

Contrôle de l'équilibre acido-basique

INTRODUCTION

- 1. *Systèmes tampons***
 - a. *Systèmes tampons extracellulaires***
 - b. *Systèmes tampons intracellulaires***
- 2. *Système respiratoire***
- 3. *Système rénal***
- 4. *Système digestif***
- 5. *Système hépatique***
- 6. *électrolytes, sang et tissus***
- 7. *Méthodes de mesures***
- 8. *Les désordres acido-basiques***
 - a. Définition – Intérêt**
 - b. Régulation de l'équilibre acido-basique**
 - c. Les désordres acido-basiques**
 - i. Acidose métabolique**
 - 1. Définition**
 - 2. Physiopathologie**
 - 3. Circonstances de Découverte**
 - 4. Diagnostic Etiologique**
 - ii. Acidose respiratoire**
 - iii. Alcalose métabolique**
 - iv. Alcalose respiratoire**

INTRODUCTION

- Cette partie permet de montrer l'interaction des différents organes et de comprendre la multiplicité de symptômes lors de pathologies liées à ce déséquilibre.
- L'équilibre acido-basique est apprécié par la concentration des protons (H^+) :

$$[H^+] \text{ plasmatique} = 38 - 42 \text{ nmol/l} \rightarrow$$

$$pH = \log [H^+] = 7,38 - 7,42$$

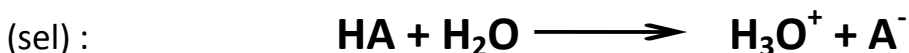
$$[H^+] \text{ intracellulaire} = 100 \text{ nmol/l} \rightarrow pH = 7$$

- Le maintien de cet équilibre est sous la triple dépendance
 - des **systèmes tampons de l'organisme**,
 - des **systèmes respiratoire et rénal** principalement, des **systèmes digestif et hépatique**,
 - ainsi que **des électrolytes sanguins accessoirement**.

1. Systèmes tampons

Tampon = mélange acide faible + base forte ou mélange acide fort + base faible

- Les systèmes tampons sont des solutions contenant des substances qui ont la capacité de stabiliser les changements de pH en absorbant soit les acides forts, soit les bases fortes.
- Les reins et les poumons travaillent ensemble au maintien du Ph sanguin autour de 7,4 en affectant les composants des tampons du sang.
- **Les tampons acides-bases confèrent une résistance vis-à-vis du changement de pH d'une solution quand des ions hydrogènes (protons) ou des ions hydroxydes sont ajoutés ou enlevés.**
- Un tampon acide-base consiste typiquement en un acide faible et sa base conjuguée



HA = Acide, H_3O^+ = Acide conjugué

H₂O = Base, A⁻ = Base conjuguée

- Si l'on visualise la **définition** d'un système tampon par rapport à leur utilisation en solution, on peut dire que les systèmes tampons fonctionnent parce que leurs concentrations en acides faibles et en sels sont grandes comparées à la quantité de protons ou d'ions hydroxydes ajoutés ou enlevés.
- Lorsque des protons sont ajoutés à la solution en provenance d'une source externe, une partie des composants basiques du tampon sont convertis en composants acides faibles (utilisation de la majorité des protons ajoutés).
- Les systèmes tampons permettent de neutraliser un excès ou de compenser un défaut de concentration en H⁺, afin de maintenir une concentration plasmatique entre **38 et 42 nmol/L**.
- Le rapport **sel alcalin (A⁻)/ acide faible (AH)** est calculé en fonction de la constante de dissociation **pKa** et du **pH** par l'équation de **Henderson-Hasselbalch** :

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

- Le pouvoir tampon d'un système est d'autant plus fort que son pKa est proche du pH du milieu et que sa concentration globale est forte.
- Les systèmes tampons peuvent être activés en quelques secondes en cas de perturbation dans l'équilibre du pH sanguin, ils représentent la première ligne de défense de l'organisme et régulent les grandes variations.
- Les systèmes tampons sont des systèmes chimiques aptes à recevoir ou céder des protons en fonction d'une constante d'équilibre, et en fonction des changements de concentration des autres espèces de la réaction : **HCO₃⁻, H₂CO₃ et CO₂**.
- Les tampons de l'organisme sont en mesure de prendre ou libérer les ions **H⁺** ainsi que les changements dans la concentration libre de **H⁺** sont réduits au minimum.
- Les tampons sont situés dans le **liquide extracellulaire**, le **fluide intracellulaire** et l'**os**.

a. Systèmes tampons extracellulaires

- Ce système est représenté principalement par les ions bicarbonates (**HCO₃⁻**).

