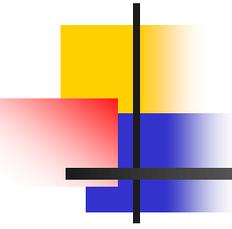


Régulation acide-base et principales perturbations

DIU Néphrologie Pédiatrique 2018 - 2019
session de Marseille

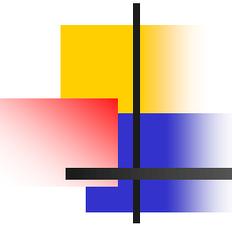
laurence.dubourg@chu-lyon.fr



Exemple pratique

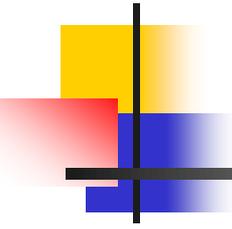
On administre à un sujet sain une charge acide équivalente à un apport exogène de 1 mmol/L de liquide extracellulaire de H^+ (test de charge acide par du chlorure d'ammonium)

- Quelles sont les conséquences potentielles ?
- Quels mécanismes de défense va-t-il mettre en place pour lutter contre l'acidose ?



plan

1. rappel sur l'équilibre acido-basique
2. rôles des reins : excrétion de H^+ et conservation des HCO_3^-
3. examens utiles dans l'exploration des troubles de l'acidification



plan

1. rappel sur l'équilibre acido-basique
2. rôles des reins : excrétion de H^+ et conservation des HCO_3^-
3. examens utiles dans l'exploration des troubles de l'acidification

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- Acidité d'une solution = $[H^+]$ libres

- concentrations faibles : 10^{-6} à 10^{-8} mol/L

- pour $[H^+] = 10^{-6}$ mol/l \Rightarrow pH = 6

- pour $[H^+] = 10^{-8}$ mol/l \Rightarrow pH = 8

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

- L'ion H^+ : très réactif

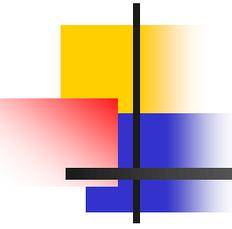
- se combine rapidement aux protéines de l'organisme

- protéines intracellulaires, enzymes et canaux membranaires

- ↳ modification de l'activité

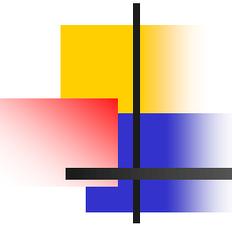
- modification de l'excitabilité neuronale

- Nécessité de régulation très précise de la concentration en H^+ libres



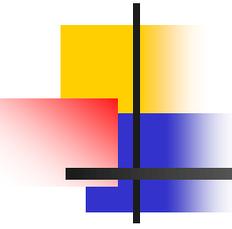
1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- pH physiologique LEC
 - $7,35 \leq \text{pH} \leq 7,45$ soit $35 \text{ nmol/L} \leq [\text{H}^+] \leq 45 \text{ nmol/L}$
 - pH compatible avec la vie : $7,0 < \text{pH} < 7,7$
- Lutte permanente contre afflux d'acides
- Apports en acide : 2 sources
 - acidité volatile
 - acidité fixe



1. rappel sur l'équilibre acido-basique

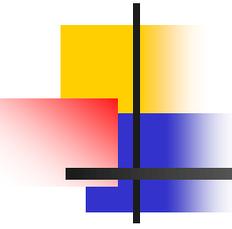
- **1ère source : formation d'acidité volatile**
 - $\approx 15\ 000$ mmoles de CO_2 produites chaque jour par le métabolisme oxydatif \rightarrow production d'un acide faible :
acide carbonique
 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
 - acide volatil : élimination par les poumons



1. rappel sur l'équilibre acido-basique

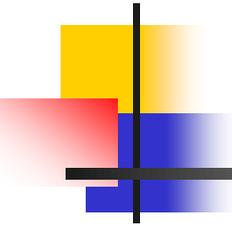
- **2ème source : formation d'acidité fixe (10 à 100 mmol/j)**

- viande = fraction importante de notre régime alimentaire :
 - protéines → acides aminés
 - aa soufrés → H_2SO_4
- phospholipides → H_3PO_4 (petite quantité) d'acides fixes
- dans certaines conditions production de:
 - ac. lactique → exercice musculaire, hypoxie
 - ac. acétoacétique, ac. β -hydroxybutyrique → acidocétose diabétique, jeûne



1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- ainsi l'organisme doit se défendre pour maintenir un pH alcalin (7,4) face à une production d'acides qui tend à faire chuter le pH
- l'organisme se défend de la même façon lorsqu'il y a un apport extérieur d'acides



1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- Moyens de défense
 - mécanismes humoraux
 - tampons
- Mécanismes viscéraux
 - poumons
 - reins

1^{ère} ligne de défense
limite les grandes variations

2^{ème} ligne de défense
poumons : mécanisme rapide
reins : réponse retardée mais
complète

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- **b. défenses mises en jeu pour le maintien de l'équilibre acido-basique**

1ère ligne de défense rapide : intervention du tampon

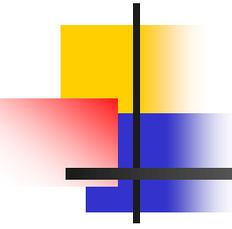
$\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3/\text{CO}_2$ (tamponnement physico-chimique)



H^+ tamponné par $\text{HCO}_3^- \rightarrow [\text{HCO}_3^-] \downarrow$ et $[\text{CO}_2] \uparrow$

($[\text{H}_2\text{CO}_3]$ forme transitoire)

cela minimise la chute de pH



1. rappel sur l'équilibre acido-basique

cela peut être illustré en utilisant l'équation d'Henderson-Hasselbalch qui s'applique :

- à tous les tampons
- au système tampon $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_2$ qui est le plus important au niveau plasmatique

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{acide}]}$$

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

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

CO_2 dissous = f (PCO_2)

$$\begin{array}{l} [\text{CO}_2] = \alpha \times \text{PCO}_2 \\ \text{mM/l} \qquad \qquad 0,03 \quad \text{mmHg} \end{array}$$

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,03 \times \text{P}_{\text{CO}_2}}$$

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- équilibre acido-basique normal

$[\text{HCO}_3^-] = 26 \text{ mmol/l} - [\text{H}_2\text{CO}_3] \sim 0 \text{ mmol/l} - \text{PCO}_2 = 40 \text{ mmHg}$

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \text{PCO}_2} = 6,1 + \log \frac{26}{0,03 \times 40} = 6,1 + \log \frac{26}{1,2}$$

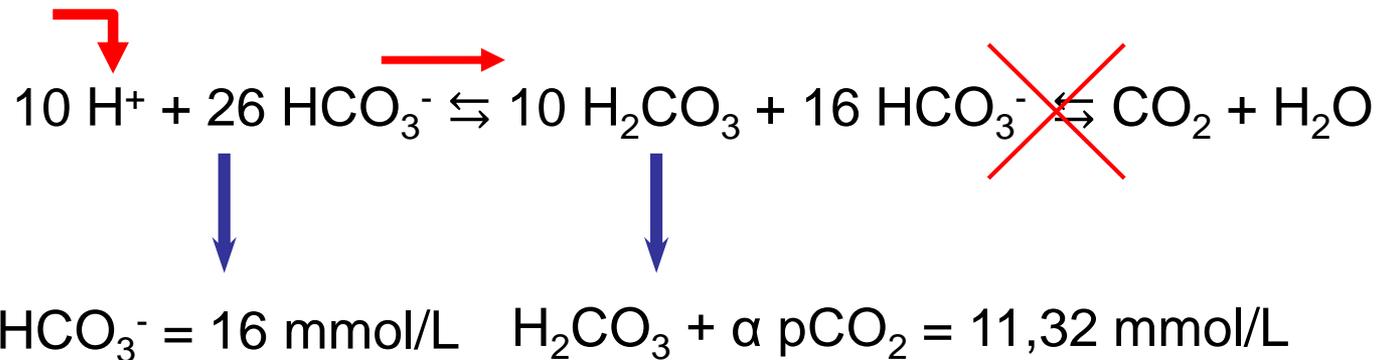
$$\text{pH} = 6,1 + \log 22 = 6,1 + 1,3$$

$$\text{pH} = 7,4$$

Cas pratique (charge acide)

Action des tampons lors de la surcharge acide (10 mmol H⁺/L de LEC)
(situation pas de compensation pulmonaire)

Sujet sain HCO₃⁻ = 26 mmol/L pCO₂ = 40 mmHg (α pCO₂ = 1,32 mmol/L)



$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \text{ pCO}_2 + [\text{H}_2\text{CO}_3]} = 6,1 + \log \frac{16}{11,32} = 6,25$$

**minimisation de la variation du pH mais insuffisante
→ pH incompatible avec la vie**

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- Moyens de défense
 - mécanismes humoraux
 - tampons

- Mécanismes viscéraux
 - poumons
 - reins

1^{ère} ligne de défense
limite les grandes variations

2^{ème} ligne de défense
poumons : mécanisme rapide
reins : réponse retardée mais
complète

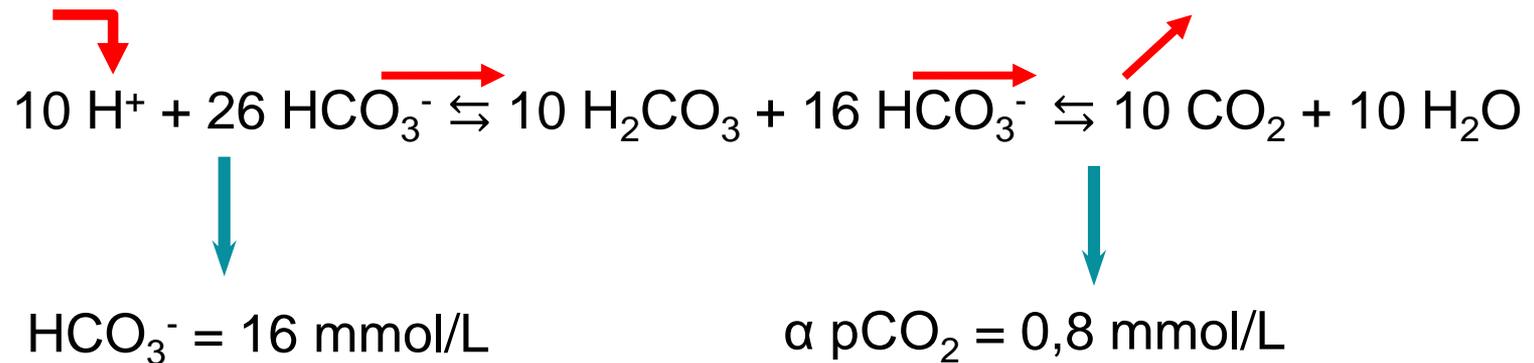
$$7,40 = 6,10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\alpha \text{ PCO}_2]}$$

↳ **Poumons** → ↗ ventilation ⇔ ↘ PCO₂

Cas pratique (charge acide)

Compensation pulmonaire : hyperventilation

Sujet sain $\text{HCO}_3^- = 26 \text{ mmol/L}$ $\text{pCO}_2 = 25 \text{ mmHg}$ ($\alpha \text{ pCO}_2 = 0,8 \text{ mmol/L}$)

