

Interprétation des désordres acide-base à l'ECN

Pr Charles-Hugo MARQUETTE
Dr Céline SANFIORENZO

PLAN

1. Rappel sur les déséquilibres acidobasiques (DAB)
2. Régulation/adaptation : les 4 mécanismes
3. Étiologies et clinique : les 4 situations
4. Interpréter un DAB: les 4 outils nécessaires
5. Face à un DAB: les 4 questions essentielles
6. Quelques exemples pour illustrer la façon pratique d'interpréter un DAB dans un dossier ECN et dans votre future vie professionnelle

RAPPEL

Objectif = maintien pH entre 7,35 et 7,45

À l'état physiologique :

- production continue d'acide «respiratoire » : acide carbonique H_2CO_3 provenant de la production de CO_2 ($CO_2 + H_2O = HCO_3^- + H^+$)
- production continue d'acides métaboliques: lactique, pyruvique, etc ..
⇒ système tampon principal = bicarbonate / acide carbonique
 $H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + CO_2$

Equation d'Henderson Hasselbalch:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} \approx 6.1 + \log \frac{[HCO_3^-]}{PaCO_2} \approx \log \frac{\text{REIN}}{\text{POUMON}}$$

Si ↗ $[HCO_3^-]$	⇒ ↗ pH	= alcalose métabolique
Si ↘ $[HCO_3^-]$	⇒ ↘ pH	= acidose métabolique
Si ↘ $PaCO_2$	⇒ ↗ pH	= alcalose respiratoire
Si ↗ $PaCO_2$	⇒ ↘ pH	= acidose respiratoire

REGULATION / ADAPTATION: LES 4 MECANISMES

1. Acidose respiratoire

↗ primitive de la $PaCO_2$

Cause = insuffisance ventilatoire (faillite de la pompe ventilatoire)

Réponse rénale

↗ réabsorption des bicarbonates plasmatiques

Jamais de compensation complète. Le désordre initial étant une acidose, **le pH restera toujours < 7,40**

2. Acidose métabolique

↘ primitive des bicarbonates (HCO_3^-)

Causes

- Pertes d'ions HCO_3^- (acidose **sans** trou anionique, voir plus loin)
- Présence d'un anion indosé (acidose **avec** trou anionique, voir plus loin)

Réponse respiratoire

↗ ventilation alvéolaire pour éliminer le CO_2

Jamais de compensation complète. Le désordre initial étant une acidose, **le pH restera toujours < 7,40**

3. Alcalose respiratoire

↳ primitive de la PaCO_2

Cause = toute cause d'↗ de la ventilation

Réponse rénale

↳ réabsorption des bicarbonates

Jamais de compensation complète. Le désordre initial étant une alcalose, le **pH restera toujours > 7,40**

4. Alcalose métabolique

Perte primitive d'ions H^+ ± rétention des bicarbonates

Causes (voir plus loin)

Réponse respiratoire

↳ ventilation alvéolaire pour tenter d'éliminer moins de CO_2

Jamais de compensation complète. Le désordre initial étant une alcalose, le **pH restera toujours > 7,40**

CLINIQUE ET ETIOLOGIES : LES 4 SITUATIONS

1. Alcalose respiratoire

Étiologie = hyperventilation alvéolaire

- Centrale: hyperthermie, anxiété, spasmophilie, intoxication aux salicylés
- Périphérique = secondaire à toute cause de dyspnée aigüe sur "poumon normal" (ex: crise d'asthme, embolie pulmonaire, pneumonie)

Clinique = non spécifique

Biologie

- $\text{pH} > 7,45$ et $\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg
- HCO_3^- –
 - si pathologie aigüe : HCO_3^- normaux ou peu abaissés
 - si pathologie chronique aigüe : $\text{HCO}_3^- < 22$ mmol/l (réponse rénale)

2. Acidose respiratoire

Étiologie = Hypoventilation alvéolaire

- commande centrale (coma)
- transmission neuromusculaire (SLA, polynévrite)
- périphérique (toute atteinte pulmonaire sévère)

Clinique:

- signes de défaillance ventilatoire + signes d'hypercapnie

Biologie:

- hypercapnie (hypoxémie souvent associée)
- $\text{pH} < 7,35$ et $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg
- HCO_3^- –
 - si pathologie respiratoire aigüe : HCO_3^- normaux ou peu élevés (pas ou peu de réponse rénale)
 - si pathologie respiratoire chronique sous jacente > 26 mmol/l (réponse rénale)

3. Alcalose métabolique

Étiologies = perte d'ions H^+

- Pertes digestives : vomissements, aspiration gastrique
- Pertes rénales: hyperaldostérionisme primaire ou secondaire diurétiques de l'anse, diurétiques thiazidiques
- Alcalose de contraction
 - diurèse massive, vomissements, diarrhée, perte sudorale

