



COPACAMU 2007

Judi 22 & ————
Vendredi 23 Mars 2007

Hôpital de la Timone
Marseille

La Capnographie

Intérêt en médecine d'urgence

Dr B.Barberon, Dr P. Cano, Dr Pierre Michelet

Introduction

- ◆ Les recommandations des sociétés savantes (pour la France SFMU,SFAR,SRLF) pour le monitorage du CO2 expiré des patients sous ventilation mécanique ne sont pas suffisamment appliquées par les services d'urgences.

[1]Emerg Med J. Jul;22(7):490-3

- ◆ L'analyse des gaz du sang chez les patients ventilés venant des services d'urgences pré hospitalier ou hospitalier admis en réanimation montre souvent des anomalies, en particulier des hypercapnies qui semble liées le plus souvent
 - à un réglage incorrect des paramètres du ventilateur,
 - ou à une anomalie pulmonaire (inhalation, contusion, épanchement pleural).

[2] JEUR, 2001, 14, 163-164

Il paraît donc nécessaire de rappeler l'intérêt
de la capnographie en médecine
d'urgence

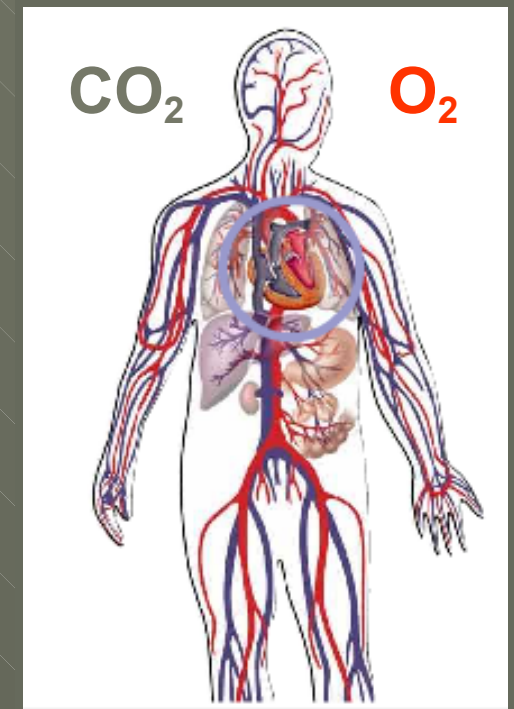
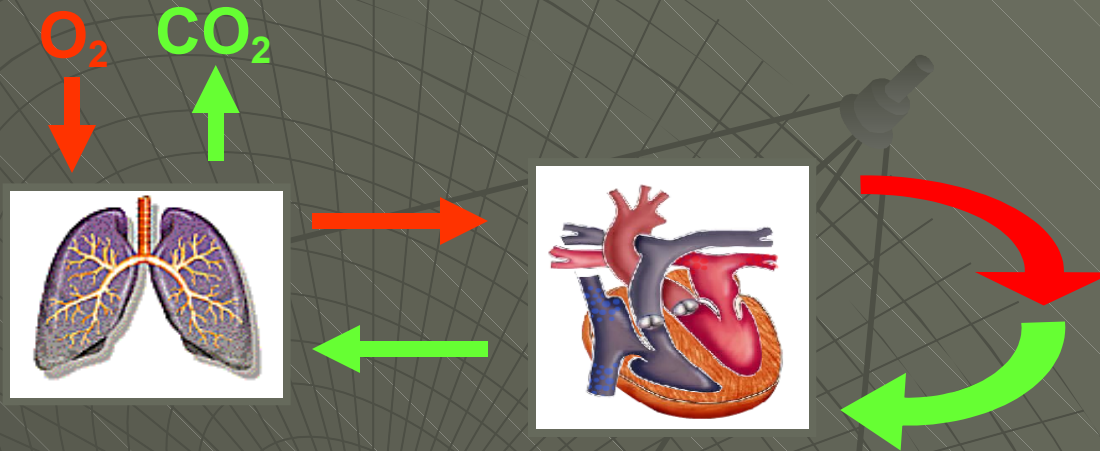
Plan:

**Rappels physiologiques et apprentissage de
l'interprétation des courbes**

Que dit le médecin ?

Interprétations de capnogrammes

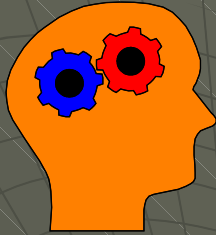
Le cycle respiratoire



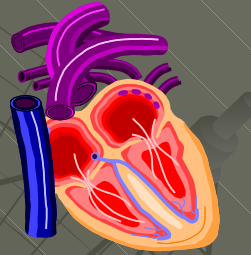
- ◆ **Oxygenation = oxygène** → bronches → alvéoles → sang
- ◆ **Métabolisme cellulaire = consomme l'oxygène et produit du CO_2 (et de l'énergie, c'est le but)**
- ◆ **Ventilation = CO_2** → sang → poumon → expiration

Physiologie du CO₂

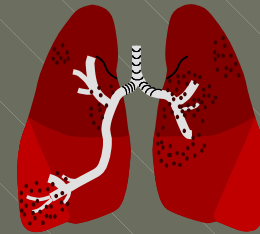
Le CO₂ dépend donc de trois facteurs :



Métabolisme



Circulation



Ventilation

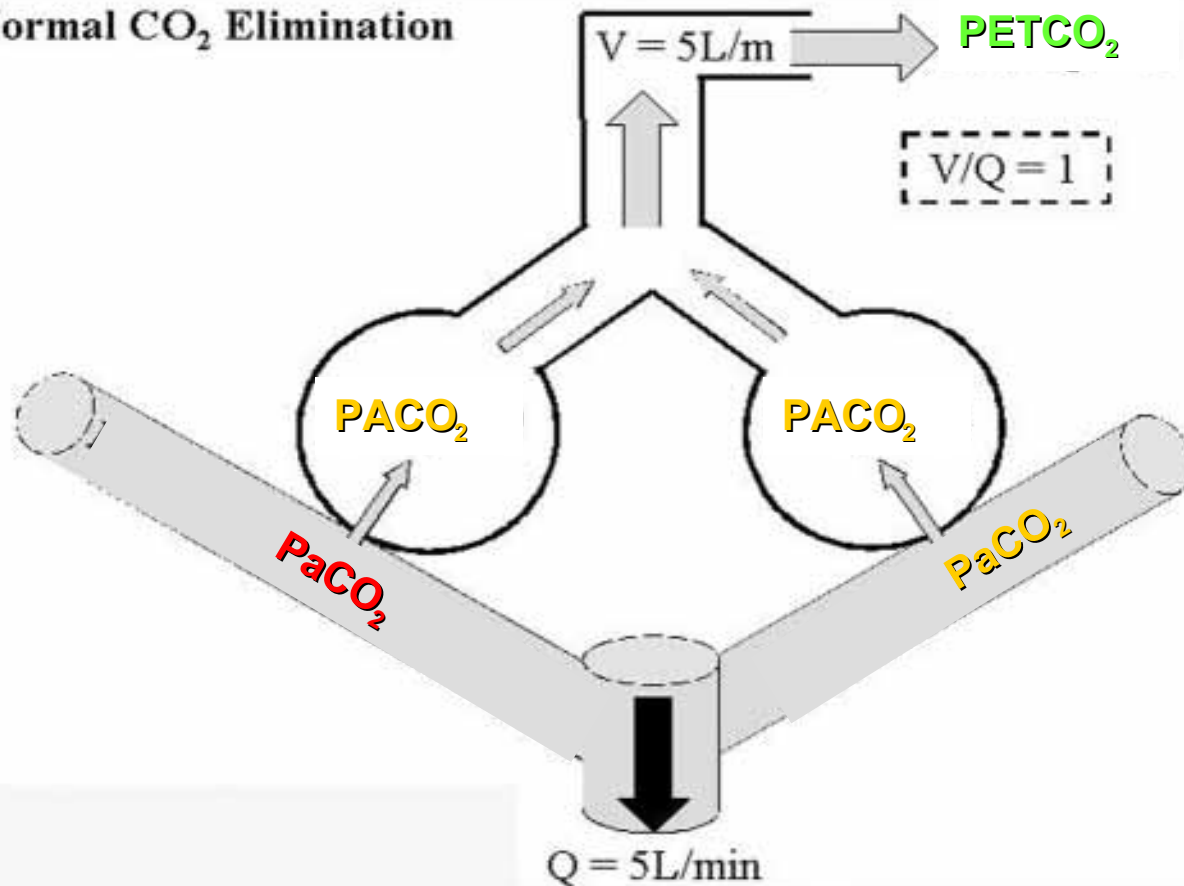
Le CO₂ est transporté dans le sang sous trois formes :

