

Université Constantine 3
Faculté de médecine
Département de médecine

Fonctions Tubulaire 2

Rein et régulation du PH

Dr M. MADANI
2021-2022

- Le P H de l'organisme est maintenu stable entre 7,38 et 7,42 par des mécanismes physiologiques



les poumons,

les reins

système tampons.

Sources d'acides :

1-gaz carbonique

s'hydrate rapidement en acide carbonique (equivalent 13000 a 15000 meq ion H⁺)

- CO₂ accumulation =effets sur le PH du sang
- Le CO₂ est volatil, éliminé par les poumons rapidement (aucune accumulation ne se produit au niveau de l'organisme).

2-l'oxydation des acides aminés soufrés des protéines.(50 à 100 meq H⁺ par jour).

3-l'alimentation

Le système tampons:

= solution qui limite les variations du PH.

LE C:

- CO₂ / HCO₃⁻
- H protéine /protéine-
- H₂PO₄⁻ /HPO₄(2⁻) Les phosphates monoacides
HPO₄ (2⁻) du plasma et des liquides interstitiels
tamponnent les ions acides :

HPO₄(2⁻) + H⁺ \longrightarrow H₂PO₄⁻. Système efficace.

urines:

- H₂PO₄⁻ /HPO₄(2⁻)
- NH₄⁺ /NH₃

Systeme HCO₃⁻ / CO₂

- Dans le plasma et les liquides interstitiels,



réaction est catalysée par l'anhydrase carbonique, réversible
C'est le système le plus important pour 2 raisons :

- 1-La forme alcaline est abondante dans le plasma et dans le liquide interstitiel : 25mmol/L.
- 2- Ce système est ouvert , régulé :
 - quantité de CO₂ dissous =1,2 mmol / L (réglé par la ventilation pulmonaire)
 - le rein à la double capacité de régénérer des bicarbonates et d'éliminer des ions H⁺ fixes dans les urines.

l'équation de Henderson-Hasselbach :

- $\text{PH} = \text{PK} + \text{Log} \left[\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{P}(\text{CO}_2)} \right]$
- $\text{PH} = 6,1 + \text{Log} \left[\frac{25\text{mmol/L}}{1,2\text{mmol/L}} \right] = 7,40$