- Les ions bicarbonates se combinent avec les ions H^+ en excès pour former l'acide carbonique (H_2CO_3).
- Le système tampon CO_2/HCO_3^- est considéré comme très efficace en raison de la grande quantité de bicarbonate présente dans le corps et de la capacité à excréter le CO_2 formé par le système respiratoire (ventilation).
- Ce système tampon extracellulaire est responsable de **80 %** du pouvoir tampon extracellulaire, c'est le principal acteur pour équilibrer les acides métaboliques mais il n'intervient pas dans les déséquilibres acido-basiques d'origine respiratoire.
- Ce système tampon est ouvert, ne sature pas, il est contrôlé par les poumons et les reins, il est en interaction avec le système **hémoglobine/hémoglobinate**.
- La composante acide du tampon acide carbonique/bicarbonate de sodium est représentée par :



$$pH = pKa + \log [HCO_3^-]/[H_2CO_3]$$

$$pH = 6,1 + \log [HCO_3^-] / 0,003 \cdot PaCO_2$$

- La composante basique du tampon acide carbonique/bicarbonate de sodium est représentée par :



- À **pH 7,4** la concentration en H_2CO_3 n'est qu'une infime fraction de la concentration en HCO_3^- et donc en apparence, on pourrait penser que le pH sanguin est mal protégé contre un afflux d'ions OH^- mais ce déséquilibre est compensé par le système tampon CO_2 des poumons...
- On trouve également, mais en très faible activité, des systèmes tampons extracellulaires représentés par les **protéines plasmatiques** et les **phosphates inorganiques**.

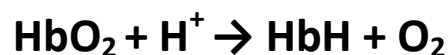
b. Systèmes tampons intracellulaires

- Les cellules transportent également activement les H^+ et les HCO_3^- à travers la membrane plasmique.

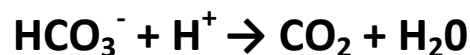
- Si l'on considère que le tamponnement par les bicarbonates plasmatiques se fait pratiquement instantanément, un délai de deux à quatre heures est par contre nécessaire pour tamponner à partir des cellules, du fait du ralentissement par la pénétration cellulaire.
- L'hémoglobine est un tampon très important pour les globules rouges, particulièrement dans le rôle du tampon par rapport à l'acide carbonique.



- Ce système érythrocytaire est trois fois plus actif que celui des protéines.
- L'hémoglobine existe sous forme réduite (Hb), oxydée (HbO₂) et liée au CO₂ (HbCO₂).
- Au niveau cellulaire, HbCO₂ libère son O₂ et fixe un H⁺ sans changement de pH cellulaire, tandis qu'au niveau du poumon, son oxygénation diminue sa capacité tampon : la formation de HbO₂ libère H⁺ qui se combine au HCO₃⁻ et donne H₂O et CO₂ qui sera éliminé par le poumon.
- Tissus :



- Poumons :



- Le **système tampon phosphate** est important dans le compartiment intracellulaire et dans le glomérule rénal, par sa forte concentration.
- Il possède trois fonctions acides aux pKa différents, permettant de tamponner le milieu :



2. *Système respiratoire*

- Le deuxième système de régulation qui se met en route pour compenser un défaut de balance, est le système respiratoire qui agit par l'intermédiaire de la ventilation alvéolaire.
- Les poumons interviennent après les systèmes tampons, et compensent les déséquilibres en éliminant plus ou moins de CO₂, de façon à éviter la formation d'H⁺ et à maintenir la pression constante.
- Cette régulation rapide entre en jeu au bout de quelques minutes s'il y a de brusques variations de pH, et reste optimale entre 12 et 24 heures.
- Cette régulation permet d'assurer près de 75 % de la prise en charge des déséquilibres acido-basique.
- **Le centre respiratoire ajuste de façon réflexe la ventilation pulmonaire vis-à-vis des variations du pH sanguin.**
- **Une diminution du pH sanguin entraîne une augmentation de la ventilation pulmonaire avec augmentation du rythme et de l'amplitude des mouvements respiratoires, de manière à éliminer le CO₂ en excès.**



