

PHYSIOPATHOLOGIE DE L'EQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

Dr:S.BELLAHDID

PLAN

- I-INTRODUCTION
- II-RAPPELS PHYSIOLOGIQUES
- III-ACIDOSE METABOLIQUE
- IV-ACIDOSE RESPIRATOIRE
- V-ALCALOSE METABOLIQUE
- V-ALCALOSE RESPIRATOIRE
- VI-TRoubles ACIDO-BASIQUE MIXTE
- VII-CONCLUSION

INTRODUCTION

- **INTRODUCTION:**

**l' ion H^+ se retrouve dans le sang à de faible concentration d' ou son expression en terme de $PH = \log(H^+)$

**malgré son faible taux le maintien d' une concentration stable d' ions H^+ est indispensable pour le bon fonctionnement cellulaire et enzymatique.

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE(1)

- **Définitions:**

1)Acide: est une substance chimique qui dissoute dans l'eau libère des ions H^+

2)Base : est une substance chimique capable en solution de capter ou de fixer des ions H^+

3)Troubles de l'équilibre acido-basique: est une modifications des concentrations sanguines des ions H^+ , des bicarbonates et de l'acide carbonique, responsables de variations de la valeur du pH sanguin.

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

On distingue:

****Acides volatils** (production de CO₂) dont l'origine est l'oxydation des hydrocarbures .
>>>>Elimination pulmonaire

L'organisme produit du



****Acides fixes** = origine

Catabolisme des aliments +apport endogène
(corps cétoniques)

- >>><Elimination rénale

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

$$\text{pH} = 7.40 \pm 0,02$$

$$\text{HCO}_3^- = 24 \pm 2 \text{ mmol/l}$$

$$\text{pCO}_2 = 40 \pm 4 \text{ mmHg}$$

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

- **REGULATION DE L' EQUILIBRE ACIDO-BASIQUE:**
- l'organisme déclenche des réponses physiologiques secondaires contre les anomalies de l'équilibre acido-basiques par :
- **Systemes tampons:** qui empêchent ou limitent les variations du PH.
- **Des mécanismes d' élimination :** qui sont les poumons et les reins.

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

❖ *Le tampon* : est une substance qui capte les ions H^+ dans une solution pour limiter les variations du pH

❖ Exemple:

Acide fort + sel base \longrightarrow Sel neutre + Acide faible

$HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + H_2CO_3$

$H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$

$HCO_3^- = Base$

$H_2CO_3 = Acide$

Ainsi le système est déterminé par

HCO_3^- -(bicarbonate)/ H_2CO_3 (Acide. carbonique)

Principal système tampon

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

LE SYSTÈME TAMPON est constitué d'un acide faible et de son anion (une base) La valeur chimique d'un système tampon dépend de :

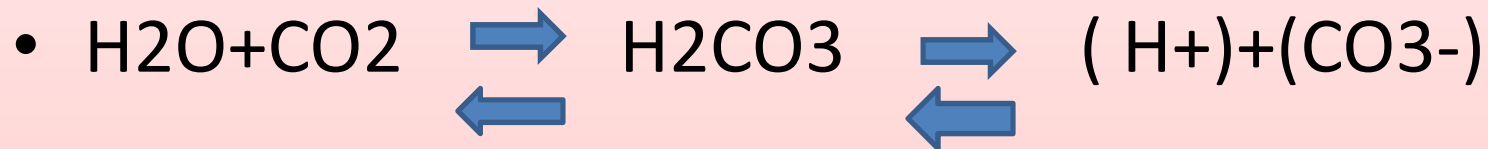
**la constante de dissociation ou d'ionisation (K)

**la concentration en H^+ (pH).

**la concentration du tampon.

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

- Ainsi selon l'équation d'Andersen- Hasselbach



- $$K = \frac{(\text{HCO}_3^-)(\text{H}^+)}{\text{H}_2\text{CO}_3} = \text{constante} \quad \text{H}^+ = \frac{K(\text{H}_2\text{CO}_3)}{\text{HCO}_3^-}$$

→ $\log \text{H}^+ = \log K - \log \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3}$

