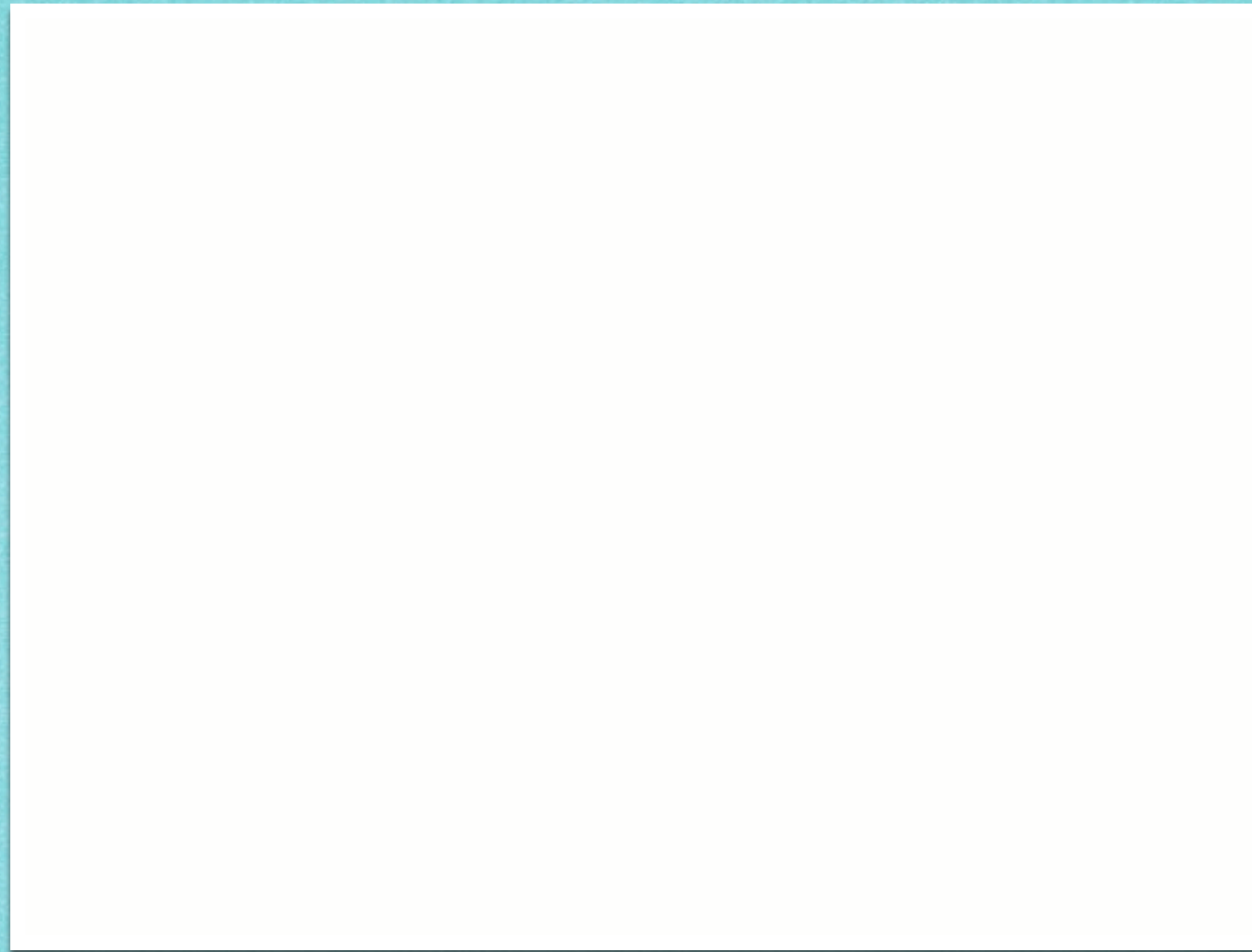


# *La gazométrie*

*Vincent Bourquin*

**Cours pour les étudiants...**

*Comment on fait...*



# *Arterial line placement*

*New England Journal of Medicine*

*A quoi cela sert ?*

1. Comment se déroulent les échanges gazeux ?
2. Comment est régulé le pH à proprement parler ?

*Valeurs obtenues...*

## ▶ Valeurs mesurées

pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub> et hémoglobine

## ▶ Valeurs calculées

Bicarbonate, excès de base, saturation

# Valeurs normales

pH

7.4 ( $\pm 0.04$ )

pCO<sub>2</sub>

5.3 ( $\pm 0.5$ ) kPa

pO<sub>2</sub>

11 kPa\*

Bic (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

24 ( $\pm 2$ ) mmol/l

\* varie avec l'âge:  $\text{PaO}_2 = [100 - (0.5 \times \text{âge})] \times 0.133$