Clinique:

- le plus souvent asymptomatique
- ou signes en rapport avec la cause (ex: vomissements)

Biologie:

- $\text{pH} > 7,45$ et $\text{HCO}_3^- > 26$ mmol/L
- $\text{PaCO}_2 > 40$ mmHg (réponse ventilatoire)
- Hypochlorémie et hypokaliémie fréquentes

4. Acidose métabolique

Etiologies

- Acidose sans trou anionique = pertes d'ions HCO_3^-
 - digestives (diarrhée)
 - rénales (acidoses tubulaires, ...)
- Acidose avec trou anionique = présence d'un anion non dosé
 - Insuffisance rénale (anions retenus : phosphate, sulfate, urate)
 - Acidose lactique (anions retenus : lactate)
 - Acidocétose (anions retenus : β -hydroxybutyrate)

- Toxique :
 - Aspirine (anions retenus : cétones, lactate, salicylate)
 - Ethylène glycol (anions retenus : glycolate, oxalate)
 - Méthanol (anion retenu : formate)

Clinique:

- respiratoire : hyperventilation pour baisser la capnie
- signes en rapport avec la cause (ex: diarrhée)

Biologie:

- pH < 7,35 et HCO₃⁻ < 22 mmol/l
- PaCO₂ < 35 mmHg

LES 4 QUESTIONS QUI SE POSENT FACE A UN DAB

Ce sont toujours les mêmes, dans l'ordre :

1. Le pH indique-t-il une acidose ou une alcalose ?
2. La cause du déséquilibre acide-base est-elle respiratoire ou métabolique ?
3. Y a-t-il une compensation du déséquilibre acide-base ?
4. Y a-t-il un trou anionique ? (uniquement en cas d'acidose métabolique)

LES 4 OUTILS POUR INTERPRETER UN DAB

1. Gaz du sang artériel, sur lesquels on regarde:
 - le pH
 - la PaCO₂
 - les bicarbonates (HCO₃⁻)
2. Ionogramme sanguin, pour calculer le trou anionique (TA)

$$TA = Na^+ - (HCO_3^- + Cl^-) = 12 \pm 2 \text{ mEq/l}$$
3. le contexte clinique, bien sur ...
4. le tableau de référence = capital !!!

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH			
PaCO ₂			
HCO ₃ ⁻			

QUELQUES EXEMPLES POUR ILLUSTRER LA FAÇON PRATIQUE D'INTERPRETER UN DAB

EXERCICE 1 :

homme de 76 ans, BPCO connu + insuffisance rénale en cours de: bilan. Hospitalisé pour dyspnée aiguë, T° 38.2°C.

Gaz sous O₂ à 2 L/min : pH 7,22; PaCO₂ 83 mmHg; PaO₂ 74 mmHg ; HCO₃ 28 mEq/L; SaO₂ 94%. Na 139 mEq/L; K 5 mEq/L; Cl 102 mEq/L.

Pour interpréter son DAB on place les valeurs du patient dans le tableau de référence :

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH	7.22		
PaCO ₂	83		
HCO ₃ ⁻			28

Le pH est acide et le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la colonne « acide ». Il s'agit donc d'une **acidose** qui est **respiratoire**. Elle est **non compensée** car il s'agit d'un tableau aigu et l'augmentation des bicarbonates (HCO₃⁻) beaucoup plus lente que l'augmentation de la capnie n'est pas parvenue à compenser l'acidose respiratoire

EXERCICE 2 :

Jeune femme hospitalisée pour raptus anxieux. Elle est polypnéique à 25/min et ressent des picotements autour de la bouche et des fourmis dans les mains.

Le gaz du sang est le suivant : pH 7,48 ; PaCO₂ 30 mmHg ; HCO₃⁻ 22 mEq/L.

Pour interpréter son DAB on place les valeurs du patient dans le tableau de référence :

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH			7,48
PaCO ₂			30
HCO ₃ ⁻		22	

Le pH est alcalin et le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la colonne « alcalin ». Il s'agit donc d'une **alcalose** qui est **respiratoire**. Elle est **non compensée** car la diminution des bicarbonates (HCO₃⁻) est beaucoup plus lente que la chute de la capnie et elle n'est pas encore parvenue dans le cas présent à normaliser le pH.

