

## **L'équilibre acido-basique**

### **Plan de cours**

Introduction

I. Equilibre acido-basique

I.1. Origines des ions H<sup>+</sup>

I.2. Modifications de la concentration des ions H<sup>+</sup>

II. Origines des acides et bases

III. Régulation de l'équilibre acido-basique

III.1. Les systèmes tampons

III.2. Régulation pulmonaire

III.3. Régulation rénale

IV. Exploration biochimique

V. Types de déséquilibres acido-basiques

VI. Cas du trou anionique urinaire

## Introduction :

L'équilibre acido-basique ou homéostasie du pH, est une des fonctions essentielles de l'organisme. En effet, l'organisme humain doit maintenir le pH de son sang dans des limites étroites (7.38-7.42), seules de faibles variations sont compatibles avec la vie; en deca c'est l'acidose et au-delà c'est l'alcalose.

-Ce maintien du pH est soumis à une régulation des plus précises, c'est ce qu'on entend par: équilibre acidobasique.

## I. Équilibre acido-basique :

Le pH (potentiel hydrogène) d'une solution est une mesure de sa concentration en ions H<sup>+</sup>.

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

La concentration d'ions H<sup>+</sup> dans l'organisme est très faible (concentration dans le plasma artériel = 0,00004 mEq/L), par rapport à d'autres ions (ex. du Na<sup>+</sup> environ 135 mEq/L).

### a) Origine des ions H<sup>+</sup>:

1. Ionisation des molécules d'eau en H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>
2. Molécules libérant des ions H<sup>+</sup>

Une molécule qui libère des ions H<sup>+</sup> est un acide. Ex. : acide carbonique issu de l'interaction entre eau et CO<sub>2</sub> dans l'organisme.



### b) Modifications de la concentration des ions H<sup>+</sup>

1. Certaines molécules (bases) font baisser la concentration en H<sup>+</sup> en se combinant avec les ions H<sup>+</sup> libres. C'est le cas des molécules qui libèrent des ions OH<sup>-</sup>. Ces ions OH<sup>-</sup> se combinent avec H<sup>+</sup> pour donner de l'eau.



2. D'autres bases comme l'ammoniac NH<sub>3</sub> peuvent fixer un ion H<sup>+</sup>



## II. Origines des acides et bases:

### 1. Production d'acides:

#### a. les acides volatils:

Le  $\text{CO}_2$  est assimilé à un acide faible, il est éliminé par les poumons. Il provient de l'oxydation des glucides et des lipides (10.000 à 20.000 mmoles/jour). En présence d'eau il se dissocie selon la réaction (catalysée par l'anhydrase carbonique AC):



### **b. acides fixes:**

Ce sont des acides non volatils qui doivent être éliminés par les reins. Ils comprennent:

- ✚ **des acides inorganiques;** ce sont des acides non métabolisable tels que: acide sulfurique et l'acide phosphorique
- ✚ **Des acides organiques;** ce sont des acides métabolisable tels que : acide lactique, acide acétylacétique et  $\beta$  hydroxybutyrique.

## **2. Bilan des entrées et des sorties:**

**a. Entrées:** Les entrées d'acides ou de bases peuvent être alimentaires ou métaboliques. Une alimentation riche en protides aboutit à une surcharge acide. Au contraire, une alimentation végétarienne conduit, à un excès d'alcalins.

Entre autre, l'organisme est beaucoup plus exposé à une surcharge acide que basique.

