

# **Acidoses métaboliques**

**Pr. F. Fourrier**

**Réanimation Médicale**

**Université de Lille 2**

# Acidoses métaboliques

$$\text{pH PLASMATIQUE} = \frac{\text{Concentration bicarbonates (Cin. Lente)}}{\text{Concentration H}^+ = \text{PaCO}_2 \text{ (Cin. rapide)}}$$

Acidose métabolique : Bicarbonates diminués  
pH normal (PaCO<sub>2</sub> basse) : Acidose compensée  
pH bas : Acidose décompensée

# Acidoses métaboliques

## Compensation respiratoire

- Toute acidose métabolique aiguë provoque une hyperventilation alvéolaire telle que :

$$\text{PaCO}_2 = 1,5 \text{ HCO}_3^- + (8 \pm 2) \text{ mmHg}$$

- Toute acidose métabolique chronique entraîne une hyperventilation alvéolaire telle que :

$$-1 \text{ mmol HCO}_3^- = - 1,25 \text{ mmHg PaCO}_2$$

- **Corollaires**

- L'hyperventilation doit s'accompagner d'une hyperoxémie
- L'absence d'hypocapnie témoigne
  - d'un épuisement ventilatoire
  - d'une IRC associée
  - ou d'une production majeure de CO<sub>2</sub>

# Acidoses métaboliques

K+ (150)	HCO3-(10)
	Sulfates Phosphates (130)
Mg++(30)	Proteines (50)
Na+ (10)	

190 = 190

**CELLULE**

Na+ (142)	HCO3- (27)
	Cl- (103)
K+ (4)	Prot. (16)
Ca++ (5)	SulF.P (3)
Mg ++ (2)	Anions (5)

153 = 153

**PLASMA**

Trou anionique = (Na +K ) - (Cl + HCO3) =16

**COMPOSITION ELECTROLYTIQUE**

# Trou anionique plasmatique

Na+ (142)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (27)
	Cl <sup>-</sup> (103)
K+ (4)	Prot. (16)
Ca <sup>++</sup> (5)	SulF.P (3)
Mg <sup>++</sup> (2)	Anions (5)

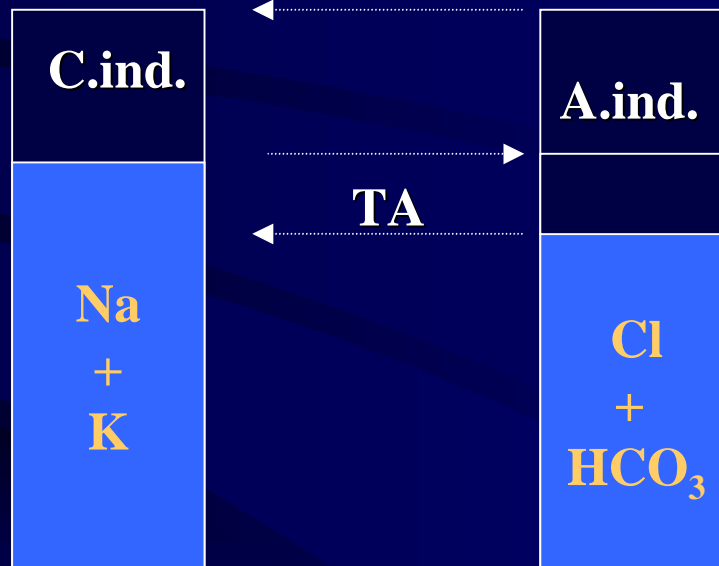
153 = 153

PLASMA

$$(\text{Na}^+) + (\text{K}^+) + (\text{C. ind}) = (\text{Cl}^-) + (\text{HCO}_3^-) + (\text{A. ind})$$

TA = Anions Indosés - Cations Indosés

$$\text{TA} = (\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{HCO}_3) = 8 \text{ à } 16 \text{ mEq/L}$$



50% du TA est lié à l'albumine

# Acidoses métaboliques

## Compensation rénale

- Toute acidose métabolique extra-rénale doit provoquer une élimination urinaire des acides telle que :

$$\text{pHu} < 5,5$$

- Le trou anionique urinaire (  $\text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$  ) représente l'élimination urinaire de  $\text{NH}_4^+$