EXERCICE 3 :

Une patiente de 69 ans porteuse d'une BPCO de stade GOLD II est hospitalisée suite à une chute responsable de fracture de côtes multi-étagées compliquées d'un pneumothorax traumatique. Un drain pleural est mis en place ainsi qu'un traitement par antalgiques morphiniques. Dans la nuit la patiente est retrouvée inconsciente, couverte de sueurs, la pression artérielle à 85/50 mm Hg, la fréquence cardiaque à 65 bpm, la fréquence respiratoire à 10/min, la SpO₂ sous O₂ 9L/min est à 88% et le dextro à 1,1 g. Le gaz du sang est le suivant : pH 7,28 ; PaCO₂ 56 mm Hg ; HCO₃⁻ 26 mmol/l, PaO₂ 57 mm Hg, SaO₂ 88%

Pour interpréter son DAB on place les valeurs du patient dans le tableau de référence :

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH	7,30		
PaCO ₂	54		
HCO ₃ ⁻		26	

Le pH est acide et le pH comme la PaCO₂ tombent tous les deux dans la même colonne : « acide », il s'agit donc d'une **acidose** **respiratoire**. Elle est **non compensée** car la patiente n'a pas eu le temps de rétentionner ses bicars pour tenter de normaliser le pH

EXERCICE 4 :

Une femme de 25 ans se présente aux urgences pour des douleurs pelviennes basses associées à une température à 38,6 C°. Le bilan met rapidement en évidence une pelvi-péritonite sur salpingite. Six heures après son admission, l'état de santé de la patiente se dégrade. On note des marbrures au niveau des membres inférieurs. La fréquence cardiaque est à 130 bpm, le pouls est filant et la pression artérielle (PA) est à 80/30 mmHg malgré une perfusion de 500 ml de NaCl en 20 minutes.

L'ECG et le cliché de thorax sont sans particularité. Le bilan biologique est le suivant : pH : 7,25 ; HCO₃⁻ : 16 mmol; PaO₂ : 98 mmHg ; PaCO₂ : 34 mmHg ; protides : 82 g/L (N 60 – 80 g/L); créatinine: 120 µmol/L (N 60 - 115 µmol/L); urée : 30 mmol/L (N 2,5 - 8,0 mmol/L); glucose : 3 mmol/L (3,7 - 5,5 mmol/L); Na : 135 mmol/L (N 135 – 145 mmol /L); K : 5,1 mmol (N 3.5 - 5 mEq/L); Cl : 96 mmol /L (N 95 - 105 mEq/L).

Pour interpréter son DAB on place les valeurs de la patiente dans le tableau de référence :

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH	7,25		
PaCO ₂			34
HCO ₃ ⁻	16		

Le pH est acide et le pH et les bicarbonates tombent tous les deux dans la colonne « acide ». Il s'agit donc d'une **acidose** qui est **métabolique**. Elle est **non compensée** car il s'agit d'un tableau aigu et la chute de la capnie n'est pas parvenue à compenser l'acidose métabolique

COMMENT INTERPRETER UN DAB QUAND IL EST «COMPENSE» ?

Quand le pH est « normal » mais que la capnie (PaCO₂) et/ou les bicarbonates (HCO₃⁻) ne le sont pas, il s'agit d'un désordre (acidose ou alcalose) compensé.

Une étape additionnelle est alors nécessaire pour trouver l'origine du déséquilibre.

En pratique la compensation « idéale » c'est-à-dire un pH exactement à 7,40 n'est jamais atteinte.

On place sur le tableau la valeur de pH du patient par rapport au pH idéal (7,40).

- si le pH du patient est < 7,40 cela indique que l'origine du déséquilibre est une acidose
- si le pH du patient est > 7,40 cela indique que l'origine du déséquilibre est une alcalose

EXERCICE 5 :

Patient de 70 ans porteur d'une BPCO connue de longue date. Consulte pour majoration de sa dyspnée. Le bilan est le suivant : pH 7,35; PaCO₂ 69 mmHg; PaO₂ 55 mmHg; HCO₃ 38 mEq/L; SaO₂ 97%; Na 139 mEq/L; K 4 mEq/L; Cl 94 mEq/L; gly: 1,89 g/L. Lactates 0,7 mmol/L.

Pour interpréter son DAB on place les valeurs du patient dans le tableau de référence :

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH		7,35	
PaCO ₂	69		
HCO ₃ ⁻			38

On place alors le pH du patient par rapport au pH idéal (7,40)

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26
pH		7,35 ← 7,40	
PaCO ₂	69		
HCO ₃ ⁻			38

Une fois qu'on a fait ça, on se rend compte que le pH du patient est à gauche (du côté acide) du pH idéal. La PaCO₂ et le pH du patient étant tous les deux du côté « acide », il s'agit donc à l'origine d'une **acidose respiratoire**. Elle est **compensée** par l'augmentation des bicarbonates.

Site intéressant pour les accros du sujet : <http://www.acid-base.com>

Acid-Base Tutorial

by "Grog" (Alan W. Grogono) Tulane University Department of Anesthesiology

Henderson Equation Options: **Henderson Equation** **Test Yourself**

Interactive Henderson Equation