

# ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

PHYSIOLOGIE



# Introduction :

## Théorie de Bronsted Lawry :

- ✓ Un **acide** est une espèce chimique capable de **libérer un proton**.
- ✓ Une **base** est une espèce chimique capable de **capter un protons**.



## Rappels :

$$pH = -\log[H^+]$$

$$\log 10^a = a$$

Plus la quantité de protons augmente et plus le pH diminue.

# Plan du cours

- ▶ A/ Généralités
- ▶ B/ Acide carbonique
- ▶ C/ Pouvoir tampon de l'organisme
- ▶ D/ Analyse du pouvoir tampon

# A/ Généralités

- 1/ Couple acido-basique
- 2/ Échelle logarithmique
- 3/ Rôle des reins et des poumons

# A-1 / Ionisation de l'eau

## Définition

H<sub>2</sub>O est une molécule **faiblement ionisée** qui va se dissocier en **H<sup>+</sup> (proton)** et **OH<sup>-</sup> (hydroxyde)** :



$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol/L ou } 100 \text{ nmol/L à } 25^\circ\text{C}$$

La constante de dissociation de l'eau permet de quantifier cette ionisation :

$$K_{H_2O} = \frac{[H^+] \times [OH^-]}{[H_2O]}$$

# A-1 / État acido-basique d'une solution

## État acido-basique :

- ▶ Une solution est **neutre** quand  $[H^+] = 100 \text{ nmol/L} = 10^{-7} \text{ mol/L} \Leftrightarrow \text{pH} = 7$
- ▶ Une solution est **acide** si  $[H^+] > 100 \text{ nmol/L}$
- ▶ Une solution est **basique/alcaline** si  $[H^+] < 100 \text{ nmol/L}$

# A-1 / Définition d'un couple acido-basique

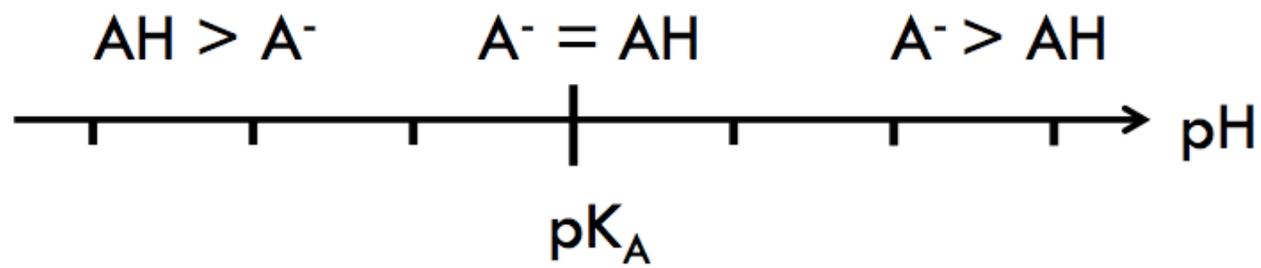
**Couple acido-basique :**

**Molécule capable de déplacer l'équilibre entre les protons et les bicarbonates en solution aqueuse.**

- ▶ En libérant des protons un couple acidifie la solution.
- ▶ En acceptant des protons un couple alcalinise la solution.

# A-1 / Constante de dissociation d'un couple acido-basique

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



# A/ Généralités

- 1/ Couple acido-basique
- 2/ Échelle logarithmique
- 3/ Rôle des reins et des poumons

## A-2/ Échelle logarithmique pour la concentration de protons

La **concentration des protons** dans les fluides biologiques **varie beaucoup** : de 100 mmol/L à 10 nmol/L  $\rightarrow 10^7$  fois

Pour cette raison on utilise une **échelle logarithmique** pour l'exprimer.

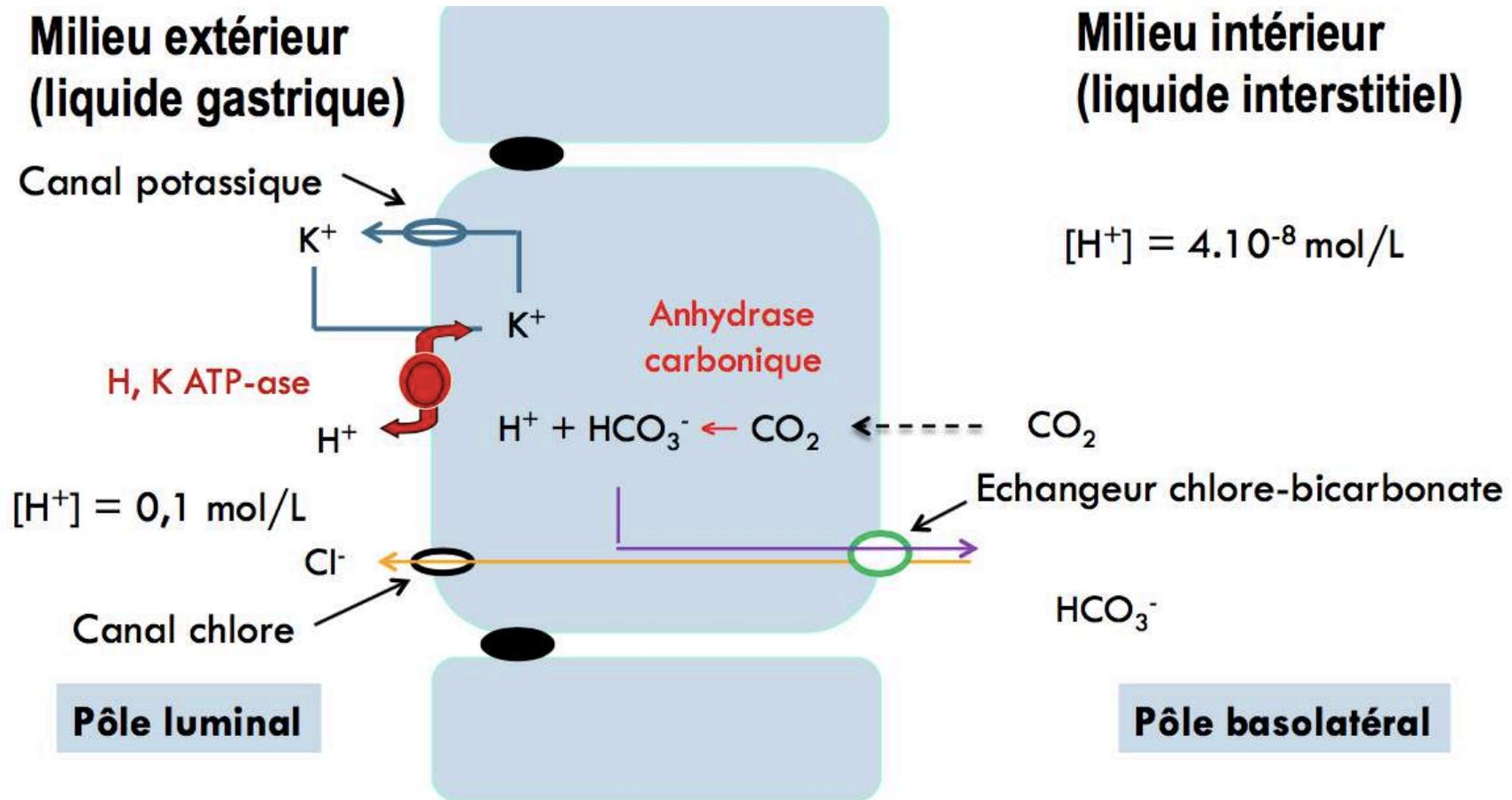
- ▶  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
- ▶  $\text{pk} = -\log K$

# A-2/ Concentration de protons de certains liquides biologiques

Concentration de protons	Valeur du pH
<b>100 mmol/L</b>	<b>1</b>
10 $\mu\text{mol/L}$	5
100 nmol/L	7
50 nmol/L	7,30
40 nmol/L	7,40
32 nmol/L	7,50
25 nmol/L	7,60
10 nmol/L	8

Dans l'estomac

# A-2/ Concentration de protons de certains liquides biologiques



## A-2/ Concentration de protons de certains liquides biologiques

Concentration de protons	Valeur du pH
100 mmol/L	1
10 $\mu$ mol/L	5
<b>100 nmol/L</b>	<b>7</b>
50 nmol/L	7,30
40 nmol/L	7,40
32 nmol/L	7,50
25 nmol/L	7,60
10 nmol/L	8

Dans les  
cellules

## A-2/ Concentration de protons de certains liquides biologiques

Concentration de protons	Valeur du pH
100 mmol/L	1
10 $\mu$ mol/L	5
100 nmol/L	7
50 nmol/L	7,30
<b>40 nmol/L</b>	<b>7,40</b>
32 nmol/L	7,50
25 nmol/L	7,60
10 nmol/L	8

Dans le milieu  
extracellulaire

## A-2/ Concentration de protons de certains liquides biologiques

Concentration de protons	Valeur du pH
100 mmol/L	1
<b>10 <math>\mu</math>mol/L</b>	<b>5</b>
<b>100 nmol/L</b>	<b>7</b>
<b>50 nmol/L</b>	<b>7,30</b>
<b>40 nmol/L</b>	<b>7,40</b>
<b>32 nmol/L</b>	<b>7,50</b>
<b>25 nmol/L</b>	<b>7,60</b>
<b>10 nmol/L</b>	<b>8</b>

Dans l'urine

# A-2/ Importance de l'équilibre acido-basique

## Fonctions cellulaires influencées par l'état acido-basique :

- ▶ Ouverture des canaux membranaires;
- ▶ Vitesse des réactions enzymatiques;
- ▶ Interaction entre les protéines (modifications de forme);
- ▶ **Transport d'oxygène** par l'hémoglobine.

Le pH du milieu extracellulaire varie peu → **7,38 à 7,42**

La survie est compromise en dessous d'un pH = 7,00 (100 nmol/L) ou au dessus d'un pH = 7,80 (16 nmol/L).

# A-2/ L'organisme est soumis à une charge acide permanente

L'oxydation des nutriments produit des acides (métabolisme énergétique)

Protéines → glucose + urée + acide phosphorique + acide sulfurique + CO<sub>2</sub>

Glucose → CO<sub>2</sub> ± acide lactique + ATP

Acides gras → CO<sub>2</sub> ± corps cétoniques + ATP

H<sup>+</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

14.400 mmol/jour

Elimination pulmonaire  
sous forme de CO<sub>2</sub>

H<sup>+</sup> et anions organiques

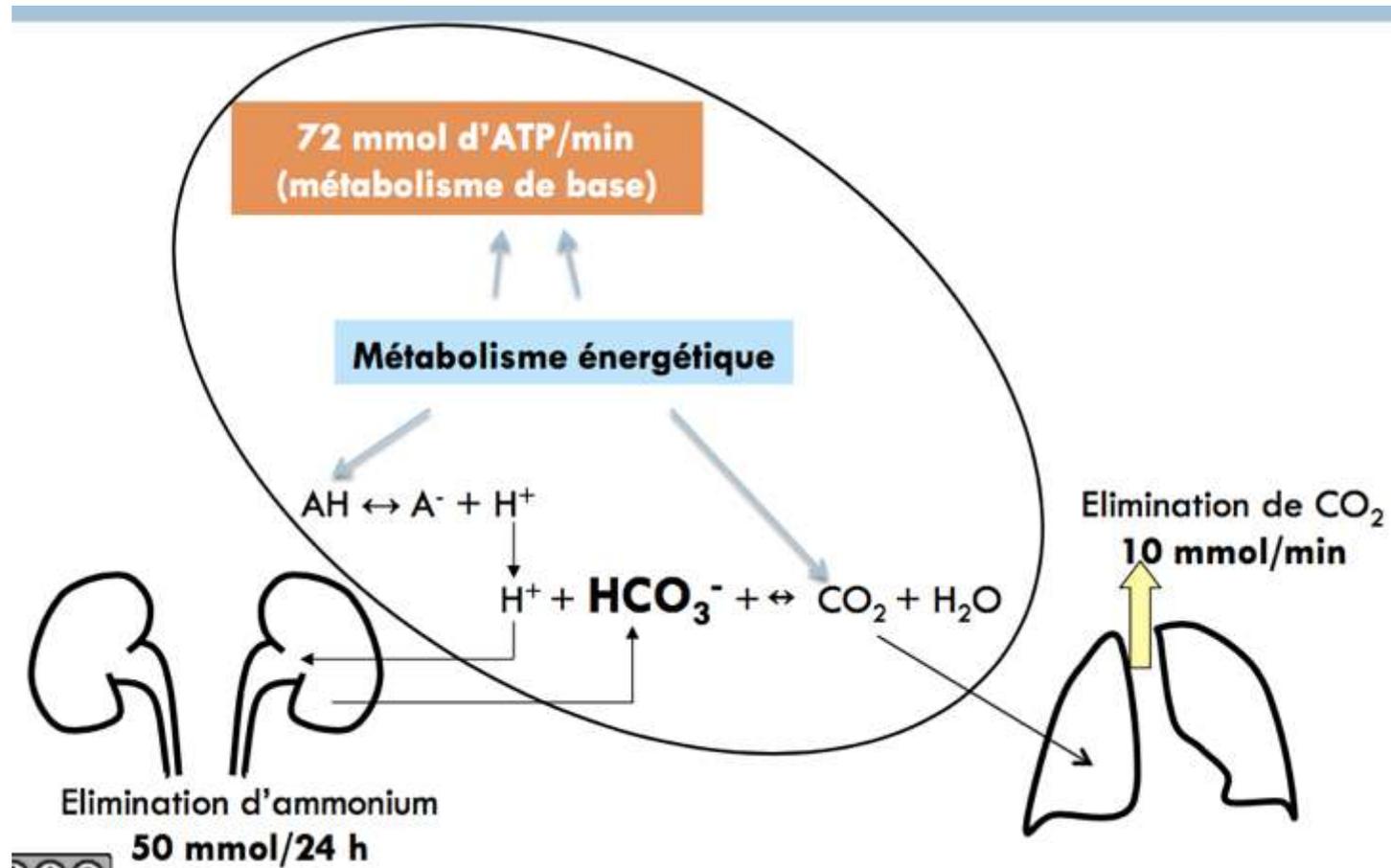
70 mmol/jour

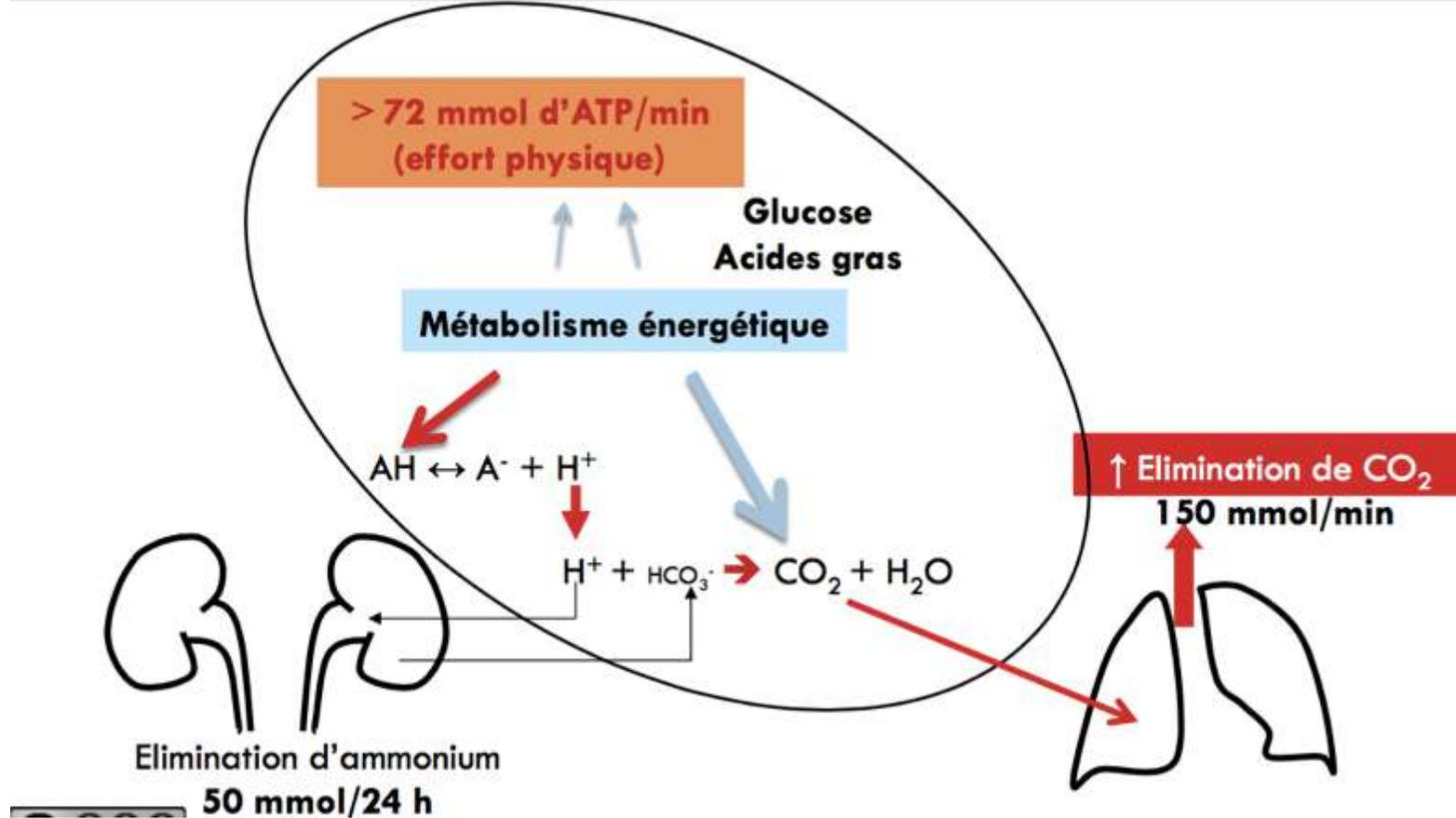
Elimination rénale sous forme  
d'ammonium et d'acide phosphorique