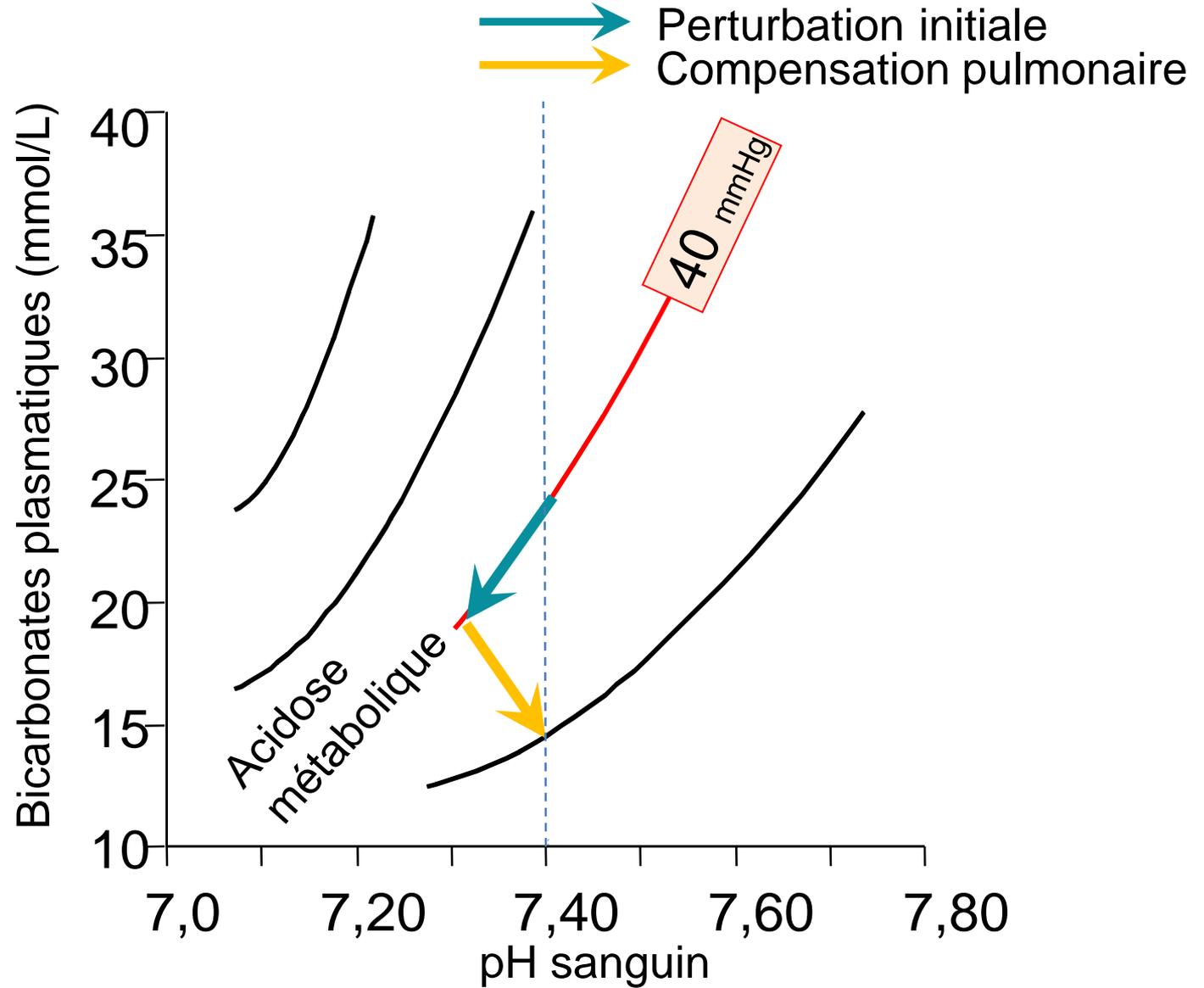


$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \text{PCO}_2} = 6,1 + \log \frac{16}{0,8} = 7,39$$

→ **pH normal mais**

- **hyperventilation importante**
- **diminution des HCO_3^-**

DIAGRAMME DE DAVENPORT



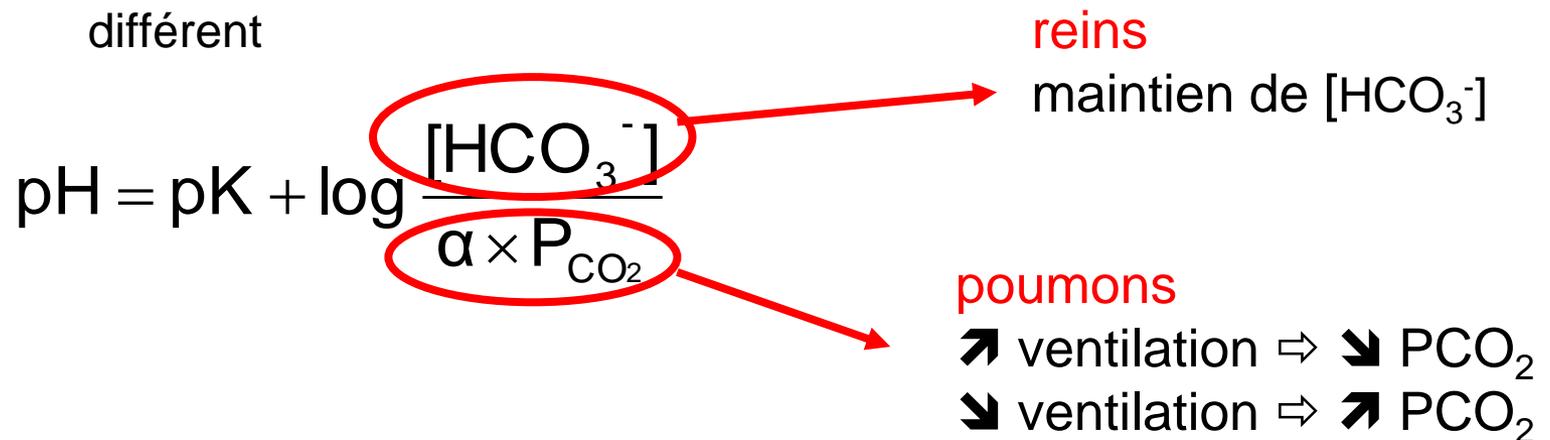
1. rappel sur l'équilibre acido-basique

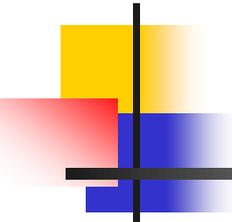
3ème ligne de défense : intervention des reins

- l'intervention rapide du tampon HCO_3^- et de la ventilation pulmonaire
 - ont permis de ramener le pH à une valeur presque normale
 - **mais** les réserves du principal tampon extracellulaire ont été très sérieusement diminuées : $[\text{HCO}_3^-] : 24 \searrow 12 \text{ mmol/l}$
- les reins vont intervenir pour :
 - reconstituer les réserves de HCO_3^-
 - et simultanément, sécréter et excréter des ions H^+
- ***cet exemple se produit en cas :***
 - d'accident : ingestion de H^+
 - de maladies(apports alimentaires → apports de H_2SO_4)

1. rappel sur l'équilibre acido-basique

- pourquoi le système tampon $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 / \text{PCO}_2$ est-il le plus important au niveau extra-cellulaire ?
 - alors que son $\text{pK}_a = 6,1$ donc « mal adapté »
 - parce que
 - 1) le plus important quantitativement (25 mmol/l)
 - 2) régulation possible de chacun de ses composants par un organe différent