*Echanges gazeux*

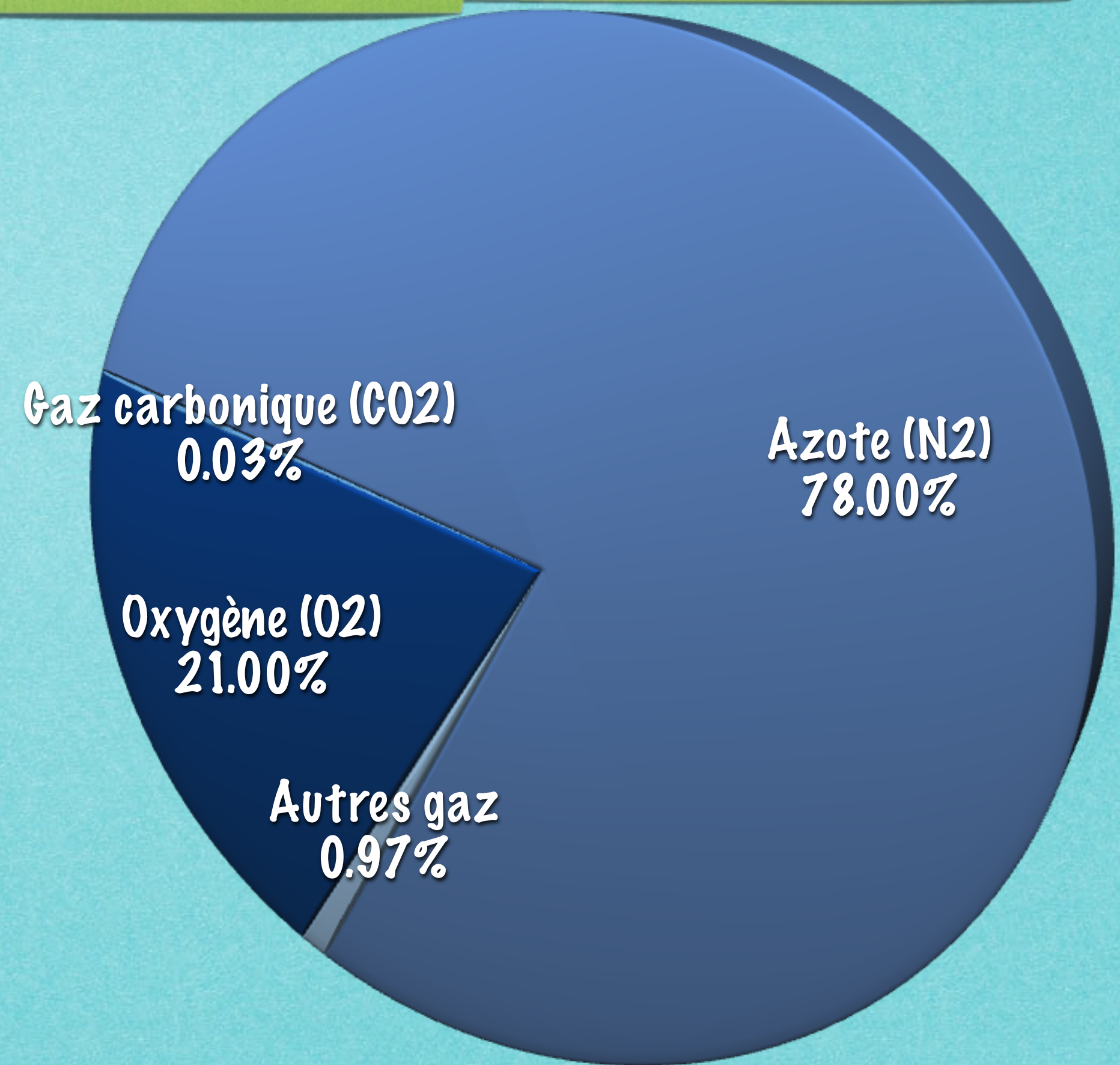
# Echanges gazeux

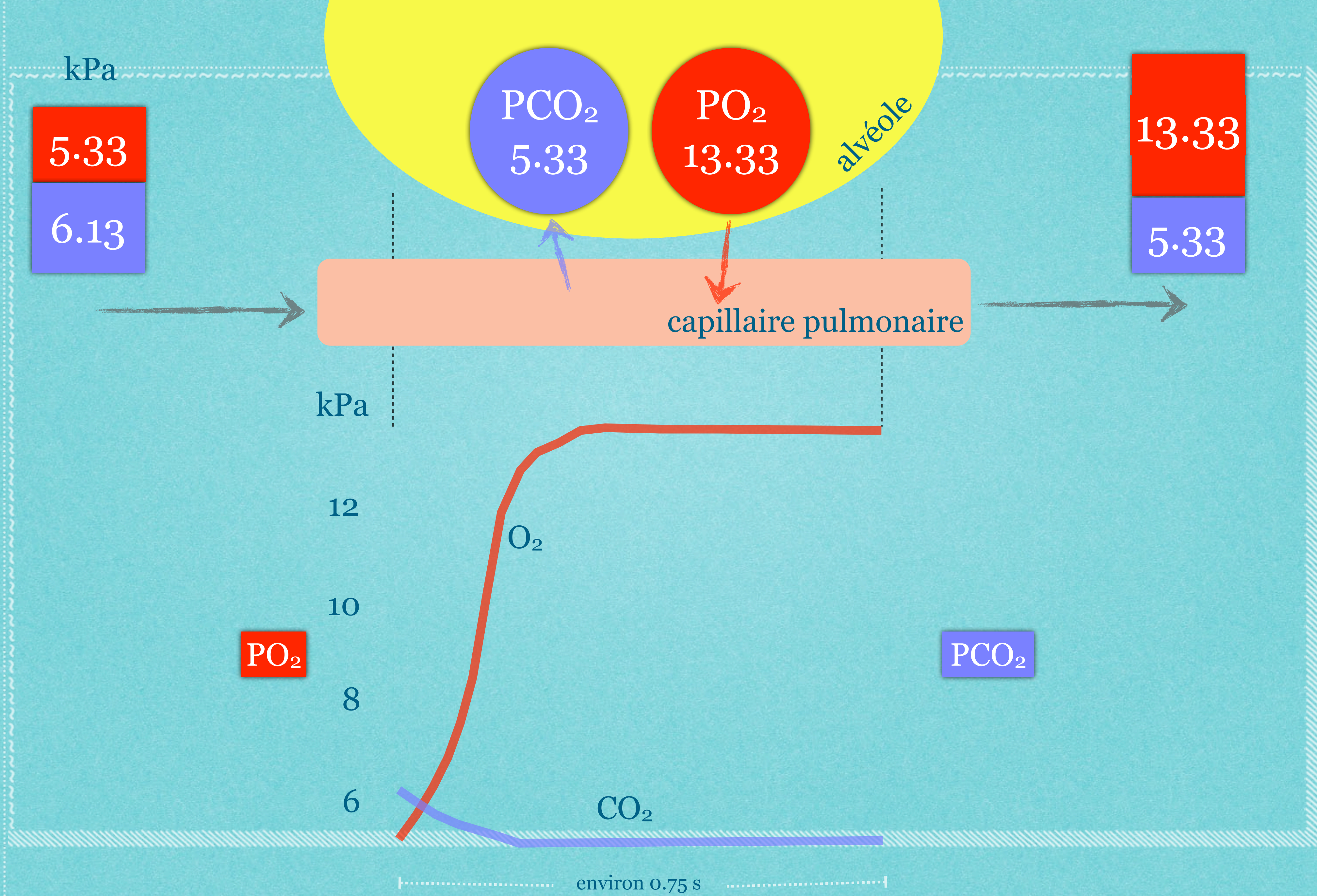
## ▶ Alvéole:

$PAO_2 = 100 \text{ mmHg (13.33 kPa)}$  et  $PACO_2 = 40 \text{ mmHg (5.33 kPa)}$

## ▶ Sang veineux:

$PvO_2 = 40 \text{ mmHg (5.33 kPa)}$   
et  $PvCO_2 = 46 \text{ mmHg (6.13 kPa)}$





# Dans les tissus

- ▶  $O_2$  est utilisé par les tissus pour le métabolisme énergétique aérobie
- ▶  $H_2O$  et  $CO_2$ : principaux produits terminaux du métabolisme énergétique
- ▶ 20 moles de  $CO_2$  produits chaque jour et éliminés par les poumon

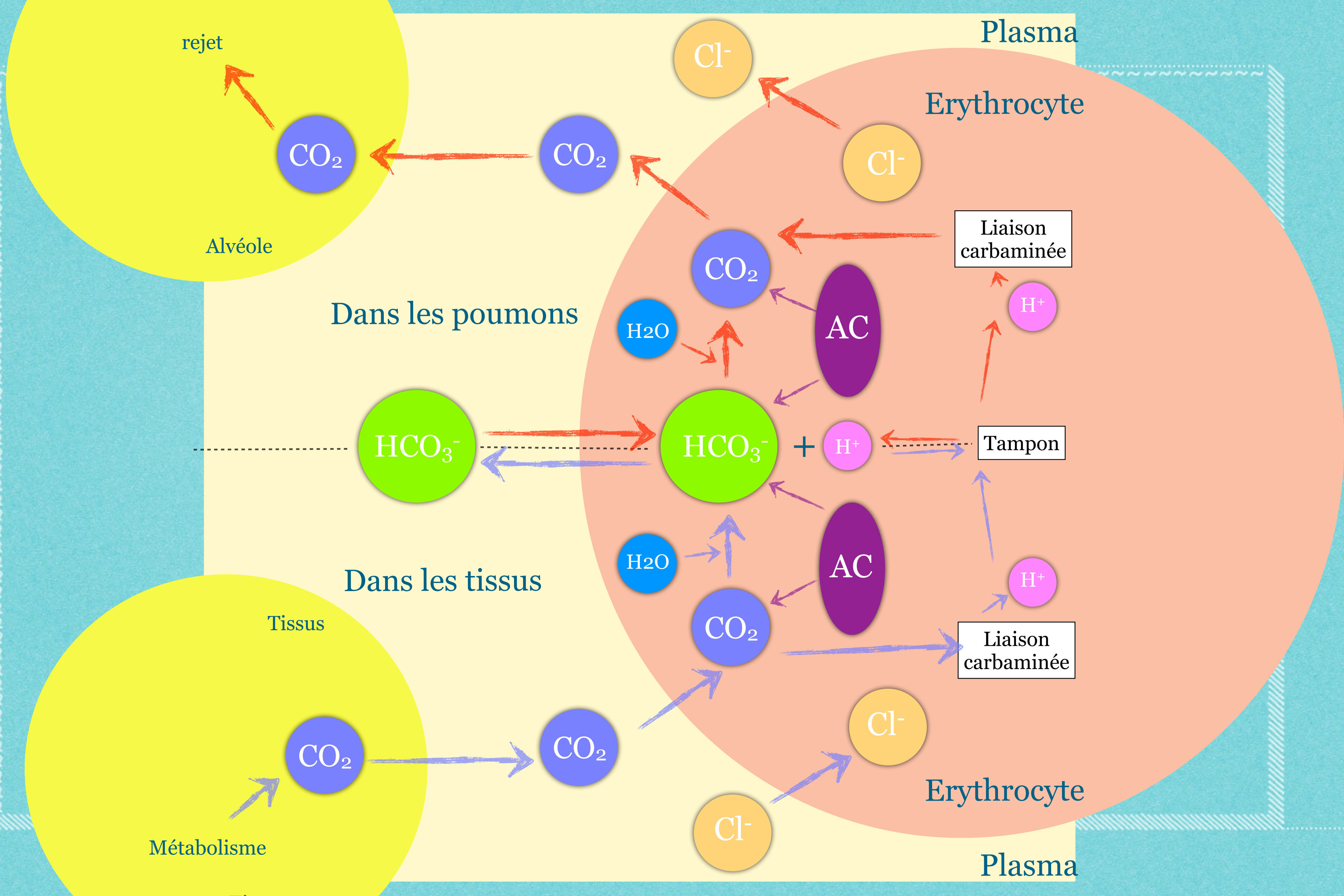
# Transport du CO<sub>2</sub> dans le sang

- ▶ 80% du CO<sub>2</sub> sous forme de bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)  
[anhydrase carbonique]
- ▶ 10% du CO<sub>2</sub> sous forme dissoute
- ▶ 10% du CO<sub>2</sub> sous forme de composés carbaminés  
(carbhémoglobine)



# Transport de l'O<sub>2</sub> dans le sang

- ▶ **Forme dissoute**
  - concentration très faible (0.3 ml/100 ml de sang)
  - proportionnelle à la pression partielle en O<sub>2</sub>
- ▶ **Forme liée à l'hémoglobine**
  - grande majorité de l'oxygène est liée à l'hémoglobine (environ 20 ml/100 ml de sang soit 65 fois plus que sous la forme dissoute)



*en terme gazométrique...*

# Oxygénation et ventilation

## ▶ Ventilation alvéolaire

= ventilation totale - ventilation de l'espace mort

⇒ estimation par la  $p\text{CO}_2$

## ▶ Echange gazeux

entre alvéoles et sang artériel

1. matching ventilation-perfusion

2. capacité diffusion alvéolo-capillaire

⇒ Estimation par le gradient alvéolo-artériel :  $D (A-a)\text{O}_2$

# Gradient alvéolo-artériel

- ▶ Reflet inverse de la capacité d'échange gazeux entre le volume alvéolaire et le sang
- ▶  $D(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$  [où PA dépend de la pression barométrique]

$$\Rightarrow 19 - [PaO_2 + (PaCO_2 / 0.8)]$$

valeurs normales: à l'air ambiant < 3 kPa  
[ sous O<sub>2</sub> augmentation de 0.7 à 0.9 kPa par 10% FIO<sub>2</sub> ]

# Equation des gaz alvéolaires

- ▶ Le mélange des gaz alvéolaires est régi par l'équation suivante

$$\Rightarrow P_{AO_2} = P_{iO_2} - 1.2 \times (P_{aCO_2})$$

$P_{AO_2} = P_{O_2}$  dans les alvéoles

$P_{iO_2} = P_{O_2}$  dans l'air inspiré

- ▶ Si  $p_{CO_2}$  monte la  $p_{O_2}$  diminue ce qui est un des risques liés à l'hypercapnie

# *Equilibre acido-basique*

# pH et concentration H<sup>+</sup>

pH	[H <sup>+</sup> ] (nmol/l)
6.8	160
7.1	80
7.4	40 = 0.00004 mmol/l
7.7	20

- 0.3 ↑

↑ x 2

# *Systeme tampon bicarbonate*


$$\text{pH} = \text{pKa}' + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

# Henderson-Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{pKa}' + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