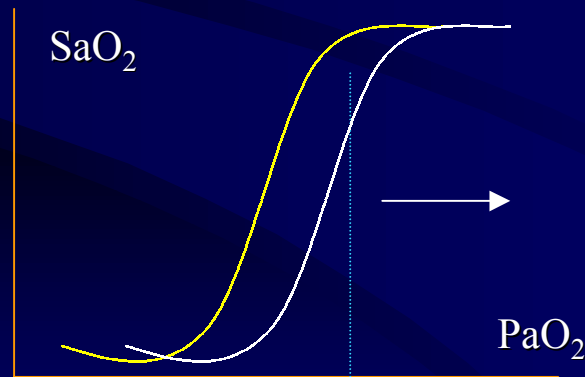
$$\text{TAu normal} > 0 \quad (30 \text{ mmol NH}_4^+ / \text{Jour} )$$

- **Corollaires**
  - Un  $\text{TAu} < 0$  signe une acidose extra-rénale avec réponse rénale adaptée
  - Un  $\text{TAu} > 0$  signe une acidose rénale ou une réponse inadaptée

# Acidoses métaboliques

## Conséquences

- Cardiovasculaires
  - Vasodilatation artérielle - Vasoconstriction veineuse
  - Effet inotrope négatif (si hypoxie, insuffisance cardiaque)
- Respiratoires
  - Déplacement de la courbe de dissociation de l'hémoglobine vers la droite



Na+ (142)	HCO3- (27)
K+ (4)	Cl- (103)
Ca++ (5)	Prot. (16)
Mg ++ (2)	SulF.P (3)
	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

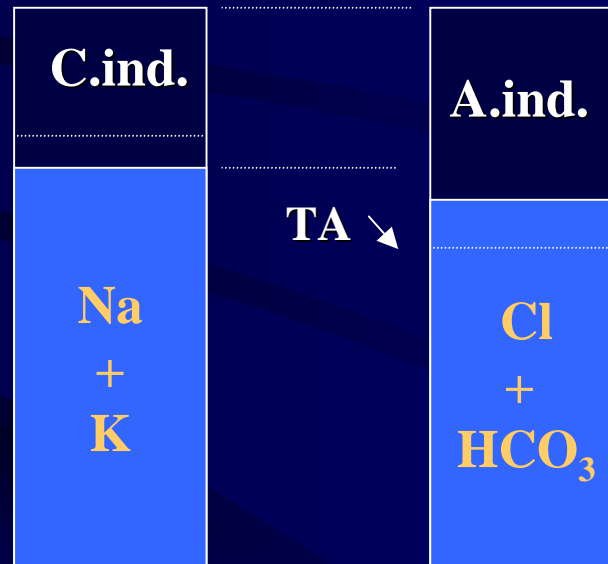
## Acidoses métaboliques : diagnostic

$$(\text{Na}^+) + (\text{K}^+) + (\text{C. ind}) = (\text{Cl}^-) + (\text{HCO}_3^-) + (\text{A. ind})$$

TA = Anions Indosés - Cations Indosés

## Diminutions du TA : causes techniques

Sous estimation  
de la natrémie  
Na réelle > Na dosée  
•Hyper Na majeure



Surestimation  
de la chlorémie  
Cl réel < Cl dosé  
•Hyperlipidémie  
•Bromisme

Na+ (142)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (27)
K+ (4)	Cl <sup>-</sup> (103)
Ca <sup>++</sup> (5)	Prot. (16)
Mg <sup>++</sup> (2)	SulF.P (3)
	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

## Acidoses métaboliques : diagnostic

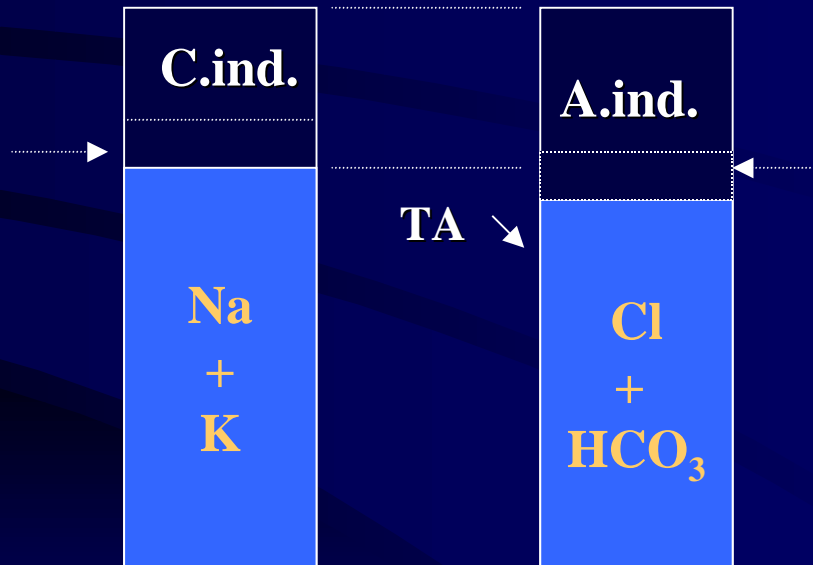
$$(\text{Na}^+) + (\text{K}^+) + (\text{C. ind}) = (\text{Cl}^-) + (\text{HCO}_3^-) + (\text{A. ind})$$