# A/ Généralités

- 1/ Couple acido-basique
- 2/ Échelle logarithmique
- 3/ Rôle des reins et des poumons**

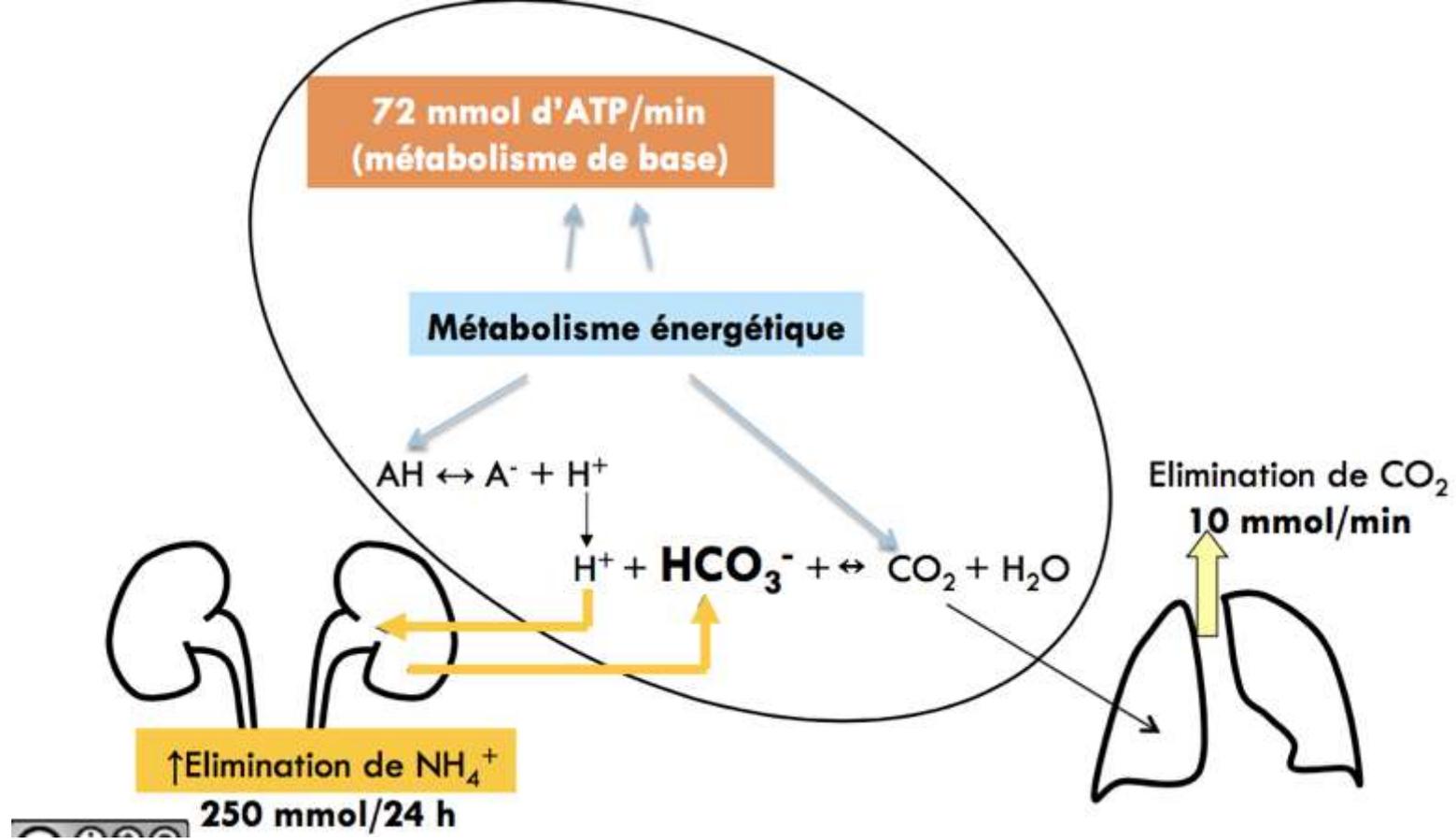
# A-3/ Repos = rôle des reins et des poumons





## A-3/ À l'effort

Élimination du gaz carbonique par les poumons et consommation de bicarbonates.



A-3/ Arrêt de l'effort

Régénération des bicarbonates par les reins.

## A-3/ Bicarbonate, reins et poumons

Le couple bicarbonate/protons est au cœur de la régulation du pH du sang et des cellules.

**Les bicarbonates sont fabriqués par les reins**

$$\text{pH} = 6,10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 6,10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \text{ PCO}_2}$$

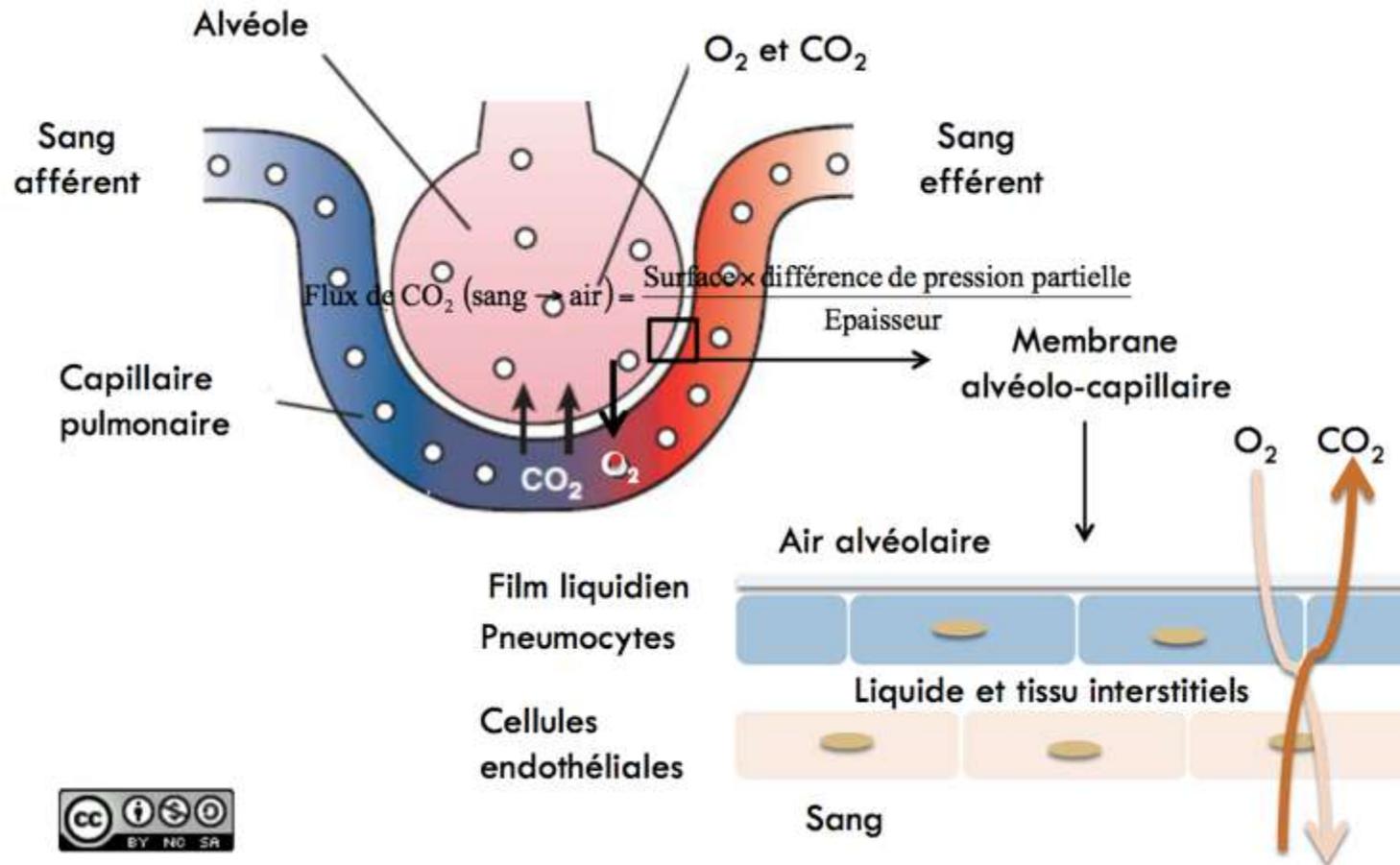
**Le gaz carbonique est éliminé par les poumons**

# B/ Acide carbonique

1/ Poumons : diffusion du  $\text{CO}_2$

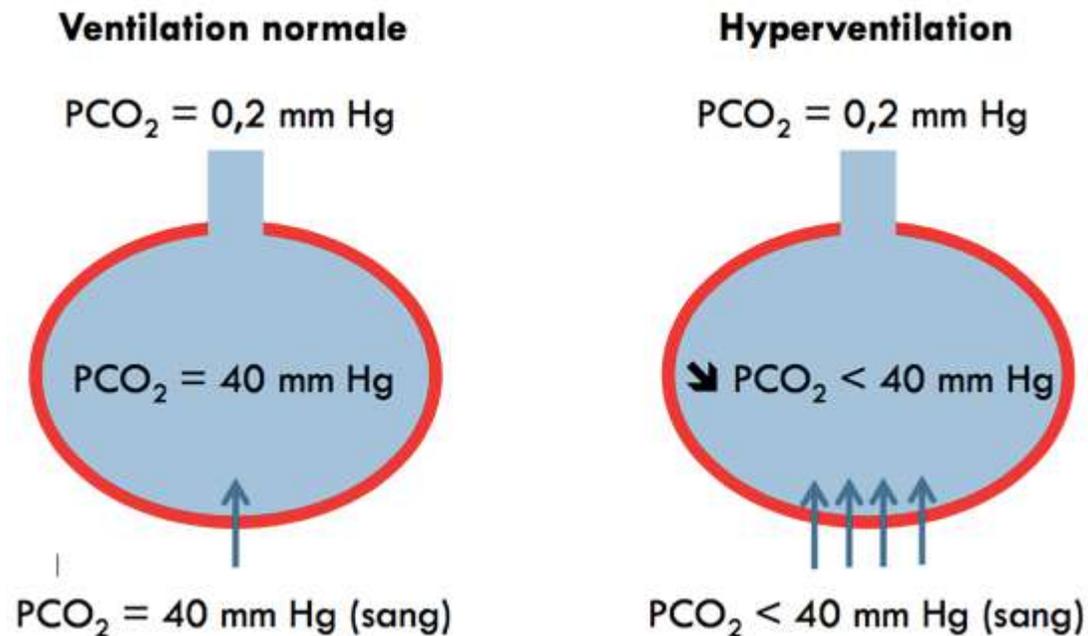
2/ Reins : fabrication du  $\text{HCO}_3^-$

# B-1 / Rôle des poumons : diffusion



# B-1 / Diffusion du CO<sub>2</sub> et ventilation

Le **renouvellement de l'air alvéolaire** à partir de l'air atmosphérique **diminue la pression partielle en CO<sub>2</sub>** dans les alvéoles et augmente le gradient de diffusion du CO<sub>2</sub>.



# B-1 / Application en médecine

L'acidose métabolique augmente la fréquence ventilatoire par un **réflexe** : capteurs de pH dans le tronc cérébral.

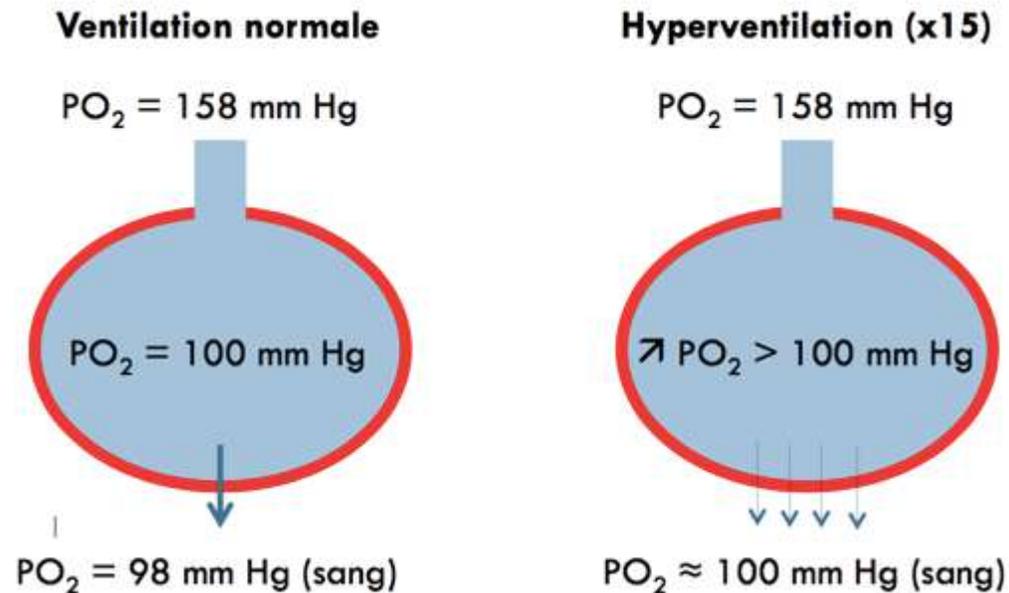
Le trouble ventilatoire secondaire à l'**acidose métabolique persistante** s'appelle la **dyspnée de Kussmaul** :

- ▶ Augmentation de la fréquence ventilatoire
- ▶ Mouvements ventilatoires amples et symétriques

# B-1 / Diffusion de l'O<sub>2</sub> et ventilation

La renouvellement de l'air alvéolaire à partir de l'air atmosphérique augmente peu la pression partielle en O<sub>2</sub> dans les alvéoles.

Le **gradient de diffusion de l'O<sub>2</sub>** est **peu modifié**.



## B-1 / Diffusion et ventilation

- ▶ L'hyperventilation diminue beaucoup la pression partielle en CO<sub>2</sub> dans le sang sans affecter significativement la pression partielle de l'O<sub>2</sub>.
- ▶ L'hyperventilation constitue un moyen de **lutter contre l'acidose**.

# B-1 / Application en médecine

Le  $\text{Ca}^{2+}$  et les  $\text{H}^+$  sont en équilibre avec les anions protéiques.



L'hyperventilation favorise l'élimination pulmonaire du  $\text{CO}_2$  et diminue la quantité de protons libres dans le plasma.

Les sites anioniques des protéines sont libérés des  $\text{H}^+$  et disponibles pour le  $\text{Ca}^{++}$  : la **calcémie ionisée diminue rapidement**.

**Crise de tétanie** : spasmes, fasciculations, contractures par anomalie de relaxation du muscle strié squelettique.

# B/ Acide carbonique

1/ Poumons : diffusion du  $\text{CO}_2$

2/ Reins : fabrication du  $\text{HCO}_3^-$

## B-2/ Reins et bicarbonates

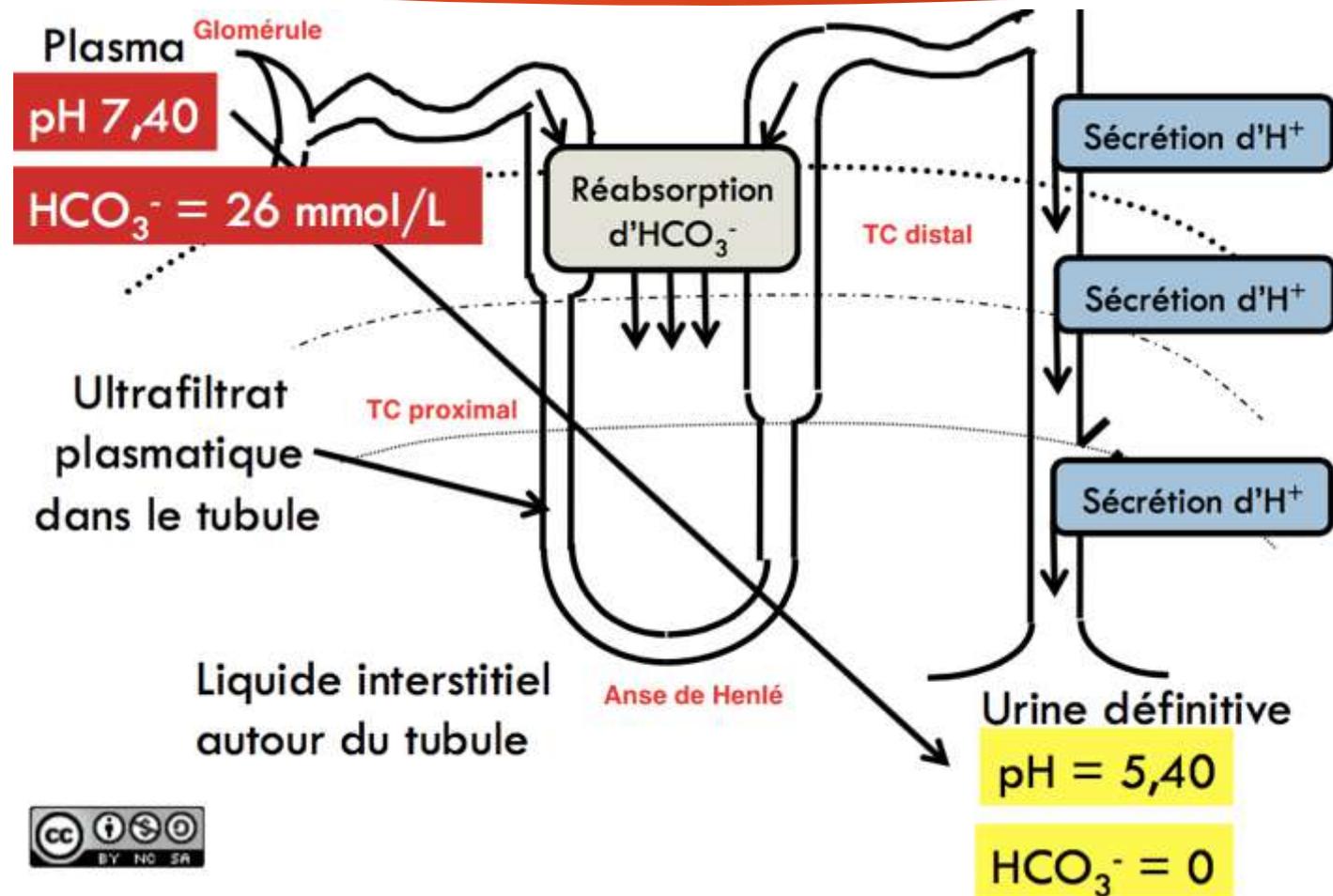
Les reins **réabsorbent les bicarbonates** plasmatiques filtrés dans les glomérules et **sécrètent des protons** dans l'urine.