**b. Sorties:** Elles sont assurées par deux voies:

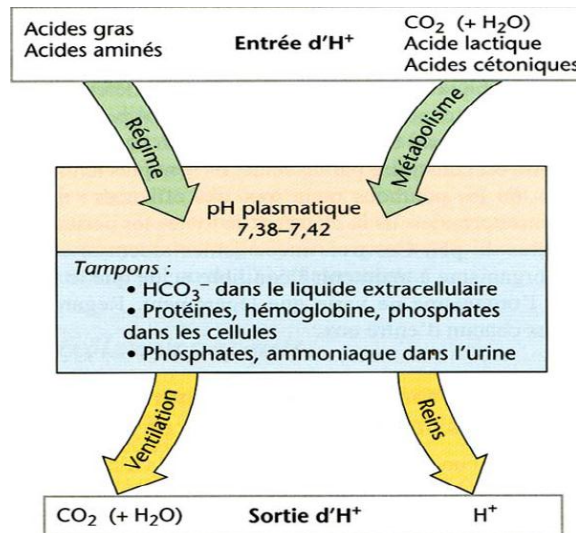
Le  $\text{CO}_2$  est éliminé par les poumons et les acides fixes par le rein. En pathologie, on peut observer des pertes digestives anormales d'acides (vomissements, aspiration digestives), ou de bases (diarrhées sécrétoires). Lorsque l'organisme est confronté à une agression acide ou basique, perturbant ainsi son pH, celui-ci met en place des systèmes visant à rétablir le pH dans les limites physiologiques.

Les moyens de lutte comprennent:

- un moyen quasi instantané, automatique mais assez vite débordé: les systèmes tampons.
- la ventilation
- la régulation rénale d'  $\text{H}^+$  et  $\text{HCO}_3^-$ .

Il existe une chronologie de la mise en œuvre. Les systèmes tampons sont la première ligne de défense, limitant de grandes variations. L'augmentation de la ventilation est une réponse rapide, pouvant prendre en charge près de 75% des perturbations de l'équilibre acide-base.

Les reins sont beaucoup plus lents dans la mise en œuvre. Ils prennent en charge toutes les perturbations résiduelles du pH.



### Les systèmes tampons:

**1. Définition:** Ce sont des mélanges de substances en équilibre chimique s'opposant aux variations de pH. Un système tampon comprend généralement :

- un acide faible et sa base conjuguée.
- une base faible et son acide conjugué.

$\text{pH} = \text{pKa} + \log (\text{base}/\text{acide})$ : c'est l'équation d'**Henderson Hasselbalch**, fondamentale pour l'étude de l'équilibre acido-basique, dans laquelle la partie acide est représentée par le  $\text{CO}_2$  et la partie alcaline par les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

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

L'équation de Henderson-Hasselbalch permet de calculer le pH sanguin à partir des concentrations en ion bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et en acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

En chimie, l'équation de Henderson-Hasselbalch est l'équation donnant le pH d'un système tamponné.

1 H<sup>+</sup> capté, 1 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> consommé .....pH constant

## 2. Les différents systèmes tampons:

### 2.1. Tampon HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:

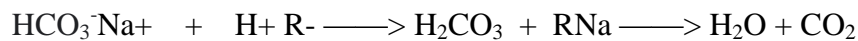
C'est le tampon le plus important quantitativement dans le milieu extracellulaire. Son pH s'exprime comme suit:  $\text{pH} = \text{pKa} + \log \left( \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{c CO}_2 \text{ dissous}} \right)$

$$\text{Le pH} = 7.4 \quad \text{pKa} = 6.1 \quad \text{Donc: } \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{c CO}_2 \text{ dissous}} = 20$$

Ce tampon est efficace pour 3 raisons:

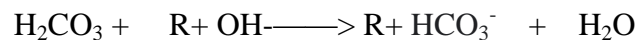
1. C'est un système ouvert== il ne se sature pas:

- Si l'organisme est soumis à **un acide fort** RH (R-H<sup>+</sup>), la partie alcaline du tampon va intervenir:



Donc un acide fort a été transformé en un acide faible (CO<sub>2</sub>) qui sera éliminé par les poumons.

- Si l'organisme est soumis à **une base forte** ROH (R+OH<sup>-</sup>), la partie acide du tampon va réagir:



2. Le système agit en étroite collaboration avec le tampon Hb/Hbinate.

3. Ce système est sous contrôle des poumons et des reins. Tout ce dispositif permet le maintien à 20 le rapport entre les bicarbonates et le CO<sub>2</sub> dissous.

En résumé, le fonctionnement du système tampon est simple il se lie aux ions H<sup>+</sup> à chaque fois que le pH de l'organisme diminue et à contrario, il s'en dissocie quand le pH augmente.