TA = Anions Indosés - Cations Indosés

### Diminutions du TA

Augmentation  
des cations indosés

- Hyper Ca
- HyperMg
- Myélome IgG
- Intox. Lithium



Diminution  
des anions indosés

- Dilution
- Hypoalbuminémie

# Augmentation du trou anionique plasmatique

## Mécanisme théorique

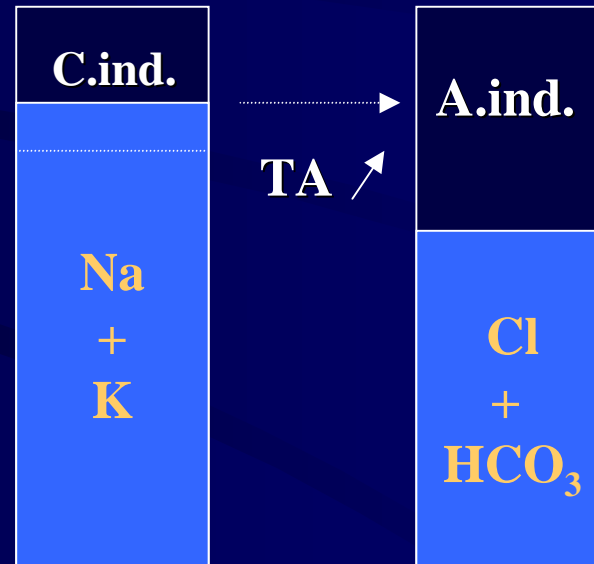
### Diminution des cations indosés

Na+ (142)	HCO <sub>3</sub> - (27)
	Cl- (103)
K+ (4)	Prot. (16)
Ca <sup>++</sup> (5)	SulF.P (3)
Mg <sup>++</sup> (2)	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

- Hypocalcémie
- Hypomagnésémie



# Augmentation du trou anionique plasmatique

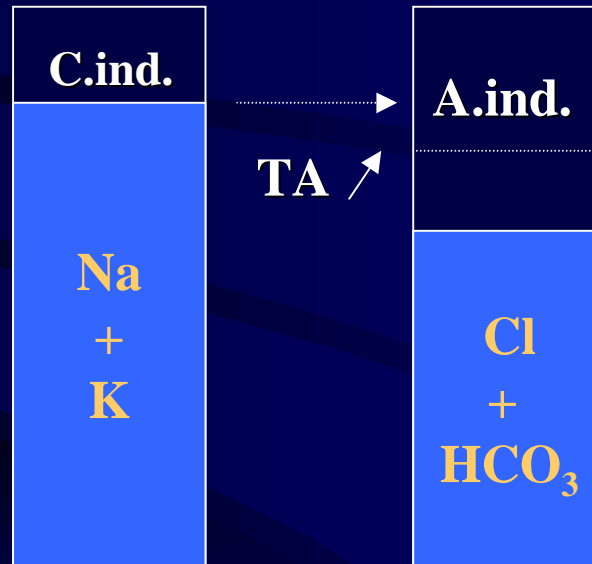
## Mécanisme théorique

### Augmentation des anions indosés

Na+ (142)	HCO <sub>3</sub> - (27)
	Cl- (103)
K+ (4)	Prot. (16)
Ca++ (5)	SulF.P (3)
Mg ++ (2)	Anions (5)

153 = 153

PLASMA



- Hyperalbuminémie
- Accumulation d'anions organiques
- Accumulation d'acides organiques

## Acidoses métaboliques : physiopathologie générale

Acidose = présence d'un acide ( $\neq \text{H}_2\text{CO}_3$ )



