

INTERPRETATION DES TRACES DE POLYGRAPHIE RESPIRATOIRE SOUS VNI

Christophe Perrin

Service de Pneumologie

Pôle Spécialités Médicales

Centre Hospitalier de Cannes

Cannes, France

c.perrin@ch-cannes.fr

Les Ateliers de VNI de la SPLF, Paris 2014

+ PG

PTcCO2
si disponible
ou FiO2 > 21%

Goals to achieve in a patient treated by NIV :
Clinical improvement and reduction in daytime PaCO₂
Mean nocturnal SpO₂ > 90% more than 90% of recording time,
without residual SaO₂ oscillations
'Synthesis report' from NIV software: showing more than 4h/night
of use, without discomfort (i.e.: fragmented use or multiple short
periods of ventilator use).

No

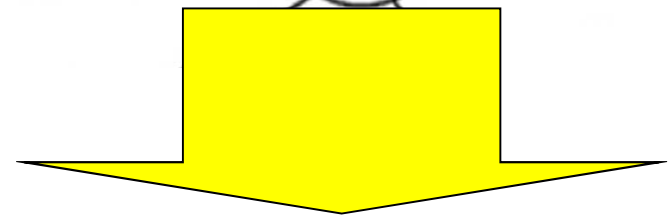
Fuites NI majeures (logiciel)

Yes

Optimize
mask fitting

Disappearance of SpO₂
abnormalities,
discomfort & non-compliance

No



Yes

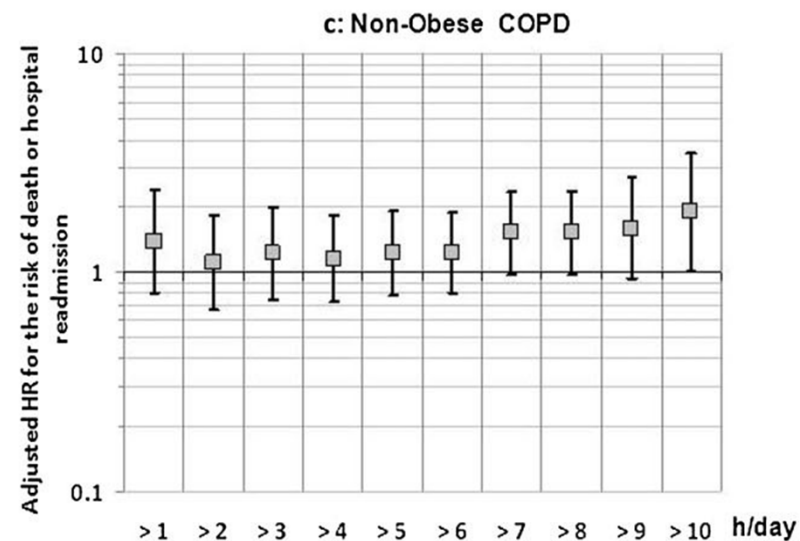
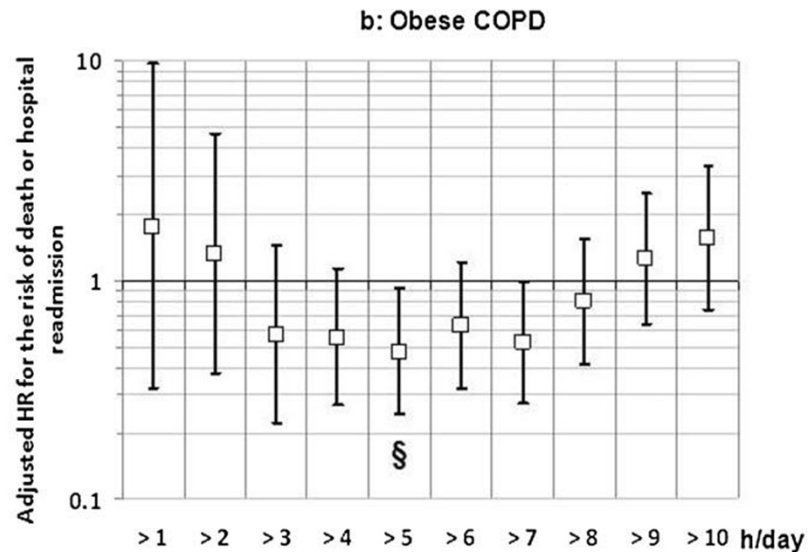
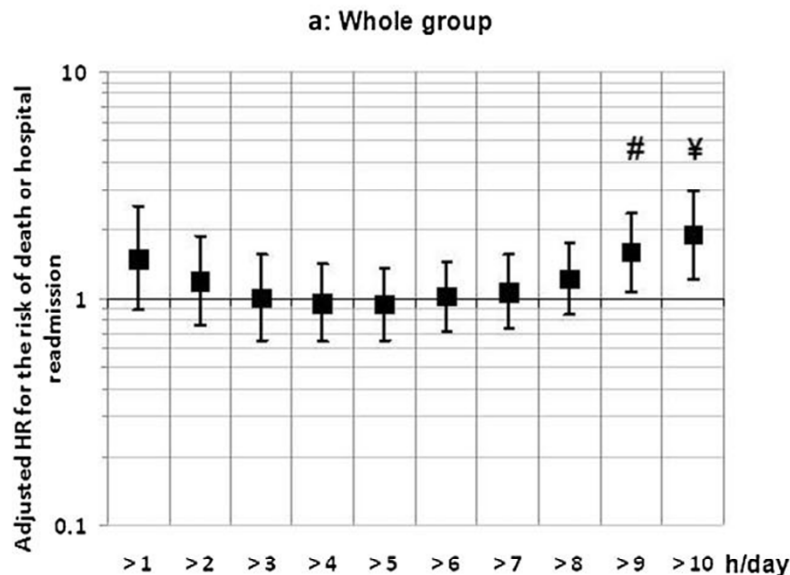
Pursue home-based
nocturnal NIV with same
ventilator settings

Polygraphie respiratoire

± PTcCO2 (si disponible ou FiO2 > 21%)

Données logiciel Observance

Exemple



Nbr. total d'heures d'utilisation 135:53
(h:min)

Util. médiane quot.:
(hrs/jr de jrs d'util.)

5:35

Util. moyenne quot.:
(total h/total jours)

1:30

Jours employés \geq 3 h

25 jours

Jours employés < 3 h

2 jours

Jours de non-utilisation :

63 jours

Nbr. total de jours :

90 jours

% Jours employés \geq 3 h

27 %

Proposal for a systematic analysis of polygraphy or polysomnography for identifying and scoring abnormal events occurring during non-invasive ventilation



Thorax 2012; 67: 546-52

J Gonzalez-Bermejo,¹ C Perrin,² J P Janssens,³ J L Pepin,⁴ G Mroue,⁵ P Léger,⁶ B Langevin,⁷ S Rouault,⁸ C Rabec,⁹ D Rodenstein,¹⁰ on behalf of the SomnoNIV Group

FUITES NON INTENTIONNELLES non majeures ou secondaires

OBSTRUCTION PARTIELLE OU TOTALE DES VAS

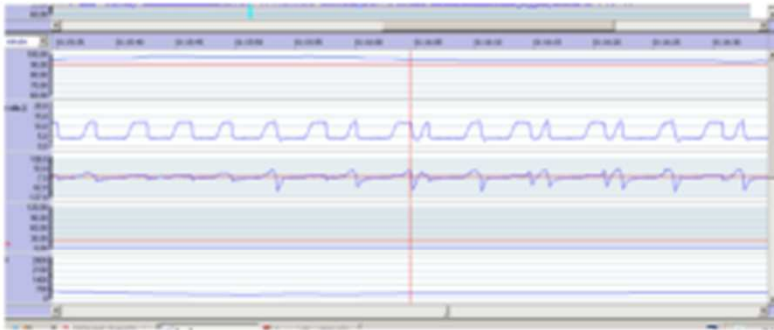
- . **avec** diminution de la commande ventilatoire
- . **sans** diminution de la commande ventilatoire

ASYNCHRONISME PATIENT-MACHINE

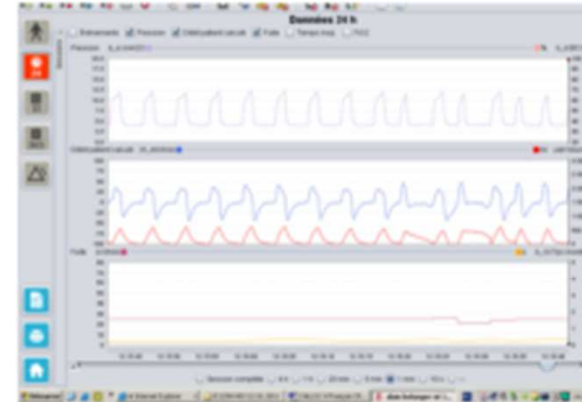
- . *Efforts inspiratoires non récompensés*
- . *Auto et double déclenchement*
- . *Cyclage précoce, $TMPI > Temps\ inspiratoire\ minimum$*
- . *Cyclage tardif*

Polygraphie respiratoire sous VNI, « intégrée »

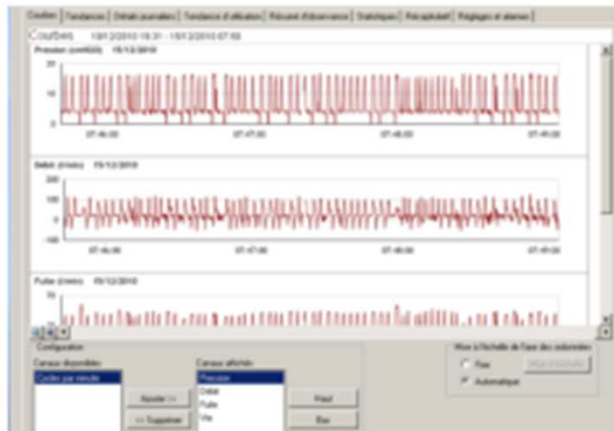
RESScan® (Resmed) 2002



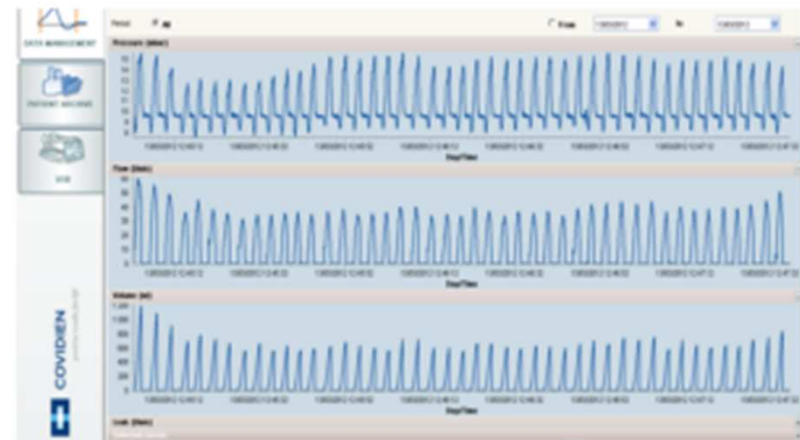
ViVo50® (Breas) 2007



DirectView® (Respironics) 2009



RIS (Covidien) 2011



POLYGRAPHIE VENTILATOIRE SOUS VNI « CONVENTIONNELLE »

Au minimum !

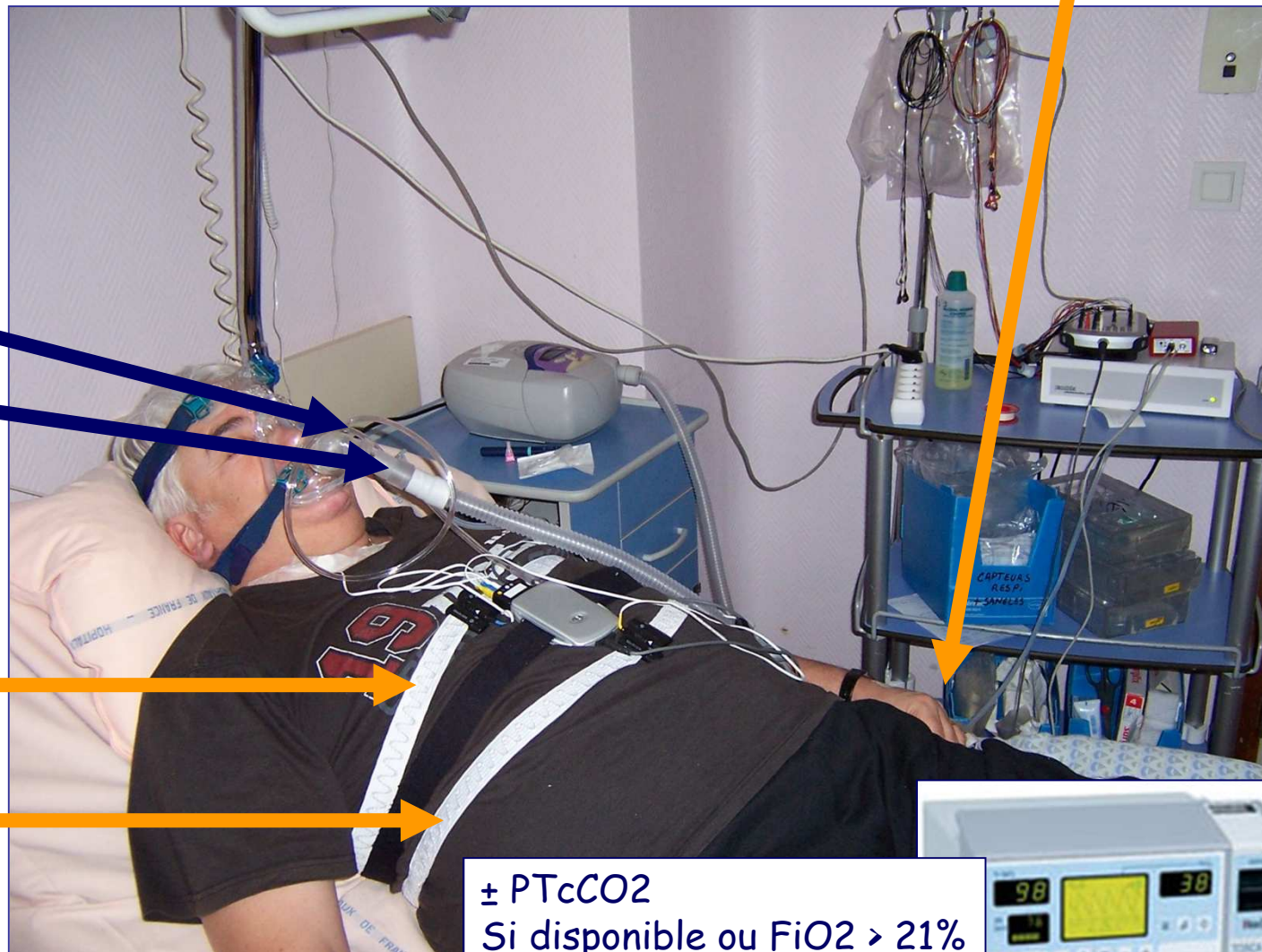
Pression au masque

Débit insufflé et expiré
mesuré dans le circuit
à proximité du masque
(pneumotachographe)

Sangle thoracique

Sangle abdominale

Oxymétrie

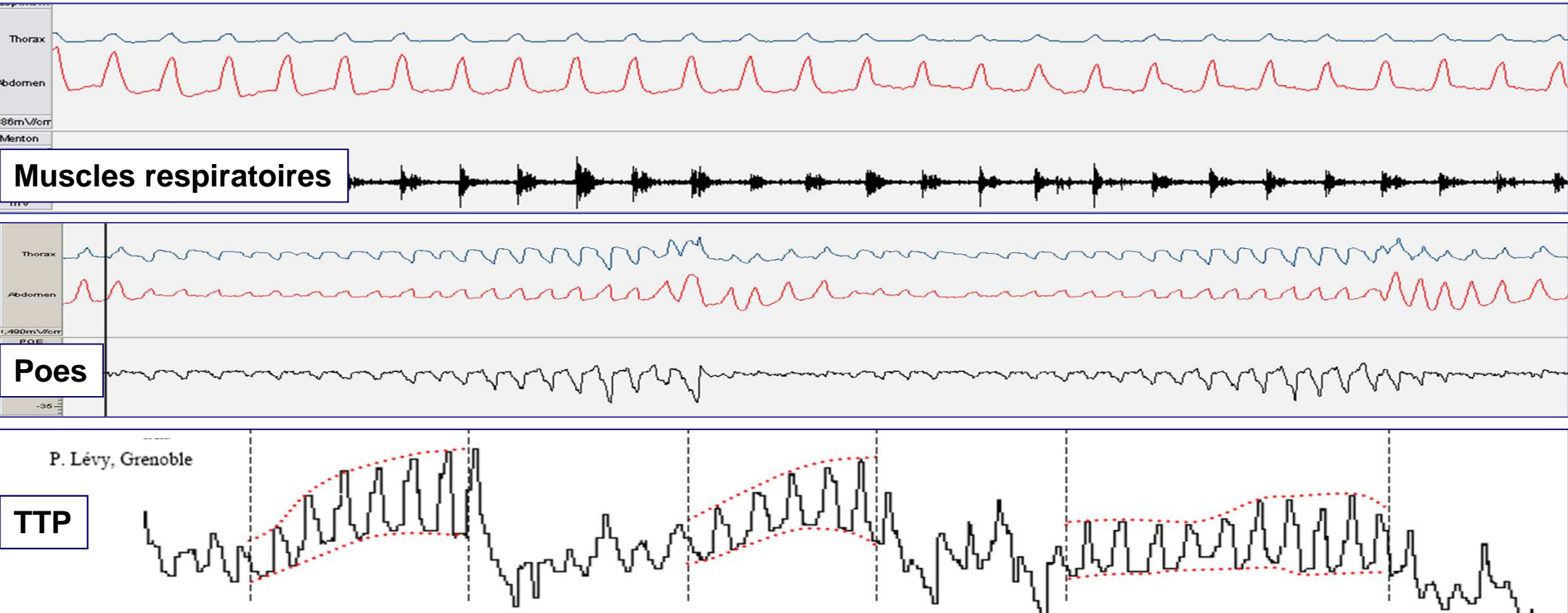


± PTcCO₂
Si disponible ou FiO₂ > 21%

POLYGRAPHIE VENTILATOIRE SOUS VNI

« CONVENTIONNELLE »

Monitoring des efforts inspiratoires



VENTILATION NON INVASIVE

Couple patient - machine

IMPACT DU PATIENT

Pendant le sommeil: le maintien de l'homéostasie ventilatoire est compromis:

- le sommeil diminue la stimulation des Neurones respiratoires bulbaires par les **centres supérieurs**: chute de l'activité phrénique et de l'hypoglosse
- Les **réponses** à l'hypercapnie et l'hypoxie sont diminuées et un **seuil apnéique** très sensible pour le CO₂ est démasqué
- La **compensation ventilatoire** à une charge mécanique est perdue et il y a une diminution des mécanismes protecteurs de l'ouverture des VAS: un collapsus et une hypercapnie peuvent se produire.

ACTIVITE EMG PHASIQUE DES MUSCLES RESPIRATOIRES EN NREM ET EN REM

	NREM	REM
Sterno-cléido-mastoïdien	+	↘
Intercostaux	+	↘
Abdominaux	+	↘
Diaphragme	+	+

Modifications de la Ventilation avec le sommeil:

- Diminution de 5 à 15% de la **ventilation externe**
- **Hypoventilation alvéolaire**: augmentation de PCO₂ (2-6 mmHg) et baisse de SaO₂ (1-2%) malgré la baisse de VO₂ et VCO₂ (8-10%)
- Ventilation **irrégulière** en Stade 1-2 (respiration périodique) et plus encore en SP (phasique)
- Stade 3-4: ventilation **très régulière**: baisse de VT (10%), FR inchangée
- Diminution du **calibre des VAS**: augmentation des Résistances, plus collabables en SP

VENTILATION NON INVASIVE
Couple patient - machine
IMPACT DE LA TECHNIQUE

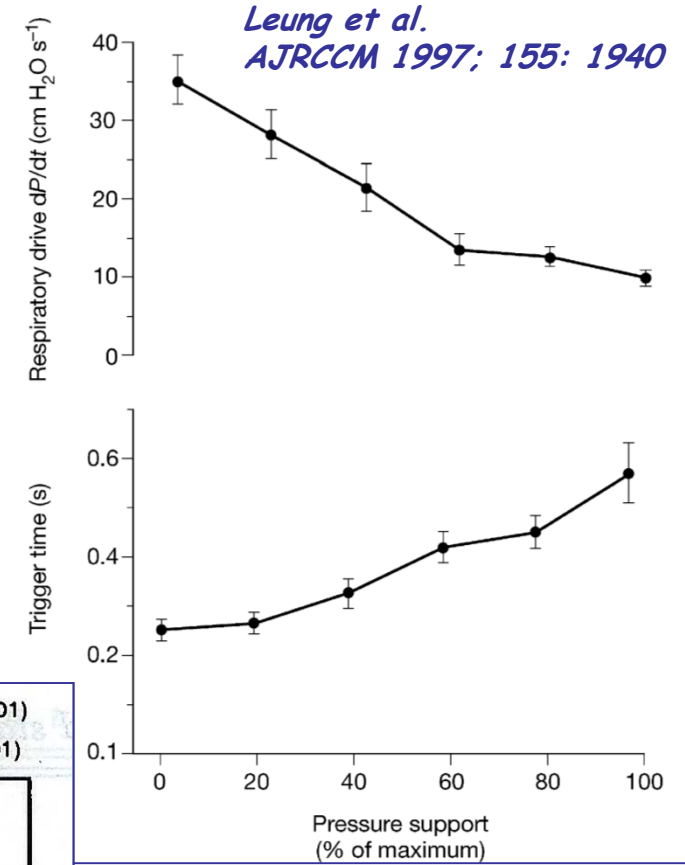
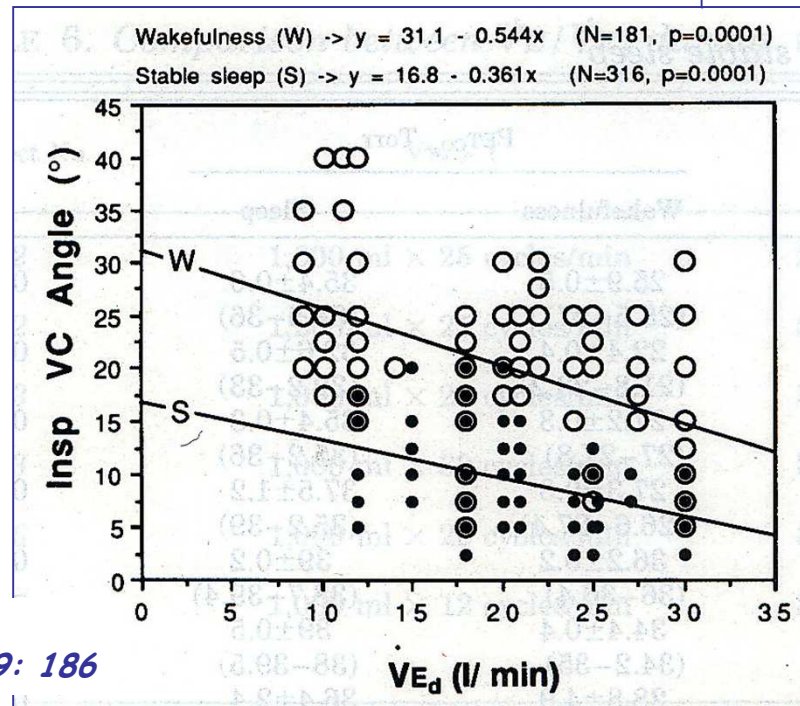
Interface

- . Fuites non intentionnelles
 - .. Hypoventilation, asynchronisme (déclenchement, cyclage), fragmentation sommeil
- . Obstruction (MF)
- . Rebreathing
- . Douleurs

Ventilateur

- . Capture de la commande ventilatoire
- . Fermeture des VAS
- . Réglages
 - .. AI,
 - .. AI-fuites intentionnelles
 - .. SD, FR, TMPI,
 - .. Ti_{min} , Ti_{max}

Jouineaux V et al.
J Appl Physiol 1995; 79: 186

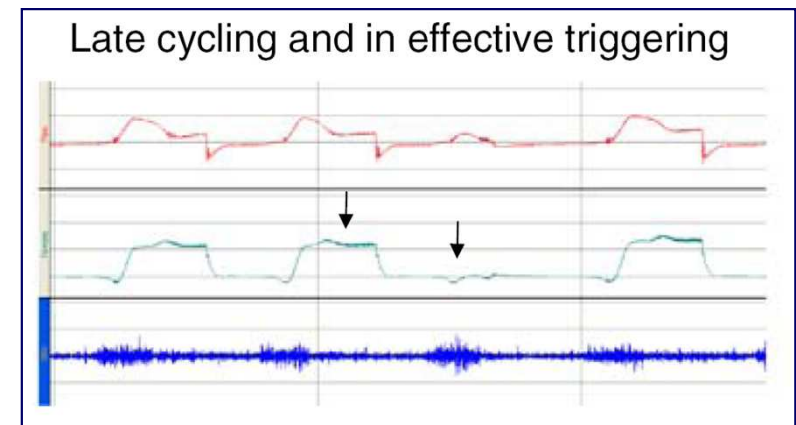
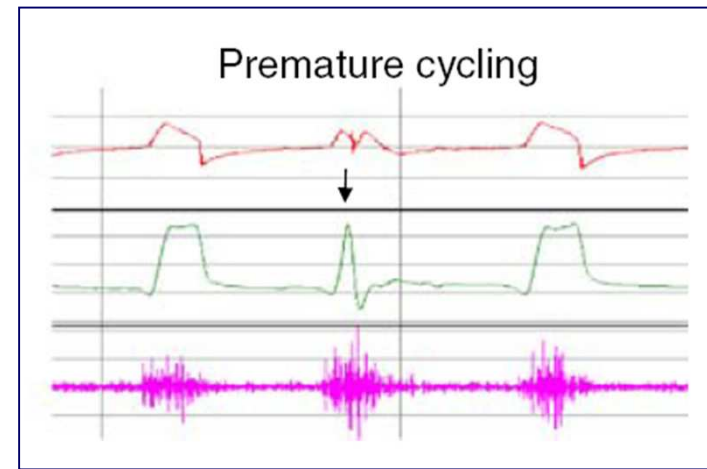
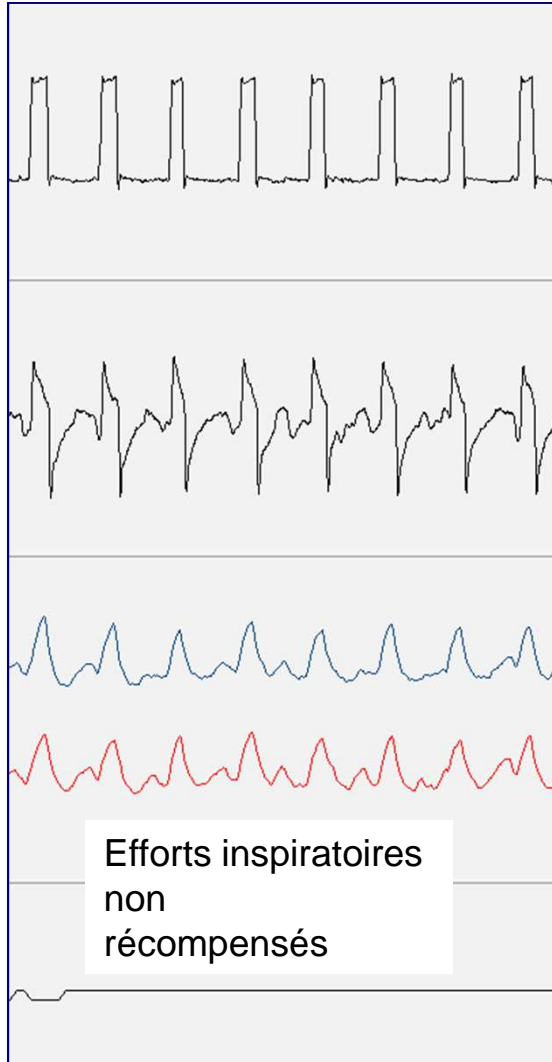


VENTILATION NON INVASIVE

Couple patient - machine

MESENTENTE PATIENT-VENTILATEUR

Asynchronismes

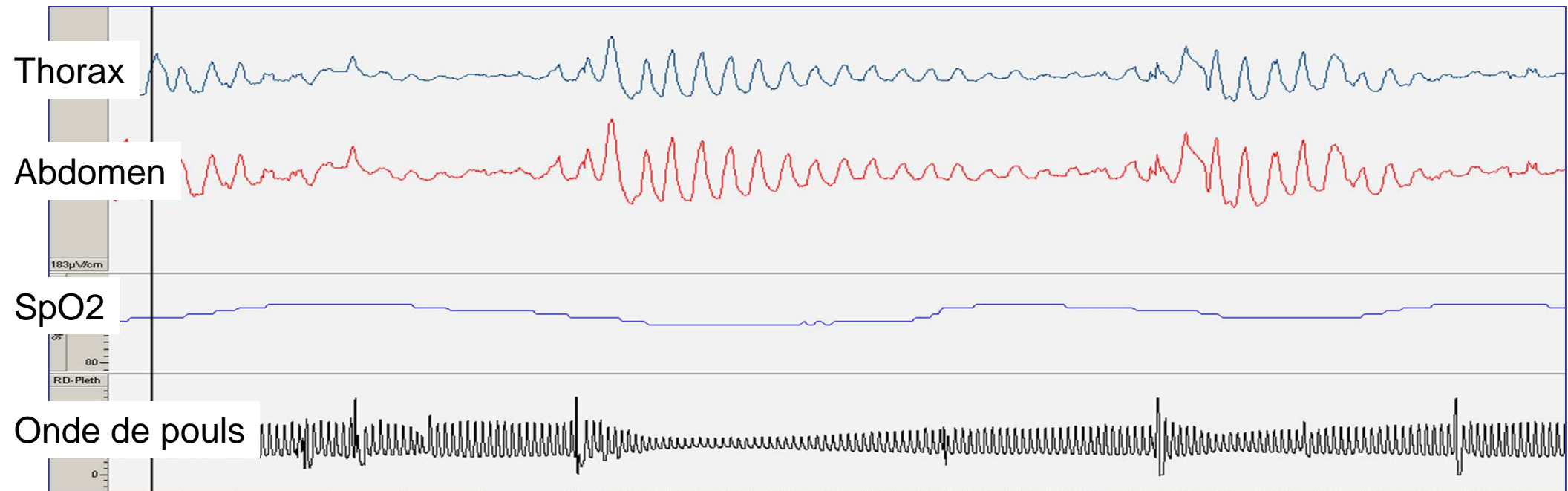
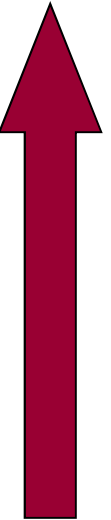


Que rechercher ?