# The Mantra

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

$$\text{pH} \propto \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

$$\text{Acidity} = \frac{\text{Bicarbonate}}{\text{Carbon Dioxide}}$$

$$A = B / CD$$



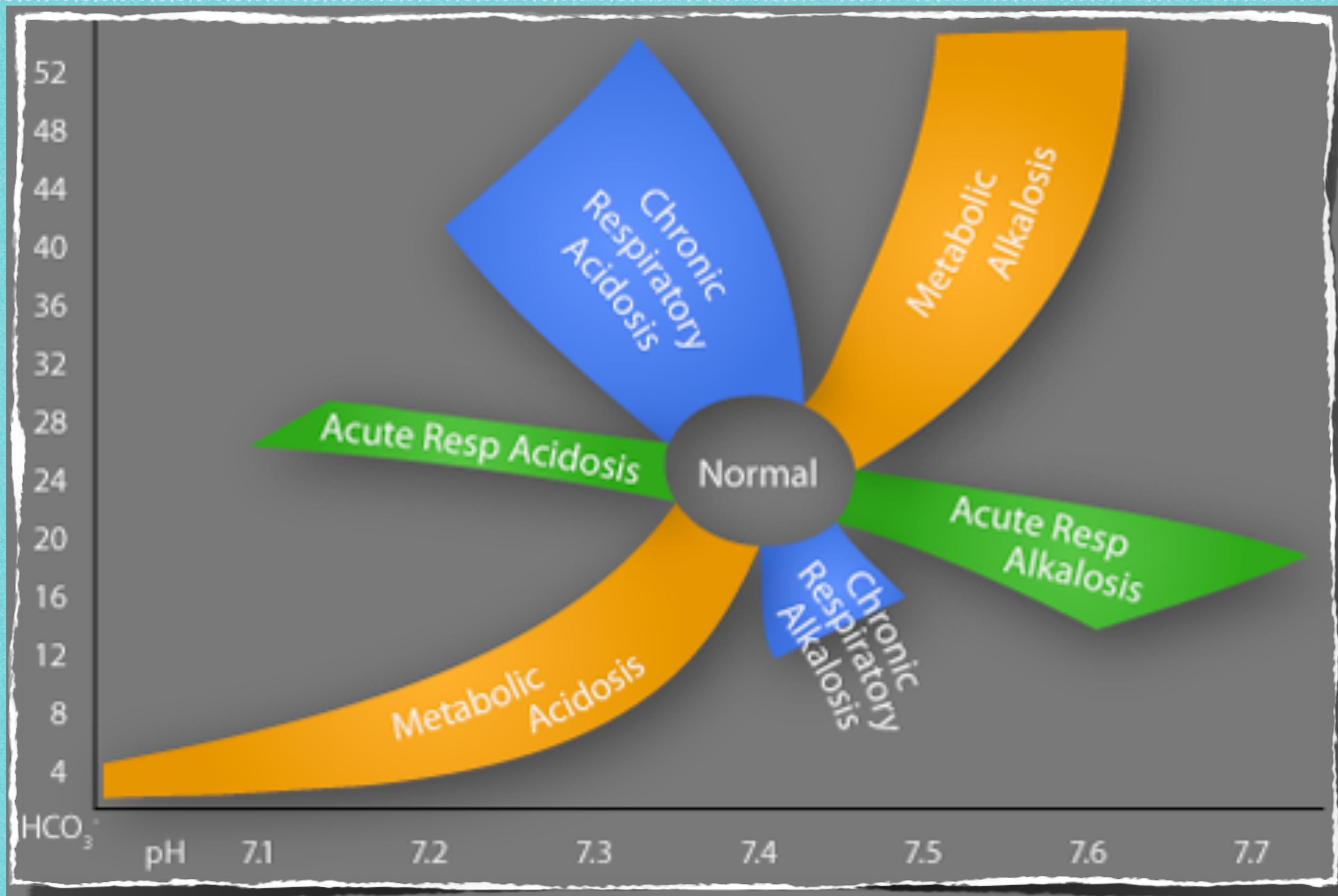
*Acidémie ou Alcalémie*

*Il faut choisir...*

*4 types de trouble primaire  
acido-basique*

# 4 troubles primaires

Trouble acido-basique	Trouble primaire	Compensation
Acidose métabolique	$\downarrow \text{pH} = \frac{\downarrow \text{HCO}_3}{\text{CO}_2}$	$\downarrow \text{pH} = \frac{\downarrow \text{HCO}_3}{\downarrow \text{CO}_2}$
Alcalose métabolique	$\uparrow \text{pH} = \frac{\uparrow \text{HCO}_3}{\text{CO}_2}$	$\uparrow \text{pH} = \frac{\uparrow \text{HCO}_3}{\uparrow \text{CO}_2}$
Acidose respiratoire	$\downarrow \text{pH} = \frac{\text{HCO}_3}{\uparrow \text{CO}_2}$	$\downarrow \text{pH} = \frac{\uparrow \text{HCO}_3}{\uparrow \text{CO}_2}$
Alcalose respiratoire	$\uparrow \text{pH} = \frac{\text{HCO}_3}{\downarrow \text{CO}_2}$	$\uparrow \text{pH} = \frac{\downarrow \text{HCO}_3}{\downarrow \text{CO}_2}$



# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

Acidose métabolique

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

Acidose métabolique

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

Acidose métabolique

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

Alcalose métabolique

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

Acidose métabolique

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

Alcalose métabolique

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

Alcalose métabolique

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

# Détermination trouble primaire

pH = 7.27 / pCO<sub>2</sub> = 4.53 / HCO<sub>3</sub> = 15

Acidose métabolique

pH = 7.34 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 32

Alcalose métabolique

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 3.73 / HCO<sub>3</sub> = 14

Acidose métabolique

pH = 7.37 / pCO<sub>2</sub> = 6.67 / HCO<sub>3</sub> = 28

Acidose respiratoire

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 44

Acidose respiratoire

pH = 7.32 / pCO<sub>2</sub> = 10.67 / HCO<sub>3</sub> = 18

Acidose métabolique

pH = 7.36 / pCO<sub>2</sub> = 6.4 / HCO<sub>3</sub> = 26

Acidose respiratoire

pH = 7.43 / pCO<sub>2</sub> = 6 / HCO<sub>3</sub> = 29

Alcalose métabolique

pH = 7.47 / pCO<sub>2</sub> = 7.2 / HCO<sub>3</sub> = 38

Alcalose métabolique

pH = 7.45 / pCO<sub>2</sub> = 2.4 / HCO<sub>3</sub> = 12

Alcalose respiratoire

*Détermination si trouble  
secondaire associé*

Trouble	Trouble primaire Compensation	Comment prédire la compensation
Acidose métabolique pH ↓	↓ diminution bicarbonate ↓ diminution pCO <sub>2</sub>	$\Delta pCO_2 = 0.15 \times \Delta \text{bicarbonate}$ <i>formule de Winter</i>
Alcalose métabolique pH ↑	↑ augmentation bicarbonate ↑ augmentation pCO <sub>2</sub>	$\Delta pCO_2 = 0.1 \times \Delta \text{bicarbonate}$
Acidose respiratoire pH ↓	↑ augmentation pCO <sub>2</sub> ↑ augmentation bicarbonate	<i>Aigu:</i> $\Delta \text{bicarbonate} = 0.75 \Delta pCO_2$ <i>Chronique:</i> $\Delta \text{bicarbonate} = 3 \times \Delta pCO_2$
Alcalose respiratoire pH ↑	↓ diminution pCO <sub>2</sub> ↓ diminution bicarbonate	<i>Aigu:</i> $\Delta \text{bicarbonate} \leq 2 \times \Delta pCO_2$ <i>Chronique:</i> $\Delta \text{bicarbonate} = 3 \times \Delta pCO_2$

# Acidose respiratoire

- ▶ pH 7.35 bicarbonate 30 et pCO<sub>2</sub> à 7.5
- ▶ pH ↓ bicarbonate et pCO<sub>2</sub> ↑

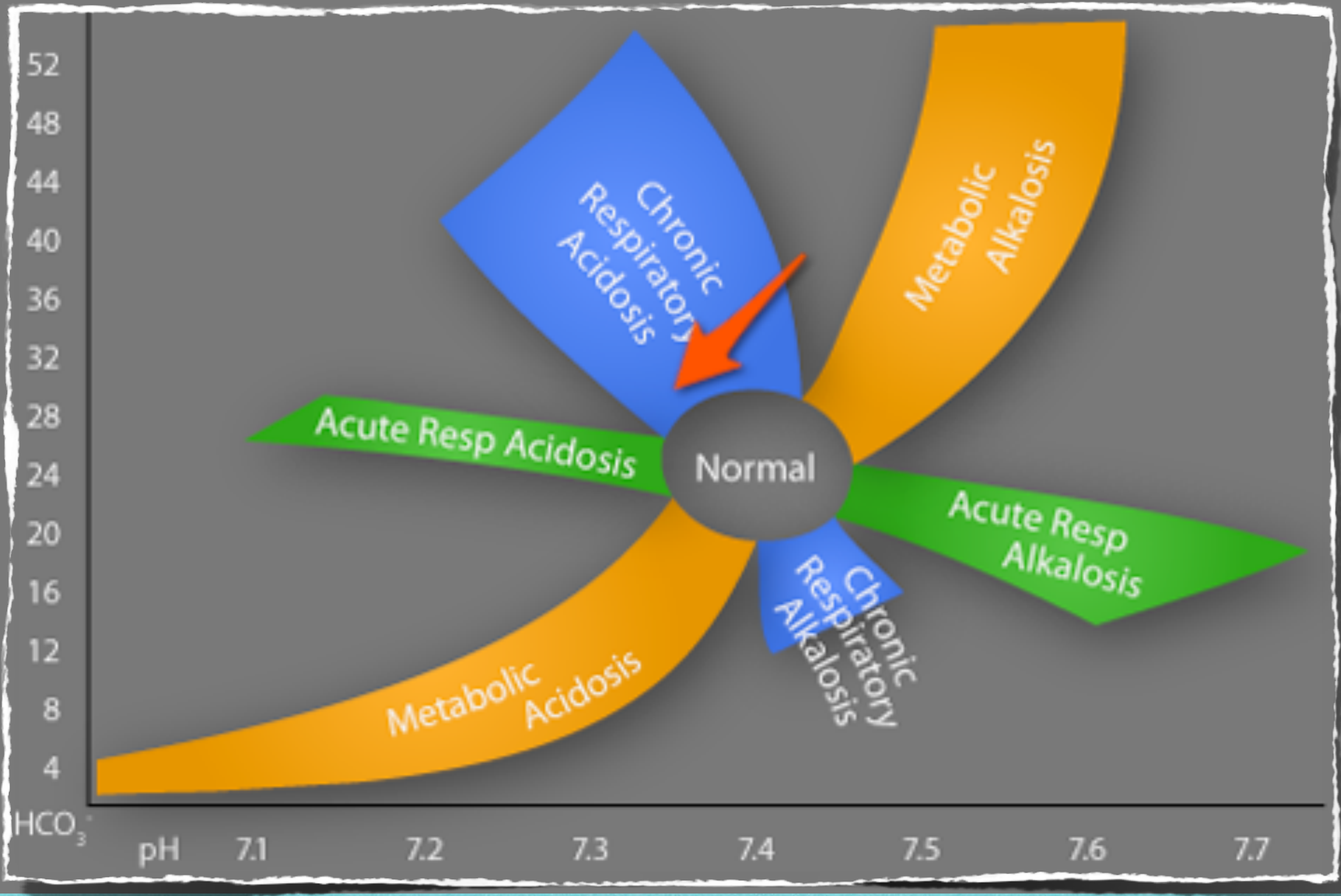
▶ **Aigu:**  $\Delta \text{bicarbonate} = 0.75 \Delta \text{pCO}_2$  → 1.6