H_2CO_3

$\propto \text{Paco}_2$

→
$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{Hco}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

$\propto \text{Pco}_2$

sachant que: $\text{pK} = 6,1$ et $\propto = 0,03$

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

On obtient:

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \text{pCO}_2}$$

(Equation d'Henderson-Hasselbach)

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

La régulation du pH est assurée par :

- *des facteurs plasmatiques* = systèmes tampons

1/intra-cellulaires :

** hémoglobine

** protéines

** phosphates organiques et inorganiques

2/extra-cellulaires :

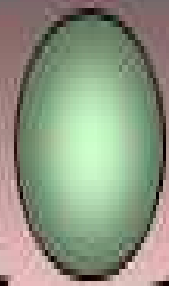
** bicarbonates-acide carbonique

** protéines plasmatiques (albumine)

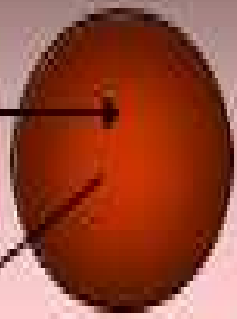
** phosphate inorganique (urine)

→ défense **immédiate**

albumine

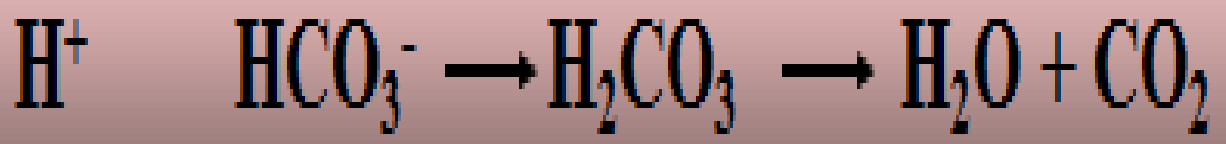


H⁺



hémoglobine

K⁺



REGULATION DU PH

deux organes excréteurs de charges acides :