ANALYSE : pression et débit

EVENEMENT RESPIRATOIRE

Survenue d'une rupture ventilatoire (caractérisée par la diminution de l'amplitude des sangles thoracique et abdominale ou leur instabilité) qui retentit sur la qualité des échanges gazeux et/ou du sommeil.



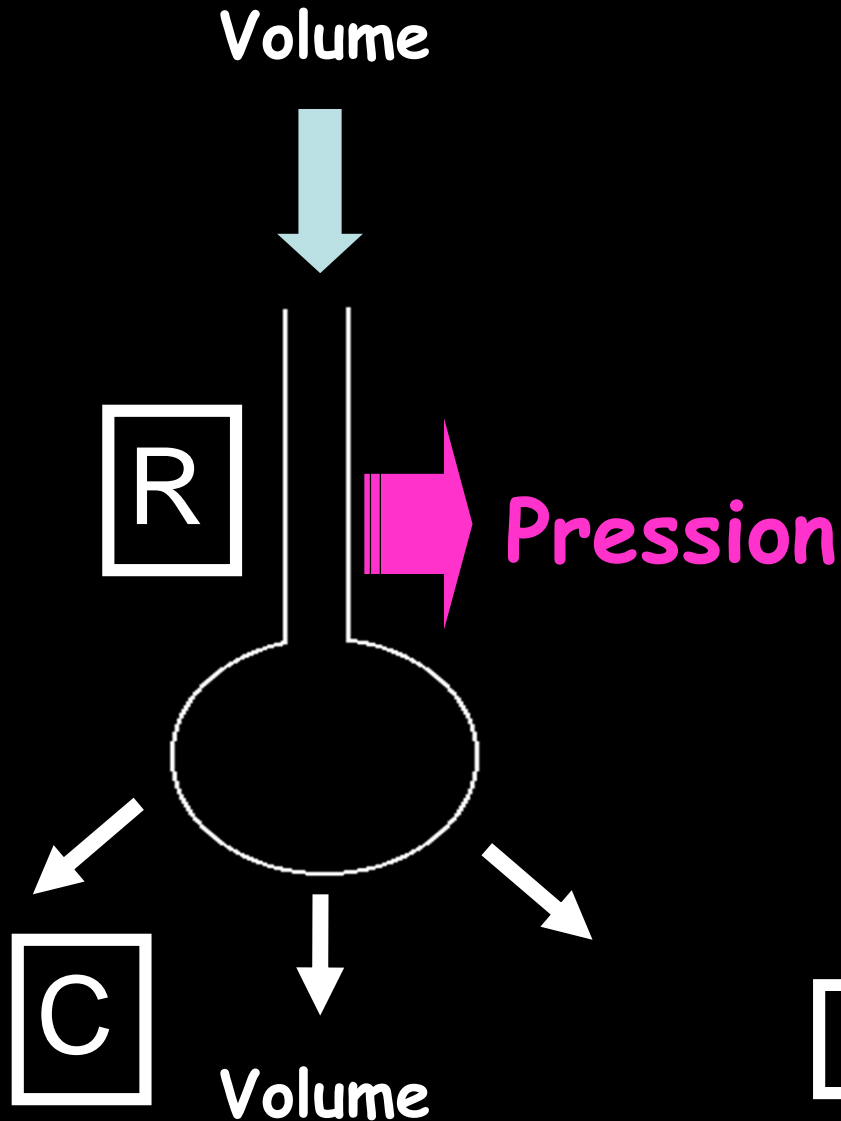
La sémiologie des courbes de pression
et débit dépend :

du type

ou

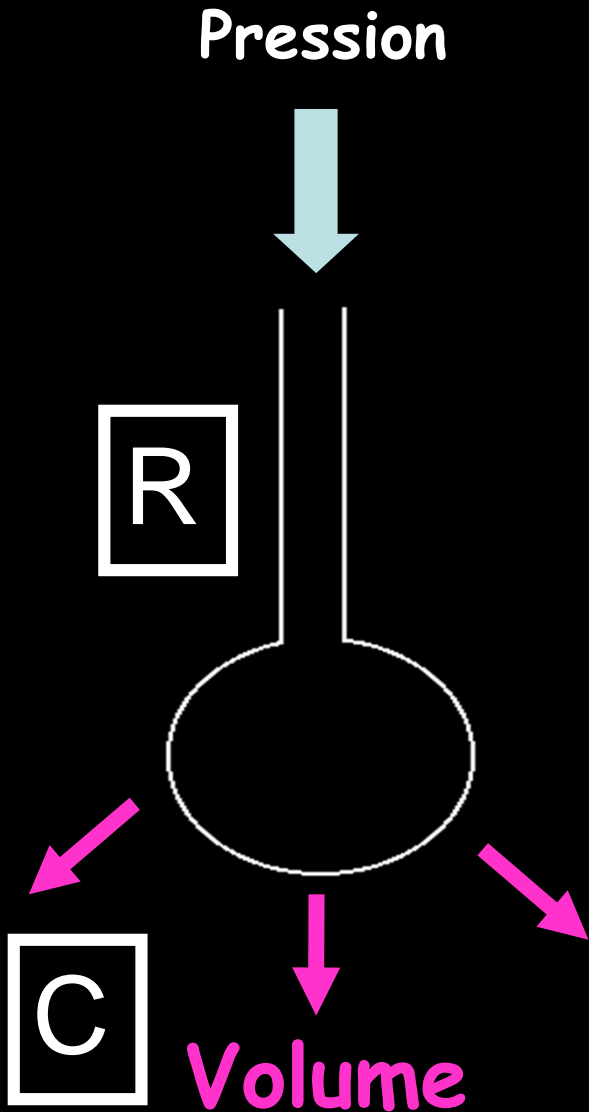
mode de fonctionnement du ventilateur

Ventilateur à régulation de volume



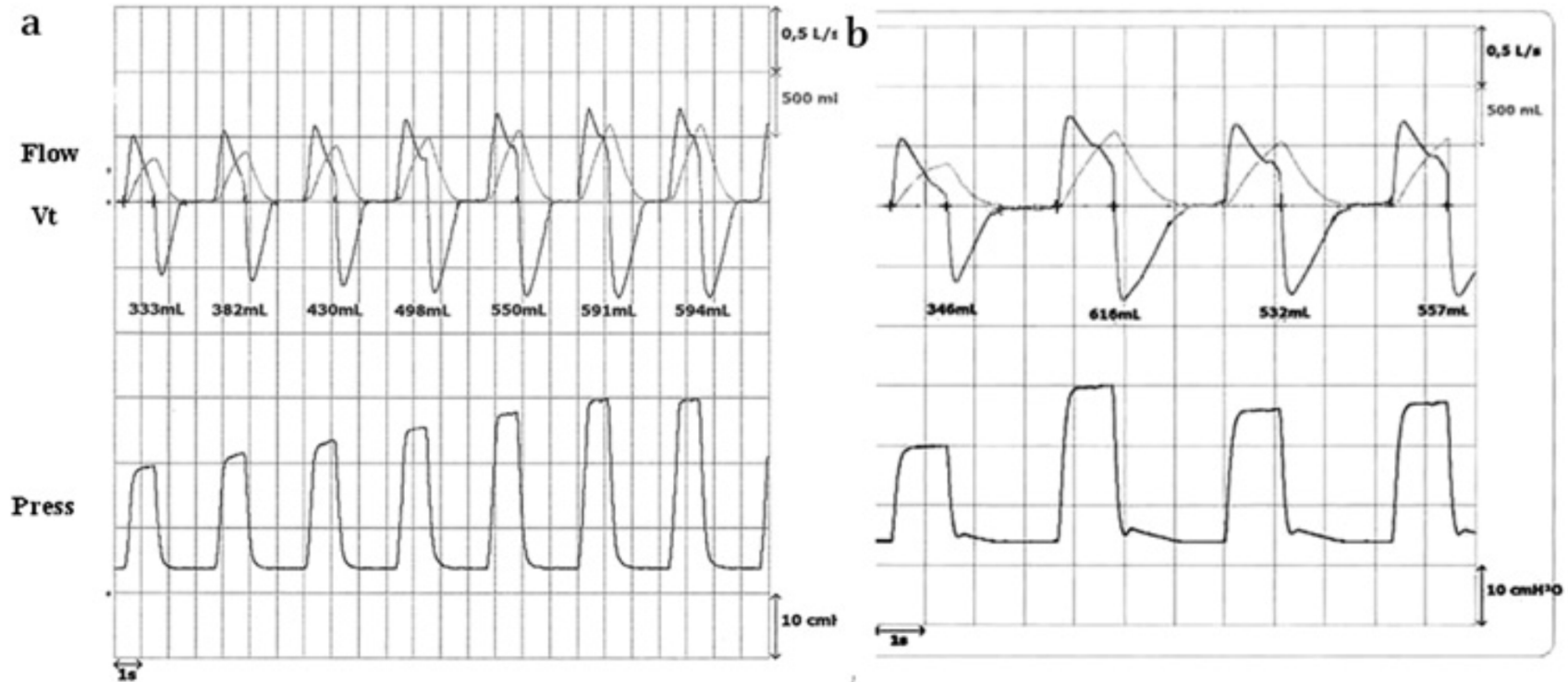
« Quid » en cas d'obstacle, ou de fuite ?

Ventilateur à régulation de pression






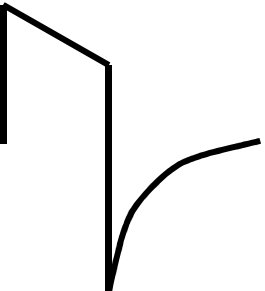

« Quid » en cas d'obstacle, ou de fuite ?

Ventilation à régulation de pression avec volume cible



Rabec C et al. Thorax. 2011; 66:170-178.

Table 1 Comparison between pressure and volume-targeted ventilators

	Volume-targeted	Pressure-targeted
Pressure curve pattern		
Flow curve pattern	 	

OBSTACLE

	Pression	VTi/débit	VTe
VENTILATEUR BAROMETRIQUE	<i>constante</i>	↓	↓
VENTILATEUR VOLUMETRIQUE	↑	<i>Constant</i>	↓



FUITES NON INTENTIONNELLES

	Pression	VTi/débit	VTe
VENTILATEUR BAROMETRIQUE	<u>peut</u> ↓	↑	↓
VENTILATEUR VOLUMETRIQUE	↓	<i>Constant</i>	↓

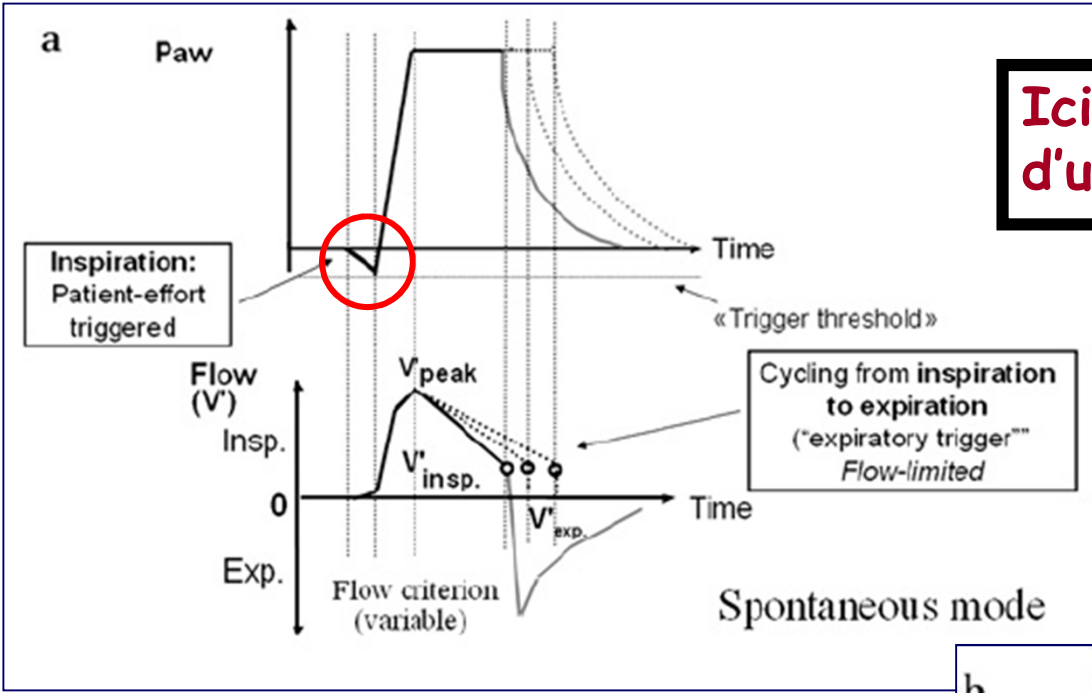
EFFORTS INSPIRATOIRES

	Pression	VTi/débit	
VENTILATEUR BAROMETRIQUE	<i>constante</i>	↑	
VENTILATEUR VOLUMETRIQUE	↓	<i>Constant</i>	

La sémiologie des courbes de pression
et débit dépend :

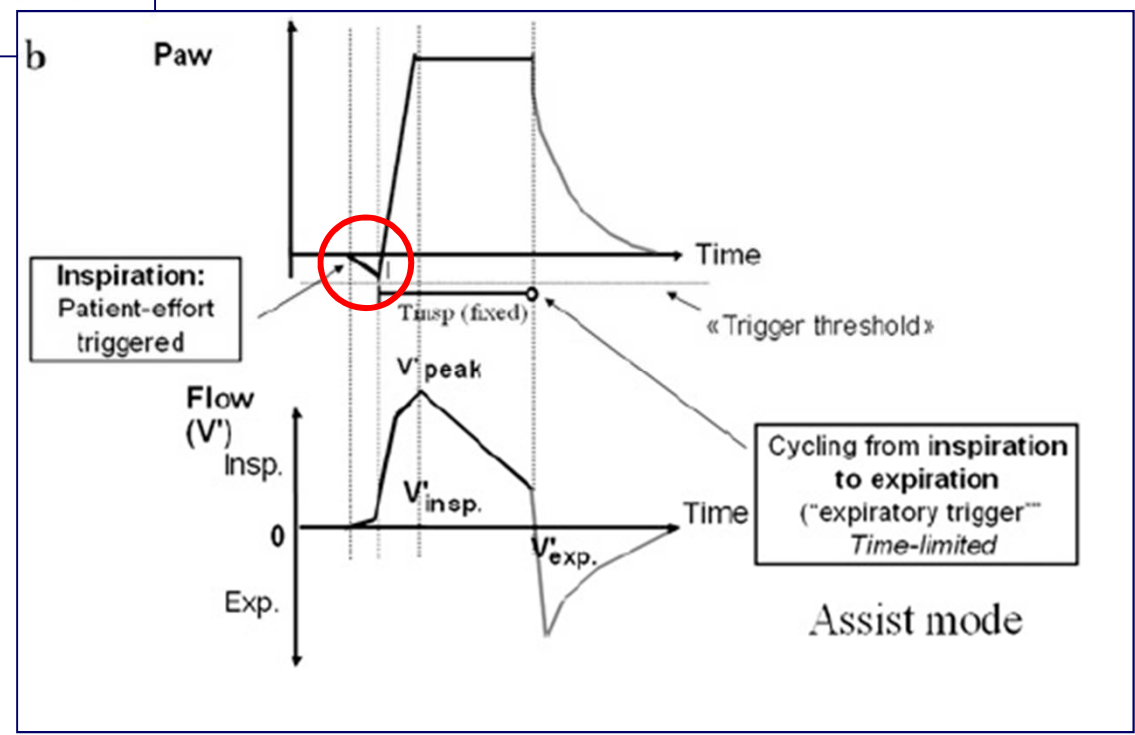
du mode de ventilation

Ici, dans le cas d'un ventilateur à régulation de pression

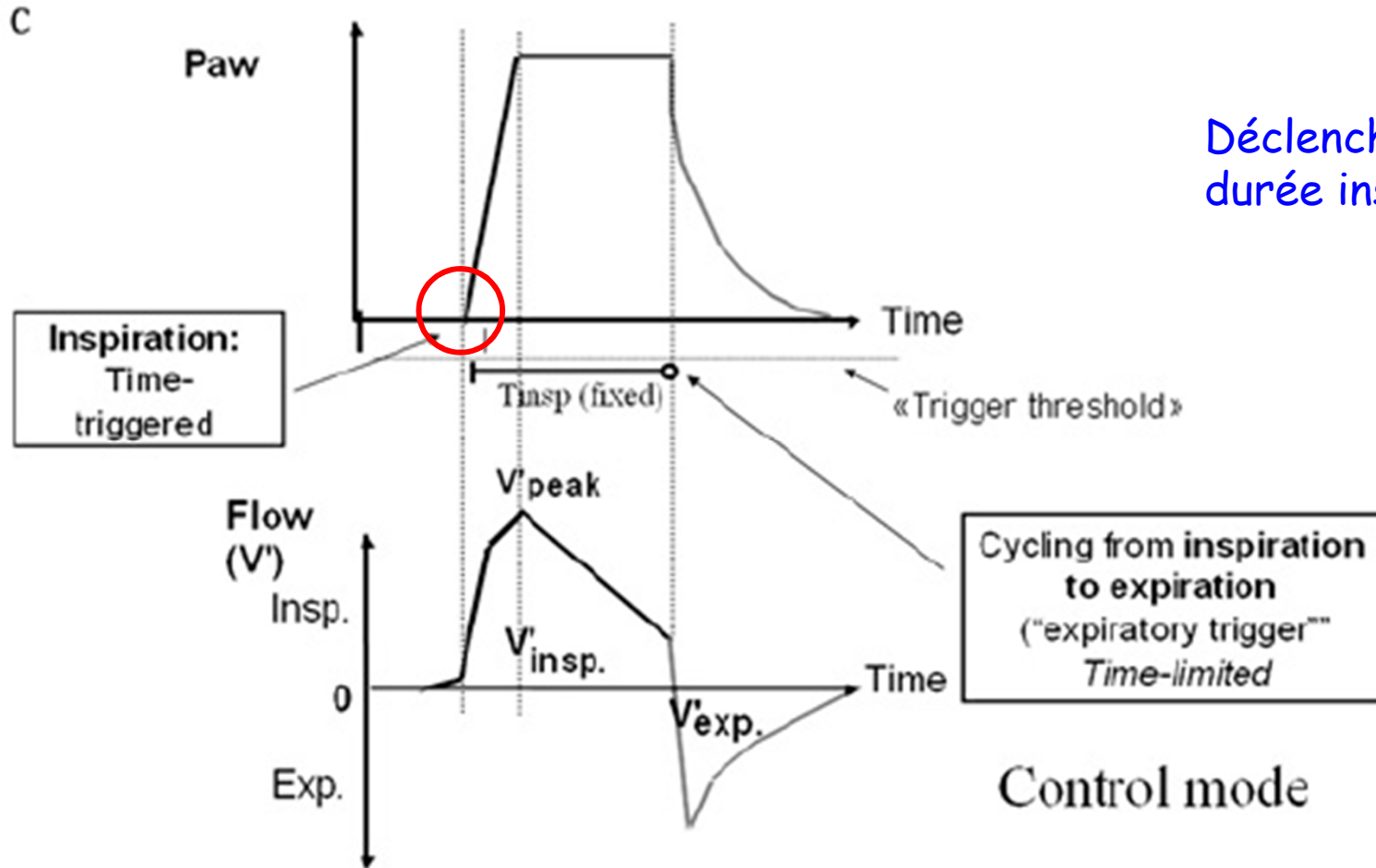


Déclenchement patient, durée insufflation constante

Déclenchement patient, durée insufflation variable



Ici, dans le cas
d'un ventilateur à régulation de pression

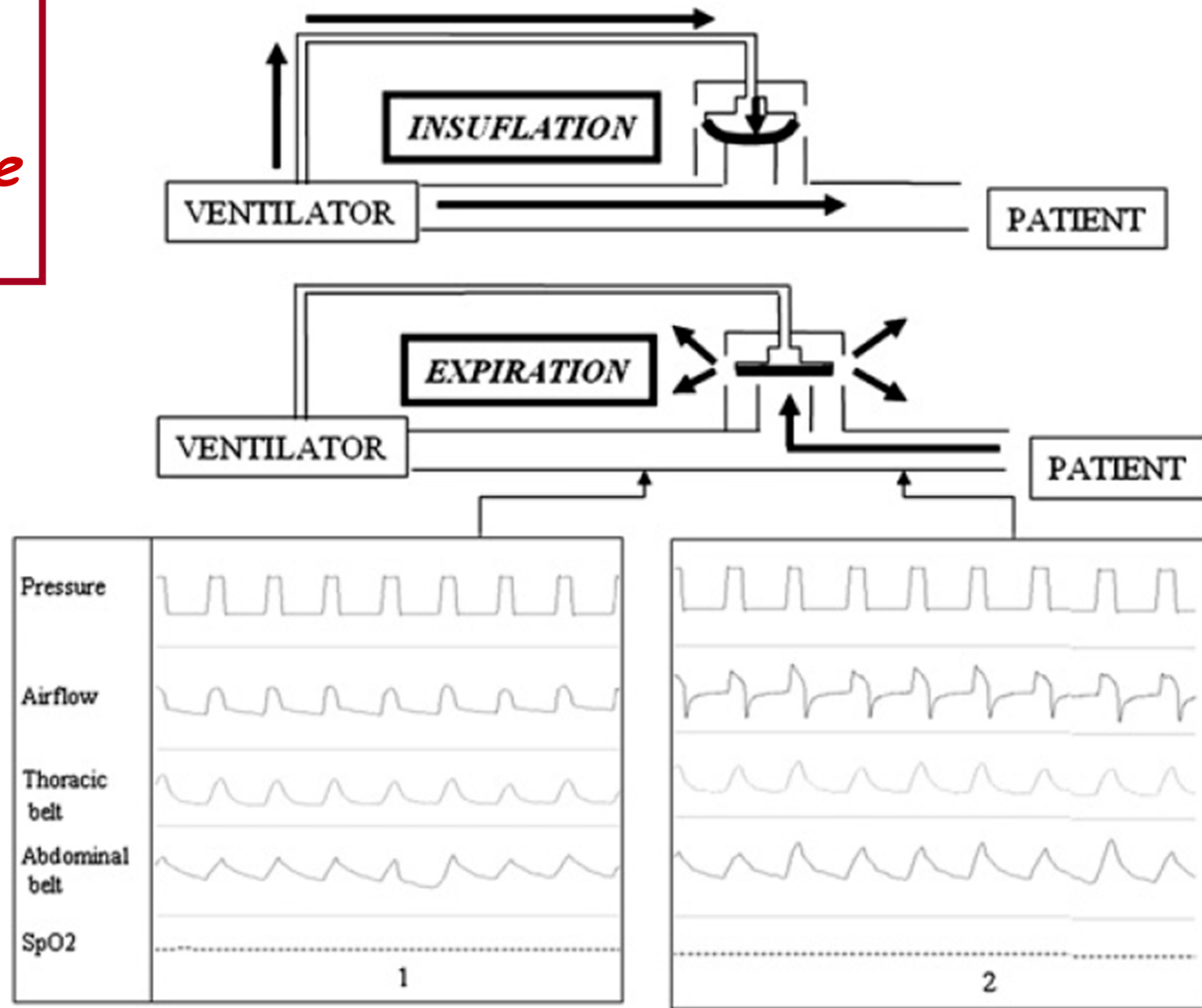


Déclenchement « machine »,
durée insufflation constante

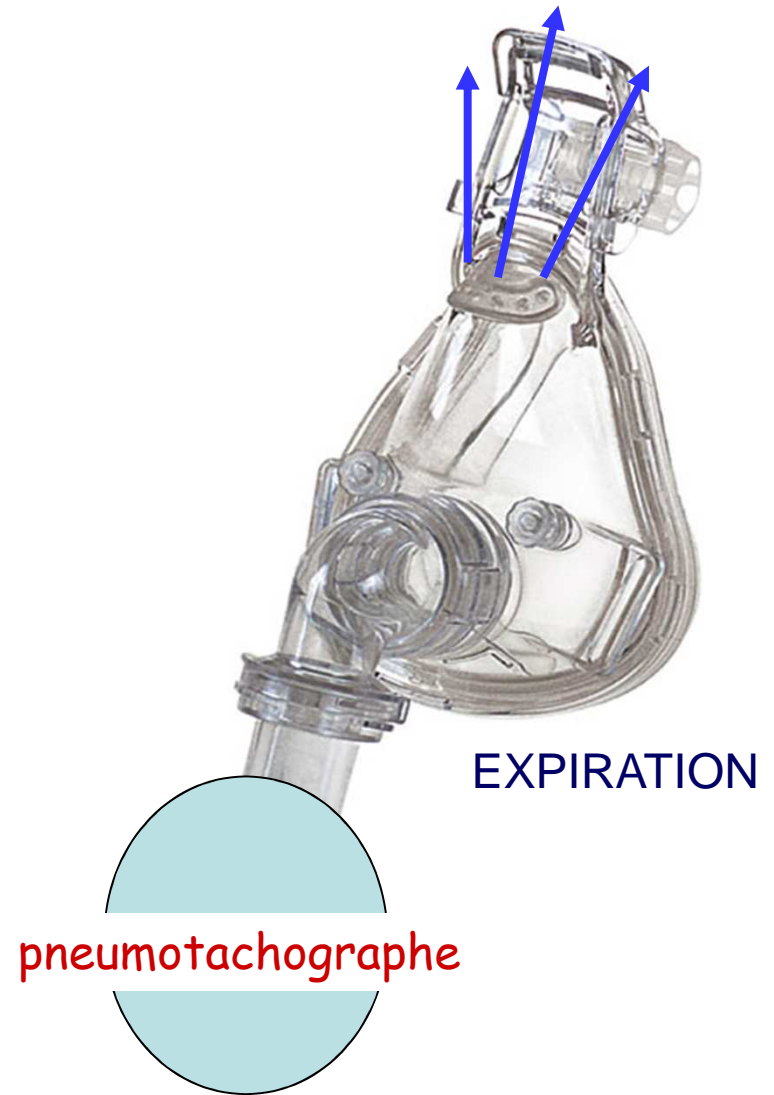
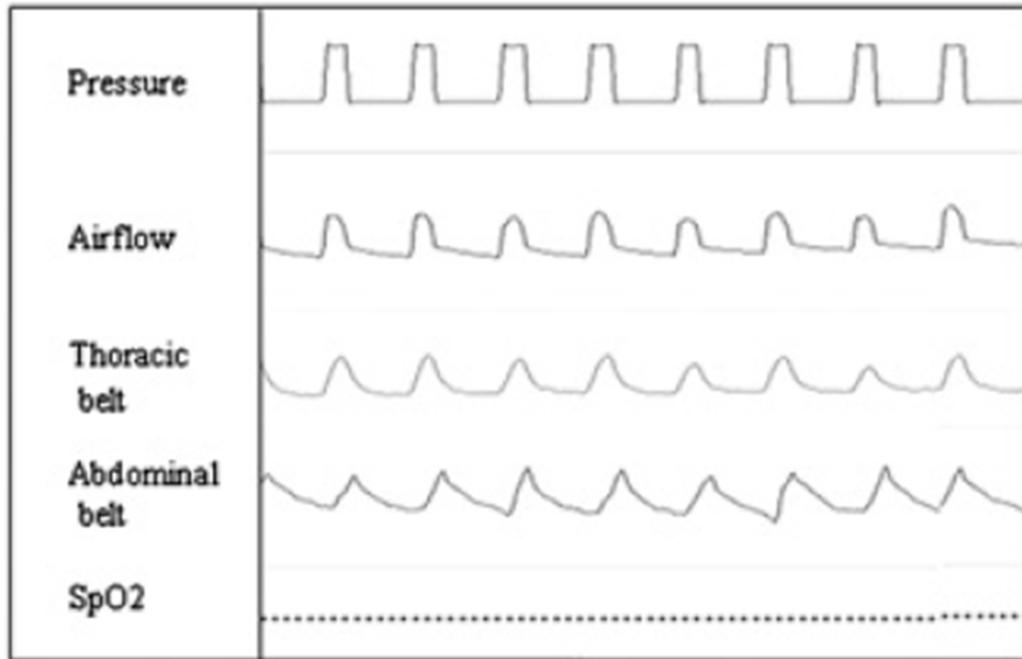
La sémiologie des courbes de pression et débit dépend :