| Élément de contrôle | Corrélation physiologique ou anatomique | Commentaire |
|---------------------|--|--|
| Variable contrôlée | pCO ₂ artérielle | Un changement dans la pCO ₂ artérielle (paCO ₂) altère le pH artériel (calcul effectué avec l'équation d'Henderson-Hasselbalch). |
| Capteurs | Chémorécepteurs centraux (sensibles aux variations de la paCO ₂) et chémorécepteurs périphériques (sensibles aux variations de pH) | Les deux répondent à des changements dans la paCO ₂ . Lorsque la PaCO ₂ augmente, il y a hausse du débit sanguin au niveau du bulbe par vasodilatation cérébrale, cette hausse de CO ₂ entraîne une diffusion dans le LCR ce qui va induire une acidose du LCR, d'où augmentation de la ventilation pour compenser l'hypercapnie. |
| Centre intégrateur | Le centre respiratoire médullaire | La ventilation s'adapte très vite, même pour une faible variation de CO ₂ , car le LCR a une faible capacité tampon. Le pH du LCR va se régulariser et les chémorécepteurs fonctionneront avec une PaCO ₂ élevée sans pour autant que la ventilation soit modifiée par ces récepteurs. |
| Effecteurs | Les muscles respiratoires | Une augmentation de la ventilation minute augmente la ventilation alvéolaire, puis diminue la pCO ₂ . |

- Contrôle de la variation de la paCO₂ : la paCO₂ est le stimulus le plus puissant des centres respiratoires. Si la paCO₂ augmente, le centre respiratoire est stimulé.

- La stimulation du centre respiratoire est due pour moitié à un effet direct du CO_2 , et pour moitié à un effet indirect (H^+).
- L'objectif de la régulation de la ventilation par le pH est de maintenir le pH cérébral. Si le pH du liquide céphalorachidien diminue, le centre respiratoire est stimulé.
- La diminution de la paO_2 stimule les chémorécepteurs qui stimulent le centre respiratoire et implique une réponse rapide (5 secondes).
- La ventilation s'adapte très vite, même lorsque la variation de CO_2 est infime.
- Dans l'air que nous inspirons, la concentration de dioxyde de carbone est plus faible que celle présente dans le sang qui arrive aux alvéoles par la circulation sanguine puisque le sang recueille ce déchet provenant de la respiration cellulaire.
- L'élimination du CO_2 en excès par cette voie respiratoire est donc très intéressante car elle ne représente qu'une variation à peine significative de l'échange gazeux normal (soit 0,3 % du CO_2 rejeté normalement).
- Si le pH diminue, le rythme et l'amplitude respiratoire augmentent.
- Si la respiration est un des éléments intervenant dans la régulation de la balance acido-basique, elle peut également en être un élément perturbateur dans les cas d'hyperventilation ou d'hypoventilation.

2. Système rénal

- Si les tampons chimiques se lient temporairement aux acides et aux bases en excès, ils n'ont pas la capacité d'éliminer ces composés en excès.
- Les reins peuvent éliminer les acides phosphorique, sulfurique, chlorhydrique...
- L'acide carbonique, quant à lui, est spécifiquement rejeté par les poumons.
- Les reins constituent un système de régulation plus lent mais plus durable dans le temps que le poumon.
- Les reins peuvent également réguler les concentrations en substances basiques, tels que les bicarbonates.
- Les reins vont être chargés de réguler la réabsorption et la régénération des bicarbonates avec excrétion des protons, dans le cas d'une tendance vers l'acidose, ou bien d'éliminer l'excès de bicarbonates et de produire des protons dans le cas d'une tendance vers l'alcalose.