▶ **Chronique:**  $\Delta \text{bicarbonate} = 3 \times \Delta \text{pCO}_2$  → 6.6

- ▶ Augmentation bicarbonate de 24 à 25.6 ou 31.6 si situation aiguë ou chronique, respectivement

▶ **Acidose respiratoire non compensée**





# Alcalose respiratoire

- ▶ pH 7.56 bicarbonate 23 et pCO<sub>2</sub> à 2.9
- ▶ pH ↑ bicarbonate et pCO<sub>2</sub> ↓

▶ **Aigu:**  $\Delta \text{bicarbonate} \leq 2 \times \Delta \text{pCO}_2$   $\Rightarrow$  7.7

▶ **Chronique:**  $\Delta \text{bicarbonate} = 3 \times \Delta \text{pCO}_2$   $\Rightarrow$  10.2

▶ Diminution du bicarbonate de 24 à 16.3 ou 13.8 si situation aiguë ou chronique

▶ **Alcalose respiratoire avec alcalose métabolique**

# $\Delta$ bicarbonate attendue

	Alcalose respiratoire pH $\uparrow$ , donc $\downarrow$ bicarbonate de...	Acidose respiratoire pH $\downarrow$ , donc $\uparrow$ bicarbonate de...
aigu	$\leq 2 \times \Delta p\text{CO}_2$	$0.75 \times \Delta p\text{CO}_2$
chronique	$3 \times \Delta p\text{CO}_2$	$3 \times \Delta p\text{CO}_2$

# Alcalose métabolique

▶ pH à 7.5 bicarbonate à 36 et pCO<sub>2</sub> à 6.4

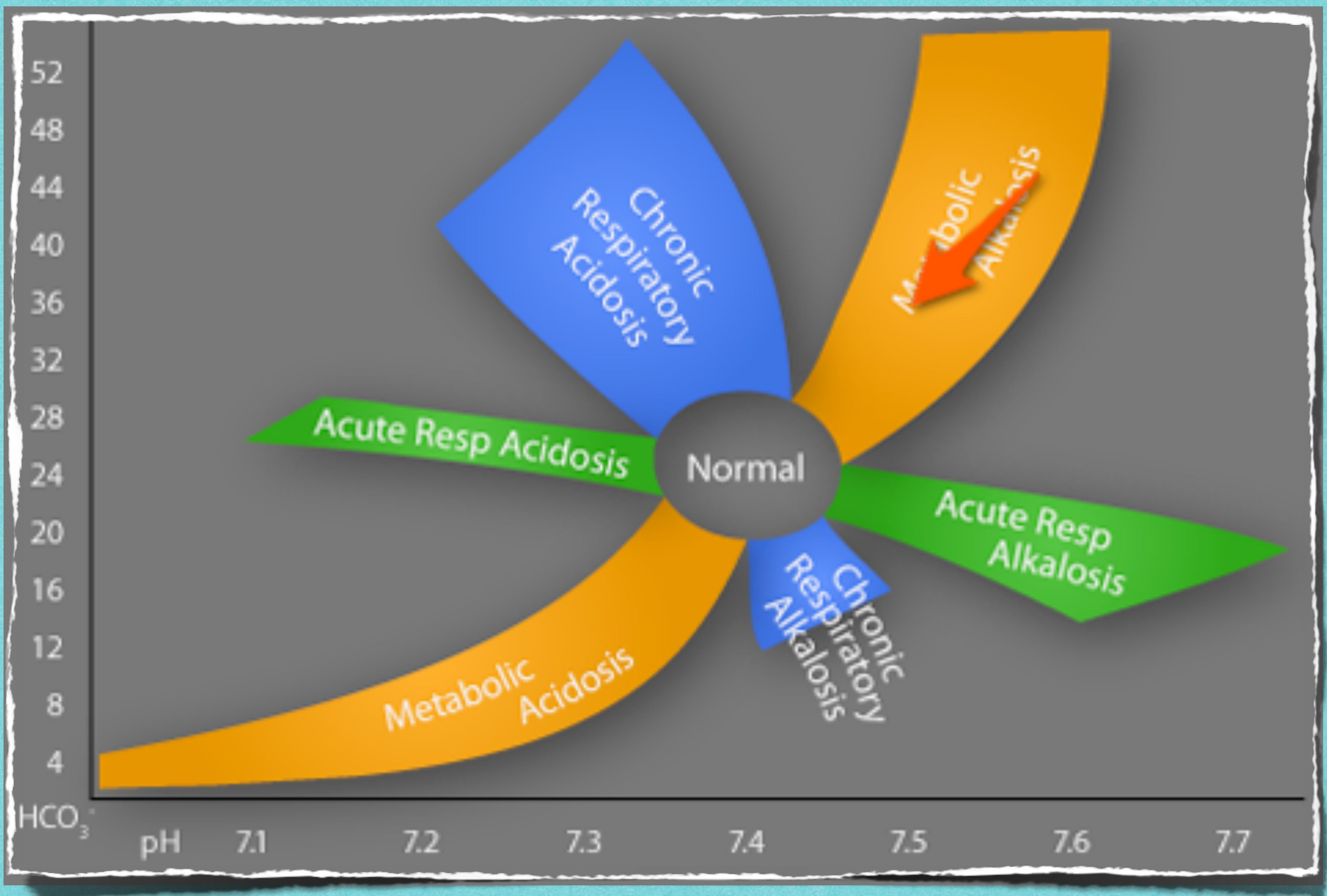
▶ 3 variables ↑

▶  $\Delta pCO_2 = 0.1 \times \Delta \text{bicarbonate}$  ⇒ 1.2

▶ Alcalose métabolique compensée

▶ Si  $\Delta pCO_2 < 1.1$  alcalose respiratoire concomitante  
si  $\Delta pCO_2 > 1.1$  acidose respiratoire concomitante





*Brittany a fait la fête toute la nuit  
et quand elle se réveille, elle vomit.  
Après 6h, elle vomit toujours et  
appelle son médecin-concierge qui  
lui fait une gazométrie*



*Brittany a fait la fête toute la nuit  
et quand elle se réveille, elle vomit.*

*Après 6h, elle vomit toujours et  
appelle son médecin-concierge qui  
lui fait une gazométrie*

*pH 7.71 pCO<sub>2</sub> 3.6 Bic 40*



*Brittany a fait la fête toute la nuit  
et quand elle se réveille, elle vomit.*

*Après 6h, elle vomit toujours et  
appelle son médecin-concierge qui  
lui fait une gazométrie*

*pH 7.71 pCO<sub>2</sub> 3.6 Bic 40  
alcalémie*



*Brittany a fait la fête toute la nuit  
et quand elle se réveille, elle vomit.*

*Après 6h, elle vomit toujours et  
appelle son médecin-concierge qui  
lui fait une gazométrie*

*pH 7.71 pCO<sub>2</sub> 3.6 Bic 40*

*alcalémie*

*alcalose métabolique primaire*



*Brittany a fait la fête toute la nuit  
et quand elle se réveille, elle vomit.*

*Après 6h, elle vomit toujours et  
appelle son médecin-concierge qui  
lui fait une gazométrie*

*pH 7.71 pCO<sub>2</sub> 3.6 Bic 40  
alcalémie*

*alcalose métabolique primaire  
alcalose respiratoire associée*



# Acidose métabolique

- ▶ pH à 7.37 bicarbonate à 10 et pCO<sub>2</sub> à 2.4
- ▶ 3 variables ↓
- ▶  $\Delta \text{pCO}_2 = 0.15 \times \Delta \text{bicarbonate}$   $\Rightarrow$  2.1
- ▶ Alcalose métabolique avec alcalose respiratoire
- ▶ Si pCO<sub>2</sub> = 3.2 trouble simple
  - < 3.2 alcalose respiratoire concomitante
  - > 3.2 acidose respiratoire concomitante



# Trou anionique

- ▶ En cas d'acidose respiratoire, l'acide est connu car il s'agit par définition du dioxyde de carbone.
- ▶ Dans l'acidose métabolique, l'acide (anion) peut être n'importe quoi...



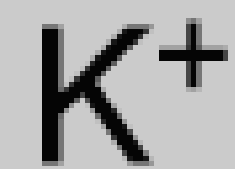
*En médecine, il y a 2 types  
d'anions:  
chlore ou pas chlore*