- . position pneumotachographe / système expiratoire
- . type de masque

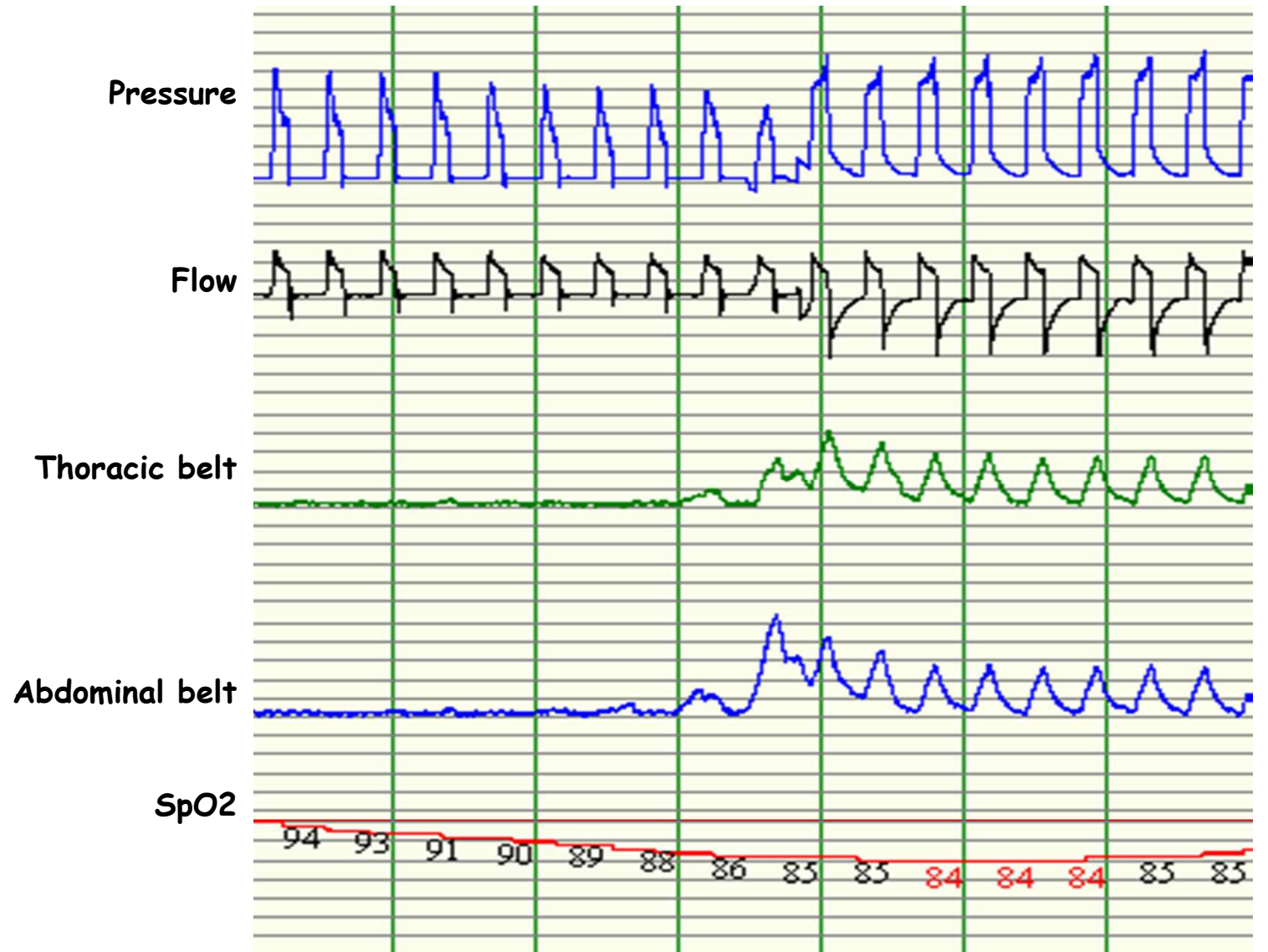
***Position
du pneumotachographe
par rapport au système
expiratoire***



*Position
du pneumotachographe
par rapport au système
expiratoire*

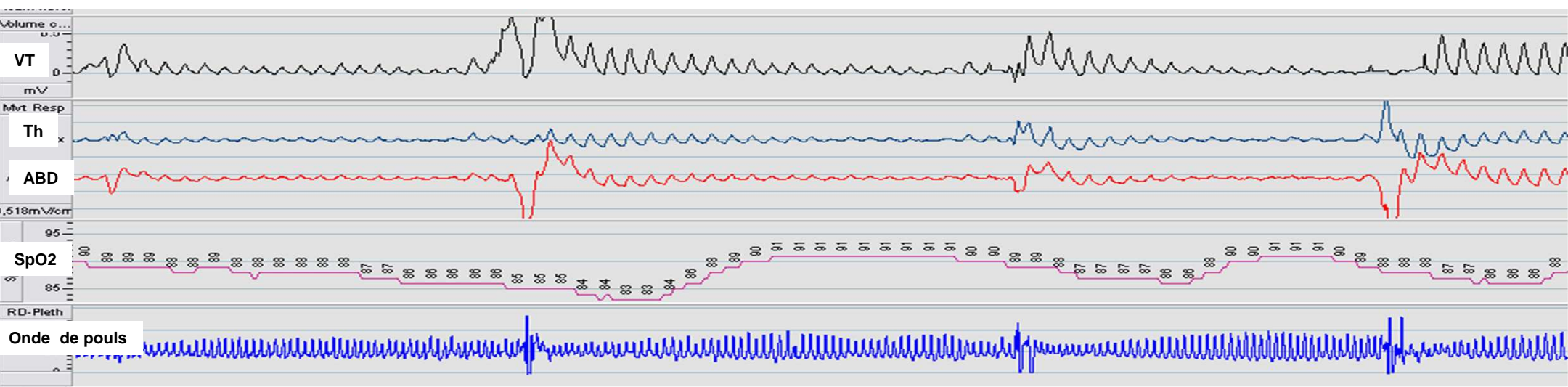
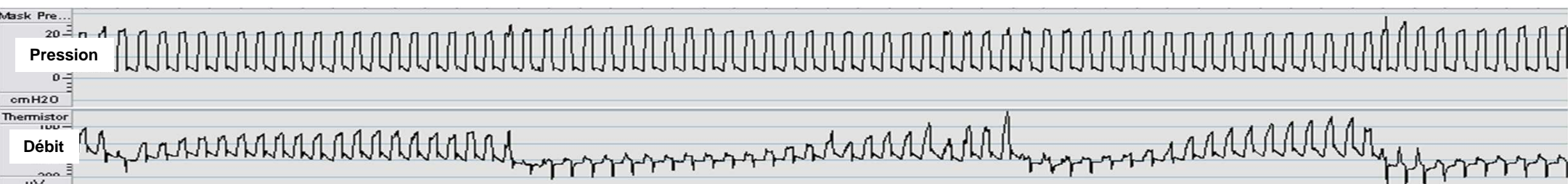


Type de masque



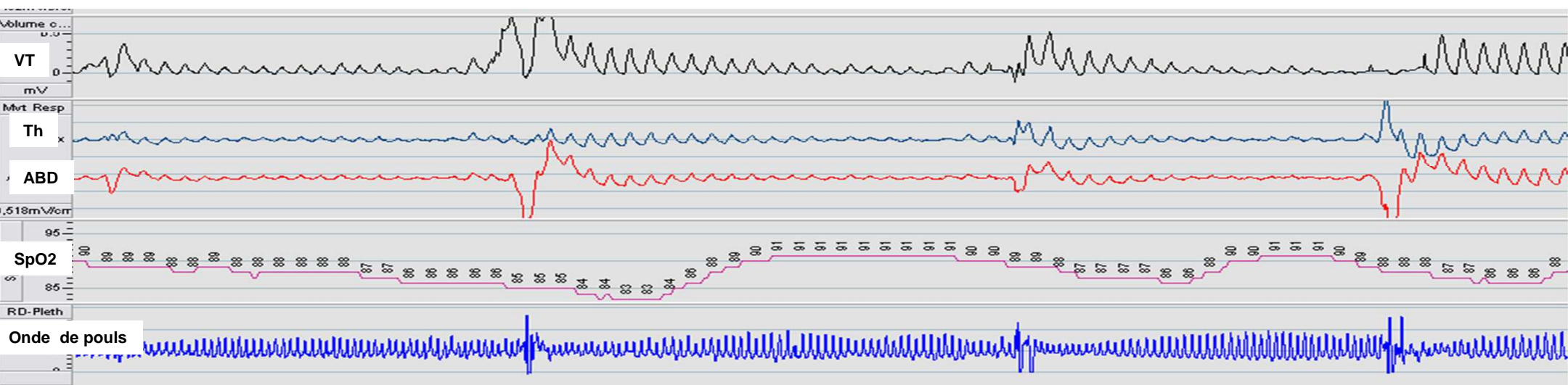
La sémiologie des tracés dépend :

de différents problèmes !!!!

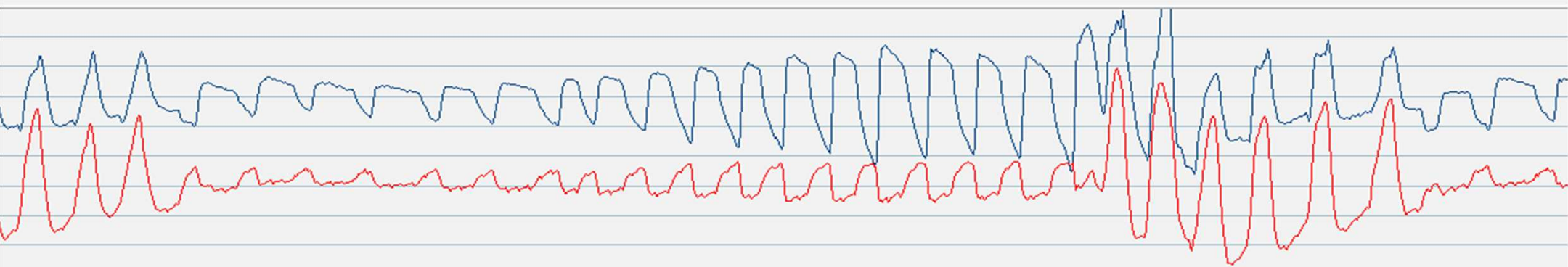
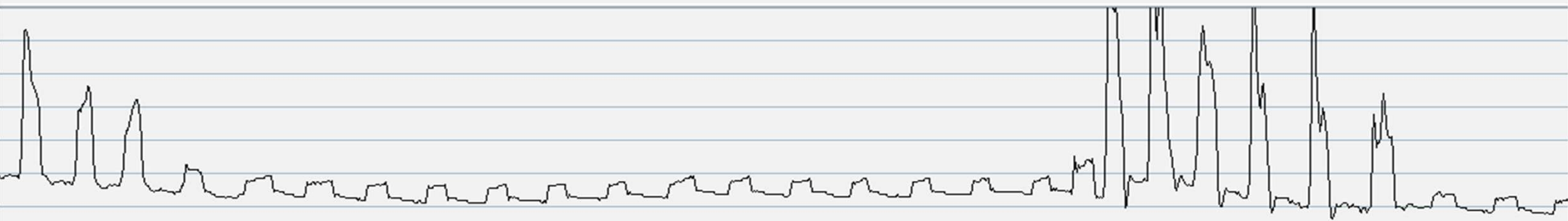


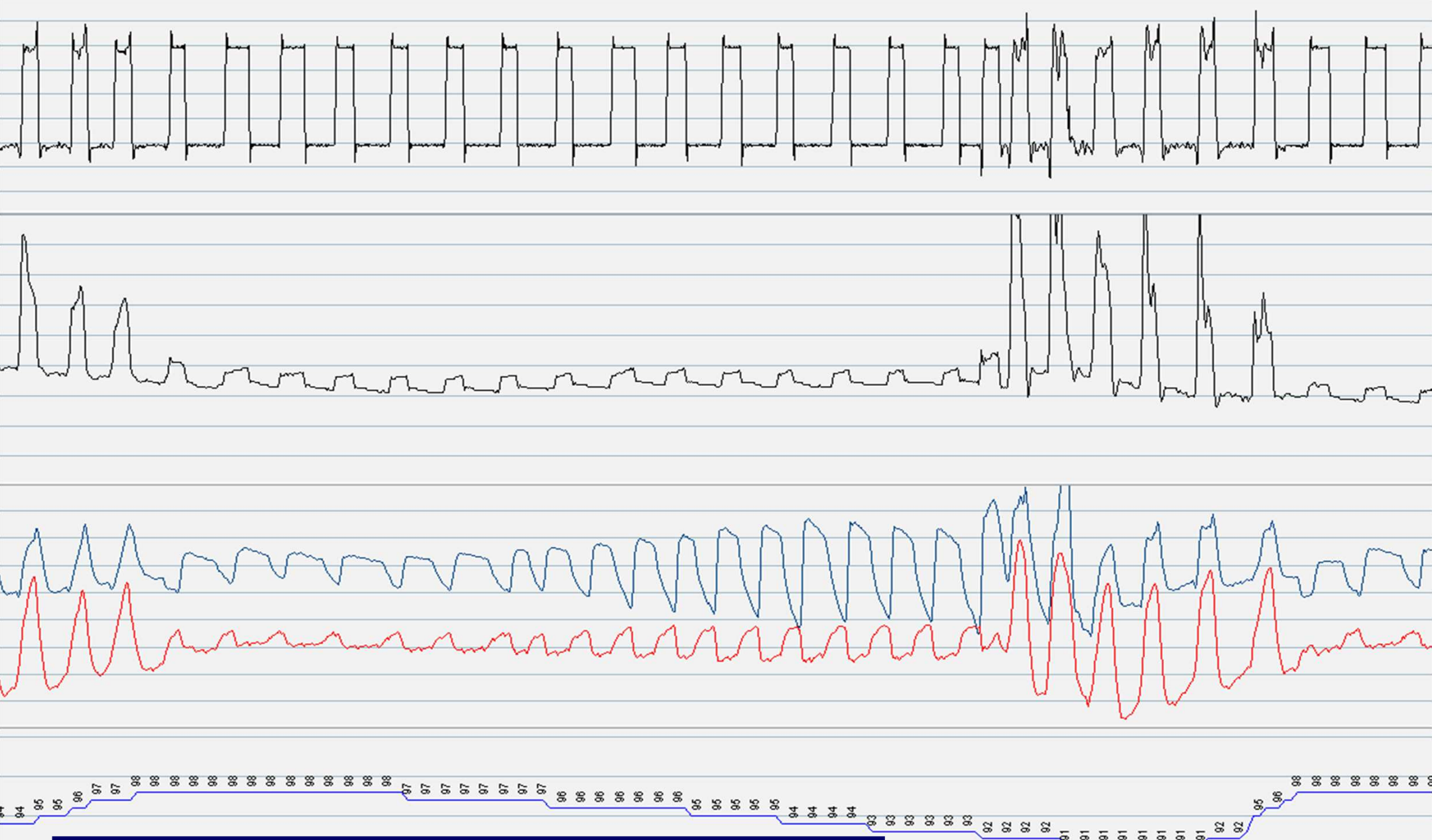


Fuites non intentionnelles buccales **MAJEURES** (masque nasal)



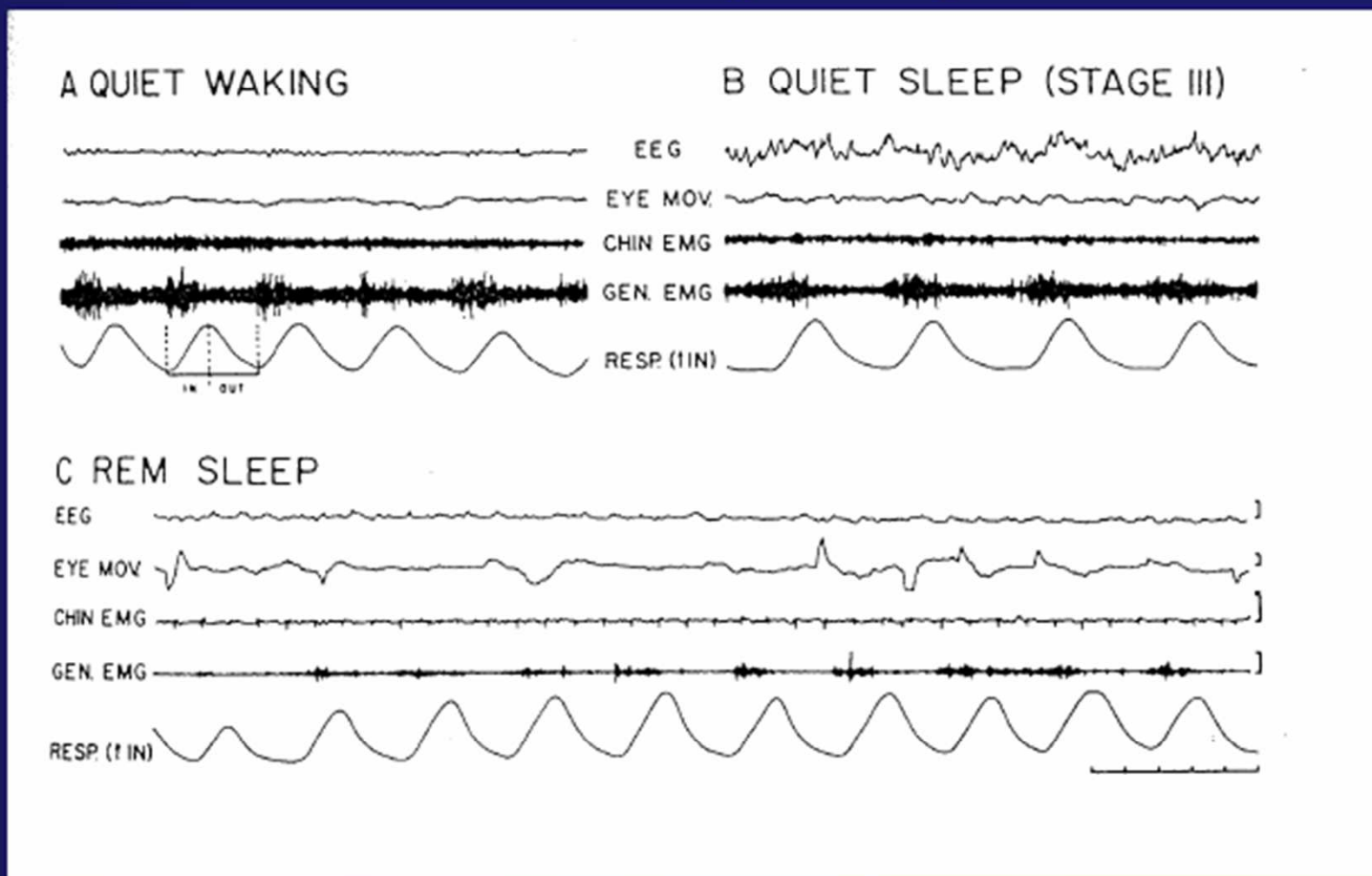
BAROMETRIQUE



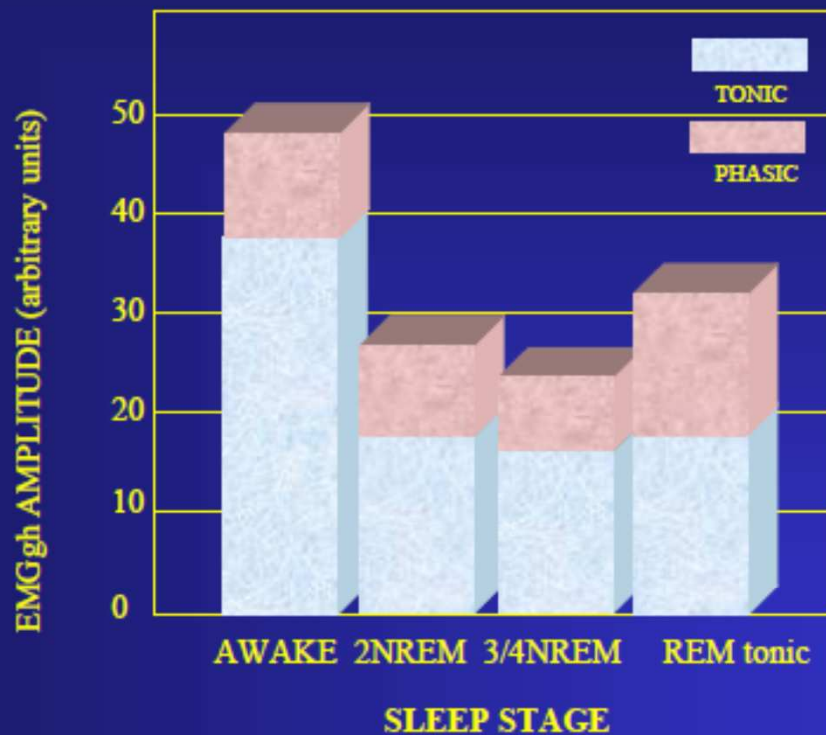


Obstruction SANS diminution de la commande ventilatoire
Fermeture par instabilité des VAS

Activité des muscles dilatateurs au cours du sommeil: génio-glosse

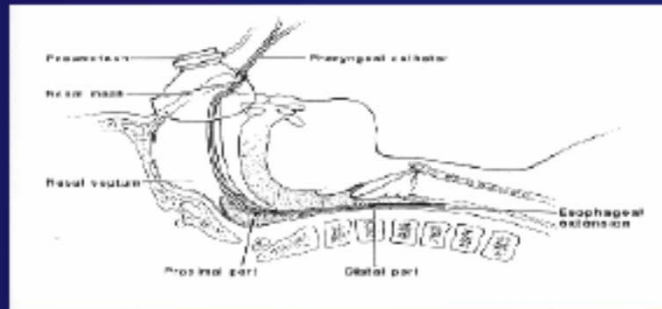


Activité EMG du muscle dilatateur Génio-Hyoïde



L'activité tonique du Géniohyoïde diminue au cours du sommeil
L'activité phasique du Géniohyoïde ne change pas au cours du sommeil lent et SP tonique

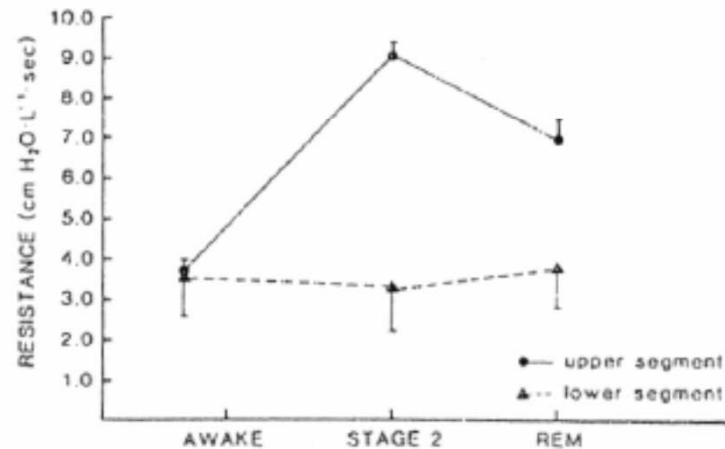
Résistance des Voies aériennes au cours du sommeil



