



Université Farhet Abbas – Sétif 1
Faculté de médecine
Département de médecine
Laboratoire de Physiologie Clinique

Équilibre acido-basique

Troubles de l'équilibre acido-basique

Dr. H.Bouchiha

Physiologie clinique explorations fonctionnelles métaboliques et
Nutrition

I. Introduction :

- L'équilibre acido-basique ou homéostasie du pH , est une fonction essentielle de l'organisme.
- Il s'agit de l'un des équilibres les plus étroitement contrôlés dans l'homéostasie du milieu intérieur
- Il est mesuré par le pH (potentiel hydrogène) qui reflète la concentration en ions H^+ d'une solution.

- Toute modification du pH entraîne:
 - Altération de la structure des protéines et des enzymes des canaux membranaires et donc, altération de leur activité.
 - Modification de l'excitabilité neuronale, avec dépression du système nerveux central en acidose, hyperexcitabilité en alcalose
 - Modifications de la concentration en ions K^+ du fait des échanges H^+ + K^+ , au niveau du rein :
 - Acidose = Excrétion d' H^+ = réabsorption de K^+
 - Alcalose = Réabsorption des H^+ = Excrétion des K^+
- Le déséquilibre potassique crée alors des troubles de l'excitabilité (surtout cardiaque).

Le pH des liquides extra cellulaires est:

- Dans le sang artériel: 7,38 - 7,42
- Dans le sang veineux: 7,33 - 7,38

- 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.

II. Notions physico-chimiques:

- Depuis Sorensen, 1893, on utilise le pH (potentiel hydrogène) pour mesurer l'équilibre acide base d'une solution.
- Le pH est défini par le logarithme inverse de la concentration en ion H⁺

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} \rightarrow \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

Un acide :

- Une substance qui peut donner un proton H^+ indépendamment de sa charge électrique .
- Un acide peut être une substance neutre (HCl , H_2CO_3) ou un anion (HSO_4^-) ou cation (NH_4^+).

une base :

- ❖ Une substance qui peut accepter un proton H^+ indépendamment de sa charge électrique .
- ❖ Une base peut être une substance neutre (KOH , N_2OH) ou un anion (HCO_3^-) ou cation.

- **Le système tampon:**

- Solution atténuant l'effet de l'addition ou l'extraction de H^+ sur la concentration finale en H^+ .

- Un système tampon comprend généralement :

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

- Réaction acide-base:



A⁻: est la base conjuguée de l'acide (AH)

exemple: HCl



- **Un acide fort**: c'est un acide qui se dissocie facilement et totalement dans une solution aqueuse; quelque soit le pH du milieu.

- **Acide faible** : dissociation partielle en A⁻ et H⁺ en solution, exemple: H₂CO₃



- **Equation de Henderson Hasselbach:**

- C'est l'équation donnant le pH d'un système tamponné.

- pour une réaction donnée : AH (acide) $\rightleftharpoons [H^+]$ (proton)+ $[A^-]$ (Base)

- La position d'équilibre de la réaction est une constante K_a , appelée constante de dissociation de l'acide, qui est, pour une réaction donnée, égale au produit des éléments de droite de la réaction divisés par les éléments de gauche:

$$K_a = \frac{[A^-] \times [H^+]}{[AH]}$$
$$[H^+] = \frac{K_a \times [AH]}{[A^-]}$$

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = \log \frac{1}{K_a} + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

$$pH = pK_a + \log ([base] / [acide])$$

Le pKa est le pH de demi dissociation d'un acide ou d'une base c.-à-d le pH où le tampon est présent en quantité égale sous forme dissociée (A^-) et forme non dissociée (AH).

- L'équation de Henderson-Hasselbalch permet de calculer le pH sanguin à partir des concentrations en ion bicarbonate (HCO_3^-) et en acide carbonique (H_2CO_3).
- En chimie, Si la partie acide est représentée par l'acide carbonique H_2CO_3 -et la partie alcaline par les bicarbonates (HCO_3^-).
- $\text{pH} = 6,1 + \log (\text{HCO}_3^-)/(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- 1 H^+ capté, 1 HCO_3^- -consommépH constant

III. Origines des acides et bases:

1. Production d'acides:

a. les acides volatils:

- Issus du métabolisme cellulaire des glucides et des lipides génèrent, en présence d'O₂, de l'eau et du CO₂ (métabolisme oxydatif).
- Se retrouve pour une part dissout dans le plasma et le liquide intracellulaire des éléments figurés sanguins .
- La production d' H⁺ à partir de CO₂ et d'H₂ O est la source d'acide la plus importante ±12500 mEq H⁺ /jour.
- Est assimilé à un acide faible((pK=6,1, pH= 7,40) , il est éliminé par les poumons.
- 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 .
- doivent être éliminés par les reins.
- Issus du métabolisme des protéines.
- Au pH de l'organisme, ils se comportent comme des acides forts et sont totalement dissociés
- Ils comprennent:
 - des acides inorganiques; ce sont des acides dont l'anion n'est pas métabolisable: acide sulfurique et l'acide phosphorique.
 - Des acides organiques; ce sont des acides dont l'anion peut être métabolisé: acide lactique, acide acétylacétique .

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: La $[H^+]$ est abaissée par la combinaison avec :

- des ions OH^- pour donner de l'eau.
- l'ammoniac NH_3 qui peut fixer un ion H^+ pour donner un ion ammonium qui sera éliminé par les urines. $NH_3 + H^+ = NH_4^+$
- Elimination des ions H^+
- Le CO_2 est éliminé par les poumons
- les acides fixes sont éliminés par le rein.
- En pathologie, on peut observer des pertes digestives anormales d'acides (vomissements, aspiration digestives), ou de bases (diarrhées sécrétoires).

IV. Régulation de l'équilibre acido-basique :

- L'adaptation de l'organisme aux changements de pH dépend de trois mécanismes qui obéissent à une chronologie de mise en œuvre:
 - les systèmes tampons : sont la première ligne de défense, quasi instantané, automatique mais assez vite débordé, limitant de grandes variations.
 - la ventilation : l'augmentation de la ventilation est une réponse rapide pouvant prendre en charge près de 75% des perturbations de l'équilibre acide-base.
 - la régulation rénale d' H^+ et HCO_3^- : Les reins sont beaucoup plus lents à intervenir. Ils prennent en charge toutes les perturbations résiduelles du pH.