other  
anions

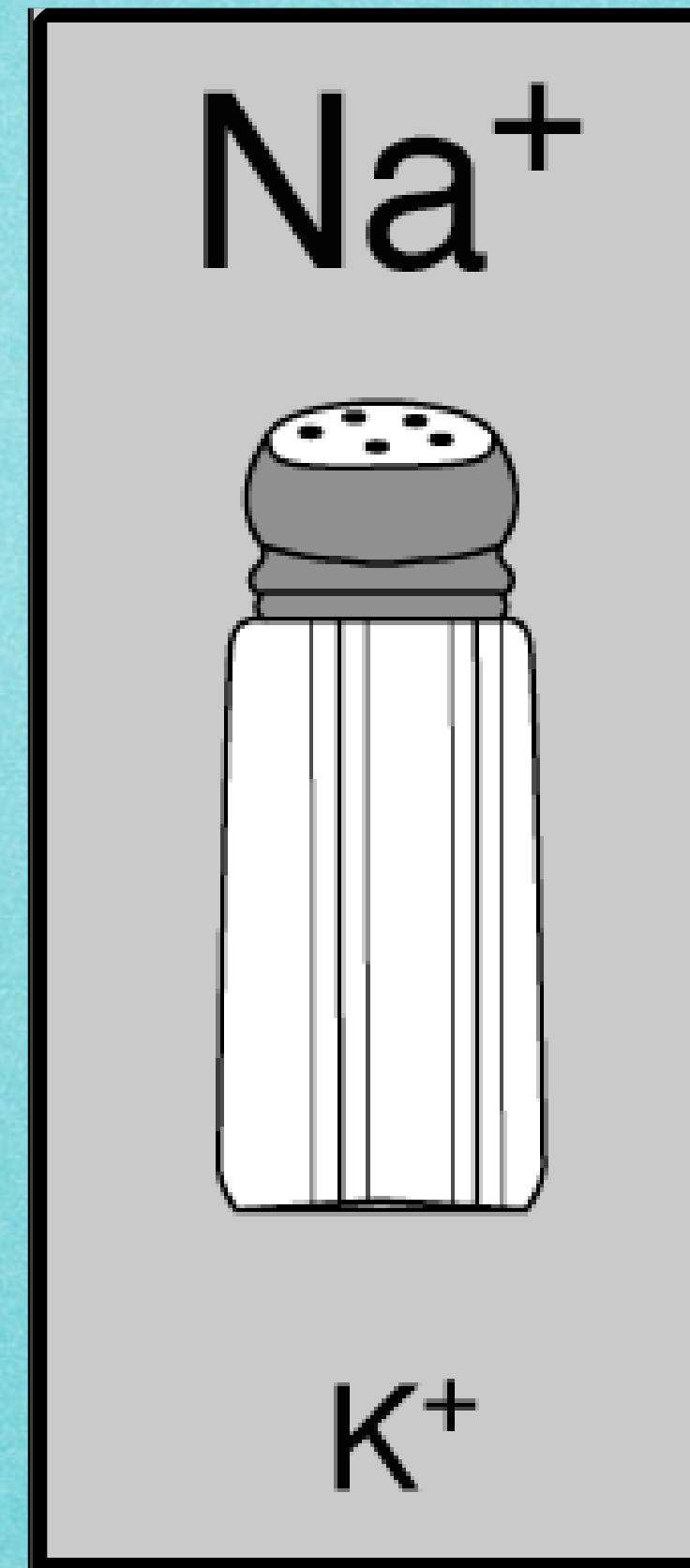
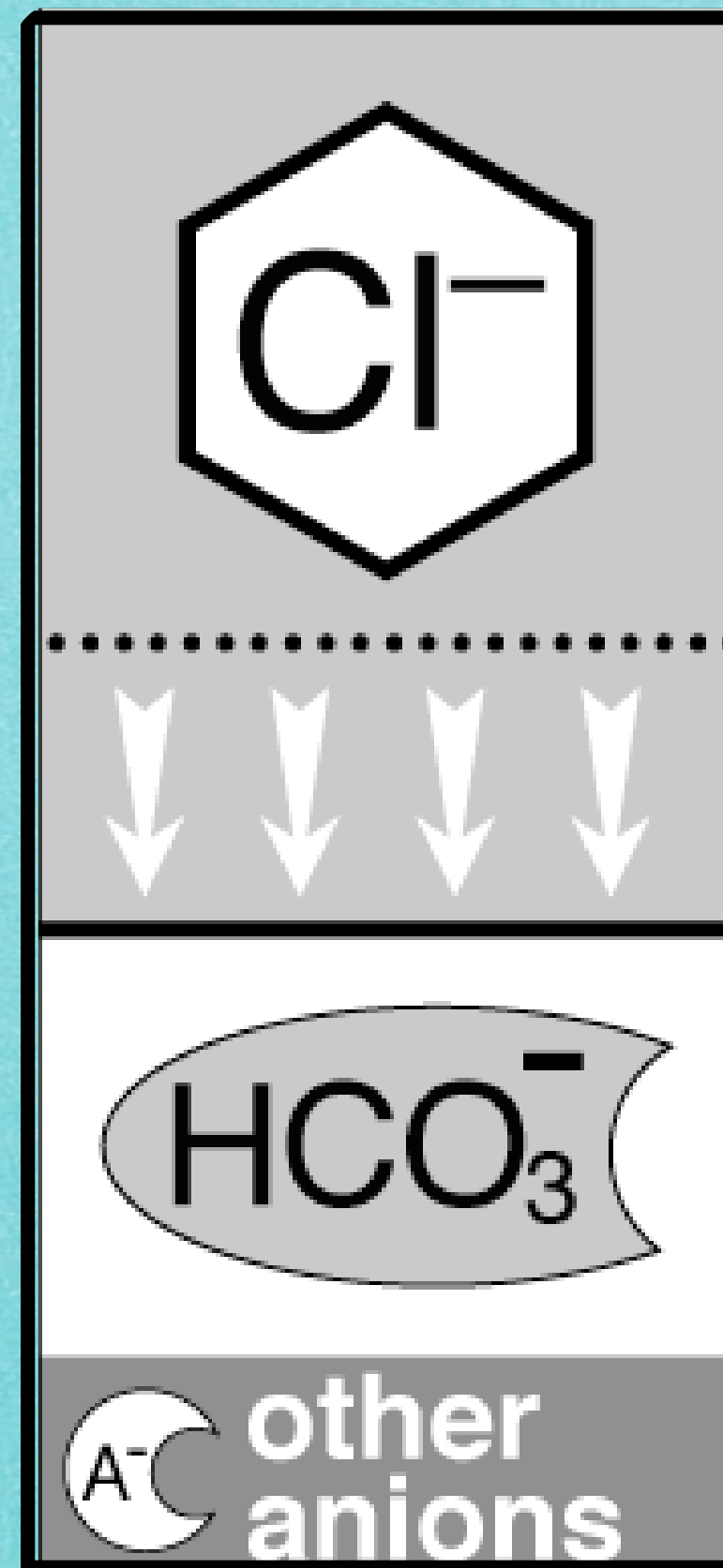
Anions

=

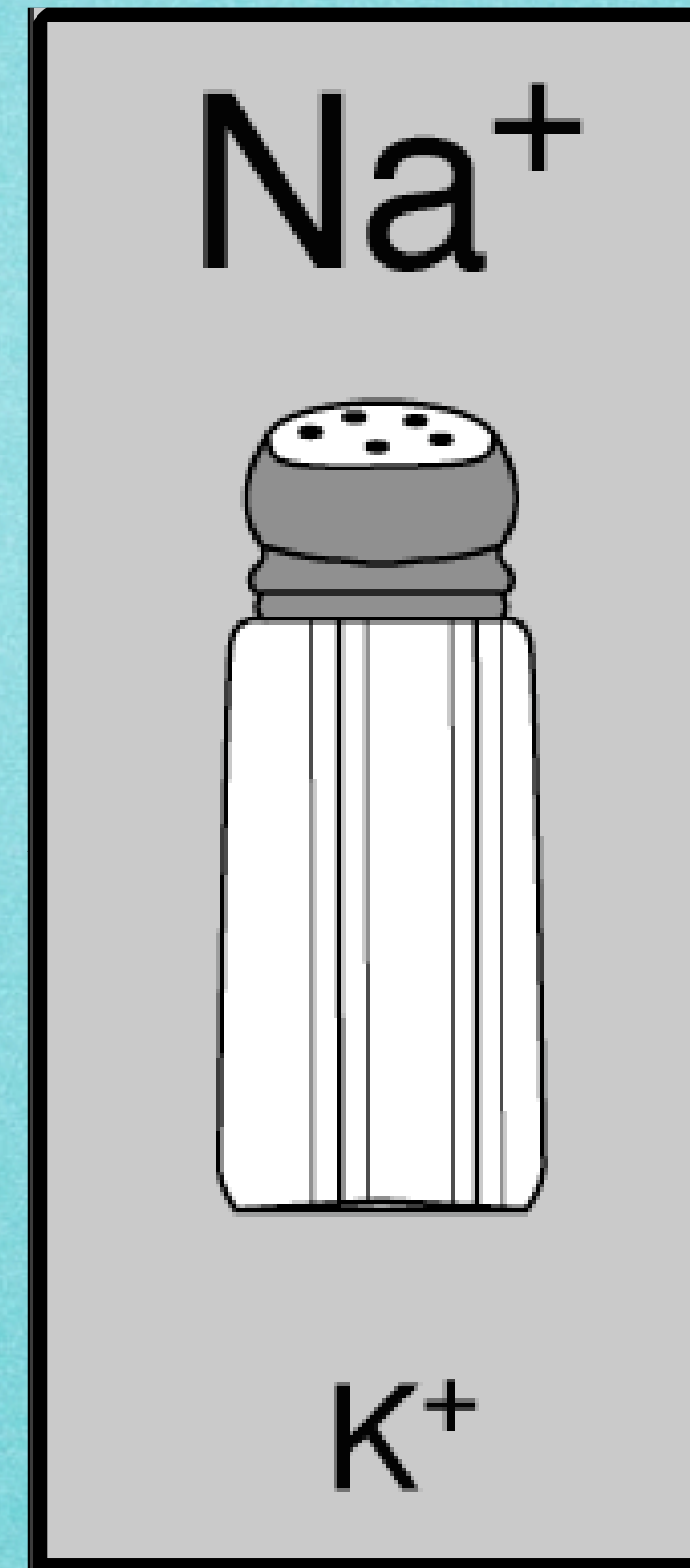
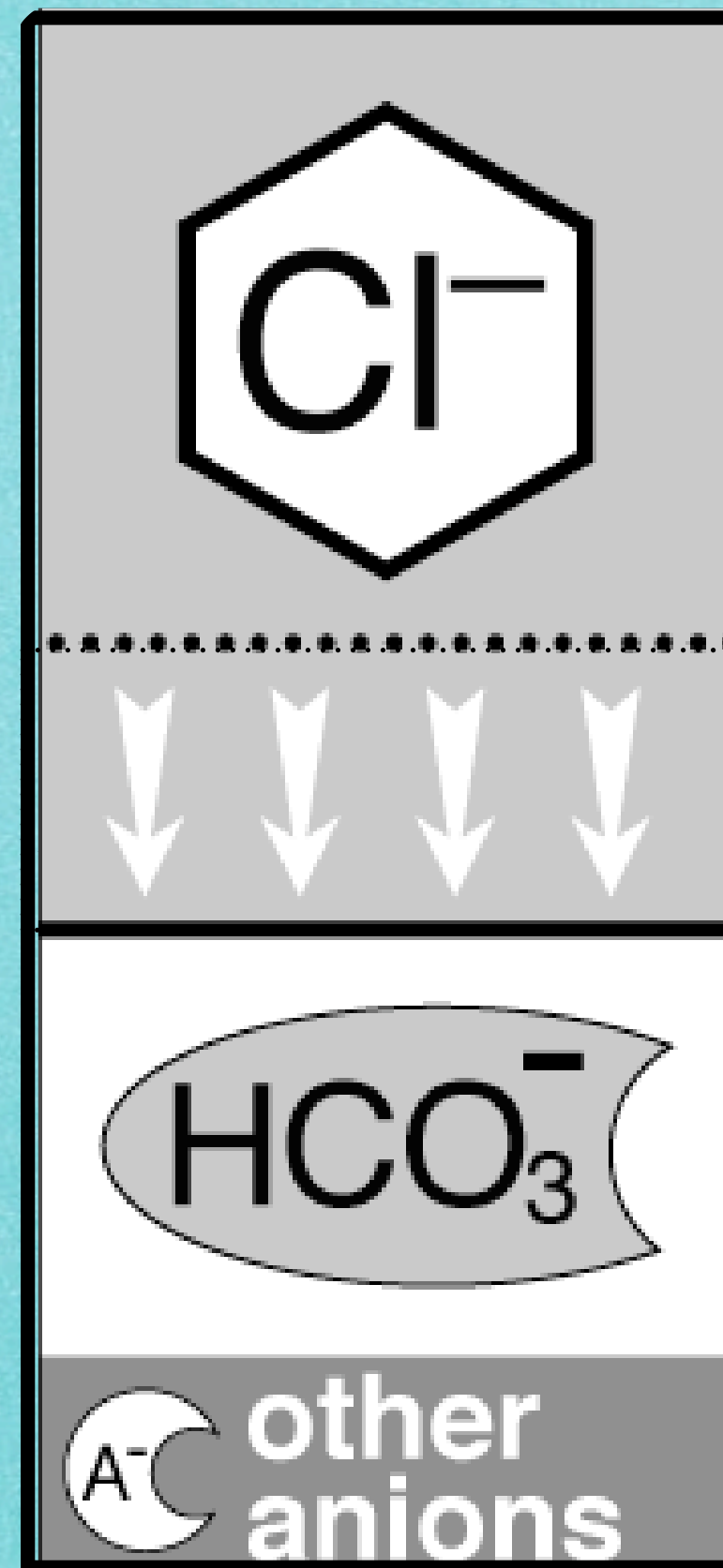