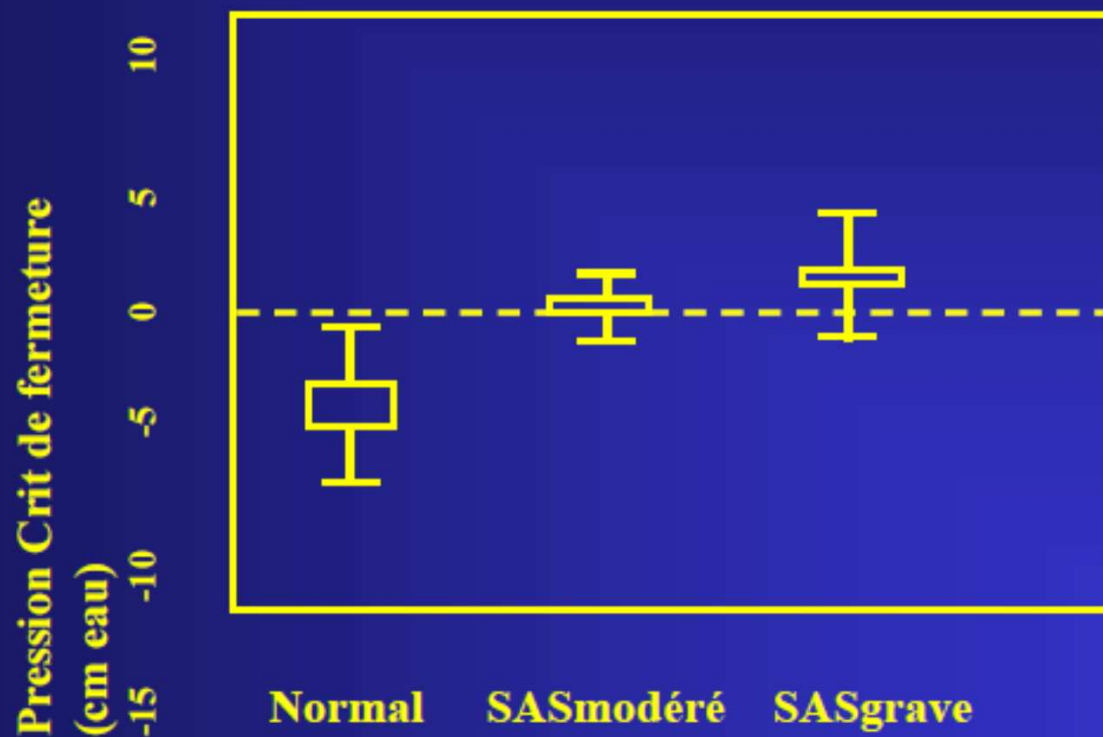
HUDGEL et al.,

J. Appl. Physiol. 1984

Augmentation de la résistance
Du segment supérieur:
masque-épiglote
Pas de modification du segment
Inférieur: larynx-poumon



Pression Critique de Fermeture des VAS



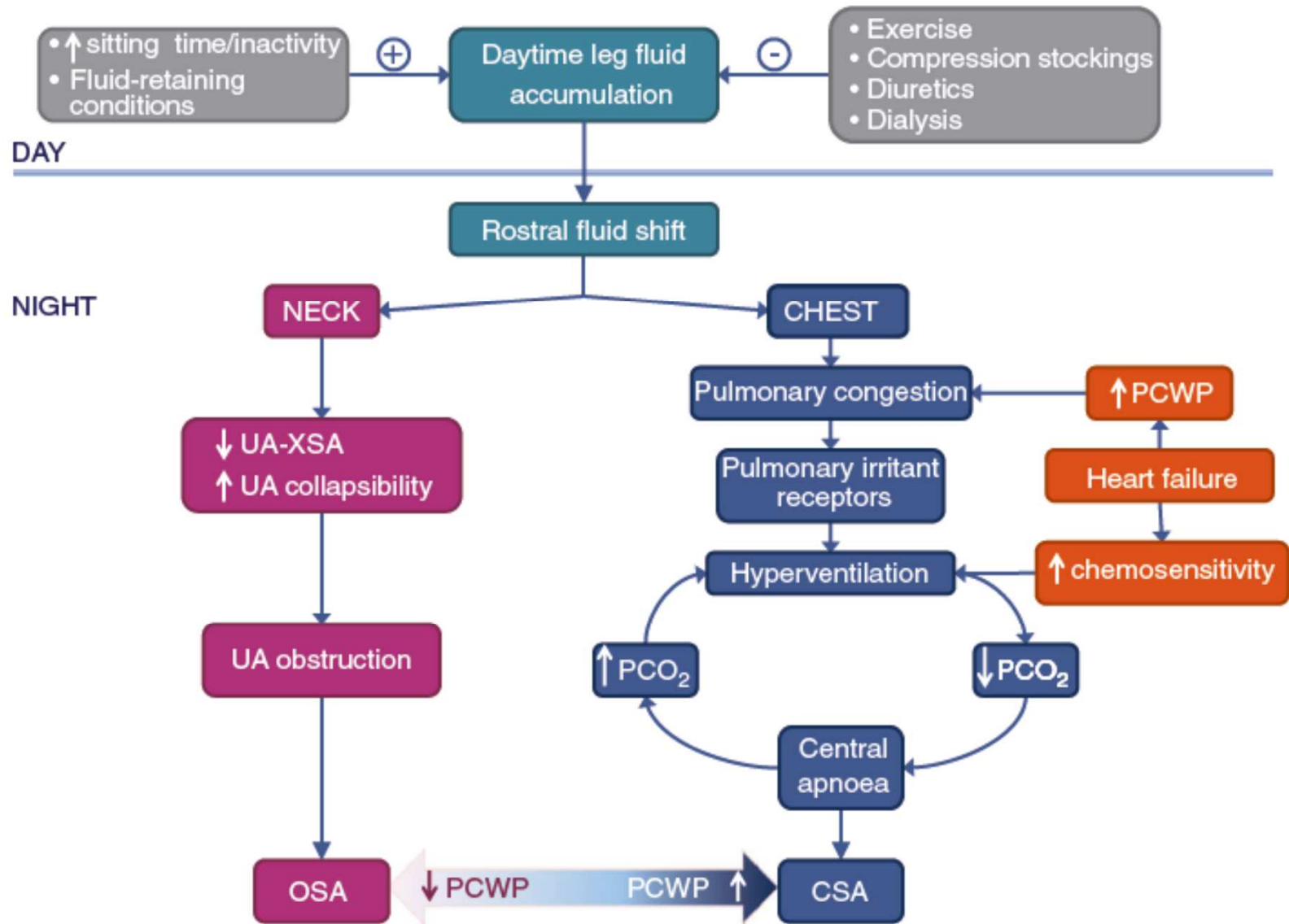
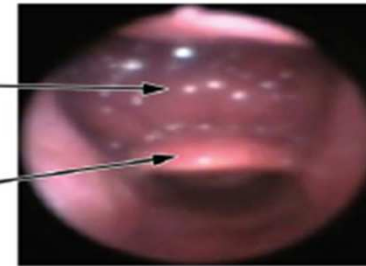
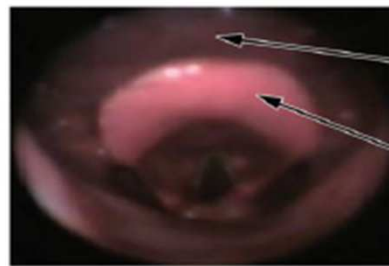
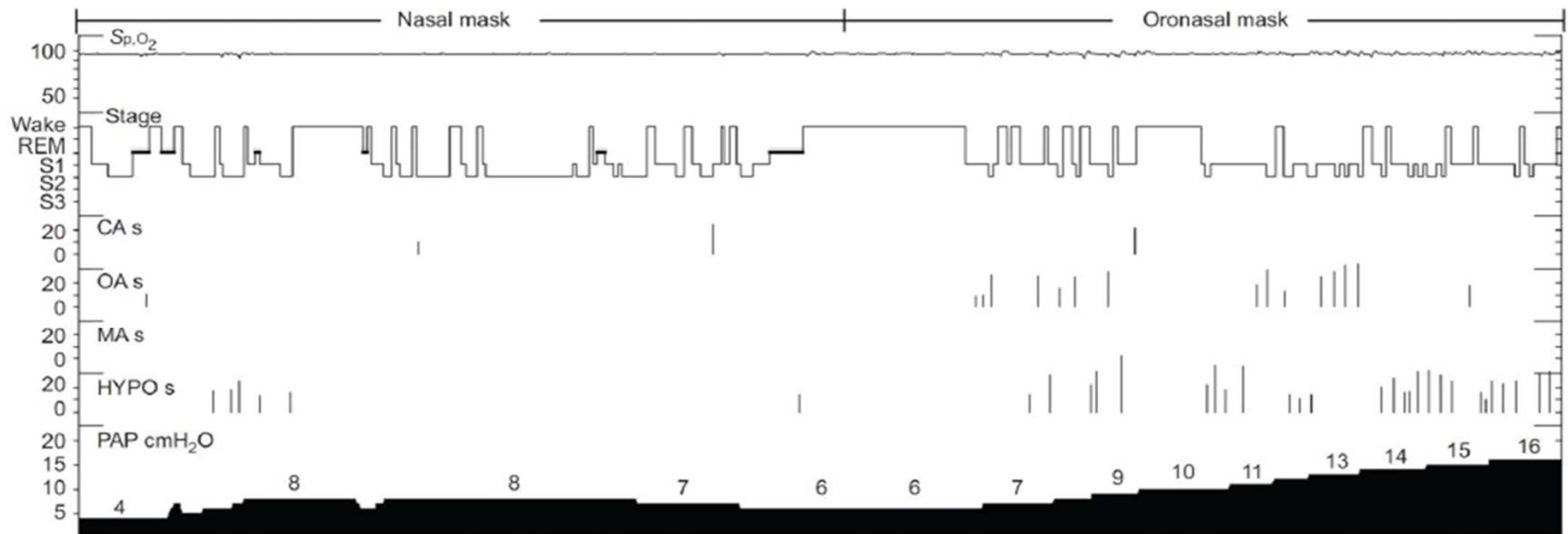
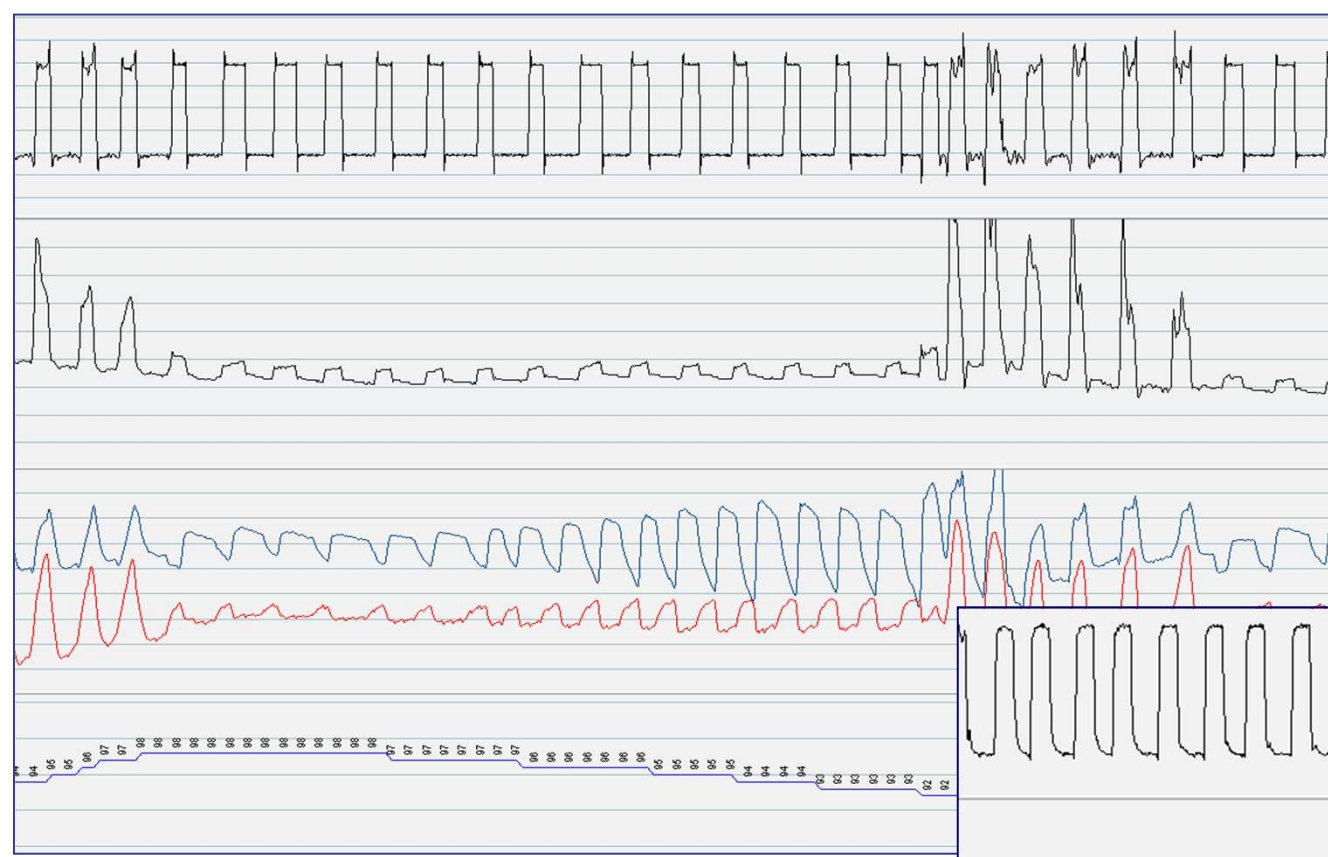


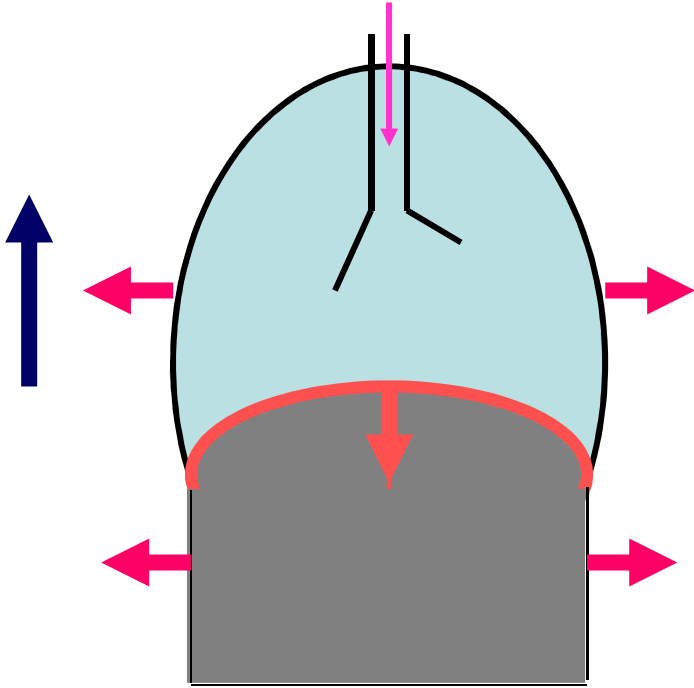
Figure 1. The role of overnight rostral fluid shift in the pathogenesis of obstructive and central sleep apnoea (OSA and CSA)

Nasal vs facial

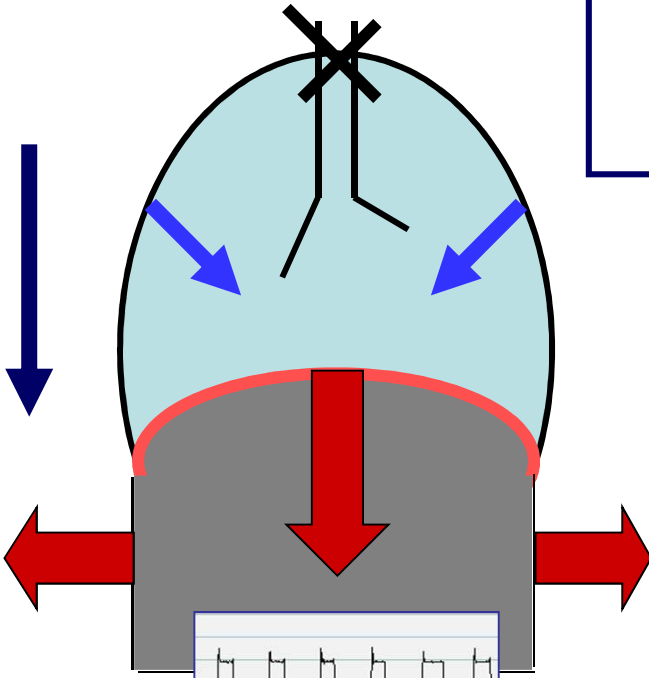




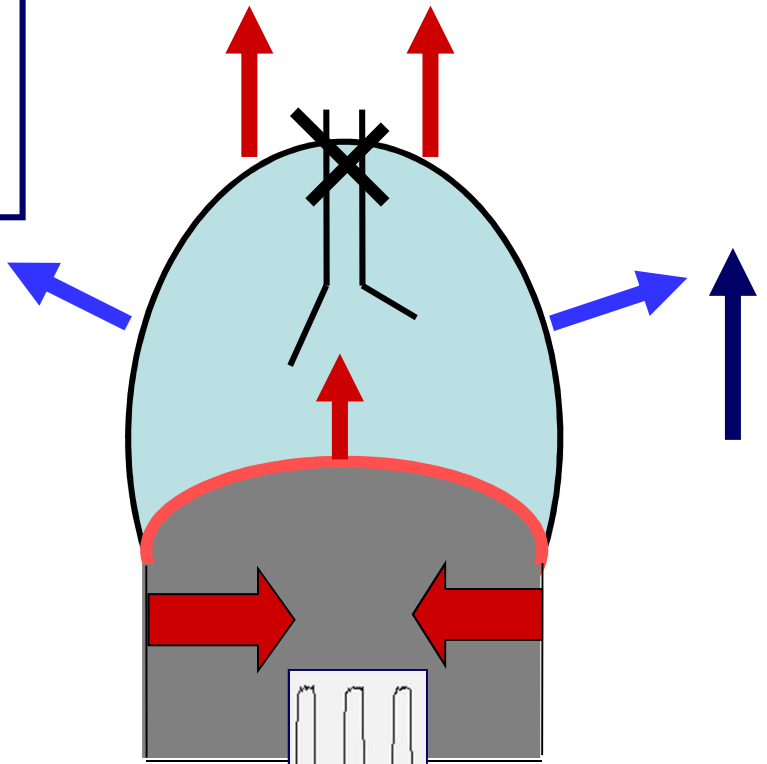
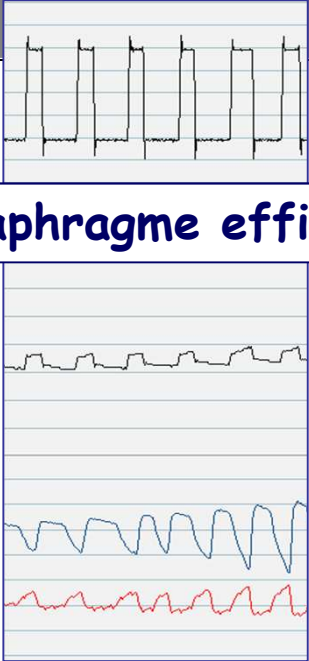
Inspiration / Insufflation



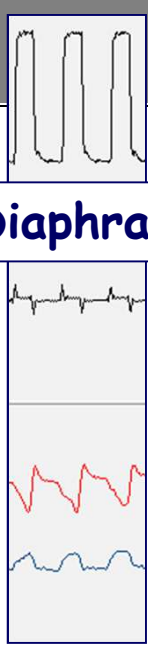
*Fermeture
complète des
VAS*



Diaphragme efficace



Parésie Diaphragmatique



Pression ...
17.5
15
12.5
5
2.5
cmH2O

Pression



flux ss ...
-250
ml/min

Débit

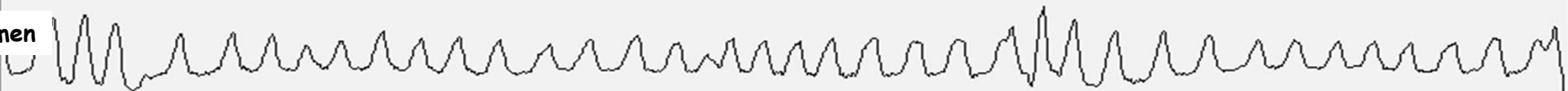


Resp.Mo...