**Chaque proton sécrété équivaut à un  $\text{HCO}_3^-$  ajouté dans le milieu interstitiel.**

Les protons sécrétés s'associent avec la base de 2 principaux couples acido-basiques de l'urine : **l'acide phosphorique** et **l'ammoniac**.

**En sécrétant des protons, les reins fabriquent du bicarbonate pour l'organisme.**

# B-2/ Réabsorption des bicarbonates et sécrétion de protons



Milieu extérieur  
(ultrafiltrat plasmatique)

$[H^+] = 10 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$

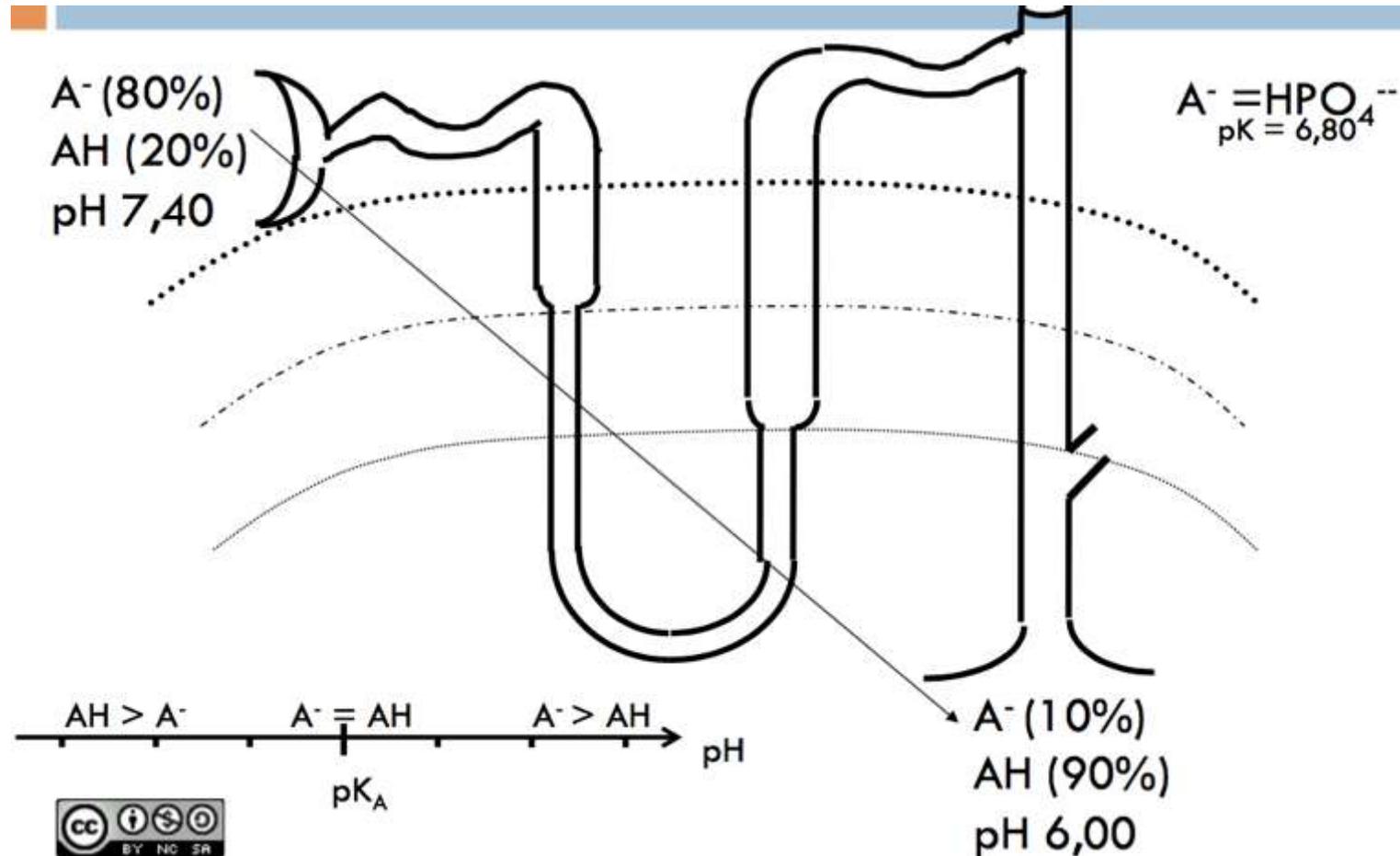
Milieu intérieur  
(liquide interstitiel)

$[H^+] = 4 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$



B-2/ Sécrétion rénale de protons

# B-2/ Fixation dans l'urine sur l'acide phosphorique



# B-2/ Capacité rénale de fabriquer du bicarbonate : variable

Les reins **fabriquent du bicarbonate**

- ▶ **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** = 75 % des bicarbonates → **Augmentation possible d'un facteur 5**
- ▶ **H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>** = 25 % des bicarbonates → **Pas d'augmentation possible**

De **50 à 300 mmol de bicarbonate** fabriqué par jour selon l'acidité du milieu extracellulaire.

# C/ Pouvoir tampon de l'organisme

**1/ Définition**

**2/ Rôle central de l'acide  
carbonique**

**3/ Application en médecine**

# C-1/ Protection passive contre les variations de pH

- ▶ De **manière passive**, l'organisme limite les variations de pH des cellules et du milieu extracellulaire par des systèmes ***tampons***.

## Définition d'un tampon

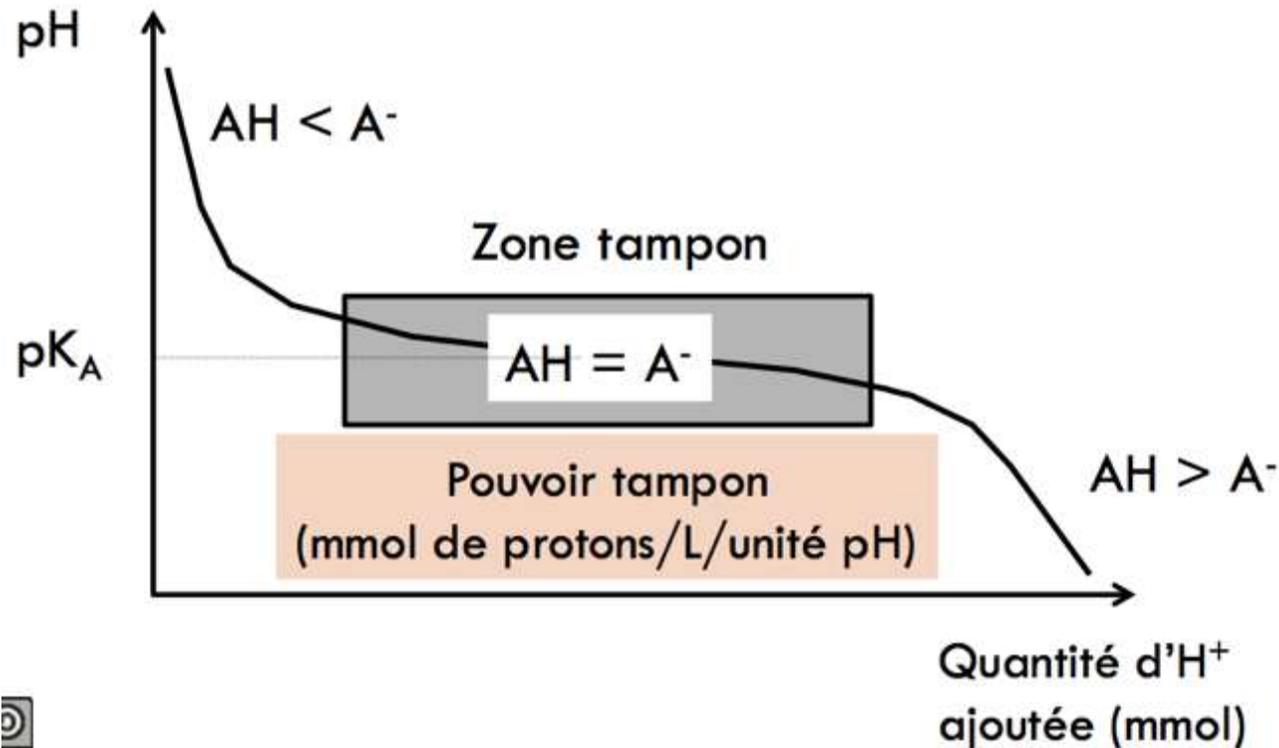
- ▶ **Couple acido-basique dont la capacité de fixer des protons limite les variations de pH des milieux extracellulaire et cellulaire.**

## Pouvoir tampon

- ▶ **Quantité de protons fixés par un couple acido-basique par unité de pH et par litre de solution.**

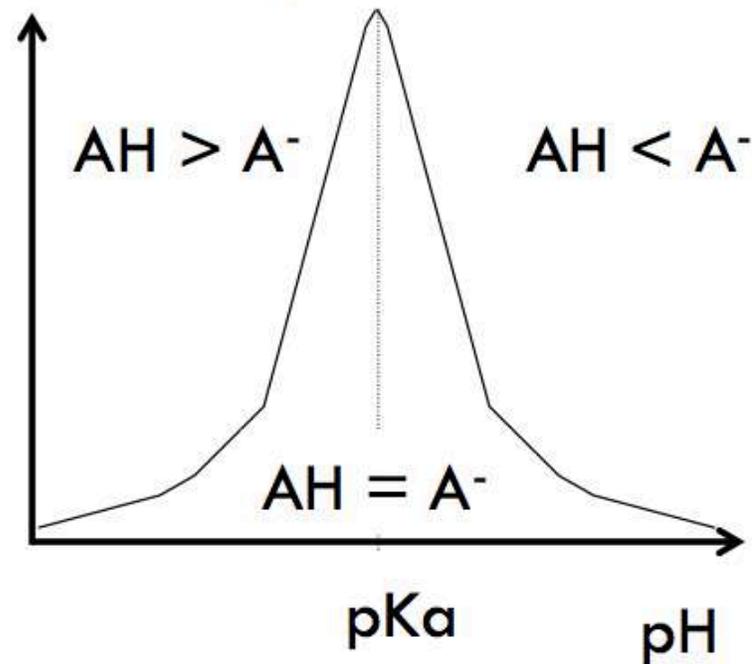
# C-1/ Zone tampon d'un couple acido-basique

Dans la zone tampon, il faut beaucoup de protons pour modifier le pH.



# C-1/ Pouvoir tampon d'un couple acido-basique

Pouvoir tampon  
(mmol/L/unité pH)

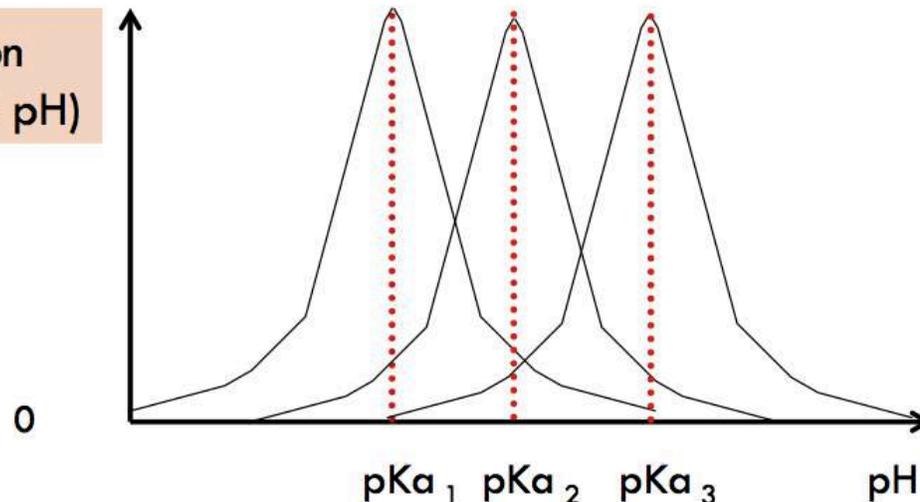


# C-1/ Pouvoir tampon de plusieurs couples acido-basiques

Mise en équilibre de tous les couples AB pour un pH donné :

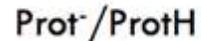
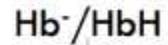
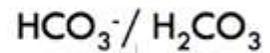
$$pH = pKa_1 + \log \frac{[A_1^-]}{[AH_1]} = pKa_2 + \log \frac{[A_2^-]}{[AH_2]} = pKa_3 + \log \frac{[A_3^-]}{[AH_3]}$$

Pouvoir tampon  
(mmol/L/unité pH)

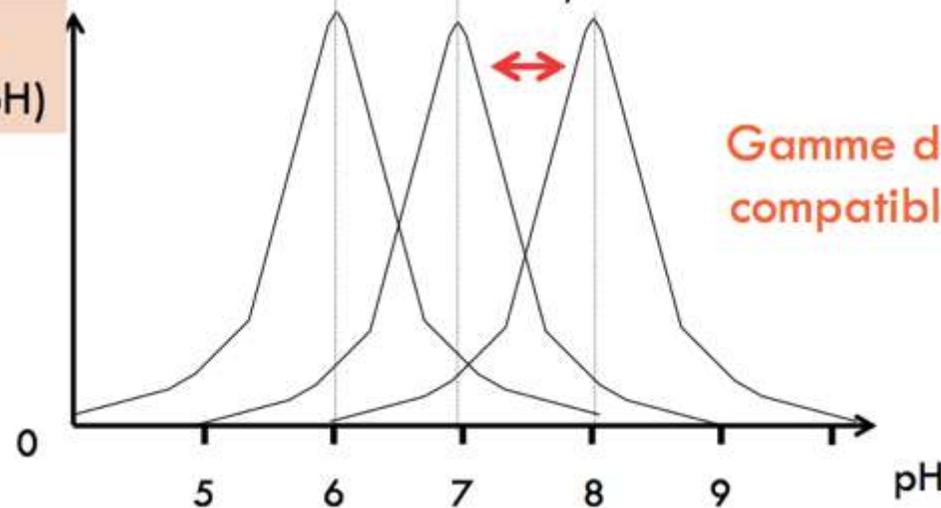


# C-1/ Cas du sang

Gamme de pH sanguin  
où le pouvoir tampon est maximal



Pouvoir tampon  
(mmol/L/unité pH)



Gamme de pH sanguin  
compatible avec la vie

# C/ Pouvoir tampon de l'organisme

1/ Définition

2/ Rôle central de l'acide  
carbonique

3/ Application en médecine

# C-2/ Double aspect de l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_3$

L'**acide carbonique** est un couple acido-basique :

- ✓ Il peut acidifier l'organisme.
- ✓ Il peut agir comme tampon dans l'organisme.