Cations

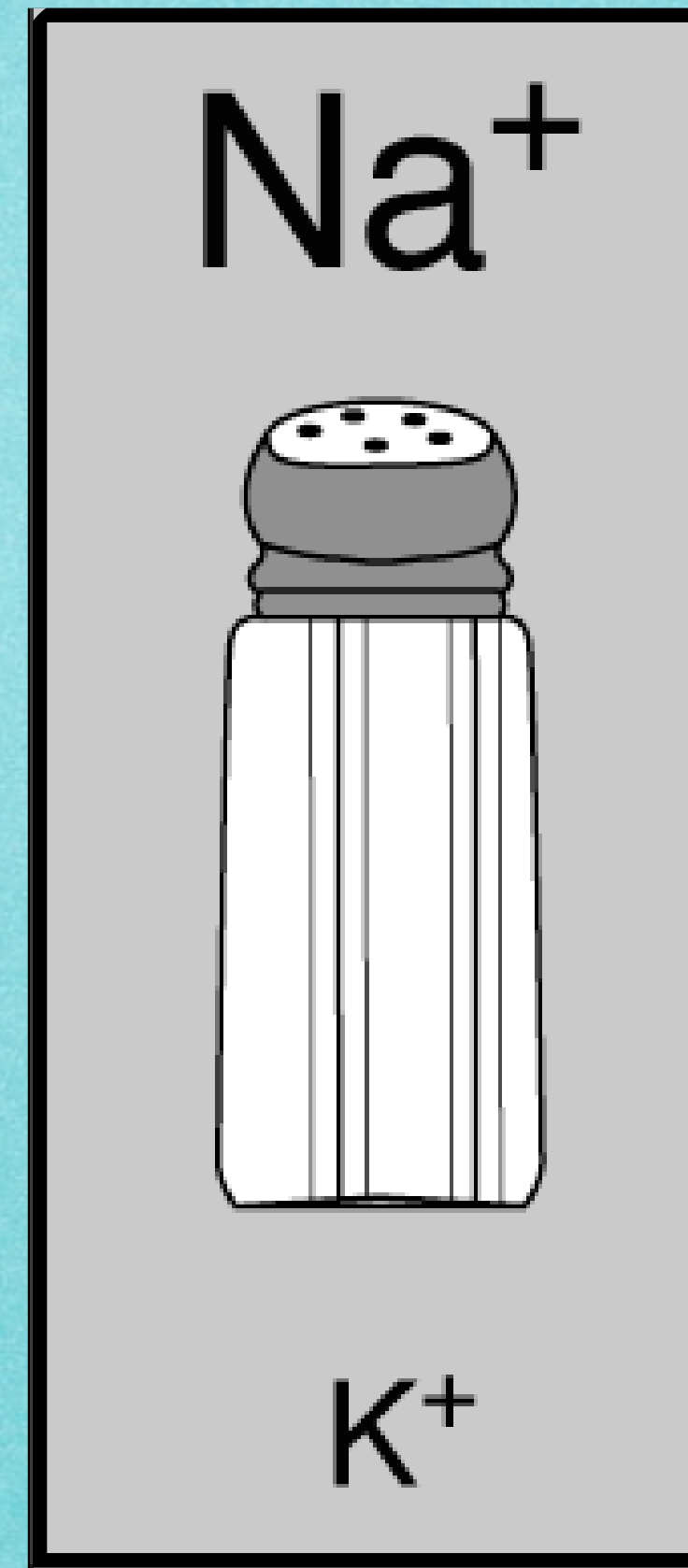
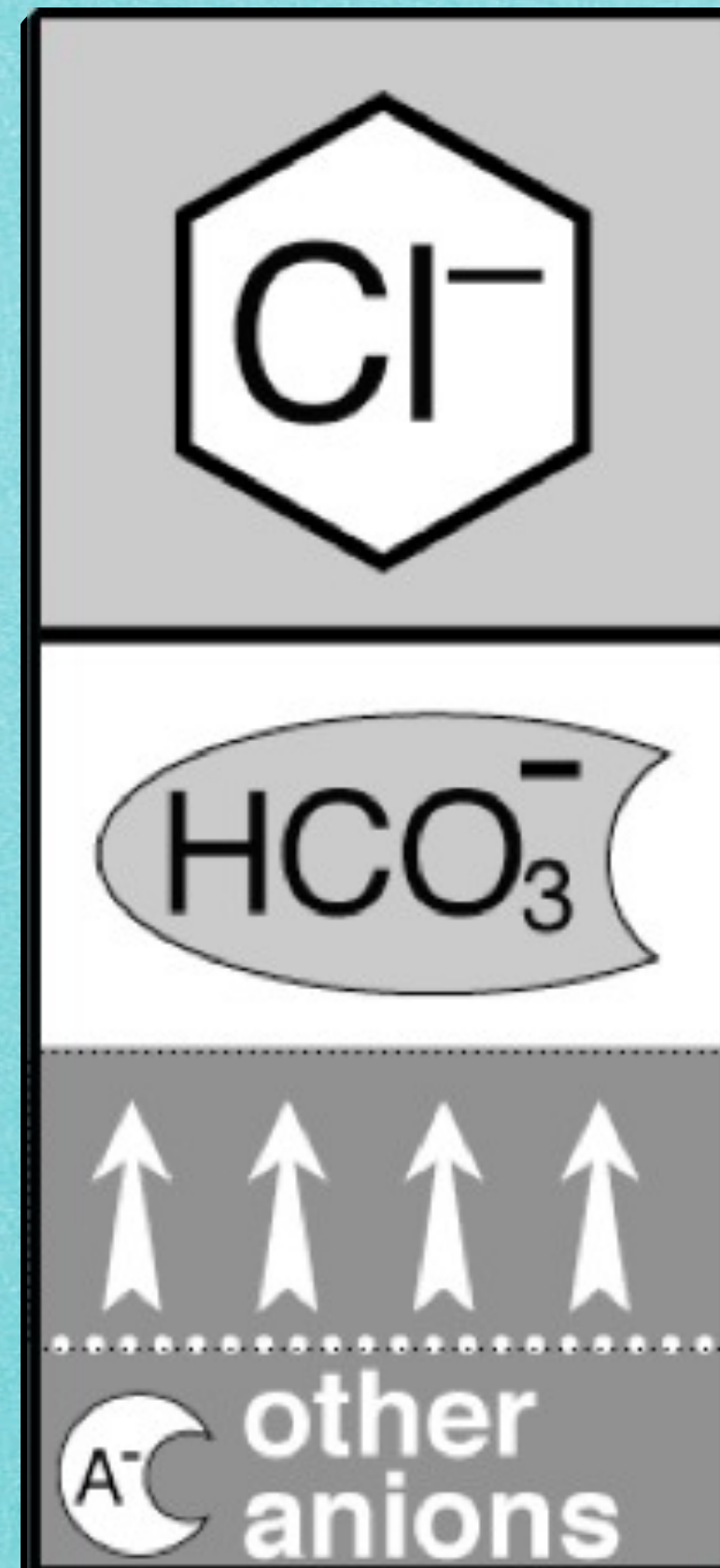
# Acidose métabolique hyperchlorémique



