



République algérienne démocratique populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Faculté de Médecine de Batna Université de Batna 2

**Dr Benaissa Zineb**

**Cours de LUEI2: année 2023-2024**

Appareil neurologique, locomoteur et cutané

E-mail [zinflor2010@gmail.com](mailto:zinflor2010@gmail.com)

# Physiopathologie des déséquilibres acido- basiques

Visa du chef département :

## A. Introduction

- L'équilibre acido-basique, ou homéostasie du pH, est l'une des fonctions essentielles de l'organisme.
- Le pH (potentiel hydrogène) d'une solution est une mesure de sa concentration en ions  $H^+$ .  $pH = -\log [H^+]$ .
- La concentration d'ions  $H^+$  dans l'organisme est très faible (concentration dans le plasma artériel = 0,00004 mmol/L), par rapport à d'autres ions (ex. du  $Na^+$  environ 135 mEq/L).
- Malgré son faible taux le maintien d'une concentration stable d'ions  $H^+$  est indispensable pour le bon fonctionnement cellulaire et enzymatique

## B. Pourquoi la concentration d' $H^+$ (PH) est-elle étroitement régulée?

- Protéines intracellulaires, enzymes et canaux membranaires sont très sensibles au pH (modifications de la structure tertiaire des protéines et donc de leurs activités)
- Modifications de l'excitabilité neuronale. Dépression du système nerveux central en acidose, hyperexcitabilité en alcalose
- Modifications de la concentration en ions  $K^+$  du fait des échanges  $H^+ / K^+ +$ . Le déséquilibre potassique crée des troubles de l'excitabilité, cardiaque notamment.

## C. Rappel physiologique

### a. Définitions:

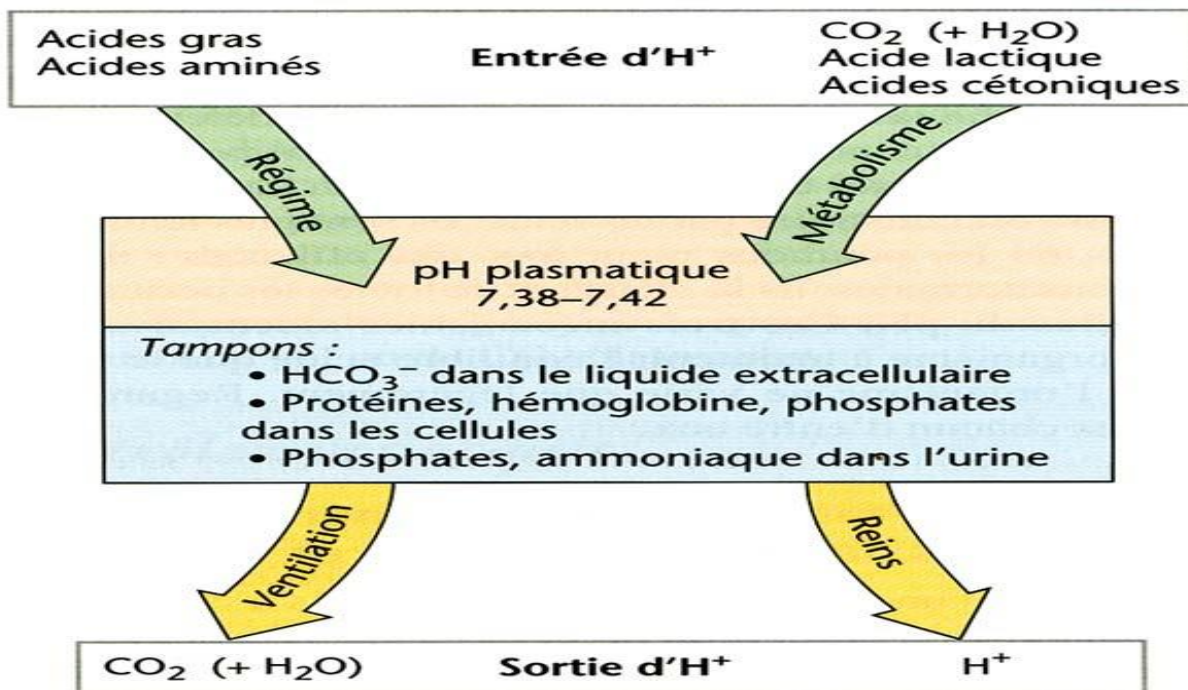
- Acide: est une substance chimique qui capable en solution de libérer des ions  $H^+$
- Base : est une substance chimique capable en solution de capter ou de fixer des ions  $H^+$
- Troubles de l'équilibre acido-basique: est une modifications des concentrations sanguines des ions  $H^+$ , des bicarbonates et de l'acide carbonique, responsables de variations de la valeur du pH sanguin
- Le pH sanguin normal est de 7,40
- correspond à (concentration d'  $H^+$  d'environ 40 nmol/L). varie entre 7,38 et 7,42 au repos chez l'homme normal
- Des variations du pH plasmatique surviennent cependant en physiologie (exercice, par exemple) ou en pathologie. Cependant, des pH inférieurs à 6,9 et supérieurs à 7,8 sont incompatibles avec la vie.