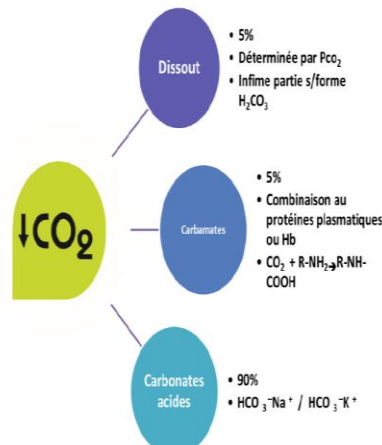
### Remarque:

L'oxygène existe sous 2 formes dans l'organisme :

- dissoute (PaO<sub>2</sub>) ;
- combinée à l'hémoglobine (HbO<sub>2</sub> ou Oxyhémoglobine).

Le CO<sub>2</sub> existe sous trois formes dans l'organisme :

- 5% du CO<sub>2</sub> se trouve sous forme dissous.
- 5% à l'état de carbamate par combinaison aux protéines plasmatiques ou à l'Hb.
- 90% sous forme de bicarbonate, synthétisé au niveau du GR sous l'action de l'anhydrase carbonique.



**b. tampon protéine/protéinate:** C'est le tampon le plus important au niveau intracellulaire. À pH physiologique, les protéines se comportent comme des anions et donc lient un H<sup>+</sup>. En cas d'acidose, un H<sup>+</sup> entre dans la cellule pour être fixé par les protéines tandis qu'un K<sup>+</sup> prend le chemin inverse pour préserver la neutralité électrique. C'est ainsi qu'une acidose engendre une hyperkaliémie.

Le pouvoir tampon des protéines est dû à leurs différents groupements constitutifs, en effet, les résidus d'acides aminés basiques comme l'arginine, la lysine et l'histidine permettent de lutter contre l'acidose en fixant un proton. Au contraire, les résidus d'acide aspartique ou d'acide glutamique permettent de lutter contre l'alcalose en libérant un proton.

✓ Il a une action surtout comme moyen de lutte contre l'acidose.

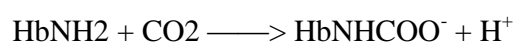
✓ Le pouvoir tampon des protéines est du à leurs différents groupements constitutifs:

-Les résidus **d'acides aminés basiques** comme l'arginine, la citrulline, la lysine, l'histidine permettent de lutter contre **l'acidose** en fixant un proton.

-Au contraire les résidus **d'acide aspartique ou d'acide glutamique** permettent de lutter contre **l'alcalose** en libérant un proton

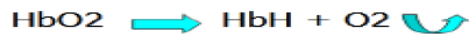
**c. Tampon Hb/Hbinate:** Ils interviennent de 2 manières:

1. Grace à la fixation du CO<sub>2</sub> sur l'Hb pour former un dérivé carbaminé,

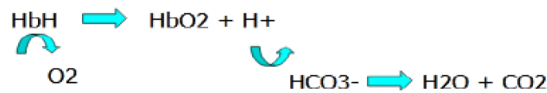


2. Grâce à la réactivité du groupement imidazole des résidus d'histidine capable de fixer les ions H<sup>+</sup>.

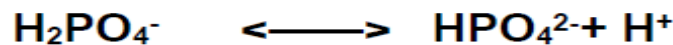
Au niveau des tissus, HbO<sub>2</sub> va libérer l'O<sub>2</sub> pour le délivrer aux cellules, et éponger les H<sup>+</sup> produits par l'hydratation du CO<sub>2</sub> provenant de ces mêmes cellules.



Au niveau des poumons, l'Hb peut être oxygénée et libérer dans le milieu les H<sup>+</sup>. Ceci permet de comprendre l'étroite interdépendance des tampons Hbinate et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:



**d. Tampon phosphate:** C'est un tampon mineur dans le liquide extracellulaire mais il a une importance fondamentale dans l'urine.