- Gaz (mesuré par la PaCO₂) : 5 à 10%
- Lié aux protéines (hémoglobine) : 20 à 30%
- Bicarbonate (HCO₃⁻) : 60 à 70%

5 à 10% du CO₂ est éliminé par la respiration

Le reste est recyclé par les systèmes hépatique et rénaux

Normal CO₂ Elimination



PaCO₂ =

PACO₂ + (2 à 3 mmHg) =

PETCO₂ + (3 à 5 mmHg)

$$P_{ET} \text{ CO}_2 \approx Pa\text{CO}_2$$

- ◆ Vérité SSI poumon sain !
- ◆ Reflet de la concentration de CO₂ dans les alvéoles en fin d'expiration
- ◆ Valeur chez le sujet sain est de l'ordre de 35 à 37 mm Hg
- ◆ Gradient entre la PaCO₂ et la P_{ET} CO₂ est de l'ordre de 5 mm Hg chez le sujet aux poumons sains

$$Pa\text{CO}_2 =$$

$$PACO_2 + (2 \text{ à } 3 \text{ mmHg}) =$$

$$PETCO_2 + (3 \text{ à } 5 \text{ mmHg})$$

L'analyse de la mesure expiratoire du CO₂ doit tenir compte

Du métabolisme

De la circulation

De la barrière alvéolo capillaire

De la ventilation

Des éventuelles défaillances de l'équipement

Analyse de la mesure de l'élimination du CO_2

- ◆ **Analyse de Quantitative (La PETCO_2) = Capnométrie**
 - valeurs numériques inspiratoire et expiratoire
- ◆ **Analyse Qualitative (la forme de la courbe) = Capnographie**
 - Représentation graphique des variations de C° en CO_2 dans les gaz respiratoires

La capnographie

La mesure continue reflète la concentration de CO₂ dans les voies aériennes au cours du cycle ventilatoire.

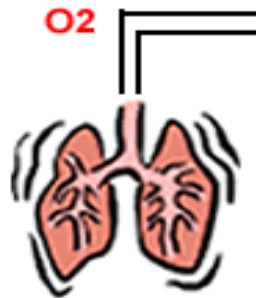
Cycle normal :

Phase 0 : Inspiration

Phase 1 : Expiration

Phase 2 : Expiration

Phase 3 : Expiration



Inspiration (Phase 0)

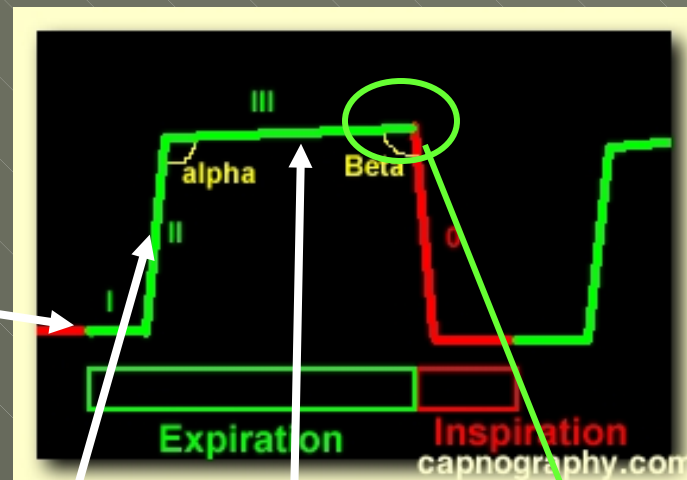
Phase 1=
Fin
d'inspiration
expiration
volume mort