le poumon : CO_2 , protons volatils

→ défense **semi-retardée**

le rein : H^+ , HCO_3^-

→ défense **tardive.**

ROLE du REIN

TUBE PROXIMAL

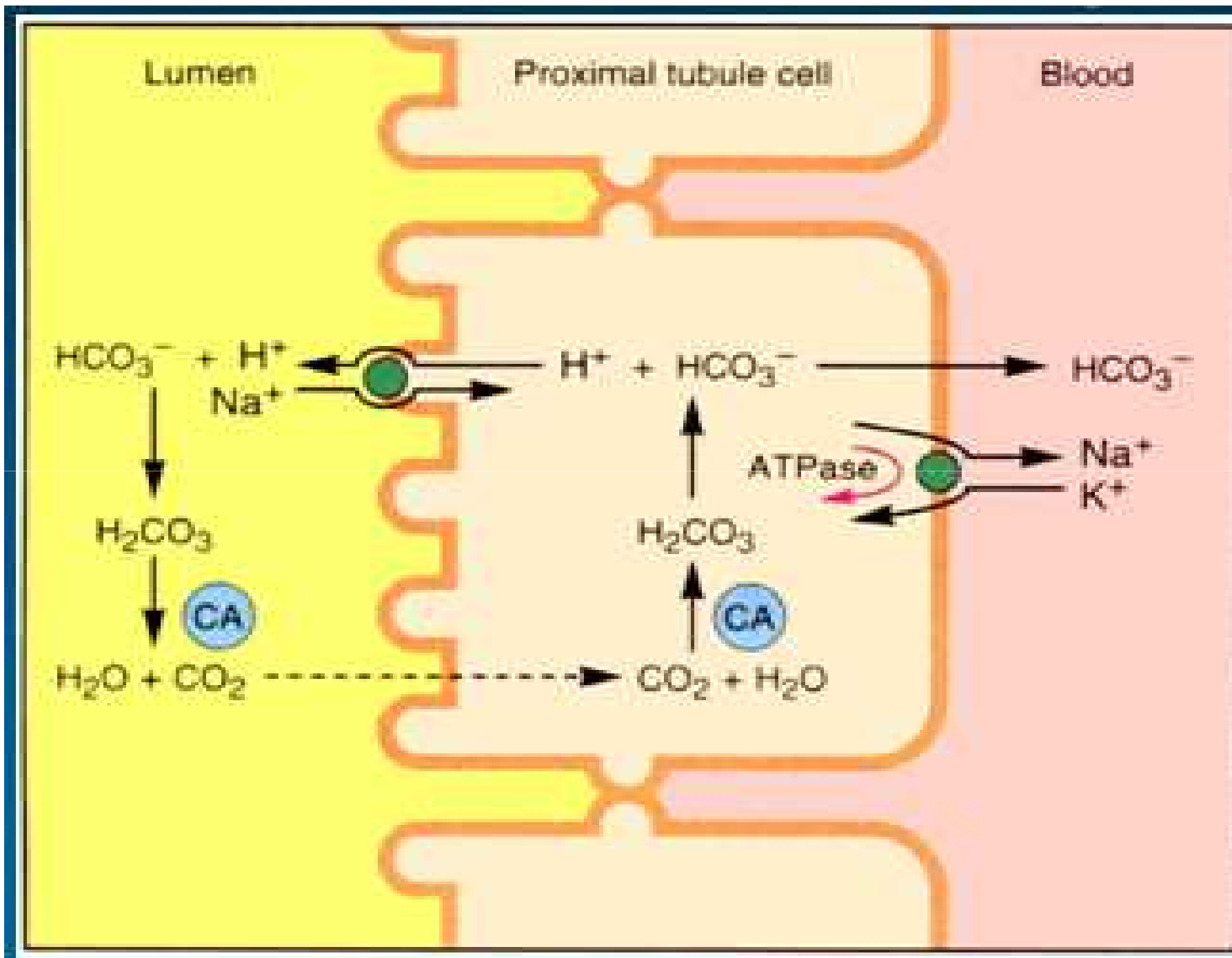
** Réabsorber les HCO_3^- filtrés au niveau du glomérule:

rôle de l'anhydrase carbonique(CA)

TUBE DISTAL et CANAL COLLECTEUR

** éliminer les H^+ .

** régénérer de nouveaux HCO_3^- .



Troubles acido-basiques

❖ GENERALITES

- Les troubles pathologiques résultent d'une inadéquation entre les entrées et les sorties d'ions H^+

Les anomalies de 'équilibre acido-basique sont produites par :

- **1/ variations de $paCO_2$:**

** augmentation de la $paCO_2$ ou hypercapnie = acidose respiratoire.

** La diminution de la $paCO_2$ ou hypocapnie = alcalose respiratoire.

- **2/ variation de bicarbonates:**

** augmentation de bicarbonates = alcalose métabolique

** diminution des bicarbonates = acidose métabolique.

TROUBLES ACIDO-BASIQUES

- **Notion de potentiel Hydrogène= pH**
- **Acidité** = pH sanguin diminué (concentration en ion H^+ augmentée)
- **Acidose**: conditions pathologiques caractérisée par l'accumulation de protons (H^+) ou par la perte de base dans le sang.
- **Alcalinité** = pH sanguin augmenté (concentration en H^+ diminuée)
- **Alcalose**: Accumulation de base ou pertes de protons dans le sang.