-
- Le rein est un organe filtreur.
 - Le rein présente trois rôles principaux dans le maintien de la balance acide-base :
 - **La réabsorption des bicarbonates (HCO_3^-)**
 - **L'excrétion des H^+ par le tube distal**
 - **L'excrétion d'un H^+ accepté par les tampons urinaires**
- a. La réabsorption des bicarbonates (HCO_3^-)**
- Se fait majoritairement (à 90 %) au niveau du tube proximal.
 - Pour chaque H^+ excrété, un HCO_3^- revient dans le sang.
 - En même temps, ce H^+ excrété est remplacé par un Na^+ , donnant la régénération d'un bicarbonate ($\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$).
 - Le bicarbonate de sodium ($\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$) filtre librement quand sa concentration plasmatique est de 25 mmol.L-1 pour une pCO_2 de 40 mmHg.
 - Dans le liquide tubulaire, les ions Na^+ sont remplacés par les ions H^+ , qui quittent la cellule vers le mécanisme tubulaire.
 - Pour chaque HCO_3^- filtré, un HCO_3^- produit dans les cellules tubulaires va entrer dans le sang.
 - La réabsorption de ce HCO_3^- va dépendre de celle du Na^+ et de l'action de l'anhydrase carbonique qui transforme le HCO_3^- inabsorbable en CO_2 et H_2O .
- b. L'excrétion des H^+ par le tube distal :**
- les H^+ sont sécrétés par l'ATPase lors de la réabsorption des HCO_3^- .
 - Leur excrétion se fait sous forme d'acidité titrable par le premier tampon urinaire : phosphate disodique (Na_2HPO_4) fixe les H^+ sécrétés en échange de Na^+ qui est réabsorbé pour donner phosphate monosodique (NaH_2PO_4) qui est excrété ; et par ammoniogenèse rénale et excrétion de l'ammoniaque par le deuxième tampon urinaire : système ammoniacque/ammonium $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$.
 - L'essentiel de l'azote métabolique est excrété sous forme d'urée.
 - Le NH_3 est synthétisé dans les cellules tubulaires par désamination de la glucosamine (ammoniogenèse).
 - La sécrétion d'un H^+ est couplée à la régénération d'un HCO_3^- qui redonne du NaHCO_3 dans le plasma.

c. L'excrétion d'un H⁺ accepté par les tampons urinaires,

- Régénère un HCO₃⁻ qui passe dans le sang, pendant ce temps un H⁺ est échangé par un Na⁺, si bien que le rein a régénéré un Na⁺ HCO₃⁻.

En résumé :

- *les reins contrôlent les excès de métabolites acides, ils contrôlent également les concentrations des substances alcalines et le renouvellement des substances tampons.*

3. Système digestif

- Les aliments sont transformés tout au long du tube digestif.
- Au niveau du débit salivaire, la concentration en HCO₃⁻ est élevée.
- Au niveau gastrique, les aliments entrés dans l'estomac jouent un rôle de tampon, le pH gastrique s'élève, ce qui favorise la sécrétion de gastrine et donc d'acide chlorhydrique.
- La stimulation du pancréas exocrine entraîne la formation d'un suc alcalin (7,0 < pH < 9,0), ce qui permet de corriger le pH du duodénum et d'optimiser l'activité des enzymes de l'intestin grêle.
- Cette sécrétion de HCO₃⁻ de type active (contre un gradient) augmente avec le débit tandis que la sécrétion de Cl⁻ varie en sens inverse.
- Il existe une forte absorption des électrolytes dans le jéjunum (Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻), dans l'iléon absorption de Cl⁻ et excrétion de HCO₃⁻, dans le côlon absorption de Na⁺ et de Cl⁻ et sécrétion nette de HCO₃⁻.
- En cas de malabsorption digestive, des phénomènes de putréfaction anormale, de constipation, de gaz et de ballonnements peuvent se produire.
- Ceci impliquant souvent un risque de surcharge en toxines pour le foie.

4. Système hépatique

- Les pathologies hépatiques sont souvent liées à des déséquilibres de la balance acido-basique.
- Le foie intervient dans la régulation du métabolisme des acides aminés : l'ammoniaque est le produit final de dégradation des protéines.
- Les protéines sont d'abord dégradées en acides aminés puis en NH₃ (ammoniac) qui dans les milieux aqueux se trouve sous forme de NH₄OH (ammoniaque).
- Dans l'eau il y a dissociation pour donner NH₄⁺ et OH⁻.

-
- L'ion ammonium (NH_4^+) est potentiellement toxique pour le système nerveux central.
 - Cet ion ammonium doit être éliminé.