Phase 2=
Vidange
espace
mort et
alvéoles

$PACO_2$

CO_2

$PaCO_2$



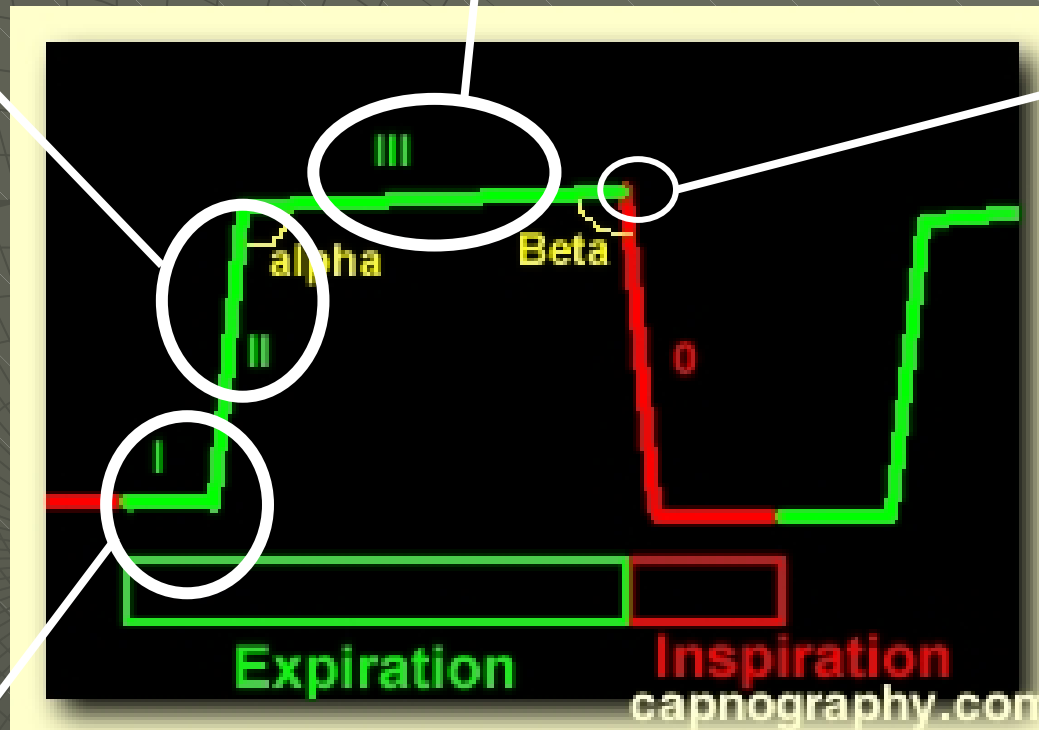
$PETCO_2$

Phase 3=
vidange des
alvéoles
seules

Capnogramme: interprétation de la forme

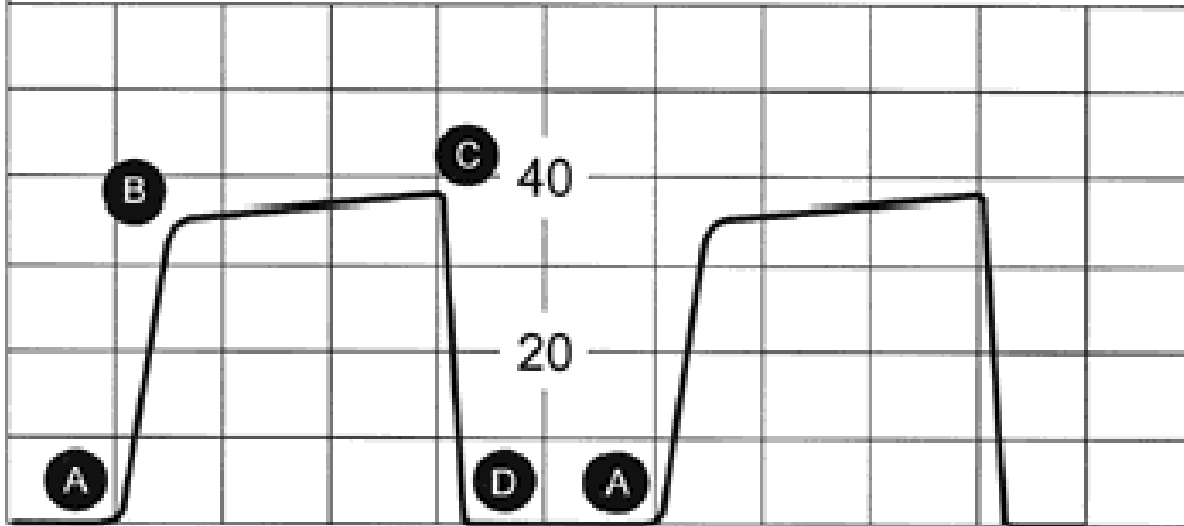
Phase II : pente expiratoire = frein expiratoire ? (Bronchospasme ?)

Phase III : plateau alvéolaire = homogène ?
pente = BPCO ?

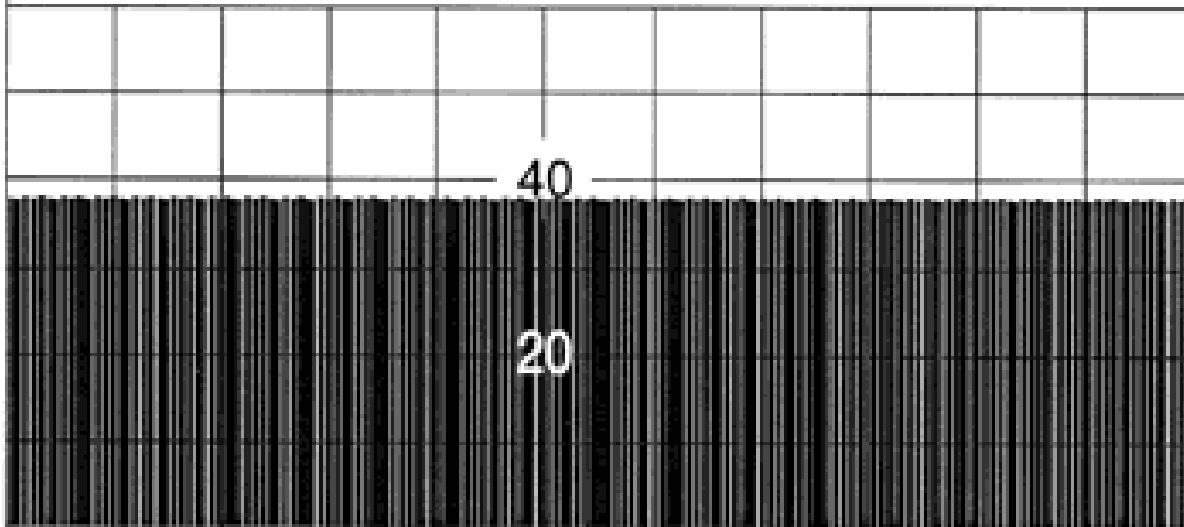


Phase I : Fin inspi. Début expirat° : ré-inhalation ?

ETCO₂ (mmHg)



ETCO₂ (mmHg)



Tendance

Variations pathologiques de PETCO₂

Elévation

Métabolisme

- Douleur
- Hyperthermie
- Hyperthermie maligne

Circulation

- Augmentation du débit cardiaque

Ventilation

- Insuffisance respiratoire
- Pathologie obstructive
- Dépression ventilatoire

Défaillance de l'équipement

- Valve expiratoire défectueuse
- Espace mort mécanique trop important
- Chaux sodée à renouveler

Diminution

Métabolisme

- Analgésie / Sédation
- Hypothermie

Circulation

- Arrêt cardiaque
- Embolie
- Hypovolémie brutale

Ventilation

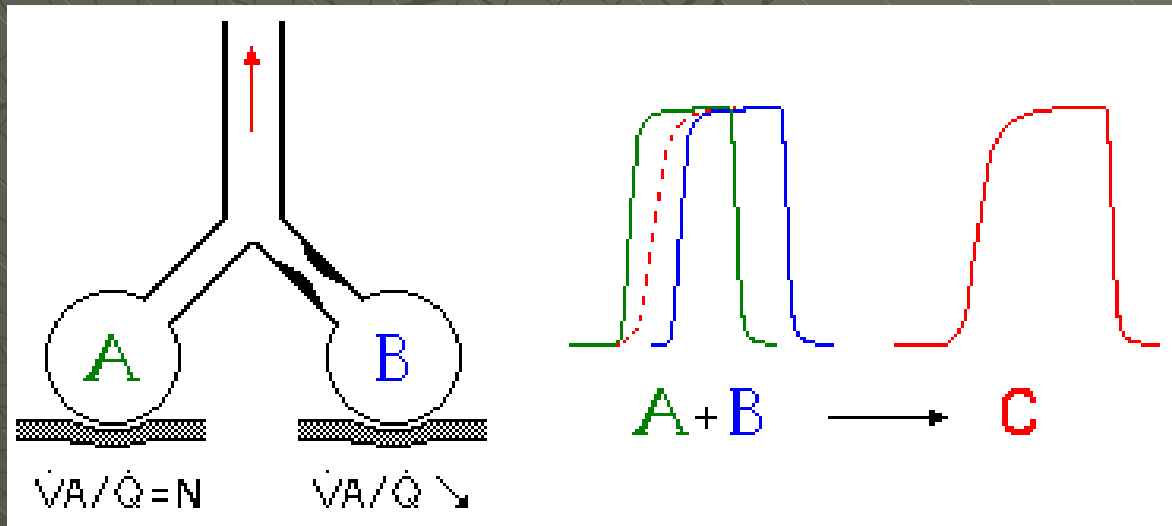
- Hyperventilation alvéolaire
- Bronchospasme
- Mucosités dans le circuit