Acides gras
Acides aminés

Entrée d' H^+

CO_2 (+ H_2O)
Acide lactique
Acides cétoniques

Régime

Métabolisme

pH plasmatique
7,38–7,42

Tampons :

- HCO_3^- dans le liquide extracellulaire
- Protéines, hémoglobine, phosphates dans les cellules
- Phosphates, ammoniacque dans l'urine

Ventilation

Reins

CO_2 (+ H_2O)

Sortie d' H^+

H^+

A. Les différents systèmes tampons

- Les tampons sont:

- ☐ **Intracellulaires :**

- les protéines/protéinate
 - les ions phosphates(HPO_4^{2-})
 - l'hémoglobine (Hb/Hbinate)

- ☐ **Extracellulaires :** les bicarbonates ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$) : constituent le système tampon extracellulaire le plus important de l'organisme

- ☐ **Le compartiment osseux**

A-1 Le système tampon Bicarbonate(HCO_3^-)/acide carbonique (H_2CO_3):

- C'est le tampon le plus important quantitativement dans le milieu extracellulaire; il représente 53% du pouvoir tampon sanguin.

- Ce tampon est efficace pour 3 raisons:

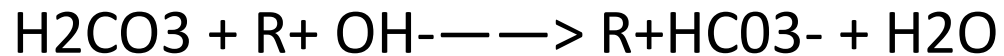
1. C'est un système ouvert= il ne se sature pas:

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



Donc un acide fort a été transformé en un acide faible (CO₂) qui sera éliminé par les poumons.

- ❖ Si l'organisme est soumis à une base forte ROH (R+OH⁻), la partie acide du tampon va réagir:



Et la diminution du CO₂ est vite compensée par sa production.

2. Le système agit en étroite collaboration avec le tampon Hb/Hb_{ate}.

3. Ce système est sous contrôle des poumons et des reins.

- Son pH s'exprime comme suit:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}\right)$$

la concentration du CO₂ dissous est réglée par la PCO₂

$$[\text{CO}_2] = \alpha \text{PCO}_2 = 0,03 \text{ PCO}_2$$

α = coefficient de perméabilité du CO₂ = 0,03

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]_{\text{dissous}}}\right)$$

- $7,40 = 6,1 + \log \left(\frac{25 \text{ mmol/l}}{1,2 \text{ mmol/l}} \right)$
- le pH = 7.4, pK_a = 6.1 Donc: HCO₃⁻/c CO₂ dissous = 20
- Donc la stabilité du pH artériel dépend de celle du rapport des concentrations des HCO₃⁻ et du CO₂ dissous.

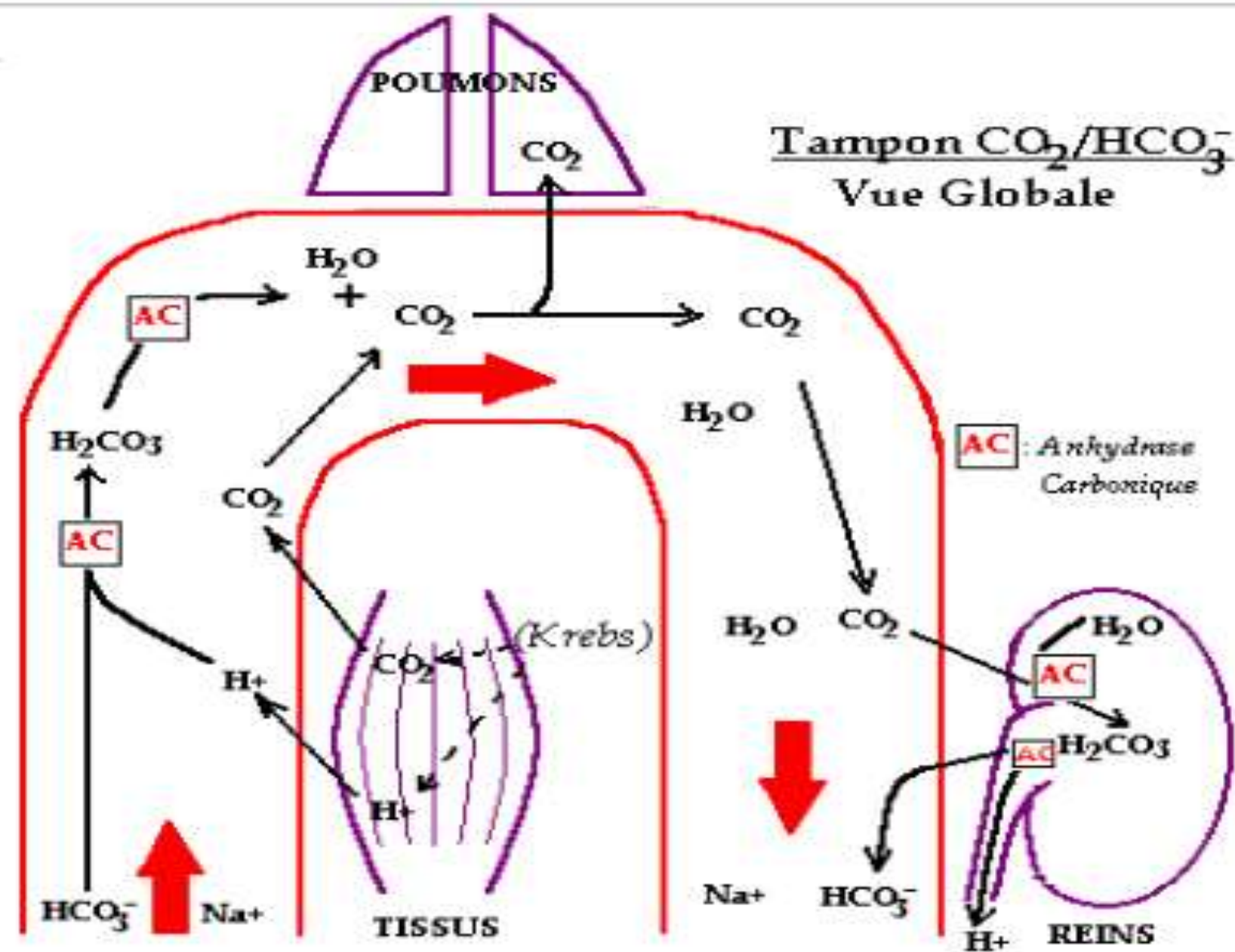
Loi de Henry: la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle du gaz et à son coefficient de solubilité (α) :

[HCO₃⁻] = composante métabolique et rénale

pCO₂ = composante pulmonaire

- Les changements de la bicarbonatémie entraînent des variations métaboliques .
- Les changements de la PCO_2 et du CO_2 dissous entraînent des variations respiratoires ou gazeuses .