Chaque  $\text{H}^+$  consomme un  $\text{HCO}_3^-$

Le bicarbonate consommé est remplacé par un anion non carbonique

Le T.A. reste normal si la chlorémie augmente en proportion

Le T.A. augmente sauf si l'anion de l'acide est du chlore : HCl

# Acidoses avec trou anionique normal

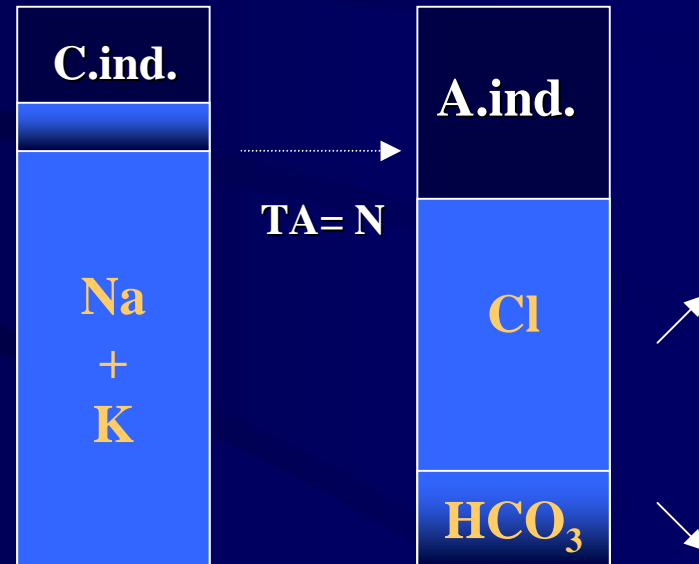
## Acidoses hyper-chlorémiques

Na+ (142)	HCO <sub>3</sub> - (27)
	Cl- (103)
K+ (4)	Prot. (16)
Ca <sup>++</sup> (5)	SulF.P (3)
Mg <sup>++</sup> (2)	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

•Excès d'H<sup>+</sup>



# Acidoses hyper-chlorémiques

## Trou anionique normal

### Avec hypokaliémie

(pertes de bicar + K)

- Diarrhée aiguë
- Fistules duodéno-jéjuno-pancréatiques
- Acidose tubulaire
- Acétazolamide
- Urétéro-sigmoidostomie

### Avec kaliémie normale ou haute

- **Apport de Chlore**
  - Apport de NaCl rapide
  - Apports d'acidifiants chlorés (NH<sub>4</sub>Cl, ClH. d'Arginine)
- **Perte de CO<sub>2</sub>**
  - Acidose post-hypocapnique
- **Perte de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**
  - Néphropathies interstitielles

# Acidose de l'insuffisance rénale modérée

## Accumulation d'H<sup>+</sup> et de phosphates et sulfates

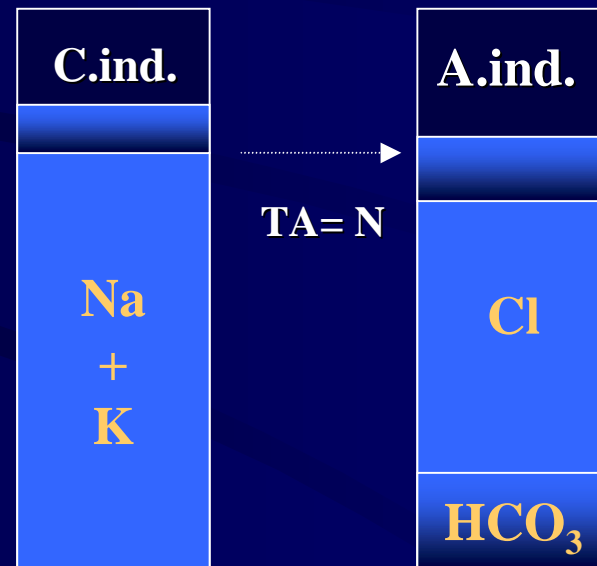
Na <sup>+</sup> (142)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (27)
K <sup>+</sup> (4)	Cl <sup>-</sup> (103)
Ca <sup>++</sup> (5)	Prot. (16)
Mg <sup>++</sup> (2)	SulF.P (3)
	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

•Excès d'H<sup>+</sup>

$$\text{HCO}_3^- = 23 - (0,6 \times \text{créatininémie})$$



# Acidose de l'insuffisance rénale sévère

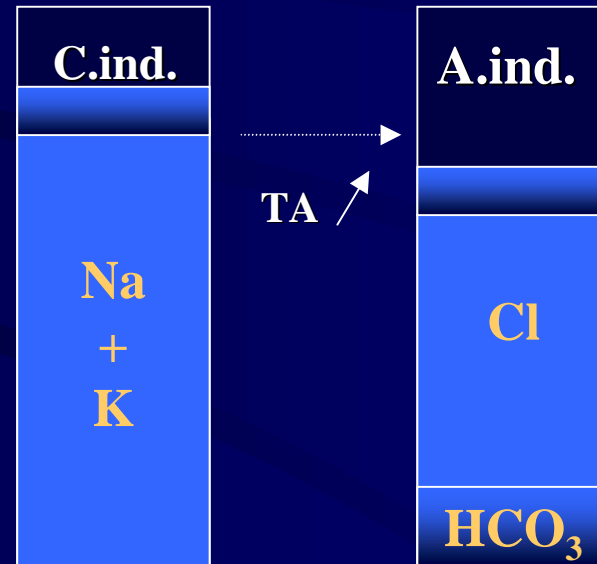
## Accumulation d'H<sup>+</sup> et de phosphates et sulfates