Troubles Acido-basiques

- **GENERALITES(suite)**

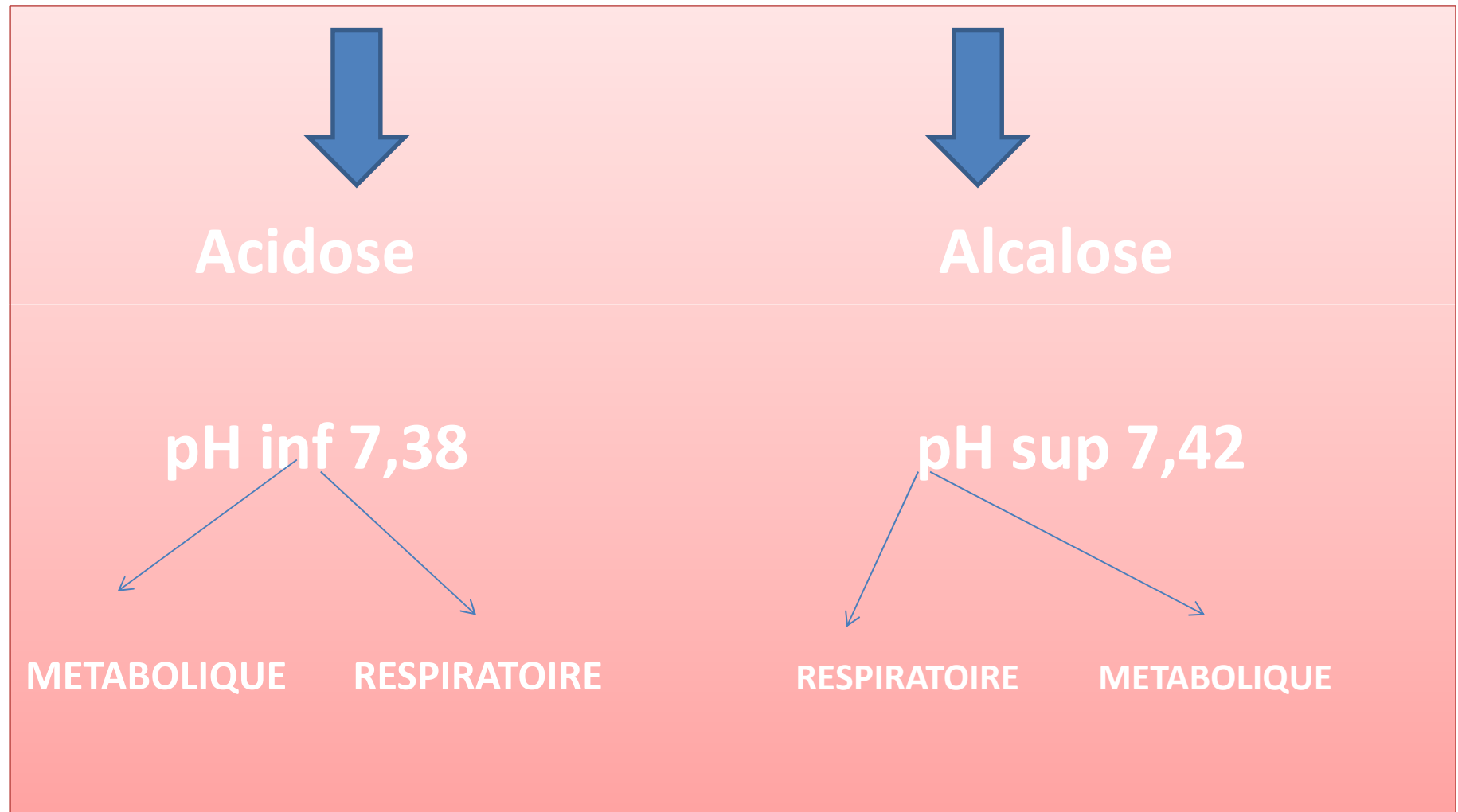
- Pour expliquer ces désordres nous allons faire un retour à:

La Formule D'andersen-Hasselbach



- ❖ Les éléments clés sont : pH ,Hco₃⁻ ,Pco₂
- *Le numérateur explique le déséquilibre métabolique*
- *Le dénominateur explique le déséquilibre respiratoire*
- *Il faut savoir que le déséquilibre initial s'accompagne souvent d'une compensation cherchant à réduire ou atténuer le changement de pH*

TROUBLES ACIDO-BASIQUES



ACIDOSE

- $\downarrow \text{pH} = 6,1 + \log \frac{\downarrow [\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \text{pCO}_2}$

=> acidose métabolique

- $\downarrow \text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \uparrow \text{pCO}_2}$

=> acidose respiratoire

ACIDOSE METABOLIQUE

↓pH (< 7,38) par ↓HCO₃⁻ (< 20mmHg)
compensée par ↓Pco₂

Le diagnostic repose sur:

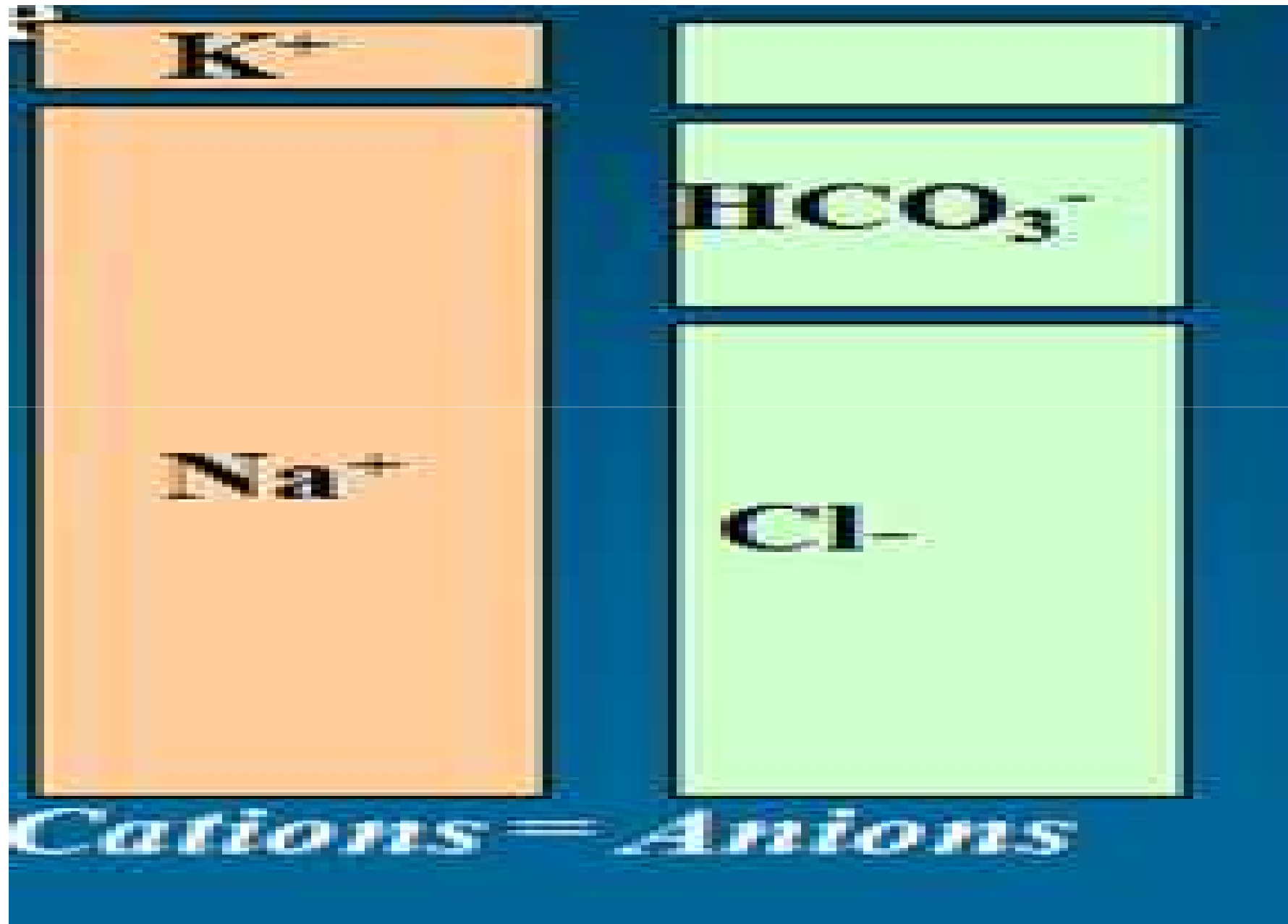
** Calcul du Trou Anionique

$$= (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-)$$
$$\approx 16 \pm 2 \text{mEq/L}$$

(anions indosés : protéines)

** Et le calcul Chlorémie/Natrémie

TROU ANIONIQUE



ACIDOSE METABOLIQUE

☐ *Acidose à TA élevé* : gain d' H^+ (normochlorémiques)

- ** Acidocétose (alcool, jeûn, diabète)
- ** insuffisance rénale aiguë
- ** acidose lactique,
- ** intoxication au :méthanol, salicylés, éthylène-glycol.