- ❑ La correction des troubles métaboliques est rénale.
- ❑ La correction des troubles respiratoires est pulmonaire.
- ❑ La compensation des troubles métaboliques se fait par une variation du CO_2 dissous proportionnelle à celle des bicarbonates.
- ❑ La compensation des troubles respiratoires se fait par une variation des HCO_3^- proportionnelle à celle du CO_2 dissous



HCO_3^-

1. Tamponnement des H^+ d'origine tissulaire par HCO_3^- circulant
2. Transformation en CO_2 par l'anhydrase carbonique
3. Diffusion passive du CO_2 au niveau rénal

4. Elimination urinaire d' H^+ et récupération d' HCO_3^-

A.2. tampon protéine/protéinate:

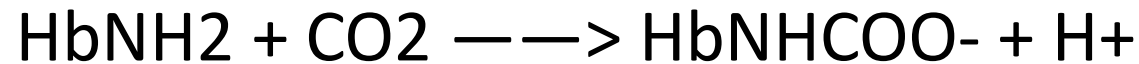
- C'est le tampon le plus important au niveau intracellulaire.
- Son effet dans le plasma est négligeable.
- À pH physiologique, les protéines se comportent comme des anions et donc lient un H^+ .
- En cas d'acidose, un H^+ entre dans la cellule pour être fixé par les protéines tandis qu'un K^+ prend 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:
 - 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.

A.3 Tampon l'hémoglobine(Hb)/hémoglobinate:

- Ils interviennent de 2 manières:

1. Grâce à la fixation du CO₂ sur l'Hb pour former un dérivé carbaminé,

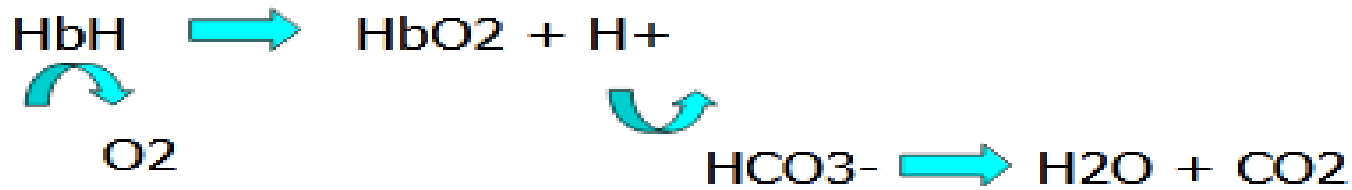


2. Grâce à la réactivité du groupement imidazole des résidus d'histidine capable de fixer les ions H⁺.

Au niveau des tissus, HbO₂ va libérer l'O₂ pour le délivrer aux cellules, et éponger les H⁺ produits par l'hydratation du CO₂ provenant de ces mêmes cellules.



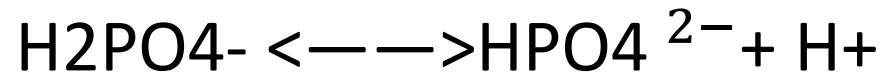
- ***Au niveau des poumons***, l'Hb peut être oxygénée et libérer dans le milieu les H⁺. Ceci permet de comprendre l'étroite interdépendance des tampons Hbinate et HCO₃⁻:



- Oxy Hb (pK: 6,60) est plus acide que Hb (pK: 7,83)

A.4 . 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_4^{2-} et à 20% sous forme diacide: H_2PO_4^-

A.5 Cristaux hydroxyapatite et carbonate de calcium (le compartiment osseux) :

- Ces tampons osseux ne sont que très lentement mobilisables.
- Ils interviennent peu dans les désordres acido-basiques aigus.
- Par contre, leur capacité tampon est considérable et ils jouent un rôle majeur dans les surcharges acides chroniques (insuffisance rénale).
- L'os libère initialement du bicarbonate de sodium (NaHCO_3) et du bicarbonate de potassium (KHCO_3) en échange d' H^+ . Lors de charges acides prolongées, l'os libère du carbonate de calcium (CaCO_3) et du phosphate de calcium (CaPO_4). Une acidose prolongée contribue donc à une déminéralisation osseuse et à une [ostéoporose](#).

B. Régulation pulmonaire:

- Dans les conditions normales, l'élimination de la charge volatile journalière d'~ 18000 mmol/l de CO₂ a lieu normalement sans variation de la ventilation (vitesses d'élimination et de formation sont égales)

B. Régulation pulmonaire:

- Plus lent que les systèmes tampons chimiques, mais a une capacité de régulation du pH supérieure



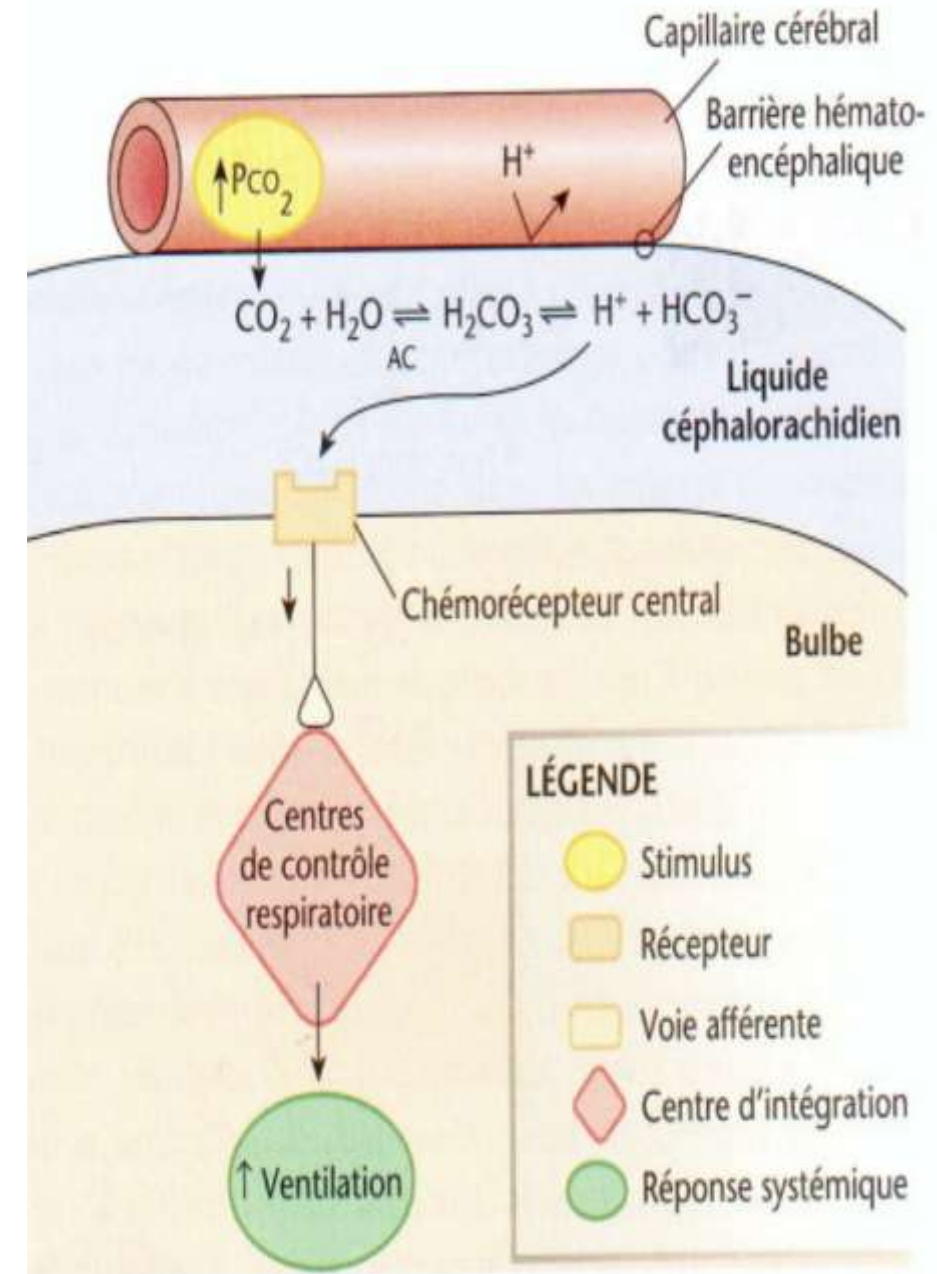
Tout ce qui gêne le fonctionnement correct du système respiratoire a des répercussions au niveau de l'équilibre acido-basique.