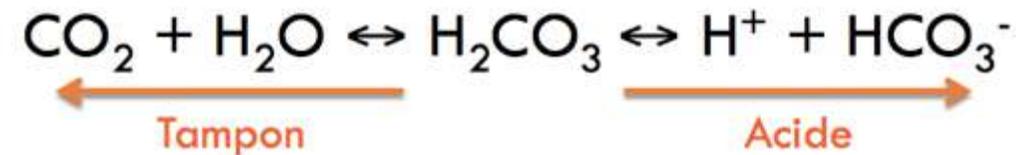
**Acide carbonique =  $\text{H}_2\text{CO}_3$**

**Bicarbonates =  $\text{HCO}_3^-$**

**Gaz carbonique =  $\text{CO}_2$**

Réaction d'hydratation  
accélérée par  
l'anhydrase carbonique

Dissociation  
ionique



## C-2/ Quantité des principaux tampons

**Tampon bicarbonate = tampon volatil**

$[\text{HCO}_3^-]_{\text{moyenne}}$  dans le sang et les cellules = **25 mmol/l**

Volume de distribution : 50% du poids du corps

Quantité de  $\text{HCO}_3^-$  = 70 kg x 0,5 x 25 mmol/L = **1050 mmol**

**Autres tampons = tampons fixes**

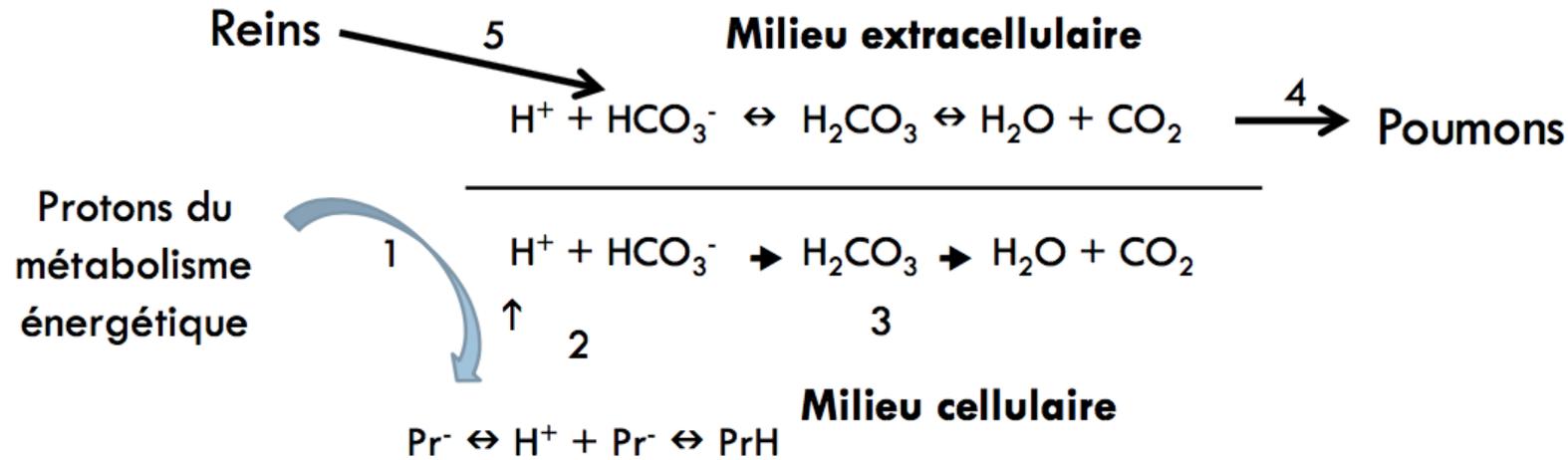
Les **protéines** acceptent des protons sur leurs **résidus histidine**.

Un individu de 70 kg peut fixer 1200 moles de protons sur ses protéines.

# C-2/ Pouvoir tampon global de l'organisme

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

# C-2/ Continuité des tampons entre les cellules et le milieu extracellulaire



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  $\text{CO}_2$  diffuse vers le milieu extracellulaire, il est éliminé par voie pulmonaire

5/ le  $\text{HCO}_3^-$  est restitué par les reins et gagne le milieu cellulaire

# C-2/ Rôle fondamental de l'acide carbonique

L'acide carbonique assure l'essentiel du pouvoir tampon du milieu extracellulaire.

Seul le **secteur extracellulaire est accessible à des mesures.**

Grandeurs mesurables

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

coefficient de solubilité  
du CO<sub>2</sub> dans l'eau

pression partielle  
du CO<sub>2</sub> dans le sang

# C-2/ Application en médecine

**L'état acido-basique s'apprécie par :**

**Le dosage de la concentration de protons**

pH : valeur mesurée directement à l'aide d'une électrode

Précision < 1% Valeur normale = **7,38-7,42**

**La mesure de la PCO<sub>2</sub>**

PCO<sub>2</sub> : valeur mesurée directement à l'aide d'une électrode

Précision ≈ 5 à 10 % Valeur normale = **36-44 mmHg**

**Le calcul de la concentration de bicarbonates**

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : valeur calculée

Précision ≈ 5 à 10 % Valeur normale = **22-26 mmol/L**

## C-2/ Gazométrie

Seringue avec **anticoagulant** (héparinate de sodium);

Seringue dont il faut **chasser les bulles d'air** pour éviter la baisse de  $\text{PCO}_2$  sanguin au contact de l'air qui serait dans la seringue;

Seringue à **conserver dans la glace** : les hématies « respirent », elles consomment de l' $\text{O}_2$  et produisent du  $\text{CO}_2$  , faisant diminuer le pH.

# D/ Analyse du pouvoir tampon

- 1/ Solution contenant de l'acide carbonique
- 2/ Organisme vivant
- 3/ Modélisation chez l'Homme : diagramme de Davenport
- 4/ Applications en médecine

# D-1 / Étude du pouvoir tampon d'une solution contenant de l'acide carbonique

- ▶ **Etude du pouvoir tampon en milieu fermé**

Apport d' $H^+$  sans variation de  $PCO_2$  de l'air ambiant.

- ▶ **Etude du pouvoir tampon en milieu ouvert**

Apport d' $H^+$  avec modification de la  $PCO_2$  de l'air ambiant.

# D-1 / Pouvoir tampon d'une solution d'acide carbonique en milieu fermé

Etat initial



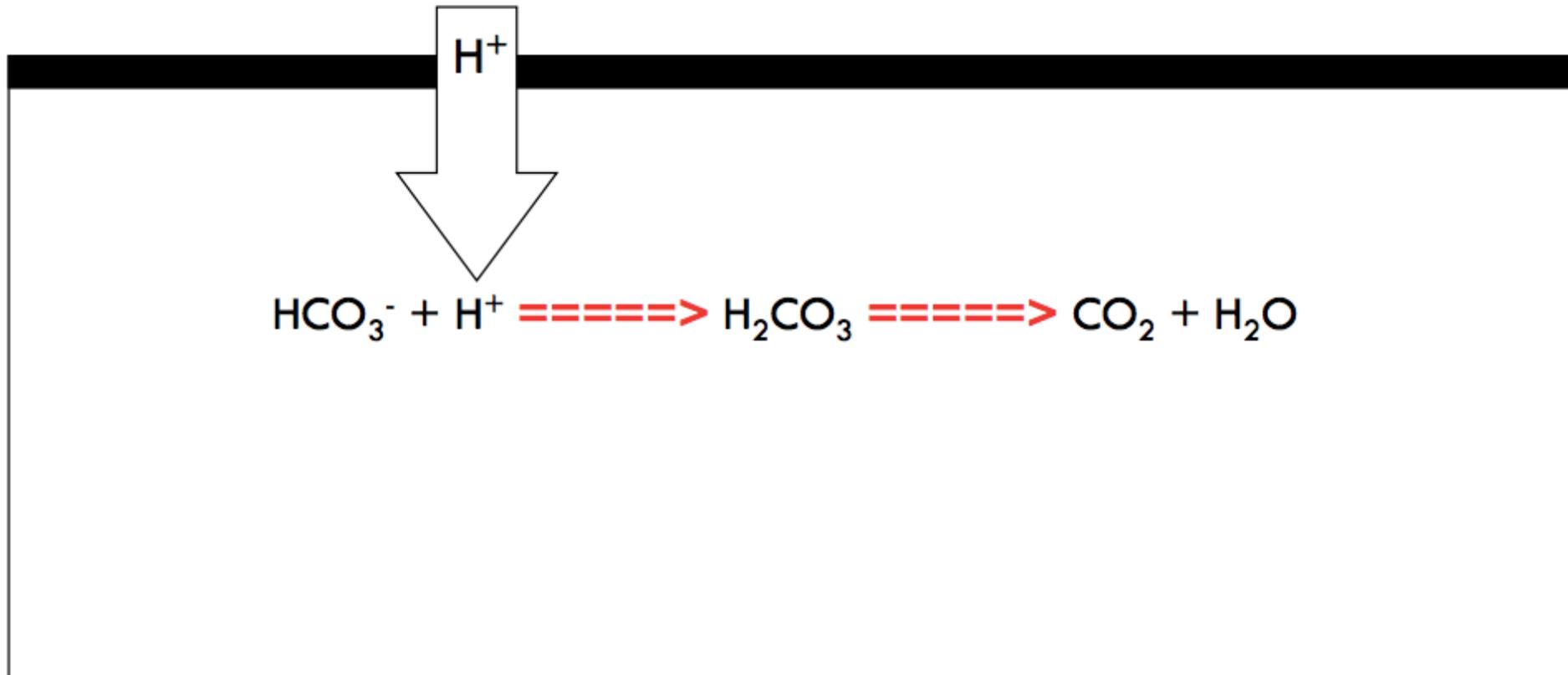
$$7,40 = 6,10 + \log \frac{24}{1,2}$$

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

# D-1 / Pouvoir tampon d'une solution d'acide carbonique en milieu fermé

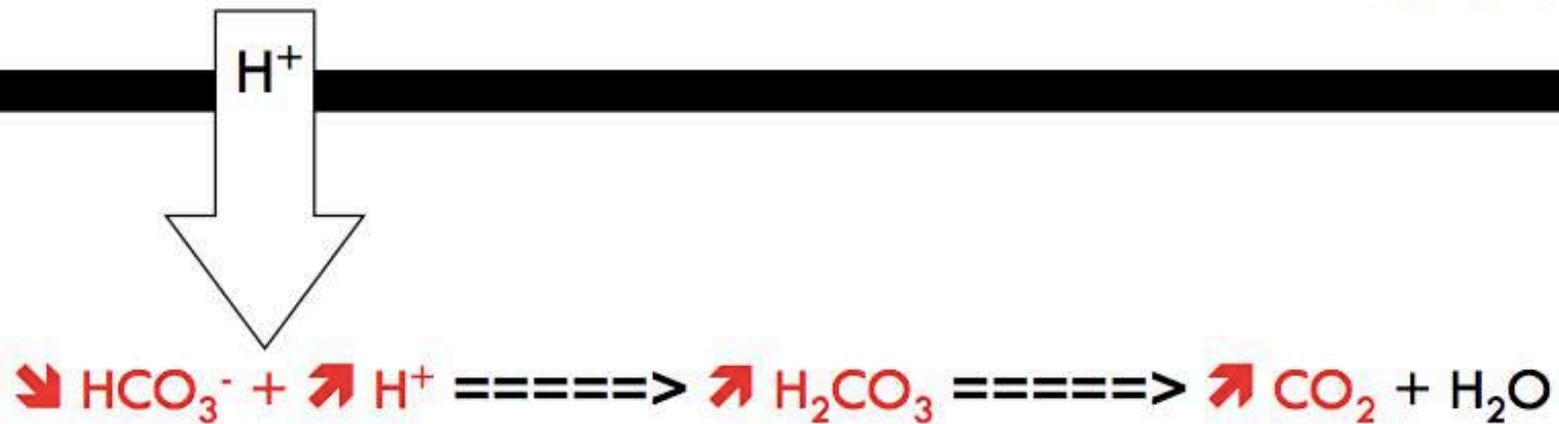
Ajout de 10 mmol/L de protons

Etat intermédiaire



# D-1 / Pouvoir tampon d'une solution d'acide carbonique en milieu fermé

Etat final



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

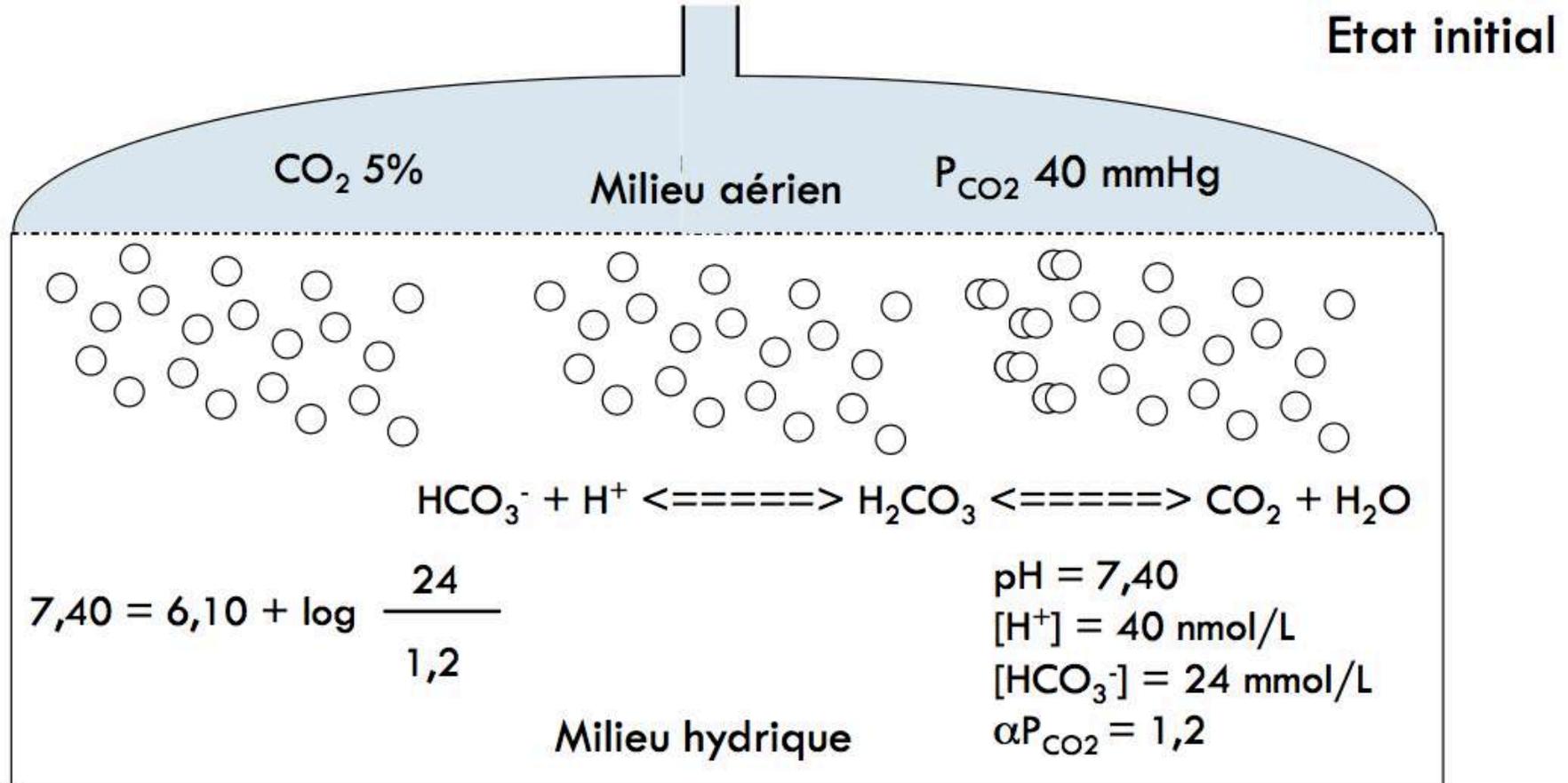
$$pH = 7,40 \rightarrow 6,20$$

$$[H^+] = 40 \rightarrow 630 \text{ nmol/L}$$

$$[HCO_3^-] = 24 \rightarrow 14 \text{ mmol/L}$$

$$\alpha P_{CO_2} = 1,2 \rightarrow 11,7$$

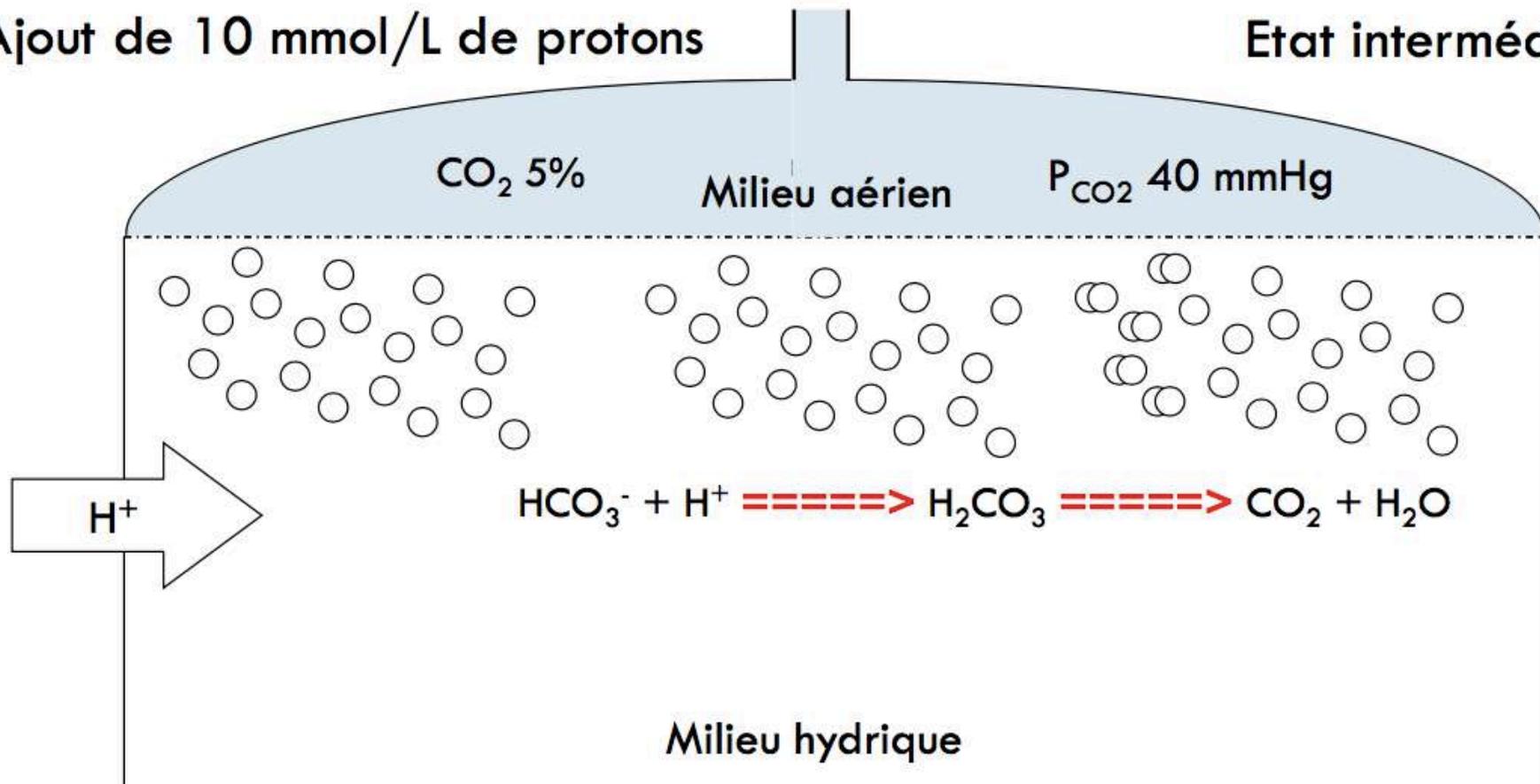
# D-1 / Pouvoir tampon de l'acide carbonique en milieu ouvert