Thorax

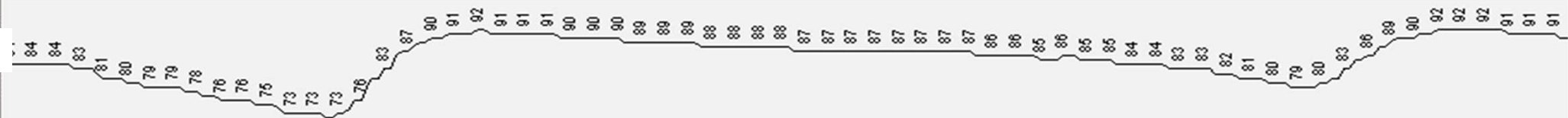


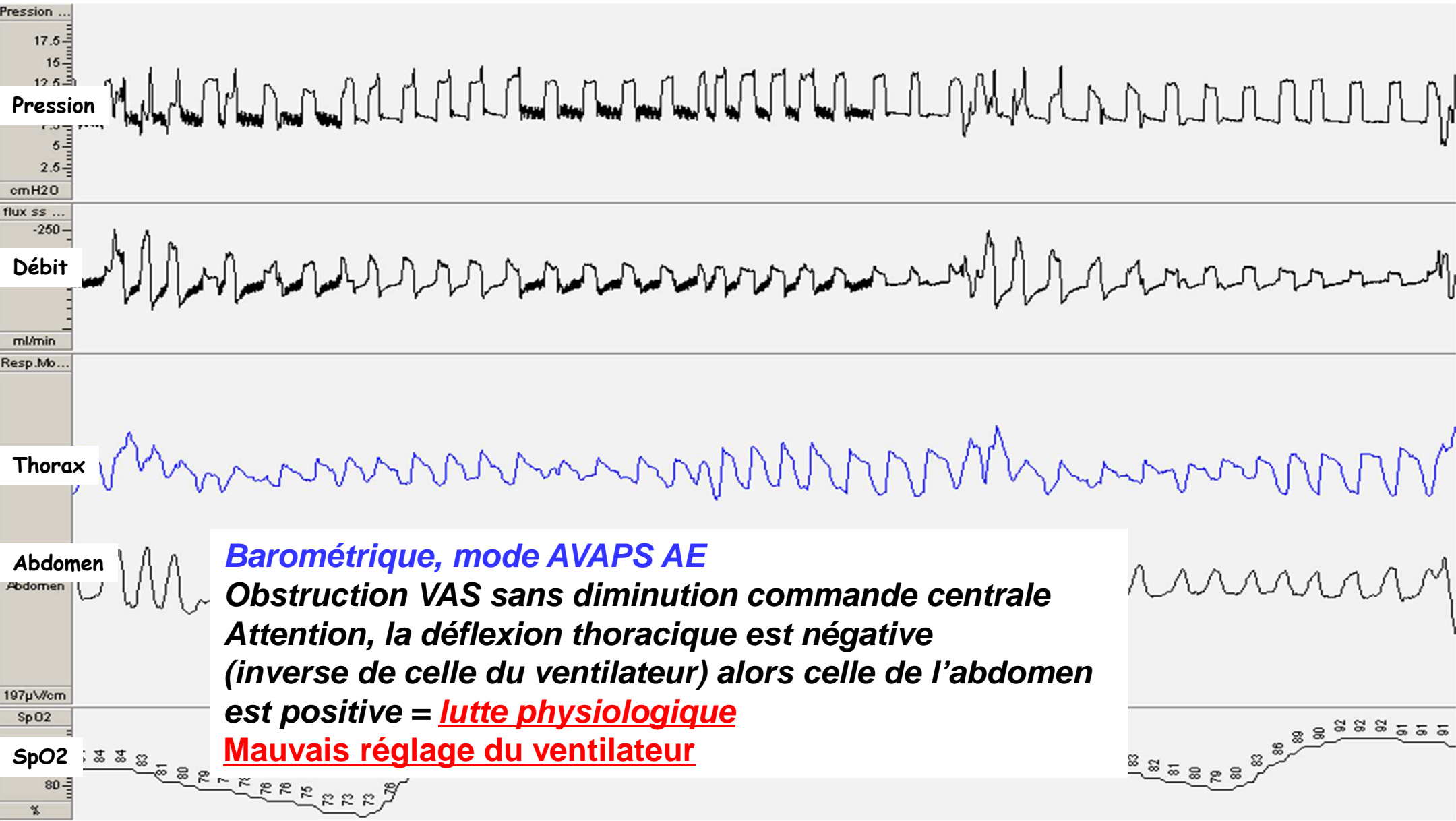
Abdomen



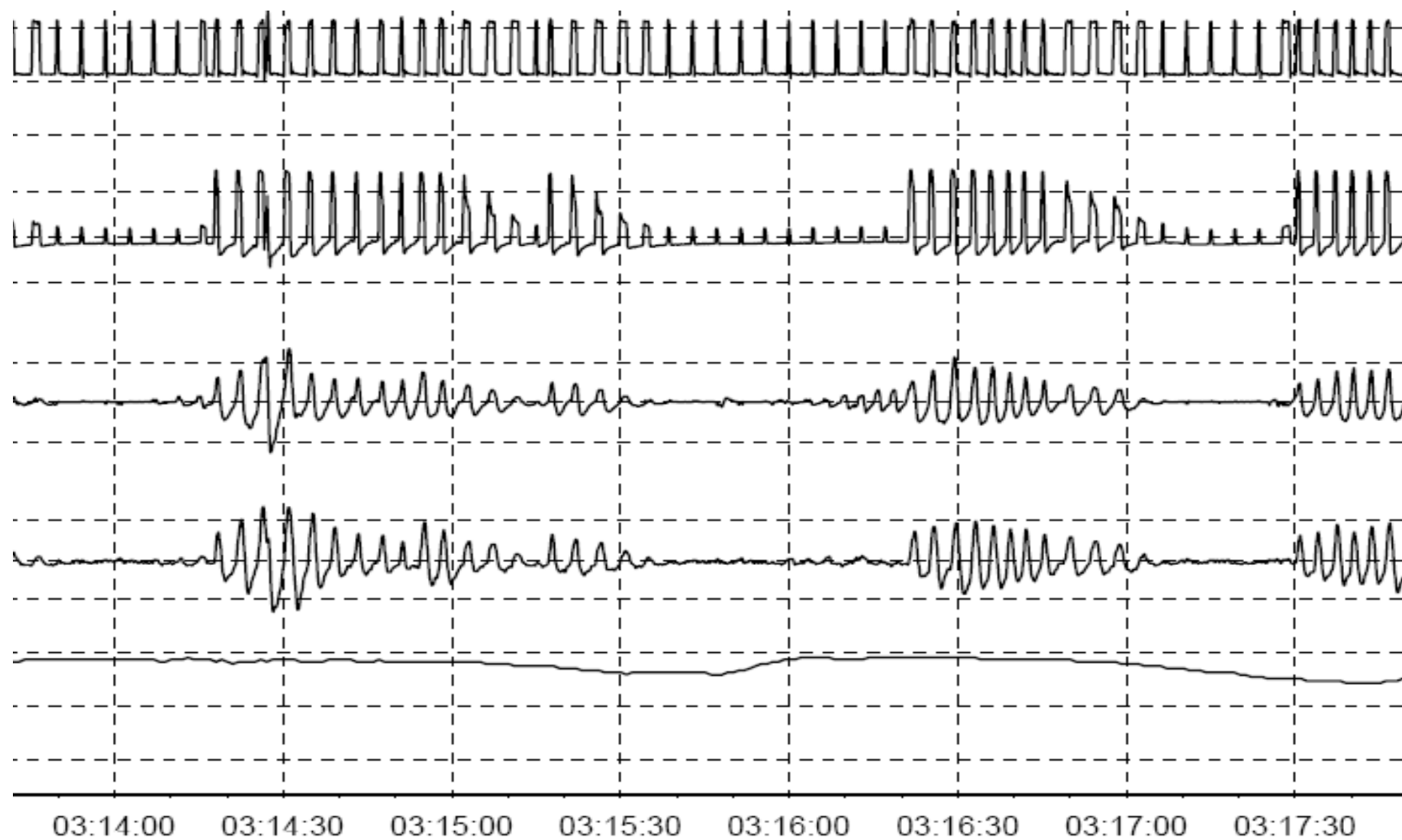
197µV/cm
SpO2
80
%

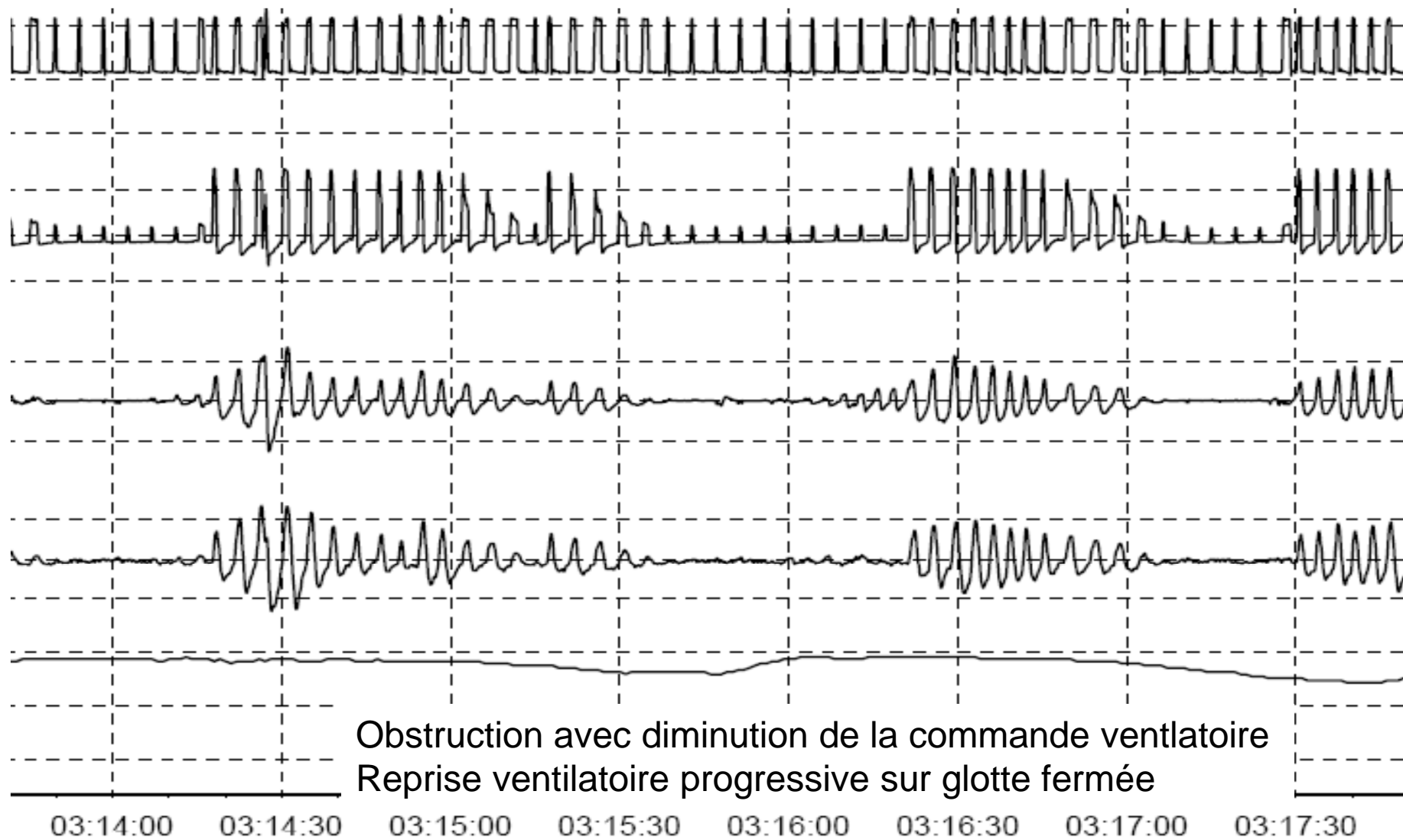
SpO2



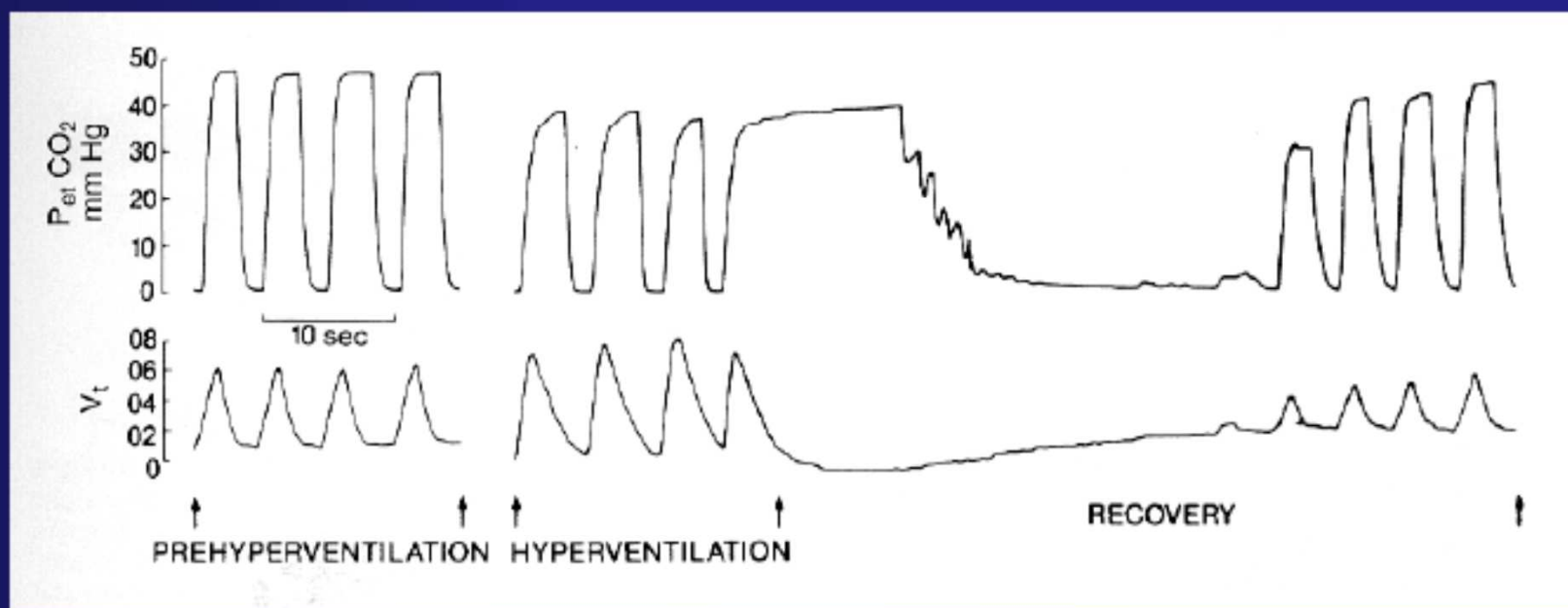


Barométrique, mode AVAPS AE
Obstruction VAS sans diminution commande centrale
Attention, la déflexion thoracique est négative
(inverse de celle du ventilateur) alors celle de l'abdomen
est positive = lutte physiologique
Mauvais réglage du ventilateur



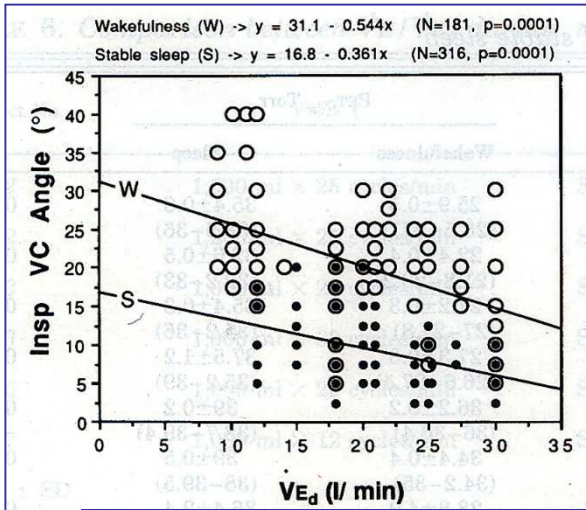


EFFET DE L'HYPERVENTILATION PENDANT LE SOMMEIL

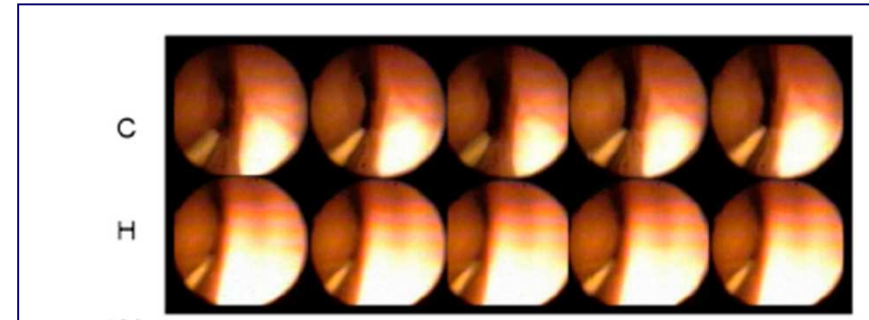
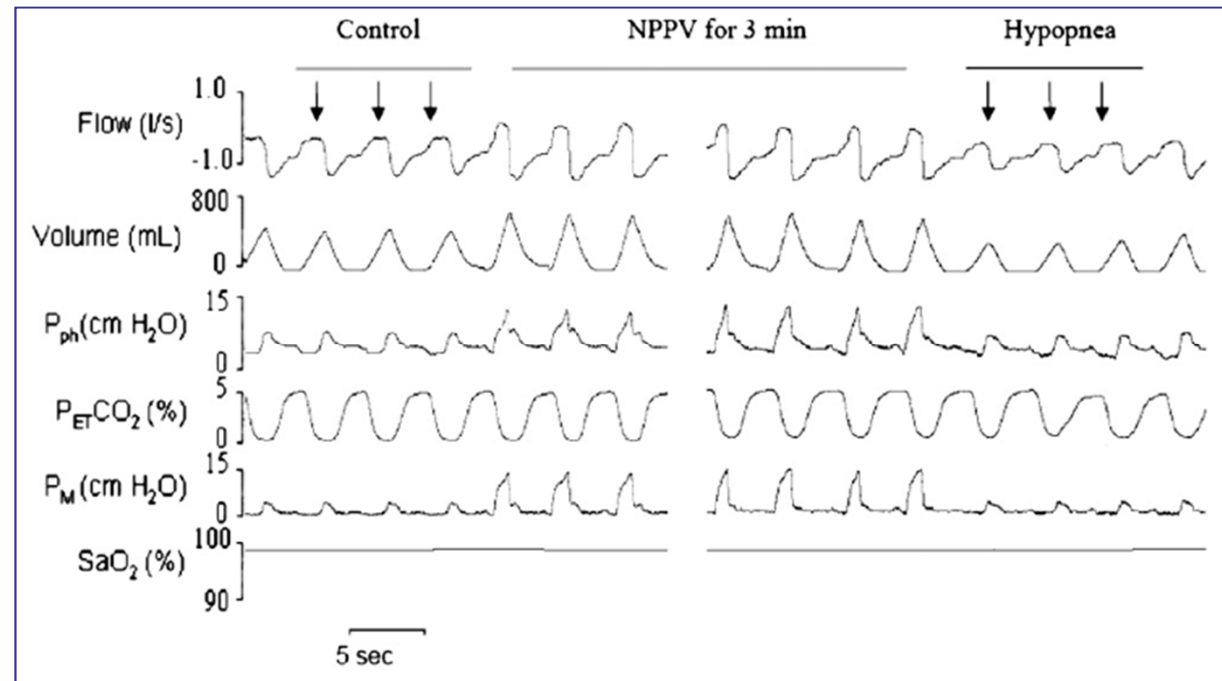


Skatrud, JAP 1983

*Sankri-Tarbichi AG et al.
AJRCCM 2009; 179:313*



*Jouiniaux V et al.
J Appl Physiol 1995; 79:186*



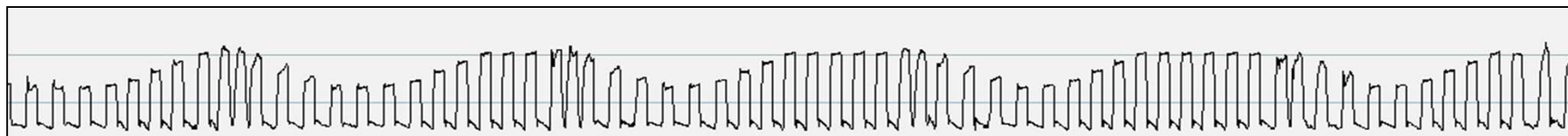
**Obstruction
AVEC
diminution de la commande
Fermeture des VAS**

Obstruction

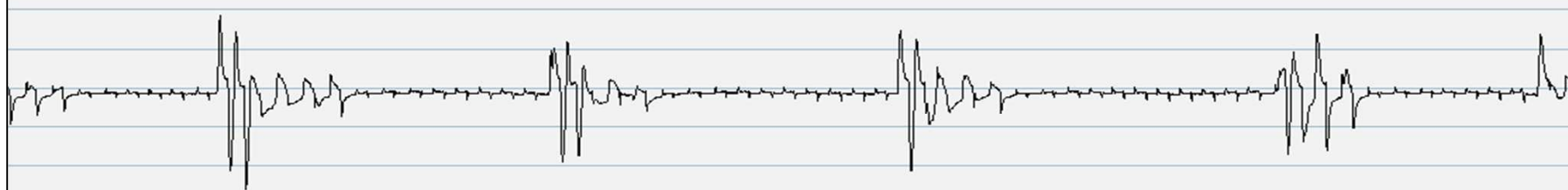
Quelques ORIENTATIONS DIAGNOSTIQUES

- *↓ COMPLIANCE THORACIQUE (lutte du patient)*
- *↑ RESISTANCES BRONCHIQUES*
- *FERMETURE PARTIELLE OU COMPLETE DES VAS*
 - . **avec** diminution de la commande ventilatoire (dont SP)
 - . **sans** diminution de la commande ventilatoire (instabilité des VAS)

Pressure



Flow



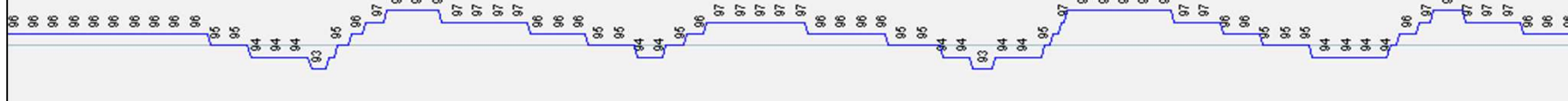
Chest



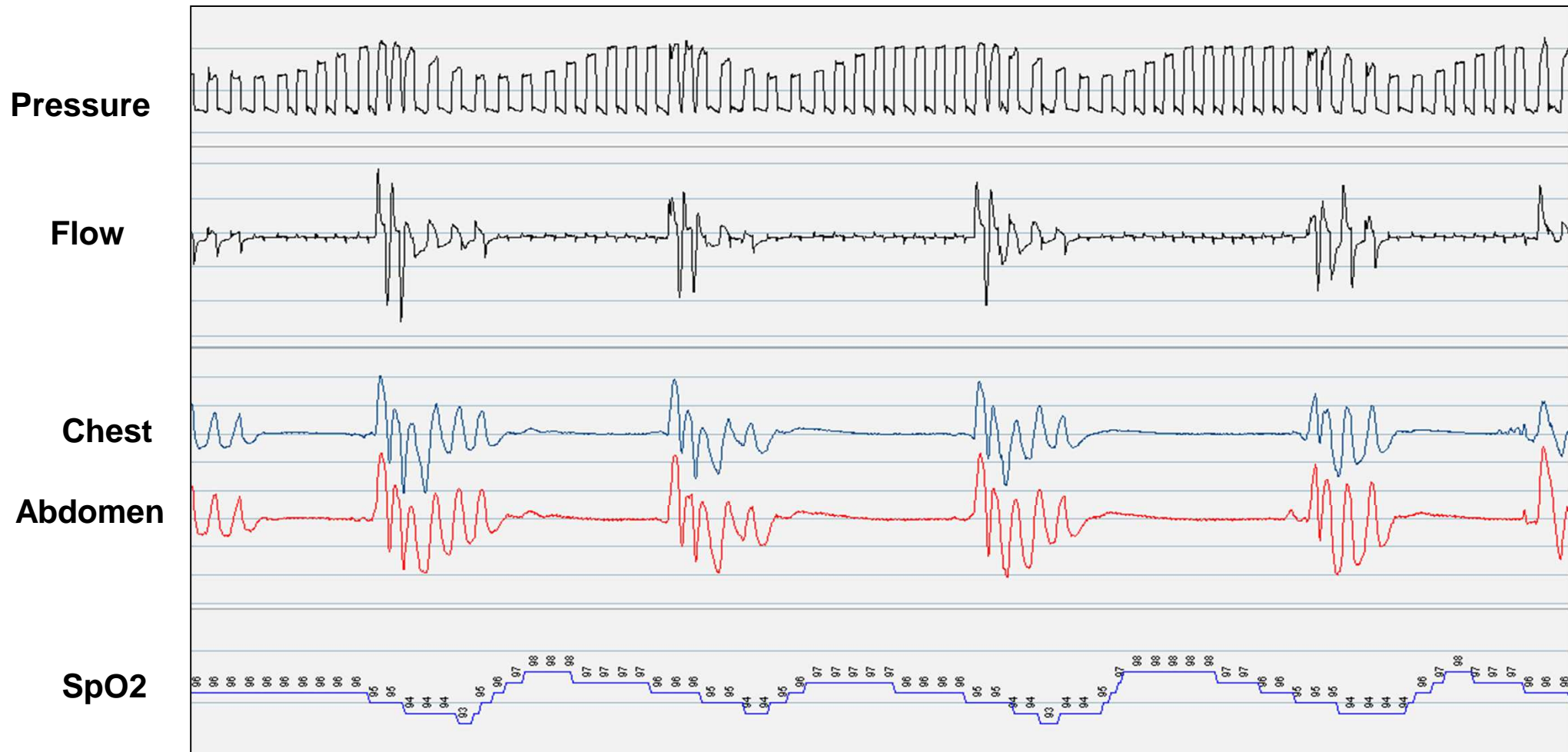
Abdomen



SpO2

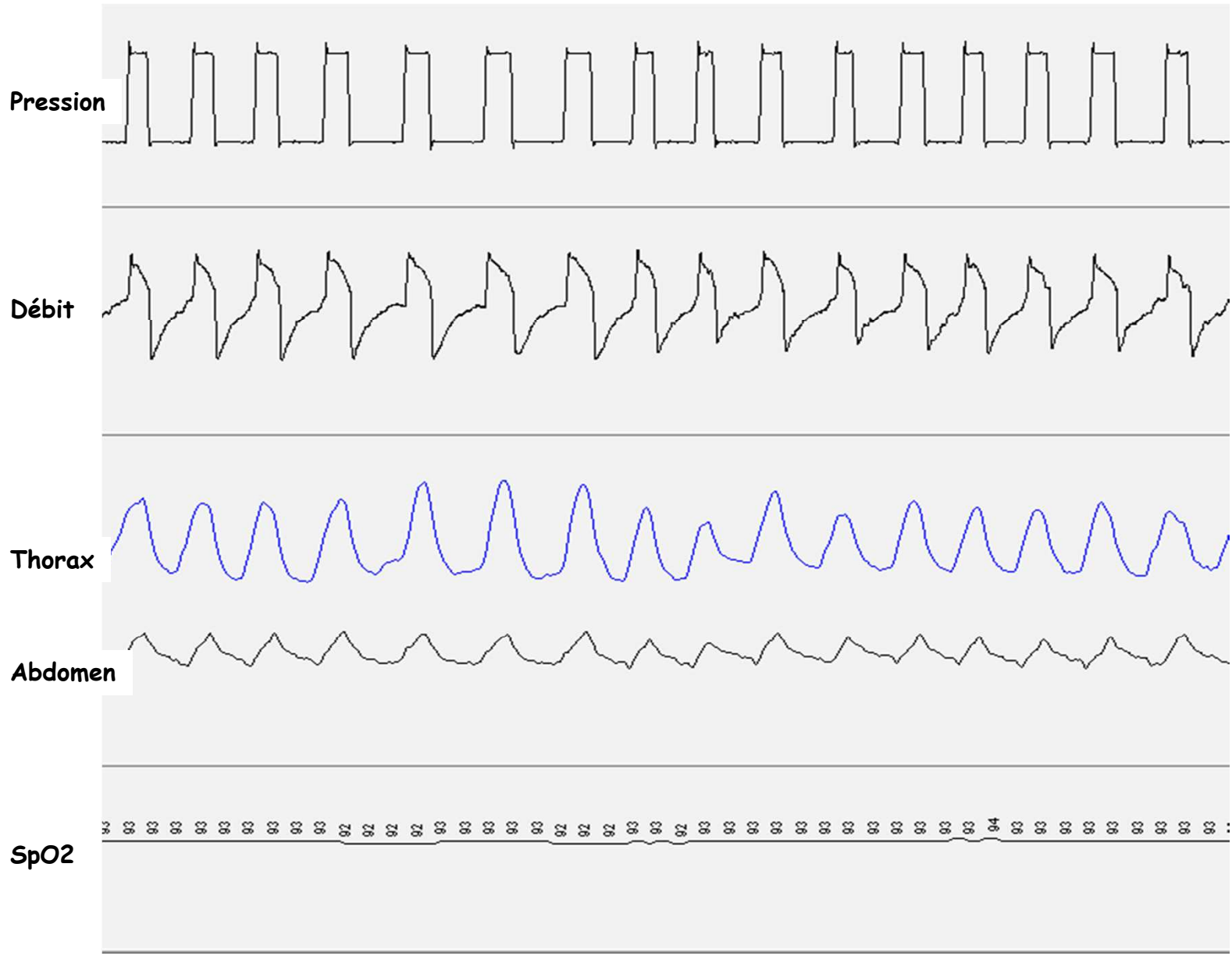


Ventilateur barométrique + Volume cible

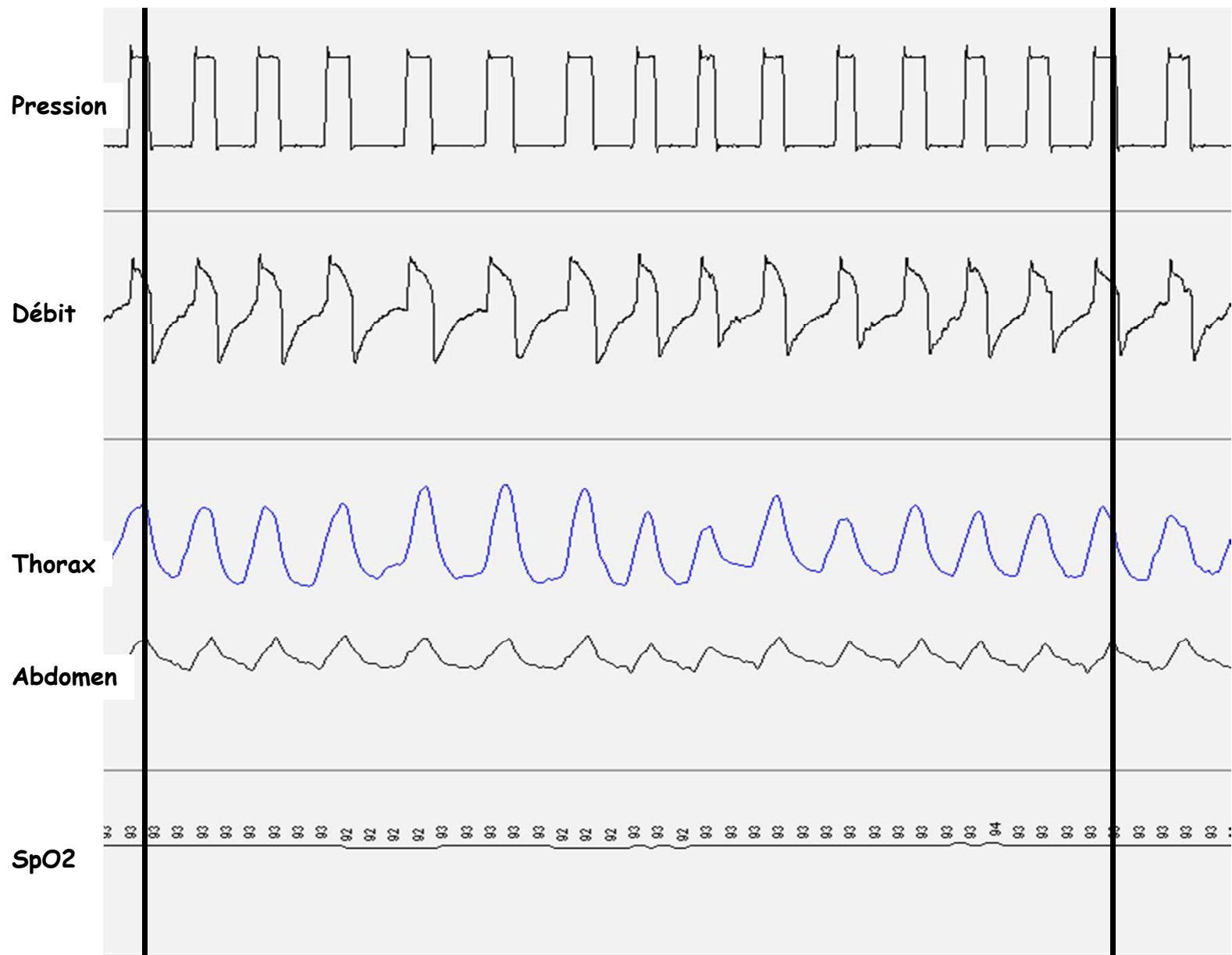


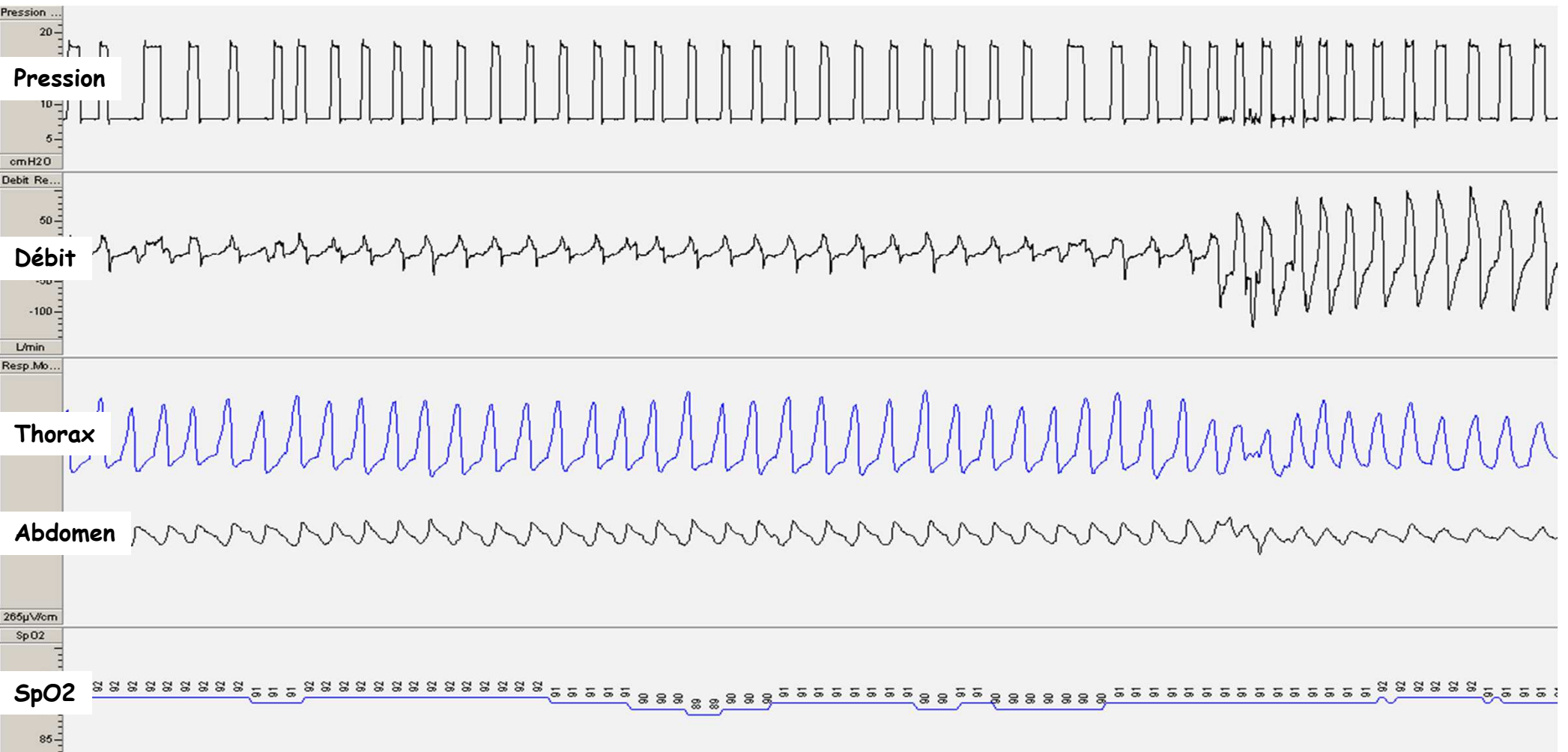
**Obstruction complète VAS avec diminution de commande centrale
Induite par le volume cible**

?