- La pression partielle de gaz carbonique (P_{CO_2}) dans le sang artériel est le principal indice du fonctionnement du système respiratoire

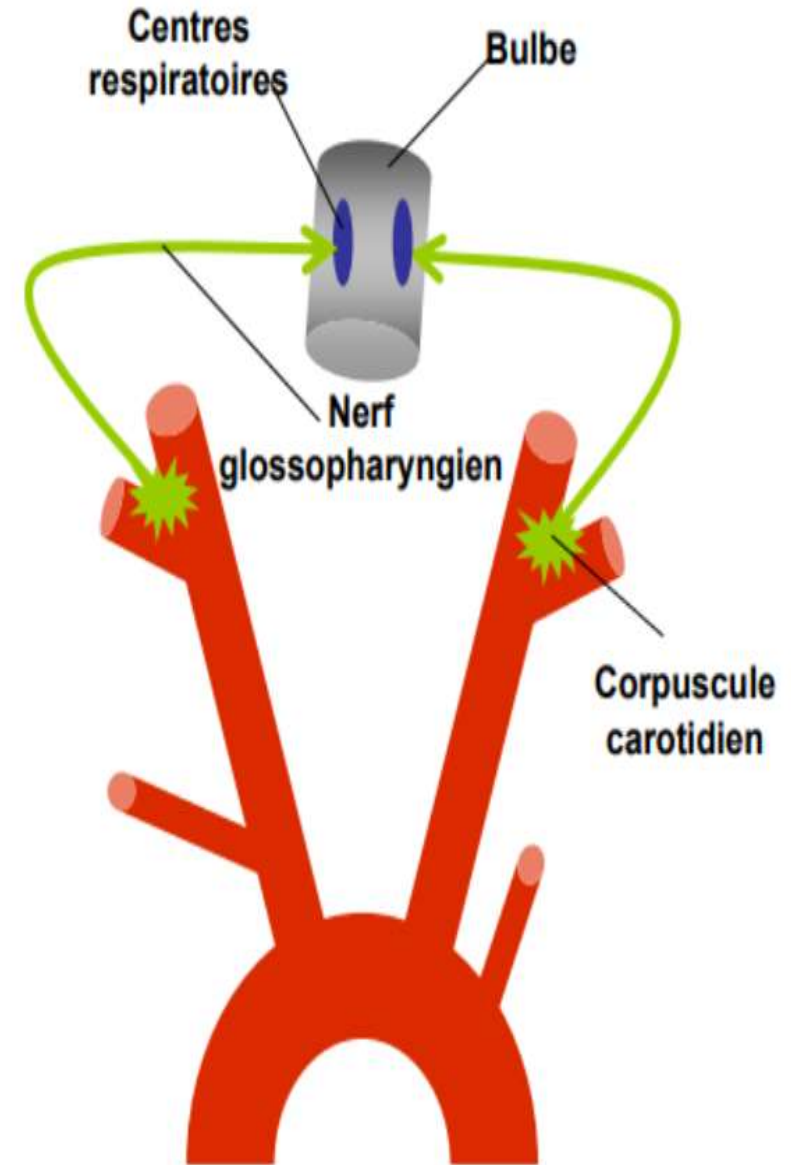
- **P_{CO_2} : 36 - 42 mm Hg**

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

- Les chémorécepteurs centraux localisés au niveau du plancher du 4ème ventricule.
- Seul le CO₂ passe librement la barrière hémato-méningée, abaisse le pH du LCR (CO₂ => H⁺ + HCO₃⁻ sous l'action de l'anhydrase carbonique) et induisent une stimulation de la ventilation.
- La ventilation alvéolaire croît et réduit donc la PaCO₂.



- Les chémorécepteurs périphériques ;aortique et sinocarotidiens; sont sensibles à la variation du pH et de la PaCO₂ mais surtout à la PaO₂.
- La baisse du pH stimule ces récepteurs (\nearrow de la PaCO₂ et \searrow de la PaO₂) d'où une hyperventilation et une élimination accrue du CO₂.
- Les chémorécepteurs périphériques sont moins sensibles mais très rapides. Ils permettent d'accélérer la régulation en cas de variations rapides du métabolisme.



En résumé

- Augmentation $[H^+]$ → Diminution du pH → Stimulation de la respiration: → Hyperventilation pulmonaire → Augmentation de l'élimination du CO_2
- Diminution $[H^+]$ → augmentation du pH → Dépression de la respiration: → Hypo ventilation pulmonaire → diminution de l'élimination du CO_2
- Un excès d'élimination de CO_2 → alcalose respiratoire.
- Une insuffisance d'élimination de CO_2 → acidose respiratoire

- Le système respiratoire ne peut modifier ni le taux d'acide fixe ni le taux de bicarbonate. Mais il peut compenser un excès d'acide fixe par une réduction du taux d'acide carbonique et inversement, visant à maintenir le stock d'acide total.