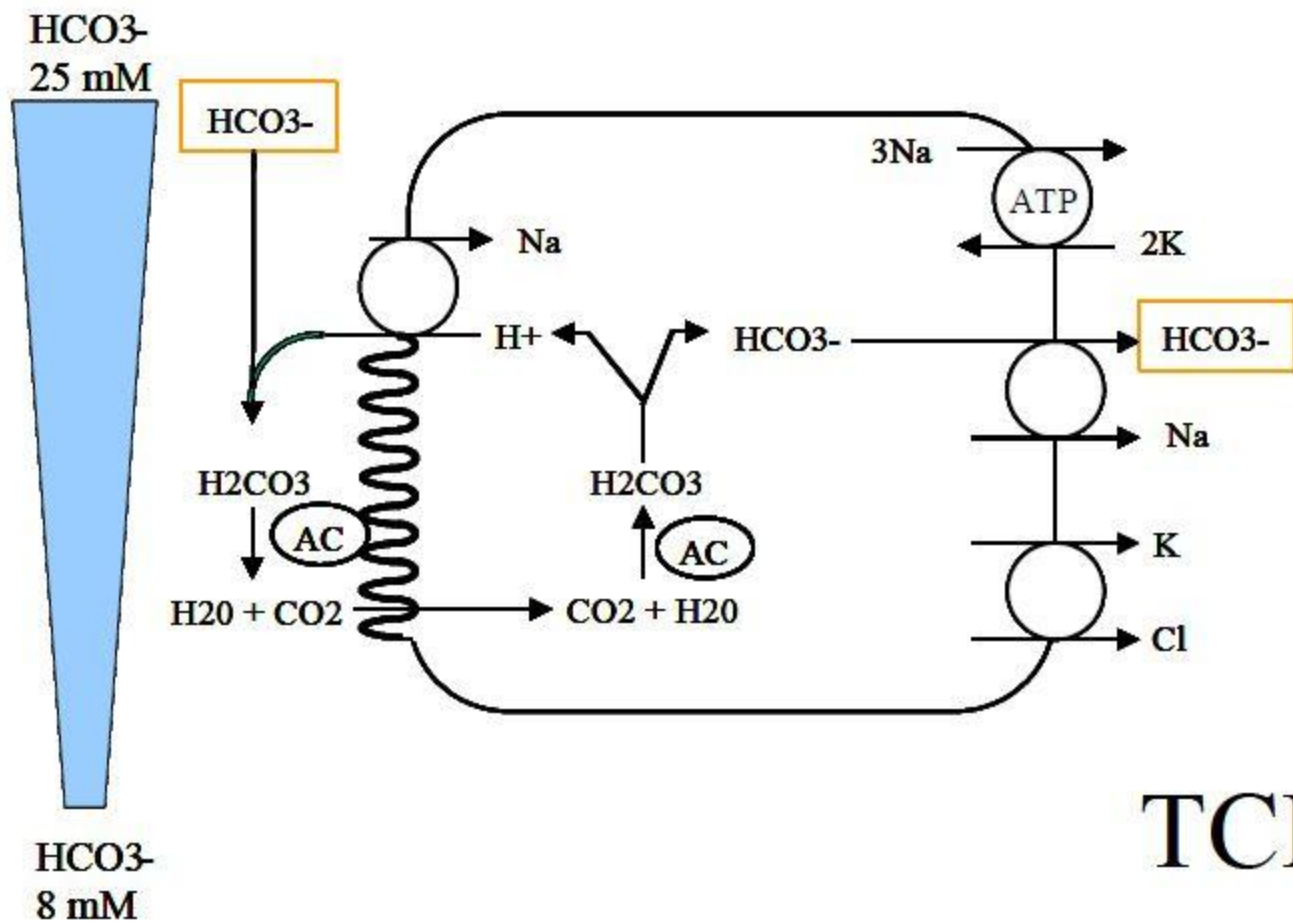
La stabilité du PH dépend du rapport des concentrations des HCO_3^- et du CO_2 .

Régulation rénale :

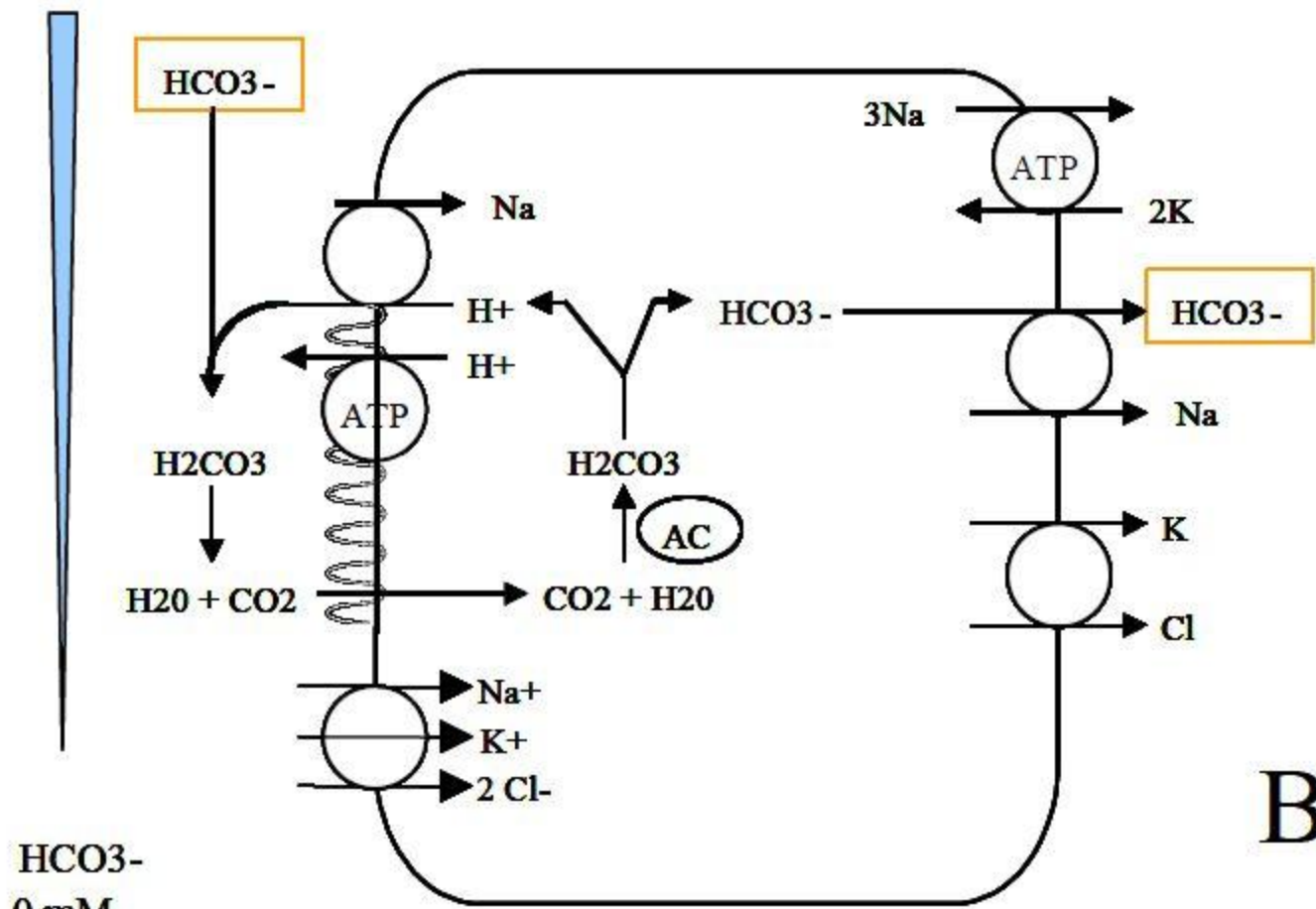
- 1- Conservation des HCO_3^- -filtres sans excrétion d'ion H^+
- 2- Régénération des bicarbonates
- 3-Excrétion rénale des ions H^+ :
 - a- H^+ libre
 - b- Excrétion d'acidité titrable
 - c- NH_4^+