Obstruction
VAS
progressive



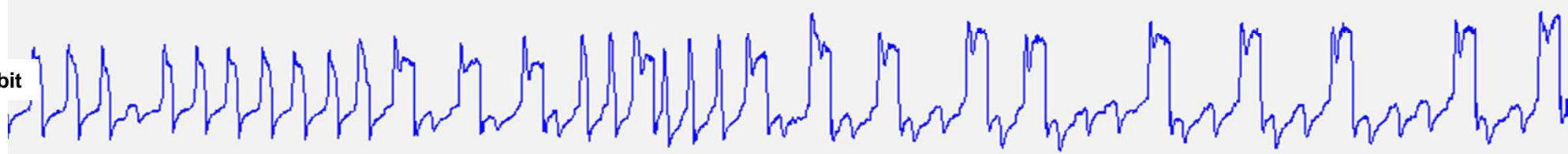


Obstruction VAS sans diminution de la commande ventilatoire,
Lutte avec les muscles respiratoires accessoires

Pression



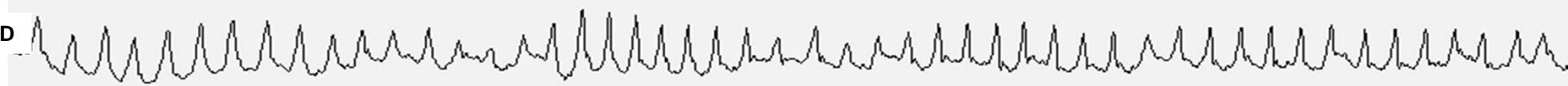
Débit



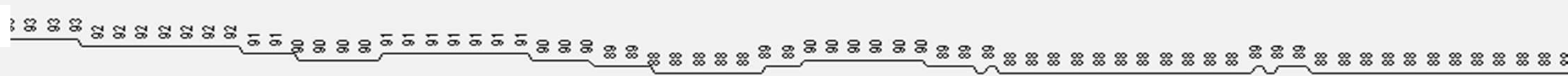
Th



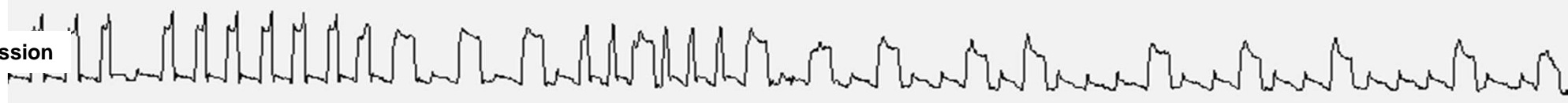
ABD



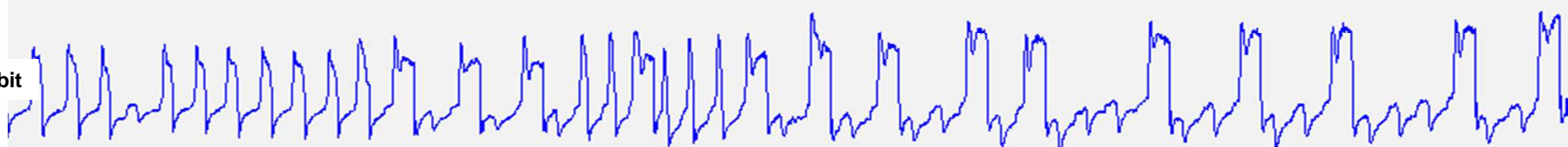
SpO2



Pression

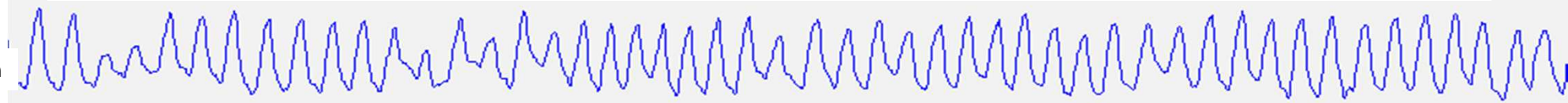


Débit

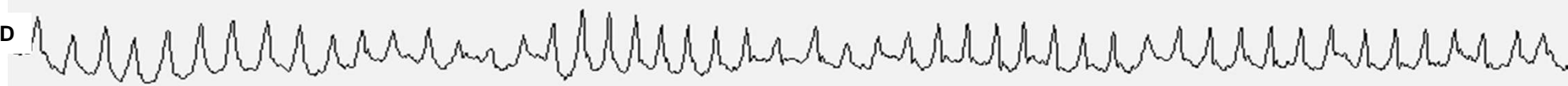


**BAROMETRIQUE, fuites non intentionnelles compliquées
d'efforts inspiratoires non récompensés**

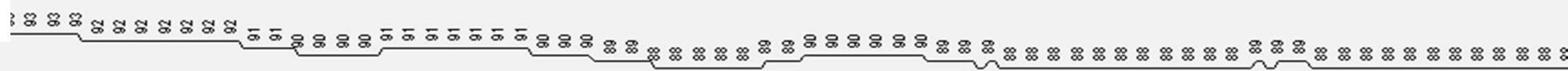
Th

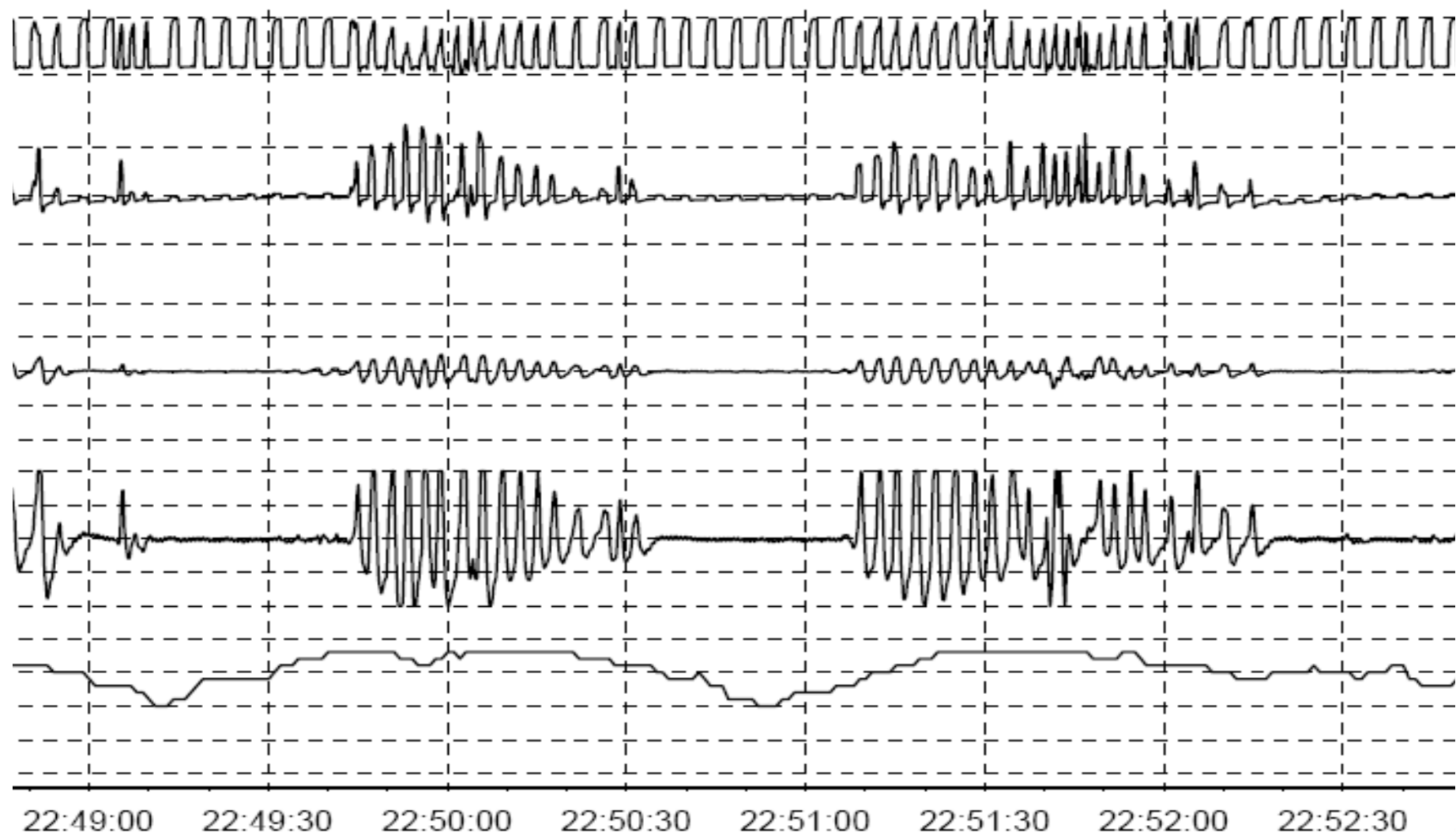


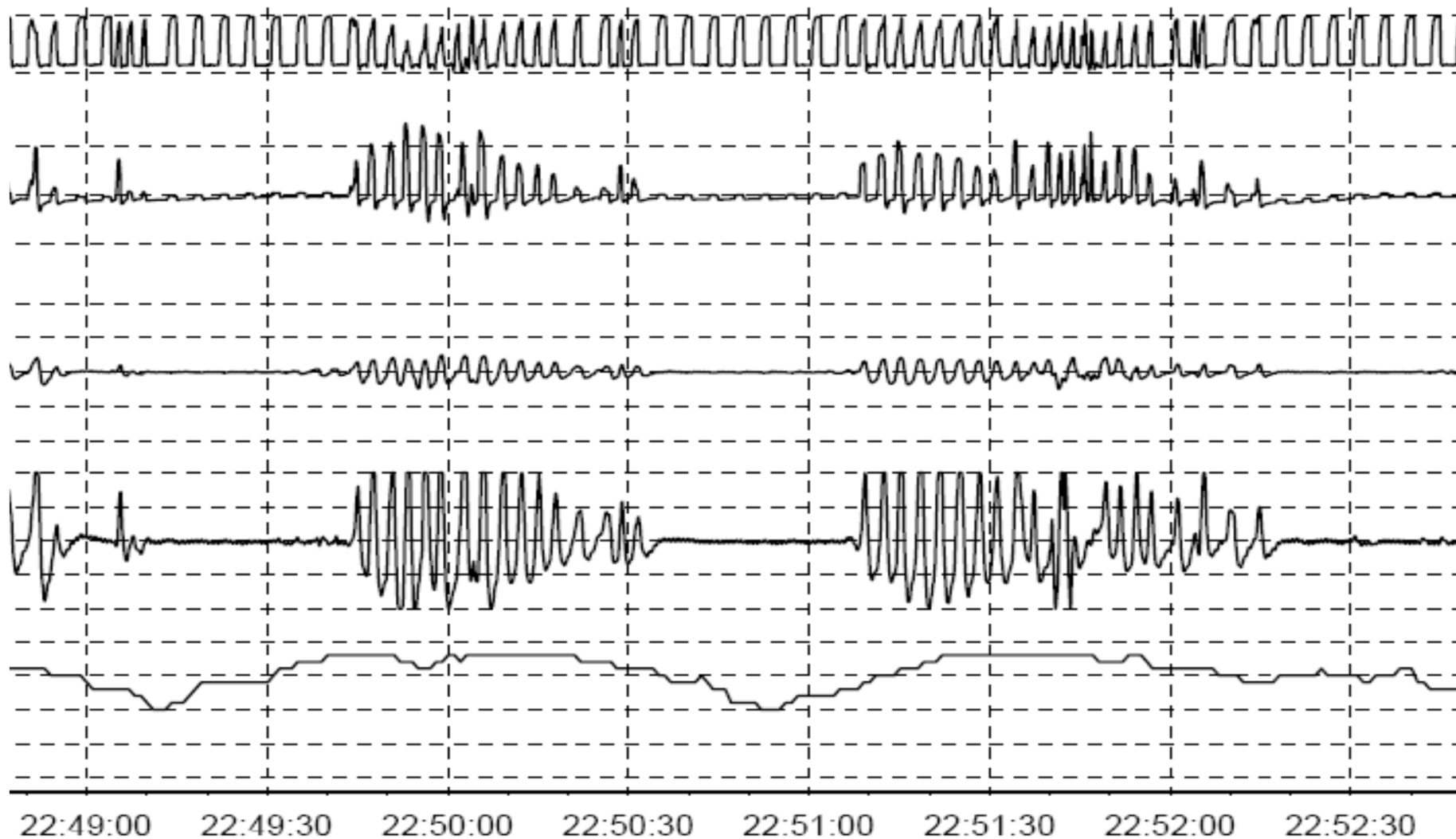
ABD



SpO2

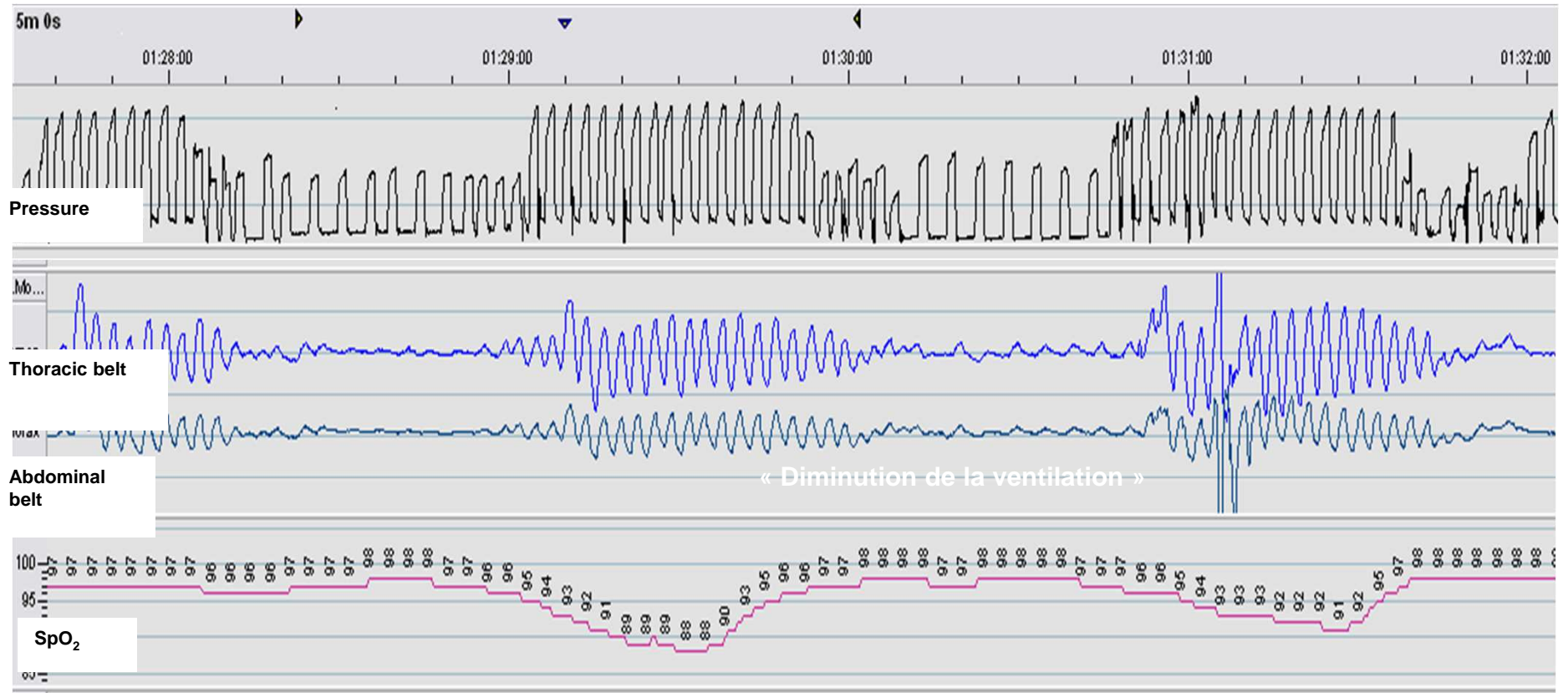






Obstruction complète des VAS avec diminution commande centrale

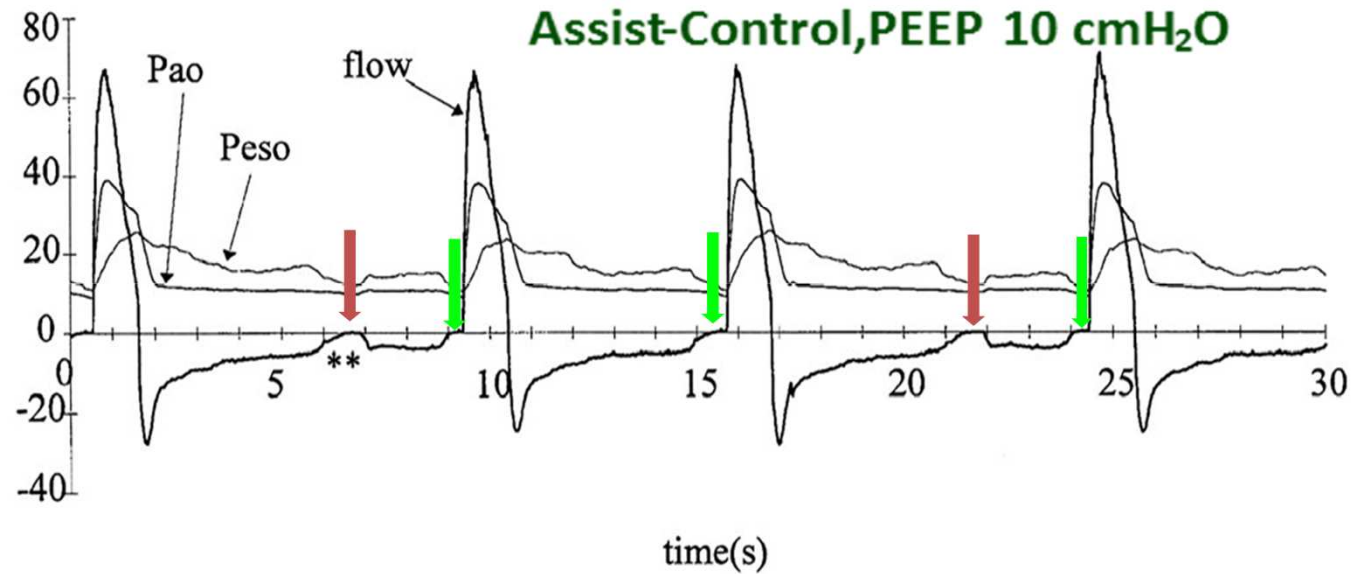
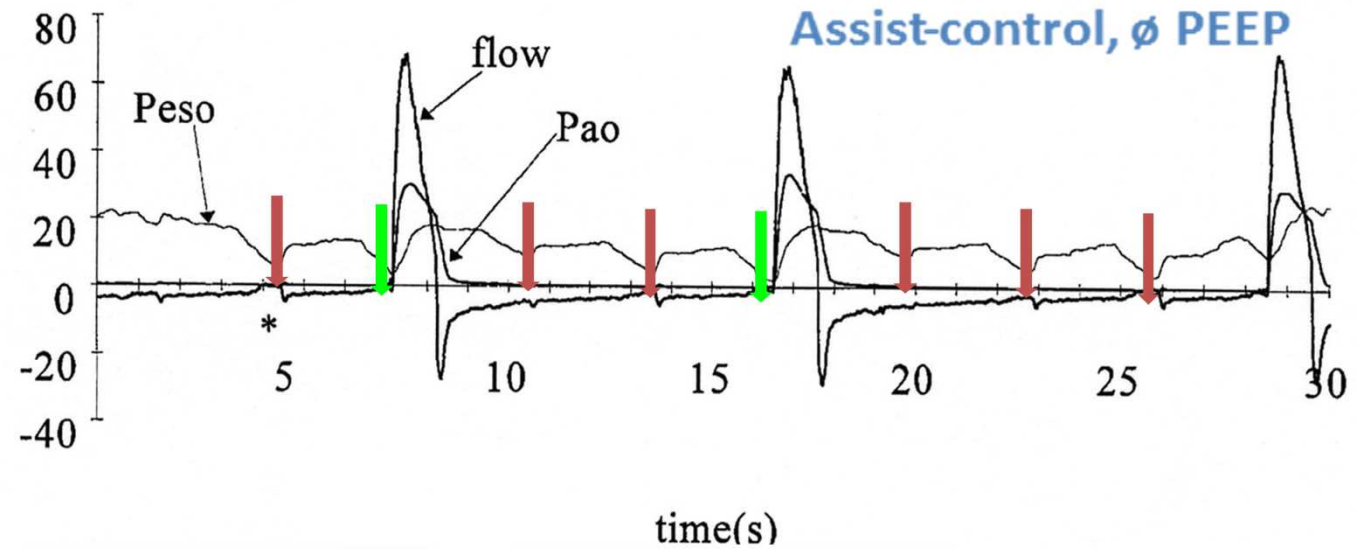
Fuites non intentionnelles majeures

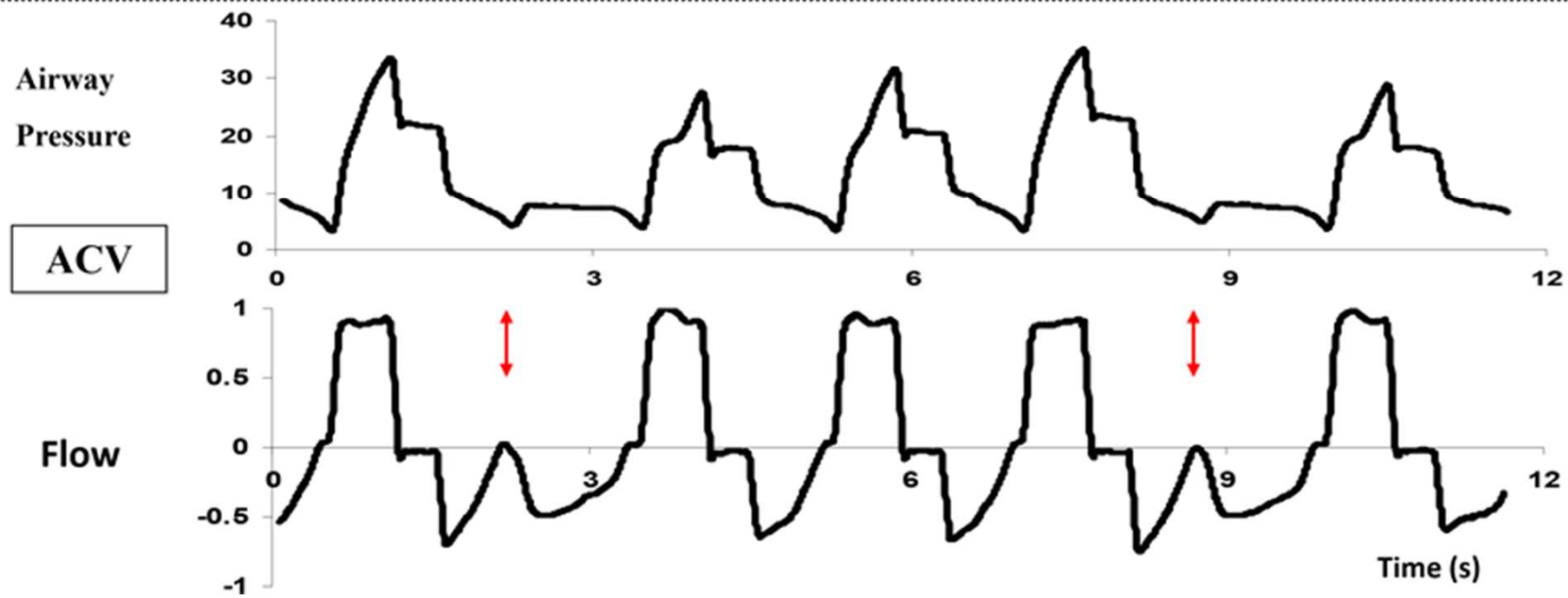
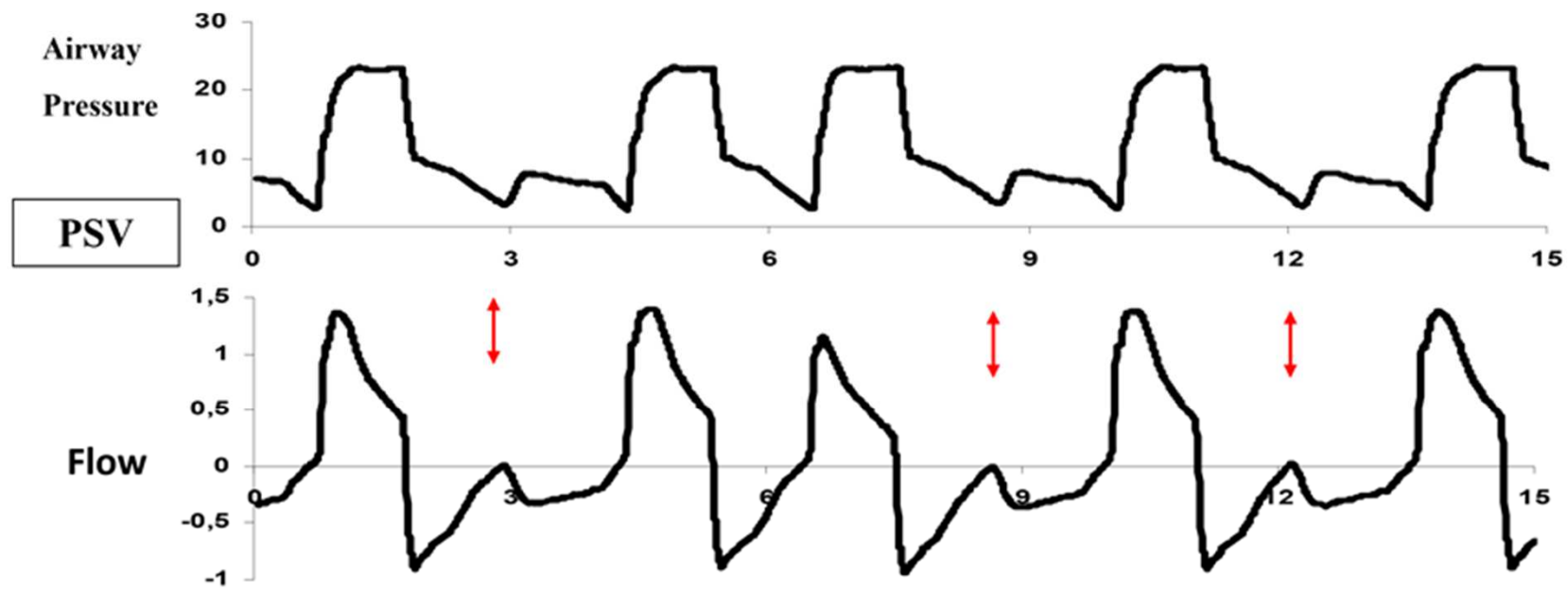