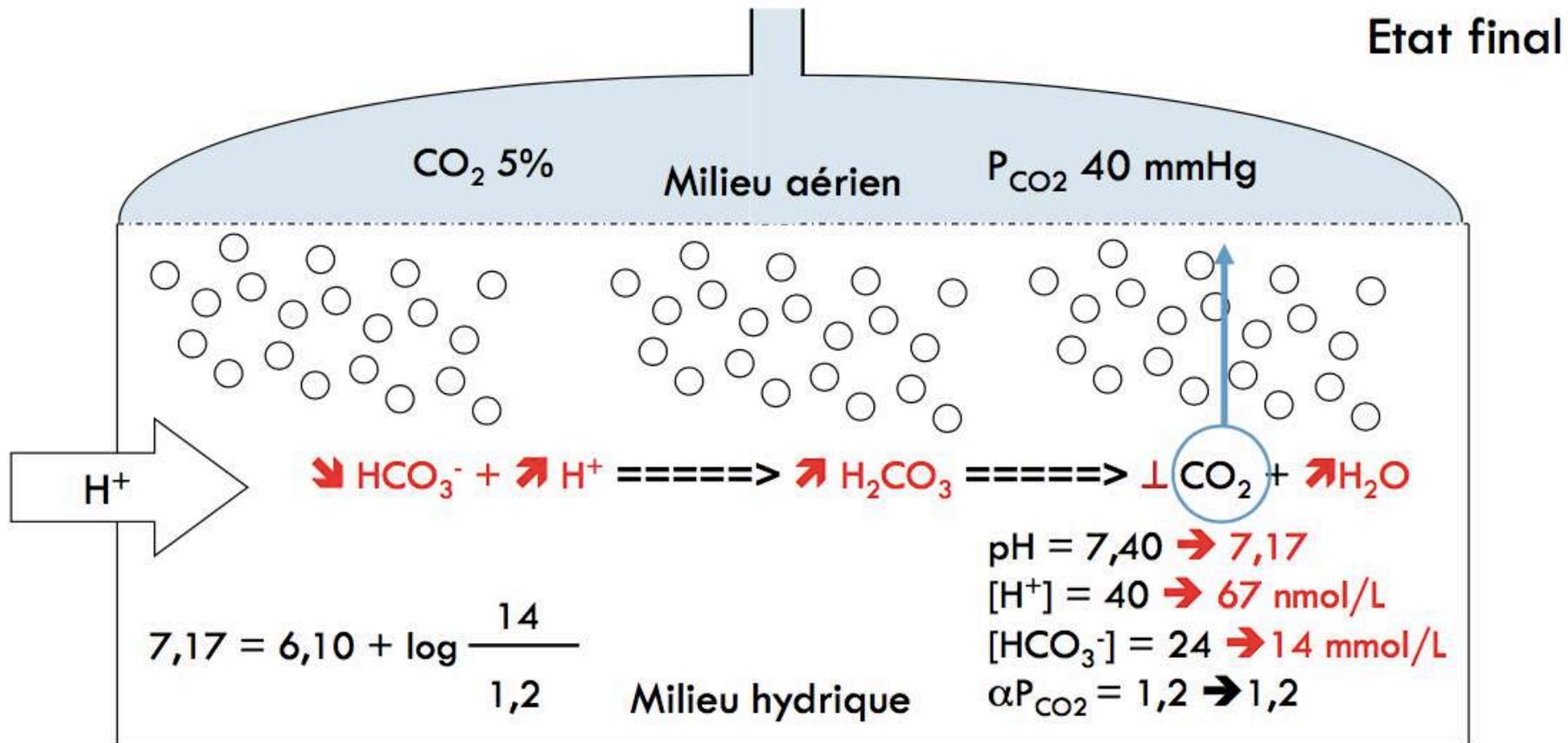
# D-1 / Pouvoir tampon de l'acide carbonique en milieu ouvert

Ajout de 10 mmol/L de protons

Etat intermédiaire



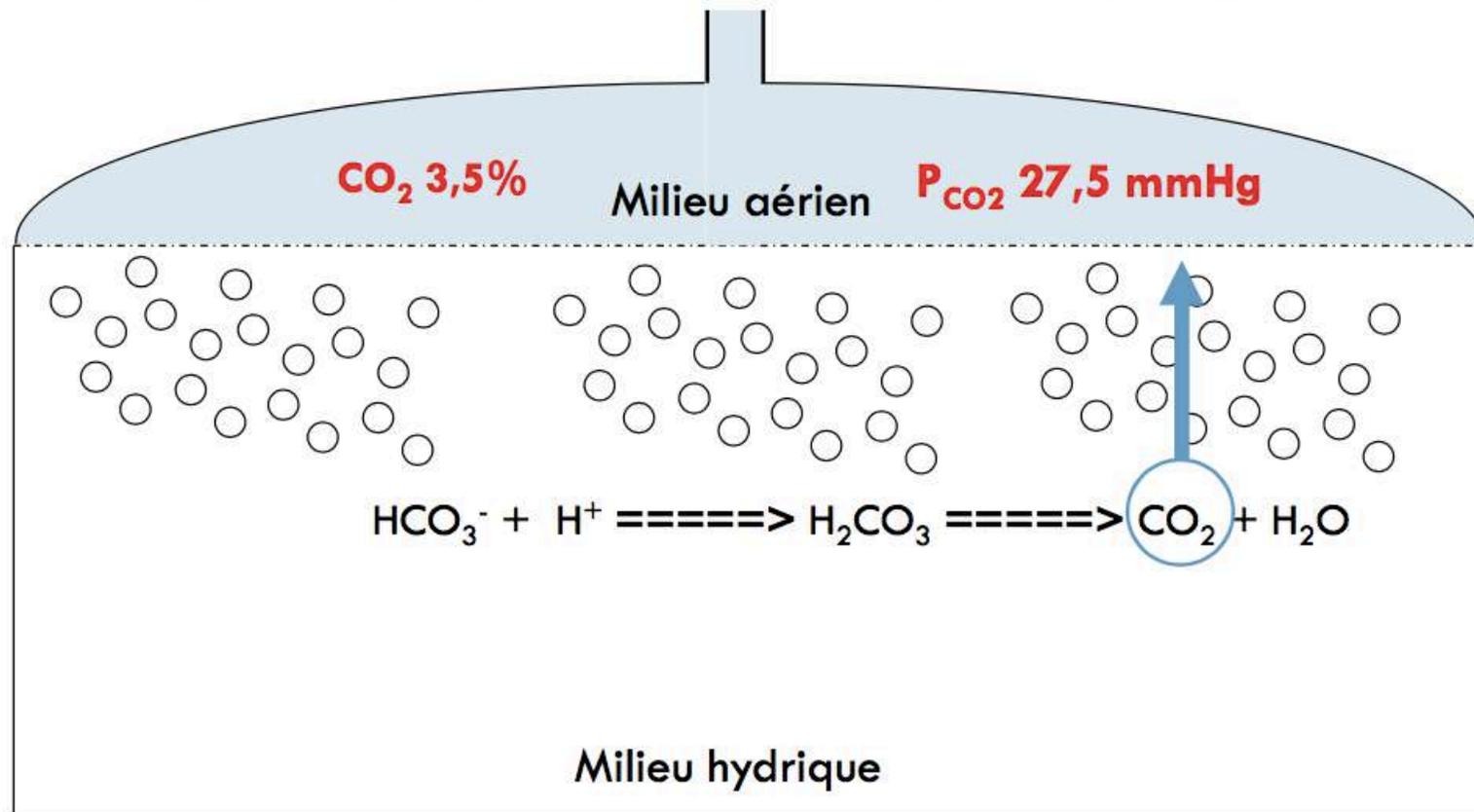
# D-1 / Pouvoir tampon de l'acide carbonique en milieu ouvert



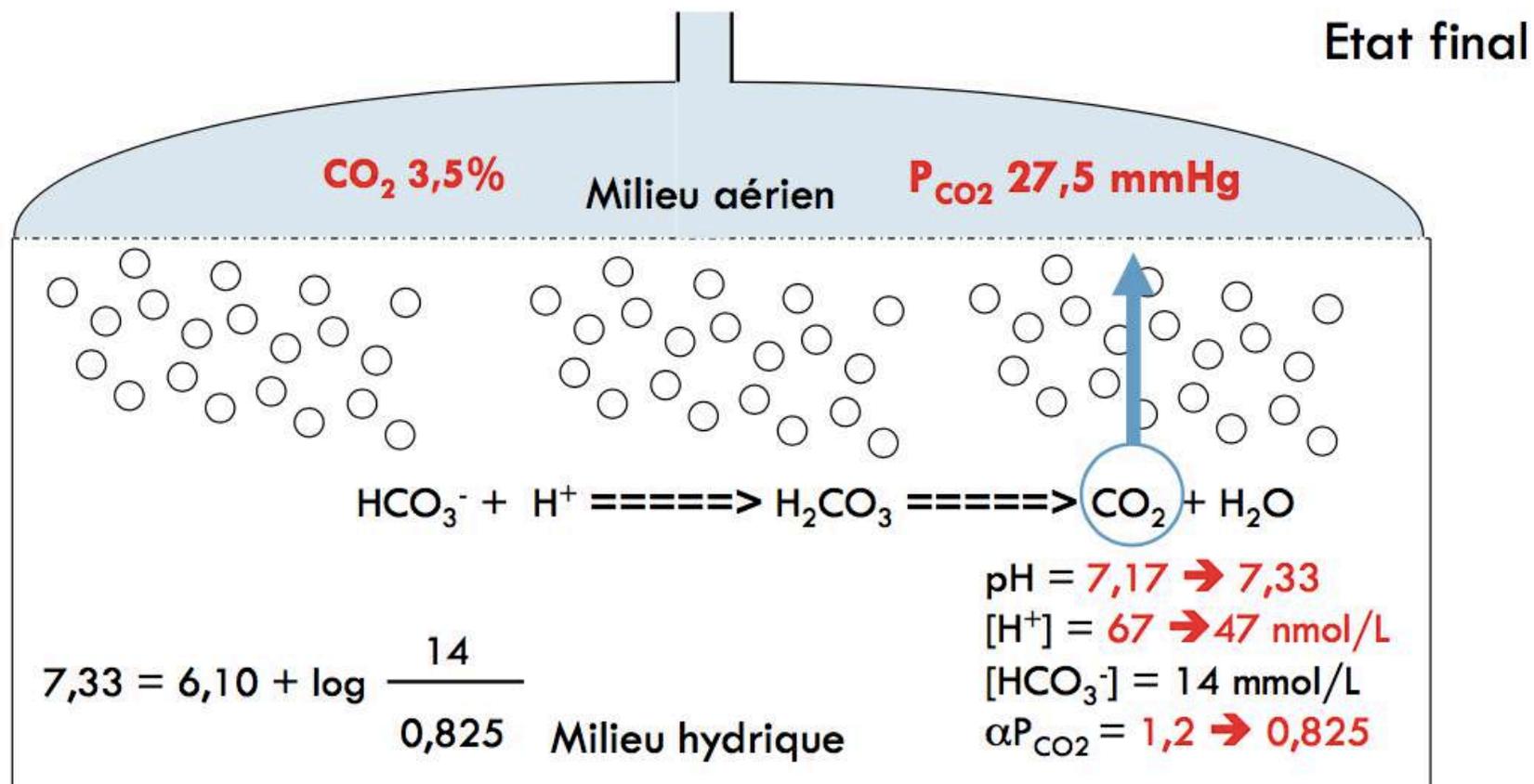
pH = 6,20 en milieu fermé

# D-1 / Diminution de la pression partielle du CO<sub>2</sub>

Conditions précédentes avec  $\blacktriangledown$  P<sub>CO<sub>2</sub></sub> du milieu aérien



# D-1 / Diminution de la pression partielle du CO<sub>2</sub>



pH = 7,17 en l'absence de variation de P<sub>CO2</sub>

# Ce que je dois retenir :

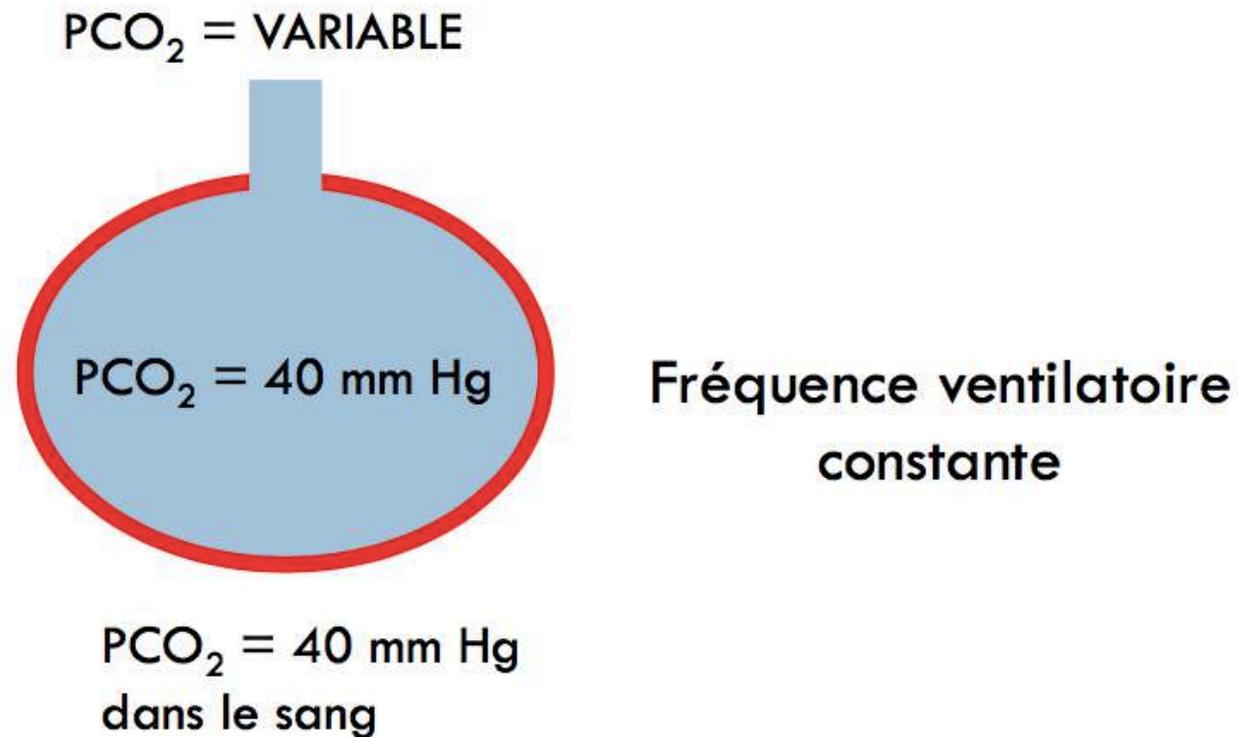
- ▶ Le sang est au contact de l'air alvéolaire :  
**L'organisme utilise le tampon bicarbonate en milieu ouvert.**
- ▶ La **diffusion du CO<sub>2</sub> vers l'extérieur de l'organisme augmente avec la fréquence ventilatoire.**