☐ *Acidose à TA normal* : perte de HCO_3^- (hyperchlorémique pour maintenir l' électroneutralité)

- ** diarrhée, fistule duodénale biliaire ou pancréatique.
- ** entérocytoplastie. acidose de dilution
- ** acidose tubulaire proximale ou distale, myélome,
- ** amylose, hyperparathyroïdie, néphropathies interstitielles,
- ** hyperaldostéronisme, acétozolamide

ACIDOSE METABOLIQUE

• Etiologies:

1/ un excès d'acides :

**production excessive d' ions H^+ ou excès d'apport

**réduction d' excrétion rénale d' H^+ (insuffisance rénale aiguë ou chronique.

2/perte de HCO_3^- :

**par voie digestive ou rénale

.

ACIDOSE METABOLIQUE

- **Signes Cliniques:**

- ****Pulmonaires:** hyperventilation=dyspnée de Kussmaul (respiration rapide et superficielle)

- ****Cardiovasculaires:**

- **collapsus lié à l'effet inotrope négatif et vasodilatation de l'acidose

- **troubles du rythme

- **hypotension artérielle.

- ****Neurologiques:** troubles de la conscience au coma par diminution du PH du LCR.

- ****Digestifs:** nausées ,vomissements voire diarrhée.

ACIDOSE METABOLIQUE

- **Signes Biologiques:**

- **pH diminué

- **Hco₃-diminué

- **PaCO₂ diminuée

- **Chlorémie normale

- **Kaliémie augmentée

(il faut noter que dans l'acidose métabolique pure toute baisse de Hco₃- de 1mmol/l entraine une diminution de la Paco₂ de 1mmHg)

ACIDOSE RESPIRATOIRE

↓pH (< 7,38) par ↑pCO₂ (> 45mmHg)
compensée par ↑ HCO₃



Hypoventilation alvéolaire: hypercapnie

+

hypoxie

- **aiguë** : toutes causes d'insuffisance resp. aiguë
(↑HCO₃⁻ de 1mmol/l / 10 mmHg PCO₂>40mmHg)
- **chronique** : BPCO, emphysème...
(↑HCO₃⁻ de 4mmol/l / 10 mmHg PCO₂>40mmHg)

ACIDOSE RESPIRATOIRE

- **Signes cliniques:**

- ***RESPIRATOIRES: signes** de détresse respiratoire aigue CPC et signes de d' HTAP

- ***NEUROLOGIQUES:** incoherence;cephalees, agitation, comas.;

- signes d' HIC=nauses, vomissements ces signes apparaissent quand la pa CO2 sup à 60 mmHg

- ***CARDIOVASCULAIRES:**

- HTA par hypercapnie aigue.

- troubles du rythme .

ACIDOSE RESPIRATOIRE

- **SIGNES BIOLOGIQUES**

Hypercapnie

Hyphoxémie

bicarbonatémie > à 30 mmol/l.

La kaliémie et la chloremie sont normales si aigue et diminuée si chronique.

Légère hyper natrémie fréquente.

ALCALOSE

- $\uparrow \text{pH} = 6,1 + \log \frac{\uparrow [\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \text{pCO}_2}$
=> alcalose métabolique

- $\uparrow \text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \downarrow \text{pCO}_2}$
=> alcalose respiratoire

ALCALOSE METABOLIQUE

↑ pH (> 7,42) par ↑ HCO_3^- (> 27mmol/l)
compensée par ↑ pCO_2

Transfert intra-cellulaire d'ions H^+

(hyperaldostéronisme, Bartter, Cushing, corticoïdes)

- **Pertes d'acides** d'origine digestive (vomissements, aspiration gastrique) ou rénale (diurétiques, hypercalcémie)
- **Gains de bases** : administration de bicarbonates, acétates, citrates
- **Alcalose de contraction** (déshydratation)