Ventilateur à régulation de pression

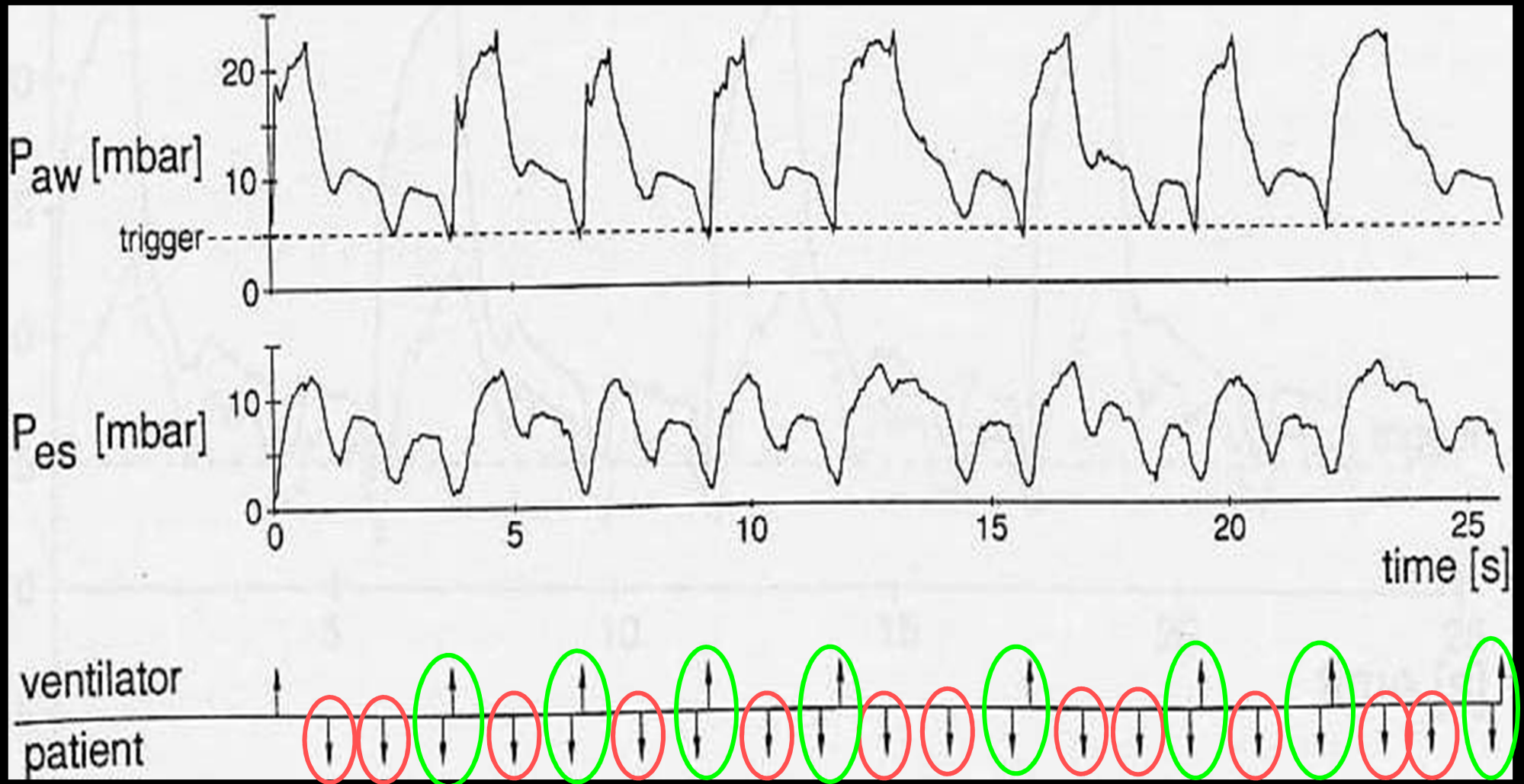
Triggering asynchrony

Chao et al., Chest 1997; 112: 1592-1599





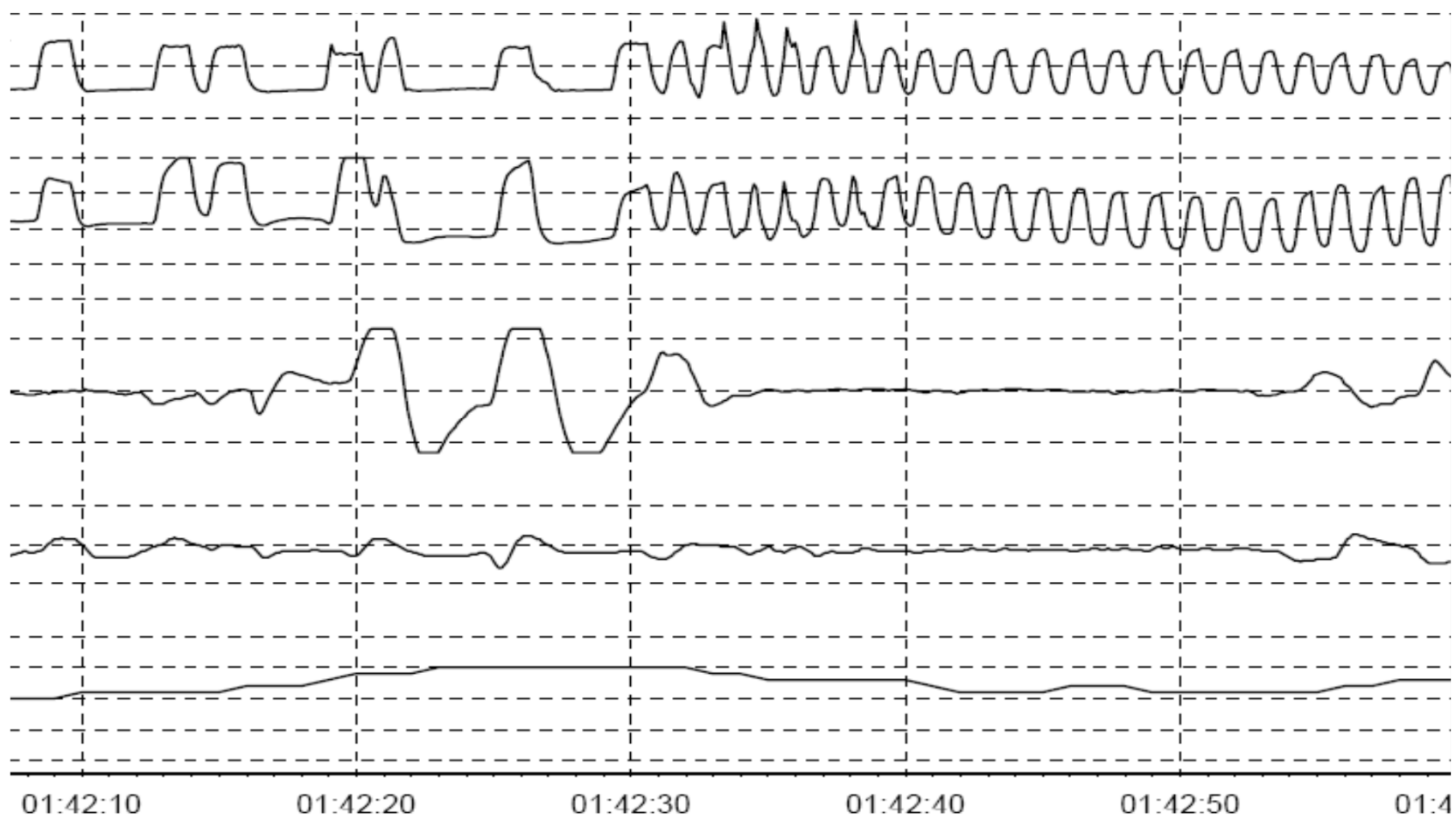
VSAI efforts inspiratoires inefficaces

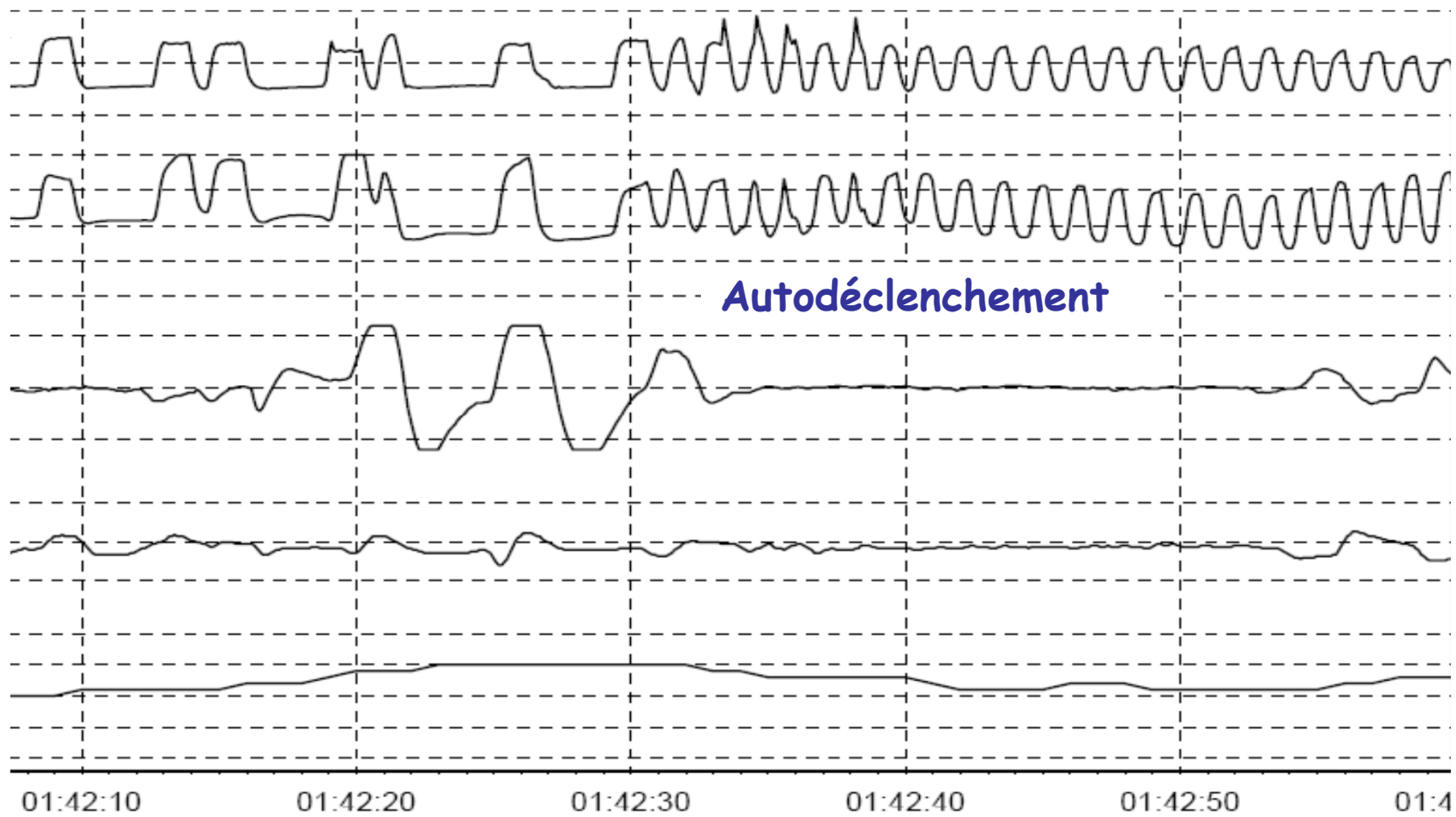


Efforts inspiratoires non récompensés

Causes :

- . Fuites non intentionnelles
- . Faiblesse musculaire
- . Obstruction nasale (avec masque nasal !)
- . Effort inspiratoire par la bouche au cours d'une VNI nasale
- . Auto-PEP avec un seuil de déclenchement peu sensible
- . Distension pulmonaire liée à la ventilation mécanique (AI trop importante)





Auto-déclenchement : ≥ 3 cycles respiratoires à fréquence > 40 cycles/min en l'absence de mouvement respiratoire en rapport

AUTO-DECLenchement

Diagnostic clinique :

- . Succession rapide d'insufflations non initiées par le patient

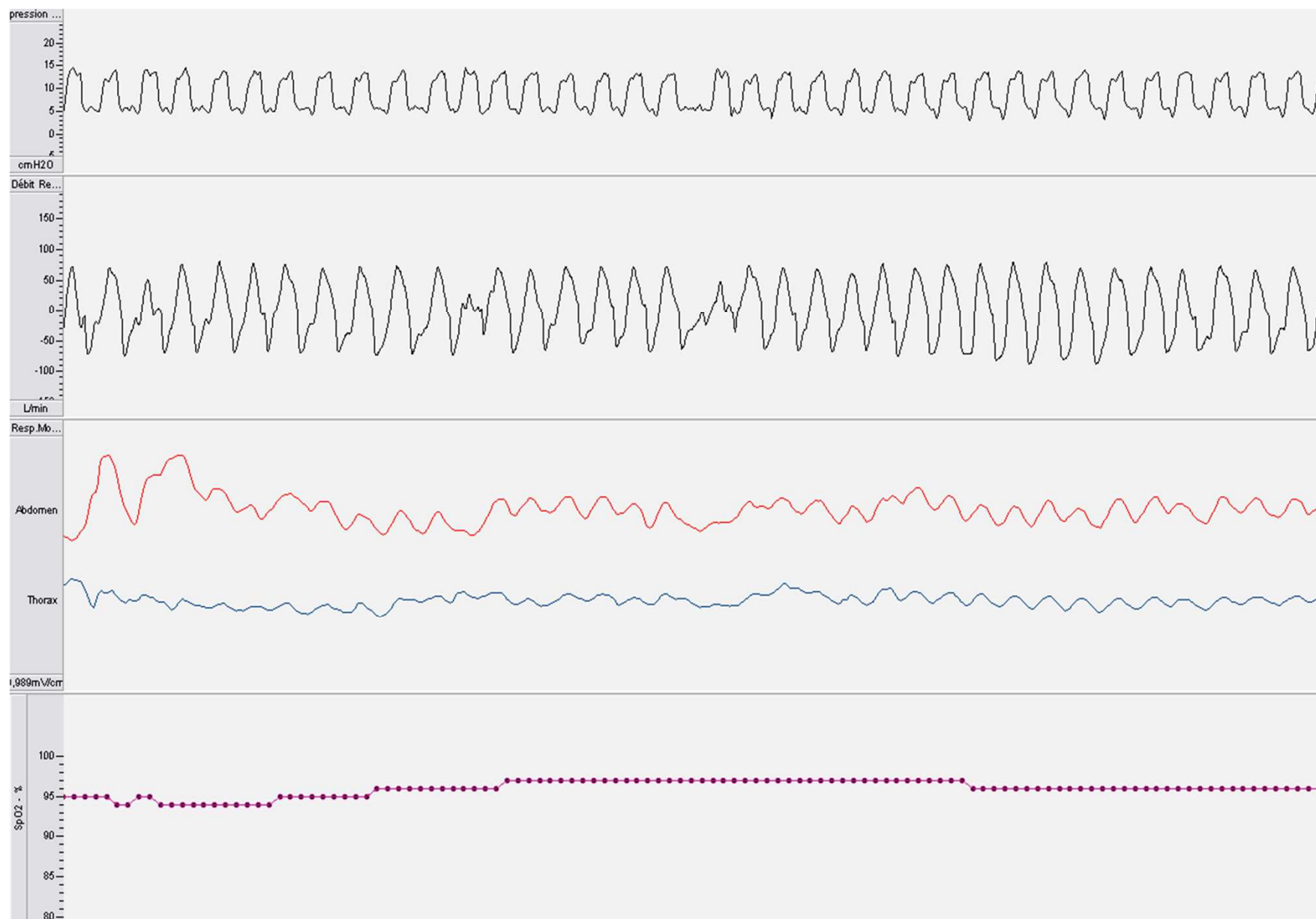
Auto-déclenchement : ≥ 3 cycles respiratoires à fréquence > 40 cycles/min

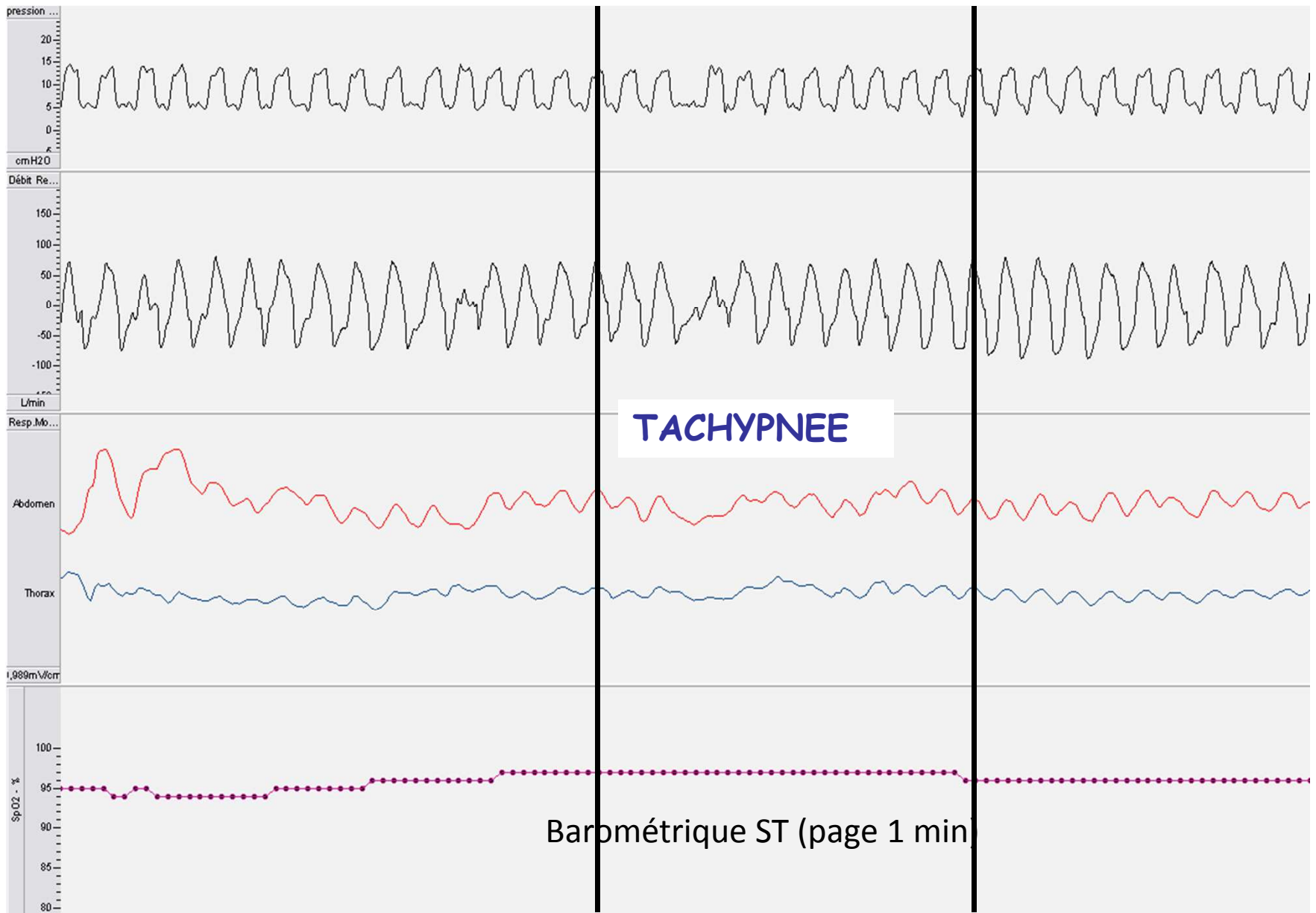
Causes :

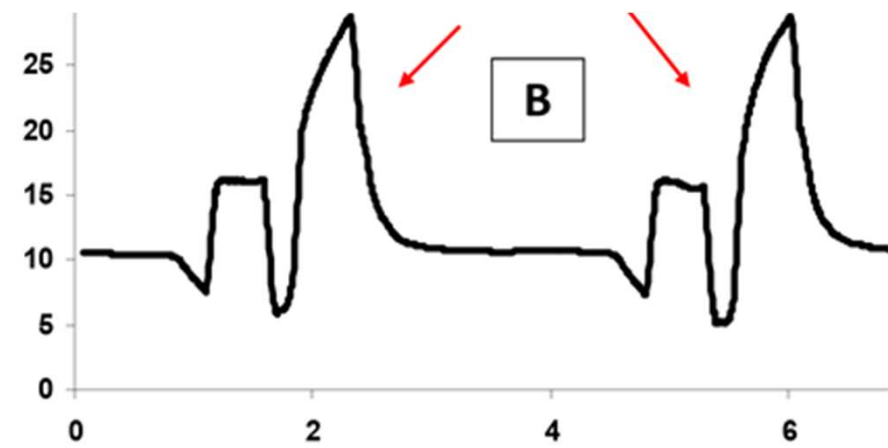
- . Fuites non intentionnelles
- . Seuil de déclenchement trop sensible ou PEP trop élevée
- . Défaillance du ventilateur

Solutions possibles :

- . Diminuer la sensibilité du seuil de déclenchement
- . Diminuer la PEP
- . Contrôle technique



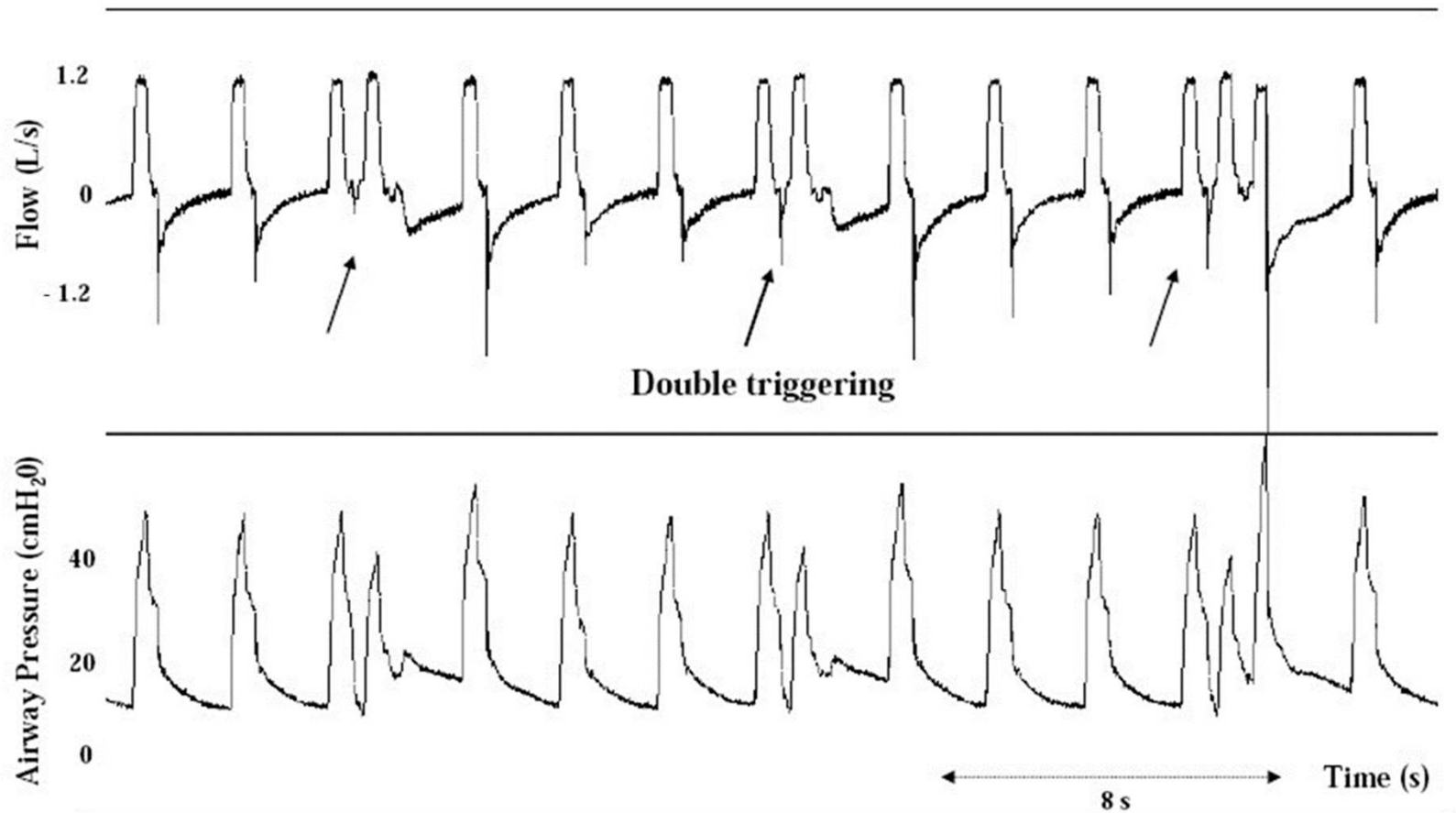




Esophageal

(cmH₂O)

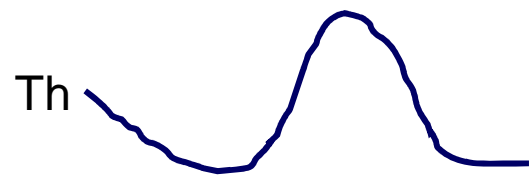
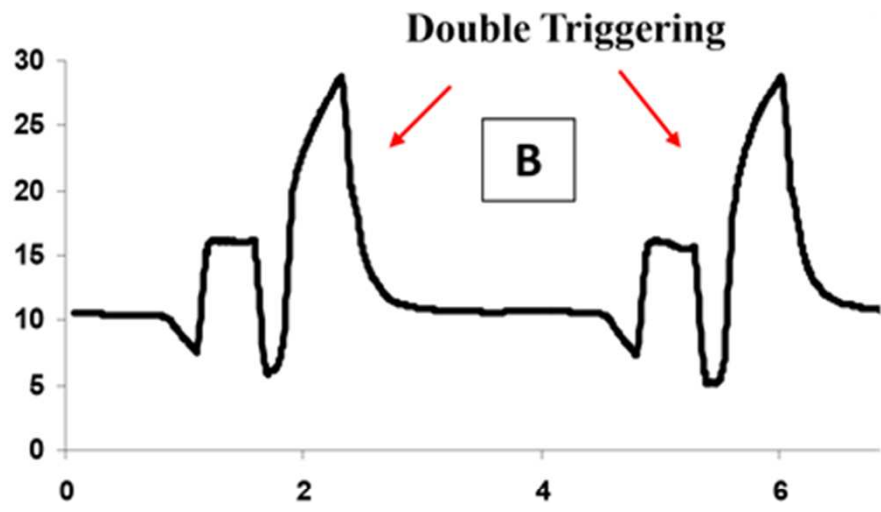
ACV