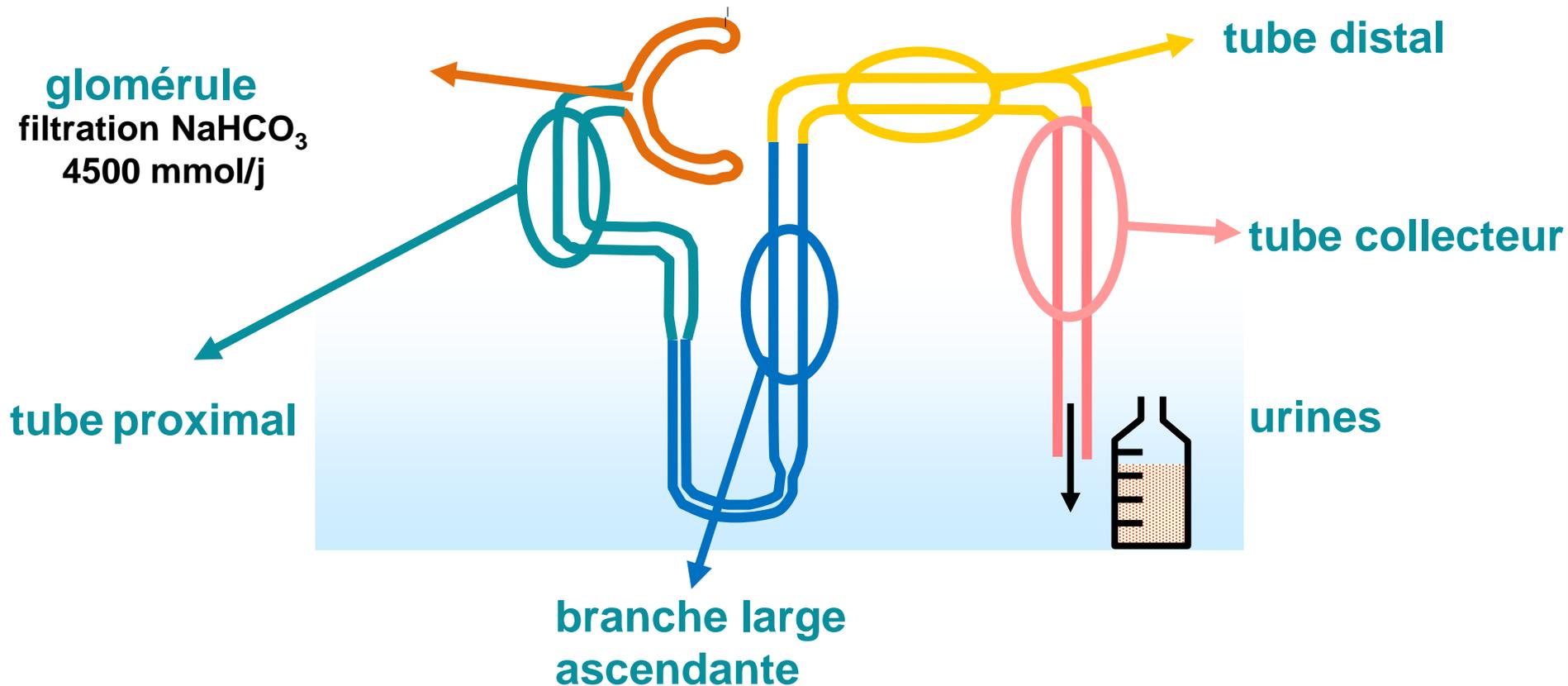


plan

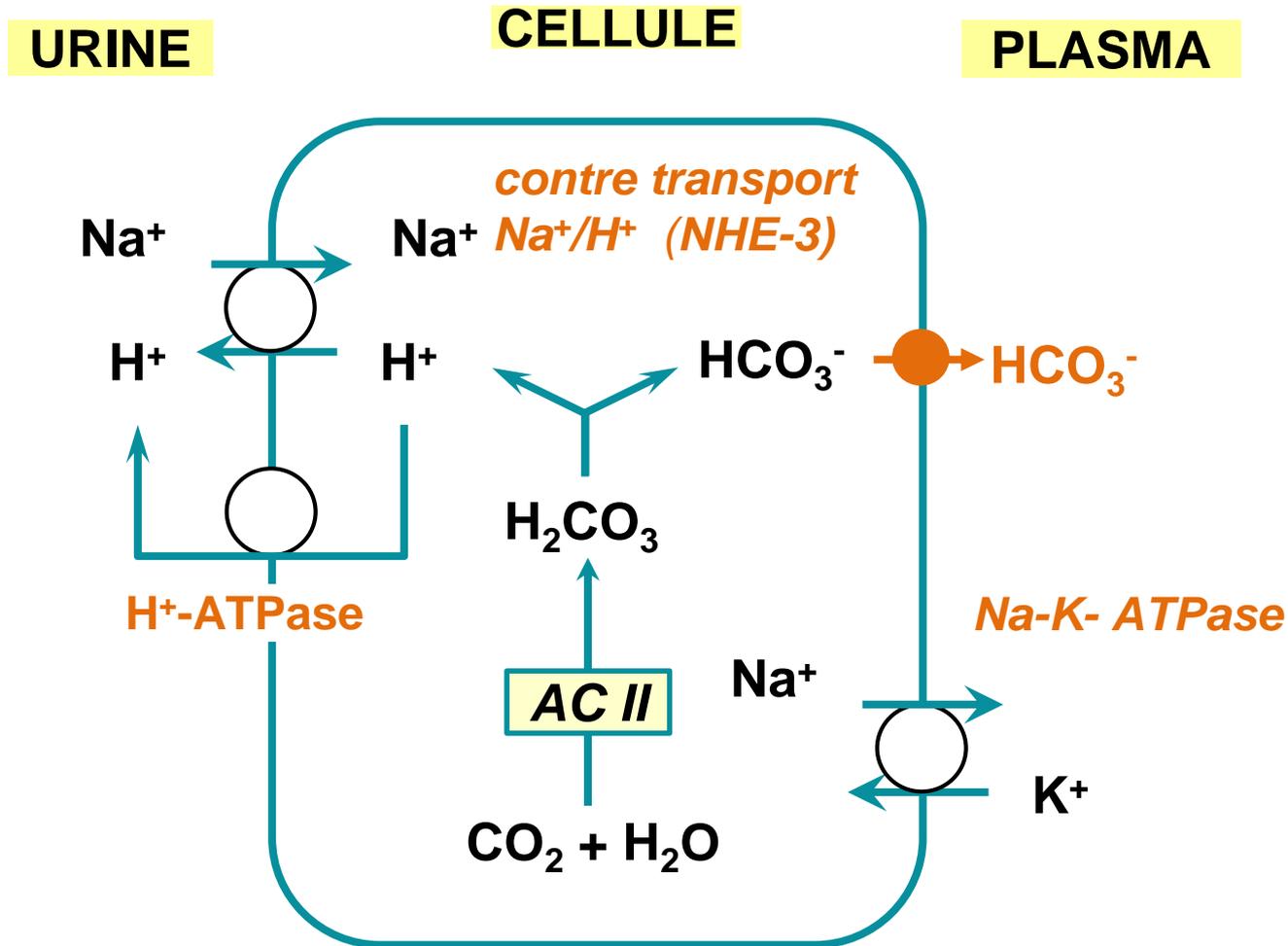
1. rappel sur l'équilibre acido-basique
2. rôles des reins : excrétion de H^+ et conservation des HCO_3^-
3. examens utiles dans l'exploration des troubles de l'acidification

RÔLES DES REINS DANS L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

- 1) sécrétion des H^+
- 2) réabsorption des bicarbonates
- 3) élimination de la charge acide
- 4) lutter contre l'acidose



1) MÉCANISME : SÉCRÉTION URINAIRE DES PROTONS



AC : anhydrase carbonique

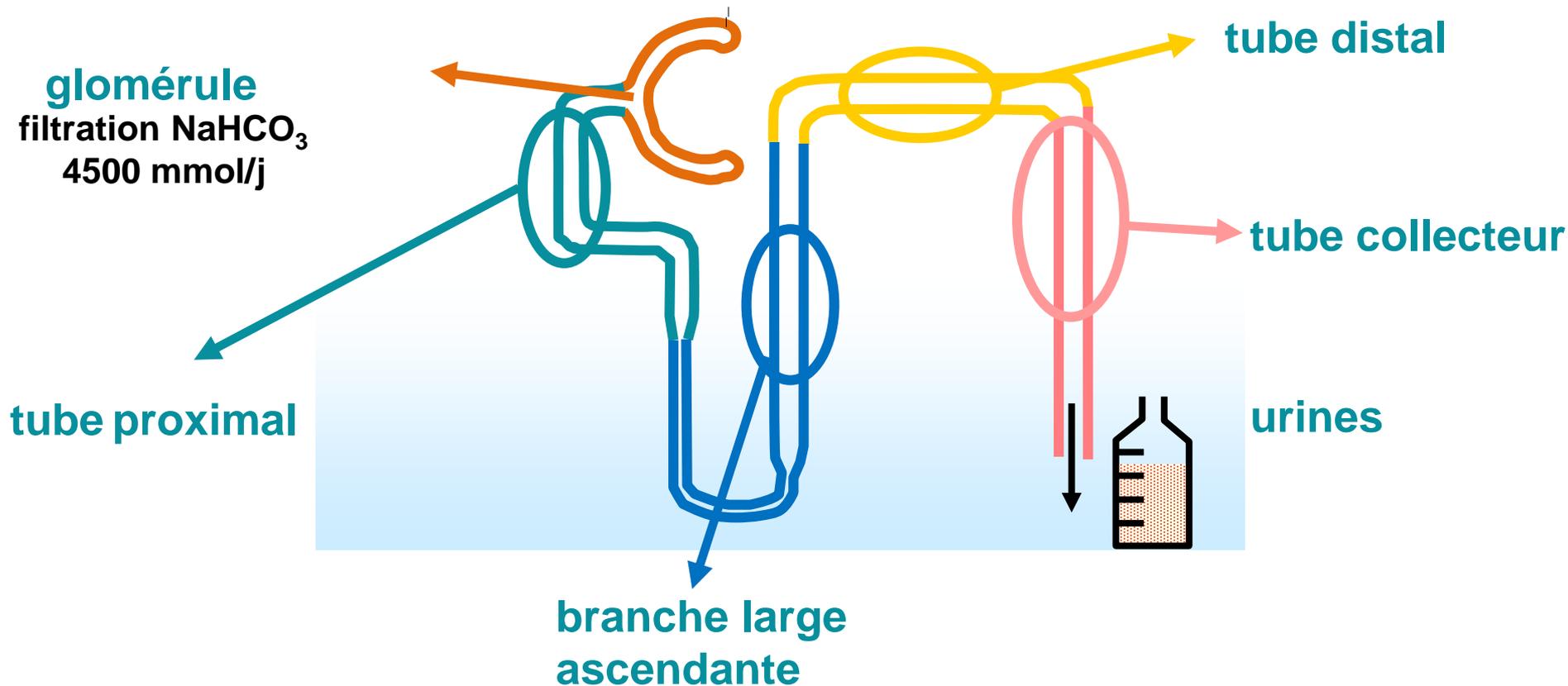
RÔLES DES REINS DANS L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