Défaillance de l'équipement

- Fuite sur le circuit
- Obstruction partielle des tuyaux

Forme du capnogramme

- ◆ Cas du bronchospasme



Capnographie

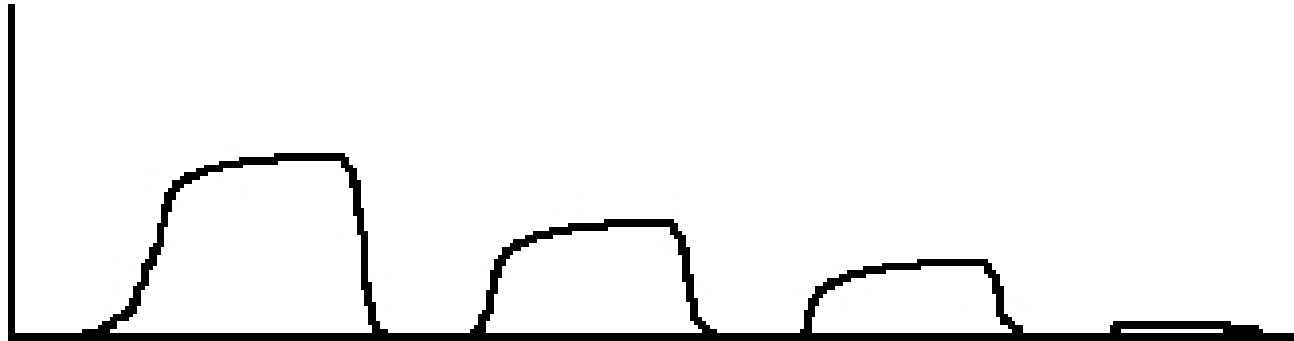


Que dit le médecin ?