1- Conservation des HCO₃-filtres

- Les ions H⁺ secrétés sont tamponnés par les HCO₃-filtres.
- Ce mécanisme aboutit à la réabsorption d'une molécule de bicarbonate.
- L'augmentation de la PCO₂ plasmatique, favorise la sécrétion des Protons et accroît les capacités de réabsorption tubulaires des HCO₃
- L'anhydrase carbonique: enzyme clé de la réabsorption des ions HCO₃⁻ et de l'excrétion des ions H⁺.



TCP



BAL

Figure 2

Conservation des HCO₃-filtres

- Dans les conditions normales:
la quantité de HCO₃- réabsorbée quotidiennement = à quantité de HCO₃-filtrée. les HCO₃- dans les urines est nulle.
- La réabsorption des HCO₃- filtrés est saturable T_m atteint pour bicarbonatémie égale à sa valeur normale (24 a 28mmol / L)(excès éliminé dans les urines) .

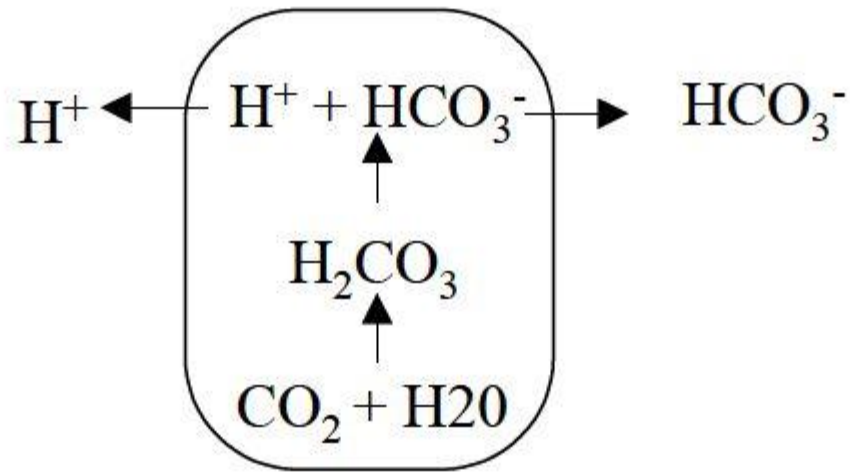
Conservation des HCO₃-filtres

- La capacité de réabsorption peut être modifiée par:
 - Volume extra cellulaire (VEC)
 - Augmentation du VEC entraîne une diminution de réabsorption Na⁺ et HCO₃⁻.
 - Diminution du VEC entraîne une augmentation de réabsorption de Na⁺ et de HCO₃
 - Siège de réabsorption des HCO₃⁻ :
 - Tubule proximal 80%.
 - Branche ascendante de l'anse de Henle : 15%.
 - Au niveau du canal collecteur : 5%.