### b. L'adaptation de l'organisme aux changements de pH dépend de trois mécanismes:

#### Les systèmes tampons :

sont la première ligne de défense, limitant de grandes variations.

**Les poumons:** 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.
- **La ventilation et le pH**
- Toute modification du CO<sub>2</sub> dissous dans le secteur plasmatique (reflétée par la PaCO<sub>2</sub>) va modifier la concentration des ions H<sup>+</sup>: plus de CO<sub>2</sub> entraîne plus d'ions H<sup>+</sup> et inversement.

Si le CO<sub>2</sub> augmente, la réaction se déplace vers la droite.



- Ce sont les chémorécepteurs centraux, stimulés par les modifications de CO<sub>2</sub>, et les chémorécepteurs périphériques, stimulés par la concentration d'ions H<sup>+</sup>, qui vont informer les centres respiratoires du tronc cérébral et permettre d'augmenter la ventilation.

#### Le rein et le pH

- Les reins prennent en charge les 25% de compensation que les poumons n'ont pas effectué en maintenant la concentration de bicarbonate stable

Component	Mean	Range
pH	7.40	7.36–7.44
[H <sup>+</sup> ] (nnol/L)	40	36–44
pO <sub>2</sub> (mmHg)	97	80–100
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	40	36–44
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] (mEq/L)	24	22–26
BE (mEq/L)	0	0 ± 2
SaO <sub>2</sub> (%)	97	97–98

par deux mécanismes (80% tubule proximal) :

- en augmentant ou diminuant le taux de réabsorption des ions  $\text{HCO}_3^-$  (80% tubule proximal)
- 2) Formation de nouveaux  $\text{HCO}_3^-$  (excrétion de  $\text{H}^+$ )
- Sous deux formes Acide phosphorique  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
- Ammonium  $\text{NH}_4^+$

## D. Les déséquilibres de l'équilibre acido-basique

- 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 (HYPOVENTILATION ( $\uparrow \text{pCO}_2$ ) HYPERVENTILATION ( $\downarrow \text{pCO}_2$ ))
- La nature métabolique provient d'une accumulation excessive d'acides ou de bases, sans lien avec la ventilation quant à leur origine

PH	ACIDOSE	NORMAL	ALCALOSE
	7.38		7.42
$\text{HCO}_3^- \text{ mmol/l}$ METABOLIQUE	22		26
$\text{PCO}_2 \text{ mmHg}$ RESPIRATOIRE	45		35

### a. Acidose respiratoire

- est caractérisée par une baisse du pH liée à une hypercapnie
- Les bicarbonates peuvent être normaux ou élevés.
- L'hypercapnie traduit l'hypoventilation alvéolaire et donc l'insuffisance respiratoire.
- Dans une situation d'hypercapnie aiguë, l'élévation des bicarbonates est absente ou très modeste.
- Dans une situation d'hypercapnie chronique, l'élévation des bicarbonates est importante et traduit l'adaptation rénale, le pH reste modérément acide.
- Ces 2 situations permettent de différencier une insuffisance respiratoire aiguë

d'une insuffisance respiratoire chronique.

