

Equilibre acidobasique

Principes

Objectif :

maintenir le pH du milieu extracellulaire à 7,40

valeurs physiologiques : 7,36 à 7,42

variations maximales compatibles avec la vie : 6,90 à 7,70

Or :

afflux d'acides par l'alimentation et la respiration cellulaire

Moyens de régulation :

« instantanés » automatiques : systèmes tampons

+ lents + puissants : poumons et reins

I

Rappels physico-chimiques

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = \log 1/[\text{H}^+]$$

Produit ionique de l'eau (toute solution aqueuse) :

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Si $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$, eau pure, neutre

$$\text{pH} = -\log 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 7$$

Acide : cède des H^+

Base : accepte des H^+

Substance tampon :

= capable de limiter les variations de pH, après addition d'un acide ou d'une base

En général : acide faible / son sel de base forte
base forte / son sel d'acide fort

Acide (tampon H) \rightleftharpoons base (tampon $^-$) + H^+
constante de dissociation K

$$[H^+] = K \left(\frac{[acide]}{[base]} \right)$$

$$\mathbf{pH = pK + \log \left(\frac{[base]}{[acide]} \right)}$$

Pouvoir tampon maximum pour $pH = pK$

Appliquée au système tampon « bicarbonates /
acide carbonique » :

Équation d'Henderson Hasselbalch :

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

Loi de Henry: la quantité de gaz dissous dans 1 liquide est proportionnelle à la pression partielle du gaz et à son coefficient de solubilité (a) :

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = a \text{ pCO}_2$$

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \text{ pCO}_2}$$

- $[\text{HCO}_3^-]$ = composante métabolique et rénale
- pCO_2 = composante pulmonaire

II

PHYSIOLOGIE

Systemes tampons

- **Tampon** = mélange acide faible + base forte
ou acide fort + base faible

Secteur extraC	Secteur intraC	Urine
H ₂ CO ₃ /HCO ₃ ⁻ H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻ Protéine/protéinate	Protéine/protéinate H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻ Hb/hémoglobinate	H ₂ CO ₃ /HCO ₃ ⁻ H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻ NH ₃ /NH ₄ ⁺

Systemes tampons sanguins

Tampons	pK	% (plasma)	% (G.R)	% (sang total)
$\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$	6,1	33	10	43
Hb/Hbinate	7,83			
OxyHb/OxyHbinate	6,6		36	36
Protéines/Protéinates		12		12
$\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	6,8	2	7	9

Systemes tampons plasmatiques

- Bicarbonates / acide carbonique : HCO_3^- / CO_2
25 à 30 mmol/l surtout contre l'acidose.

- Protéines / Protéinates :

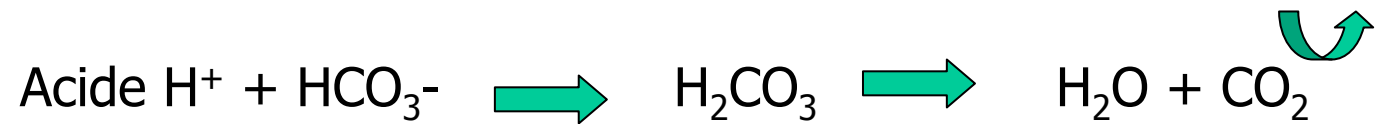
N-B : 75 g/l surtout résidus des AA basiques
(contre l'acidose).