2-Régénération des bicarbonates :

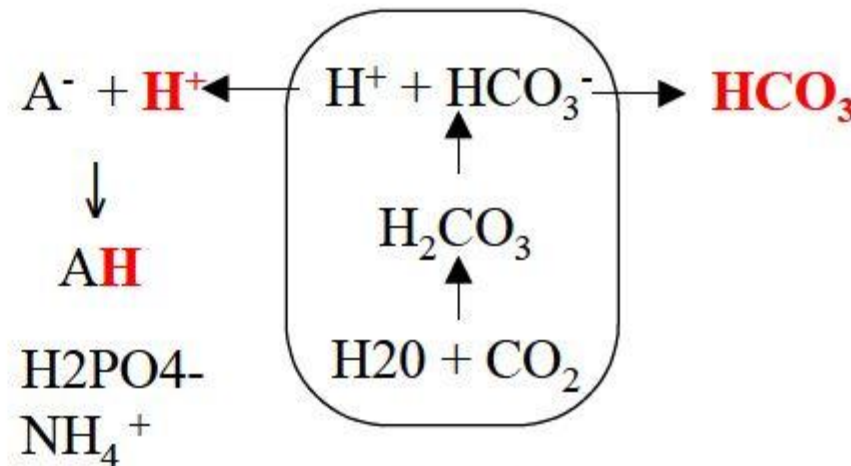
- Permet:
 - L'excrétion journalière de 70 meq de H^+
 - La récupération d'une quantité équivalente d'ions HCO_3^- qui ont été consommés pour la neutralisation des acides.
 - Les ions H^+ sont secrétés dans les urines sous forme libre, d'acidité titrable et d'ions ammonium. L'excrétion à lieu au niveau du TD et CC.

Lumière tubulaire
Pôle apical



Interstitium
Pôle basolatéra

Régénération



Distal

3-Excrétion rénale des ions H⁺.