Na <sup>+</sup> (142)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (27)
K <sup>+</sup> (4)	Cl <sup>-</sup> (103)
Ca <sup>++</sup> (5)	Prot. (16)
Mg <sup>++</sup> (2)	SulF.P (3)
	Anions (5)

153 = 153

PLASMA

•Excès d'H<sup>+</sup>



Excès de Sulf.  
et phosph.

$$\text{HCO}_3^- = 23 - (0,6 \times \text{créatininémie})$$

$$\text{TA} = 11 + (0,05 \times \text{créatininémie})$$

Si TA > 20, chercher autre cause

# Acidose lactique

Acide pyruvique



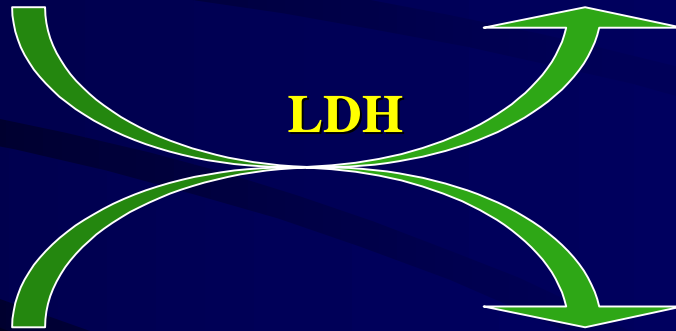
Acide lactique



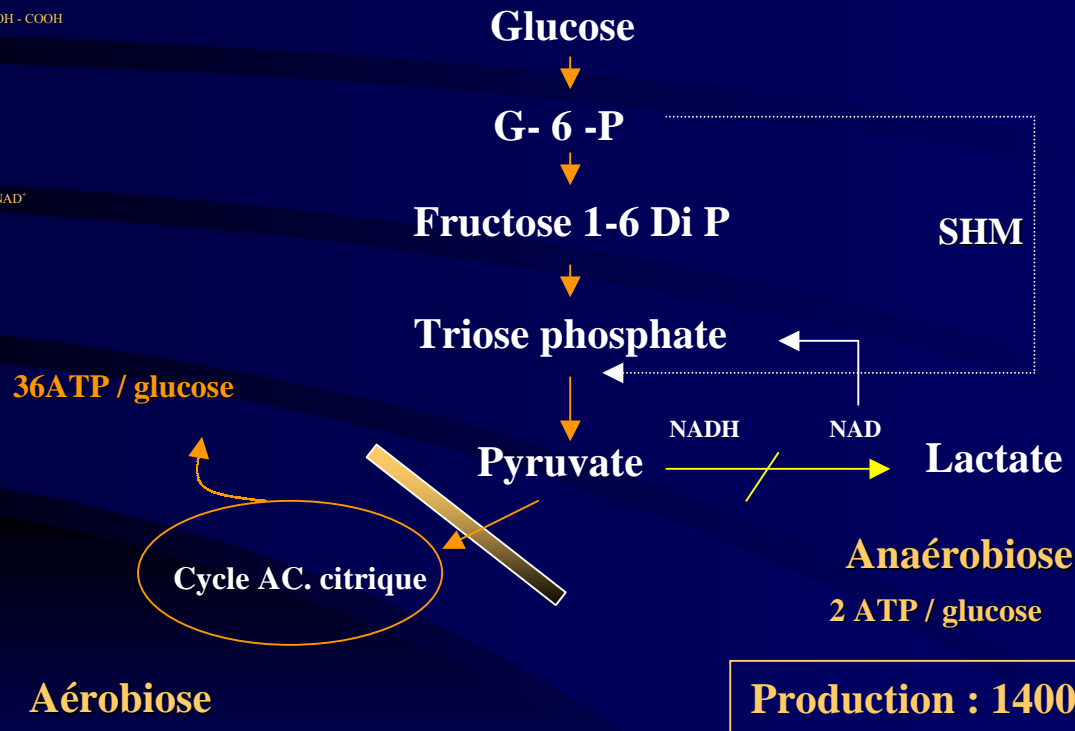
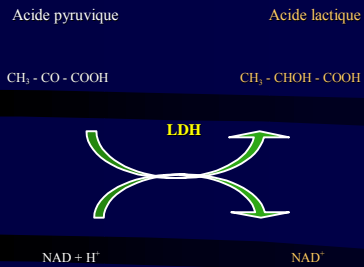
**LDH**