-Phosphates : # 1 mmol/l

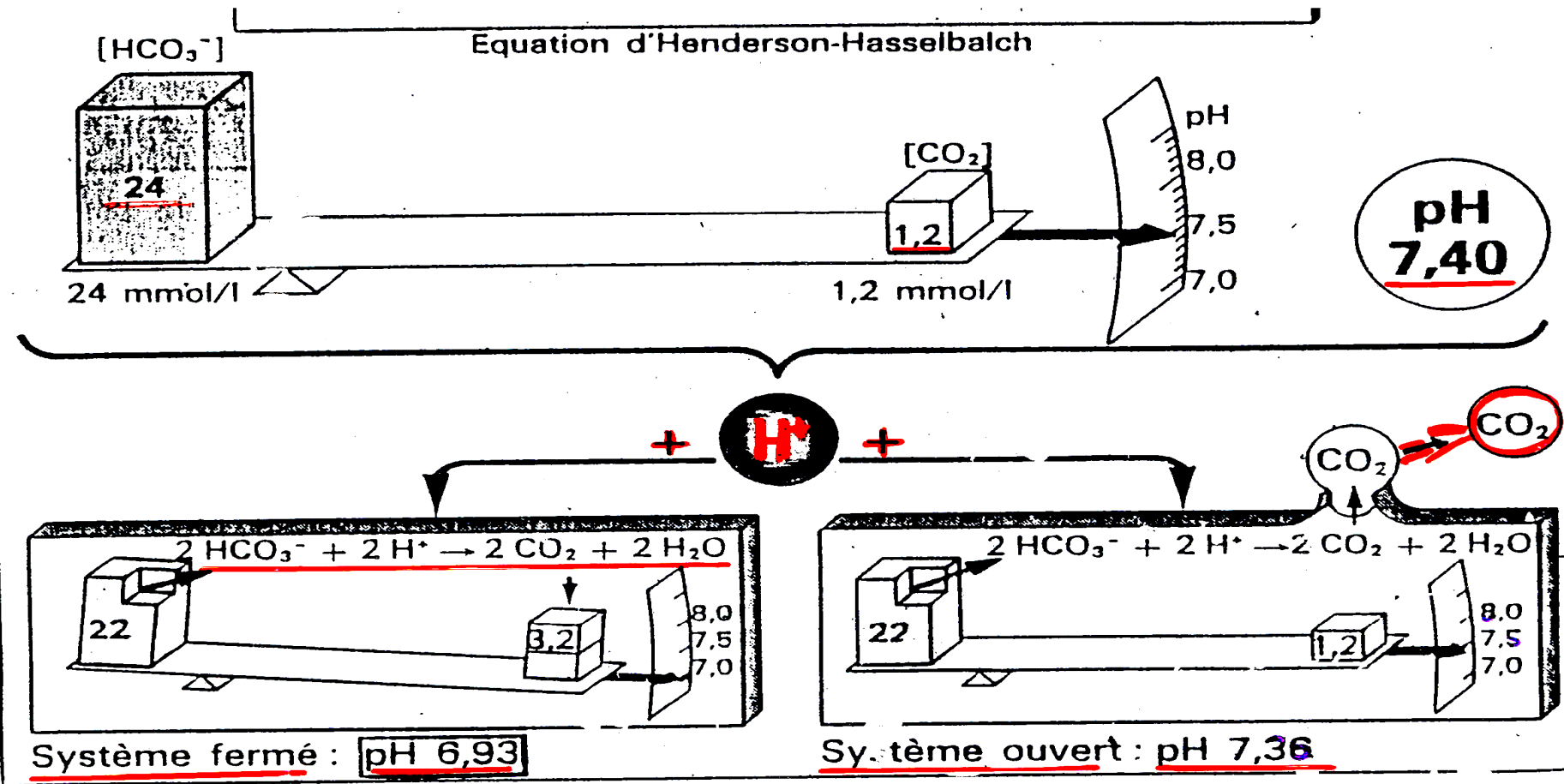
PO_4HNa_2 85 % / $\text{PO}_4\text{H}_2\text{Na}$ 15 %

Tampon $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$

- **Système le + important des systèmes tampons**
- **Système très efficace** : il ne se sature pas
- **Système ouvert**:



- **Système en interaction** avec le système Hb/Hémoglobinate
- **Système contrôlé** par le poumon et le rein

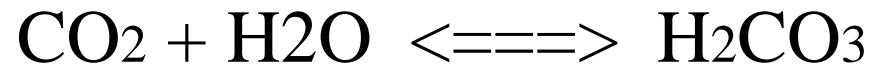


A. Pouvoir tampon du bicarbonate dans un système ouvert et dans un système fermé

Atlas physiol.