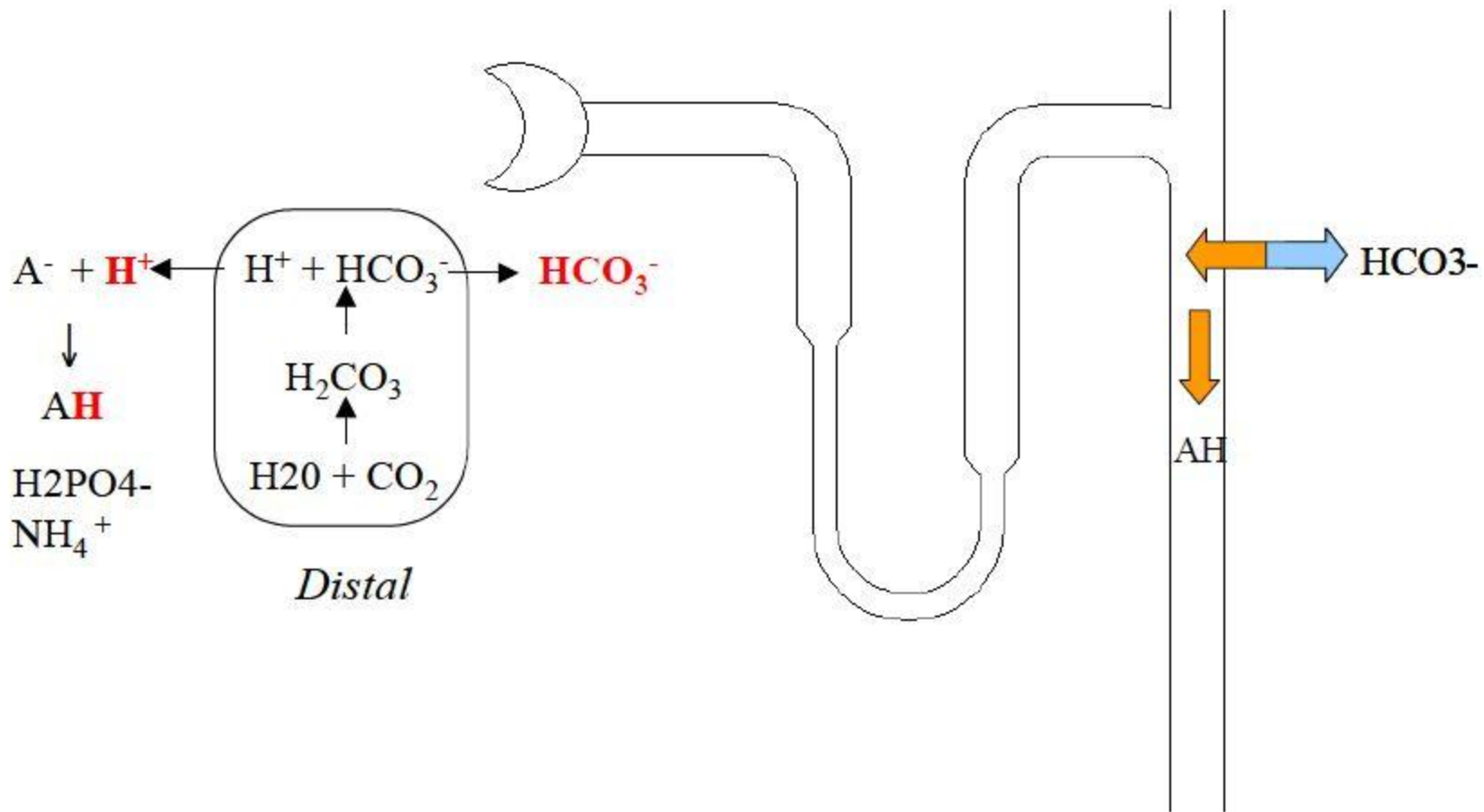
- Nécessité des tampons urinaires :

Les cellules tubulaires rénales excrètent les H⁺ dans le liquide de la lumière tubulaire (urine définitive), → PH chute le gradient de concentration des ions H⁺ entre les cellules tubulaires et le liquide intraluminal augmente.

- Les principaux systèmes tampons de l'urine:

-phosphate (qui provient de la filtration)

-Le système NH₄⁺ / NH₃ secrété par les cellules tubulaires.



a) H⁺ libre (pH urinaire)