$\text{NAD} + \text{H}^+$

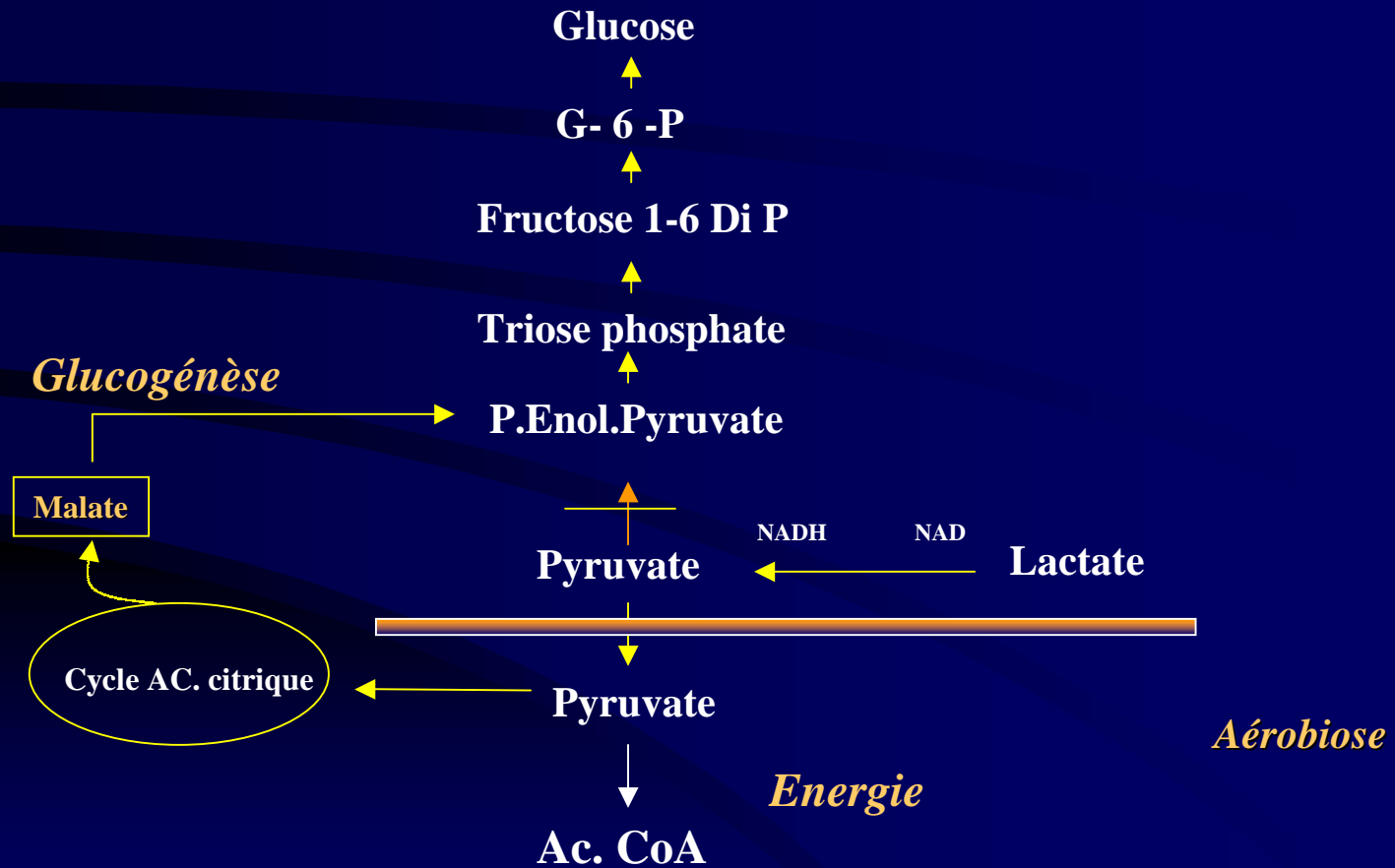
$\text{NAD}^+$



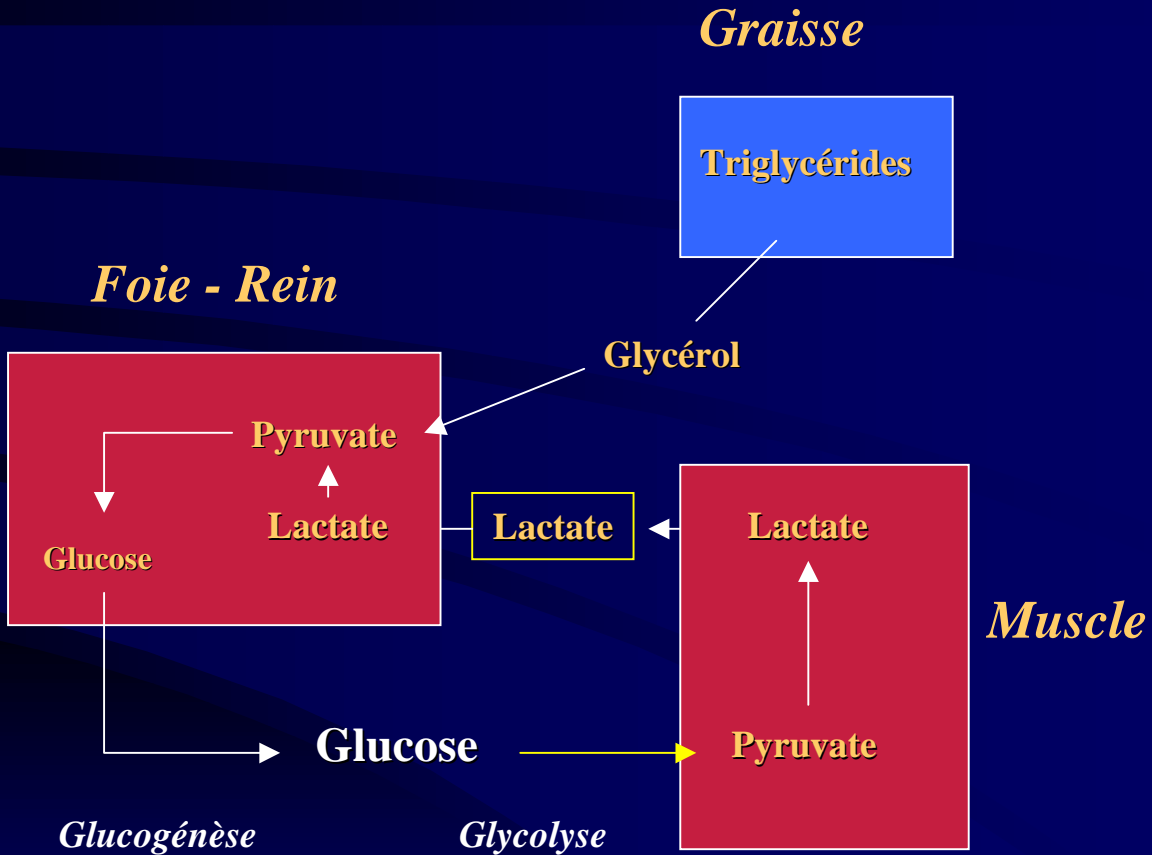
# Biochimie de la production glyColytique du lactate



# Biochimie de l'utilisation du lactate



# Flux du lactate



# Acidose lactique

1. **Augmentation de la production de lactate primitive ou secondaire**
2. **Effet direct de l'acidose sur la gluconéogénèse hépato-rénale**
3. **Rupture du cycle de Cori**
  1. **Insuffisance hépato-cellulaire**
  2. **Toxique hépatique**
  3. **Insuffisance rénale**

# Acidose lactique

## 1. Acidose lactique hypoxique

- Circulatoires
- Respiratoires

## 2. Acidose lactique par hyperproduction brutale

- Convulsions, myoclonies
- Frissons, hyperthermie
- Nécrose tumorale

## 3. Acidose lactique par dysfonction métabolique

- Erreur de métabolisme
  - Glycogénose
  - Déficit en PDH, F1.6DP, MELAS
- Toxiques
  - Biguanides
  - Alcools (éthanol, méthanol...)
  - Cyanures, strychnine, INH

# Acidocétose

- **Mécanismes**
  - Insulinopénie
  - Lipolyse
  - Oxydation des AGL : AcCoA
  - Cétogénèse : (Acéto-acétate, acétone, Hydroxy-butyrates)
- **Conséquences**
  - Production acide
  - Trou anionique  $\Delta TA / \Delta HCO_3^- = 1$
  - Hyperlactatémie possible si choc hypovolémique
  - Alcalose métabolique associée possible si vomissements