Il existe deux systèmes principaux pour cette élimination :

- le cycle de la glutamine (addition du NH_4^+ au glutamate par intermédiaire d'une enzyme, la glutamine synthétase) qui permet d'éliminer NH_4^+ en épargnant HCO_3^- , c'est une voie alcalinisante .
- Le deuxième système est le cycle de l'urée : ce système fonctionne quand les concentrations en NH_4^+ sont déjà importantes avec risque de toxicité.
- Ce cycle propre aux hépatocytes permet d'éliminer NH_4^+ mais en entraînant HCO_3^- , c'est une voie acidifiante.
- Le foie intervient également dans la métabolisation des lactates, ce qui implique une consommation d' H^+ et donc en parallèle une production de HCO_3^- .

5. Electrolytes, sang et tissus

- Les liquides organiques sont constitués de substances électrolytiques (ionisables) et non électrolytiques.
- Le milieu extracellulaire est riche en sodium et en chlore, le milieu intracellulaire est riche en potassium et en phosphore.
- L'équilibre électrolytique désigne l'équilibre des ions inorganiques et principalement le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium.
- La balance entre gain et perte de sodium est la principale fonction des reins.
- La régulation de l'équilibre en sodium se fait au travers de l'aldostérone, des barorécepteurs du système cardiovasculaire, de l'hormone antidiurétique (ADH), du facteur natriurétique auriculaire, des œstrogènes, des glucocorticoïdes.
- Un déséquilibre électrolytique peut être dû à une hyper ou hyponatrémie, à une hyperkaliémie, à des suites de brûlures ou de blessures, à une acidose tubulaire rénale, à une acidocétose diabétique, au diabète, aux syndromes de Conn, de Cushing, à la maladie d'Addison, à l'alcoolisme, au cancer, à une surdose ou intoxication aux médicaments, à une intoxication alimentaire, à la déshydratation, à une hypothyroïdie, à une hyperventilation, à une pneumonie, un pneumothorax, à une gastro-entérite, aux insuffisances hépatiques et rénales...

- Si un désordre électrolytique n'est pas traité, il peut entraîner des destructions de tissus vitaux et une des pathologies de l'équilibre acido-basique.

6. Méthodes de mesures

1) **pH** : Potentiel hydrogène

Artériel : 7.38 a 7.42,

Veineux : 7.35 a 7.37.

2) **PCO₂** :

Artérielle : 38 a 42 mmHg.

Veineux : 45 a 48 mmHg.

3) CO₂ total plasmatique: 50 a 55 vol/ 100ml.

4) Bicarbonate standard du sang total : C'est la quantité de bicarbonate mesurée in vivo à PO₂=100, PCO₂=40 et T°=37°. Valeur Normale : 24 a 26 meq/L.

5) Réserves alcalines : Représente par le CO₂ combiné

6) Excès ou déficit de base : Quantité de base qu'il faut ajouter au sang total pour ramener le pH,

7) Bases tampon totale : C'est la somme des bicarbonates du sang totale, des protéinates et d'hémoglobinate : VN : 45 a 50 Meq/L

8) Trou anionique : C'est la fraction d'anions indosés nécessaires pour l'équilibre des charges positives du Na⁺.

- $TA = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-) : \sim 12-16 \text{ mmol/L}$

- Il correspond principalement aux protéines sériques

- Il représente la concentration des anions présents dans le plasma et classiquement indosés dans le ionogramme normal (acide lactique, corps cétoniques, acides organiques ...).

Lorsque qu'un anion endogène (indosé dans l'ionogramme) augmente ou qu'on a l'apparition d'un anion exogène, le trou anionique augmente.

7. Les désordres acido-basiques

Définition – Intérêt

- Modifications diversement associées des concentrations sanguines des ions H⁺, des bicarbonates et de l'acide carbonique, responsables de variations de la valeur du pH sanguin.