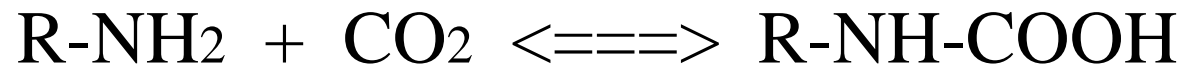
Formes de transport du CO₂ sanguin

1. Dissous (# 5%)



avec $[\text{H}_2\text{CO}_3] = a \text{ pCO}_2$

2. Sous forme de **carbamate** (# 5%)



3. Sous forme de **bicarbonate** (# 90%)

Rôle de l'anhydrase carbonique

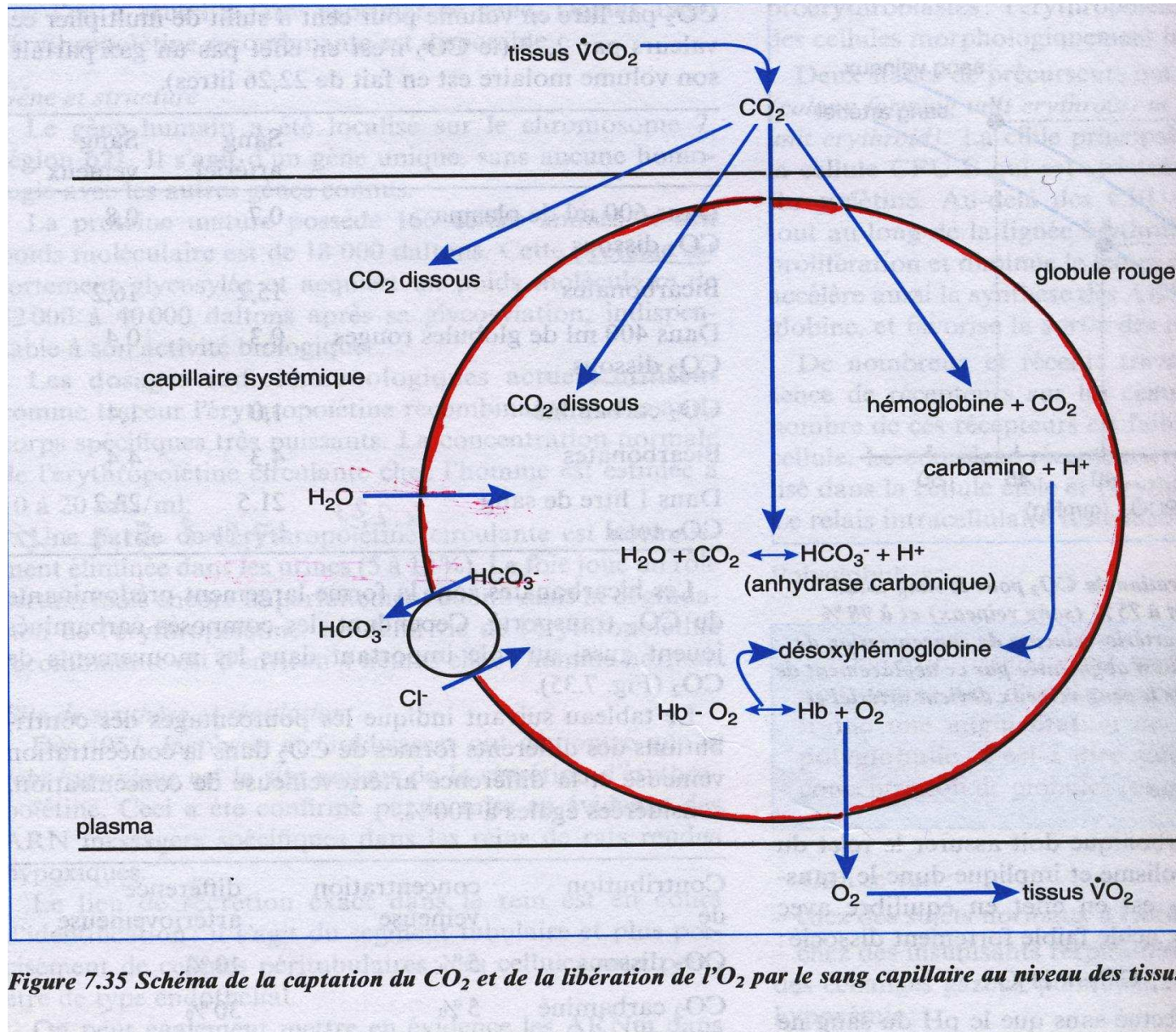


Figure 7.35 Schéma de la captation du CO_2 et de la libération de l' O_2 par le sang capillaire au niveau des tissus.

Systemes tampons globulaires

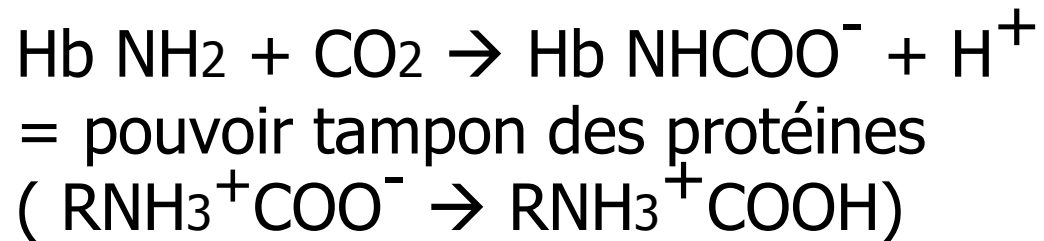
- Bicarbonates.
- Phosphates.
- Liés à l'hémoglobine
N-B: 150 g/l de sang