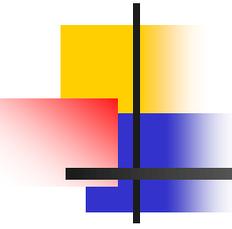
1) sécrétion des H^+

2) réabsorption des bicarbonates

3) élimination de la charge acide

4) lutter contre l'acidose

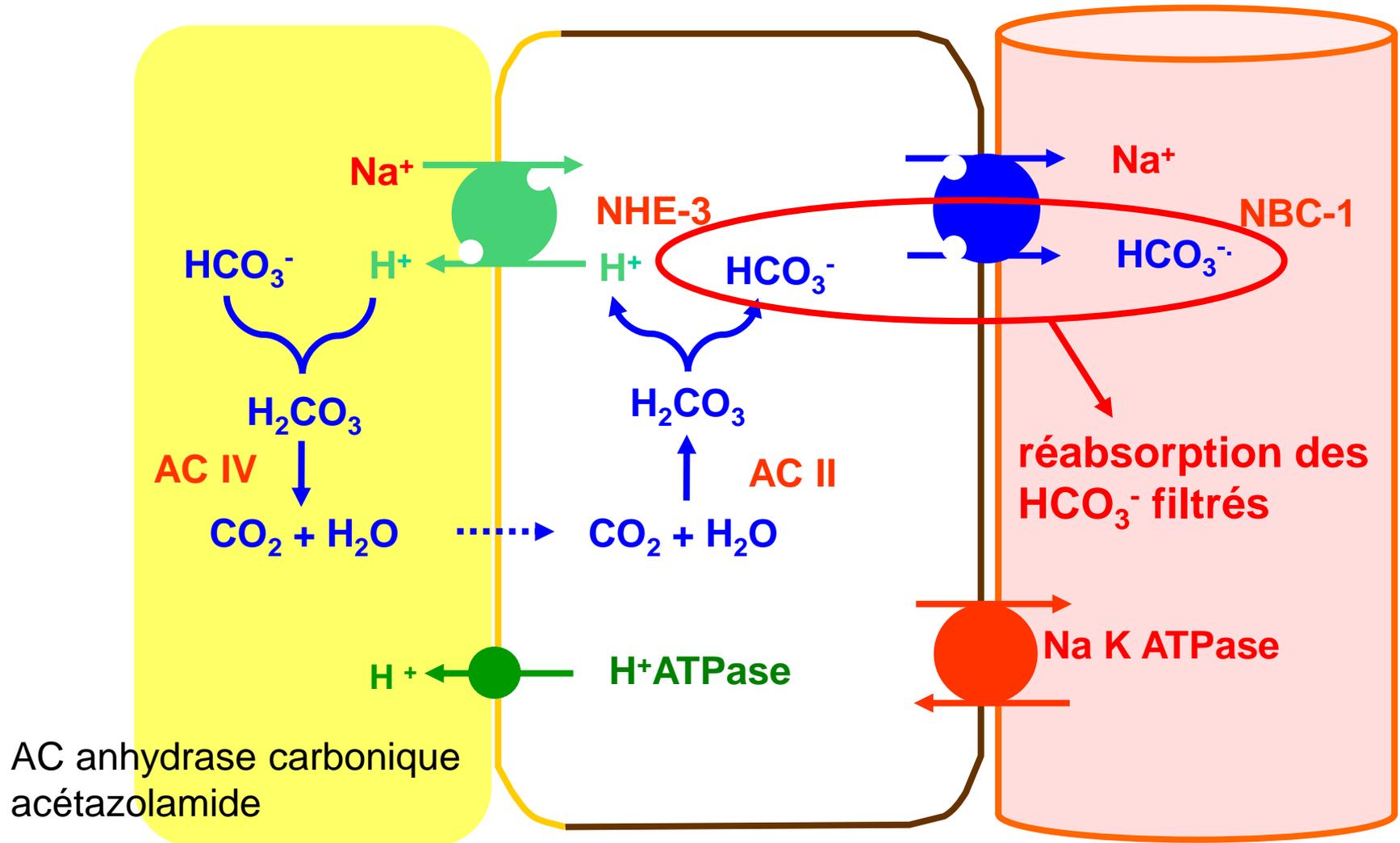




réabsorption du bicarbonate filtré

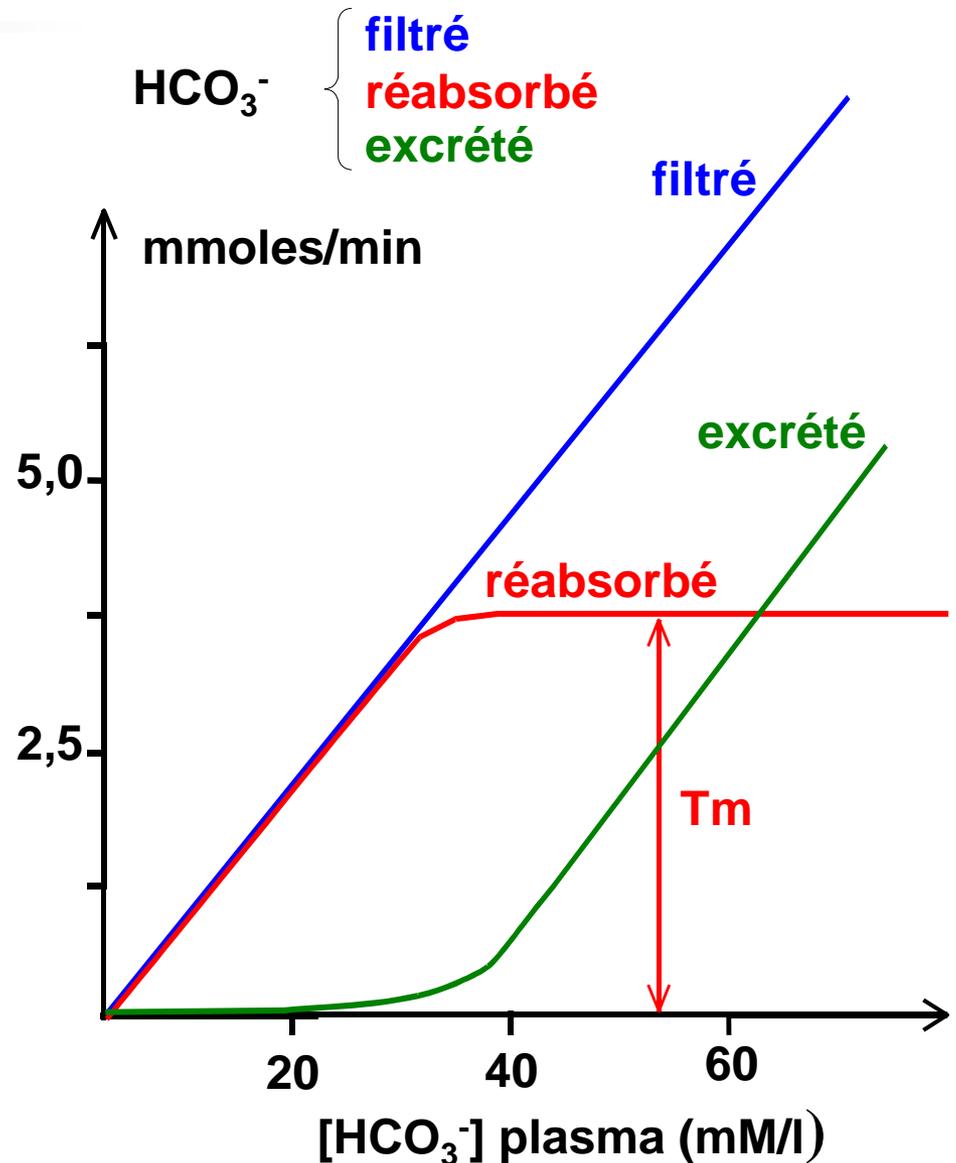
- HCO_3^- filtré : $24 \text{ mmol/l} \times 180 \text{ l/j} = 4320 \text{ mmol/j}$
- normalement : 99,9 % réabsorbés
- lieu de cette réabsorption :
 - tubule proximal : 85% (anhydrase carbonique)
 - branche large ascendante de Henle : 10%
 - tubule collecteur : 5% (pH + bas)

mécanisme de la réabsorption des HCO_3^- tubule proximal



mécanisme de la réabsorption des HCO_3^-

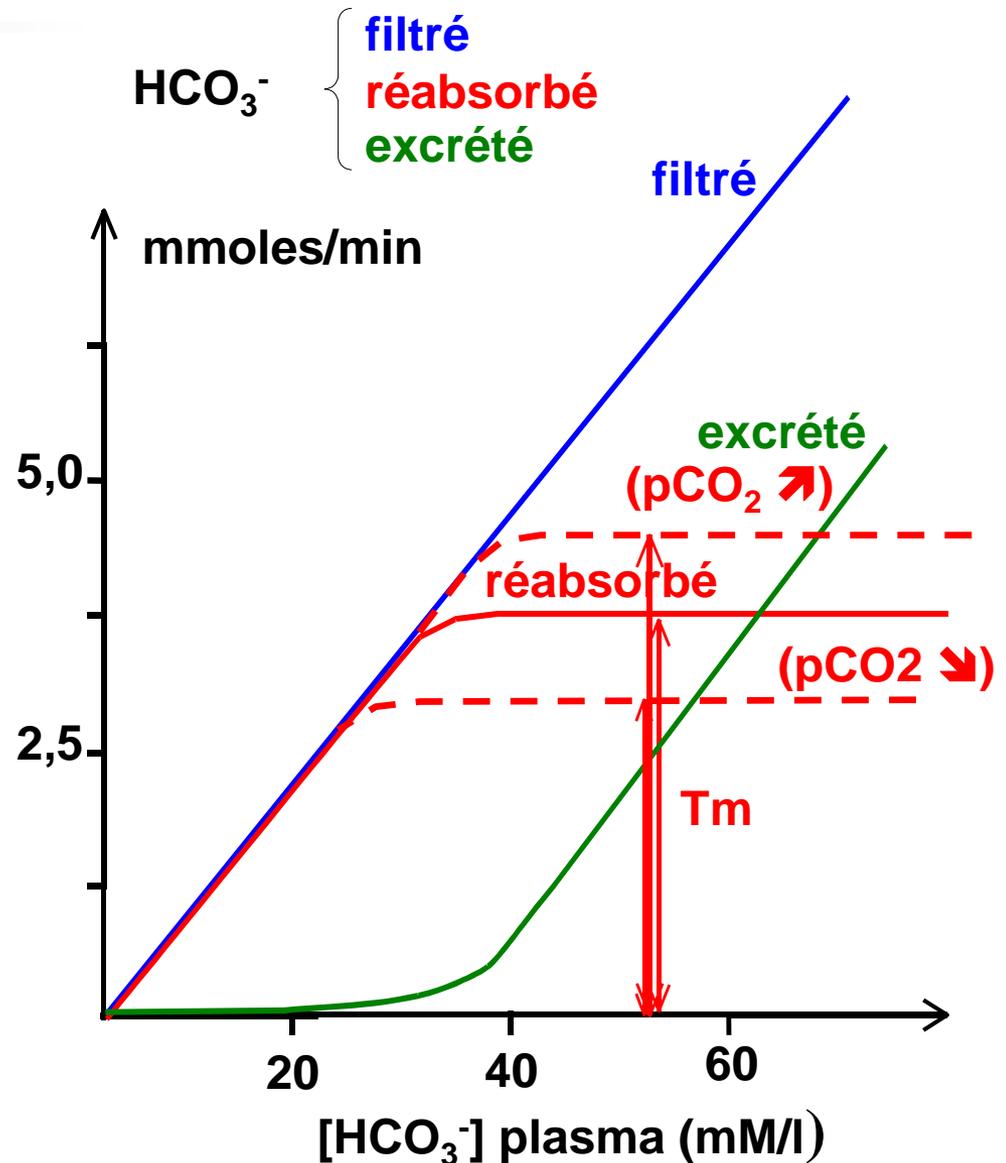
- 85 % HCO_3^- réabsorbés par le tube proximal
- seuil rénal d'excrétion
 - adulte : 24 - 26 mmol/L
 - enfant, nouveau-né : seuil + bas