- Les troubles de l'équilibre acido-basique sont retrouvés dans de multiples situations et relèvent de multiples mécanismes.
 - **Minimes**, elles n'entraînent pas de traitement spécifique en dehors du traitement de la cause.
 - **Majeures**, elles peuvent engager le pronostic vital et appellent un traitement visant à corriger le trouble et simultanément un traitement étiologique

Rappel

Régulation de l'équilibre acido-basique

- Le pH sanguin est normalement de $7,40 \pm 0,02$,
- La bicarbonatémie se situe entre 23 et 28 mM,
- La pCO₂ est de 36 à 40 mmHg.
- La relation entre ces 3 variables est donnée par l'équation d'Henderson-Hasselbach:

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

A

H₂CO₃

- Nb : le taux d'acide carbonique est en relation directe avec la pCO₂:



- La '**réserve alcaline**' est une *entité biochimique correspondant au contenu total du plasma en CO₂* (CO₂ obtenu par dissociation des bicarbonates et de l'acide carbonique).
 - Chez le sujet normal, elle correspond à 95% à la bicarbonatémie;
 - Elle s'écarte de cette valeur lors des variations extrêmes du pH.
- En pratique, le dosage des bicarbonates et la mesure des gaz du sang permet, en se référant à l'équation d'Henderson-Hasselbach, de retrouver la cause initiale du trouble acido-basique.

| | pH | HCO₃⁻ | pCO₂ |
|-----------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| acidose métabolique | diminution | diminution | diminution |
| alcalose métabolique | augmentation | augmentation | augmentation |
| acidose respiratoire | diminution | augmentation | augmentation |
| alcalose respiratoire | augmentation | diminution | diminution |

- *Il est nécessaire de dissocier l'étude des 4 grands troubles acido-basiques.*

ACIDOSE MÉTABOLIQUE

1. Définition

- Abaissement du pH sanguin en-dessous de 7,38 et des bicarbonates plasmatiques en-dessous de 21 mM.
- ↓pH suite a une ↓ de concentration des bases tampon, la cause principale est l'augmentation de la concentration des acides fixes non volatiles.

2. Etiologies :

a. Excès de production des H⁺:

- acidose cétonique (diabète, jeune, alcool)
- acidose lactique : anoxie tissulaire au cours de :
- hypoxémie aigue (OAP, asthme),
- insuffisance circulatoire aigue (choc, arrêt circulatoire).

b. Excès d'apport:

- Aliments (viandes, jaune d'œuf), iatrogène (transfusion)

c. Insuffisance d'élimination :

- Acidose hypochlorémique : Insuffisance Rénale Chronique ou Aigue
- Acidose tubulaire distale : hyperparathyroïdie, intoxication par la vitamine D
- Acidose hyperchlorémique : néphropathie interstitielle, amylose

3. Physiopathologie

- a. **Le pH urinaire est bas en cas d'acidose métabolique (<5,3).**
- b. **Un pH retrouvé élevé (>6) témoigne d'une anomalie rénale.**

4. Circonstances de Découverte

1) Typiques : Signes fonctionnels

- Le signe fondamental est la dyspnée de Kussmaul, ample, profonde et lente.
- Elle est la manifestation de l'hyperventilation alvéolaire destinée à éliminer le CO₂.
- Les Signes généraux et Signes physiques dépendent de l'étiologie de l'acidose.