C. Régulation rénale:

- Le rein est le plus efficace de tous les systèmes régulateurs du pH.
- L'élimination de la charge acide fixe dépend du rein.
- L'adaptation rénale à une modification de cette charge est lente et tardive n'atteint sa pleine efficacité qu'en 2 à 3 jours

- Il s'agit d'éliminer les ions H^+ produits par les métabolismes cellulaires ou apportés par une charge acide exogène et de reconstituer la masse des tampons utilisés pour lutter contre l'acidose métabolique.
- Cette action s'exerce par un triple mécanisme :
 - La réabsorption tubulaire des bicarbonates.
 - l'excrétion des ions H^+ .
 - la régénération des bicarbonates

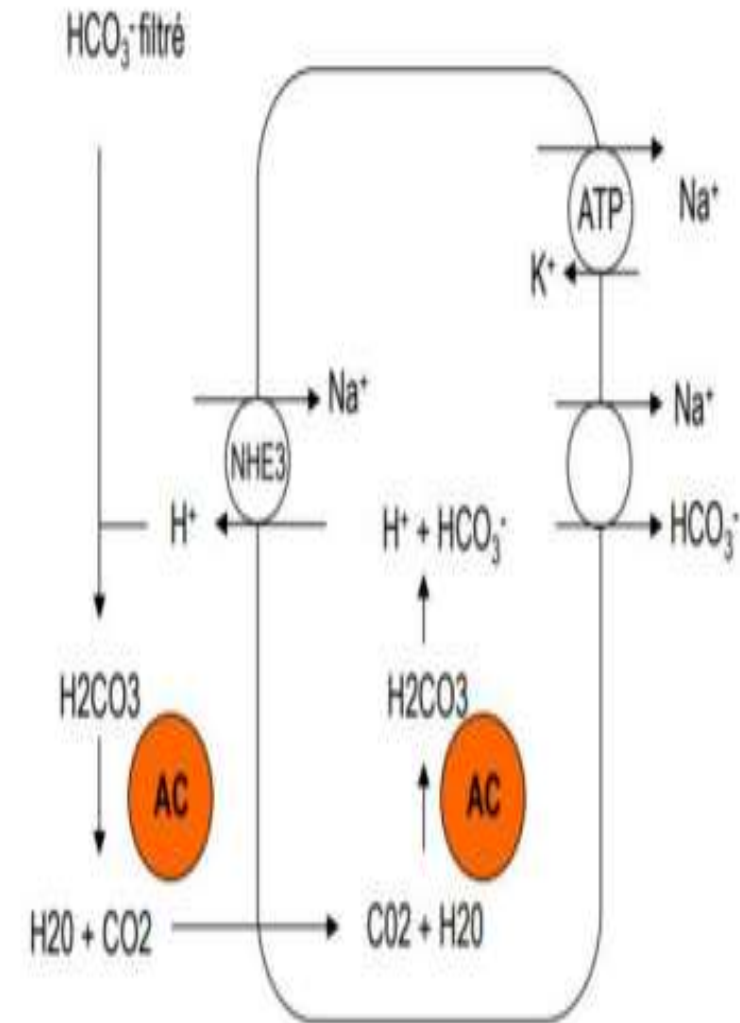
C.1. La réabsorption tubulaire des bicarbonates:

- Dans les conditions normales de PaCO_2 et de volume extracellulaire, la totalité des HCO_3^- est réabsorbée.
- Le HCO_3^- n'est excrété dans les urines que si son taux plasmatique dépasse 26 à 28 mEq/l.
- Dans les conditions physiologiques, 70% du HCO_3^- est réabsorbé au niveau du TCP, 20% au niveau de l'anse de Henlé, 5% au niveau du TCD et 5% au niveau du tube collecteur.

La réabsorption proximale des bicarbonates:

1. Sortie de Na^+ de la cellule (Na^+/K^+ ATPas en basolatérale)
2. \searrow Na^+ \rightarrow fonctionnement de l'antiport Na^+/H^+ apical (NHE).
3. L'ion H^+ sécrété dans l'urine tubulaire s'associe au HCO_3^- filtré (AC membranaire).
4. CO_2 diffuse, qui en présence de l'AC (intracellulaire) conduisant au H^+ et HCO_3^- .
5. L' HCO_3^- sort au pôle basolatéral par l'intermédiaire d'un Co transport électrogénique HCO_3Na (3HCO_3^- pour 1Na^+).

La réabsorption des bicarbonates par le tubule proximal est saturable. Elle est, par ailleurs, couplée à une réabsorption du sodium.



C.2 L'excrétion acide :

- L'excrétion rénale d'acide est faite sous trois formes : libre, liée aux phosphates et à l'ammoniac.

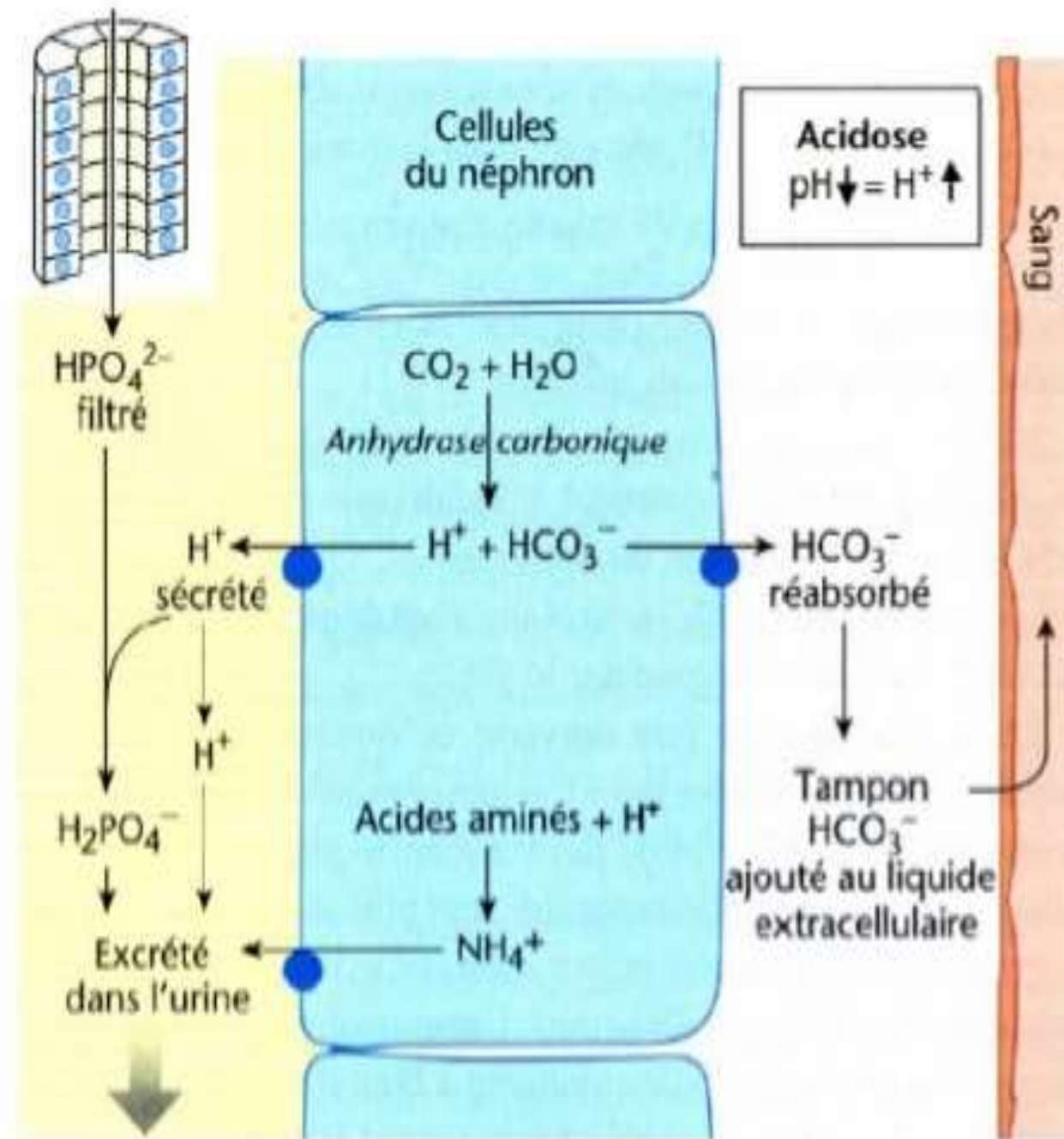
a. Forme libre :

