** ❤️

Clairance plasmatique



=

VOLUME de plasma totalément épuré d'une substance par **UNITÉ DE TEMPS**

Lorsqu'il s'agit d'une substance exclusivement éliminée par les reins il faut préciser « par les reins » après « unité de temps » et on parle alors de clairance plasmatique rénale ou de débit de filtration glomérulaire (le glomérule étant « le filtre du rein »), c'est la même chose.



Exemple de QCM tombé à l'examen en 2021 ! : essayez de le faire seul avant de regarder la correction 😊

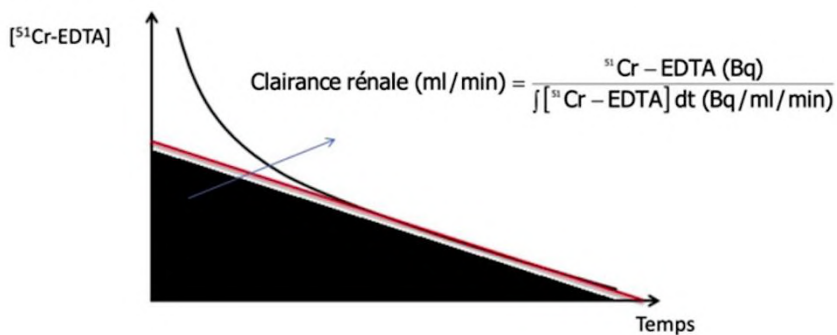
QCM 11 : en ce qui concerne la clairance plasmatique d'un soluté, quelle(s) est (sont) la (les) définition(s) exacte(s) ?

- A) La clairance plasmatique d'un soluté correspond à la quantité de soluté éliminée par les reins par unité de temps
- B) La clairance plasmatique d'un soluté correspond à la quantité de soluté éliminée par le foie par unité de temps
- C) La clairance plasmatique d'un soluté correspond au volume d'urine enrichi de ce soluté par filtration du plasma
- D) La clairance plasmatique d'un soluté correspond au volume de plasma épuré du soluté par unité de temps
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

Correction détaillée :

- A) Faux : « quantité » à la place de « volume »
- B) Faux : « quantité » à la place de « volume » et « foie » à la place de « rein »
- C) Faux : « volume d'urine enrichi » à la place de « volume épuré » et il manque par « unité de temps »
- D) Vrai : « volume de plasma épuré du soluté (=substance) par unité de temps », tout y est !

Quelle substance est spécifiquement éliminée par les reins ?



L'EDTA est une petite molécule qu'on peut coupler à un isotope radioactif de chrome (51) pour pouvoir mesurer la quantité injectée dans l'organisme facilement. L'EDTA est un traceur extracellulaire et le volume extracellulaire (= milieu

intérieur) est filtré régulièrement par les reins. Ainsi, la clairance plasmatique de l'EDTA va être proportionnelle à la quantité d'EDTA injectée divisée par l'aire sous la courbe de la concentration en fonction du temps.

On trouve que la clairance plasmatique rénale ou débit de filtration glomérulaire est de l'ordre de 172,8 L/j pour un individu standard.

En considérant le volume plasmatique d'un individu standard (3,5 L) on peut déduire que les reins filtrent le plasma 50 fois par jour (172,8/3,5 = 49,4). Ainsi, les reins sont capables d'épurer efficacement le sang.



On remarque tout de même que l'on urine moins de 2 L toutes les 24h, on peut donc déduire que les 172,8 L/j sont en majeure partie recyclés par les reins.

Le compartiment urinaire est constitué de ces 172,8 L qui vont être réabsorbés par le tubule rénal.

Récap des valeurs à connaître par cœur

- Clairance plasmatique rénale = débit de filtration glomérulaire : 172,8 L/j et 120 ml/min
- Les reins filtrent le plasma 50 fois par jour
- Volume urinaire/24h = moins de 2 litres

E – Conclusion

Petite conclusion du professeur :

- Les volumes pulmonaires se mesurent par spirométrie et dilution d'hélium.
- Les débits de liquides digestifs se mesurent par drainage des cavités.
- La clairance plasmatique d'une substance éliminée seulement par filtration rénale mesure le débit de filtration glomérulaire.

Dédic : 😊

Dédi à mon frère Tristan, à nos séances à la salle et à toutes nos heures passées à jouer qui m'ont permises de ne pas devenir fou pendant cette période plutôt infernale

Dédi à maxime, que j'ai rencontré en début de las2, avec qui j'ai passé 13h par jour en face time à réviser à la fin du S2, qui m'a redonné goût aux soirées et aux boîtes et avec qui je suis tellement heureux de continuer en P2 med

Dédi à garance, que j'ai aussi rencontré au début de ma las2, avec qui j'ai passé des journées exceptionnelles à Carlone, qui m'a aussi redonné goût aux soirées... et qui repart pour une année afin de réaliser son rêve, tu vas tout défoncer cette année, courage <3

Dédi groupé à maxime et garance, parce que l'année n'aurait pas été pareil sans vous

Dédi au frerot Tarek qui s'en va en pharmacie à Marseille, avec qui j'ai pleuré de rire en td et passé des aprèms entières à essayer de comprendre au moins une phrase d'un cours de biostat (on n'a pas réussi) et qui m'envoie des snaps bancals et aléatoires qui me fument de rire

Dédi au frerot Mathieu que je connais depuis presque 8 ans, avec qui j'ai pu jouer et sortir pendant ces 2 P1 et qui fait un peu trop d'excès de vitesse

Dédi à Kévin que j'ai rencontré en las1, qui a pris de mes nouvelles presque tous les jours en las2 et qui m'a malheureusement fait découvrir le casino...

Dédi à Aron, aronévrisme pour les intimes, qui me parraine en P2 et qui a aussi pris de mes nouvelles régulièrement pendant ma las2, t'es un boss

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.