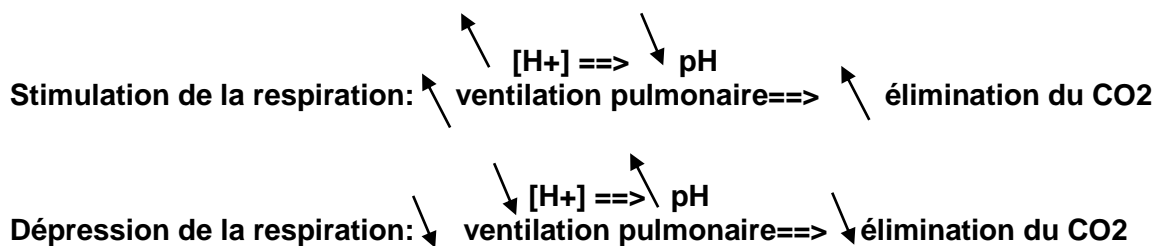


Il existe à 80% sous forme monoacide: HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> et à 20% sous forme diacide: H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>

## 2.2 La régulation respiratoire

Le gaz carbonique, déchet du métabolisme cellulaire, est expulsé par le système respiratoire à mesure qu'il se forme.

La ventilation alvéolaire joue un rôle capital dans la régulation acido-basique à court et moyen termes. Elle permet en effet de réguler l'élimination du CO<sub>2</sub>. En pathologie, il s'agit du système de réponse immédiatement mis en jeu dans les troubles acido-basiques métaboliques. Ce type de réponse intervient par l'intermédiaire de chémorécepteurs centraux et périphériques sensibles aux variations de pH. L'intérêt de la réponse ventilatoire est qu'elle est prévisible selon l'importance du trouble métabolique.



L'hyperventilation provoque une élimination accrue de CO<sub>2</sub>, et une diminution des ions H<sup>+</sup>. Augmentant alors le pH, et provoquant une alcalose respiratoire.

Inversement, une diminution de la ventilation provoque l'accumulation de  $\text{CO}_2$ , une augmentation des  $\text{H}^+$ , et donc, une acidose respiratoire.

### En résumé

- ✚ Augmentation  $[\text{H}^+]$   $\implies$  diminution du pH  
Stimulation de la respiration:  $\uparrow$  ventilation pulmonaire  $\implies$   $\uparrow$  élimination du  $\text{CO}_2$
- ✚ Diminution  $[\text{H}^+]$   $\implies$  augmentation du pH  
Dépression de la respiration:  $\downarrow$  ventilation pulmonaire  $\implies$   $\downarrow$  élimination du  $\text{CO}_2$
- ✚ Un excès d'élimination de  $\text{CO}_2 \implies$  alcalose respiratoire.
- ✚ Une insuffisance d'élimination de  $\text{CO}_2 \implies$  acidose respiratoire.

Ce système est utilisé par l'organisme afin de réguler le pH. En effet, bien que plus lent que les systèmes tampons chimiques, le système respiratoire a une capacité de régulation du pH supérieure à l'ensemble des tampons chimiques. C'est pourquoi tout ce qui gêne le fonctionnement correct du système respiratoire a des répercussions au niveau de l'équilibre acido basique de l'organisme.

La pression partielle de gaz carbonique ( $\text{PCO}_2$ ) dans le sang artériel est le principal indice du fonctionnement du système respiratoire. Normalement compris entre 36 et 42 mm Hg

- une pression  $>$  à 42 révèle l'acidose,
- une pression  $<$  à 36 révèle l'alcalose.

### 2.3. La régulation rénale.

Seul l'acide carbonique peut être éliminé par le système respiratoire.

Les autres acides ou bases excédentaires sont donc excrétés par les reins.

Ils le font de deux façons:

- en excréant ou en réabsorbant des ions  $\text{H}^+$
- en augmentant ou diminuant le taux de réabsorption des ions  $\text{HCO}_3^-$

Cette régulation comprend 3 étapes:

- ✚ On observe une réabsorption spontanée des bicarbonates jusqu'à une concentration seuil de 26-27mmol/L,
- les bicarbonates filtrés par le glomérule sont presque totalement réabsorbés au niveau du tube proximal.