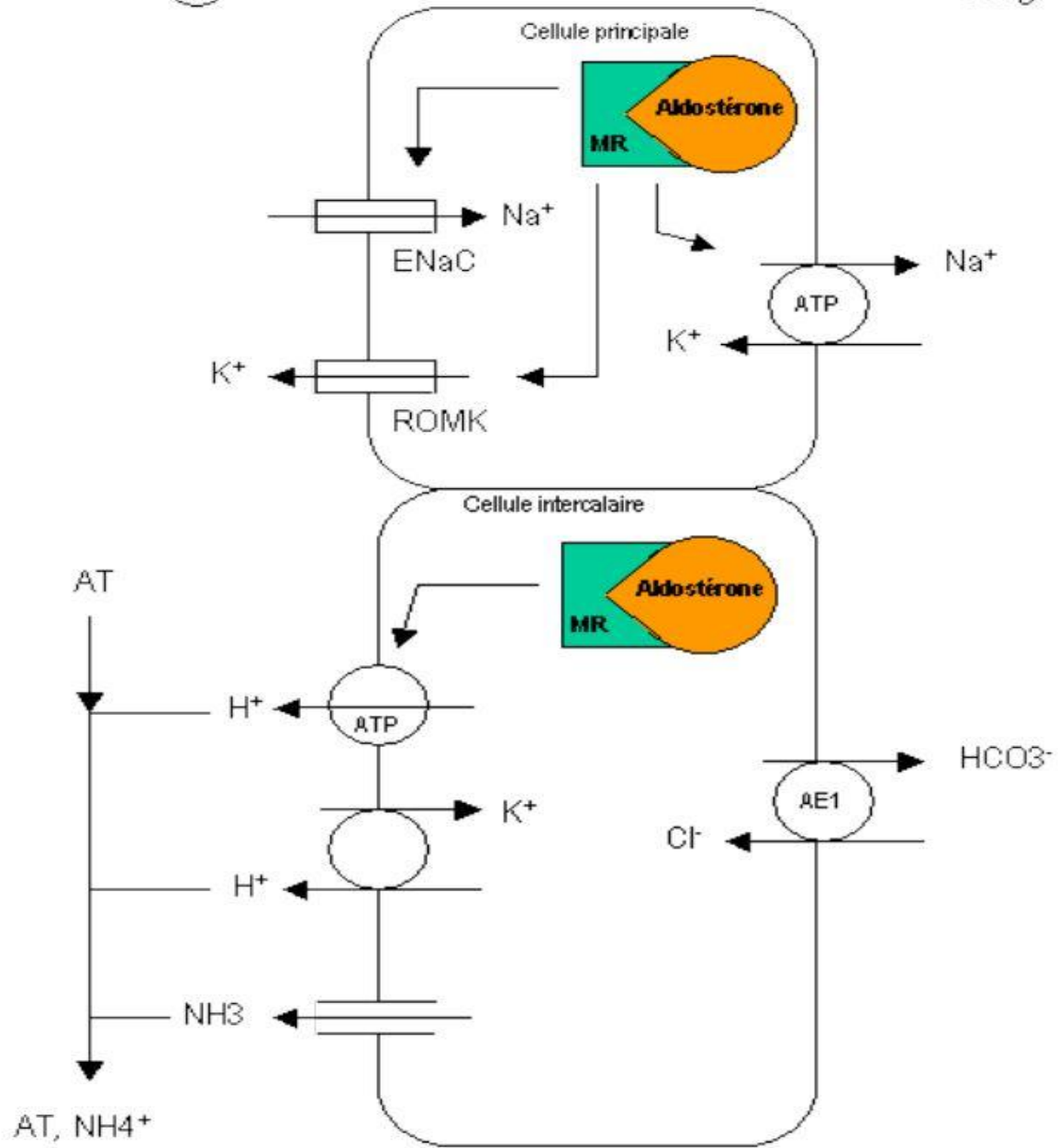
- au niveau du tube contourné proximal Transport actif primaire par une pompe H⁺ ATP asique.
- Transport actif secondaire par antiport Na⁺/H⁺
Pour chaque ion H⁺ secrété un ion Na⁺ disparaît
- Au niveau du tube collecteur : Les ions H⁺ sont secrétés grâce à une H⁺/K⁺ ATP ase et une H⁺ ATP ase
- La sécrétion d'H⁺ est stimulée par :
 - Hyperaldostéronisme

