

○ AVANT DE COMMENCER...

Connectez-vous sur Socrative student pour
poser vos questions

Nom de la salle :

PHYSIOLOGYMM

(avec 2 M)

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

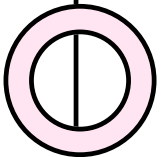
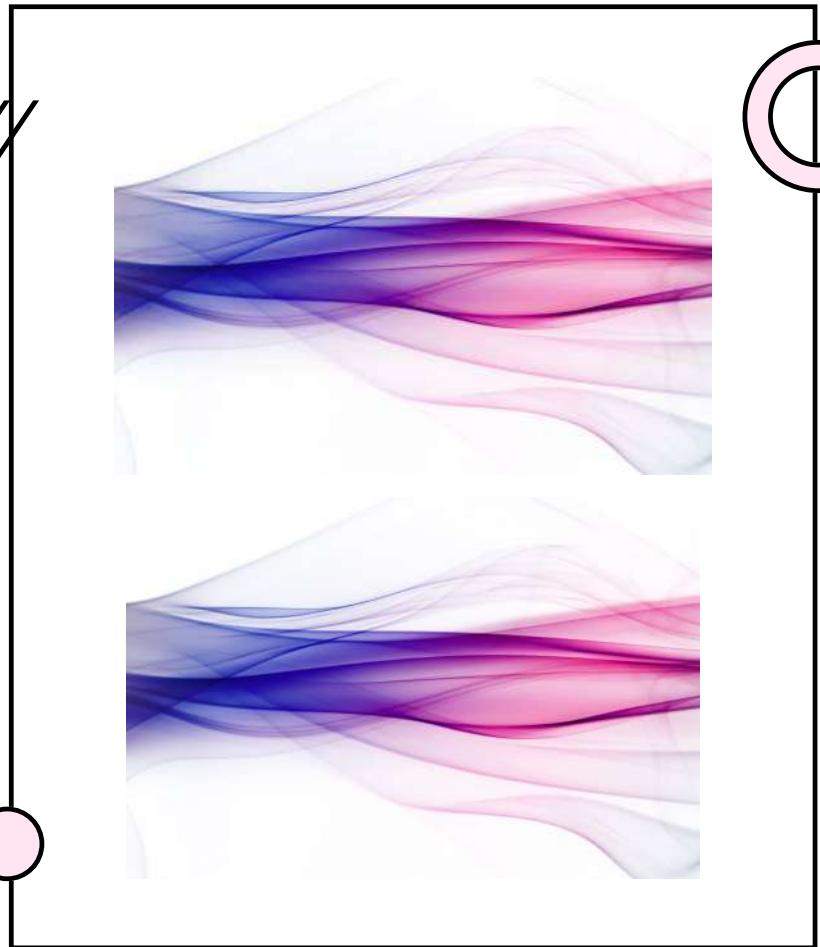


LES ÉQUILIBRES ACIDO- BASIQUES

PHYSIOLOGYM



Sofiatrogène



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

○ Sommaire

- I/ Généralités
- II/ Reins
- III/ Systèmes tampon plasmatiques et cellulaires
- IV/ Pouvoir tampon d'une solution d'acide carbonique
- V/ Étude du pouvoir tampon in vivo
- VI/ Analyse de l'équilibre acido-basique chez l'homme
- VII/ Déséquilibres acido-basiques



○ I/ GÉNÉRALITÉS

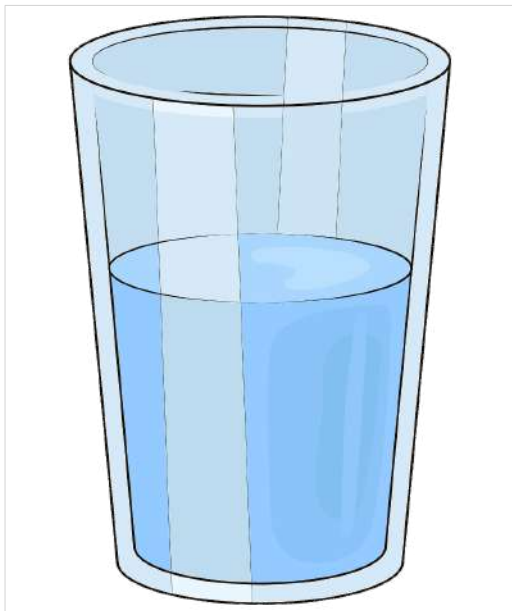
Définitions

Acide : cède des protons

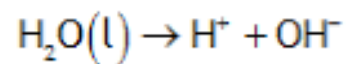
Base : capte des protons

Couple acido basique : un acide et une base qui s'échangent des protons, déplaçant l'équilibre entre les ions H^+ et OH^-

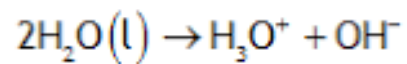




Dissociation de l'eau (« autoprotolyse »)



ou



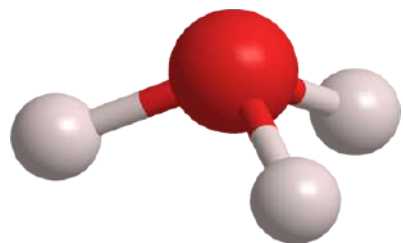
Ionisation de l'eau

L'eau est une
molécule
faiblement ionisée
en H^+ et OH^-

Elle se dissocie
spontanément en
 H^+ et OH^-



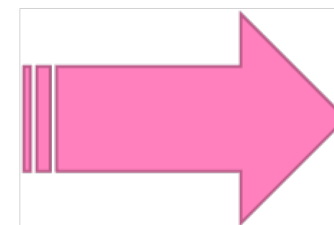
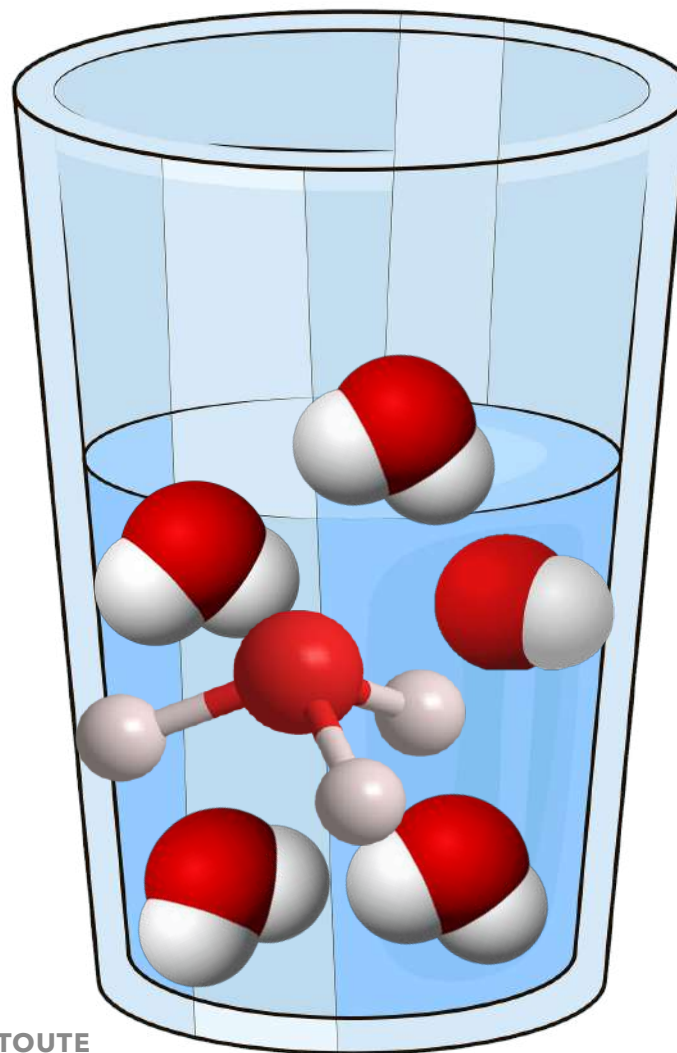
Molécule d'eau H_2O



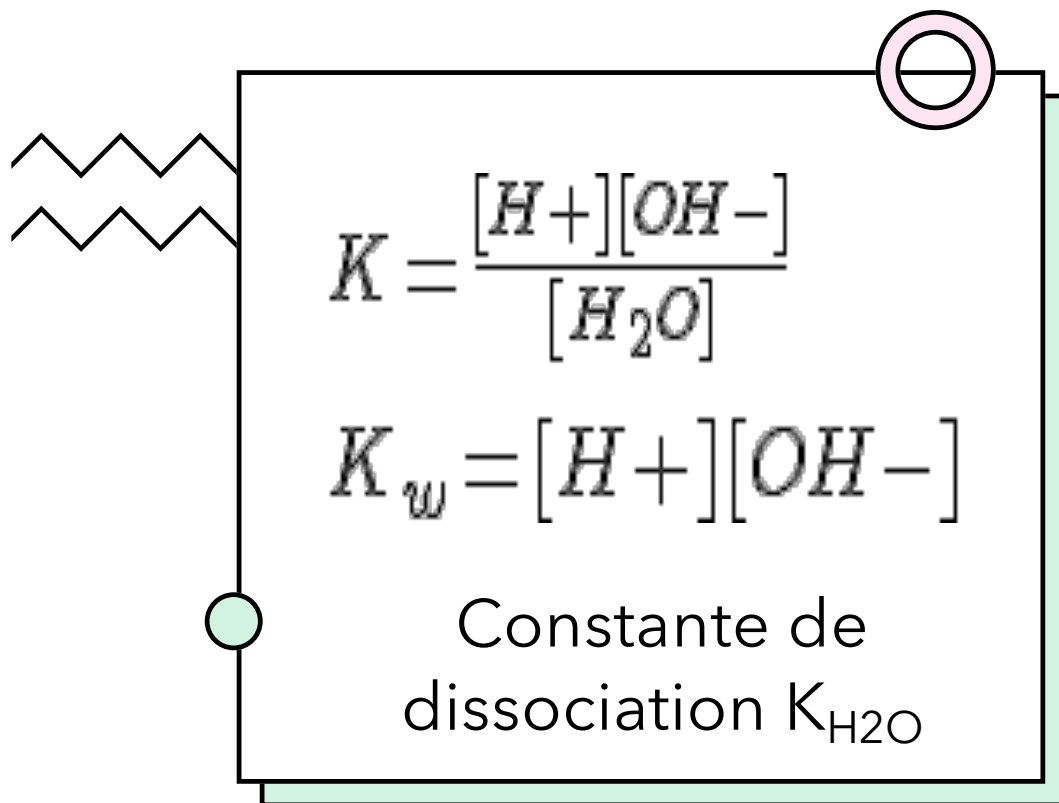
Ion oxonium H_3O^+



Ion hydroxyle HO^-



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



IONISATION DE L'EAU



○ Ionisation de l'eau



La solution est **NEUTRE** lorsque $\text{pH} = 7$ soit lorsque $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ ou 100 nmol.L^{-1} . Cet équilibre est atteint pour une eau à 25°C , cela permet de définir la neutralité acido- basique.



La solution est **ACIDE** lorsque $\text{pH} < 7$ soit lorsque $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ ou 100 nmol.L^{-1}



La solution est **BASIQUE** lorsque $\text{pH} > 7$ soit lorsque $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ ou 100 nmol.L^{-1}



Questions flash

- Pour quelles valeurs de pH et de concentration en protons une solution est elle acide ? Basique ?
- Quels ions l'eau forme-t-elle par autoprotolyse ?