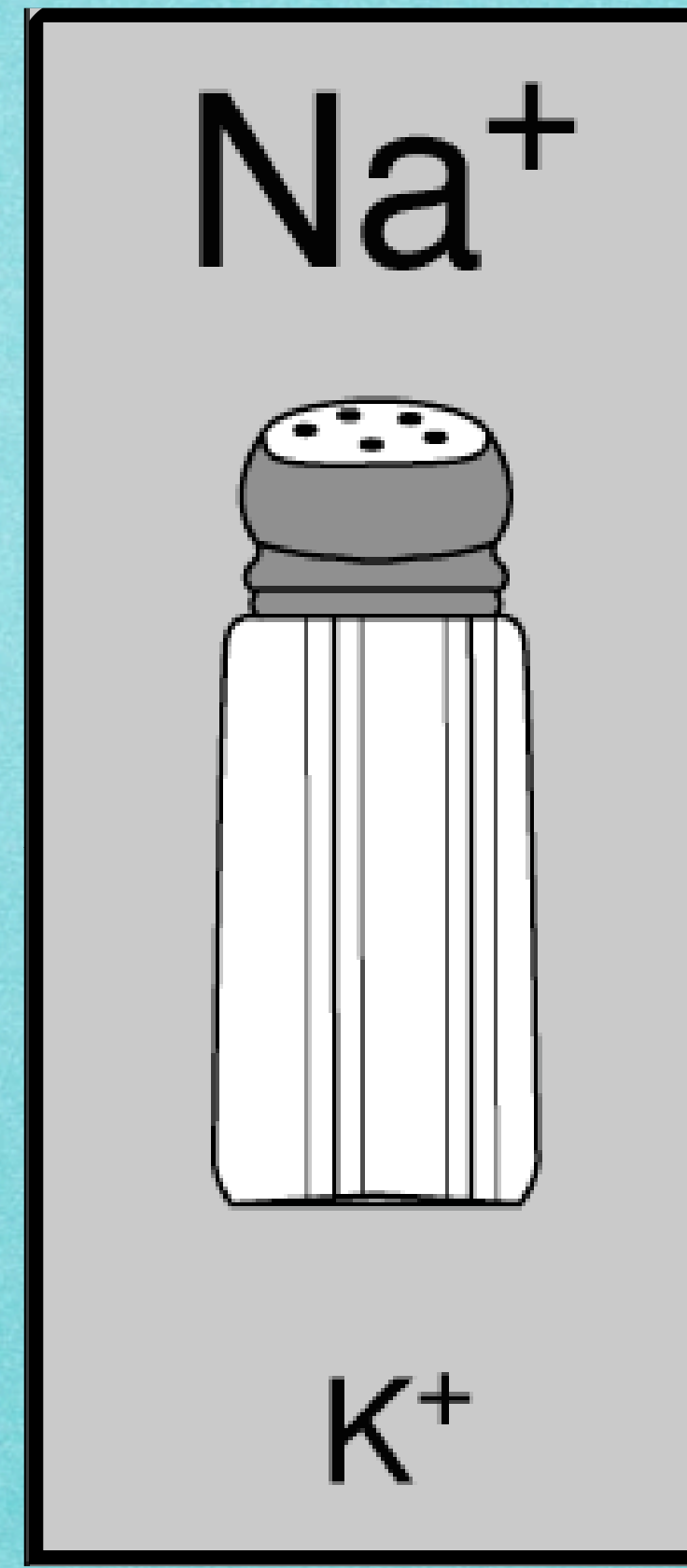
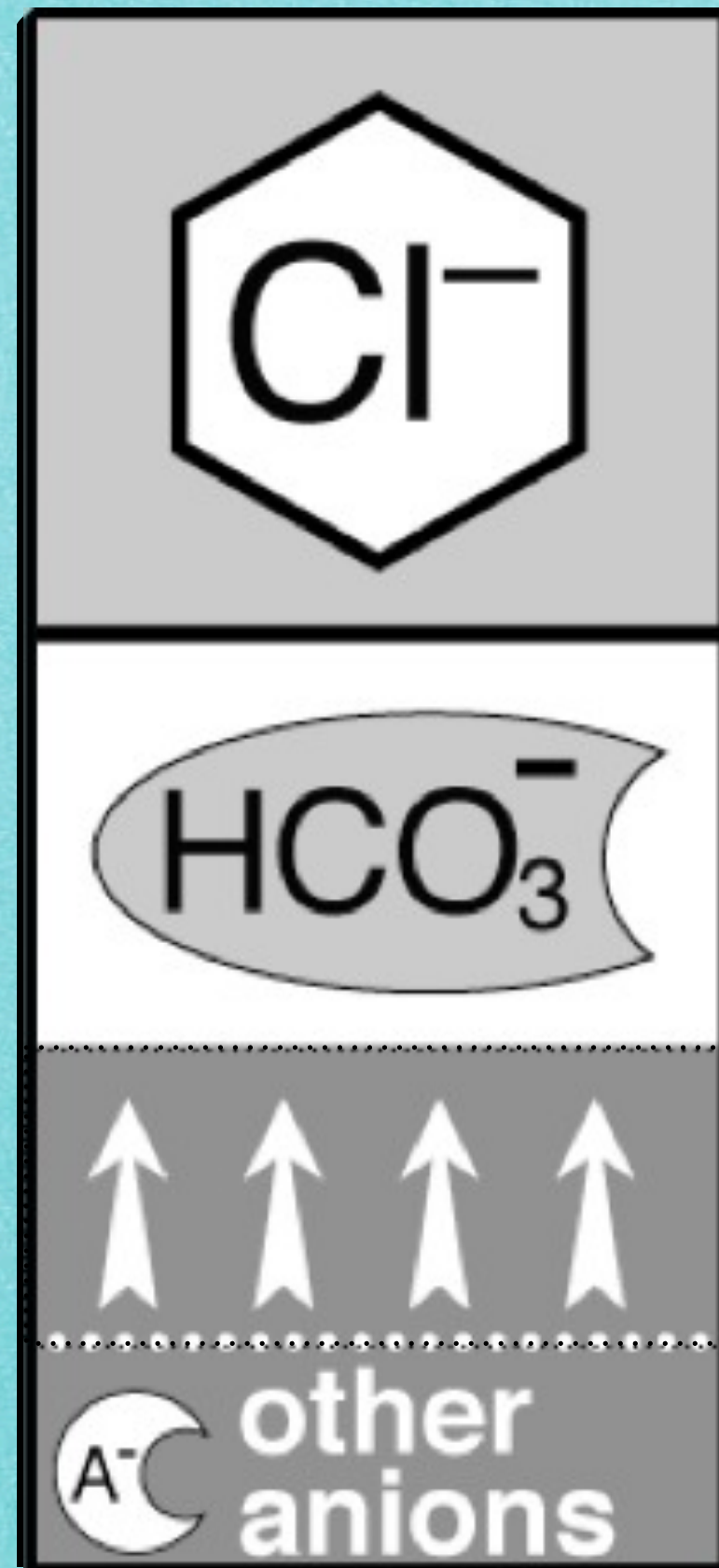
# Acidose métabolique hyperchlorémique

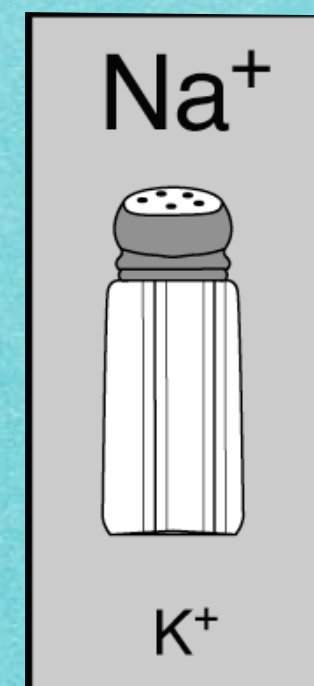
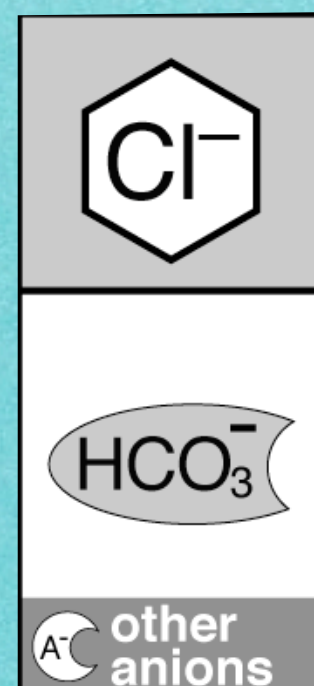


# Acidose métabolique à trou anionique augmenté

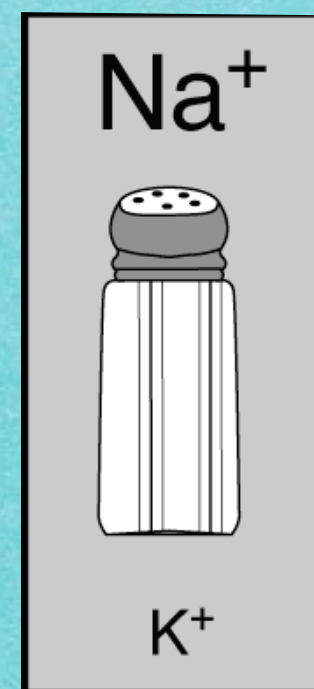
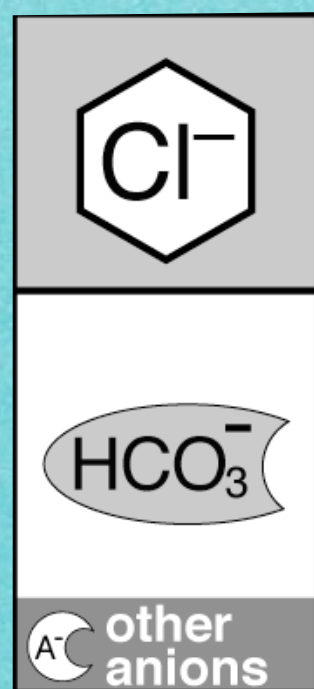


# Acidose métabolique à trou anionique augmenté

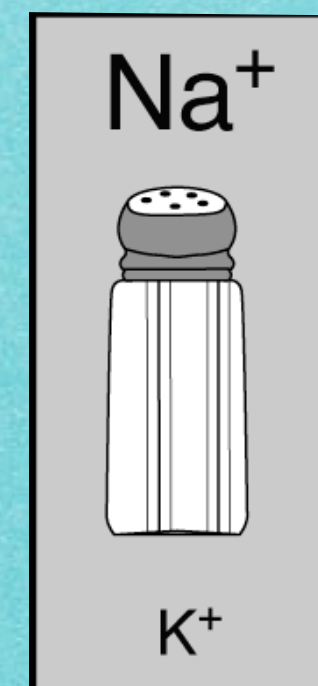
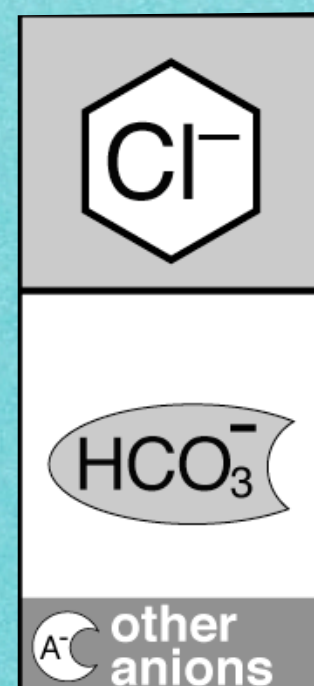




$$\text{anions} - \text{cations} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$



$$\textit{trou anionique} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$



## valeurs corrigees de la temp.

pH(T)	6.876	
pCO <sub>2</sub> (T)	0.92	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	23.8	kPa