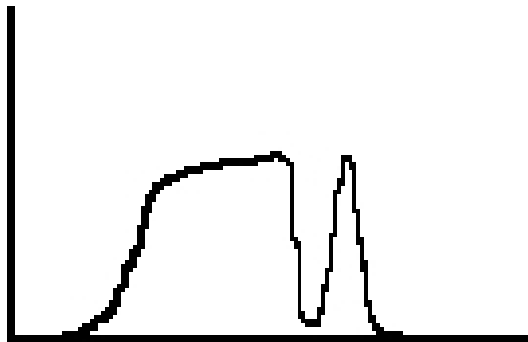
Capnographie

- Outil diagnostique
- Outil de monitoring
- Outil de réglage

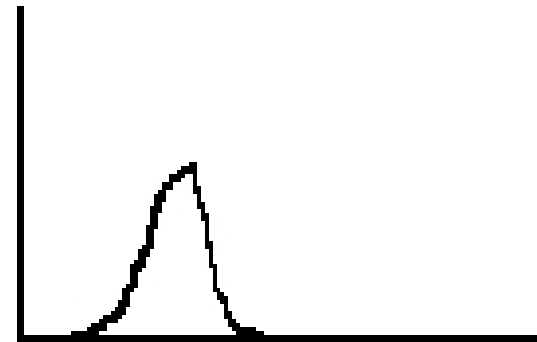
Outil Diagnostique



Arrêt cardiaque

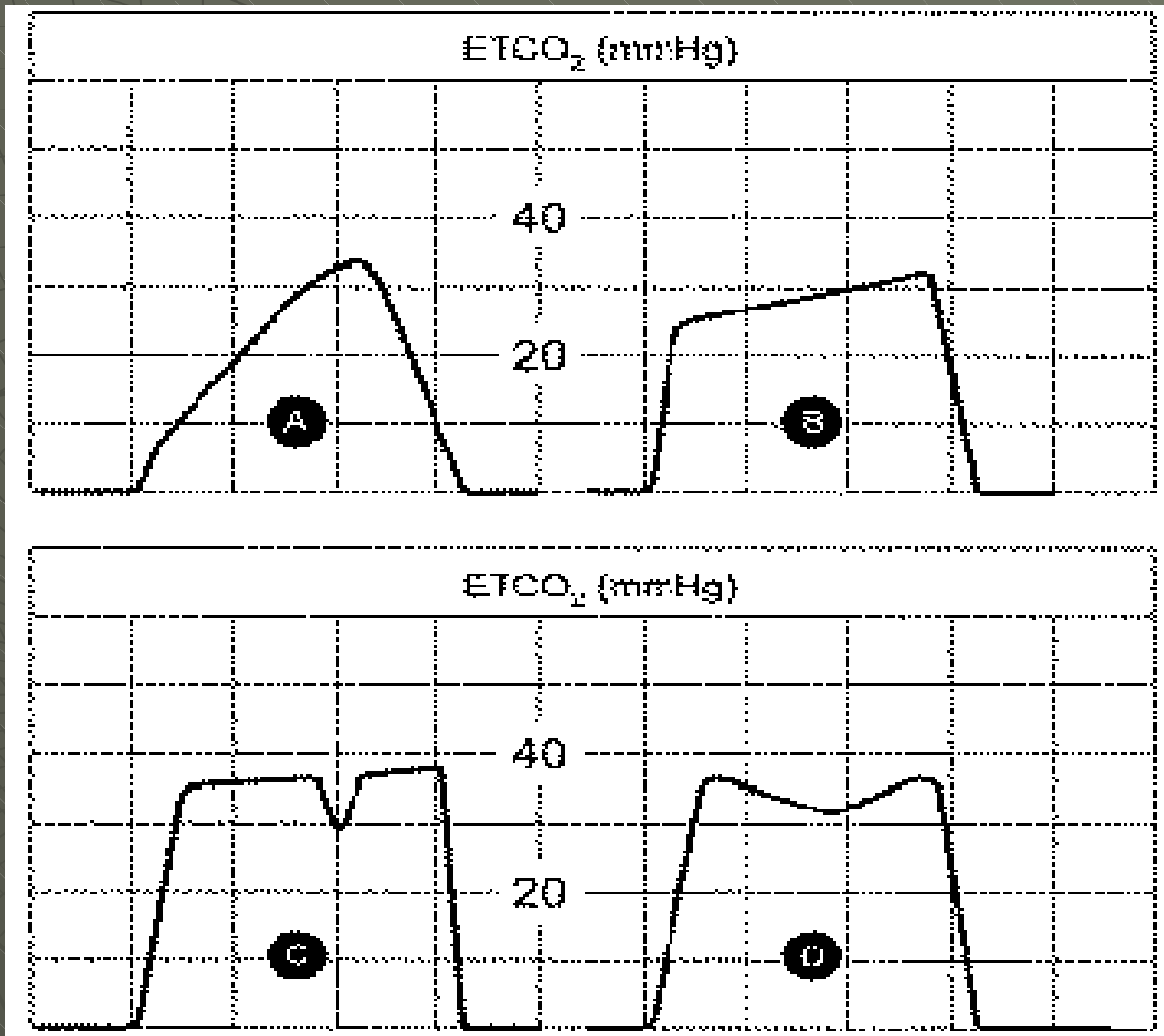


Désadaptation
du respirateur



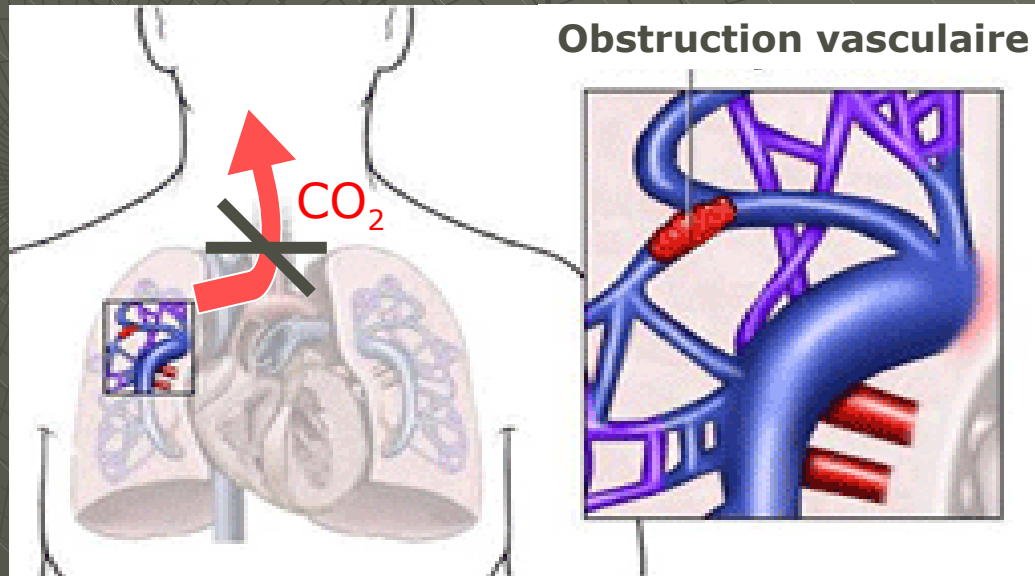
Bronchospasme

Outil Diagnostique

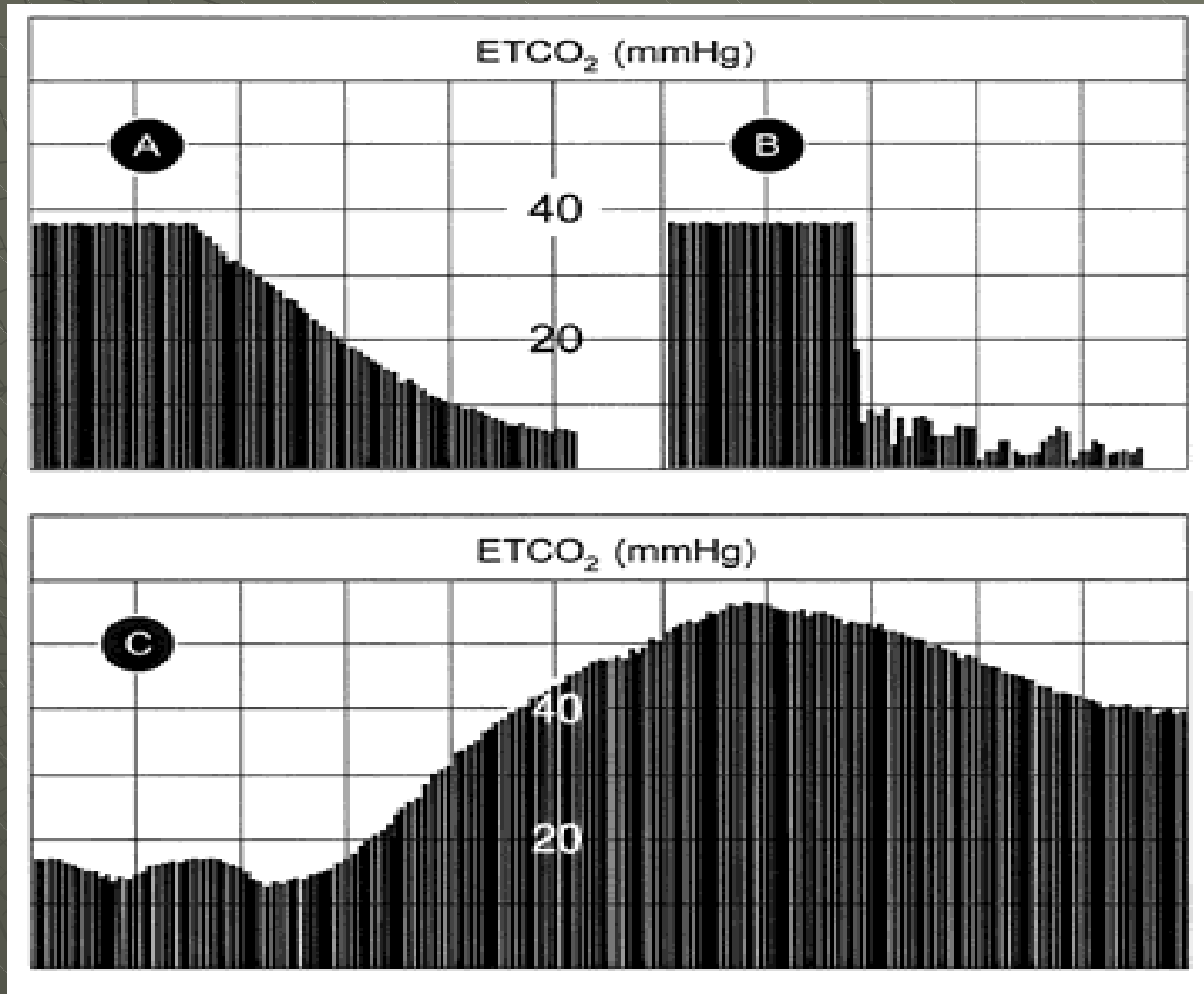


Outil Diagnostique

- ◆ Embolie Pulmonaire
 - Baisse Q sguin. Pulm.
 - Baisse élimination CO₂
 - Chute de la capnographie
 - Sensibilité >> SpO₂
 - Sensibilité >> Hémodynamique



Outil Diagnostique



Outil de Monitoring

- ◆ Monitoring respiratoire
 - Ventilation alvéolaire
 - Espace mort
 - Rapports ventilation/perfusion
- ◆ Monitoring Hémodynamique
 - Chute du DC = chute de la capnographie
- ◆ Monitoring tissulaire

Outil de Monitoring

- ◆ Pas de capnogramme
 - Intubation Oesophagienne ?
 - Arrêt cardiaque ?
- ◆ Diminution Progressive du plateau
 - Hyperventilation ?
 - Détresse hémodynamique, embolie pulmonaire ?
 - Baisse du métabolisme ?
- ◆ Élévation brutale
 - Augmentation du débit cardiaque (réveil ?)
 - Hyperthermie maligne ?