mécanisme de la réabsorption des HCO_3^-

régulation
de la réabsorption de HCO_3^-

- existence d'un T_m
- T_m variable
- fonction de la $p\text{CO}_2$

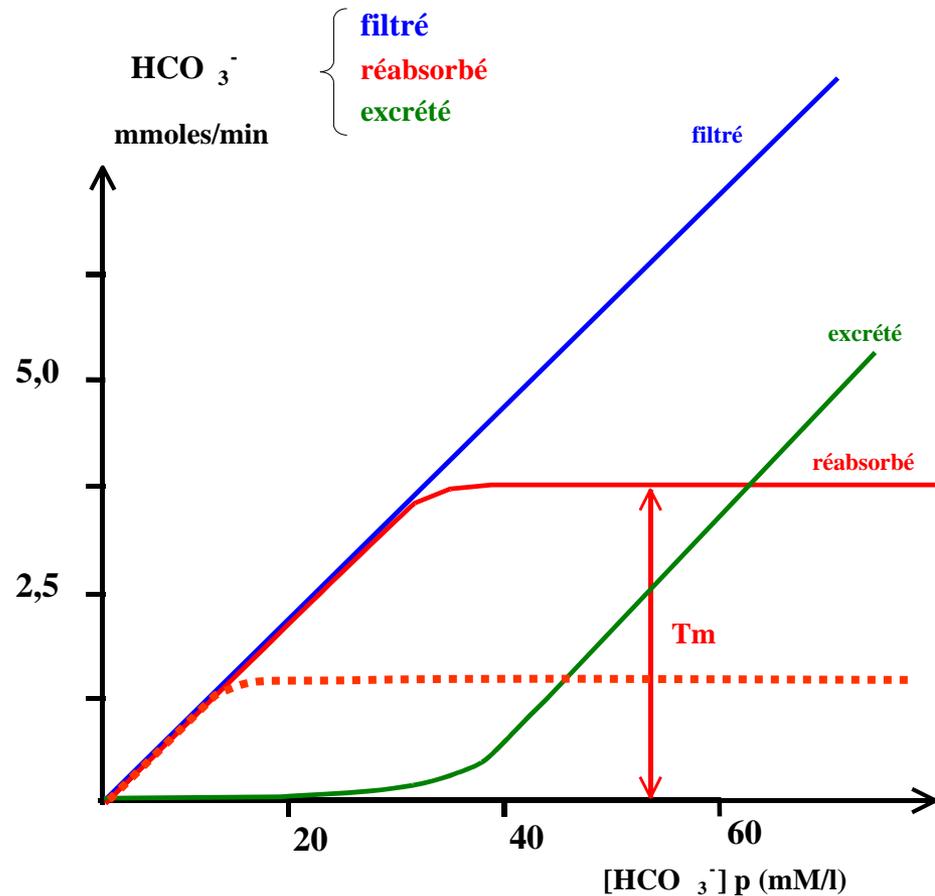


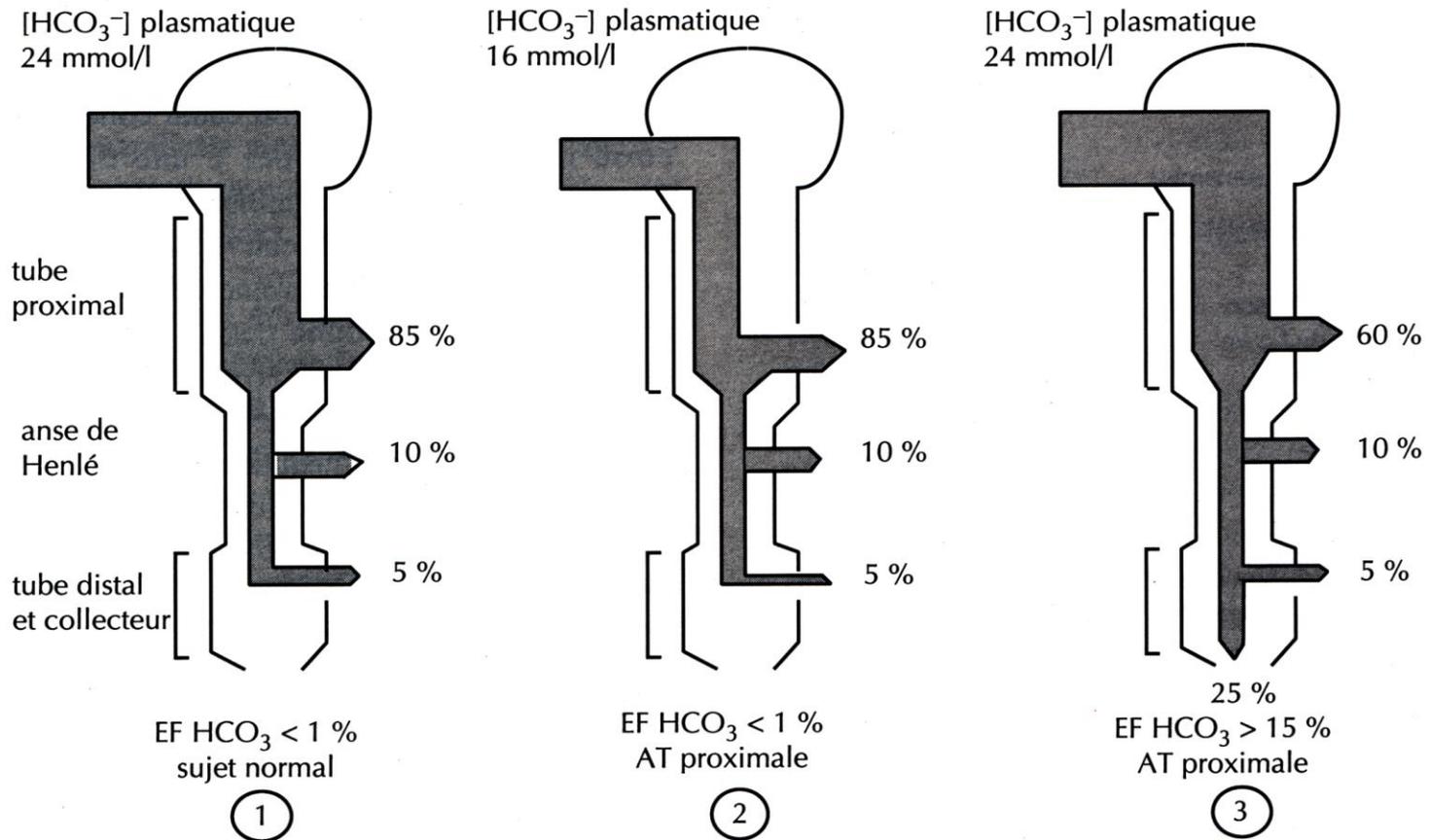
Acidose tubulaire proximale

acidose de type II

● mécanisme

- diminution du seuil de réabsorption des bicarbonates (10-20 mmol/l)





● diagnostic

- si HCO₃⁻ < seuil → pHu < 5,5
- si HCO₃⁻ > seuil → bicarbonaturie (FE HCO₃⁻ > 15%)
- détermination du seuil

Acidose tubulaire proximale

acidose de type II

- **physiopathologie**

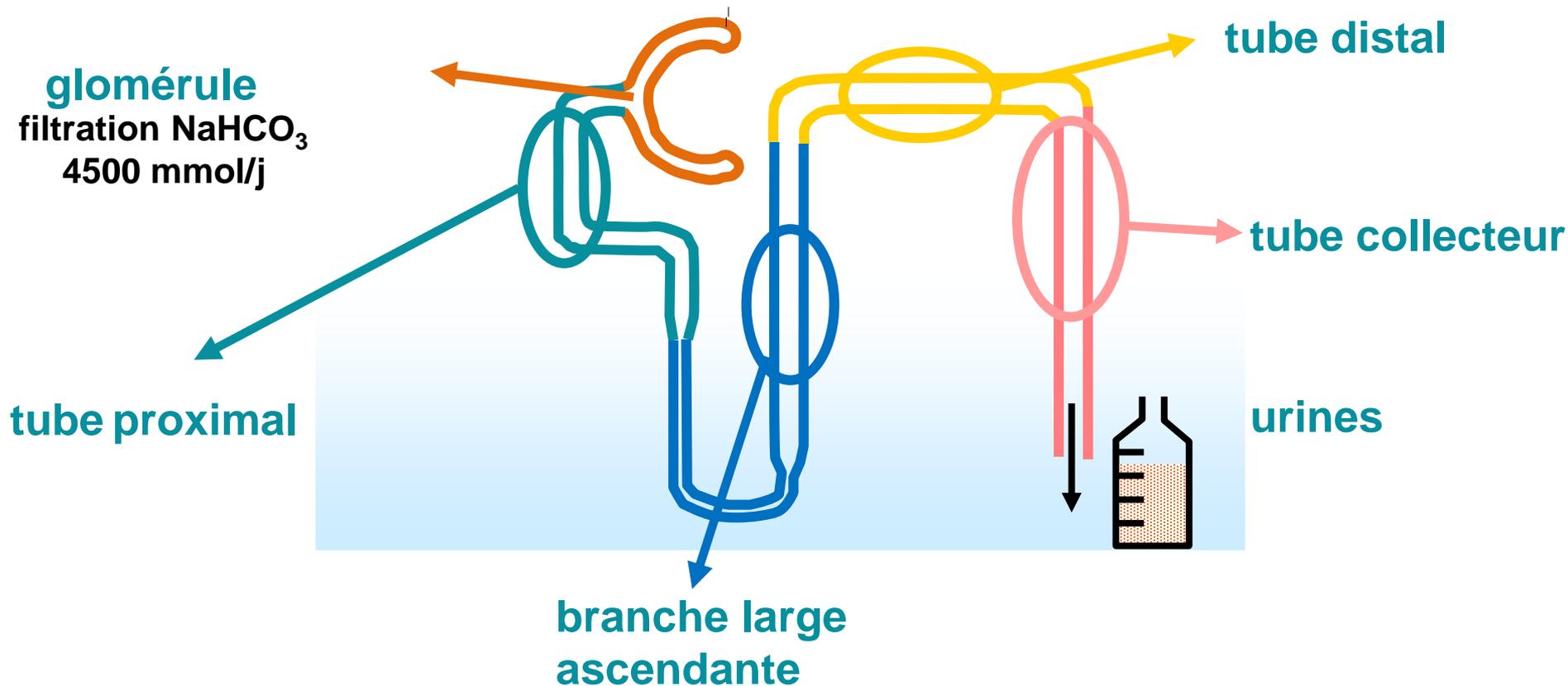
- ↘ capacité de réabsorption des bicarbonates filtrés
- maintien capacité d'excrétion de la production d'acides
- pas utilisation de tampons osseux
- calciurie normale
- citraturie normale ou augmentée
- ± hypokaliémie (hyperaldostéronisme)

- **clinique**

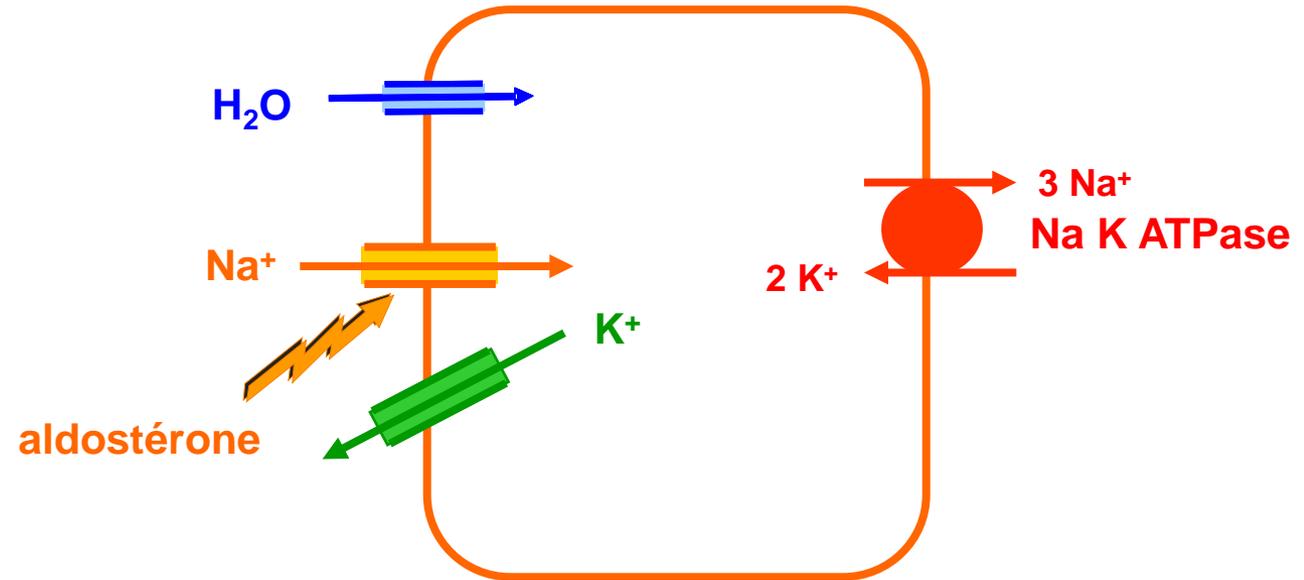
- acidose métabolique hyperchlorémique modérée (RA 12-20 mmol/l)
- charge en HCO_3^- + test d'acidification
- si anomalie isolée : pas de rachitisme, ni ostéomalacie, pas de néphrocalcinose