-La réabsorption des bicarbonates dépend en particulier de la  $p\text{CO}_2$  dont une élévation entraîne une réabsorption accrue et réciproquement.

✚ Excrétion des  $\text{H}^+$  grâce aux phosphates:

-Elle se déroule au niveau du tube contourné distal

$\text{HPO}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4$  dont l'excrétion rénale provoque la réabsorption d'un  $\text{HCO}_3^-$

-C'est à ce niveau qu'il y a compétition entre le  $\text{K}^+$  et  $\text{H}^+$

Acidose == > hyperkaliémie

Alcalose == > hypokaliémie

✚ Excrétion des  $\text{H}^+$  grâce aux ions ammonium:

$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$  excrété dans les urines et voilà pourquoi l'urine sent l'ammoniaque.

## VI. Exploration biochimique:

### 1. Prélèvement:

Le prélèvement doit être effectué dans des conditions rigoureuses: Ponction de l'artère radiale, fémorale ou humérale; Prélèvement sur héparine, échantillon maintenu en anaérobiose stricte; Analyse immédiate ou échantillon maintenu au froid pendant maximum 1h.

**Rq** : 3 paramètres biologiques sanguins permettent d'explorer l'équilibre acido-basique. Il s'agit du: pH,  $\text{PCO}_2$ , et des bicarbonates. Il suffit de mesurer 2 paramètres et le 3ème est calculable par l'équation d'Henderson-Hasselbalch.

#### A. Mesure du pH:

Elle est faite à l'aide d'une électrode de verre. La différence de potentiel est obtenue par rapport à une électrode de référence. Les valeurs normales sont de  $7.4 \pm 0.02$ . Limites compatibles avec la vie: 6.9-7.7

#### B. Mesure de la $\text{PCO}_2$ :

Elle est faite grâce à l'électrode de Severinghaus

Valeurs physiologiques: 35 à 44 mmHg sang artériel.

42 à 48 mmHg sang Veineux.

#### C. Mesure des bicarbonates:

C'est la concentration des ions  $\text{HCO}_3^-$ , en mmol/l de plasma qui est déduite par le calcul de la mesure de  $\text{pCO}_2$ , et du pH à l'aide de l'équation d'Henderson Hasselbalch.

Valeurs normales : 22 à 27 mmol/l.

Différentes méthodes, par méthode enzymologique sur automates effectuant l'ionogramme permettent de doser directement les bicarbonates.

## V.Types de déséquilibres acido-basiques

L'acidose/alcalose est définie selon son étiologie

- Si elle fait suite à une variation de la  $\text{PaCO}_2$ , elle sera donc respiratoire
- Si elle fait suite à une variation des bicarbonates, elle sera dite métabolique

Selon l'équation de Henderson on peut déduire que la valeur du pH est directement liée à la valeur du rapport :

**-Les bicarbonates** du numérateur sont d'origine **métabolique** et sont liées à la fonction **rénale**

**-La  $\text{pCO}_2$**  du dénominateur est d'origine **respiratoire** et est liée à la fonction **pulmonaire**.

- ✓ Tampons, ventilation et excrétion rénale prennent en charge les variations de pH plasmatique
- ✓ Lorsqu'il existe une accumulation ++ d'ions  $\text{H}^+$  ou  $\text{OH}^-$ , il existe une déviation de la valeur en dehors des valeurs normales de pH plasmatique (7,38 – 7,42)
- ✓ Ces perturbations sont soit **une acidose**, soit **une alcalose**. Elles sont aussi caractérisées par leur cause primaire : respiratoire ou métabolique
- ✓ La nature respiratoire provient d'une modification de la ventilation alvéolaire (HYPO ou HYPER).
- ✓ La nature métabolique provient d'une accumulation excessive d'acides ou de bases, sans lien avec la ventilation quant à leur origine.
- ✓ Lorsque les capacités tampons de l'organisme sont dépassées, il ne reste que la compensation respiratoire ou métabolique qui puisse être mise en jeu.