# D/ Analyse du pouvoir tampon

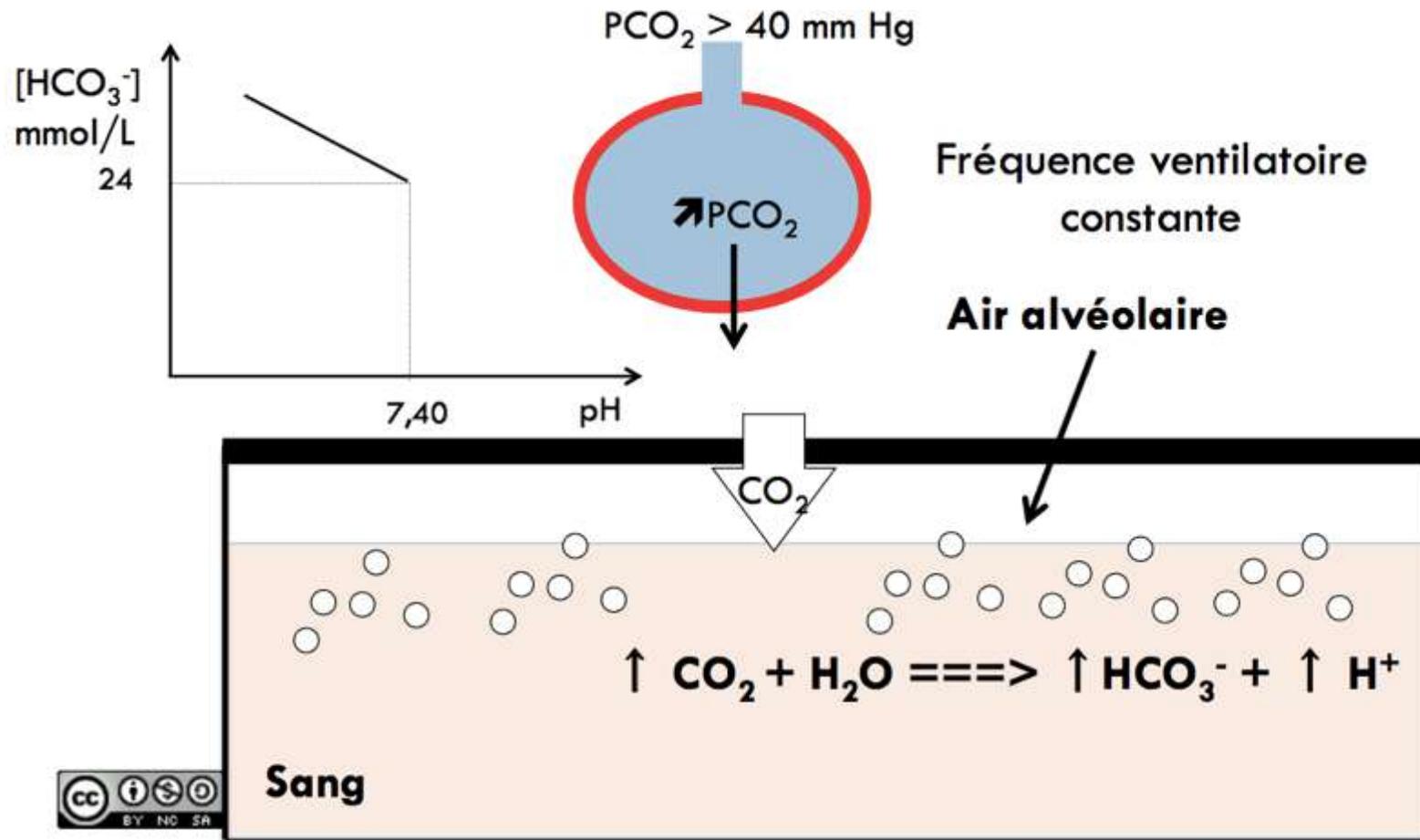
- 1/ Solution contenant de l'acide carbonique
- 2/ **Organisme vivant**
- 3/ Modélisation chez l'Homme : diagramme de Davenport
- 4/ Applications en médecine

# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme

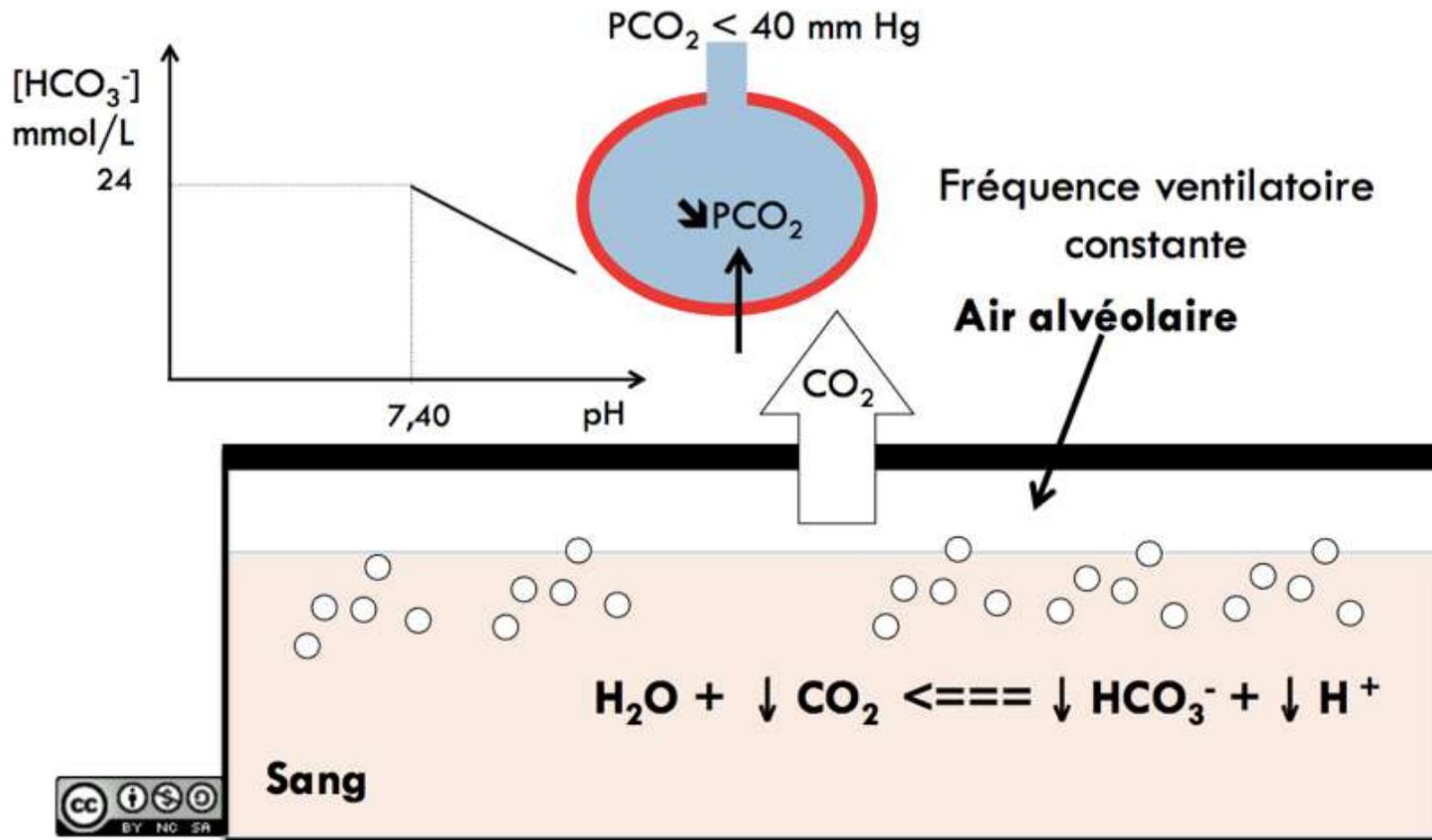
Approche expérimentale chez l'animal endormi et ventilé artificiellement



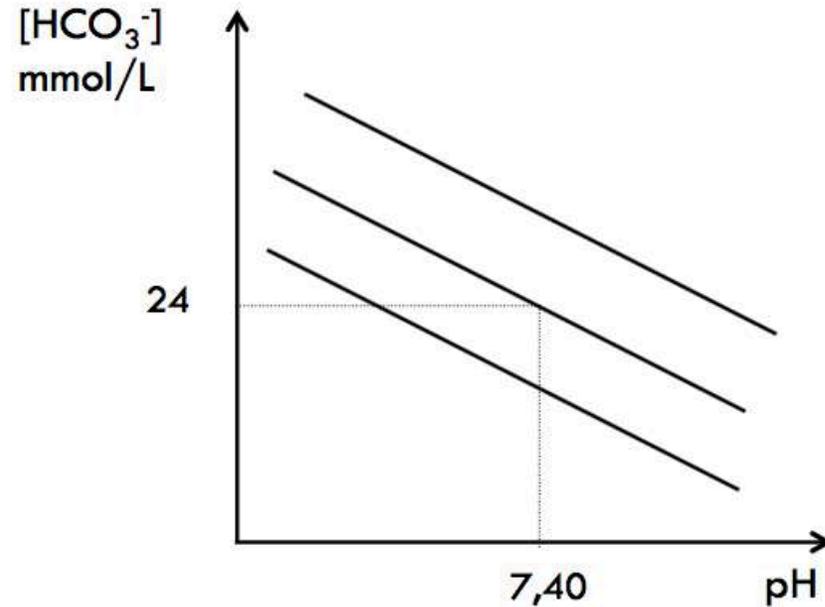
# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme en milieu fermé



# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme en milieu fermé



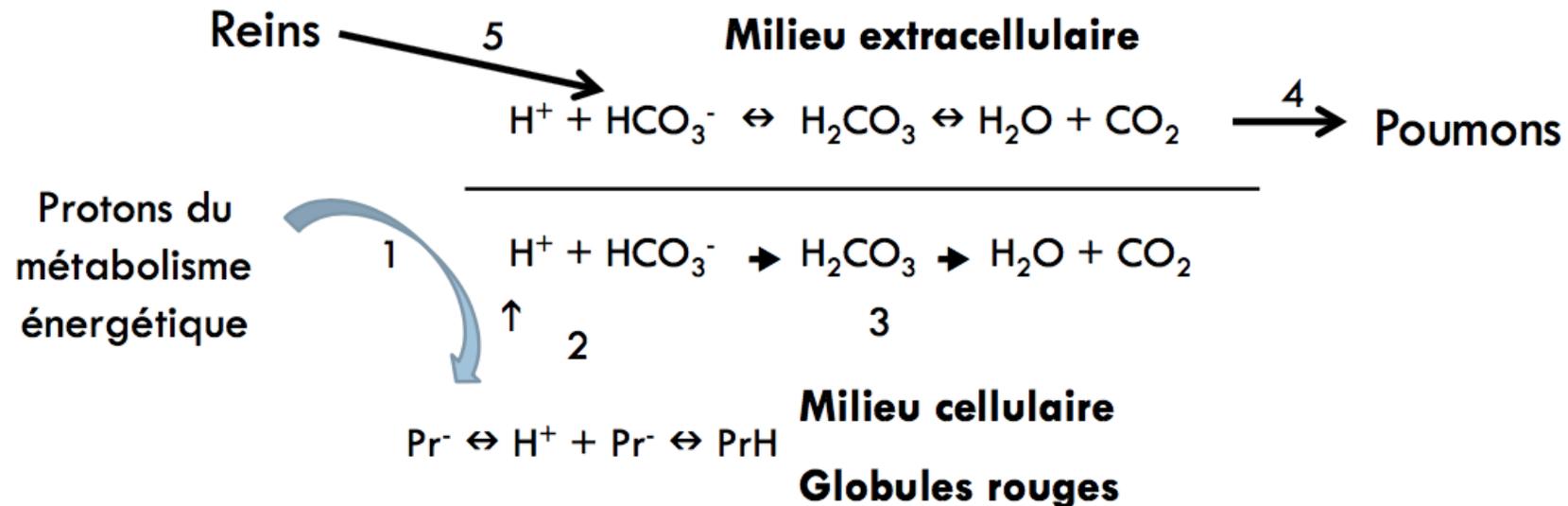
## D-2/ Modélisation



La relation entre  $\text{HCO}_3^-$  et pH est linéaire

$[\text{HCO}_3^-] = 24 - k (\text{pH} - 7,40)$  où  $k$  représente le pouvoir tampon des tampons non volatils.

# D-2/ Rappel = continuité des tampons entre les cellules et le milieu extracellulaire



- 1/ les nouveaux protons se fixent aux groupements histidines  $\text{Pr}^-$
- 2/ les groupements histidines  $\text{Pr}^-$  sont « déprotonés »
- 3/ les bicarbonates du milieu cellulaire sont consommés
- 4/ le  $\text{CO}_2$  diffuse vers le milieu extracellulaire, il est éliminé par voie pulmonaire
- 5/ le  $\text{HCO}_3^-$  est restitué par les reins et gagne le milieu cellulaire

# D-2/ Application en médecine

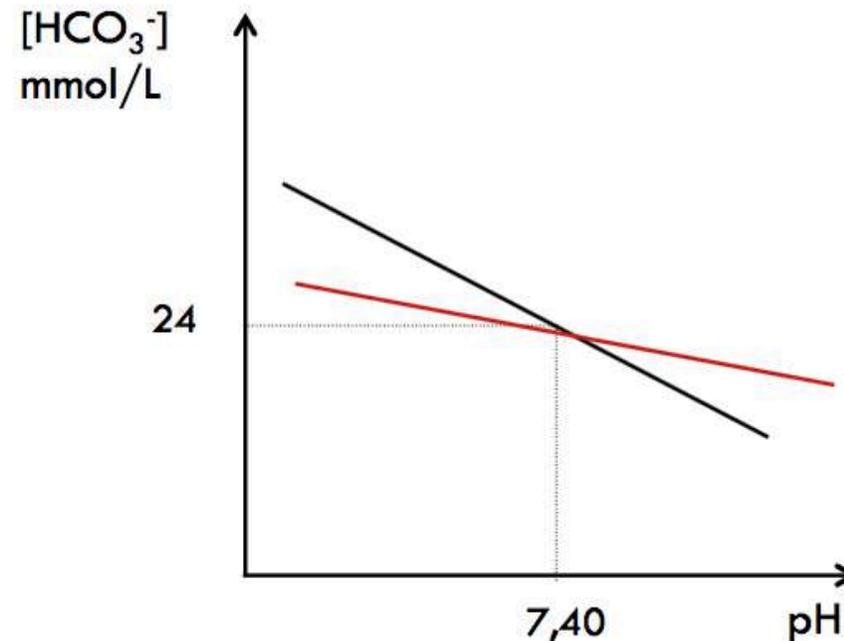
## Diminution des tampons non volatils (les protéines) :