Tampon Hb/Hémoglobinate

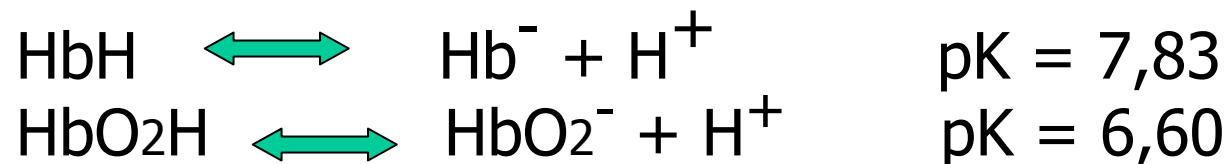
- Systèmes 3 fois + actif que les protéines
- Système 2 fois + important quantitativement que les protéines
⇒ 6 fois + puissant que les protéines

Rôle tampon de l'hémoglobine :

1) Fixation de CO₂ → Hb carbaminée .

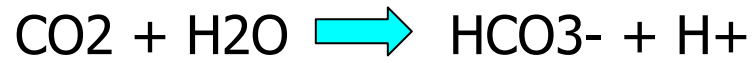


2) Réactivité du groupement imidazole de l'histidine.



Oxy Hb : + acide que Hb . *

Tissus



Poumons



O_2





Systemes physiologiques

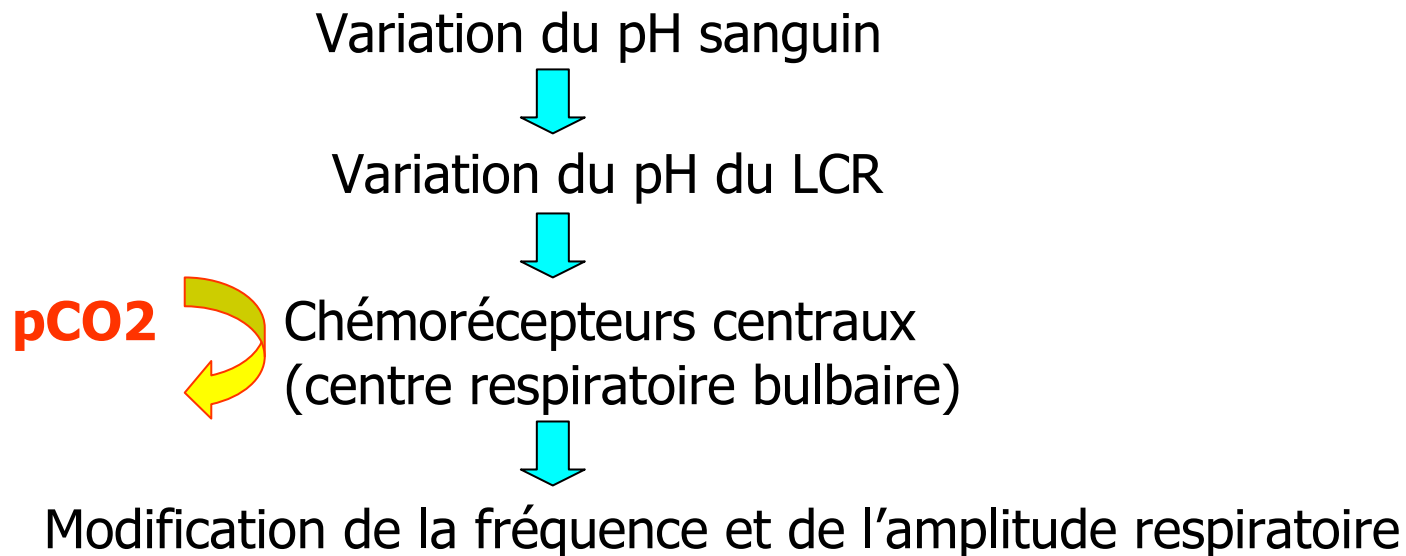
(+ lents que les systemes tampons)

I Régulation pulmonaire .

Centre respiratoire bulbaire sensible au pH .

Si pH  → rythme et amplitude respiratoire 
Et réciproquement! (limite ?)