RÔLES DES REINS DANS L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE

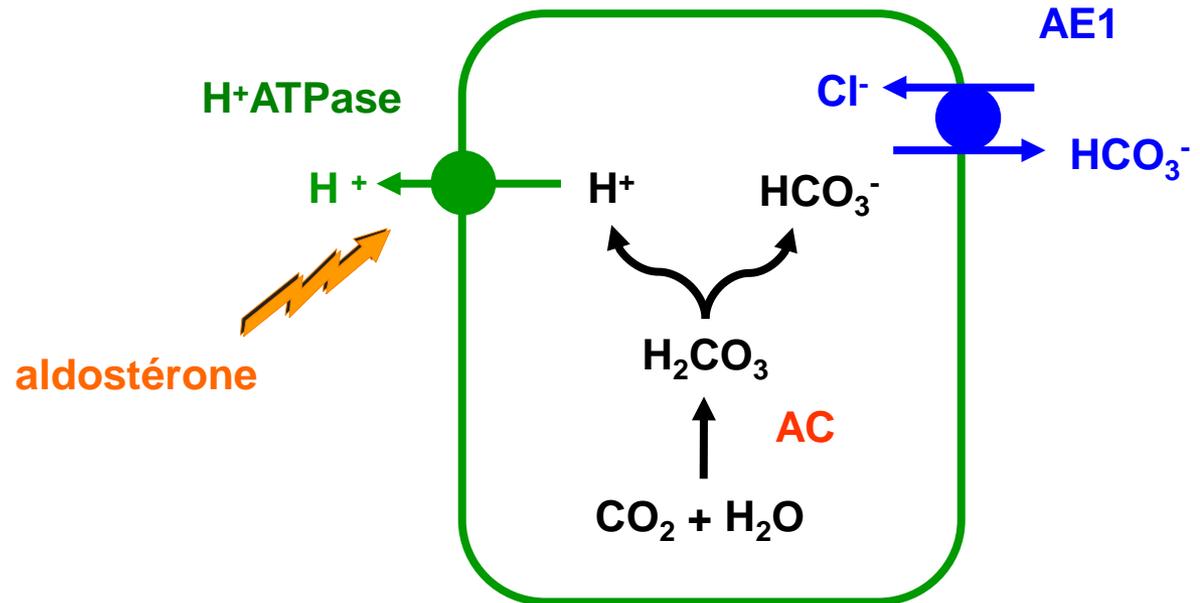
- 1) sécrétion des H^+
- 2) réabsorption des bicarbonates
- 3) élimination de la charge acide
- 4) lutter contre l'acidose

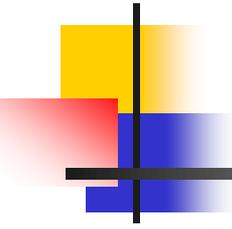


cellule principale



cellule intercalaire type A





2. rôles des reins

- sécrétion des $[H^+]$ (charge acide quotidienne)
+ régénération des bicarbonates par le rein
- 2 processus :
 - **excrétion urinaire d'acidité titrable (AT)**
 - **excrétion urinaire d'ions NH_4^+**
- pourquoi ne pas simplement éliminer des H^+ libres?

2. rôles des reins

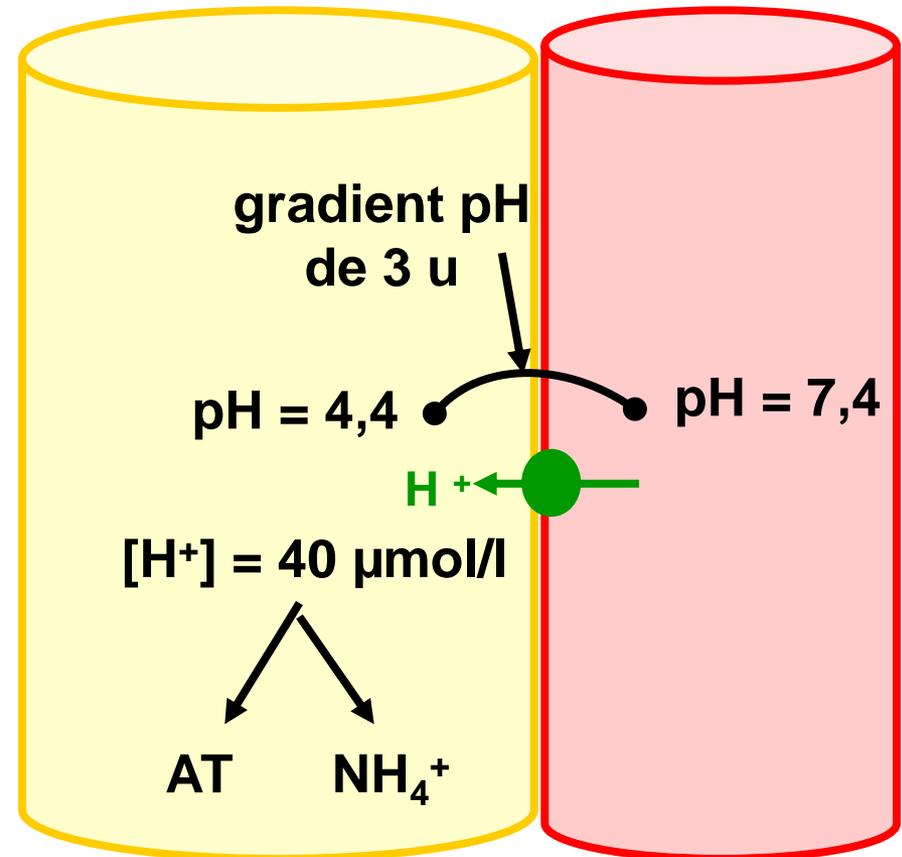
2 litres d'urines à pH 4,4

- $[H^+] = 40 \mu\text{mol/l}$
- élimination de $80 \mu\text{mol/j}$ de H^+
- quantité à éliminer : $\sim 80 \text{ mmol/j}$
soit 1000 fois plus

→ but de la diminution du pH

- **élimination des H^+ libres ~ 0**
- recruter des tampons (AT- NH_3)
- nécessité de tamponner ces H^+
pour permettre la poursuite de
la sécrétion des H^+

Tube collecteur



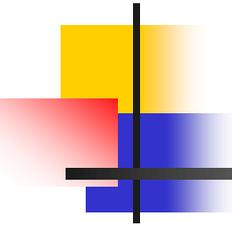
2. rôles des reins

- α - excrétion urinaire d'acidité titrable
 - plasma : phosphate sous 2 formes :

$$\frac{[\text{Na}_2 \text{HPO}_4]}{[\text{Na H}_2\text{PO}_4]} = \frac{4}{1} \quad \text{pK} = 6,8 ; \text{pH} = 7,4$$

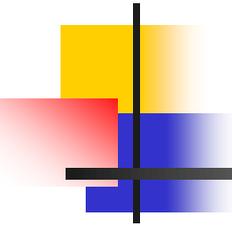
- filtration libre de Na_2HPO_4 (un peu NaH_2PO_4)
- sécrétion tubulaire de H^+
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4$

→ ce processus est la **formation d'acidité titrable**



2. rôles des reins

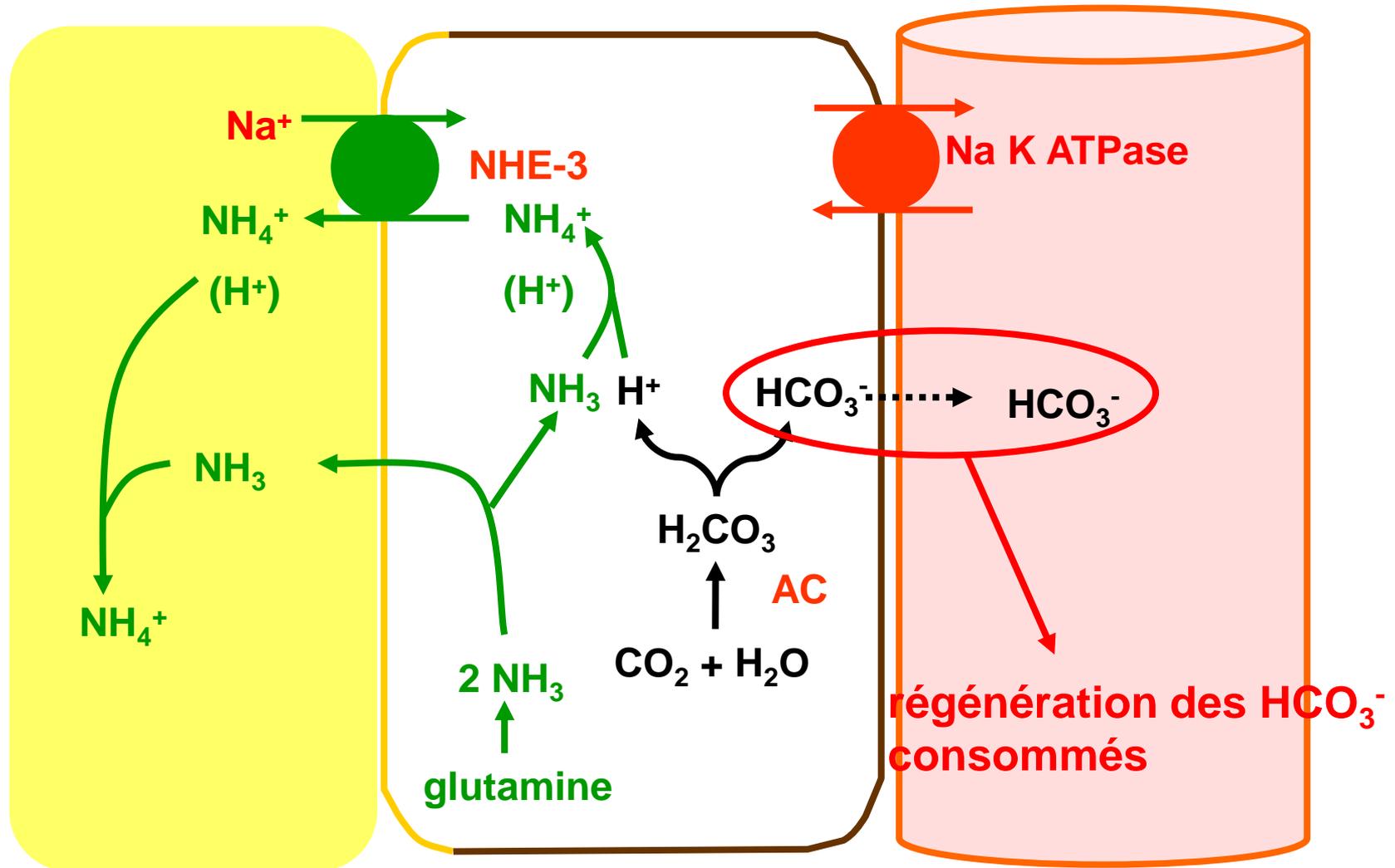
- α - excrétion urinaire d'acidité titrable permet :
 - l'élimination urinaire d'une grande quantité de H^+ sans chute brutale du pH (1/3 des H^+)
 - la régénération des HCO_3^- consommés pour tamponner les H^+ plasmatiques
 - formation d'acidité titrable : tube proximal, tube distal, tube collecteur
 - l'excrétion d'AT peut augmenter lors d'une acidose (↗ limitée)
 - l'acidité titrable se mesure en (titrant) ramenant le pH de l'urine à 7,4