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

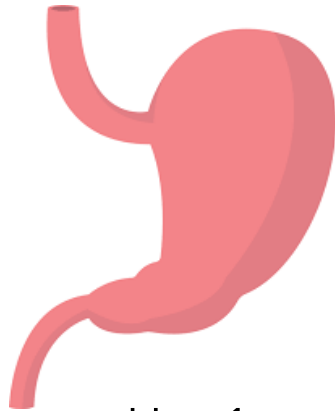
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pK} = -\log K$$

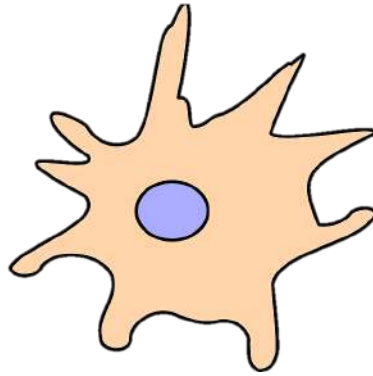


Échelle logarithmique

- Tout couple acido-basique a une constante de dissociation (K), elle s'exprime en **échelle logarithmique**
- La concentration en protons dans les fluides biologiques varie plus de 10^7 fois soit de 100 mmol.L⁻¹ à 10 nmol.L⁻¹ ainsi il est plus pratique d'utiliser l'échelle logarithmique



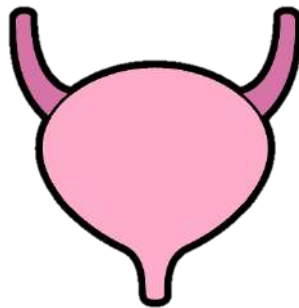
pH = 1



pH = 7



pH = 7,40

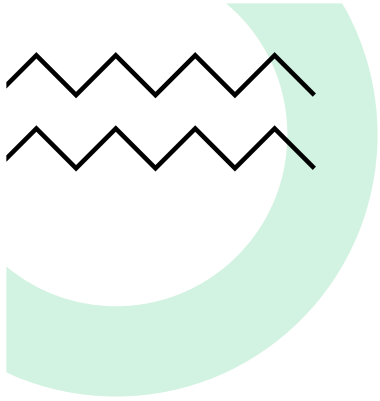


pH \approx 5 - 8

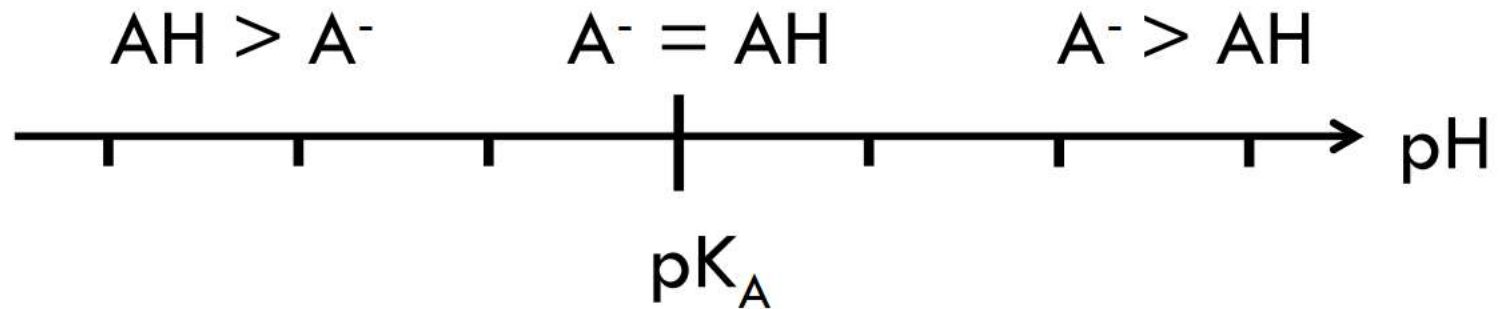
Liquides biologiques

- Dans **l'estomac**, le pH est très bas , environ 100 mmol.L⁻¹. C'est l'endroit le plus acide de l'organisme.
- Dans les **cellules** la concentration en protons est à 100 nmol.L⁻¹
- Dans **le milieu extracellulaire** , 40 nmol.L⁻¹
- L'**Urine** a un pH extrêmement **variable**, elle est un émonctoire variant sa composition selon les besoins de l'organisme





Échelle de pH



- On peut situer le pK_A sur une **échelle de pH** pour matérialiser la prédominance d'une forme sur une autre

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

Si $pH < pK_A$

la forme **liée**
AH
prédomine

Si $pH > pK_A$

la forme,
dissociée A-
prédomine

○ Importance de l'équilibre acido-basique

Le milieu intérieur est **EXTREMEMENT** régulé et varie dans une fourchette très étroite entre **7,38 et 7,42**.

La survie de l'individu peut être compromise si le pH \leq **7,00** ou pH \geq **7,80**



○ Importance de l'équilibre acido-basique

Fonctions influencées par l'état acido-basique

- Ouverture des canaux membranaires
- La vitesse des réactions enzymatiques
- Conformation et interactions de certaines protéines
- **Transport de l'oxygène par l'hémoglobine**



○ Importance de l'équilibre acido-basique

En résumé, le pH :

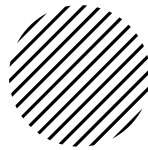
indique la
concentration de
protons sur une
échelle logarithmique

conditionne de
nombreuses fonctions

est EXTREMEMENT
régulé dans le milieu
intérieur



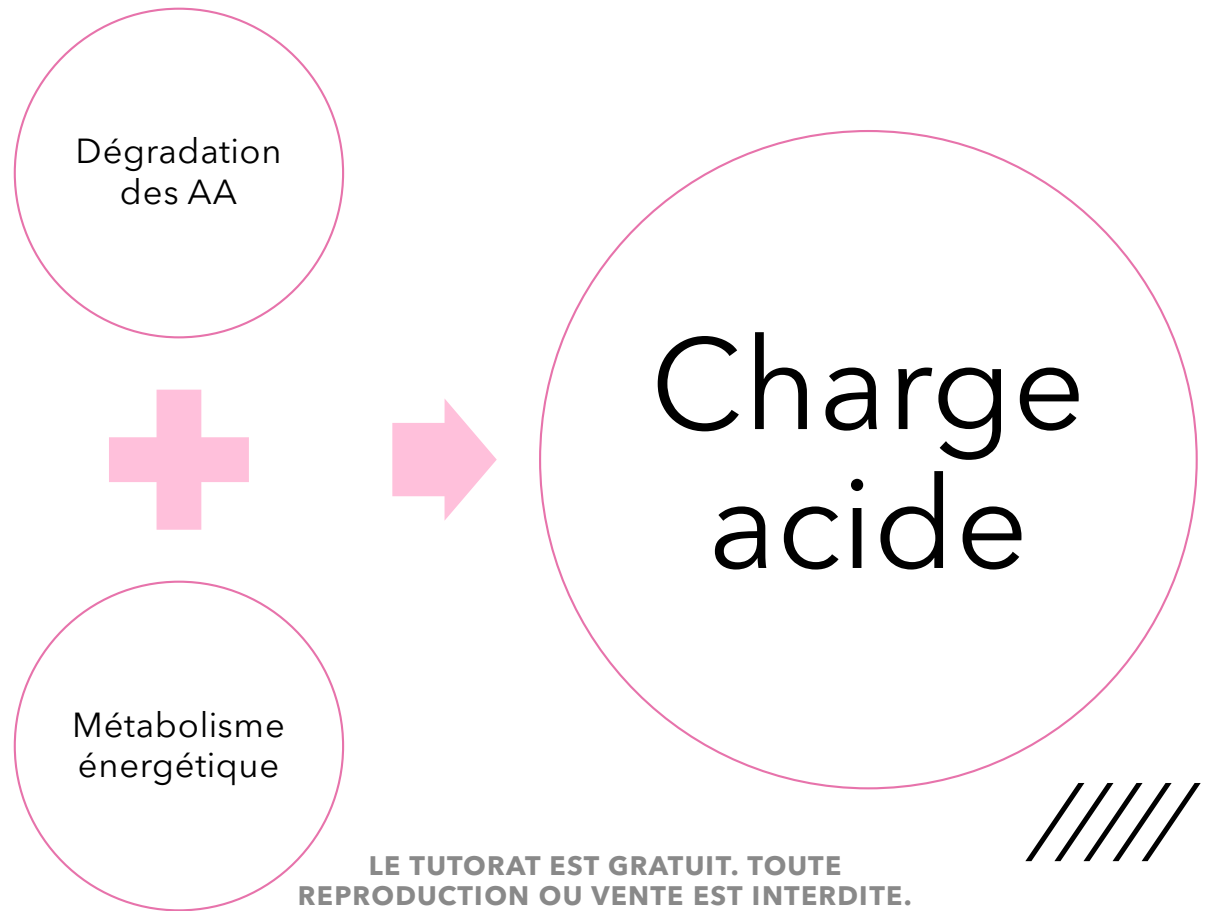
Questions flash



- Pouvez-vous me rappeler les pH des différents organes/milieux que nous avons vus ?
- Pouvez-vous me citer des raisons pour lesquelles l'équilibre acido-basique est essentiel ?

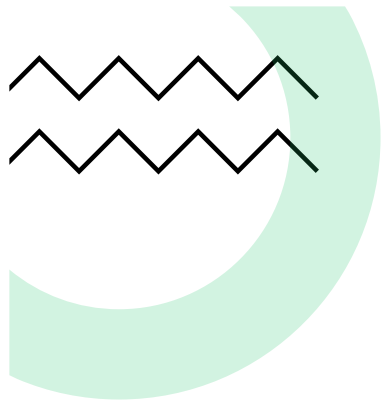
○ Charge acide permanente

- L'organisme est soumis à une charge acide
- Elle est :
 - **Permanente**
 - **Inéluctable**

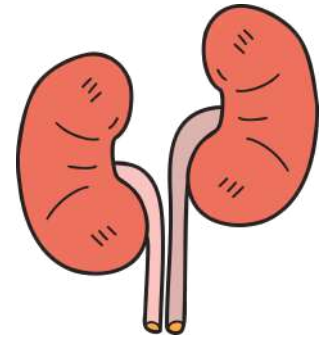


LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.





Charge acide permanente



- le pH va pouvoir être maintenu grâce aux **poumons** et aux **reins** via l'intermédiaire du couple acido-basique de **l'acide carbonique**



- Charge acide permanente

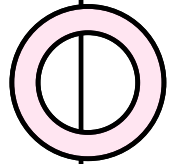


Lors d'un métabolisme
aérobic : production de CO_2
exclusivement (acide volatil)

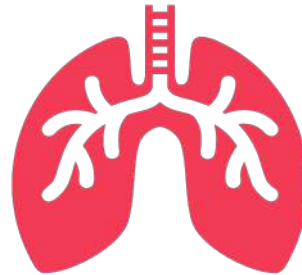


Lors d'un métabolisme
anaérobic : production de
 CO_2 ET d'acide lactique (acide
fixe)

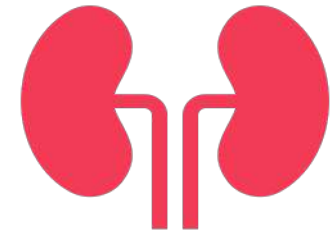




Charge
acide
permanente

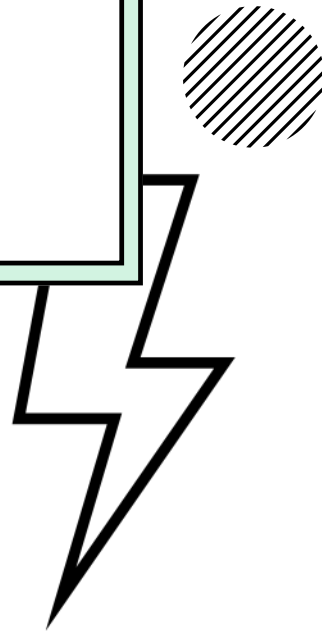


Acide volatil : éliminé
par les **poumons**
(Exemple : +++ CO_2
+++)



Acide fixe (organique)
: éliminé sous forme
dissoute, par voie
urinaire grâce aux **reins**

Questions flash



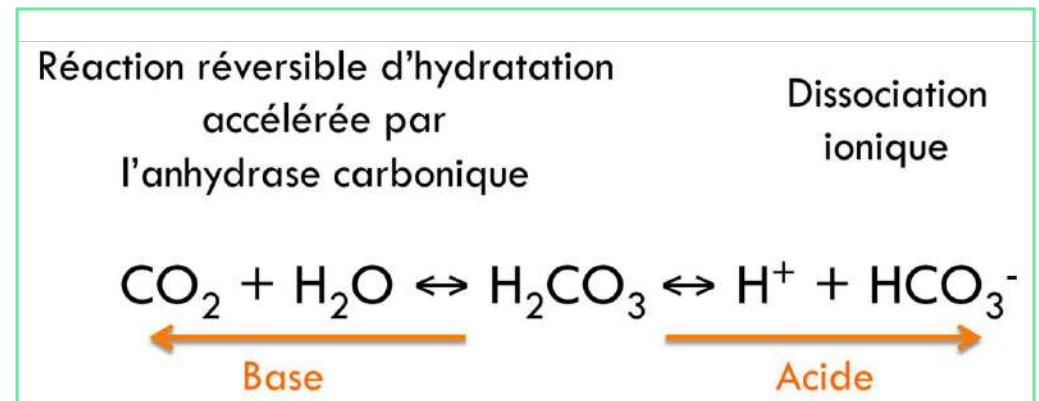
- Citez-moi 2 caractéristiques de la charge acide à laquelle est soumise l'organisme
- Qu'est -ce qu'un acide volatil ? Un acide fixe ? Lequel est impliqué dans le métabolisme aérobie ? Anaérobie ? Définissez ces termes