- La quantité est négligeable et responsable du pH urinaire.
- A noter que le pH urinaire minimum est de 4,5.

b. L'excrétion d'acidité titrable:

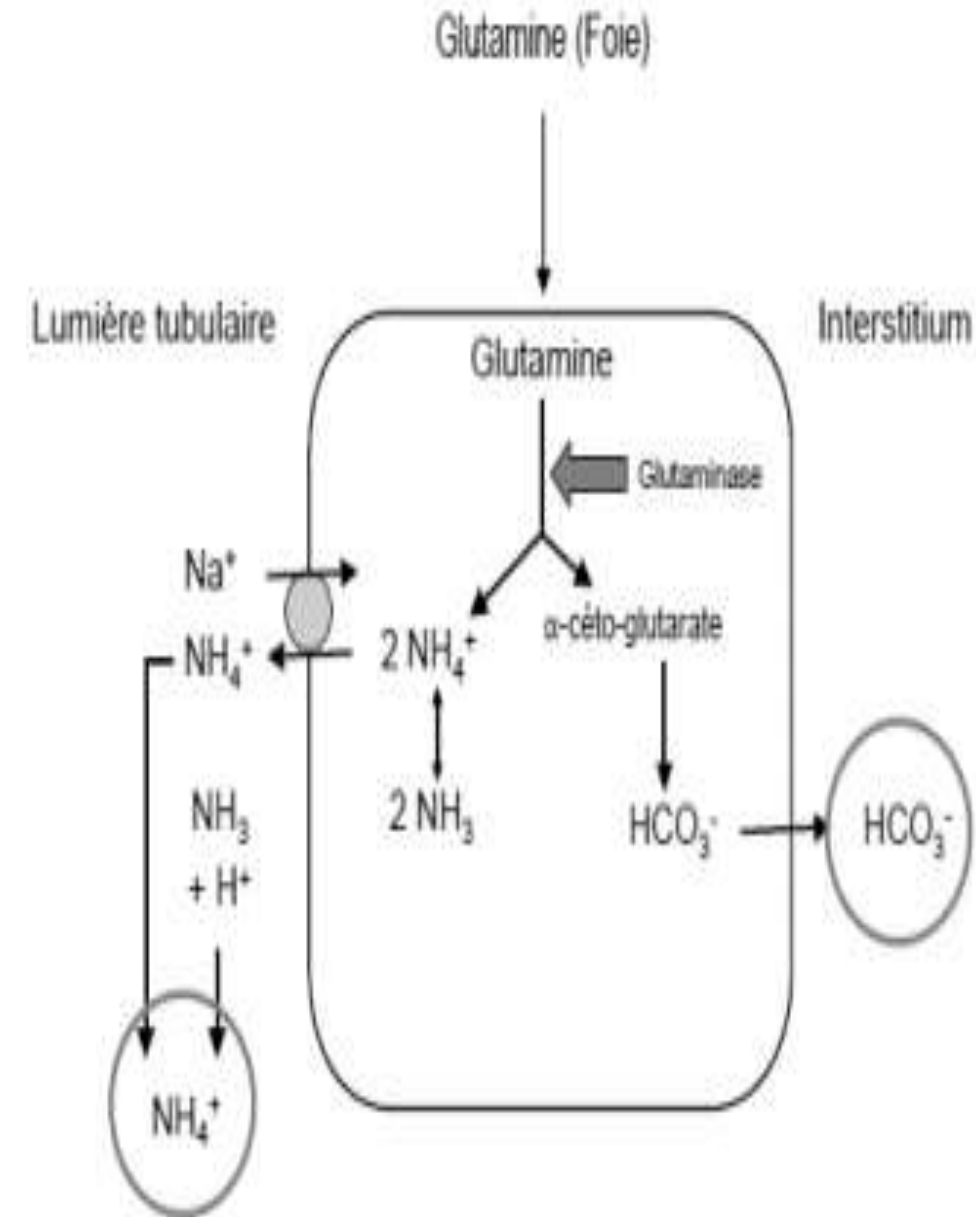
- Pour mesurer la quantité de substances acides éliminées, on les titre avec une base forte, d'où la dénomination d'acidité titrable de cette fraction d'ions H^+ éliminée sous forme d'acide faible.
- Il s'agit essentiellement du phosphate monosodique ($H_2PO_4^-$)

- ❖ Dans la cellule tubulaire, sous l'effet de l'AC, le CO_2 et le H_2O se décomposent en H^+ et HCO_3^- .
- ❖ Dans la lumière tubulaire, un ion Na^+ d'un sel neutre est échangé contre un proton H^+ .
- ❖ Le HPO_4^{2-} , présent dans les urines, capte un H^+ pour donner un ion H_2PO_4^- qui sera éliminé.
- ❖ Au bilan, pour chaque mmole de HPO_4^{2-} transformée en H_2PO_4^-
 - un ion H^+ est excrété
 - et un ion HCO_3^- est réabsorbé