Lumière



ddp

Sang



b-Excrétion d'acidité titrable

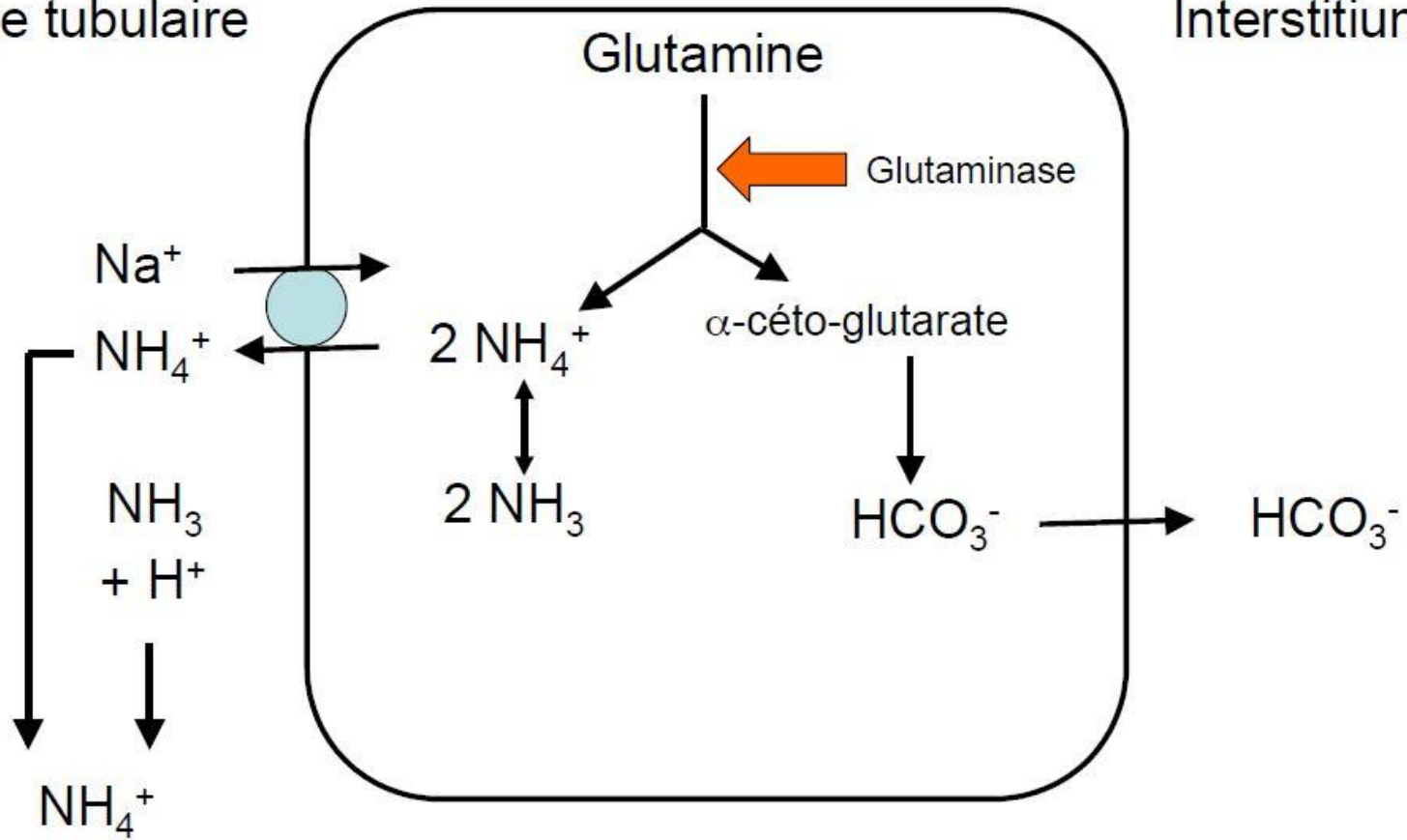
- L'acidité titrable est la charge acide prise en charge par des sels d'acide faible,. Les principaux tampons concernés sont :
 - Phosphate : $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ (pK = 6.8)
 - Créatinine (pK = 4.9)
 - Acide urique (pK = 5.7)
- Les caractéristiques de l'acidité titrable sont :
 - forme non régulée d'élimination de la charge acide, mais modulée par le pH urinaire (l'acidité titrable est maximale à pH urinaire acide en situation physiologique ; elle diminue en cas de pH urinaire alcalin),
 - permet d'éliminer environ 1/3 de la charge acide fixe (20mM).

c) NH_4^+

- NH_4^+ est le produit du métabolisme des acides aminés,
- NH_3 diffuse librement à travers les membranes, NH_4^+ doit être lié pour diffuser
- Au niveau du foie : L'ion d'ammonium NH_4^+ est transporté par la Glutamine .
- Au niveau rénal: La Glutamine est filtrée et réabsorbée au niveau du TCP par un symport avec le Na^+ .
- Au niveau de la cellule tubulaire proximale : La Glutamine libère au niveau mitochondrial du NH_4^+ et du Glutamate.
- Le NH_4^+ est secrété dans la lumière tubulaire selon deux voies :
- 1) Il se dissocie en NH_3 et H^+ et chacun est secrété séparément puis ils se réassocient au niveau de la lumière
- 2) Secrété sous forme ionique (à la place de l'ion H^+)

Lumière tubulaire

Interstitium



Bibliographie :

- Physiologie humaine Philippe Meyer
- Physiologie humaine le rein M.V. Pellet
- L'équilibre acido-basique en médecine
Michael L.G. Gardner