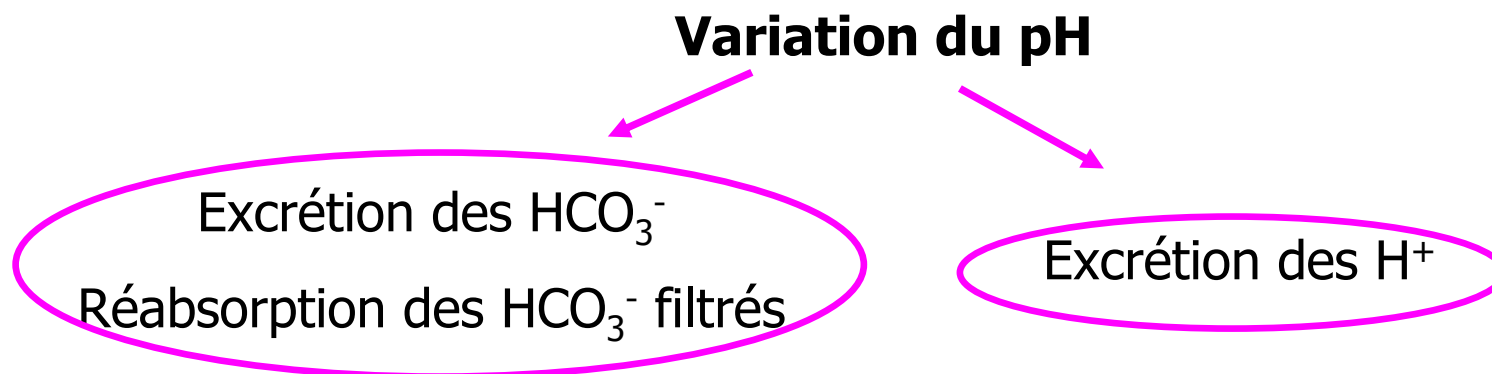
Régulation pulmonaire



- Sensibilité aussi à la pO₂ (chémoR carotidiens et aortiques)
- Peu efficace pour les alcaloses : action surtout sur l'acidose avec le système H₂CO₃/HCO₃⁻

II Régulation rénale

- système **+ lent** mais + durable que le poumon
- **Rôle d'économiseurs de bases :**
 - excrétion d'acides libres: H^+ , acide urique, corps cétoniques
 - action sur le tampon $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$
 - production rénale de NH_4^+





Régulation rénale .

Tube contourné proximal .

90% des bicarbonates filtrés sont réabsorbés.
fonction de la $p\text{CO}_2$

Tube contourné distal

Elimination d'ions H^+ :

1. Phosphates monoacides  diacides
2. NH_3  NH_4^+

N-B : 1Na^+ réabsorbé contre 1H^+ ou 1K^+

Interaction entre l'équilibre acidobasique et le métabolisme du potassium.