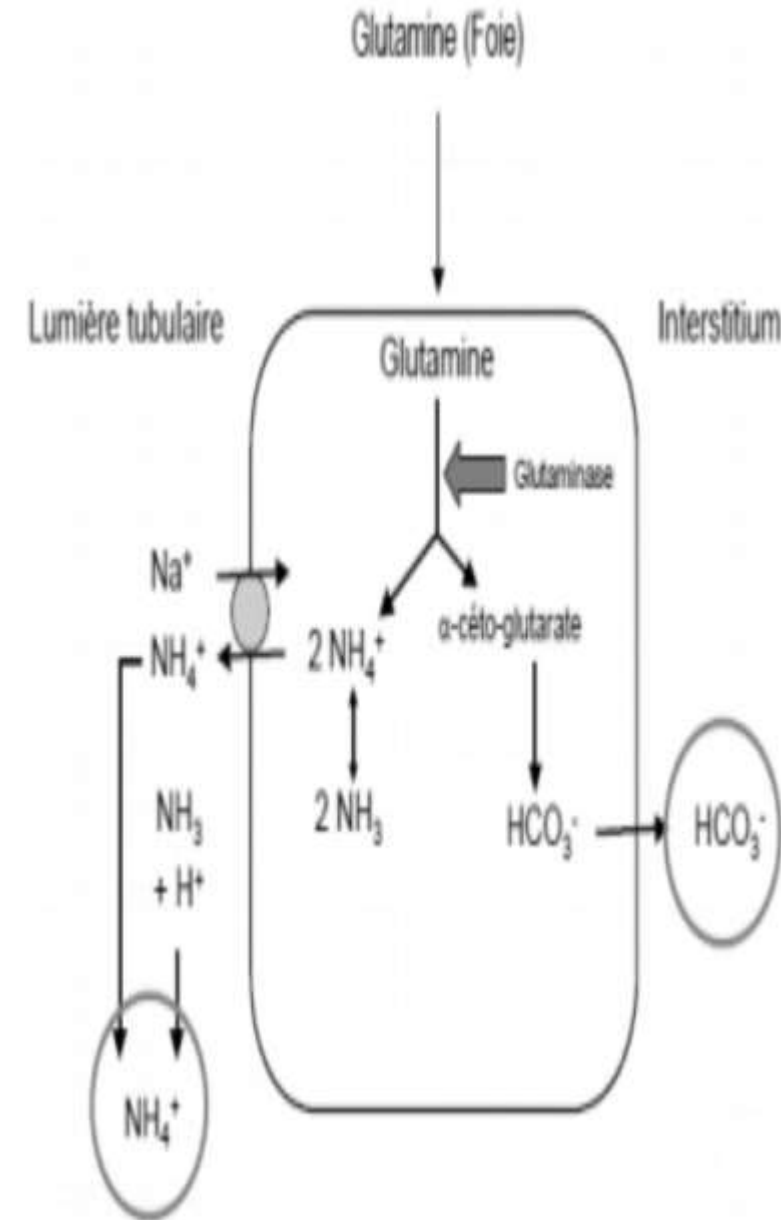


C. L'excrétion d'ammoniaque (NH₃) :

- L'excrétion d'ammoniaque assure les deux tiers de l'excrétion des ions H⁺ (40 à 50 mmol/j).
- Toutes les cellules tubulaires synthétisent de l'ammoniaque, mais le TCP en fabrique le plus.
- Le NH₃ est produit sous l'action de la glutaminase mitochondriale et cytoplasmique qui dégrade la glutamine en NH₃ et acide glutamique.
- L'ammoniac a la propriété de diffuser librement dans le sang et la lumière tubulaire selon un gradient de concentration.
- L'acide glutamique est deshydrogéné et donne alpha céto-glutarate produisant davantage du NH₄⁺ + mais aussi des HCO₃⁻.



- NH_4^+ (ammonium) est sécrété dans le TCP :
 - Soit directement en échange de la réabsorption d'un ion Na^+ .
 - Soit après dissociation en NH_3 et H^+ , le NH_3 diffuse dans la lumière tubulaire où il réagit avec l'ion H^+ sécrété pour former à nouveau du NH_4^+ .
- A chaque ion NH_4^+ formé dans la lumière, un ion Na^+ est réabsorbé et un ion HCO_3^- régénéré.
- Le NH_4^+ , ion non diffusible, sera éliminé dans les urines.



C.3. La régénération d'ions HCO_3^- :

- Les échanges tubulaires aboutissant à l'excrétion de l'acidité titrable et de l'ammoniaque (NH_3) conduisent à la régénération d'ions HCO_3^- qui diffusent dans les liquides péritubulaires puis dans le sang.

V. Troubles de l'équilibre acido-basique:

- Sont les troubles affectant la charge acide, c'est-à-dire la quantité d'ions H^+ présents dans les liquides de l'organisme.
- Acidémie = $pH < 7,36$
- Alcalémie = $pH > 7,44$
- Acidose = Phénomène responsable de l'augmentation de la charge (pool) en ions H^+ de l'organisme entraînant donc une diminution du pH.
- Alcalose = Phénomène responsable de la diminution de la charge en ions H^+ de l'organisme entraînant donc une augmentation du pH

Le pH dépend du rapport $\text{HCO}_3^-/\text{PCO}_2$



Les altérations de l'équilibre acido-basique résultent de troubles entraînant initialement des modifications du taux des HCO_3^- ou de la PaCO_2

- Selon la cause primaire, il apparaît une Acidose ou une Alcalose d'origine:
 - Respiratoire: Modification de la ventilation alvéolaire.
 - ❖ soit Hypoventilation et donc accumulation CO_2 et acidose.
 - ❖ soit Hyperventilation et donc diminution CO_2 et Alcalose.
 - Métabolique provient d'une accumulation excessive d'acides(acidose) ou de bases (alcalose), 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(si le trouble est métabolique) ou métabolique (si le trouble est respiratoire) qui puisse être mise en jeu.

A. Acidose :

- selon la nature du trouble primitif, il s'agit d'une:
 - Acidose respiratoire (augmentation de PaCO_2) ou une acidose métabolique (diminution HCO_3^-).
 - Elles sont avec ou sans acidémie suivant que le trouble primitif est compensé ou non

A.1. Acidose respiratoire:

- L'acidose respiratoire est définie par une augmentation de la PaCO_2 ($\text{PaCO}_2 > 42 \text{ mmHg}$).
- L'hypercapnie est toujours secondaire à une hypoventilation alvéolaire et l'hypoxémie est donc systématique qu'il y ait ou non une altération de la membrane alvéolocapillaire.