Acide carbonique

H_2CO_3

- Le couple **bicarbonate/proton** est au cœur de la régulation du pH du sang et des cellules : il est extrêmement abondant et régulé par les **poumons** et les **reins** :

- Les **reins** fabriquent les **bicarbonates** (**HCO_3^-**)
- Le **CO_2** est éliminé par les **poumons**



○ Rôle des reins et des poumons



Métabolisme aérobie > anaérobie



Les poumons expulsent le CO_2

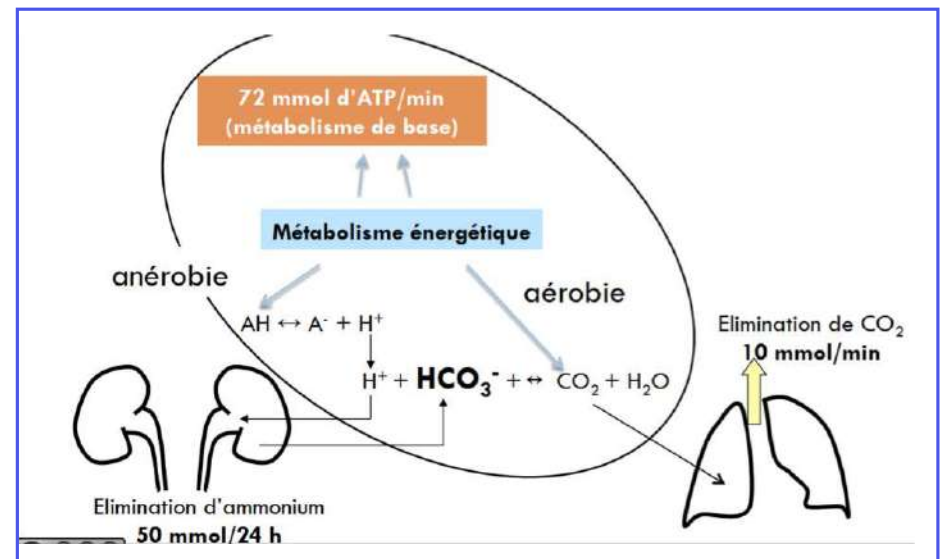


Les reins éliminent les H^+ dans l'urine et produisent du bicarbonate



Les poumons ont une capacité de régulation supérieure à celle des reins

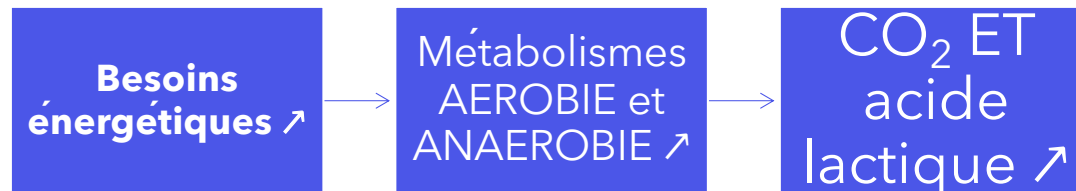
AU REPOS



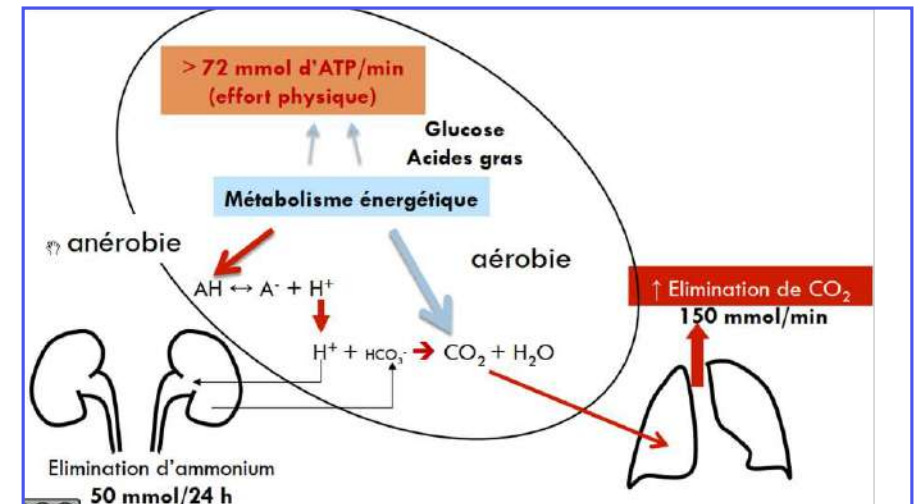
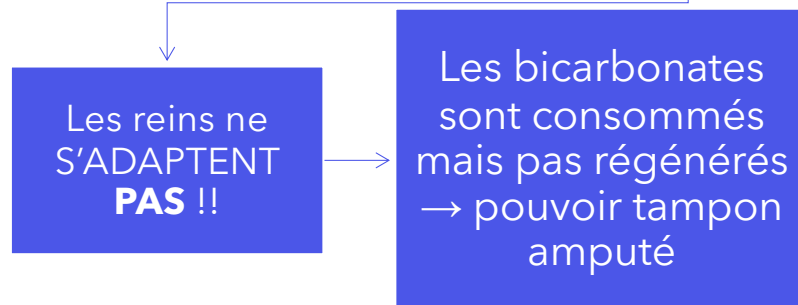
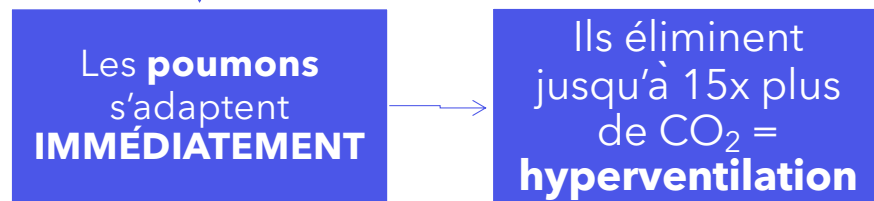
LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



○ Rôle des reins et des poumons



À L'EFFORT



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

○ Rôle des reins et des poumons

APRÈS L'EFFORT

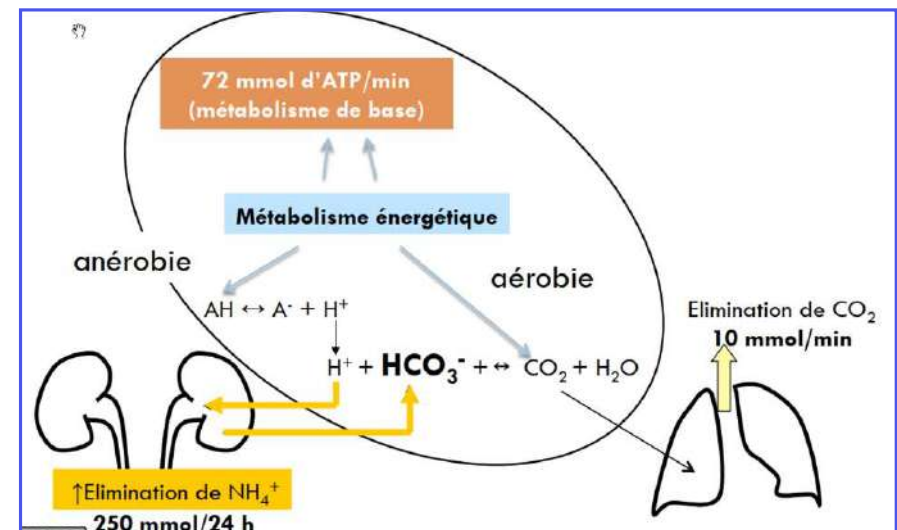
Demande énergétique ↘

Retour à la normale de la ventilation

Les **bicarbonates** sont régénérés

les reins **éliminent jusqu'à 5x plus de H^+**

le pouvoir tampon revient à la normale



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

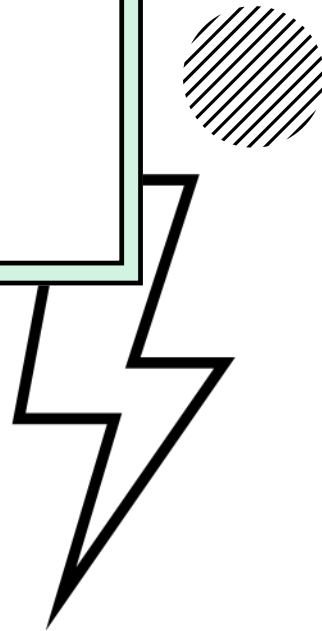
- Rôle des reins et des poumons

La capacité de régulation des poumons
(**x15**) est plus importante que celle des
reins (**x5**)

++++



Questions flash



- À quel moment la demande énergétique augmente-t-elle ?
- Qui s'adapte le mieux entre les poumons et les reins ?

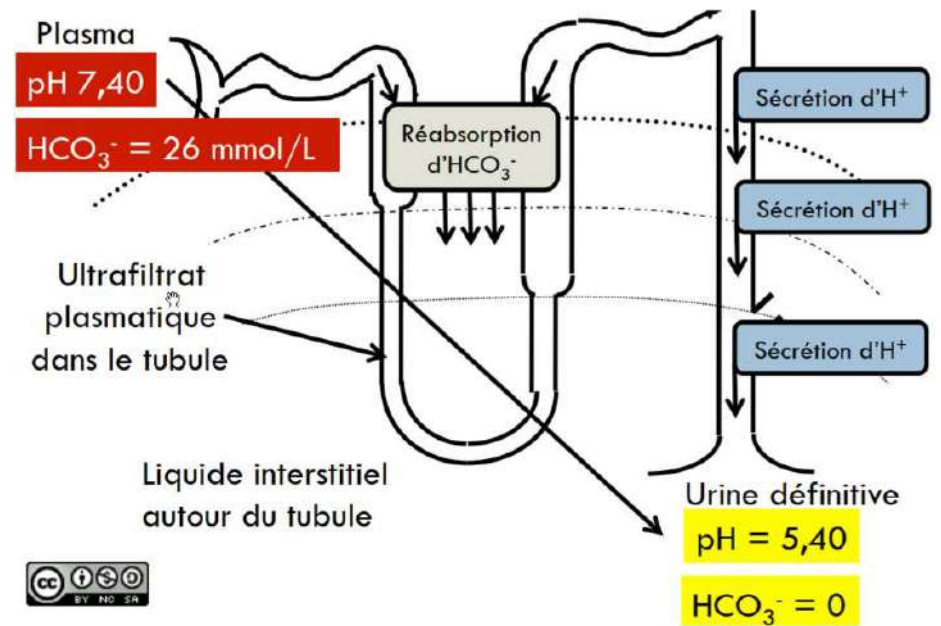
II/ Reins

Réabsorption des bicarbonates et secretion des protons

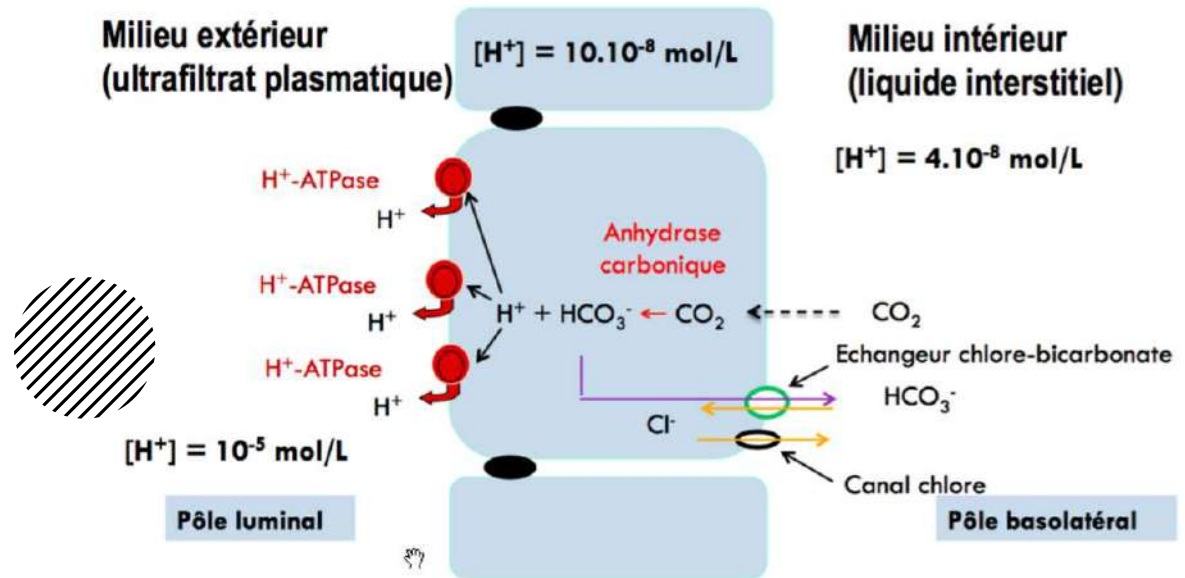
La réabsorption des bicarbonates se fait à partir du fluide dans le tubule vers le liquide interstitiel, **l'urine définitive est dépourvue de bicarbonate.**

En distalité du tubule **les protons vont être sécrétés** du liquide interstitiel vers le fluide tubulaire, ainsi le pH de l'urine est bas. **La réabsorption de protons est variable et dépend de l'état acido- basique,**

Suivant les besoins de l'organisme l'urine est plus ou moins enrichis en protons



Réabsorption des bicarbonates et secretion des protons



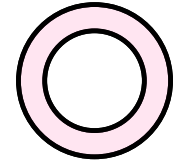
La sécrétion rénale des protons est un phénomène actif utilisant les pompes $H^+-ATPase$ situées aux pôles lumineux des cellules rénales



La sécrétion de protons va pouvoir se faire contre le flux de diffusion soit vers l'urine primitive.