### Caractérisations de l'acidose et alcalose

$\text{pH} < 7,38 \rightarrow$  Acidose

$\text{pH} > 7,42 \rightarrow$  Alcalose

$\text{pH} < 7,38$  et  $\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mMol/L} \rightarrow$  Acidose Métabolique

$\text{pH} > 7,42$  et  $\text{HCO}_3^- > 27 \text{ mMOL/L} \rightarrow$  Alcalose Métabolique

$\text{pH} < 7,38$  et  $\text{HCO}_3^-$  normal ou augmenté  $\rightarrow$  Acidose Respiratoire

$\text{pH} > 7,42$  et  $\text{HCO}_3^-$  normal ou diminué  $\rightarrow$  Alcalose Respiratoire

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PCO <sub>2</sub>
Acidose métabolique	↓	↓	↓
Alcalose métabolique	↑	↑	↑
Acidose respiratoire	↓	↑	↑
Alcalose respiratoire	↑	↓	↓

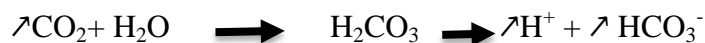
### A/ acidose respiratoire

L'acidose respiratoire survient quand une diminution de la ventilation alvéolaire conduit à une accumulation de CO<sub>2</sub> et une augmentation de PaCO<sub>2</sub>

❖ Cause :

- Dépression respiratoire (médicaments, drogues)
- Augmentation des résistances à l'écoulement dans les voies aériennes (BPCO)
- Réduction de la zone d'échange pulmonaire (maladies restrictives pulmonaires : déformation thoracique, chirurgie d'exérèse pulmonaire)
- Maladies neuro-musculaires touchant les muscles respiratoires
- Certaines formes d'obésité.

❖ Quelle que soit la cause :



Caractéristique : baisse du pH et élévation du taux de bicarbonates plasmatiques, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

- ❖ Compensation rénale se fait par excrétion d'ions H<sup>+</sup> et réabsorption d'ions HCO<sub>3</sub>,.
- ❖ Ces deux mécanismes tendent à diminuer et tamponner les ions H<sup>+</sup> et donc à augmenter le pH
- ❖ Le traitement de l'acidose respiratoire repose sur la ventilation artificielle.

### B/Acidose métabolique

•L'acidose métabolique survient quand les entrées d'ions H<sup>+</sup> d'origine nutritionnelle ou provenant du métabolisme sont supérieures aux excrétions d'ions H<sup>+</sup>.

Caractéristique : baisse du pH et baisse du taux de bicarbonates plasmatiques, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ce qui va distinguer une acidose métabolique d'une acidose respiratoire)

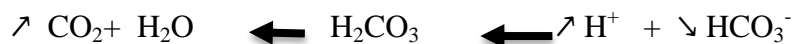
L'augmentation de CO<sub>2</sub> qui devrait survenir est compensée par une hyperventilation immédiate. Il existe également une excrétion d'ion H<sup>+</sup> et une réabsorption d'ion HCO<sub>3</sub>

• Causes :

- Acidose lactique
- Acidocétose
- Ingestion de substances exogènes riches en H<sup>+</sup>
- Pertes de bicarbonates (diarrhée)

•Quelle que soit la cause

$\searrow \text{HCO}_3 \implies \searrow \text{pH} \implies \text{acidose.}$



• Compensation respiratoire:

La diminution du pH stimule le centre respiratoire qui intensifie la respiration: hyperventilation avec baisse de la pCO<sub>2</sub>. Le pH tend à revenir à la normale.

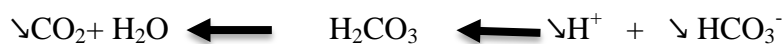
La compensation respiratoire n'est jamais complète vu que l'effort de la respiration est lui-même générateur d'acides, et diminue en intensité à mesure qu'on se rapproche du pH normal.

• Correction rénale:

L'acidose stimule la production de NH<sub>3</sub> par les tubes rénaux. Il en résulte une augmentation de l'excrétion des H<sup>+</sup> et la réabsorption des HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. la balance est ainsi restaurée. Cette correction ne peut avoir lieu si le rein est lui-même la cause de l'acidose.