#### **b. Acidose métabolique**

- L'acidose métabolique est caractérisée par une diminution du pH liée à une baisse des bicarbonates qui sont
- soit consommés, soit perdus. Elle est associée à une hypocapnie par mécanisme chimique et surtout par une
- hyperventilation alvéolaire compensatrice
- Causes :
  - ◆ Acidose lactique
  - ◆ Acidocétose
  - ◆ Ingestion de substances exogènes riches en  $H^+$
  - ◆ Pertes de bicarbonates (diarrhée)
  - ◆ Intoxication (aspirin, méthanol)
  - ◆ Insuffisance rénale

#### **c. Alcalose respiratoire**

- C'est le résultat d'une hyperventilation, qui ne résulte pas d'une augmentation de la production métabolique de  $CO_2$
- Caractéristique :
- élévation du pH et baisse du taux de bicarbonates plasmatiques,  $PaCO_2$ , ce qui signe la nature respiratoire de l'alcalose

Causes: toutes les situations d'augmentation de la ventilation, d'origine respiratoire :

- ◆ Grossesse
- ◆ Hypoxémie d'altitude
- ◆ Peur, anxiété, hystérie
- ◆ Sepsis
- ◆ Surdosage ou intoxication aux salicylés
- ◆ Crise d'asthme (début)
- ◆ Anémie ou autre anomalies du transport de l'oxygène

#### **d. Alcalose métabolique**

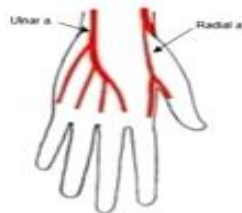
- L'alcalose métabolique est caractérisée par une augmentation du pH liée à une augmentation des
- bicarbonates.
- Elle est associée à une hypercapnie ou une normocapnie par mécanisme chimique et par hypoventilation alvéolaire compensatrice modérée et peu efficace.

#### **E. L'interprétation de la Gasométrie:**

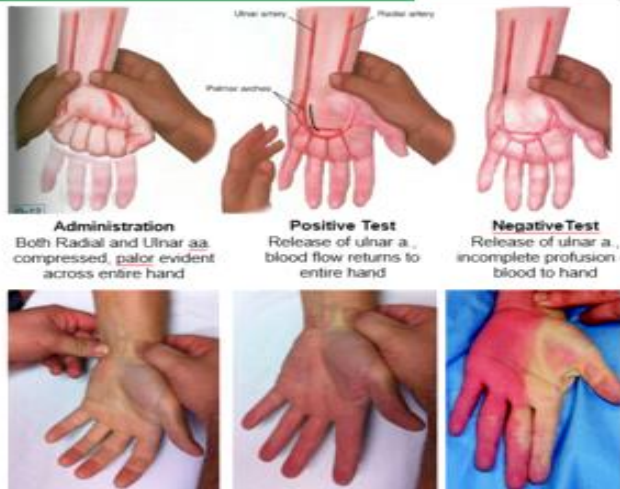
**Gaz du sang (Gasométrie) :**

### Allen's Test

- Ensures sufficient anastomotic supply of blood to hand by Ulnar a. prior to catheterization of Radial a.



Lack of anastomotic palmar arches rare but clinically important anatomical variant (Negative Test)



Le prélèvement est artériel se fait sur une seringue heparinée

Artère fémorale /radiale après teste d'ALLEN

Patient au repos en dehors de tous stress

Le prélèvement doit être analysé sans délais (maximum une heure à +4°)

### Gasométrie artérielle

Son exploration repose sur l'évaluation des paramètres affichés

Et l'interprétation nécessite une superposition avec la présentation clinique du patient

Autres paramètres

- Bilan électrolytique sanguin et urinaire systématique
- Créatininémie + Urée sanguine = Evaluation de la fonction rénale.
- Bilan hépatique albuminémie peut être prescrit.
- Glycémie + Recherche de corps cétoniques = Recherche un diabète acidocétosique ou un coma hyperosmolaire.
- Lactatémie
- Analyses toxicologiques
- ECG = recherche des signes de dyskaliémie et de dyscalcémie
- Radiographie thoracique