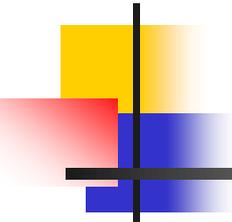


2. rôles des reins

- β- excrétion urinaire d'ions NH_4^+
 - synthèse de NH_3 (ammoniac) par les cellules rénales
 - précurseur = glutamine glutamine \rightarrow 2 NH_3
 - système tampon $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$
 - $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ pK = 9,2
 - à pH = 7,2 1 NH_3 / 100 NH_4^+
 - NH_3 = gaz \rightarrow diffuse à travers les membranes cellulaires
 \rightarrow passage : sang, liquide tubulaire
 - NH_4^+ : ne traverse pas les membranes
 \rightarrow diffusion non-ionique

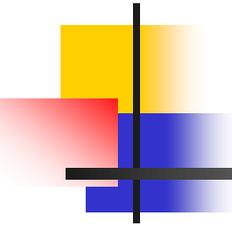
Excrétion rénale d'ions ammonium





2. rôles des reins

- β - excrétion urinaire d'ions NH_4^+
 - excrétion rénale de NH_4^+ permet
 - l'excrétion de $\approx 2/3$ des H^+ produits
 - l'excrétion d'ions H^+ en grande quantité sans faire chuter le pH de l'urine ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$)
 - régénération des HCO_3^- consommés pour tamponner les H^+
 - l'excrétion de NH_4^+ peut augmenter beaucoup (x 10)
(excrétion d'acidité titrable limitée)
 - acidose
 - hypokaliémie
 - hyperaldostéronisme



2. rôles des reins

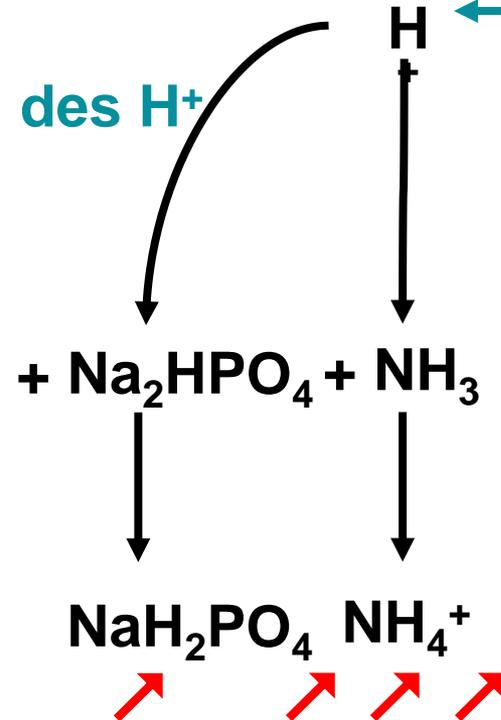
- Eliminer la production d'acide quotidienne
 - $\approx 1 \text{ mmol/kg/j d'H}^+$
- Dans les conditions normales
 - sécrétion des H^+
 - éliminés fixés à des tampons ($\text{AT} + \text{NH}_4^+$)
 - excrétion $\approx 80\text{-}100 \text{ mmol/j d' H}^+$
- Si acidose extra-rénale (excès d'apport d' H^+)

SÉCRÉTION DES PROTONS

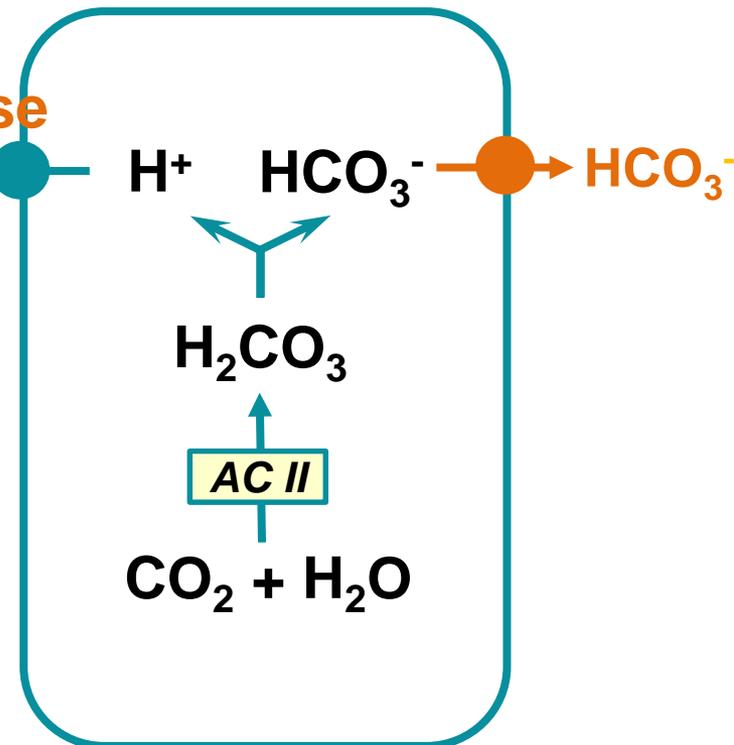
TUBE COLLECTEUR

- adaptation à l'acidose
 - ↗ excrétion NaH_2PO_4 (x2)
 - ↗ formation NH_4^+ (x10)

→ ↗ ↗ ↗ ↗ élimination des H^+



H^+ ATPase

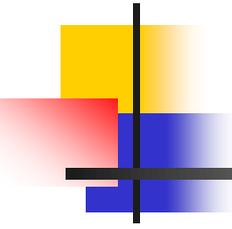


2. rôles des reins

- Eliminer la production d'acide quotidienne
 - $\approx 1 \text{ mmol/kg/j d'H}^+$
 - Dans les conditions normales
 - sécrétion des H^+
 - éliminés fixés à des tampons ($\text{AT} + \text{NH}_4^+$)
 - excrétion $\approx 80\text{-}100 \text{ mmol/j d' H}^+$
 - Si acidose extra-rénale (excès d'apport d' H^+)
 - sécrétion des H^+ ↗
 - pH urinaire $< 5,5$
 - ↗ des tampons : NaH_2PO_4 ($\approx \text{AT}$) ↗ + NH_4^+ ↗ ↗ ↗
- excrétion $\approx 1 \text{ mmol/kg/j}$ de H^+ + excès charge acide

CAS PRATIQUE

- On administre à un sujet sain une charge acide équivalente à un apport exogène de 1 mmol/L de liquide extracellulaire de H^+
 - Les mécanismes de défense pour lutter contre l'acidose
 - tampon HCO_3^-/H_2CO_3 : **effet tampon immédiat mais limité**
 - hyperventilation pulmonaire : **correction du pH mais effet partiel**
 - **réponse rénale : adaptation à l'acidose**
 - \nearrow sécrétion des H^+
 - pH urinaire $< 5,5$
 - \nearrow AT et $\nearrow \nearrow \nearrow NH_4^+$
 - excrétion ≈ 1 mmol/kg/j de H^+ + excès charge acide
 - régénération des bicarbonates
- réponse retardée mais complète**



rein et fonction acidification

- **fonction acidification TC normale**

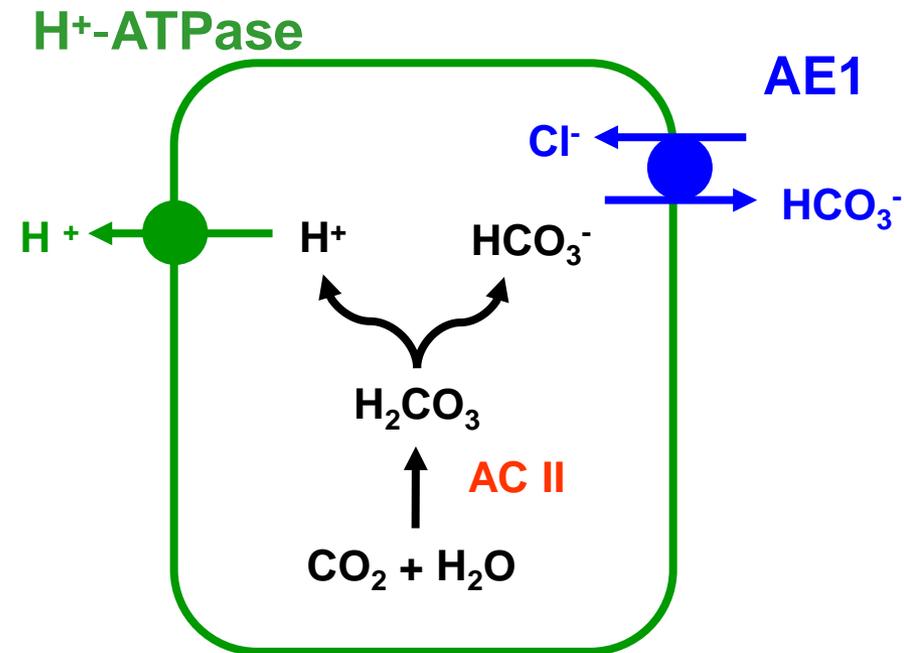
- sécrétion d'ions H^+ appropriée :
 - H^+ - ATPase
 - AE1
- imperméabilité de l'épithélium à H^+
 - ➔ création d'un gradient de H^+
- ddpTE suffisante qui stimule la H^+ - ATPase
 - ddpTE dépend
 - de réabsorption du Na^+
 - de l'aldostérone

Acidose tubulaire distale

acidose de type I

● mécanisme

- diminution de la sécrétion distale des H^+
 - anomalie H^+ - ATPase
 - anomalie AE1
- rétro-diffusion des H^+
 - amphotéricine B

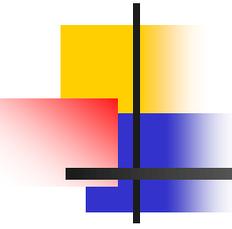


Acidose tubulaire distale

acidose de type I

- **physiopathologie**

- ↓ excrétion charge acide quotidienne
- rétention progressive de H^+
- chute des HCO_3^- (parfois < 10 mmol/l)
- résorption osseuse (tampons)
- hypercalciurie, lithiase, néphrocalcinose
- hypocitraturie



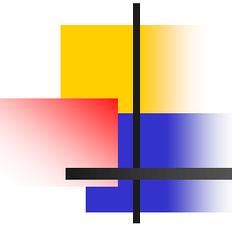
Acidose tubulaire distale hyperkaliémique de type IV

- **mécanisme**

- défaut action de l'aldostérone (déficit ou résistance)
→ AT type IV

- **physiopathologie**

- inhibition de l'ammoniogénèse +++
- diminution de la ddpTE
- diminution de l'excrétion H^+ , K^+
- pH u < 5,5 mais NH_4^+ ↓
- pas de néphrocalcinose et ni lithiases