### C/ Alcalose respiratoire

- ✓ Elle est moins grave que l'acidose
- ✓ C'est le résultat d'une hyperventilation, avec abaissement de la PCO<sub>2</sub> (36 mmhg) qui ne résulte pas d'une augmentation de la production métabolique de CO<sub>2</sub>
- ✓ Trouble aigue, elle peut entraîner des crises de tétanie



Caractéristique : élévation du pH et baisse du taux de bicarbonates plasmatiques, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ce qui signe la nature respiratoire de l'alcalose

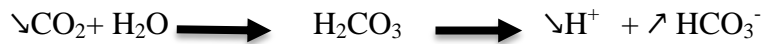
- ✓ Causes: toutes les situations d'augmentation de la ventilation, d'origine respiratoire :
  - Maladies respiratoires aigües ou chroniques
  - Anémie ou autres anomalies du transport de l'oxygène
  - Exposition à l'altitude
  - Hyperventilation mécanique: ventilation artificielle mal contrôlée

- ✓ La compensation rénale est la seule possible :
  - Le rein intervient en diminuant l'excrétion des  $H^+$  qui détermine alors une diminution de la réabsorption des  $HCO_3^-$ . Les  $HCO_3^-$  plasmatiques sont remplacés par les  $Cl^-$  → hyperchlorémie.

– Réabsorption d'ion  $H^+$  dans la partie distale du néphron

#### D/ Alcalose métabolique

- ❖ C'est le résultat d'une diminution de la concentration d'ions  $H^+$



Caractéristique : élévation des ions  $HCO_3^-$ ;

Compensation respiratoire rapide entraînant une augmentation rapide mais limitée de la  $PaCO_2$ ;

Excrétion d'ions  $HCO_3^-$  -et réabsorption d'ion  $H^+$ .

- ❖ Causes :

-l'ingestion récurrente de bicarbonate de sodium (eau minérales, traitements de l'acidité gastrique)

-Surcharge en substances alcalines: alcalose survenant chez un sujet ayant une insuffisance rénale, sans conséquence chez un sujet en bonne santé.

-Pertes digestives d'ion  $H^+$ : vomissements sévères ou des mises en aspiration digestive prolongée.

-Pertes urinaires d'ion  $H^+$ : par l'administration de diurétiques, par l'administration de substances à effet minéralocorticoïdes, et au cours du syndrome de Conn et du syndrome de Cushing.

- ❖ La compensation respiratoire est limitée

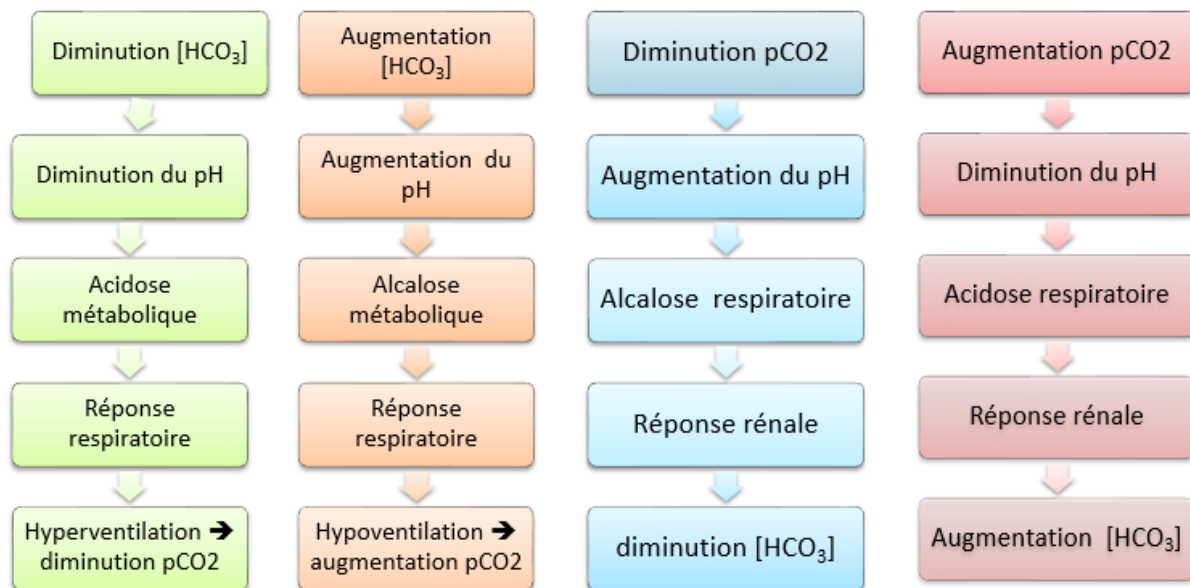
L'hypoventilation entraîne une hypoxie qui elle-même va stimuler les centres respiratoire annulant l'effet recherché.