$\Delta TA / \Delta HCO_3^- > 1,5$

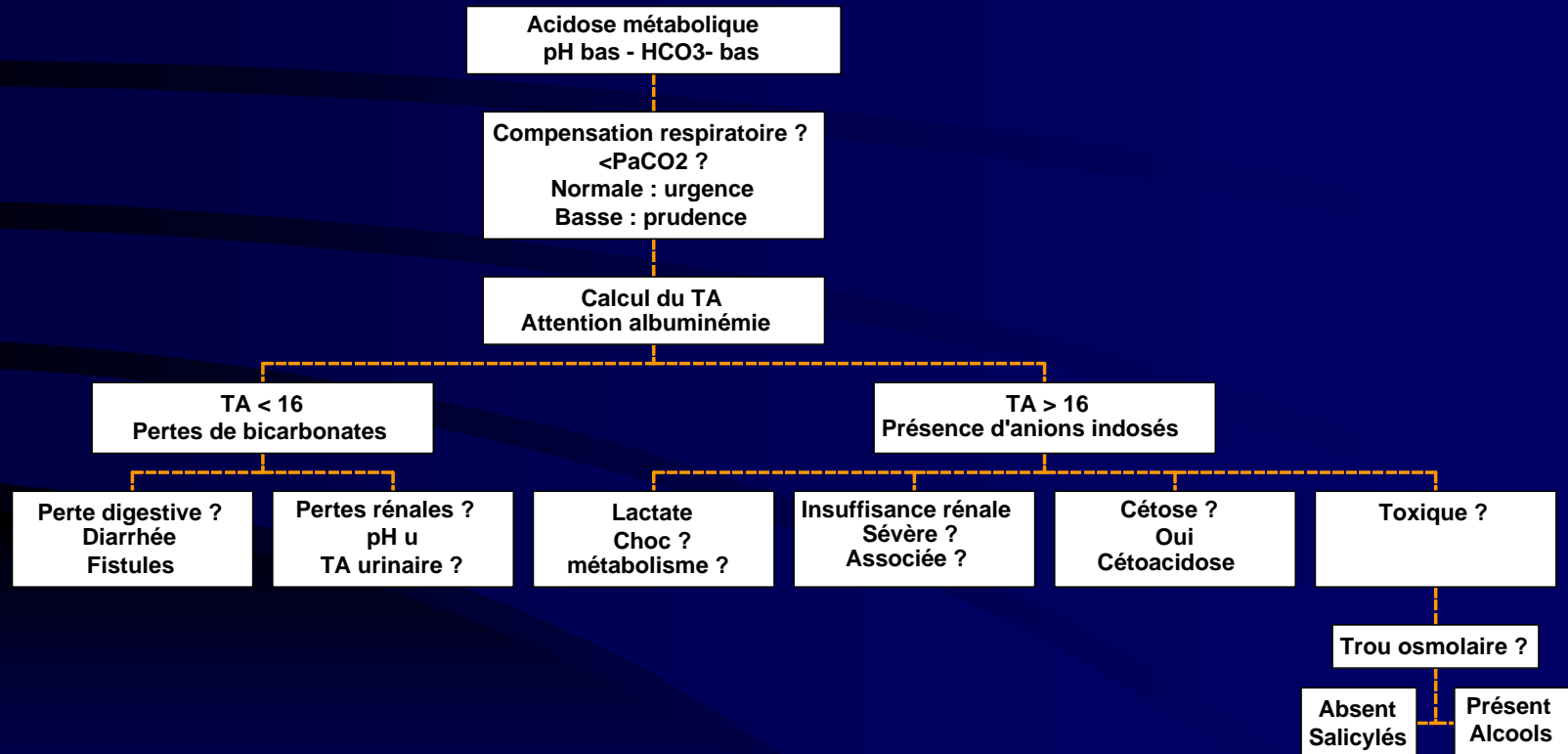
# Autres Acidocétoses

- **Alcoolique**
  - Sevrage en alcool
  - Absorption calorique nulle
  - Cétogénèse : ( acétone, Hydroxy-butyrates)
  - Cétonurie basse : hypovolémie
- **De jeûne**
  - Cétogénèse par lipolyse
  - Grossesse +++

## Autres causes d'élévation du TA

- **Administration de sels d'acides organiques**
  - Lactate, citrate, acétate : pas d'acidose
- **Administration d'antibiotiques anioniques (Carbénicilline)**
- **Rhabdomyolyse : production d'acide organique anionique**
- **Toxiques**
  - **Ethylène glycol** : Acide glycolique
  - **Méthanol** : Acide formique
  - **Paraldéhyde** : Acide acétique
  - **Salicylés** : Acides organiques inconnus (découplage oxydatif)
    - Acidose souvent masquée par hypocapnie (hyperventilation)
    - Trou anionique parfois absent (intoxication associée)
    - Acidose: facteur de gravité

# Acidoses : diagnostic pratique



# Acidoses métaboliques : traitement