2. rôles des reins

- C. excrétion urinaire de H^+ libres

→ elle est toujours négligeable par rapport à l'excrétion d'ion NH_4^+ et d'acidité titrable

rein et fonction acidification

filtration glomérulaire

- 4500 mmol NaHCO_3/j

tube proximal

- réabsorption 85% HCO_3^-
- pHu = 6,8
- production de NH_4^+
- 50 % d'acidité titrable (H_2PO_4^-)

branche large ascendante

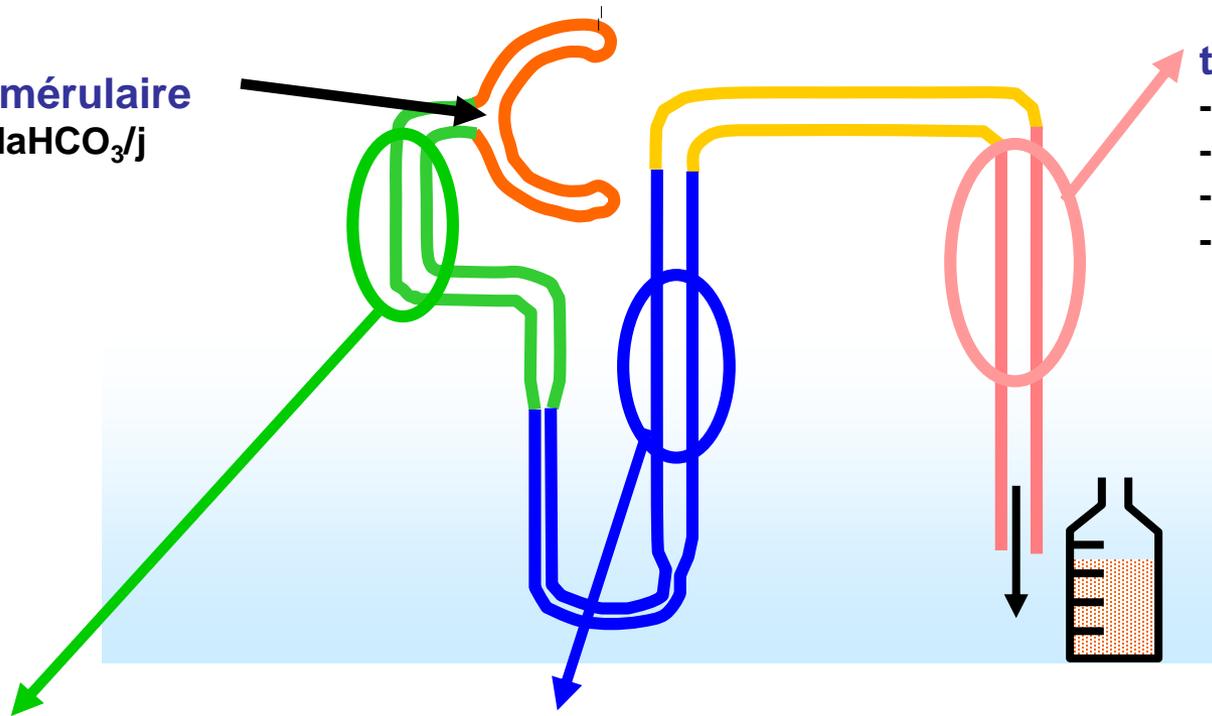
- réabsorption 10% HCO_3^-

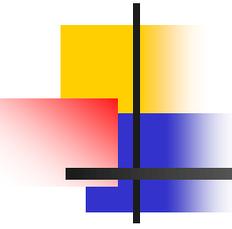
tube collecteur

- sécrétion de H^+
- réabs 5% HCO_3^-
- AT
- NH_4^+

urines

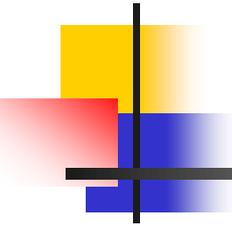
- $\text{HCO}_3\text{Na} = 0$
- AT + NH_4^+
- excrétion 2 mmol/kg H^+





plan

1. rappel sur l'équilibre acido-basique
2. rôles des reins : excrétion de H^+ et conservation des HCO_3^-
3. examens utiles dans l'exploration des troubles de l'acidification



"Bilan statique" : sang

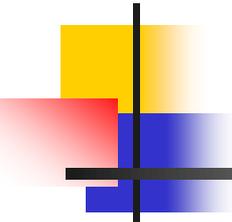
- HCO_3^- , pH, PCO_2

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

Henderson-Hasselbach

- ionogramme sanguin :

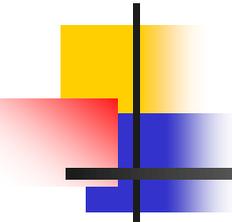
- HCO_3^-
- K^+
- Cl^-
- Na^+



"Bilan statique" : sang

- **trou anionique plasmatique**

- $\text{Na}^+ + \text{cations indosés} = \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + \text{anions indosés}$
- $\text{anions indosés} - \text{cations indosés} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$
- $\text{TA} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 12 \pm 4 \text{ mmol/l}$
- anions non mesurés
 - sulfates
 - anions organiques
 - protéines



"Bilan statique" : sang

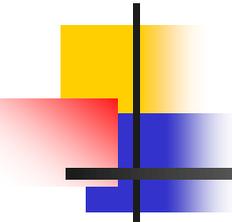
- **trou anionique plasmatique**

- $TA = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-) = 12 \pm 4 \text{ mmol/l}$

- **acidose métabolique**

- TA ↗ (normochlorémique): ↗ anions indosés

- TA N (hyperchlorémique) → acidoses tubulaires rénales
→ pertes de bicarbonates



"Bilan statique" : urines

- **pHu**
 - sur plusieurs échantillons dans la journée
 - ne mesure que la concentration de H^+ libres
 - $pHu = 5 \rightarrow [H^+] = 10 \mu\text{mol/l}$
- **acidité titrable**
 - peu adaptable (augmentation max de 50 %)
- **ions ammonium**
 - adaptation +++ (X 5)

"Bilan statique" : urines

- ionogramme urinaire : HCO_3^- , K^+ , Cl^- , Na^+
- TA urinaire ~ excrétion urinaire de NH_4^+
 - anions indosés - cations indosés = $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$

SO_4^{2-}	NH_4^+
H_2PO_4^-	Mg^{2+}
anions organiques	Ca^{2+}
 - TAU positif si $\text{NH}_4^+ \sim 30\text{-}40 \text{ mmol}/24\text{h}$
 - si $\text{NH}_4^+ > 70 \text{ mmol}/24\text{h} \rightarrow$ TAU devient négatif

"Bilan statique" : urines

- **calciurie**
 - $< 0,15 \text{ mmol/kg/24h}$
 - $\text{calcium/créat} < 0,7 \text{ mmol/mmol}$
(normes en fonction de l'âge)
- **citraturie**

"Bilan statique" : urines

- **calciurie**

- $< 0,10$ mmol/kg/24h
- calcium/créat $< 0,7$ mmol/mmol
(normes en fonction de l'âge)

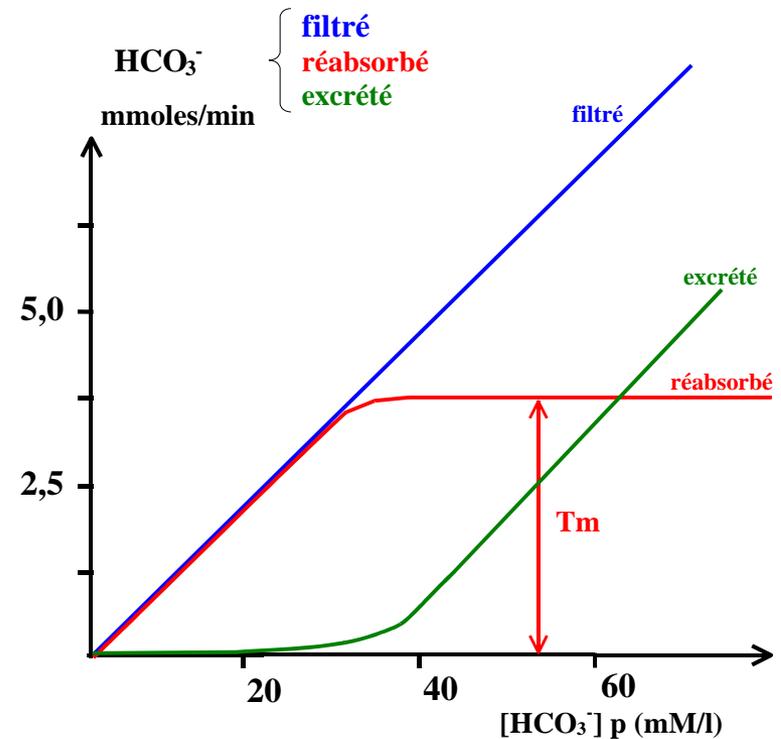
- **citraturie**

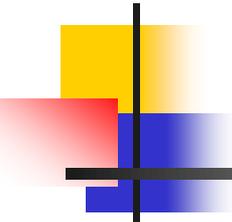
- Sur urines de 24 h
 - > 1.9 mmol/1,73 m²/24h garçon
 - > 1.6 mmol/1,73 m²/24h filles
- citrate/créat :
 - > 0.25 de 0 à 5 ans
 - > 0.15 après 5 ans

"Tests fonctionnels"

● « acidification » proximale

- mesure du seuil rénal d'excrétion des bicarbonates
 - HCO_3^- per os ou IV chez un sujet en acidose
- calcul FE HCO_3^-
 - > 10-15% atteinte proximale
- mesure pHu:
 - $\text{HCO}_3^- \sim 0$ si pHu ≤ 6





"Tests fonctionnels"

- **test d'acidification**

- chlorure d'ammonium (NH_4Cl) (per os, 0,1 g/kg)
 - épreuve courte (5-6 heures)
 - épreuve longue sur 3j
- résultats
 - pH < 5,5
 - AT > 33 $\mu\text{mol}/\text{min}/1,73\text{m}^2$
 - NH_4^+ > 46 $\mu\text{mol}/\text{min}/1,73\text{m}^2$
- indications
 - obtenir une acidose franche si acidose modérée
 - tester fonction acidification du tube distal

CONCENTRATIONS			
	Plasmatiques	Urinaires	
Créatinine	33	3820	μmol/l
Urée	2,70	98	mmol/l
Sodium	142	59	mmol/l
Potassium	3,80	11	mmol/l
Chlore	119	197	mmol/l
Bicarbonates	<u>8</u>		mmol/l
Protéines	67		g/l
Glucose	4,70		mmol/l
Calcium	2,35	16,04	mmol/l
Phosphates	1,64	29,80	mmol/l
Magnesium			mmol/l
Ac urique			μmol/l
Osmolalité			mOsm/l
albuminurie			mg/l

TA plasma
Na-(Cl+HCO₃)
15

TA urinaire
(Na+K-Cl)
-127 mmol/l

CONCENTRATIONS			
	Plasmatiques	Urinaires	
Créatinine	36	6390	μmol/l
Urée	<u>8,50</u>	578	mmol/l
Sodium	142	105	mmol/l
Potassium	3,80	101	mmol/l
Chlore	<u>110</u>	53	mmol/l
Bicarbonates	<u>13</u>	0	mmol/l
Protéines	72	0,03	g/l
Glucose	4,82	0,4	mmol/l
Calcium	2,57	4,0	mmol/l
Phosphates	1,92	36,00	mmol/l
Magnesium	1,09	3,00	mmol/l
Ac urique	381	3390	μmol/l
Osmolalité	284	942	mOsm/l
albuminurie		3,7	mg/l
microglobuline		0,2	mg/l
pH	7,42	5,5	
Ammonium		18,8	mmol/l
Acidité titrable		37,8	mmol/l
Citrates		8,6	mmol/l

TA plasma
Na-(Cl+HCO₃)
19

TA urinaire
(Na+K-Cl)
153 mmol/l