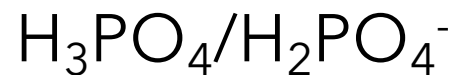
Fixation des protons dans l'urine

- Ils sont présents sous forme liée



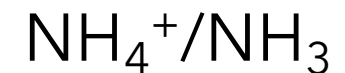
Acide phosphorique

- $pK_A = 6,8$
- Provient de l'alimentation



Couple ammonium/ammoniac

- $pK_A = 9,2$ forme liée (ammonium)
- prédomine dans l'urine
- Fabriqué par les reins
- Permettent une adaptation plus importante





RECAP

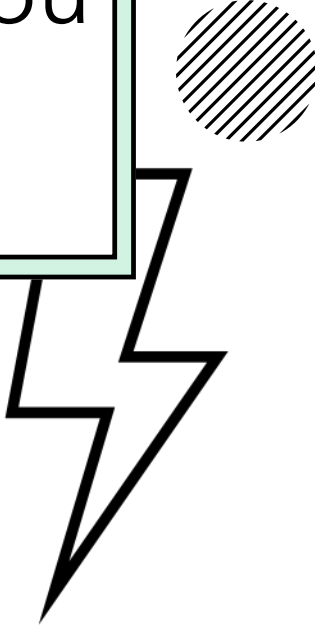
Les **reins** réabsorbent les bicarbonates et sécrètent les protons

Un **proton** éliminé = un **bicarbonate** généré

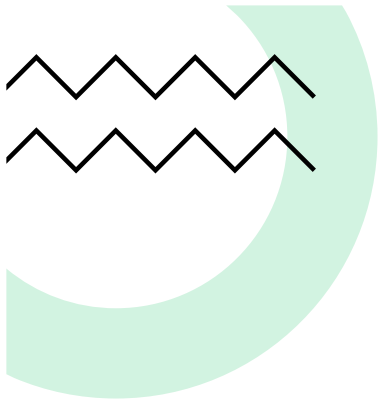
Dans l'urine, les protons sont principalement associés avec l'**ammoniac** +++ et l'**acide phosphorique**

Le bicarbonate et son pouvoir **tampon** sont essentiels au maintien de l'équilibre acido-basique

Questions
flash : vrai ou
faux ?



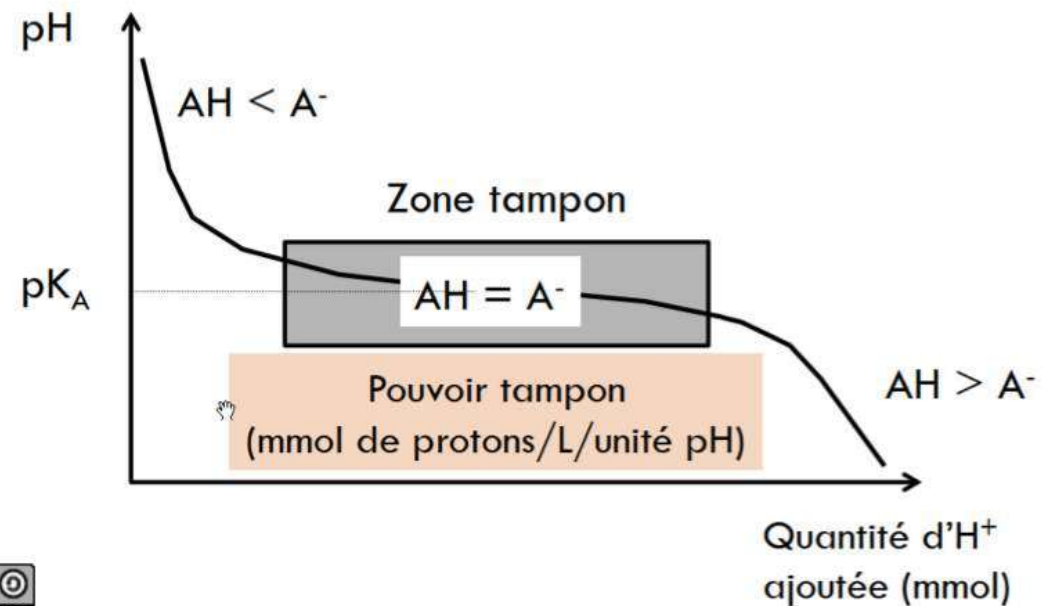
- On retrouve des bicarbonates dans l'urine définitive **F**
- L'ammonium est un tampon fabriqué par les reins **V**



III/ Systèmes tampons plasmatiques et cellulaires

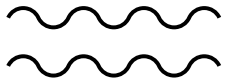
Zone tampon

- La **zone tampon** : zone proche du pK_A du couple acido- basique, c'est une zone où il faut ajouter beaucoup de protons pour faire varier très légèrement le pH
- Le **pouvoir tampon** est donc **maximum** au niveau du pK_A

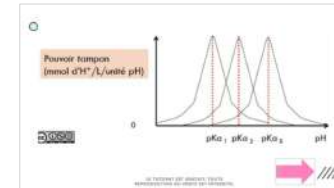


LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.





Pouvoir tampon du sang



Si **plusieurs couples acido-basiques** sont présents dans une même solution → zone tampon plus large

Les différents systèmes sont en
COLLABORATION

TROIS couples acido-basiques

- bicarbonate (HCO_3^-)
- l'acide carbonique (H_2CO_3)
- Les protéines et acides organiques faibles.

BICARBONATES : ils se distribuent dans **50 % du poids du corps**, à une concentration moyenne de 25 mmol.L^{-1}

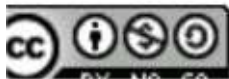
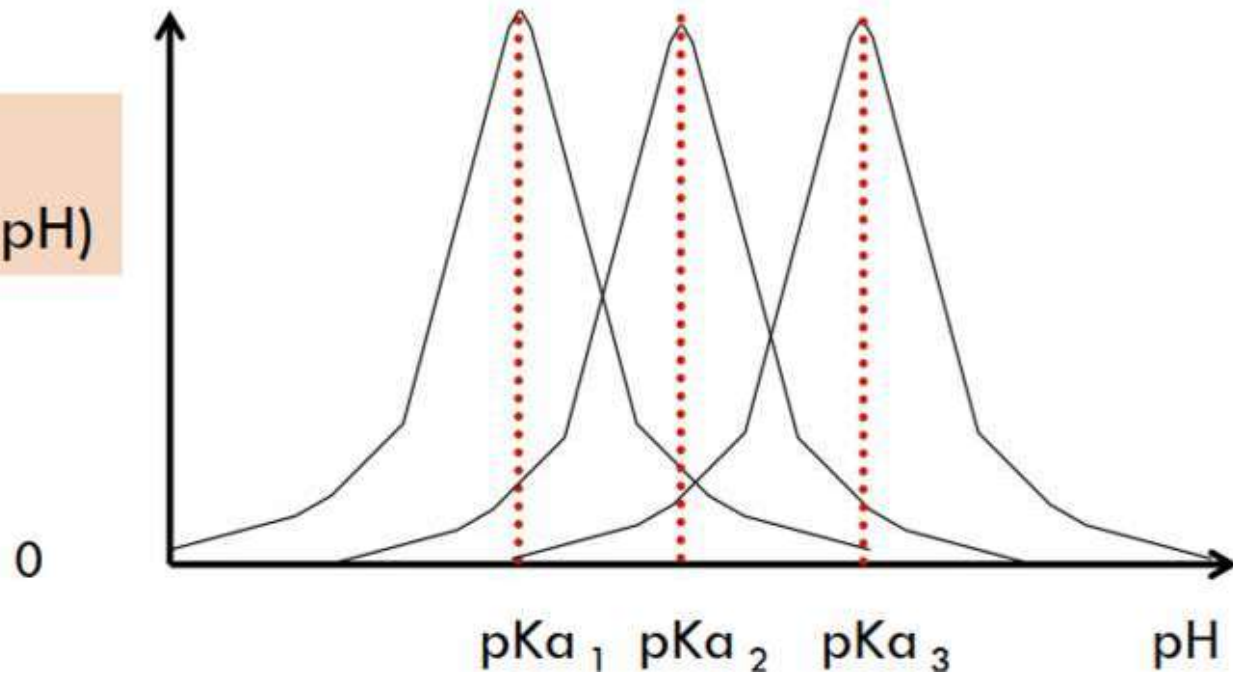
Les résidus histidine des protéines et les anions organiques faibles comptent une concentration moyenne de 1200 mmol

pH sanguin optimal autour de 7,40

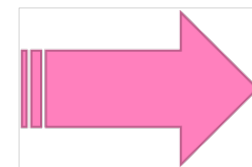
LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.




Pouvoir tampon
(mmol d' H^+ /L/unité pH)



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



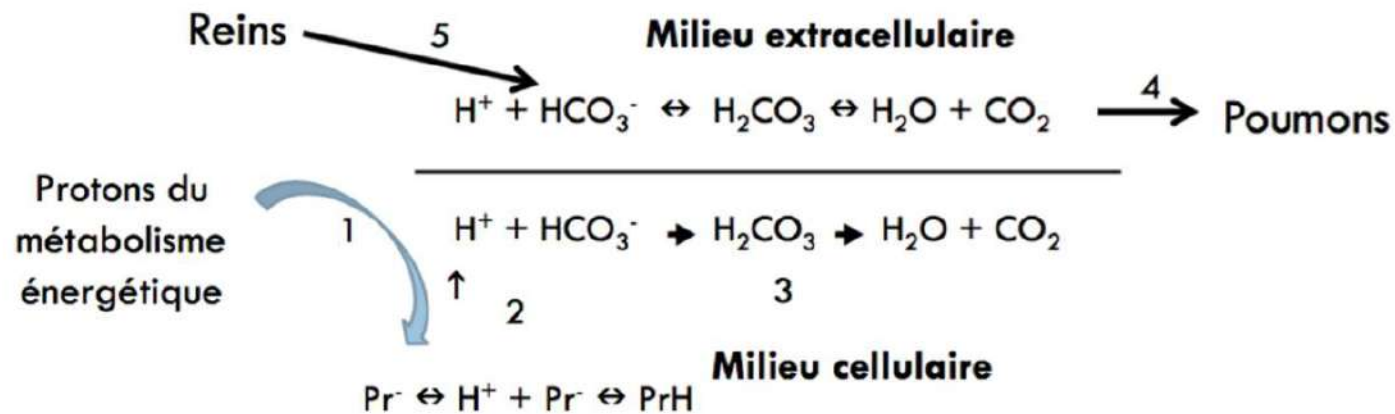
○ Pouvoir tampon global

Tissu/ compartiment	Système tampon	Pouvoir tampon (mmoles H ⁺ /l/unité pH)
 Milieu extracellulaire	HCO ₃ ⁻ /H ₂ CO ₃	55
	Acide phosphorique	0,5
	Protéines	7
Milieu cellulaire	HCO ₃ ⁻ /H ₂ CO ₃	18
	Protéines	60
Hématies	HCO ₃ ⁻ /H ₂ CO ₃ Hémoglobine	30

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



○ Complémentarité des systèmes tampon



1/ les nouveaux protons se fixent aux groupements histidines Pr^-

2/ les groupements histidines Pr^- sont « déprotonés »

3/ les bicarbonates du milieu cellulaire sont consommés

4/ le CO_2 diffuse vers le milieu extracellulaire, il est éliminé par voie pulmonaire

5/ le HCO_3^- est restitué par les reins et gagne le milieu cellulaire

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



Questions flash



- Vrai ou faux : un système tampon permet une forte variation de pH pour une faible quantité de protons ajoutée **F**
- Quels sont les 3 principaux systèmes tampons du sang ?