414111

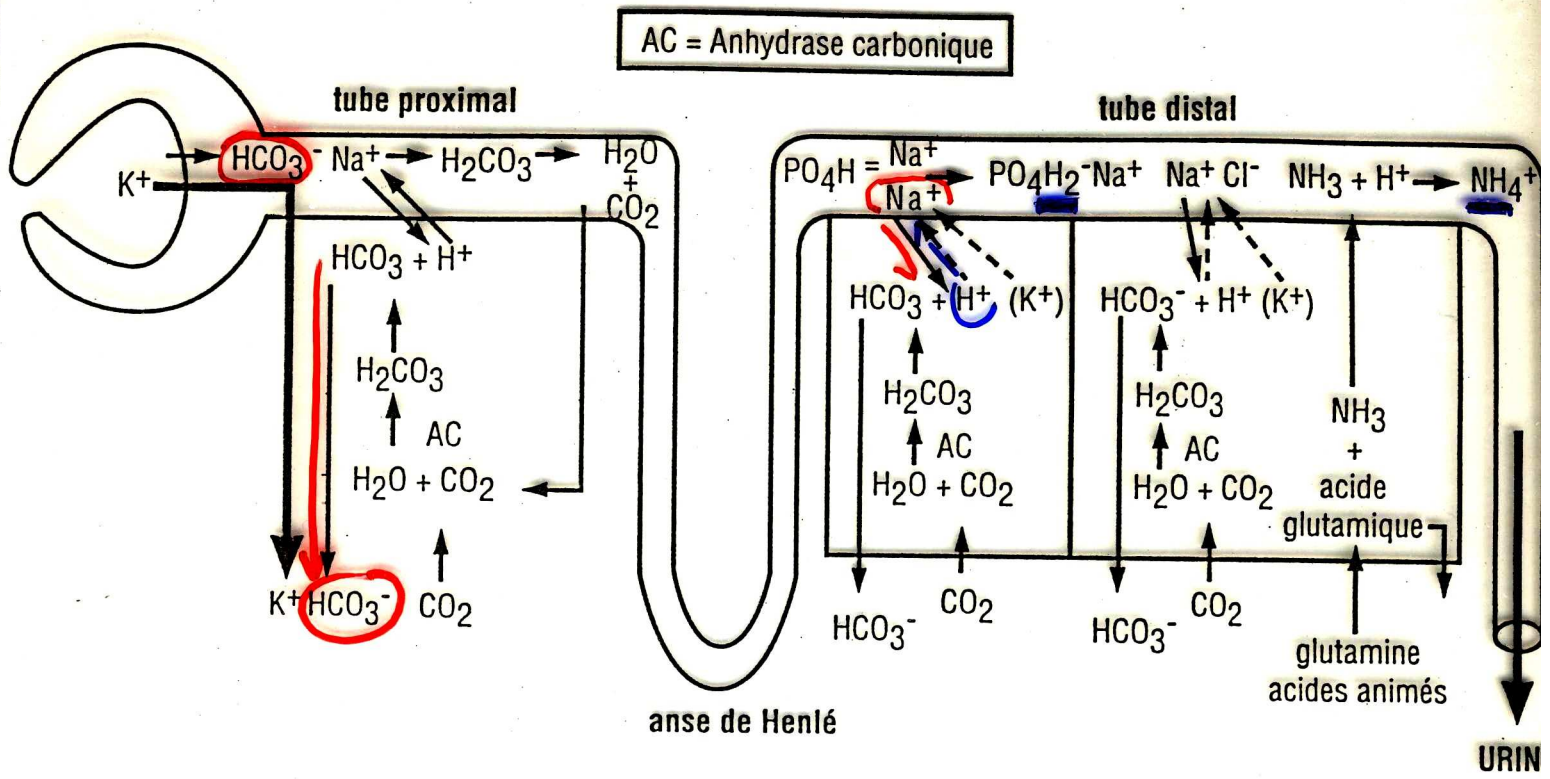
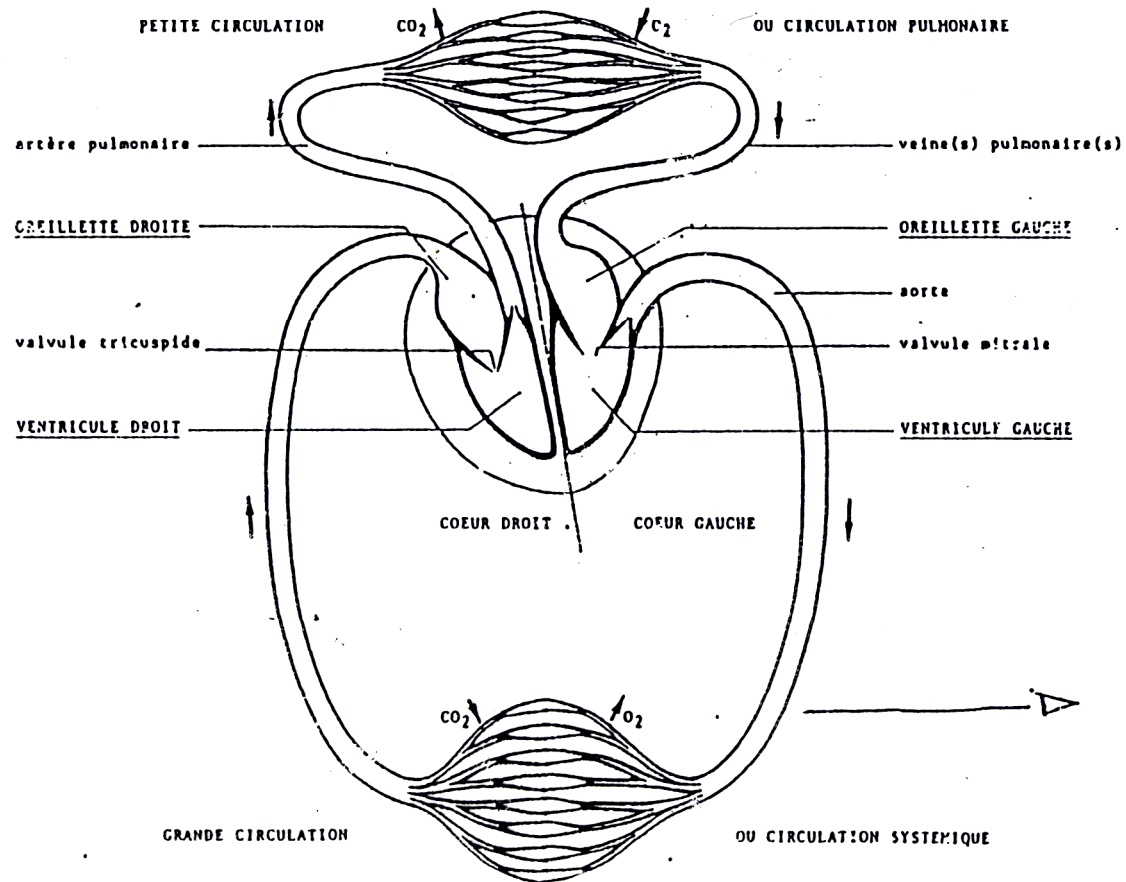