- Cause :

- ✓ Dépression respiratoire (médicaments, drogues" morphiniques , sédatifs).
- ✓ 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.

- Les signes cliniques sont liés à :L'hypercapnie (somnolence, troubles de vigilance, hypertension, sueurs), l'hypoxémie (agitation, polypnée, cyanose, détresse respiratoire) et la maladie sous-jacente.
- Traitement:
 - ✓ Traitement étiologique.
 - ✓ Traitement symptomatique: rétablir la ventilation alvéolaire (ventilation mécanique ou artificielle.)

a -Acidose respiratoire avec acidemie (non compensée):

- L'élévation compensatrice du taux des bicarbonates est insuffisante ou n'a pas eu le temps de se produire.
- Dans une situation d'hypercapnie aiguë, l'élévation des bicarbonates est absente ou très modeste.
- La forme biologique est la suivante:
 - ✓ PaCO_2 : augmentée (trouble primitif).
 - ✓ HCO_3^- : normaux ou légèrement augmentés.
 - ✓ pH: abaissé (acidemie)

b -Acidose respiratoire sans acidemie ou compensée:

- L'élévation des HCO_3^- est importante compense les effets de l'augmentation de la PaCO_2 sur le pH (insuffisance respiratoire chronique) et traduit l'adaptation rénale.
- La forme biologique est la suivante:
 - ✓ PaCO_2 : augmentée.
 - ✓ HCO_3^- : augmentés.
 - ✓ pH: normal

A.2. acidose métabolique:

- L'acidose métabolique est caractérisée par une diminution du pH liée à une baisse des bicarbonates (qui est le phénomène primitif) qui sont soit consommés, soit perdus.
- Elle est associée à une hypocapnie par mécanisme chimique et surtout par une hyperventilation alvéolaire compensatrice.

- Deux mécanismes différents : l'accumulation d'un acide indosé (donneur d'ion H^+) et la perte primitive de bicarbonates.
- Pour reconnaître le mécanisme, il faut calculer le trou anionique plasmatique (TAP) qui est la différence normale entre la somme des cations ($Na^+ + K^+$) et des anions dosés ($Cl^- + HCO_3^-$)
- Trou Anionique Plasmatique
$$TAP = [Na^+] + [K^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-]) = 12 - 20 \text{ mEq/L}$$
 - ✓ $TAP_c \leq 20 \text{ mEq/L}$ signe une perte primitive de bicarbonate
 - ✓ $TAP_c > 20 \text{ mEq/L}$ signe une accumulation d'acide indosé.

- Etiologies :

a -Excès d'ions H^+ :

❖ Origine exogène:

- Intoxication médicamenteuse (acide acétylsalicylique) , éthylène glycol et l'alcool méthylique.

❖ Origine endogène:

- Acidocétose du diabète, du jeûne ou alcoolique

b -Défaut d'élimination des ions H^+ par le rein:

- Insuffisance rénale aiguë ou chronique

c –perte de bicarbonates:

- Pertes digestives (les diarrhées),
- Diurétiques acidifiants (acetazolamide).

d –acidose de dilution:

- Résulte d'apports importants de perfusions dépourvues d'alcalins

1. acidose métabolique avec acidémie:

- HCO_3^- : diminués (TP)
- PaCO_2 : normale ou modérément abaissée
- pH: abaissé (acidémie).

2. acidose métabolique sans acidémie:

- HCO_3^- : diminués
- PaCO_2 : diminuée
- pH: normal

A.3. acidose mixte:

- Résulte de l'association d'une cause d'acidose respiratoire (PaCO_2 élevée) et d'une cause d'acidose métabolique (HCO_3^- bas).
- Les deux troubles primitifs sont présents et additionnent leurs effets sur le pH.
- Il n'existe aucune possibilité de compensation.
- Il s'agit d'une
- situation mettant en jeu le pronostic vital nécessitant une prise en charge urgente.
- La forme biologique:
 - ✓ PaCO_2 : augmentée .
 - ✓ HCO_3^- : diminués .
 - ✓ pH: très abaissé (acidémie sévère).

B. Alcaloses:

- Correspondent aux situations où existe une diminution du pool en ions H^+ de l'organisme.

B.1. Alcalose respiratoire:

- caractérisée par une élévation du pH liée à une hypocapnie.
- L'hypocapnie traduit l'hyperventilation alvéolaire.

B.1. Alcalose respiratoire:

- L'hypocapnie qui est à l'origine de l'alcalose respiratoire témoigne d'une hyperventilation alvéolaire par hyperpnée.
- Causes: toutes les situations d'augmentation de la ventilation, d'origine respiratoire :
 - ✓ Maladies respiratoires aiguës ou chroniques.
 - ✓ Anémie ou autre anomalies du transport de l'oxygène.
 - ✓ Exposition à l'altitude.
 - ✓ Hyperventilation mécanique: ventilation artificielle mal contrôlé.
 - ✓ hyperpnée d'origine centrale:(Tumeur cérébrale, encéphalites,...)

a -Alcalose respiratoire avec alcalémie:

- L'abaissement compensateur des HCO_3^- ne se produit pas ou est insuffisant.
- Biologiquement :
 - ✓ PaCO_2 : diminuée
 - ✓ HCO_3^- : normaux ou modérément diminués
 - ✓ pH: élevé (alcalémie)

b -Alcalose respiratoire sans alcalémie:

- Il y a un abaissement compensateur du taux des HCO_3^-
- Biologiquement :
 - ✓ PaCO_2 :diminuée .
 - ✓ HCO_3^- : diminués.
 - ✓ pH: normal

B.2. Alcalose métabolique:

- L'élévation des HCO_3^- qui est le phénomène primitif peut avoir plusieurs origines:

1. surcharge en tampons alcalins:

➤ Exogène:

- Administration massive de bicarbonates de sodium.
- Prise excessive et prolongée de pansements digestifs alcalins.

➤ Endogène:

❖ Alcalose de reventilation.

2. Fuite exagérée d'ions H^+ :

❖ par voie digestive et rénale

a. Alcalose métabolique avec alcalémie:

- HCO_3^- : élevés.
- PaCO_2 : normale ou peu augmentée
- pH: élevé (alcalémie).

b. Alcalose métabolique sans alcalémie:

- ✓ HCO_3^- : élevés .
- ✓ PaCO_2 : augmentée
- ✓ pH: normal

B.3.Alcalose mixte:

- Les alcaloses mixtes associent une alcalose respiratoire (PaCO_2 basse) à une alcalose métabolique (bicarbonatémie élevée). Elles entraînent une alcalémie sévère.
- Les deux troubles primitifs additionnent leurs effets sur le pH
- Il n'existe aucune possibilité de compensation