IV/ Pouvoir tampon d'une solution d'acide carbonique

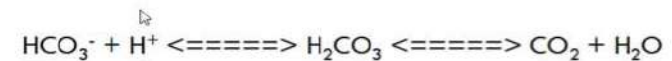
- le CO₂ produit ne pourra **pas** diffuser vers l'extérieur
- [H⁺] ↗
- pH ↘
- Les bicarbonates ont été consommés
- PCO₂ ↗

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



MILIEU FERMÉ

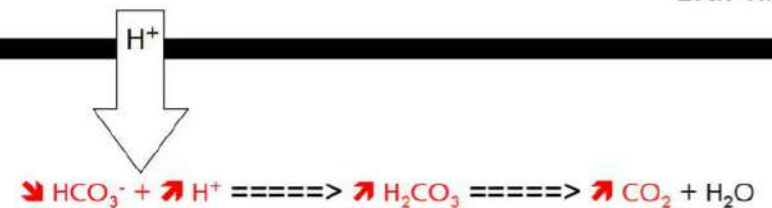
Etat initial



$$7,40 = 6,10 + \log \frac{24}{1,2}$$

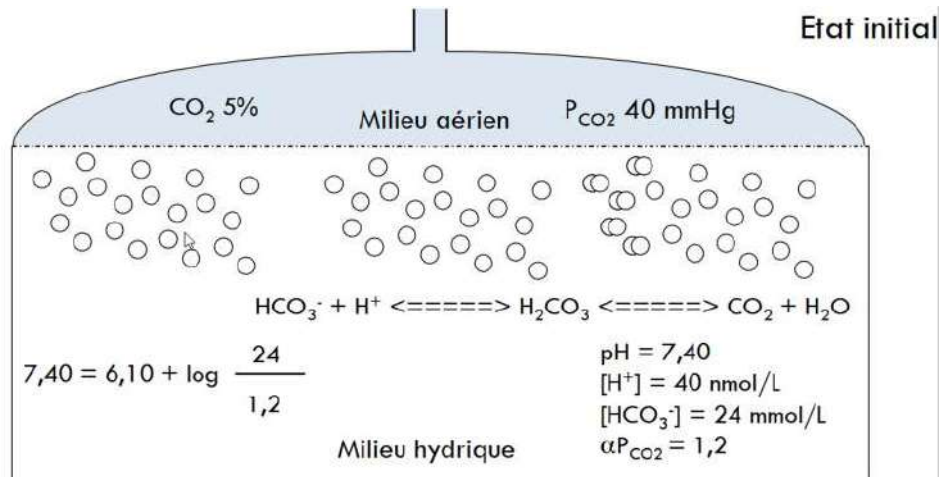
$$\begin{aligned} \text{pH} &= 7,40 \\ [\text{H}^+] &= 40 \text{ nmol/L} \\ [\text{HCO}_3^-] &= 24 \text{ mmol/L} \\ \alpha \text{ P}_{\text{CO}_2} &= 1,2 \end{aligned}$$

Etat final



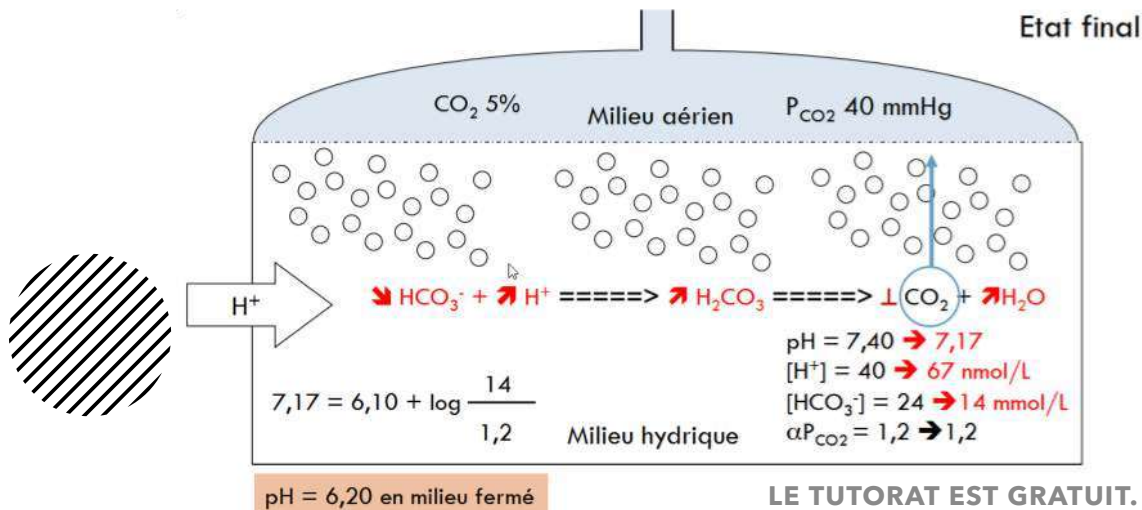
$$6,20 = 6,10 + \log \frac{14}{11,7}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 7,40 \rightarrow 6,20 \\ [\text{H}^+] &= 40 \rightarrow 630 \text{ nmol/L} \\ [\text{HCO}_3^-] &= 24 \rightarrow 14 \text{ mmol/L} \\ \alpha \text{ P}_{\text{CO}_2} &= 1,2 \rightarrow 11,7 \end{aligned}$$



MILIEU OUVERT

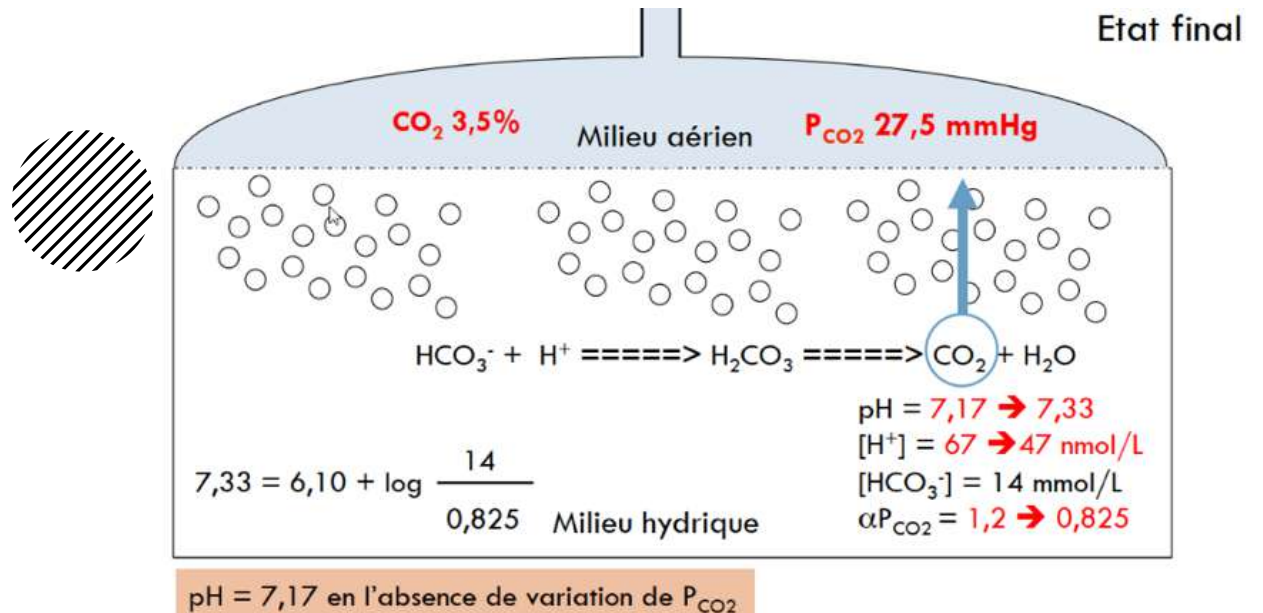
- le CO₂ pourra **diffuser**
- les bicarbonates vont être **consommés**
- du CO₂ ET H₂O vont être produits
- H₂O ↗
- PCO₂ ne change **PAS**
- le pH diminue plus légèrement



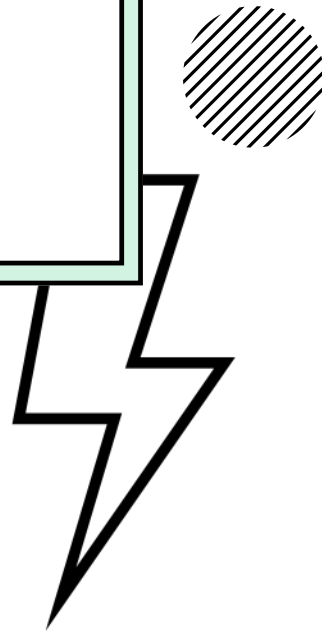
LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

MILIEU OUVERT AVEC DIMINUTION DE PCO_2

- Le CO_2 diffuse mieux
- $PCO_2 \searrow$
- Le pH diminue encore moins



Questions flash

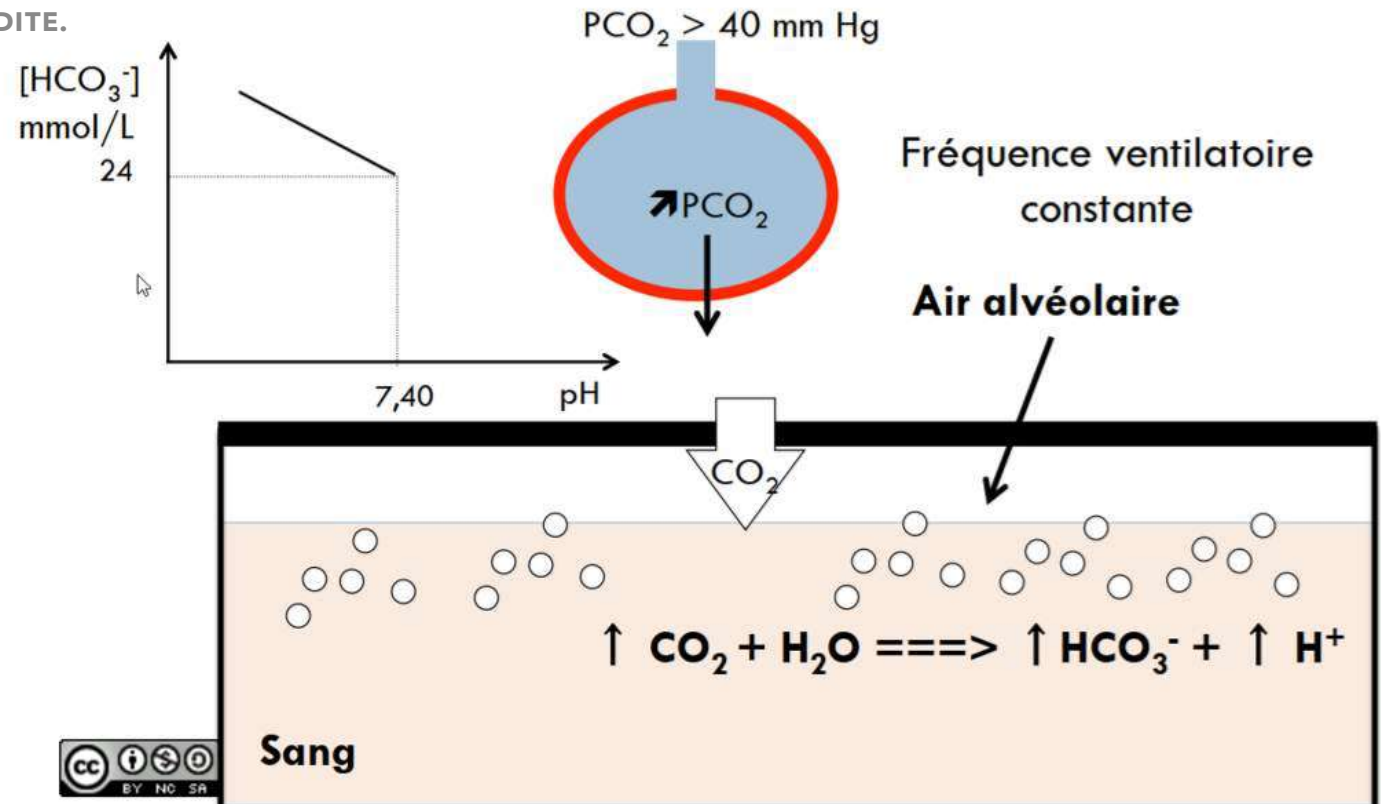


- Expliquer pourquoi la diffusion permet une moindre variation du pH
- Expliquer pourquoi le fait de diminuer la PCO_2 du milieu extérieur permet une moindre variation du pH