Fig.2.3 RÔLE DU REIN DANS L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

Valdiquiè

Notions de physiologie respiratoire

LA CIRCULATION DU SANG



2 poumons

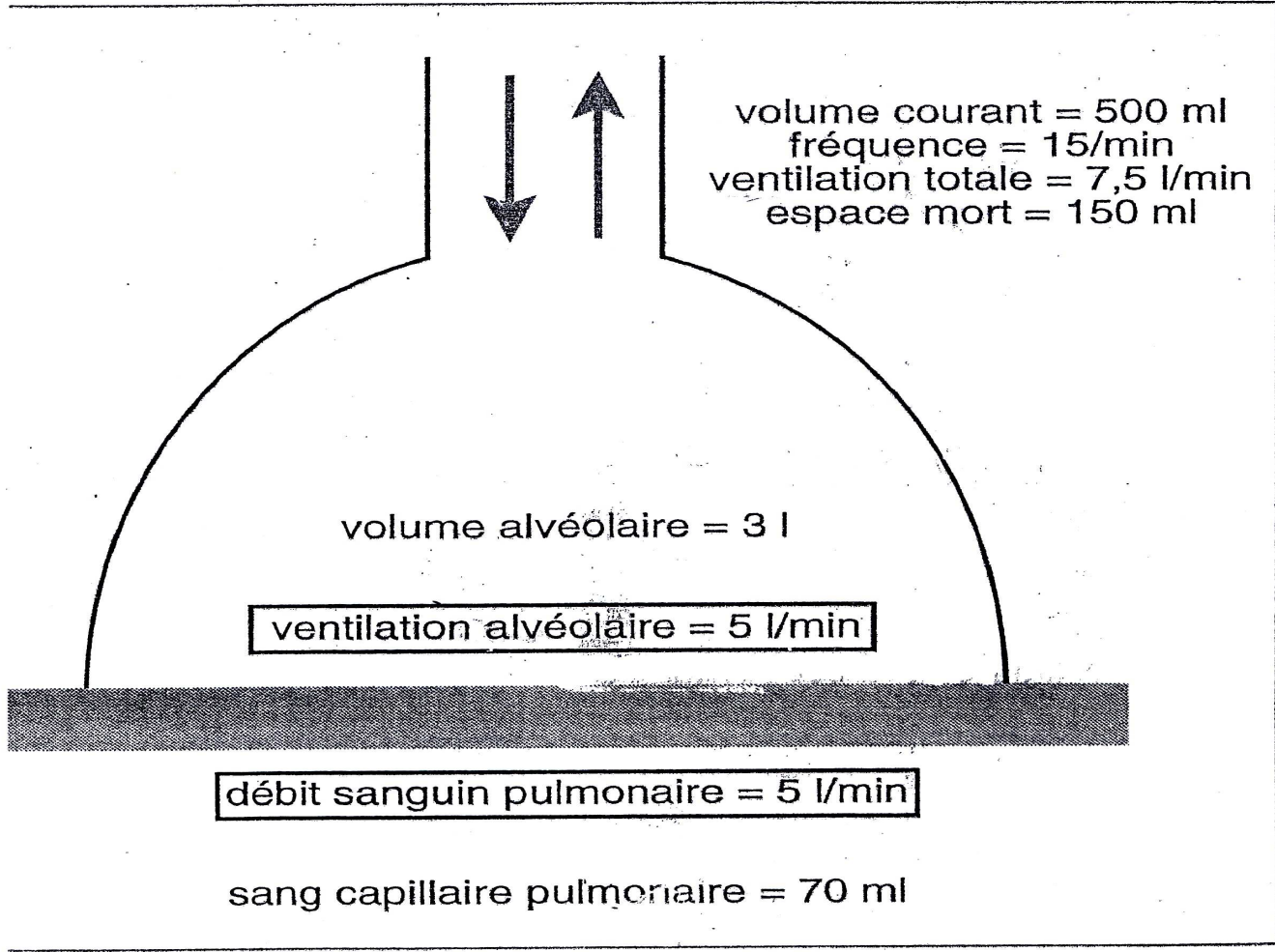
300 millions d'alvéoles (diamètre # 0,3 mm) ,
surface globale # 100 m²
entourées des capillaires .