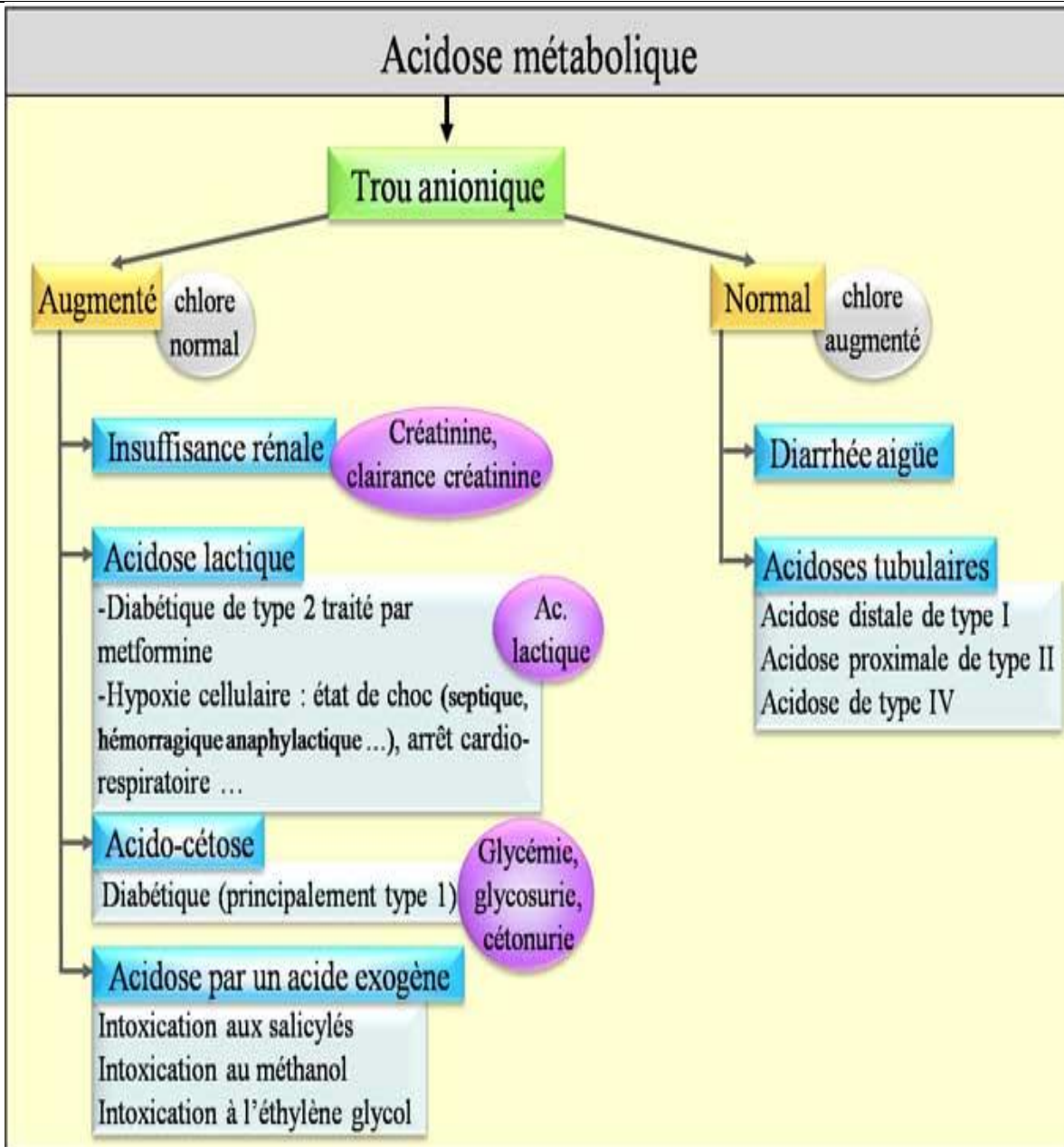
2) Par une complication

- Une torpeur, un coma ou un collapsus brutal par dépression myocardique et vasodilatation ne se voient que pour des pH très abaissés.
- En effet, les catécholamines sécrétées en cas d'acidose deviennent inefficaces du fait même de l'acidose.

3) Biologie

- La biologie fait le diagnostic en montrant une baisse concomitante du pH, des bicarbonates et de la pCO₂.
- L'hyperkaliémie est fréquente.
- ***Le trou anionique plasmatique doit être déterminé devant toute acidose métabolique.***

- Il représente les anions indosés du plasma. Physiologiquement: **Na - (HCO₃ + Cl) :**
 - a. Est compris entre 8 et 16mEq/l (**12 mEq/l ± 4 mEq/l**).
 - b. Les acidoses métaboliques avec **trou anionique augmenté** (18 mEq/l) sont dues à la ***rétection anormale des phosphates, sulfates, d'acides organiques*** ou la présence de ***toxiques exogènes***:
 - c. l'augmentation des anions indosés équivaut à la baisse du bicarbonate et la chlorémie reste normale.
 - d. A l'opposé, les acidoses métaboliques à trou anionique normal sont toujours hyperchlorémiques car l'HCO₃- consommé est remplacé par le chlore.



5. Diagnostic Etiologique

a. Régulation :

- dans un 1^{er} temps: tamponnage des ions H⁺ : par des bicarbonates et des bases non bicarbonatées (lactate de Na⁺)
- dans un 2^{ème} temps: Compensation : Hyperventilation de KÜSSMAUL suite a une stimulation des chémorécepteurs éliminant ainsi le CO₂.