Hypoalbuminémie

Anémie =

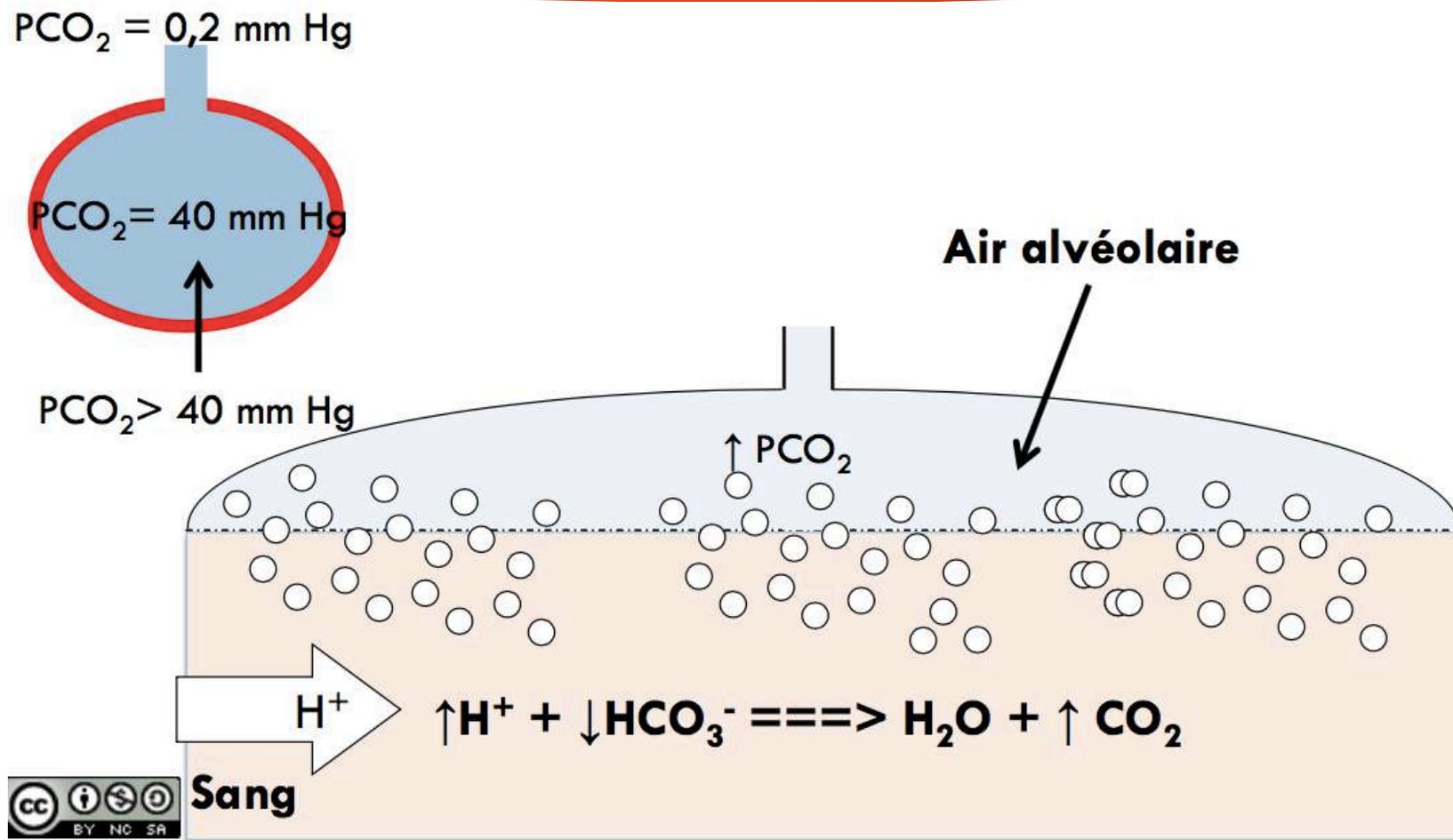
↓ globules rouges

↓ hémoglobine

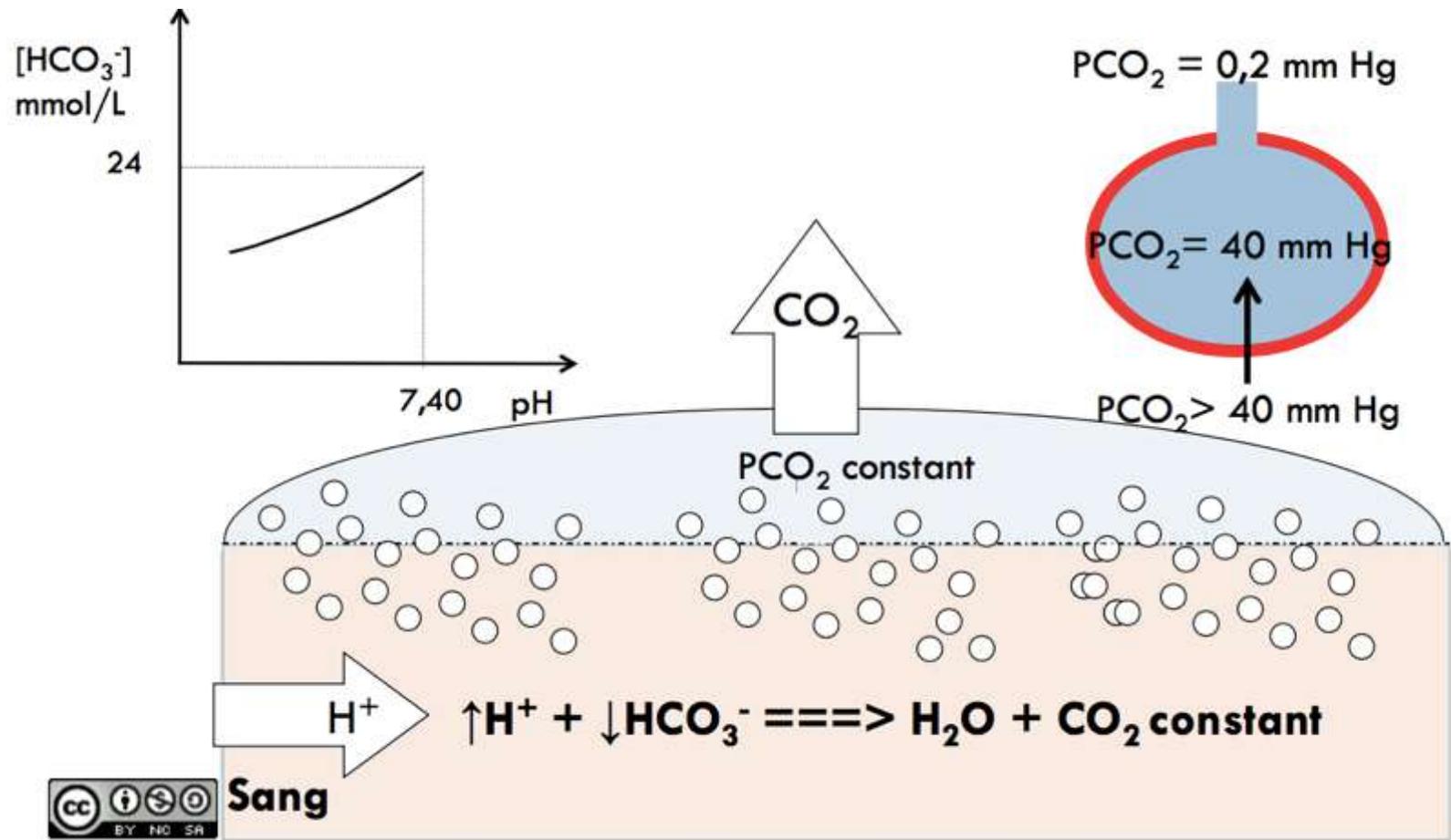


Pour la même variation de  $\text{PCO}_2$ , la variation du pH est plus grande.

# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme en milieu ouvert

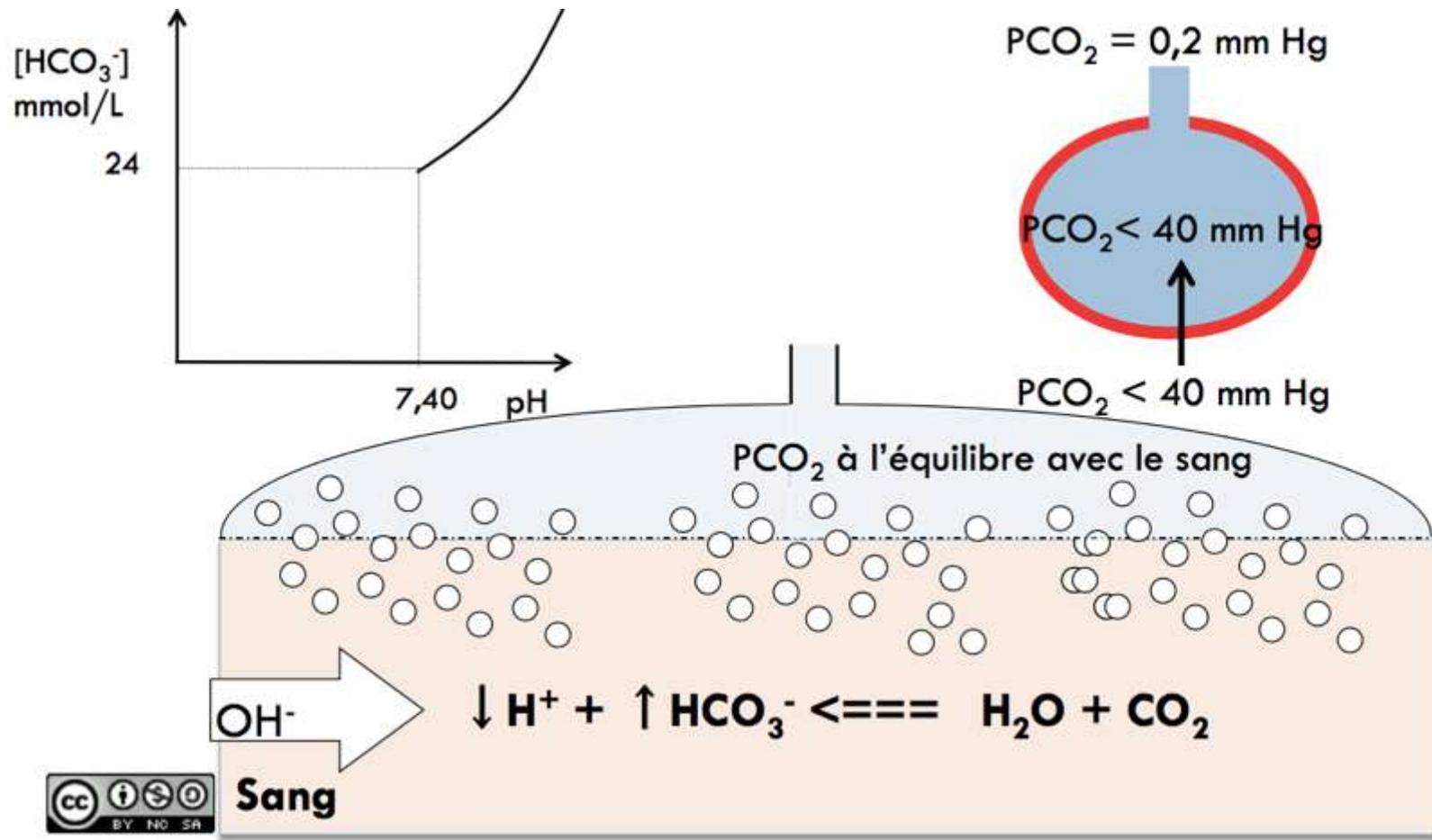


# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme en milieu ouvert

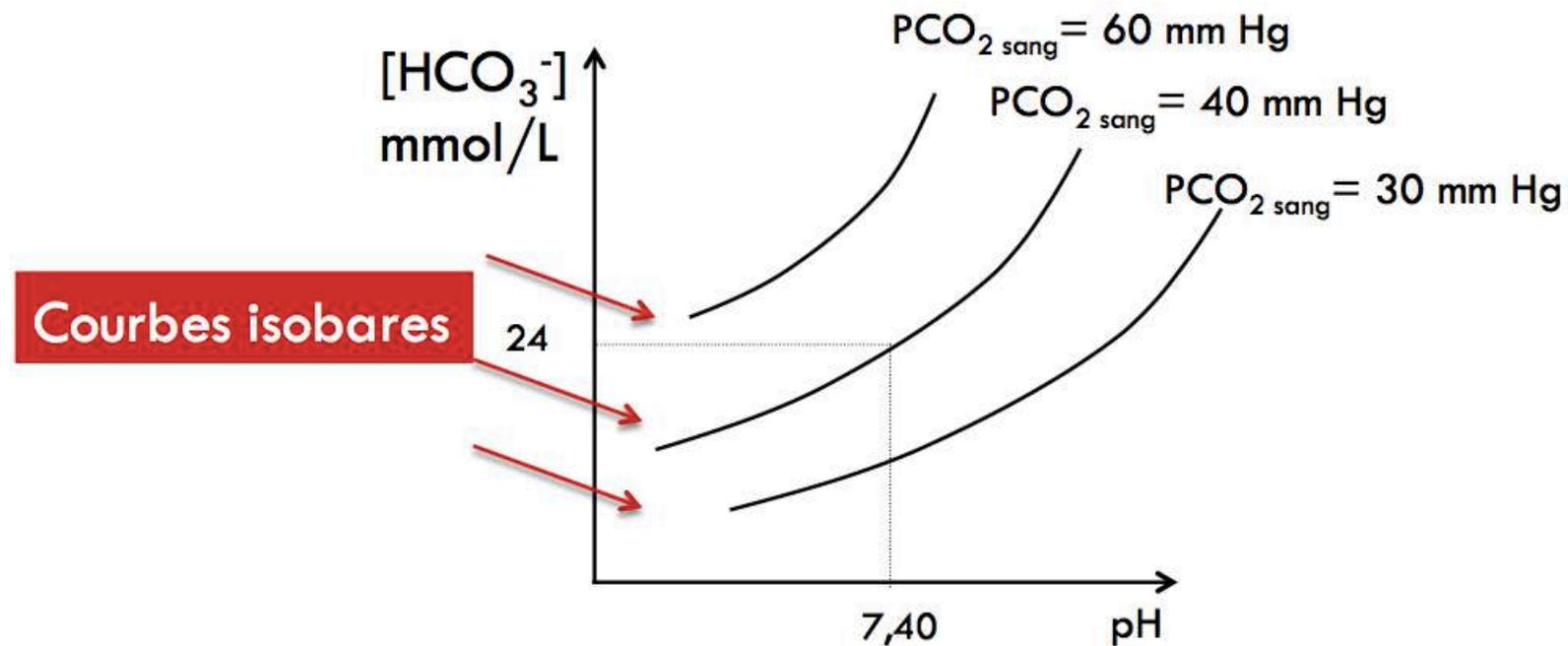




# D-2/ Étude du pouvoir tampon de l'organisme en milieu ouvert



# D-2/ Modélisation



La relation entre  $\text{HCO}_3^-$  et pH est exponentielle.

$$[\text{HCO}_3^-] = \alpha \text{ PCO}_2 10^{(\text{pH}-6,10)}$$

# D/ Analyse du pouvoir tampon

- 1/ Solution contenant de l'acide carbonique
- 2/ Organisme vivant
- 3/ **Modélisation chez l'Homme :  
diagramme de Davenport**
- 4/ Applications en médecine

# D-3/ Description des variations de l'état acido-basique chez l'homme

Henderson et Hasselbach ont attribué un rôle central à l'acide carbonique pour modéliser les variations pathologiques de l'état acido-basique.



Lawrence J. Henderson  
(1878-1942)

Karl Albert Hasselbalch  
(1874-1962)



$$pH = pK_a + \frac{[HCO_3^-]}{\alpha PCO_2}$$

# D-3/ Représentation graphique de l'équation d'Henderson et Hasselbach

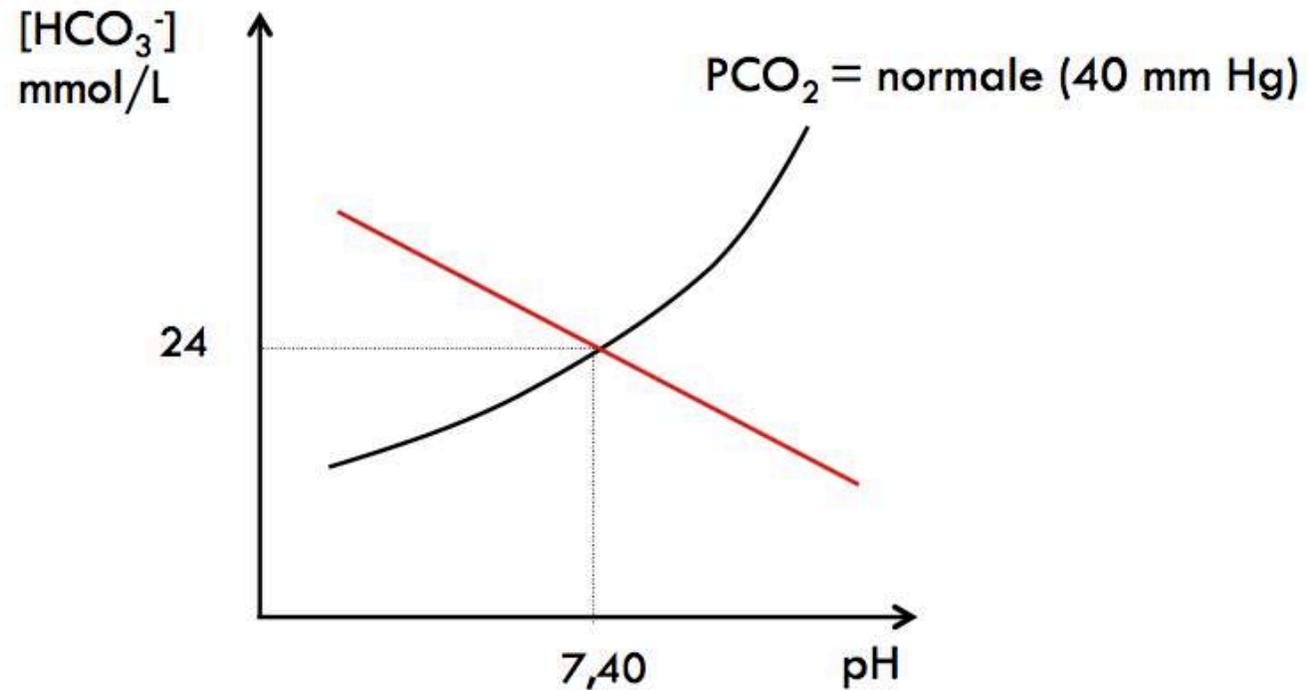


Diagramme de Davenport

# D-3/ Définition des déséquilibres acido-basiques

Acidose = ↓ pH

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

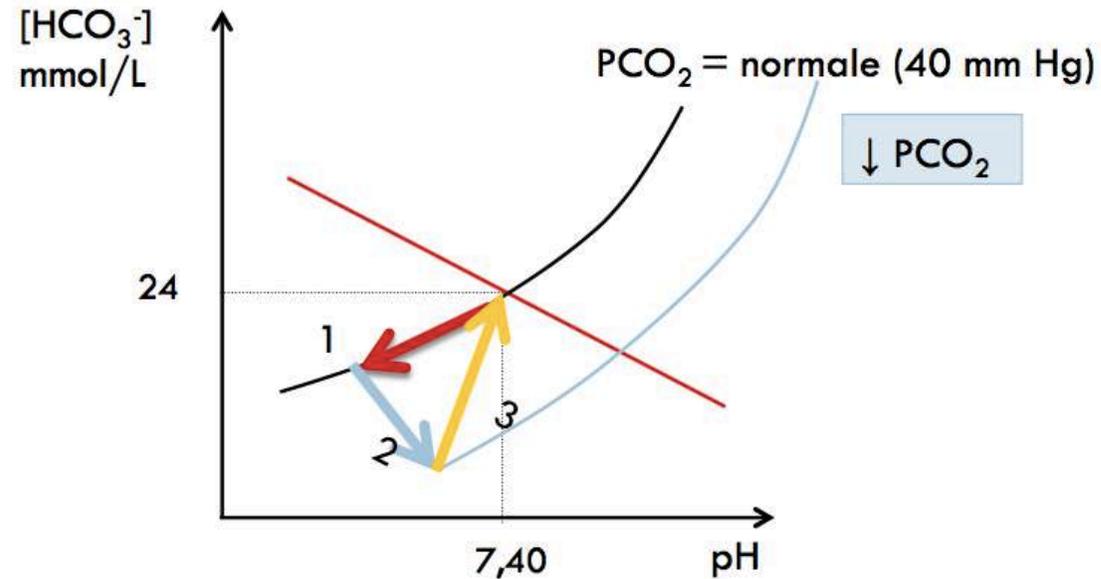
Respiratoire  
si ↑  $\text{PCO}_2$

Alcalose = ↑ pH

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

Respiratoire  
si ↓  $\text{PCO}_2$

# D-3/ Acidose métabolique



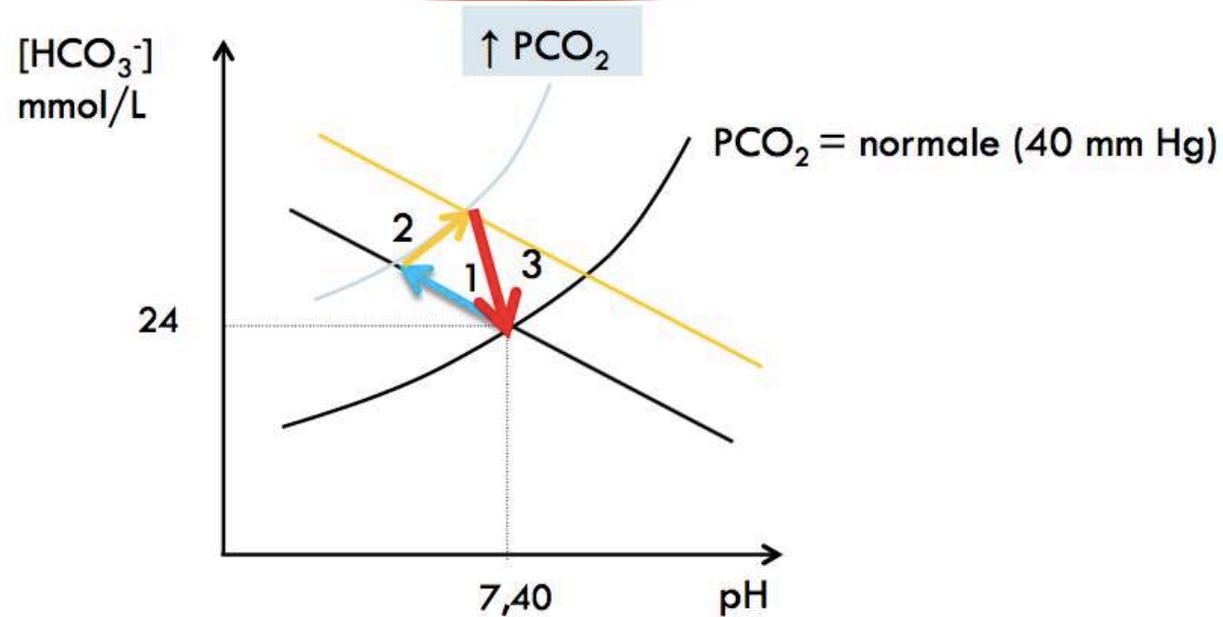
1/ acidose métabolique aiguë :  $\nearrow \text{H}^+ + \searrow \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2/ hyperventilation pulmonaire :  $\searrow \text{H}^+ + \searrow \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \searrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3/ augmentation de l'excrétion rénale de protons

et de la fabrication des bicarbonates :  $\text{H}^+ + \nearrow \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \nearrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