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

V/ Étude du pouvoir tampon in vivo

MILIEU FERMÉ



Si $PCO_2 \nearrow$

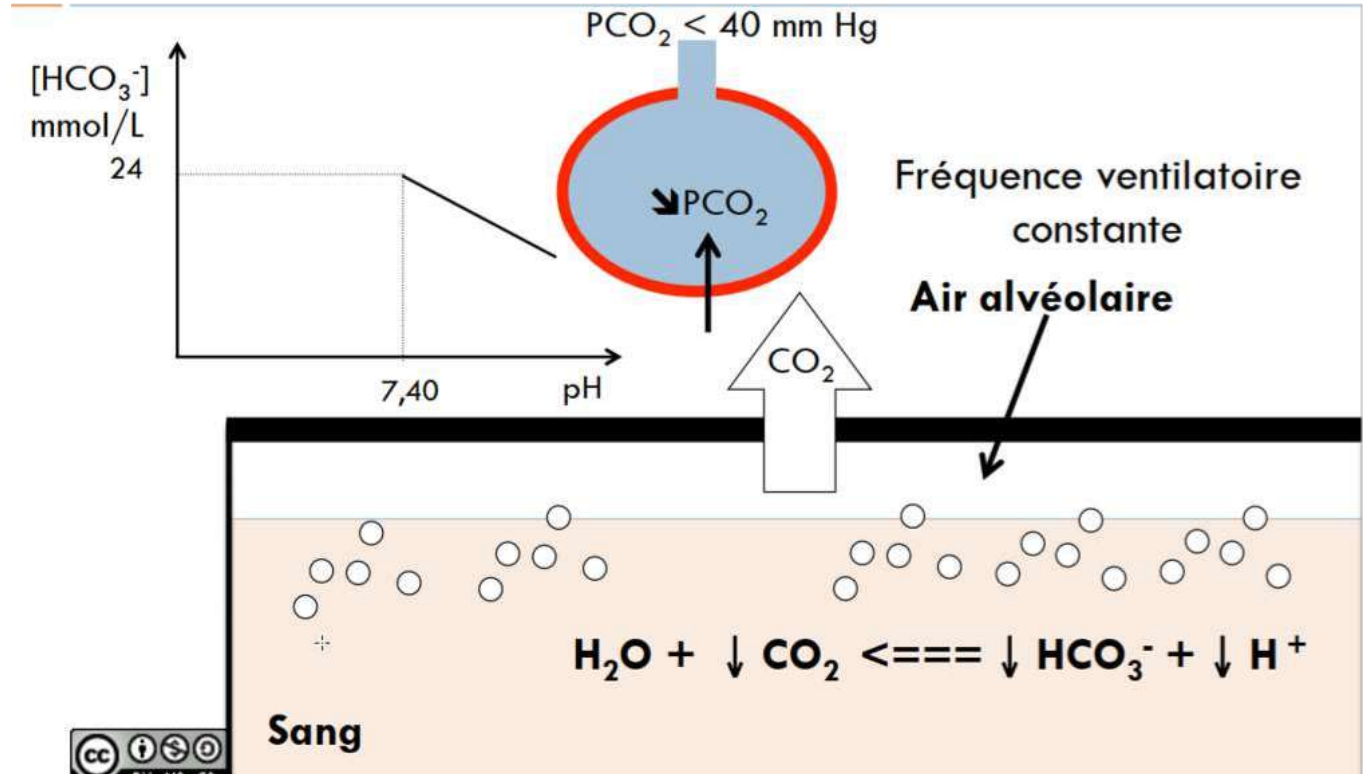
$\nearrow H^+$ et
 HCO_3^-

pH \searrow

Éq. déplacé
vers le haut
et la gauche



MILIEU FERMÉ



Si PCO₂ ↓



↓ H⁺ et
HCO₃⁻

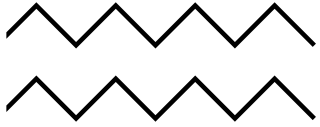


pH ↗

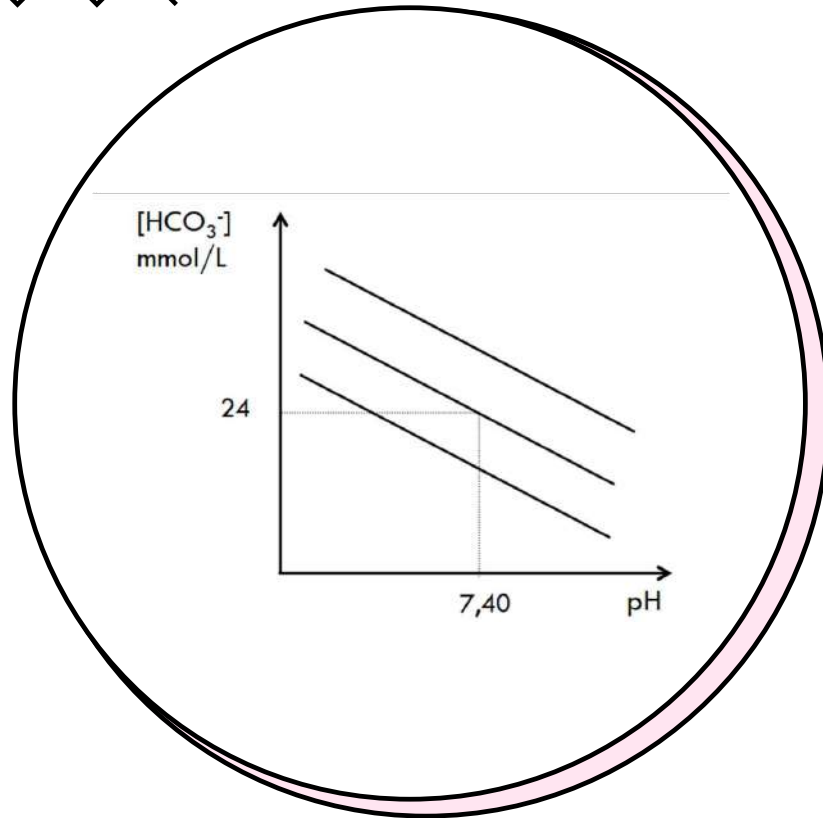


Éq. déplacé
vers le bas et
la droite



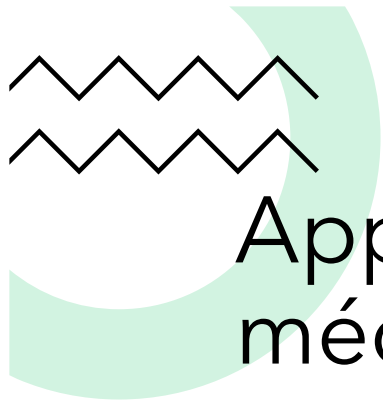


Modélisation



- En milieu **fermé** la relation entre le pH et la concentration plasmatique de bicarbonates est **linéaire**
- La constante K_A représente le pouvoir tampon des **tampons non volatils** comme les **protéines et les acides faibles non organiques**





Application en médecine

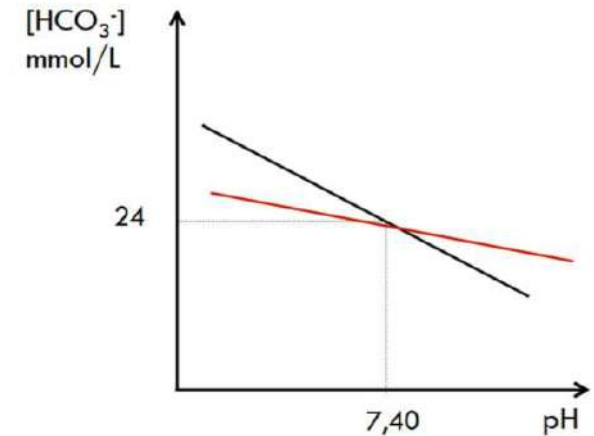
- **Anémie** : diminution du nombre de GR dans le sang et donc la diminution de **l'hémoglobine**
- **Aplatissement** de la relation $[\text{HCO}_3^-] = f(\text{pH})$

Diminution des tampons non volatils (les protéines) :

Hypoalbuminémie

Anémie =

↓ globules rouges
↓ hémoglobine



Pour la même variation de $[\text{HCO}_3^-]$, la variation du pH est plus grande.



Questions flash



- Que se passe-t-il lorsque la PCO_2 augmente en milieu fermé ? Lorsqu'elle diminue ?
- Qu'est-ce que l'anémie ? Qu'entraîne-t-elle au niveau de l'équilibre acido-basique ?

MILIEU OUVERT

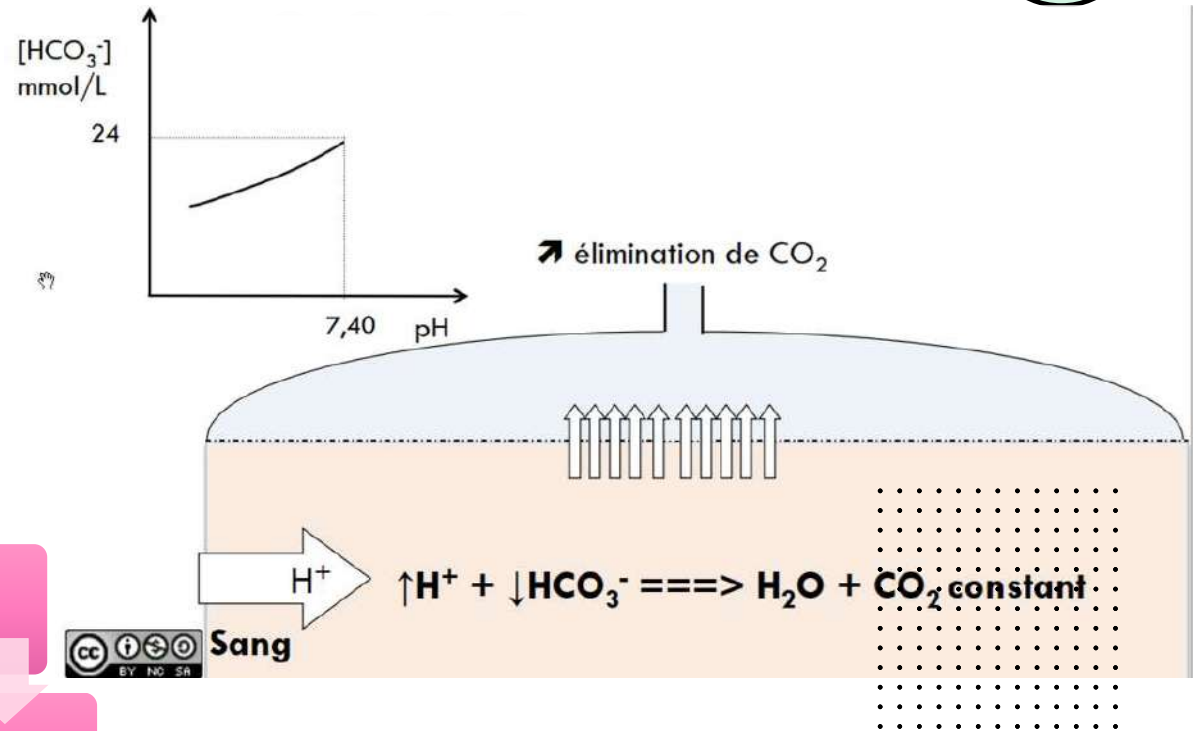
Si ajout de H^+

HCO_3^-
consommés

Formation de
 $CO_2 \rightarrow$ diffusion

PCO_2 reste
constante

Éq. déplacé vers le
bas et la gauche



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.