### 1) Vérifier la fiabilité de la Gasométrie

- comparé le  $\text{CtCO}_2$  avec le taux de  $\text{HCO}_3^-$  act
- comparé le taux de  $\text{HCO}_3^-$  calculé et mesuré
- calculé le taux des ions  $\text{H}^+$  =  $24 \times \text{PACO}_2 / \text{HCO}_3^-$

### 2) Définir le désordre primaire :



	PH	Changement principal	Changement Secondaire	Mécanisme de compensation
Acidose respiratoire	<7.40	↑ pCO <sub>2</sub>	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↑réabsorption HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Alcalose respiratoire	>7.40	↓ pCO <sub>2</sub>	↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↓réabsorption HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Acidose métabolique	<7.40	↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↓ pCO <sub>2</sub>	Hyperventilation
Alcalose métabolique	>7.40	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↑ pCO <sub>2</sub>	Hypoventilation

### 3) Réponse physiologique secondaire (ou compensation)

un processus physiologique qui minimise les changements de pH ou de [H<sup>+</sup>] provoqués par un changement primaire

#### Encadré 3 : Règles de compensation

DÉSORDRE ACIDO-BASIQUE	MODIFICATION 1 <sup>re</sup>	RÉPONSE COMPENSATOIRE
Acidose métabolique	↘ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↘ pCO <sub>2</sub> de 0,7 mmHg pour chaque ↘ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 1 mmol/l
Alcalose métabolique	↗ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	↗ pCO <sub>2</sub> de 0,7 mmHg pour chaque ↗ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 1 mmol/l
Acidose respiratoire aiguë	↗ pCO <sub>2</sub>	↗ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 1,5 mmol/l pour chaque ↗ pCO <sub>2</sub> de 10 mmHg/l
Acidose respiratoire chronique	↗ pCO <sub>2</sub>	↗ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 3,5 mmol/l pour chaque ↗ pCO <sub>2</sub> de 10 mmHg/l
Alcalose respiratoire aiguë	↘ pCO <sub>2</sub>	↘ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 2,5 mmol/l pour chaque ↘ pCO <sub>2</sub> de 10 mmHg/l
Alcalose respiratoire chronique	↘ pCO <sub>2</sub>	↘ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> de 5,5 mmol/l pour chaque ↘ pCO <sub>2</sub> de 10 mmHg/l

#### OU

$\text{HCO}_3^- \text{ (attendu)} = \text{HCO}_3^- \text{ (normal)} + ([\text{pCO}_2 \text{ (mesuré)} - \text{pCO}_2 \text{ (normal)}] \times Y) \pm 2$

Y = 0,15 pour une acidose respiratoire aiguë (< 24 h.)

Y = 0,35 pour une acidose respiratoire chronique (> 48 h.)