Echanges gazeux par diffusion .

Inspiration, expiration : 15 fois / minute .

Volume courant de 0,5 l .

Espace mort = volume des voies anatomiques conduisant
l'air jusqu'aux alvéoles # 150 ml.



AIR AMBIANT

$$PB = pO_2 + pCO_2 + pN_2 + PGR$$

↓

↓

↓

21 %

0,04 %

79 %

$pO_2 = 21 \% pB$

RÔLE DE L'ALTITUDE SUR LA pO₂

Mer	760 mmHg	$pO_2 = 760 \times 21 \% = 160 \text{ mmHg}$
Chamonix	674 mmHg	$pO_2 = 131 \text{ mmHg}$
Mont-Romeu	596 mmHg	$pO_2 = 115 \text{ mmHg}$
Mont Blanc	462 mmHg	$pO_2 = 87 \text{ mmHg}$

Air sec	Air saturé à 37 °C (trachée)	Air alvéolaire	Sang artériel
159	149	100	90
0,3	0,3	40	40
0	47	47	47
600,7	563,7	573	583
760	760	760	760

Equilibre acidobasique et oxygénation

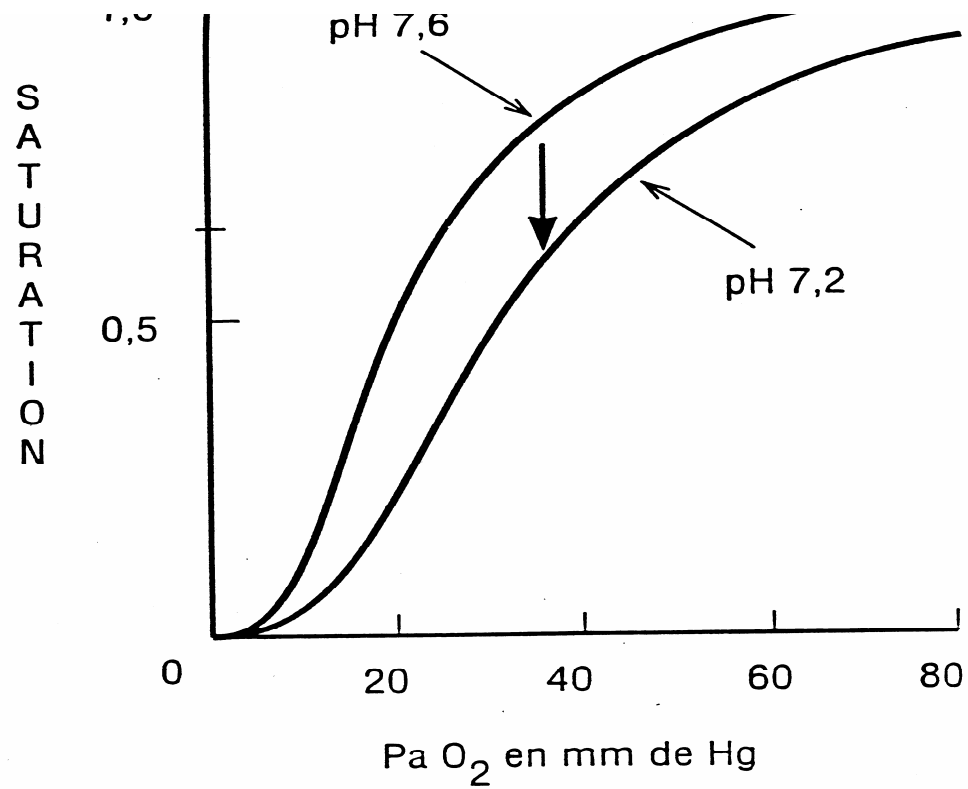


Fig. 2.1 EFFET "BOHR"

2.2 RÉGULATION PHYSIOLOGIQUE DU PH

Valdogné