L'alcalose métabolique est difficile à compenser et la ventilation doit rester compatible avec la vie, d'où une  $pCO_2$  ne pouvant dépasser 55mmHg.

- ❖ Correction rénale:

Par diminution de la réabsorption des  $HCO_3^-$  mais ce mécanisme ne dure pas longtemps

### Les variations du pH peuvent être la conséquence:



### VI. Cas du trou anionique

Selon le principe de l'électroneutralité dans le plasma, la somme des concentrations des anions est égale à la somme des concentrations des cations.

Si on considère spécifiquement les concentrations des cations  $Na^+$  et  $K^+$  et des anions  $HCO_3^-$  et  $Cl^-$ , il existe une différence appelée trou anionique (TA).

On appelle **trou anionique** (TA) la différence entre la somme des cations et celle des anions du plasma sanguin. Ceci peut s'écrire simplement :

$$TA = ([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [HCO_3^-]).$$

Le trou anionique correspond en réalité aux anions non-mesurés : protéines, surtout l'albumine, sulfate, phosphate.

#### ❖ Intérêt clinique :

Un **TA élevé** traduit la présence d'un excès d'anions indosés (lactates, phosphates, sulfates, protéines plasmatiques) et donc **d'une acidose métabolique**. Cependant, toute acidose ne s'accompagne pas d'une modification du TA. Ainsi en clinique humaine, il est habituel de distinguer les acidoses sans augmentation du TA et les acidoses avec augmentation du TA.

L'intérêt du TA réside dans le diagnostic étiologique d'une acidose métabolique. On distinguera en effet :

- Acidoses à TA normal (appelées « hyperchlorémiques »)
- Acidoses à TA augmenté (appelées « normochlorémiques »)

La valeur normale du TA est positive et est comprise entre 8-16 mmol/L.

**Exemple 1 :**

Na+=135 mmol/L      K+=3,5mmol/L

Cl-=100 mmol/L      HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>= 25mmol/L

Calcul du trou anionique TA =(Na+ +K+)-(Cl- + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

$$=( 135+3,5)-(100+25)$$

$$=13,5 \text{ mmol/L il est normal}$$

**Exemple 2 :**

Na+=140mmol/L      K+=4mmmol/L

Cl-=90mmmol/L      HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=18mmol/L

TA=(140+4)-(90+18)

=36 mmol/L il est élevé donc acidose métabolique

**Bibliographie**

- L'équilibre acido-basique, Salima Zekri, Cours de deuxième année médecine, 2019, Constantine.
- Ventilation artificielle, Jérôme Liotier, 3ème édition, 2011, Maloine.
- Diagnostic d'un déséquilibre acide base aux urgences, J.Levraut, CHU de Nice, COPACAMU, 2010.
- Évaluation de l'équilibre acido-basique en réanimation, H.Quintard, JC.Orban, C.Ichai, CHU Nice, 51ème congrès de la SFAR, 2009.
- Transport des gaz dans le sang, L. Baud, PCEM2, Faculté Saint Antoine, Paris.
- L'équilibre acide-base, P.Baele, UCL St Luc, 1996.
- Bases physiopathologiques du traitement des acidoses métaboliques : Place du bicarbonate, X.Leverve, D.Barnoud, M.Guignier, CHU Grenoble, Conférences d'actualisation SFAR, 1996.