Y = 0,25 lors d'alcalose respiratoire aiguë

Y = 0,55 lors d'alcalose respiratoire chronique

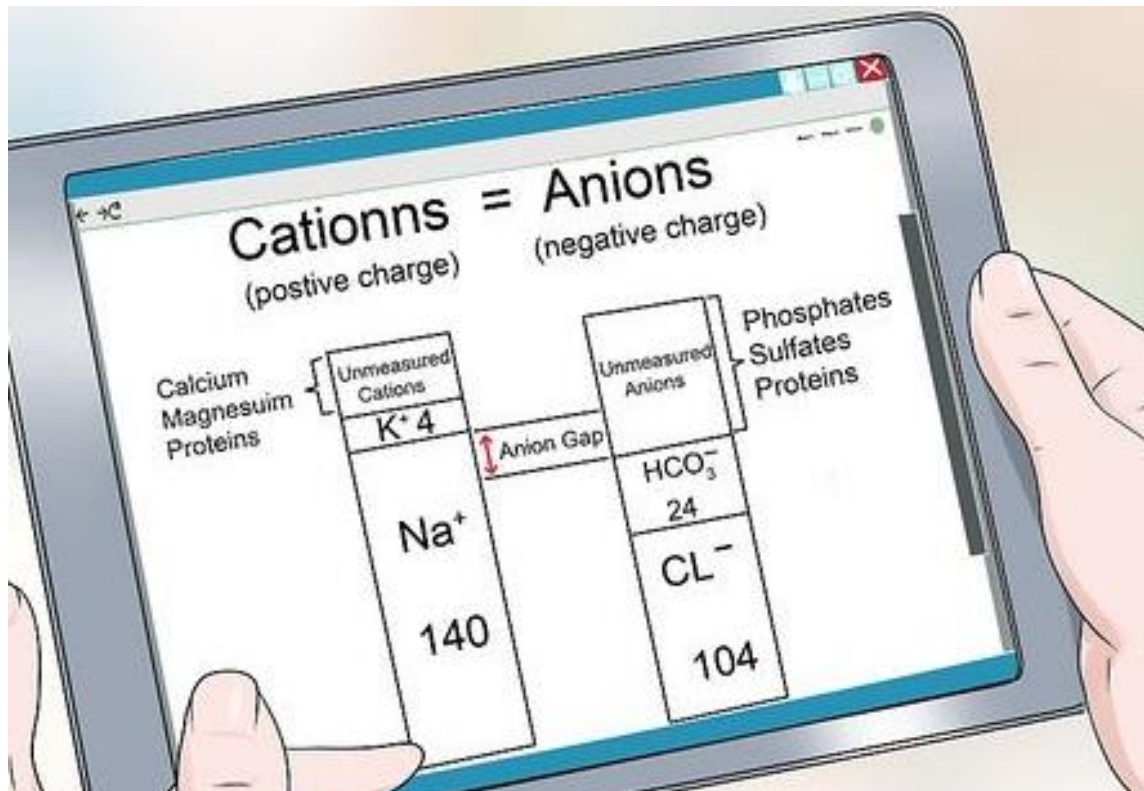
$\text{pCO}_2 \text{ (attendu)} = \text{pCO}_2 \text{ (normal)} + ([\text{HCO}_3^- \text{ (mesuré)} - \text{HCO}_3^- \text{ (normal)}] \times 0,7 \text{ ou } 1,2) \pm X$   
avec X = 3 lors d'acidose métabolique ou X = 2 lors d'alcalose métabolique.

ou  $\text{pCO}_2 \text{ (attendu)} = 1,5 [\text{HCO}_3^-] + 8$ .

### 4) vérifier le trou anionique

Trou anionique = Na - ( Cl + HCO<sub>3</sub> ) , ou

Trou anionique = Na + K - ( Cl + HCO<sub>3</sub> ) . Trou anionique corrigé = Trou anionique + (40 - Alb.)



5) Calculé le delta trou anionique si le trou anionique initiale augmenté pour déterminé les troubles complexes

Trou anionique élevé - le trou anionique normale

#### F. Conclusion:

- L'acidose et l'alcalose correspondent à des processus physiologiques qui provoquent une accumulation ou une perte d'acide et/ou d'alcalins; le pH sanguin peut ou non être anormal.
- L'acidémie et l'alcalémie correspondent à un pH sérique anormalement acide (pH < 7,35) ou alcalin (pH > 7,45).
- Les troubles acido-basiques sont classés comme métabolique si la variation du pH est principalement due à une modification du bicarbonate sérique (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et respiratoire si le changement est principalement dû à un changement de Pco<sub>2</sub> (augmentation ou diminution de la ventilation).
- Le pH établit le processus primaire (acidose ou alcalose), les modifications de la Pco<sub>2</sub> reflètent les changements de la ventilation et les modifications de la concentration d'HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> reflètent les changements métaboliques.
- Toutes les perturbations acido-basiques entraînent une compensation qui tend à normaliser le pH. Les troubles métaboliques acido-basiques se traduisent par une compensation respiratoire (modification de la Pco<sub>2</sub>); les troubles acido-basiques respiratoires entraînent une compensation métabolique (changer HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).