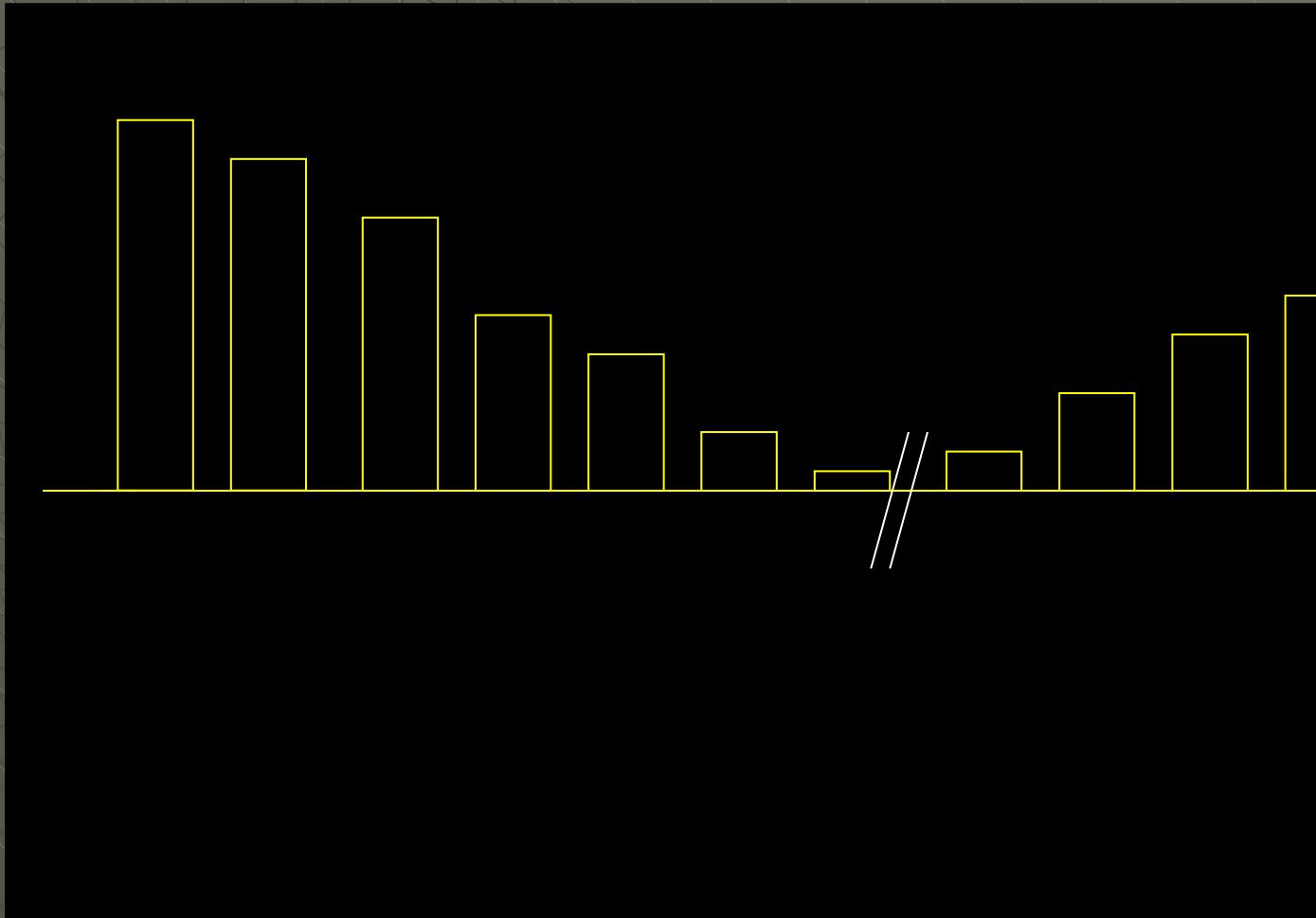
Outil de Réglage

- ◆ Arrêt cardiaque : normocapnie
 - Rappel VA pour arrêt cardiaque
 - Vt de 8 à 10 ml/kg; FR de 10 pas plus
- ◆ Traumatisé crânien : 33 à 37 mmHg
 - Vt de 8 à 10 ml/kg, FR adaptée
 - La PEP n'est pas contre indiquée si elle ne dépasse pas un certain seuil ≈ 10 cmH₂O

Arrêt Cardiaque et Capnographie :

Critère d'efficacité

Critère pronostique



Outil de Réglage

◆ SDRA

- On tolère des hypercapnies élevées
- Mais la meilleure PEP # moindre hypercapnie
 - ◆ = moins de surdistension donc espace mort réduit
 - ◆ Vt de 6 ml/kg, FR élevée afin de conservée la ventilation minute et pour crée une certaine auto-PEP.

Outil de Réglage

- ◆ Patient Bronchopathe Chronique
 - Le risque c'est la surdistension
 - Patient « habitué » à l'hypercapnie
 - Surveillance de l'évolution du frein expiratoire (efficacité thérapeutique)
 - Vt de 10 ml/kg, FR réduite pour vidange alvéolaire optimale, PEP pour lutter contre la PEPi (entre 5 et 8 cmH₂O)

Outil de Réglage

- ◆ Patient asthmatique
 - Attention à l'intubation aux urgences !
 - ◆ Retentissement hémodynamique souvent majeur avec risque de désamorçage cardiaque +++
 - ◆ Prévoir respirateur de réanimation idéalement avec Hélium ou Halogénés
 - ◆ Monitoring hémodynamique invasif
 - Après, comme BPCO

Et pour demain ?