- dans un 3ème temps : persistance de la cause de l'acidose : le rein intervient en éliminant les H⁺ et en apportant les bicarbonates.

b. Clinique :

- polypnée de KÜSSMAUL,
- collapsus,
- coma

c. Biologie:**a. Acidose compensée :**

- pH Normal,
- PaO₂ Normal,
- PaCO₂ ↓,
- Bicarbonates ↓

b. Acidose non compensée :

- pH ↓,
- PaO₂ Normal,
- PaCO₂ Normal,
- Bicarbonates ↓ ↓

6. TRAITEMENT :

- Traitement étiologique +++
- Epuration extra rénale (si IR)
- Alcalinisation : HCO₃Na, Lactate de sodium.

ACIDOSE RESPIRATOIRE

↑ de la PaCO₂ correspondant a une accumulation de l'acide carbonique dans le sang.

1) Etiologie :

- Hypoventilation alvéolaire globale :

- centrale (traumatisme crânien, cérébral)
- neuromusculaire (myasthénie)
- **Hypoventilation alvéolaire d'origine broncho-pulmonaire :**
 - Insuffisance Respiratoire, Tuberculose, Asthme.

2) Régulation :

- dans un 1^{er} temps : **tamponnage des ions H⁺**
 - **par des bicarbonates et des bases non bicarbonatés,**
- dans un 2^{ème} temps : **Compensation par le rein.**

3) Clinique :

- **Signes d'hypercapnie :**
 - tachycardie,
 - sueurs,
 - hypotension artérielle
- **Signes d'hypoxie :**
 - polypnée,
 - cyanose,
 - anxiété, agitation,

4) Biologie:

- PH ↓,
- PCO₂ ↑,
- HCO₃⁻ ↑,
- PaO₂ Normale ou ↓

5) Traitement :

- O₂thérapie
- ventilation artificielle

ALCALOSE MÉTABOLIQUE

Augmentation du pH suite a une augmentation des bases tampon dans le sang.

1) Etiologies :

- **Surcharge primitive en bicarbonates :**
 - Apport excessif d'alcalins : perfusion excessive de bicarbonates
 - Alcalose de reventilation : ventilation artificielle d'un sujet en hypercapnie chronique avec hyperbasemie.
- **Perte Digestive des H⁺:**
 - vomissements,
 - diarrhée
- **Perte Rénale:**
 - Déplétion chloré : abus de diurétiques
 - Déplétion potassique
 - Hypercalcémie (intoxication à la Vitamine D),
 - Hyperaldostéronisme (déshydratation).
- **Alcalose de concentration :**
 - déshydratation extracellulaire

2) Régulation :

- Fait appel aux acides tampons, la compensation respiratoire est limité par l'hypoxémie.
- Le rein intervient dans les 24h en éliminant les bicarbonates et diminue la sécrétion des H⁺.

3) Clinique : inconstante,

- Bradypnée,
- tétanie,
- signes d'hypercapnie et d'hypoxie.

4) Biologie:

- pH↑,
- Bicarbonates↑,
- PaCO₂ et PO₂ Normales.

5) Traitement :

- Traitement étiologique +++
- Traitement substitutif:
- KCl, (restitution du capital Cl et K)
- Apport hydro sodé
- Sel de calcium, si alcalose digestive, après correction du capital K⁺

ALCALOSE RESPIRATOIRE

Augmentation du pH suite à l'élimination accrue de CO₂

1) Etiologies :

- **Hyperventilation alvéolaire:**
 - Mécanique (Ventilation artificielle),
 - Centrale (Traumatisme),
 - métabolique (intoxication, encéphalopathie hépatique)
- **Hypoxémie aiguë :**
 - Œdème Aigu du Poumon (OAP),
 - Séjour en haute altitude,
 - Pneumopathie aigue, Choc.

2) régulation :

- Intervention des acides tampons.
- Plus tard le rein intervient en éliminant les bicarbonates et diminue la sécrétion des H⁺

3) Clinique :

- polypnée,
- céphalée,
- vertige..

4) Biologie:

- pH ↑,
- PaCO₂ ↓,
- PaO₂ (Normale, ↓ ou ↑)
- Bicarbonates Normaux ou légèrement ↓
- K⁺ ↓,
- Cl⁻ ↑,
- Na⁺ Normal.

5) Traitement :

- étiologique surtout