## Valeurs d'oxymétrie

? ctHb	14.8	g/dL
? Hct <sub>c</sub>	45.3	%
? sO <sub>2</sub>	95.9	%
? FO <sub>2</sub> Hb	95.3	%
? FCOHb	0.0	%
? FHHb	4.1	%
? FMetHb	1.1	%

## Valeurs des électrolytes

? cK <sup>+</sup>	4.8	mmol/L
? cNa <sup>+</sup>	129	mmol/L
cCl <sup>-</sup>	96	mmol/L

## Valeurs des métabolites

? cGlu	6.8	mmol/L
? cLac	17	mmol/L

## Etat d'oxygénation

? p50 <sub>c</sub>	9.04	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa

## Etat acido-basique

cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	1.2	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	-34.3	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
? cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	4.4	mmol/L

## valeurs corrigees de la temp.

pH(T)	<b>6.876</b>	
pCO <sub>2</sub> (T)	0.92	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	23.8	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
? ctHb	14.8	g/dL
? Hct <sub>c</sub>	45.3	%
? sO <sub>2</sub>	95.9	%
? FO <sub>2</sub> Hb	95.3	%
? FCOHb	0.0	%
? FHHb	4.1	%
? FMetHb	1.1	%
Valeurs des électrolytes		
? cK <sup>+</sup>	4.8	mmol/L
? cNa <sup>+</sup>	129	mmol/L
cCl <sup>-</sup>	96	mmol/L
Valeurs des métabolites		
? cGlu	6.8	mmol/L
? cLac	17	mmol/L
Etat d'oxygénation		
? p50 <sub>c</sub>	9.04	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	1.2	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	-34.3	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
? cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	4.4	mmol/L

## valeurs corrigees de la temp.

pH(T)	<b>6.876</b>	
pCO <sub>2</sub> (T)	0.92	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	23.8	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
? ctHb	14.8	g/dL
? Hct <sub>c</sub>	45.3	%
? sO <sub>2</sub>	95.9	%
? FO <sub>2</sub> Hb	95.3	%
? FCOHb	0.0	%
? FHHb	4.1	%
? FMetHb	1.1	%
Valeurs des électrolytes		
? cK <sup>+</sup>	4.8	mmol/L
? cNa <sup>+</sup>	129	mmol/L
cCl <sup>-</sup>	96	mmol/L
Valeurs des métabolites		
? cGlu	6.8	mmol/L
? cLac	<b>17</b>	mmol/L
Etat d'oxygénation		
? p50 <sub>c</sub>	9.04	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	1.2	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	-34.3	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
? cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	4.4	mmol/L

valeurs corrigees de la temp.		
pH(T)	<b>6.876</b>	
pCO <sub>2</sub> (T)	0.92	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	23.8	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
? ctHb	14.8	g/dL
? Hct <sub>c</sub>	45.3	%
? sO <sub>2</sub>	95.9	%
? FO <sub>2</sub> Hb	95.3	%
? FCOHb	0.0	%
? FHHb	4.1	%
? FMetHb	1.1	%
Valeurs des électrolytes		
? cK <sup>+</sup>	4.8	mmol/L
? cNa <sup>+</sup>	129	mmol/L
cCl <sup>-</sup>	96	mmol/L
Valeurs des métabolites		
? cGlu	6.8	mmol/L
? cLac	<b>17</b>	mmol/L
Etat d'oxygénation		
? p50 <sub>c</sub>	9.04	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	1.2	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	-34.3	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
? cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	4.4	mmol/L

Valeurs corrigees de la temp.		
pH(T)	6.994	
pCO <sub>2</sub> (T)	1.16	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	22.1	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
ctHb	12.8	g/dL
Hct <sub>c</sub>	39.2	%
sO <sub>2</sub>	98.2	%
FO <sub>2</sub> Hb <sub>e</sub>	97.4	%
FHHb <sub>e</sub>	1.8	%
Valeurs des électrolytes		
cK <sup>+</sup>	5.0	mmol/L
cNa <sup>+</sup>	137	mmol/L
Valeurs des métabolites		
cGlu	7.9	mmol/L
cLac	19	mmol/L
Etat d'oxygénation		
p50 <sub>e</sub>	4.88	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa
pO <sub>2</sub> (a/A) <sub>e</sub>	123.8	%
pO <sub>2</sub> (A) <sub>e</sub>	17.84	kPa
pO <sub>2</sub> (a)/FO <sub>2</sub> (l) <sub>c</sub>	105.1	kPa
pO <sub>2</sub> (a.T)/FO <sub>2</sub> (l) <sub>c</sub>	105.1	kPa
ctO <sub>2e</sub>	17.8	mL/dL
ctCO <sub>2</sub> (B) <sub>c</sub>	2.0	mmol/L
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	2.0	mmol/L
cBase(B) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-27.7	mmol/L
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	5.5	mmol/L
mOsm <sub>c</sub>	282.2	mmol/kg

valeurs corrigees de la temp.		
pH(T)	<b>6.876</b>	
pCO <sub>2</sub> (T)	0.92	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	23.8	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
? ctHb	14.8	g/dL
? Hct <sub>c</sub>	45.3	%
? sO <sub>2</sub>	95.9	%
? FO <sub>2</sub> Hb	95.3	%
? FCOHb	0.0	%
? FHHb	4.1	%
? FMetHb	1.1	%
Valeurs des électrolytes		
? cK <sup>+</sup>	4.8	mmol/L
? cNa <sup>+</sup>	129	mmol/L
cCl <sup>-</sup>	96	mmol/L
Valeurs des métabolites		
? cGlu	6.8	mmol/L
? cLac	<b>17</b>	mmol/L
Etat d'oxygénation		
? p50 <sub>c</sub>	9.04	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	.....	kPa
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	1.2	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	-34.3	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
? cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	4.4	mmol/L

**Methanol**  
**Uremia**  
**Diabetic Ketoacidosis**  
**Paraldehyde**  
**Isoniazide/Iron overload**  
**Lactic acidosis**  
**Ethanol or ethylene glycol**  
**Salicylates**

Valeurs corrigees de la temp.		
pH(T)	6.994	
pCO <sub>2</sub> (T)	1.16	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	22.1	kPa
Valeurs d'oxymétrie		
ctHb	12.8	g/dL
Hct <sub>c</sub>	39.2	%
sO <sub>2</sub>	98.2	%
FO <sub>2</sub> Hb <sub>e</sub>	97.4	%
FHHb <sub>e</sub>	1.8	%
Valeurs des électrolytes		
cK <sup>+</sup>	5.0	mmol/L
cNa <sup>+</sup>	137	mmol/L
Valeurs des métabolites		
cGlu	7.9	mmol/L
cLac	19	mmol/L
Etat d'oxygénation		
p50 <sub>c</sub>	4.88	kPa
pO <sub>2</sub> (A-a) <sub>e</sub>	123.8	%
pO <sub>2</sub> (A) <sub>e</sub>	17.84	kPa
pO <sub>2</sub> (a.T)/FO <sub>2</sub> (l) <sub>c</sub>	105.1	kPa
Etat acido-basique		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P) <sub>c</sub>	2.0	mmol/L
? cBase(B) <sub>c</sub>	2.0	mmol/L
cBase(Ecf) <sub>c</sub>	-29.7	mmol/L
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (P.st) <sub>c</sub>	-27.7	mmol/L
mOsm <sub>c</sub>	5.5	mmol/L
	282.2	mmol/kg

# Mnemonic

## ▶ KUSMALE

Ketoacidosis, Uraemia, Salicylate poisoning, Methanol, Aldehyde (paraldehyde), Lactate, Ethylene glycol

## ▶ MUDPILES

...

## ▶ GOLD MARK

Glycols (ethylene and propylene), Oxoproline, L-lactate, D-lactate, Methanol, Aspirin, Renal failure and Ketoacidosis

# Pour les plus réveillés...

- ▶ Acidose métabolique avec trou anionique augmenté
- ▶ N'y a-t-il pas une alcalose métabolique ou une acidose métabolique hyperchlorémique pré-existante ?

# delta-delta

$$\Delta \text{ bicarbonate} = \Delta \text{ TA}$$

$$\text{Bic}_{\text{cavant}} - \text{Bic}_{\text{maintenant}} = \text{TA}_{\text{actuel}} - \text{TA}_{\text{normal}}$$


$$\text{Bic}_{\text{cavant}} = \text{Bic}_{\text{maintenant}} - (\text{TA}_{\text{actuel}} - \text{TA}_{\text{normal}})$$

# Questions

- ▶ Un patient se présente aux urgences, hypotendu...
- ▶ pH 7.28 pCO<sub>2</sub> 3.3 Bic 16 Na 142 Chlore 102
- ▶ trouble primaire ?
- ▶ trouble secondaire ?
- ▶ Trou anionique ?
- ▶ delta-delta ?



# Questions

- ▶ Un patient se présente aux urgences, hypotendu...
- ▶ pH 7.28 pCO<sub>2</sub> 3.3 Bic 16 Na 142 Chlore 102
- ▶ trouble primaire ?      ▶ **acidose métabolique**
- ▶ trouble secondaire ? 
- ▶ Trou anionique ?
- ▶ delta-delta ?


# Questions

- ▶ Un patient se présente aux urgences, hypotendu...
- ▶ pH 7.28 pCO<sub>2</sub> 3.3 Bic 16 Na 142 Chlore 102
- ▶ trouble primaire ?      ▶ acidose métabolique
- ▶ trouble secondaire ?      ▶ alcalose respiratoire 😊
- ▶ Trou anionique ?
- ▶ delta-delta ?

# Questions

- ▶ Un patient se présente aux urgences, hypotendu...
- ▶ pH 7.28 pCO<sub>2</sub> 3.3 Bic 16 Na 142 Chlore 102
- ▶ trouble primaire ?      ▶ acidose métabolique
- ▶ trouble secondaire ?      ▶ alcalose respiratoire 😊
- ▶ Trou anionique ?      ▶ 24
- ▶ delta-delta ?

# Questions

- ▶ Un patient se présente aux urgences, hypotendu...
- ▶ pH 7.28 pCO<sub>2</sub> 3.3 Bic 16 Na 142 Chlore 102
- ▶ trouble primaire ?
  - ▶ acidose métabolique
- ▶ trouble secondaire ?
  - ▶ alcalose respiratoire 
- ▶ Trou anionique ?
  - ▶ 24
- ▶ delta-delta ?
  - ▶ 4 (alcalose métabolique surajouté)