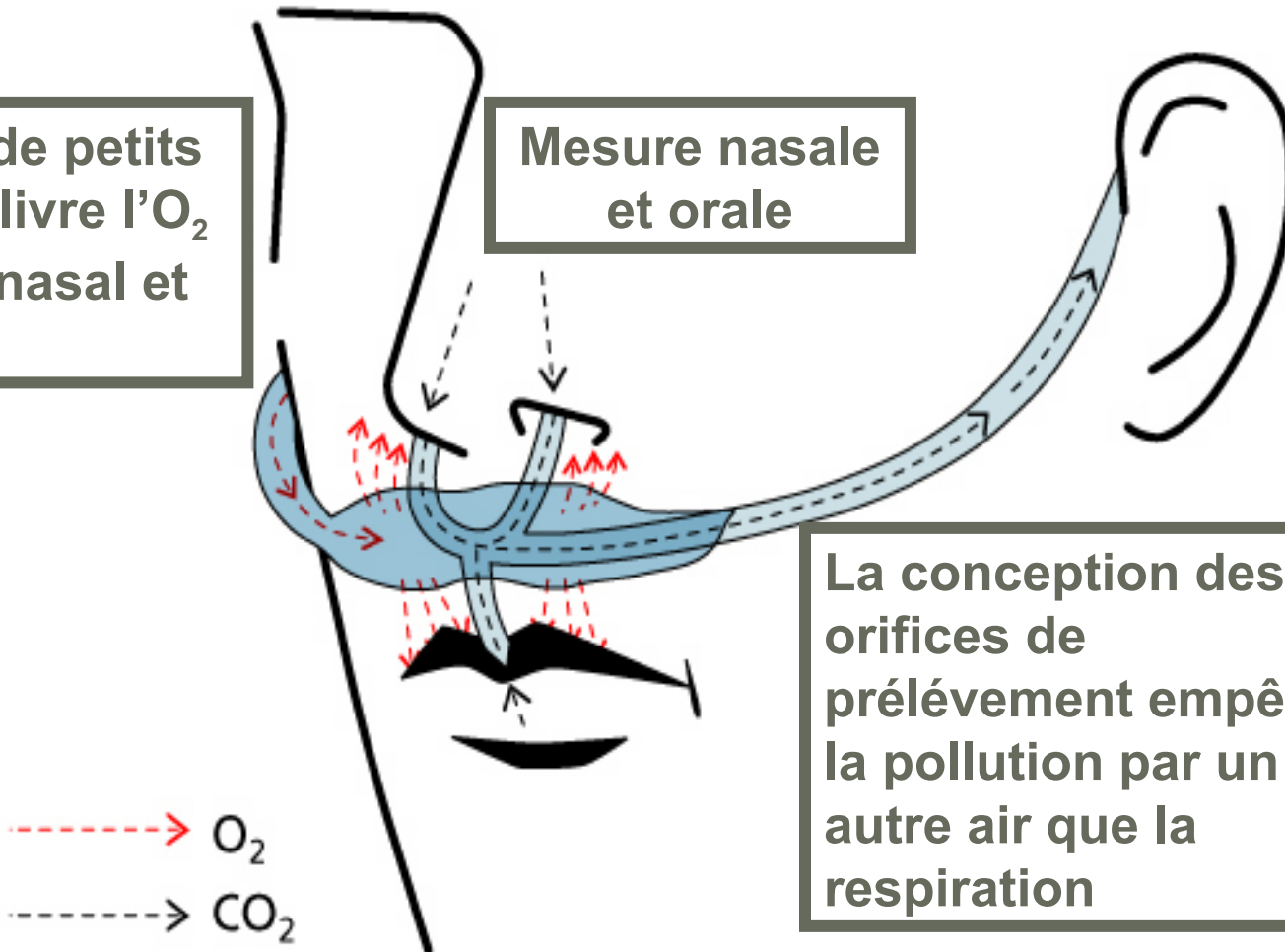
SV (mL)	CI	C.O.	
88	2.3	5.7	
NEXT DO: 1:14			
Vte	Vvalv	PEF	Vd/Vt
213	162	14	0.61
mL	mL	L/m	@ 16:00
Vti 245	VdAW 103	Pplat --	Vdvalv 67
I:E	NIP	Vt/kg	RSBI
1:1.0	-5	7.1	77
	cmH ₂ O	mL/kg	br/m/L

Monitorage du Débit Cardiaque et de la Ventilation Alvéolaire

SmartCapnoLine[®]: Patient non-intubé

Une série de petits orifices délivre l'O₂ au niveau nasal et buccal

Mesure nasale et orale

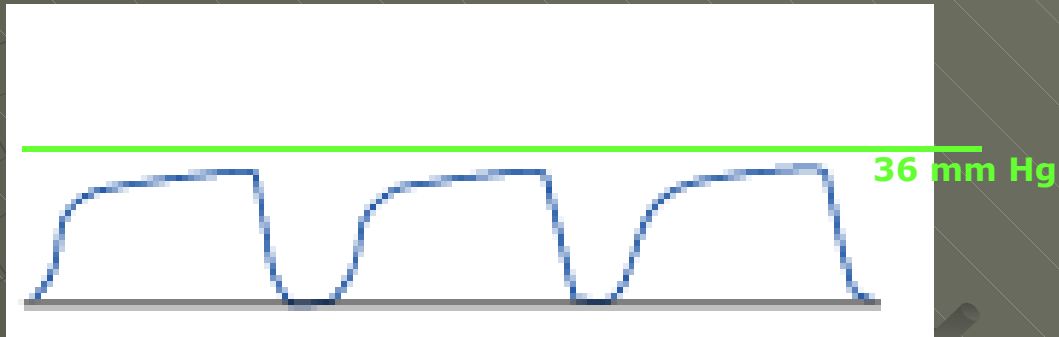


La conception des orifices de prélèvement empêche la pollution par un autre air que la respiration

Capnographie

The background features a dark gray grid with concentric circles and radial lines, characteristic of a capnograph. A stylized capnograph probe is positioned in the upper right quadrant, with its sensor tip pointing towards the center of the grid.

Interprétations de capnogrammes



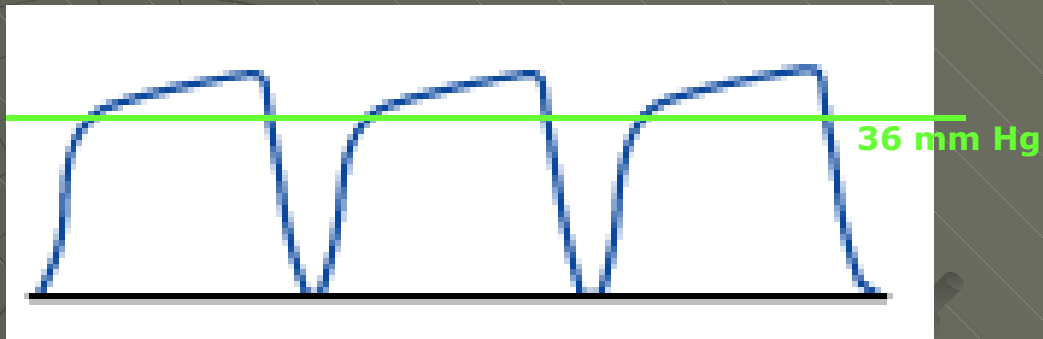
Analyse:

**PETCO₂ basse et plateau
alvéolaire normal**

Causes :

Hyperventilation

- Hypothermie
- Sédation
- Ventilation « espace-mort »

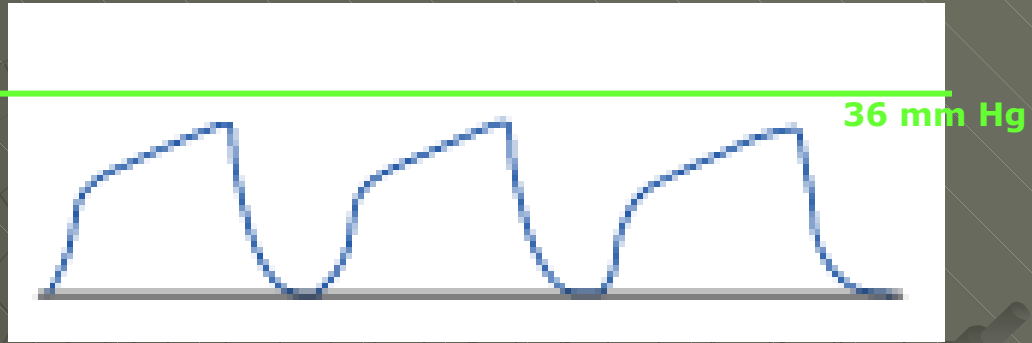


Analyse:

**PETCO₂ élevée et plateau
alvéolaire normal**

Causes :

- Hypoventilation**
- Hyperthermie**
- Douleur, tremblements**
- Surdosage en dépresseurs
respiratoires**



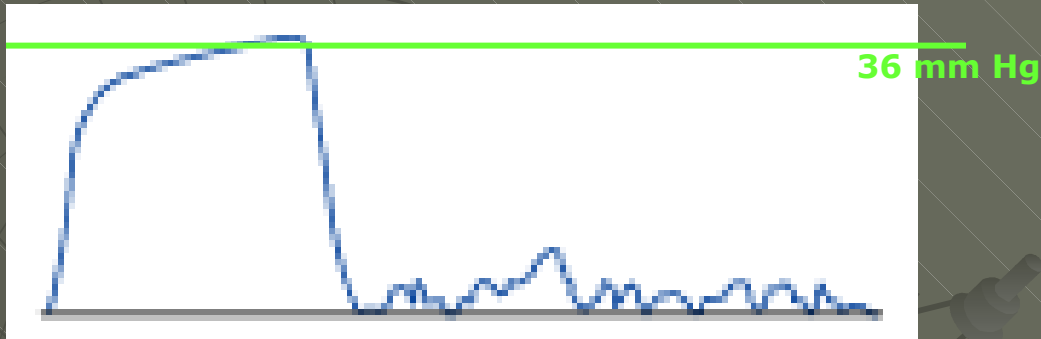
Analyse:

PETCO₂ basse et plateau alvéolaire anormal

Causes :

Bronchospasmes

- Expiration incomplète
- Tubulure tordue ou obstruction par sécrétions

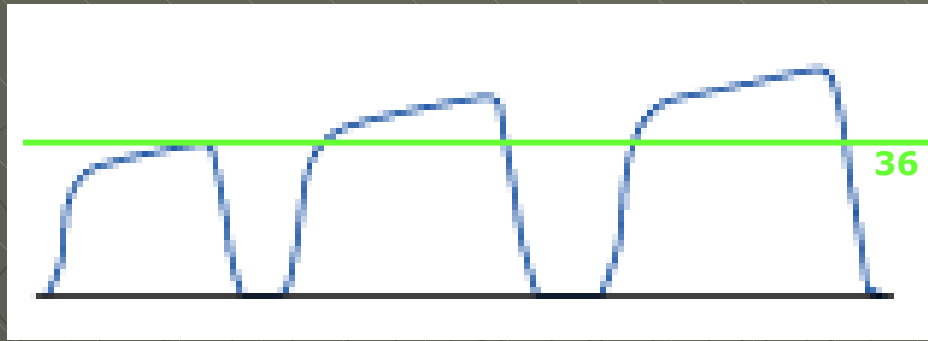


Analyse:

**Chute brutale de
PETCO₂**

Causes :

- Arrêt respiratoire**
- Déconnexion du tube**
- Extubation
accidentelle**
- Panne du ventilateur**

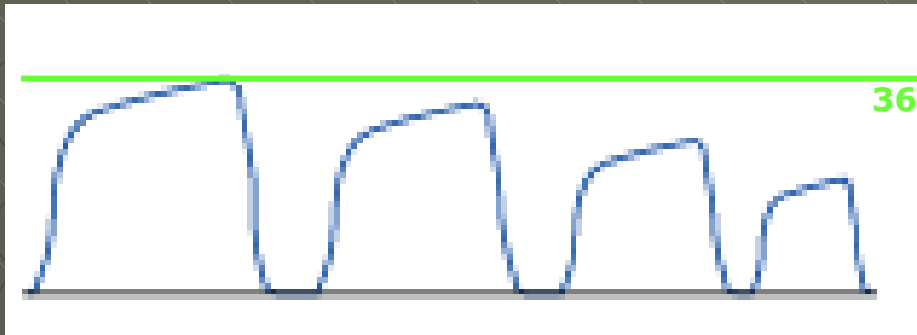


Analyse:

PETCO₂ augmentant progressivement

Causes :

- Hypoventilation
- Hyperthermie maligne
- Métabolisme augmenté
- Obstruction partielle du tube

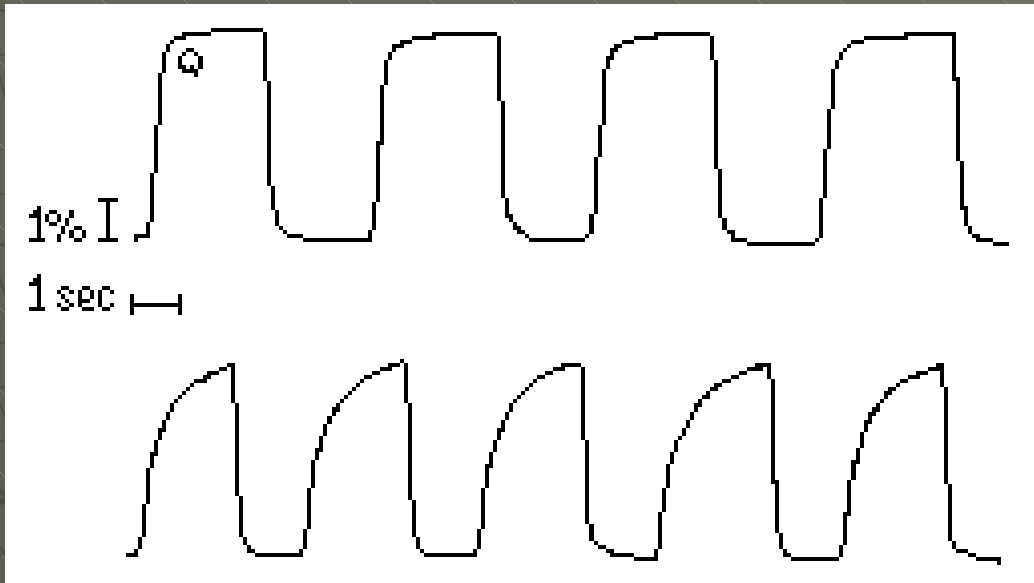


Analyse:

**PETCO₂ diminuant
progressivement**

Causes :

- Arrêt cardio-pulmonaire**
- Embolie pulmonaire**
- HypoTA brutale**
- Hémorragie massive**



Analyse:

Changement de la pente du plateau alvéolaire
et émoussement de l'angle Q

Cause :

bronchospasme

La capnographie donne donc une information...

... globale :

Oxygénation :	SpO2
Perfusion :	FC, ECG, TA
Ventilation :	Capnographie

... précoce :



ECG : 5 à 10 sec.



SpO2 : 30 à 60 sec.



Capnographie : 4 à 10 min.

- 
- ◆ **Evaluation of capnography using a genetic algorithm to predict PaCO₂. Chest. 2005 Feb;127(2):579-84.**