# Acidose respiratoire



1/ acidose respiratoire aiguë  $\nearrow \text{H}^+ + \nearrow \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \nearrow \nearrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2/ augmentation de la fabrication rénale de bicarbonate  $\searrow \text{H}^+ + \nearrow \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \downarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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

# D/ Analyse du pouvoir tampon

- 1/ Solution contenant de l'acide carbonique
- 2/ Organisme vivant
- 3/ Modélisation chez l'Homme : diagramme de Davenport
- 4/ Applications en médecine

# D-4/ Quelques valeurs critiques en pathologie

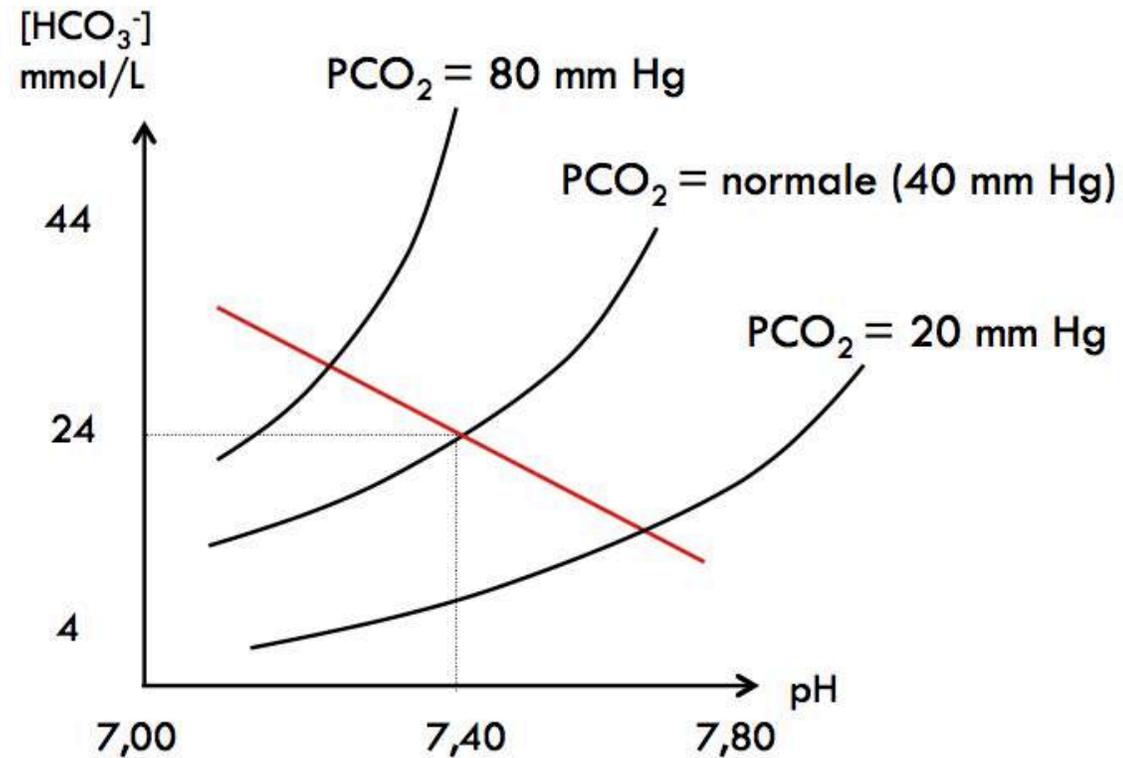


Diagramme de Davenport

# D-4/ Origines des acidoses

## ► Origines des acidoses métaboliques

**Perte de bicarbonates** : fuite rénale, fuite intestinale (diarrhée)

**Diminution des bicarbonates par excès de production d'acide non volatil** : acidocétose diabétique, intoxication éthylique, acidose lactique

**Insuffisance rénale** : la diminution de la fabrication de bicarbonates entraîne une acidose métabolique.

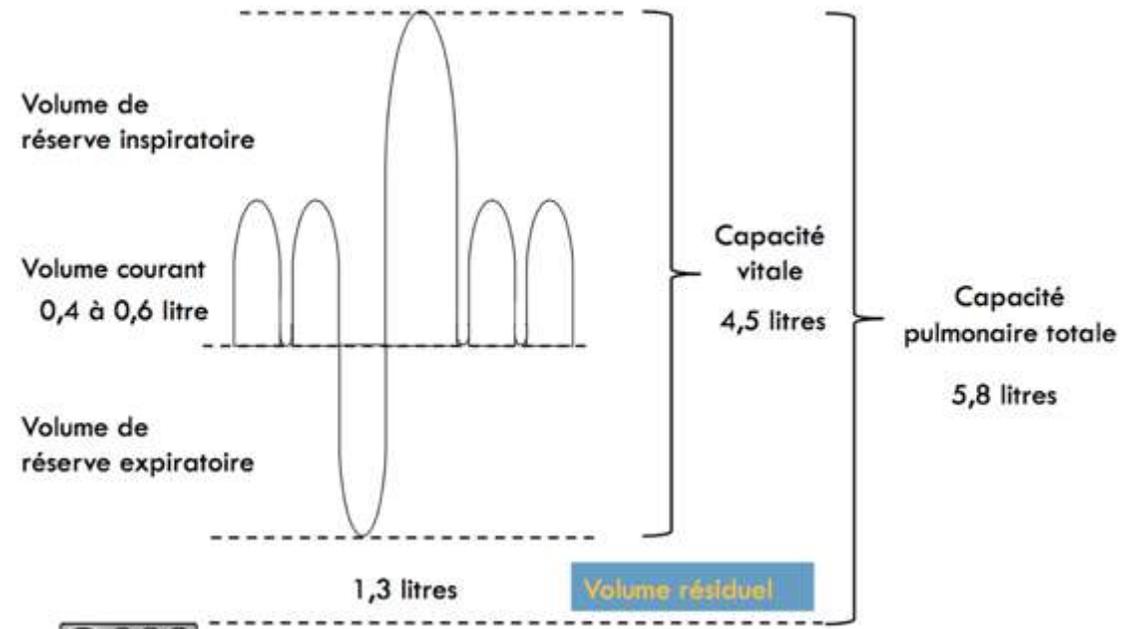
## ► Origines des acidoses respiratoires

**Diminution de la surface d'échange alvéolo-capillaire** : diminution de la diffusion du  $\text{CO}_2$  (insuffisance respiratoire)

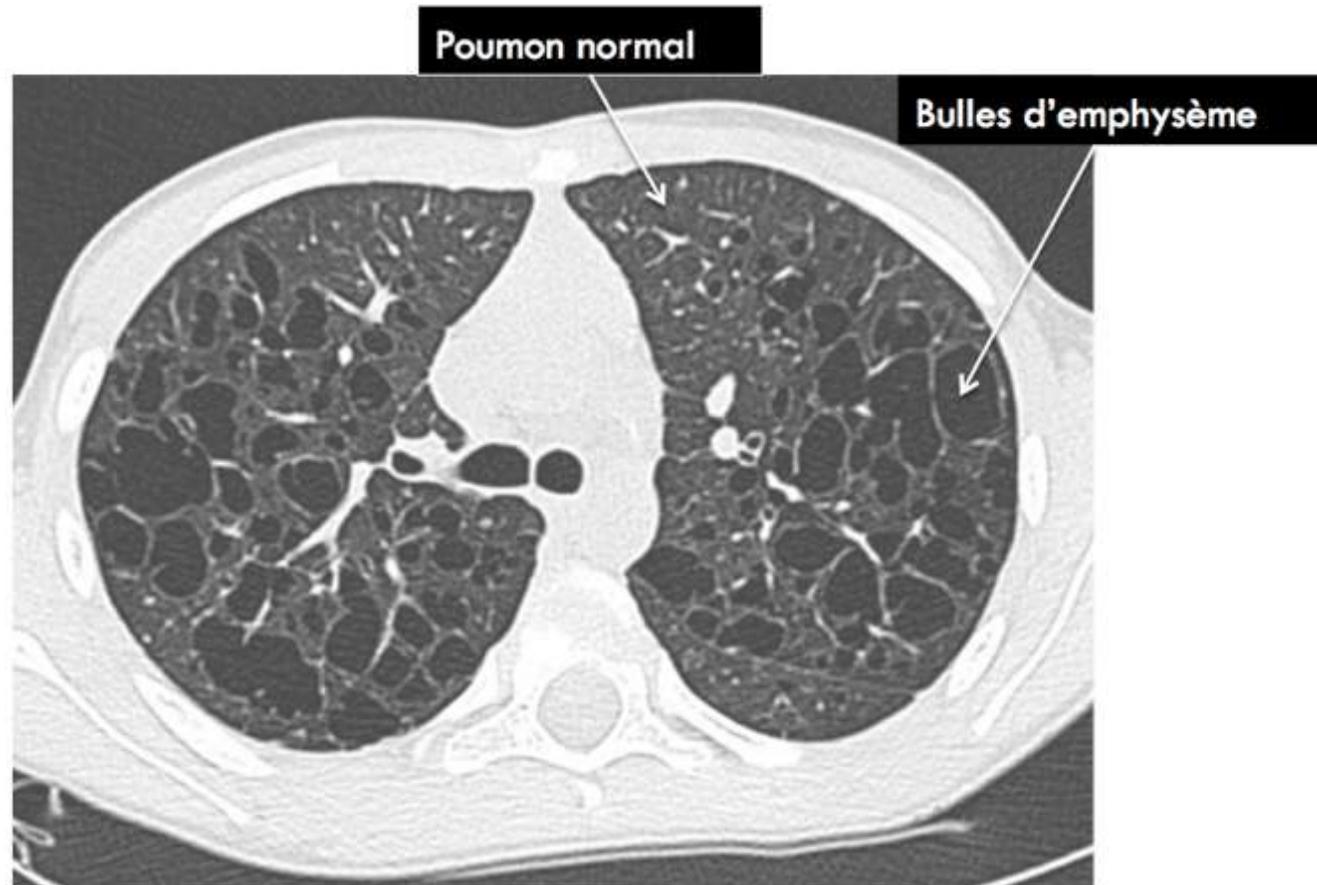
**Diminution de force musculaire** (épuisement) : diminution de la ventilation

# D-4/ Insuffisance respiratoire

- ▶ Le **volume résiduel** est un volume d'air qui n'est pas en contact avec le sang.
- ▶ Pour les échanges gazeux, c'est un **espace mort**.
- ▶ L'**insuffisance respiratoire** est définie par la **diminution des échanges gazeux entre le sang et l'air alvéolaire secondaire à une maladie pulmonaire**.



# D-4/ Augmentation du volume résiduel



# D-4/ Origine des alcaloses

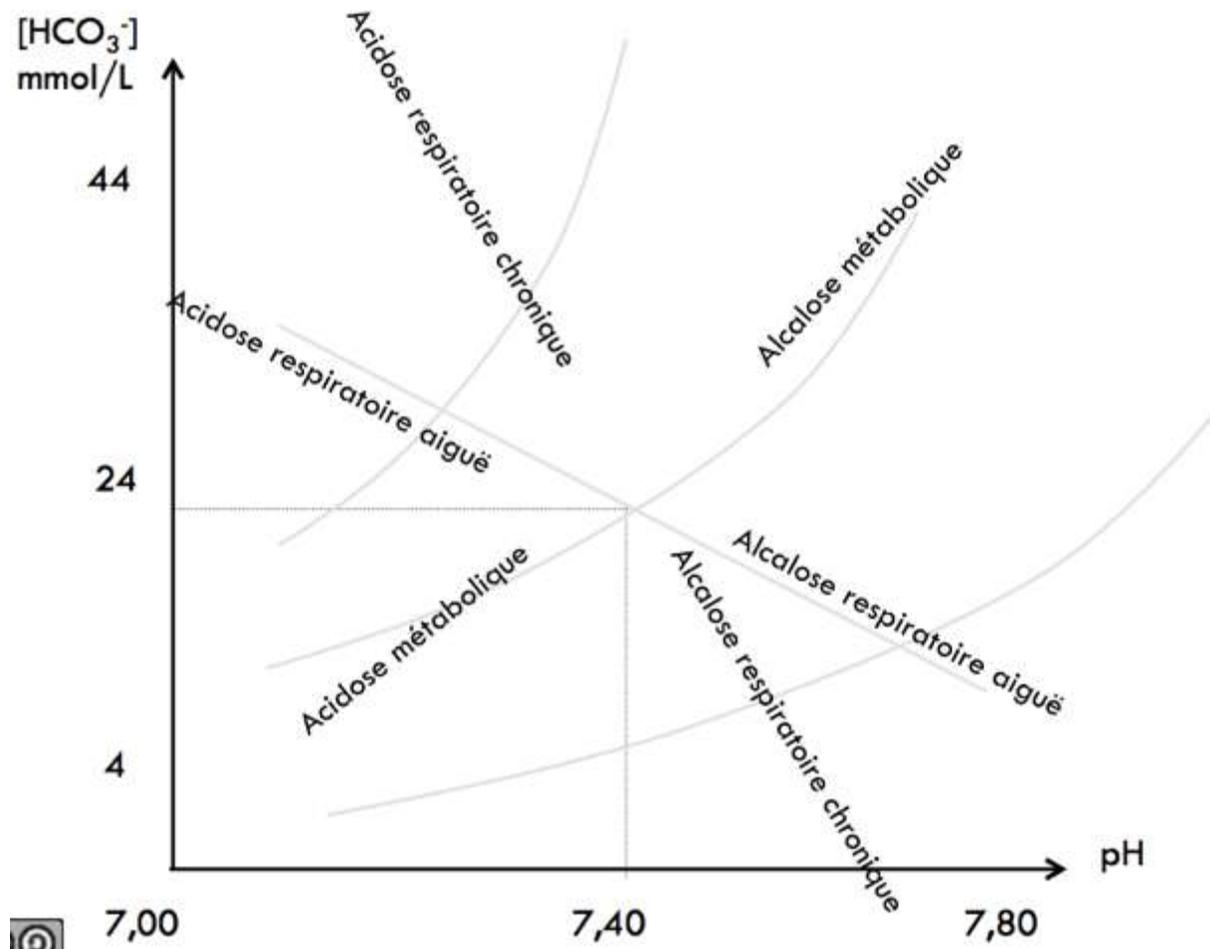
- ▶ **Origines des alcaloses métaboliques**

**Excès de sécrétion rénale de protons** : restitution accrue de bicarbonates  
**Apports excessifs de bicarbonates intraveineux** (réanimation)

- ▶ **Origines des alcaloses respiratoires**

**Augmentation de la ventilation lors d'une crise de tétanie ou par ventilation mécanique (réanimation)** : augmentation de la diffusion du  $\text{CO}_2$

# D-4/ Localisation des déséquilibres acido-basiques



# D-4/ Limites à l'utilisation diagnostique du diagramme de Davenport

- ▶ Diagramme bâti à partir de **modèles expérimentaux** → transposition imparfaite à l'organisme humain.
- ▶ Diagramme basé sur l'**existence de troubles simples, soit respiratoire soit métabolique** → troubles mixtes fréquents en médecine.



Des questions ?



Bon courage à tous