MILIEU OUVERT

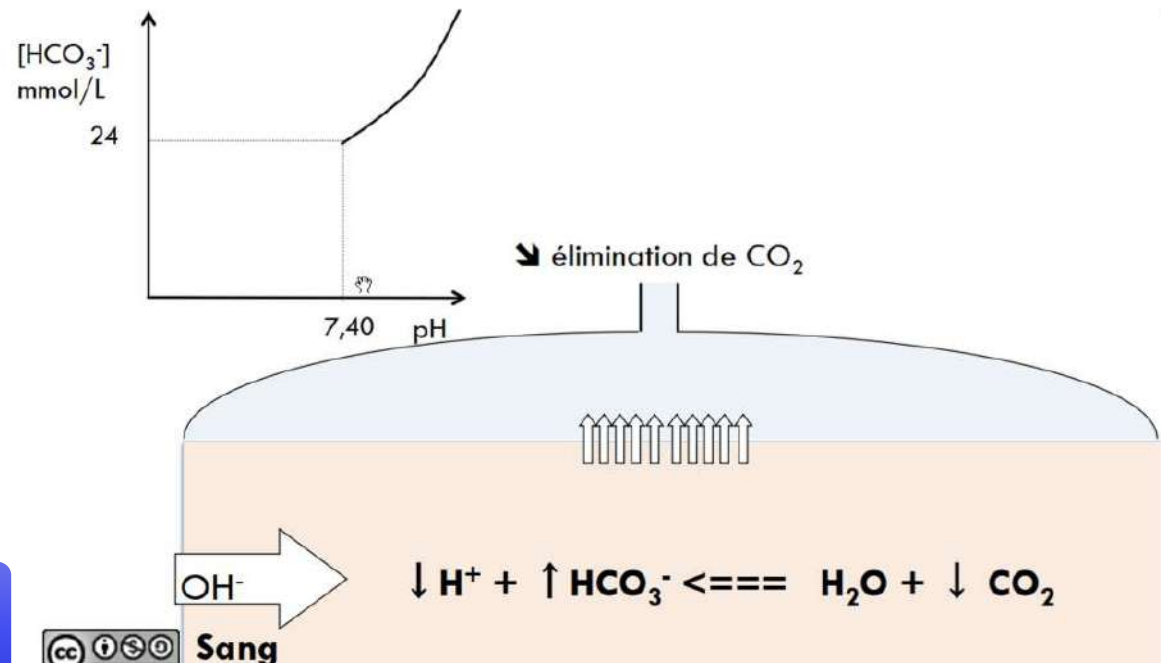
Si ajout de base

H^+ consommés
par HO^-

Fabrication de
 HCO_3^-

Éq. déplacé vers
le haut et la droite

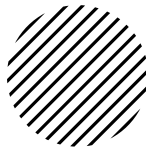
pH ↗



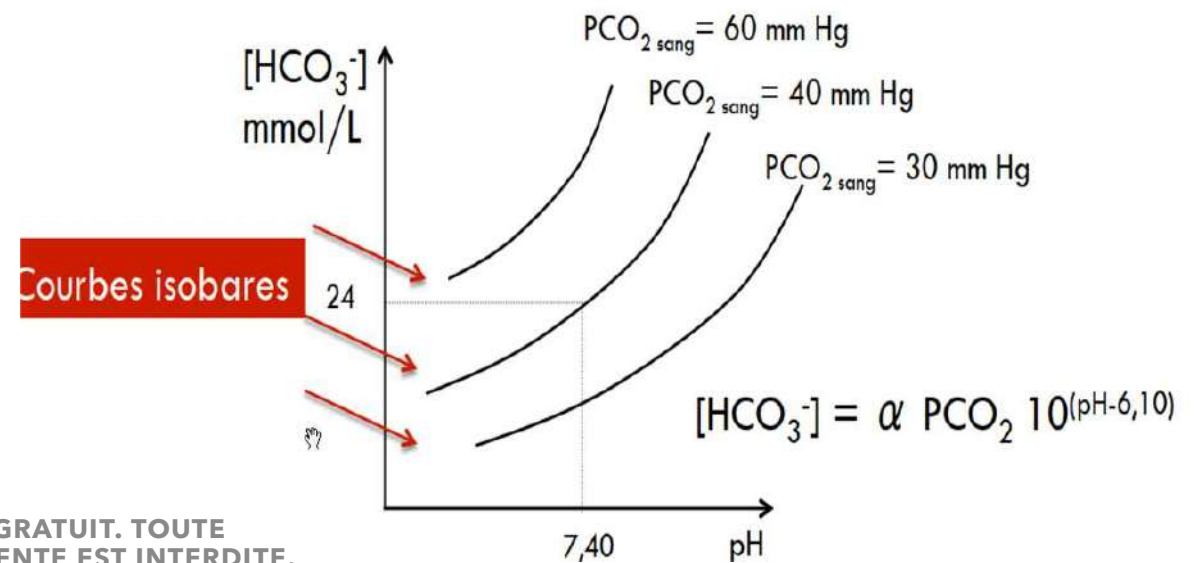
LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



Modélisation



- Relation non linéaire entre le pH et $[\text{HCO}_3^-]$ mais exponentielle
- Courbes isobares



LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



RECAP

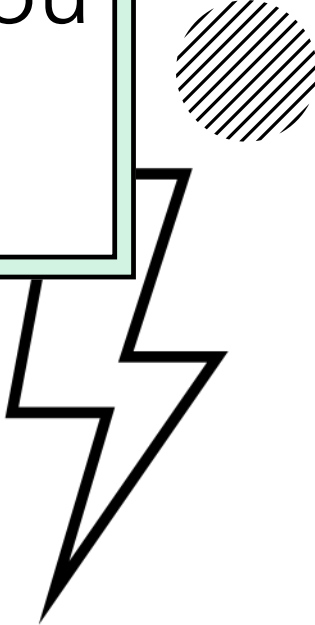
Les **variations de PCO_2** en milieu **fermé** nous permettent de caractériser les **tampons fixes**, soit les tampons protéiques

Les **ajouts de protons/bases** dans le sang en **milieu ouvert** nous permettent de caractériser les **tampons volatils**

Les **tampons fixes et volatils** sont **interdépendants**



Questions
flash : vrai ou
faux ?



- En milieu ouvert, la PCO_2 varie quand on ajoute des protons **F**
- On modélise la relation entre le pH et $[\text{HCO}_3^-]$ de façon linéaire en milieu ouvert **F**

○ VI/ Analyse de l'équilibre Acido-Basique chez l'Homme

→ L'état ACIDO-BASIQUE normal d'une personne est défini via ces 3 valeurs:

$$7,38 < \text{pH} < 7,42$$

$$36 \text{ mmHg} < \text{PCO}_2 < 44 \text{ mmHg}$$


$$22 \text{ mmol/L} < [\text{HCO}_3^-] < 26 \text{ mmol/L}$$

+++++





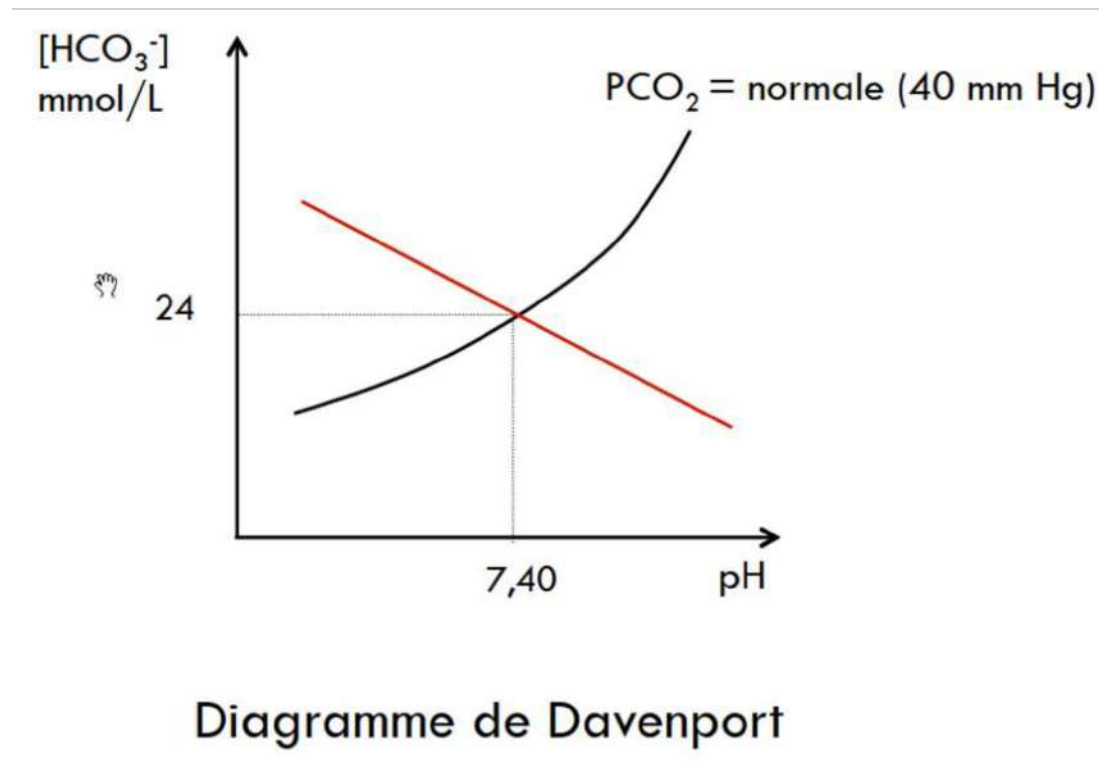
Modélisation/ Relation d'Hendersen et Hasselbach


$$pH = pKa \times \frac{[HCO_3^-]}{\alpha PCO_2}$$

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



○ Diagramme de Davenport

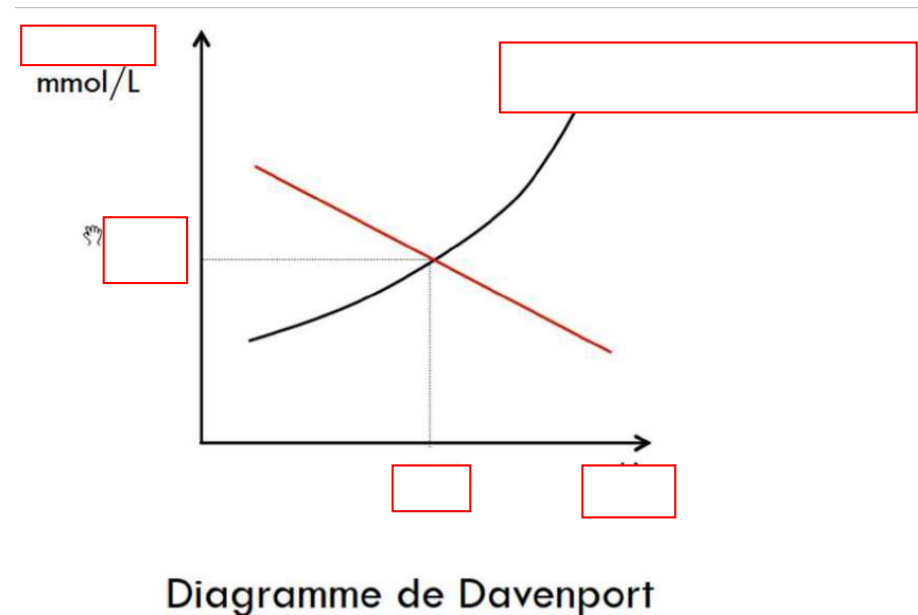


LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



● Questions flash ⚡

- Rappelez les valeurs physiologiques des constantes : **pH sanguin**, **$[\text{HCO}_3^-]$** et **PCO_2**
- Où retrouve-t-on ces constantes sur le diagramme de Davenport ?