ALCALOSES METABOLIQUES

- **Clinique:**

- **Signes neurologiques:**

- *Signes d'irritabilité neuromusculaires:

- (tétanie, hyperreflexité ostéo-tendineuse crises convulsives)

- *troubles du comportement: confusion, coma est possible., fatigabilité musculaire

- **Signes cardio-vasculaires:**

- Arythmie

ALCALOSE METABOLIQUE

■ Biologie:

**PH normal ou alcalin

** Bicarbonatémie ET PaCO₂ Augmentés
(hypercapnie compensatrice)

**hypo chlorémie constante

**Hypokaliémie

**hypo magnésémie

**hypo Ca⁺⁺

**hypophosphatémie

**hypo Natremie

ALCALOSE RESPIRATOIRE

\uparrow pH ($> 7,42$) par \downarrow pCO₂ (< 35 mmHg)
compensée par \downarrow HCO₃⁻



Hyperventilation alvéolaire.

Anomalie acido-basique créée par une diminution de la PaCO₂.

l'excrétion du CO₂ est supérieure à sa production.

- La diminution des bicarbonates se fait en 2 étapes:
 - ** rapide (système tampon).

et

- ** lente (excrétion rénale des ions H⁺).

ALCALOSE RESPIRATOIRE

- **ETIOLOGIES:**

- ***Hypoxemie:** $P_{aO_2} < 60$ mm Hg

 - inégalité ventilation /perfusion

 - vie en haute altitude

 - anémie severe

- ***iatrogene** :ventilation mécanique

- ***Maladies pulmonaires:** embolie pulmonaire;pneumonie,maladie interstitielle.

- ***stimulations des centres respiratoires:**

 - anxiété

 - maladies neurologiques cérébrales
(avc,tumeurs,traumatisme)

- ***Stimulations pharmacologiques:**

 - (salicylés, nicotine)

ALCALOSE RESPIRATOIRE

- **Signes cliniques:**

- **Manifestations neuro-musculaires:**

- Céphalées ,confusion mentale voire crises comitiales,baisse de la pression intracrânienne et des fois fourmillements.

- **Manifestations cardiovasculaires:** diminution du débit cardiaque et de la pression artérielle par hypocapnie

ALCALOSE RESPIRATOIRE

****Signes biologiques**

- PH élevé
- hypocapnie:
- Chlorémie modérément élevée
- Kaliémie normale ou le plus souvent diminuée
- Hypophosphorémie .
- Augmentation des lactates . .

TROUBLES DE L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUES

Désordre	pH	{H ⁺ }	Désordre initial	Situation compensée	Situation décompensée	Situation mixte
Acidose métabolique	↓	↑	[HCO ₃ ⁻] ↓	PaCO ₂ ↓	PaCO ₂ Normale	PaCO ₂ ↑
Acidose respiratoire	↓	↑	PaCO ₂ ↑	[HCO ₃ ⁻] ↑	[HCO ₃ ⁻] Normal	[HCO ₃ ⁻] ↓
Alcalose métabolique	↑	↓	[HCO ₃ ⁻] ↑	PaCO ₂ ↑	PaCO ₂ Normale	PaCO ₂ ↓
Alcalose respiratoire	↑	↓	PaCO ₂ ↓	[HCO ₃ ⁻] ↓	[HCO ₃ ⁻] Normal	[HCO ₃ ⁻] ↑

TROUBLES METABOLIQUES MIXTES

- Un désordre métabolique mixte correspond à la présence de 2 à 3 désordres acido-basiques primaires.
- Il est affirmé par l'étude des deux composantes P_aCO_2 et CO_3H^-
- On distingue:
 - désordre due à une faillite de la compensation
 - Désordre du à une compensation excessive

CONCLUSION

- L'equilibre acido-basique se juge sur 3 parametres:le PH,la PaCO₂,les bicarbonates plasmatiques.
- *Les 4 grandes perturbations sont :
 - L'acidose respiratoire
 - L'acidose metabolique
 - L'alcalose respiratoire
 - L'alcalose metabolique.
- Les phenomenes de compensation necessitent un delai .la compensation respiratoire est plus rapide que la compensation renale.