○ VII/ Déséquilibres acido-basiques



Acidose = \downarrow pH $< 7,38$



Métabolique

si \downarrow $[\text{HCO}_3^-]$

Respiratoire

si \uparrow PCO_2

Alcalose = \uparrow pH $> 7,42$



Métabolique

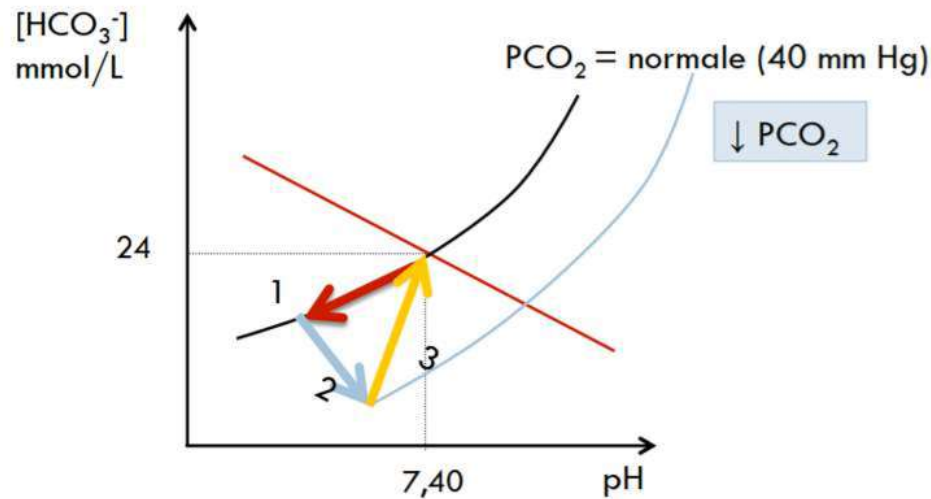
si \uparrow $[\text{HCO}_3^-]$

Respiratoire

si \downarrow PCO_2



○ Acidose métabolique



1 : Début de l'acidose

2 : Adaptation des poumons

3 : Adaptation des reins

1/ acidose métabolique aiguë : $\uparrow H^+ + \downarrow HCO_3^- \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$

2/ hyperventilation pulmonaire : $\downarrow H^+ + \downarrow HCO_3^- \rightleftharpoons \downarrow CO_2 + H_2O$

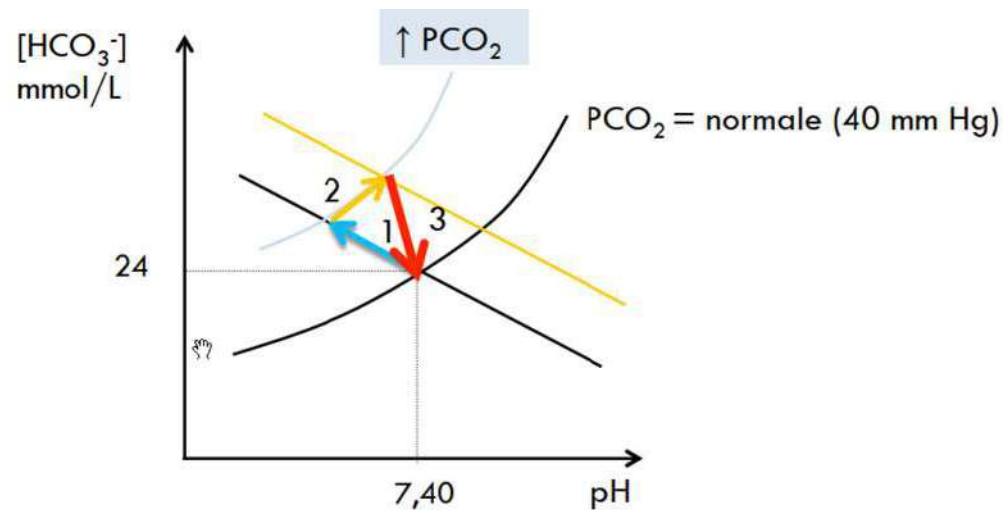
3/ augmentation de l'excrétion rénale de protons

et de la fabrication des bicarbonates : $H^+ + \uparrow HCO_3^- \rightleftharpoons \uparrow CO_2 + H_2O$

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.



○ Acidose respiratoire



- 1 : Début de l'acidose
- 2 : Adaptation des reins
- 3 : Retour à la normale

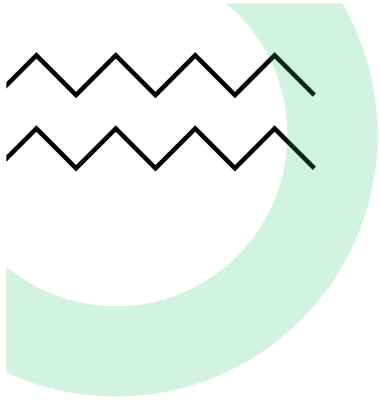
1/ acidose respiratoire aiguë $\nearrow H^+ + \nearrow HCO_3^- \rightleftharpoons \nearrow\nearrow CO_2 + H_2O$

2/ augmentation de la fabrication rénale de bicarbonate $\searrow H^+ + \nearrow HCO_3^- \rightleftharpoons \downarrow CO_2 + H_2O$

3/ Disparition de la cause de l'acidose respiratoire, élimination des bicarbonates

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.





Gazométrie

- Prélèvement sanguin sous **anticoagulant**
- Permet de **mesurer** le pH et la PCO_2 → on **calcule** $[\text{HCO}_3^-]$



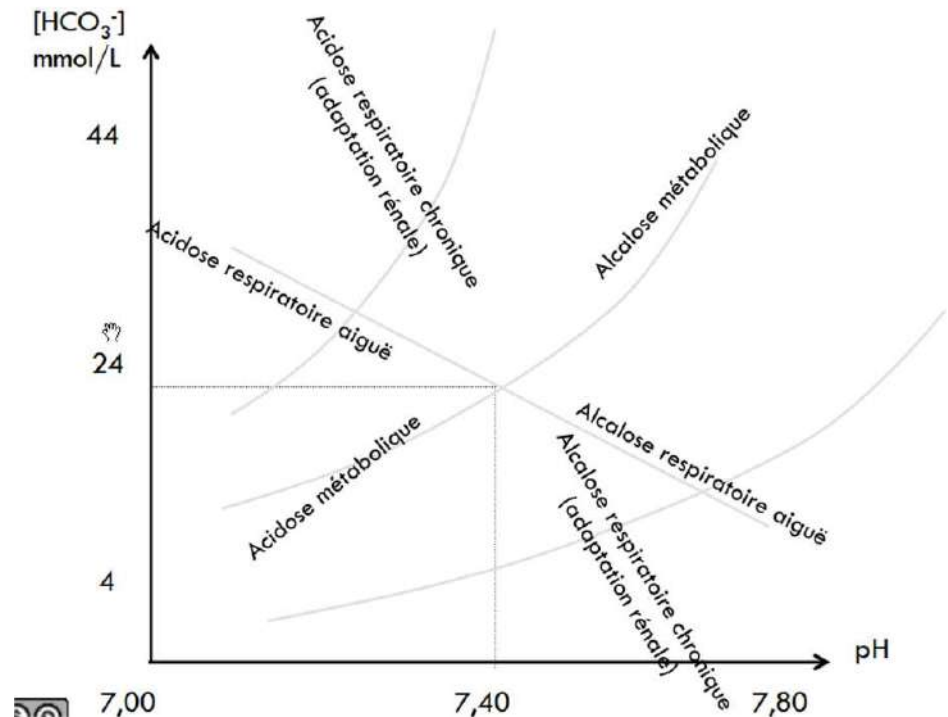
LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE
REPRODUCTION OU VENTE EST INTERDITE.





Limites à l'utilisation du diagramme

- Le diagramme est adapté à des troubles **simples** respiratoires ou métaboliques
- Or, souvent en médecine on a des troubles **mixtes**, plus complexes
- Il n'est donc **pas utilisé** en pratique



○ Questions flash

Définir une acidose et une alcalose ; de quels types peuvent-elles être ?

Vrai ou faux : Le diagramme de Davenport est très souvent utilisé en pratique **F**



**C'EST
FINI
POUR LE
COURS...**

PLACE AUX QCMS !



Socrative : **PHYSIOLOGYMM**

LE TUTORAT EST GRATUIT. TOUTE REPRODUCTION OU
VENTE EST INTERDITE.



○ **QCM 1 : À propos de l'ionisation de l'eau, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) La constante de dissociation de l'eau est proportionnelle à la concentration en ions hydroxide
- B) La constante de dissociation de l'eau est proportionnelle à la concentration en protons
- C) Une solution est acide lorsque son pH est inférieur à 7 et sa concentration en protons supérieure à 10^{-7} mol/L
- D) Une solution est acide lorsque son pH est inférieur à 7 et sa concentration en protons inférieure à 10^{-7} mol/L
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



● QCM 1 : ABC

A) Vrai : cf. formule

B) Vrai : cf. formule

C) Vrai

D) Faux : cf. C ; la concentration en protons est SUPÉRIEURE à 10^{-7} mol/L car plus on a de protons plus est acide, mais le pH est INFÉRIEUR à 7 car plus le pH est BAS plus la solution est acide

E) Faux

$$K = \frac{[H+][OH-]}{[H_2O]}$$

$$K_w = [H+][OH-]$$



○ **QCM 2 : À propos de l'équilibre acido-basique du corps humain, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

A) Le pH du milieu intérieur n'est pas soumis à une régulation particulière

B) La ventilation pulmonaire permet le maintien de l'équilibre acido-basique (*inspiré d'annales*)

C) La fabrication rénale d'acide phosphorique permet le maintien de l'équilibre acido-basique (*inspiré d'annales*)

D) L'état acido-basique de l'organisme peut avoir un impact sur le transport de l'oxygène par l'hémoglobine

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



○ QCM 2 : BD

A) Faux : le pH du milieu intérieur est TRÈS régulé !! entre 7,38 et 7,42

B) Vrai : via l'élimination du CO_2

C) Faux : les reins ne fabriquent PAS l'acide phosphorique ! Il est uniquement fourni par l'alimentation, en revanche la production rénale d'ammonium (NH_4^+) permet le maintien de l'EAB

D) Vrai : vous le verrez plus en détail dans un autre cours, mais les protons doivent se fixer à l'hémoglobine pour permettre la libération de l' O_2

E) Faux



○ **QCM 3 : À propos du rôle des reins et des poumons au repos et à l'effort, Indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Au repos, le métabolisme anaérobie surpasse le métabolisme aérobie au sein des cellules
- B) À l'effort, les poumons produisent davantage de bicarbonates
- C) À l'effort, les poumons s'adaptent avec un temps de latence
- D) À l'effort, les reins s'adaptent immédiatement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



○ QCM 3 : E

A) Faux : le métabolisme aérobie est bien plus rentable en termes d'énergie, on va donc le privilégier au maximum.

Ainsi il surpasse le métabolisme anaérobie

B) Faux : les bicarbonates sont produits par les reins

C) Faux : À l'effort, les poumons s'adaptent IMMÉDIATEMENT

D) Faux : Les reins s'adaptent après l'effort, ils ont dit « longue détente »

E) Vrai



● **QCM 4 : Concernant l'élimination rénale de protons, Indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) (*inspiré d'annales*) :**

- A) À pH 4, l'urine contient 10 mmol de protons par litre
- B) La bicarbonaturie est un phénomène physiologique
- C) Dans la phase de récupération immédiate après un exercice physique soutenu, l'élimination pulmonaire de CO₂ augmente
- D) La fabrication d'acide phosphorique par les reins favorise l'élimination rénale de protons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



○ QCM 4 : C

A) Faux : Elle contient 0,10 mmol de protons par litre ($[H^+] = 10^{-4} \text{ mol/L} = 0,10 \text{ mmol/L}$) Il fallait utiliser la formule $[H^+] = 10^{-\text{pH}}$

B) Faux : Physiologiquement on ne retrouve PAS de bicarbonates dans l'urine définitive, ils sont tous absorbés

C) Vrai : les poumons s'adaptent immédiatement !!

D) Faux : L'ACIDE PHOSPHORIQUE PROVIENT DE L'ALIMENTATION UNIQUEMENT

E) Faux



○ QCM 5 : Un patient arrive aux urgences, inconscient et bradypnéique (fréquence respiratoire de 7 par minute). Vous vous inquiétez de l'apparition d'un éventuel trouble acido-basique chez ce patient du fait de son état. Lequel (*issu des annats*) ?

A) Acidose respiratoire

B) Alcalose respiratoire

C) Acidose métabolique

D) Alcalose métabolique

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



○ QCM 5 : A

A) Vrai : si la respiration est fortement ralentie, le CO_2 risque de s'accumuler dans les alvéoles et donc dans le sang, ce qui acidifierait ce-dernier et causerait donc une acidose respiratoire

B) Faux

C) Faux

D) Faux

E) Faux