Double triggering

"Polygraphic data" from software

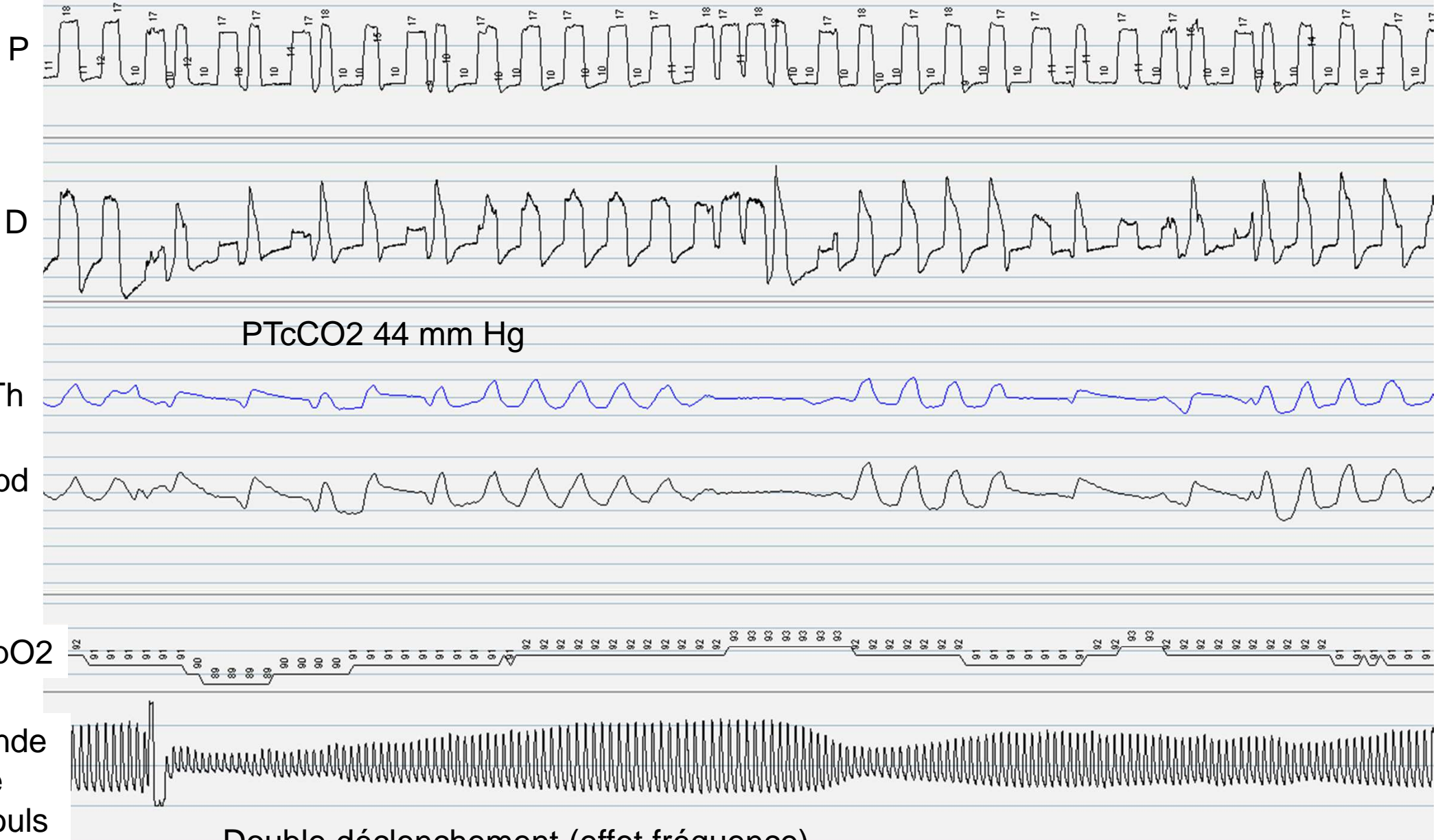




Intérêt des sangles thoracique et abdominale

1- mouvement respiratoire concomitant du 2^{ème}

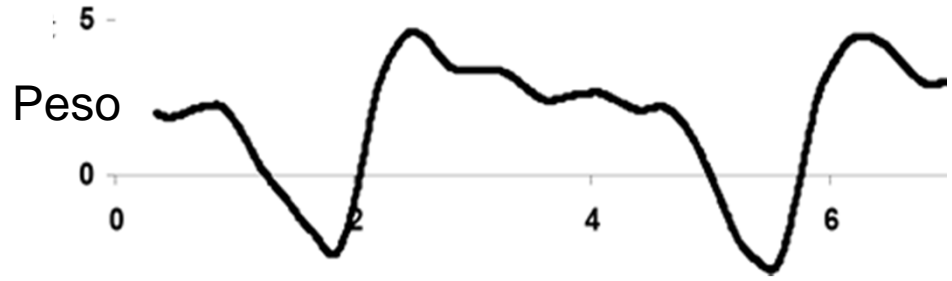
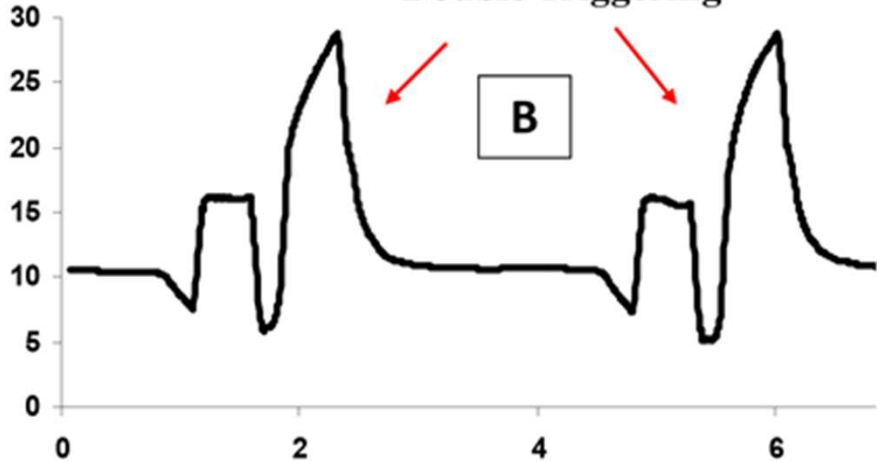
cycle : effet de la fréquence de sécurité



PTcCO2 44 mm Hg

Double déclenchement (effet fréquence)
Fuites
Autodéclenchement

Double Triggering

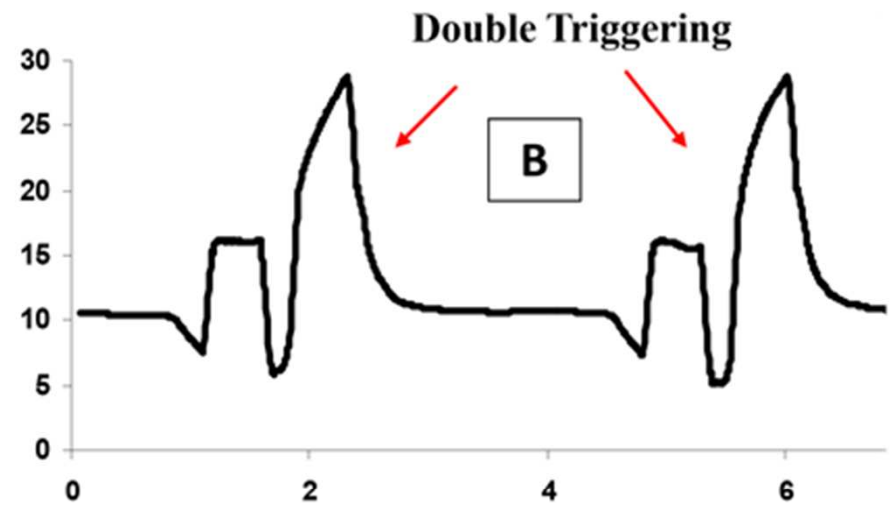




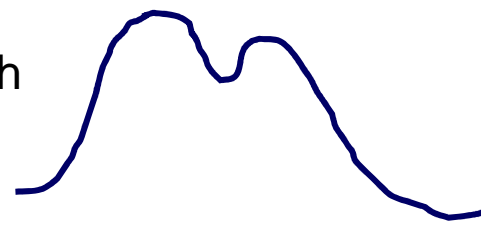
Vignault L et al. Intensive Care Med 2009; 35 : 840

Intérêt des sangles thoracique et abdominale

- 2- un seul mouvement respiratoire concomitant du double déclenchement : fuites, sensibilité du déclenchement (trigger inspiratoire), défaillance technique



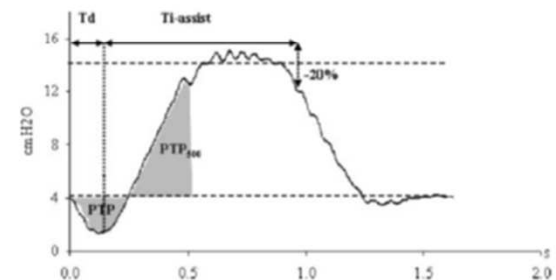
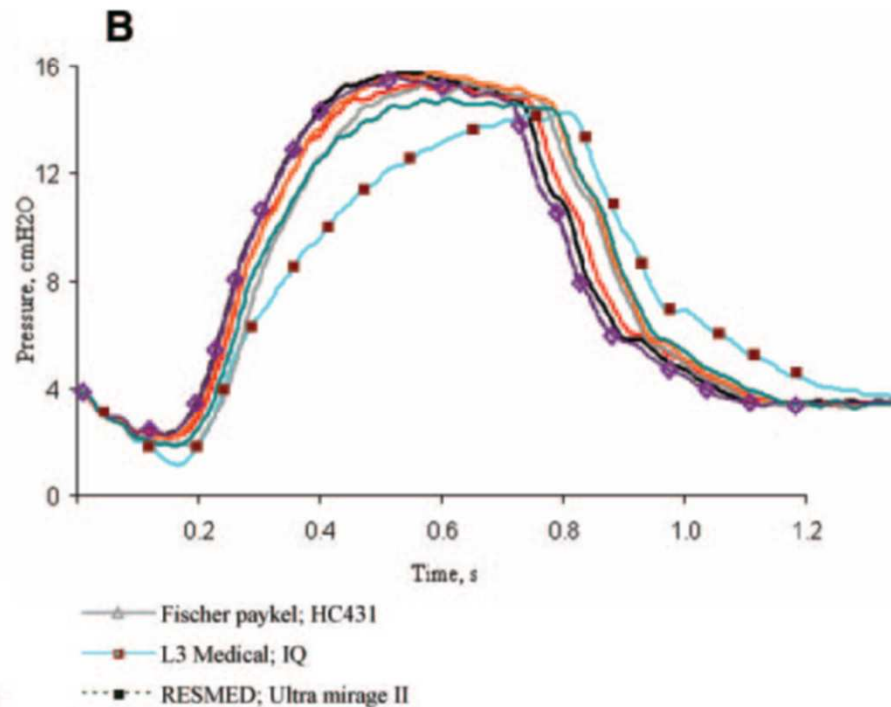
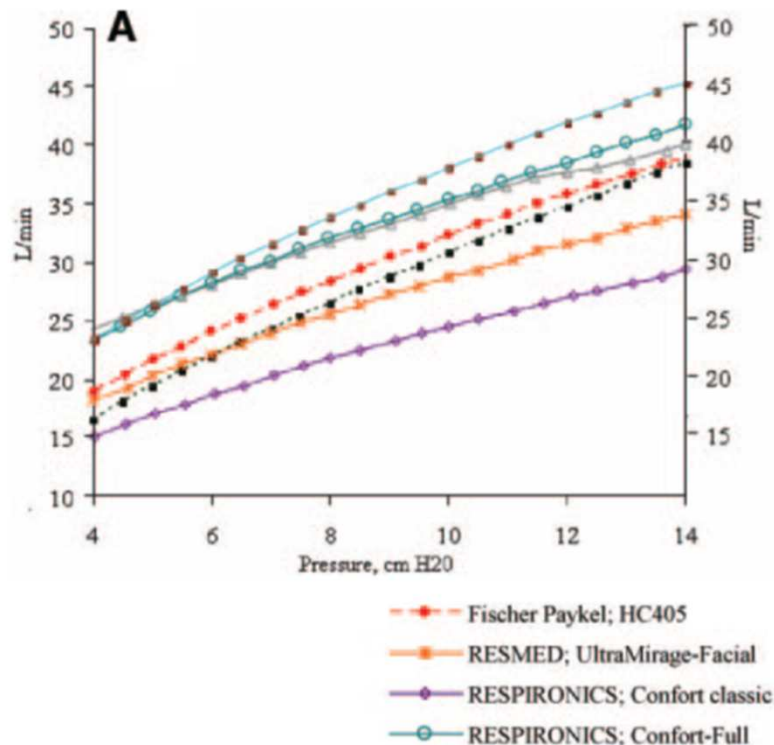
Th



Intérêt des sangles thoracique et abdominale

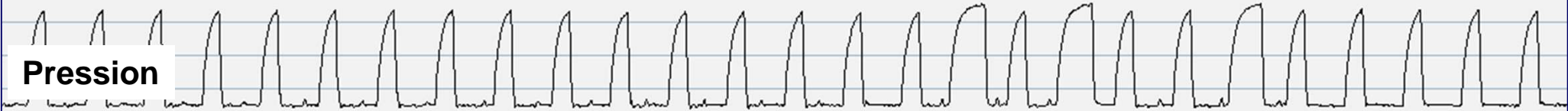
- 3- Deux mouvements respiratoires successifs :
 - rappel inspiratoire par insuffisance de ventilation (IPAP faible (réglage, fuite calibrée inappropriée), T_i max trop court, obstruction

Intentional Leaks in Industrial Masks Have a Significant Impact on Efficacy of Bilevel Noninvasive Ventilation



Borel JC et al. *Chest* 2009; 135: 669-677

Pression



Thorax



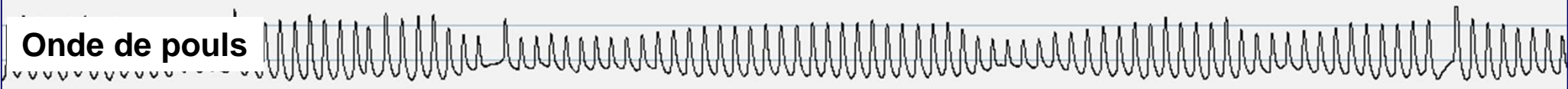
Abdomen

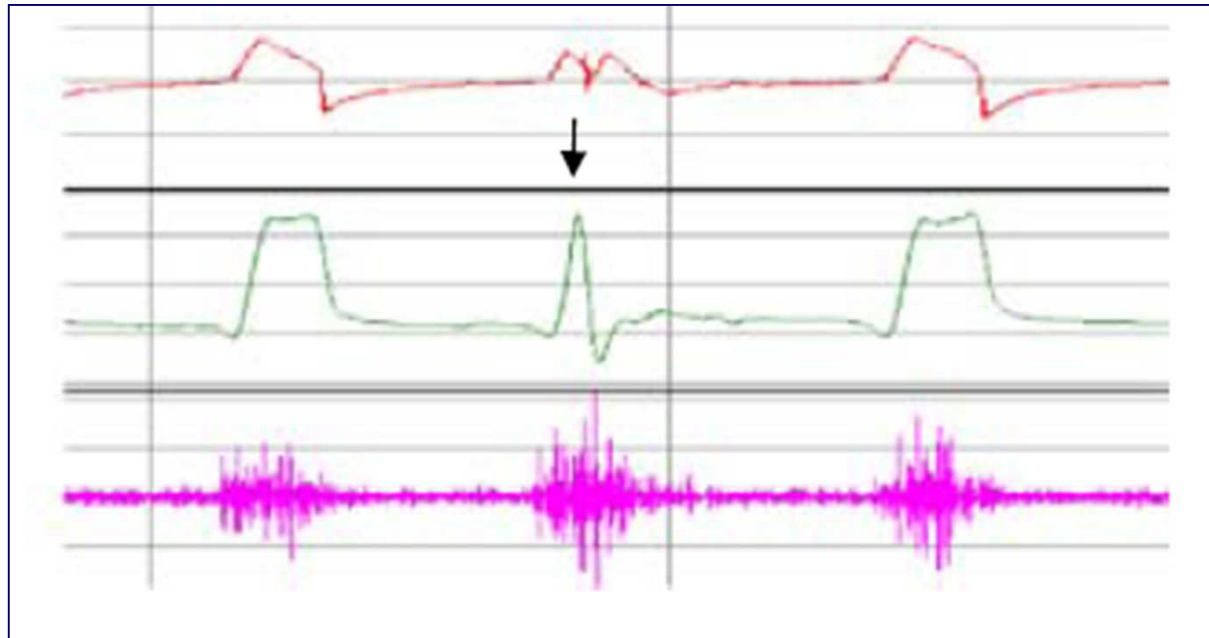


SpO2

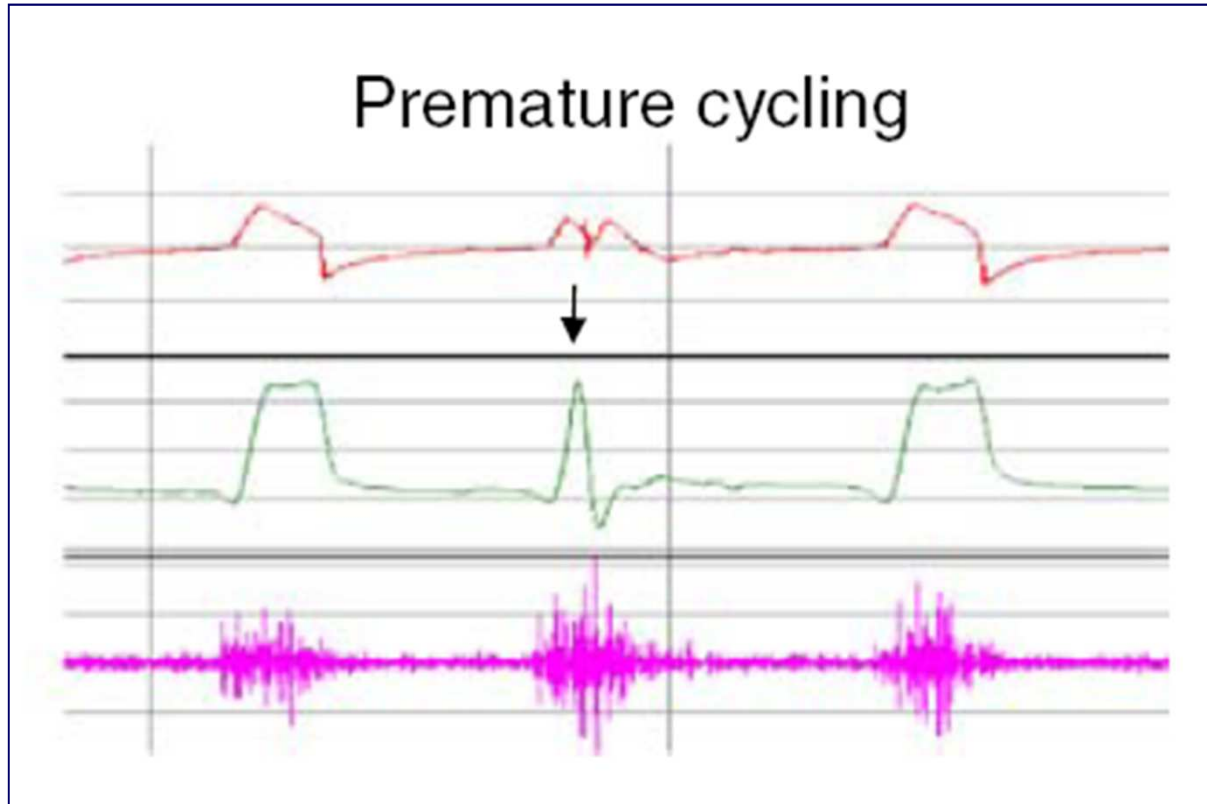


Onde de pouls





Premature cycling

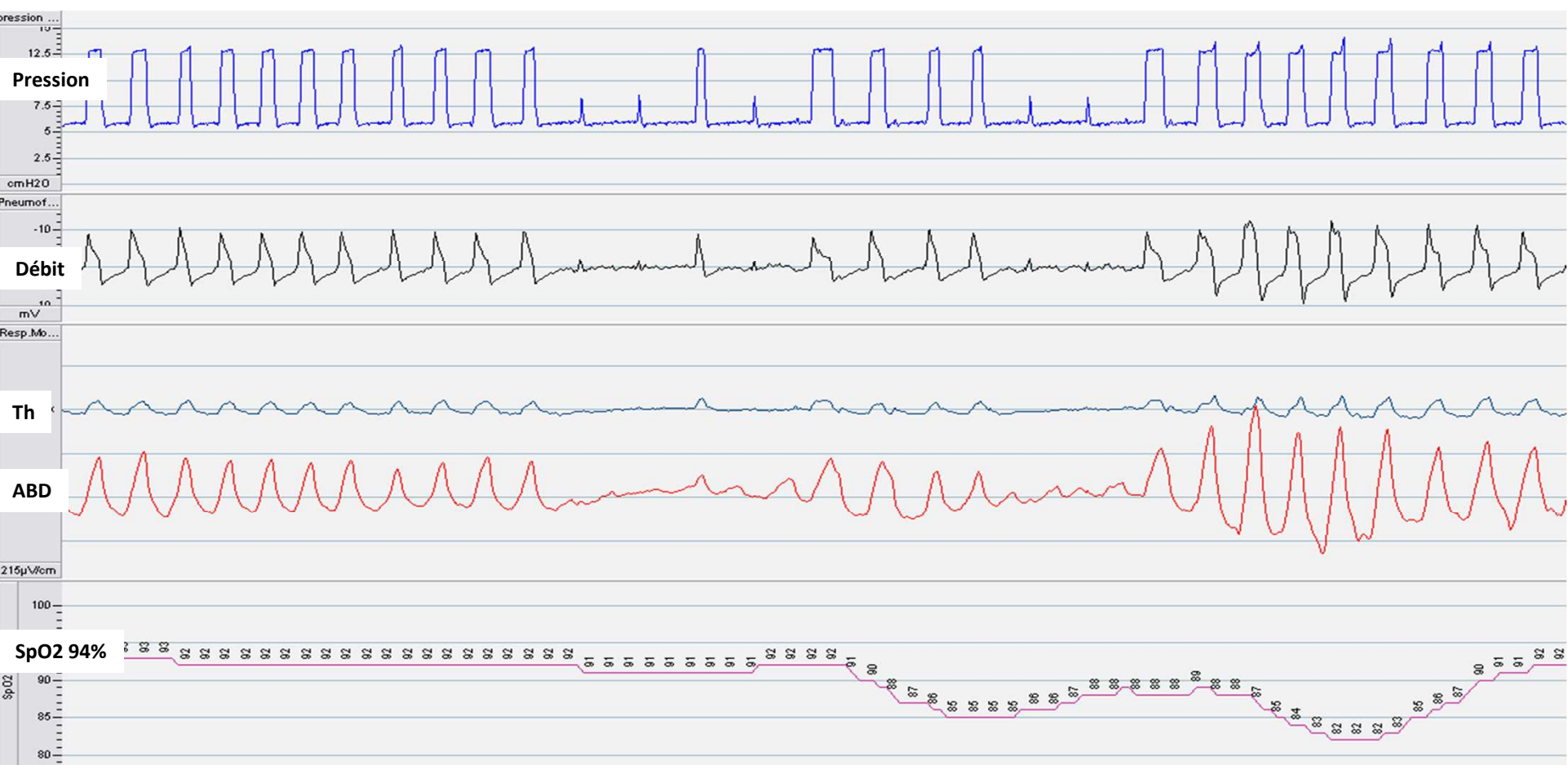


Quelques causes identifiées

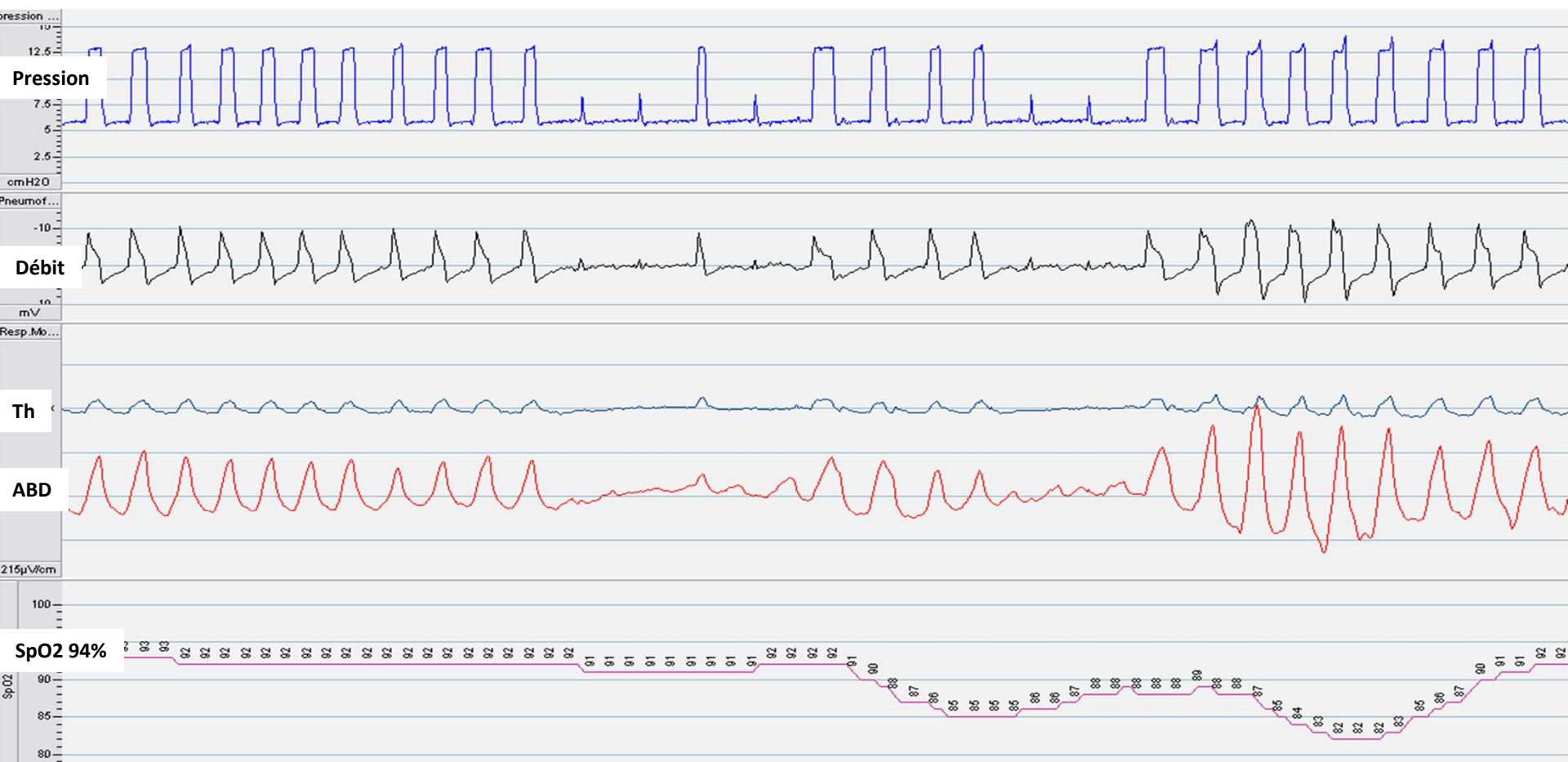
Ti ou Ti max trop court

Trigger expiratoire trop sensible

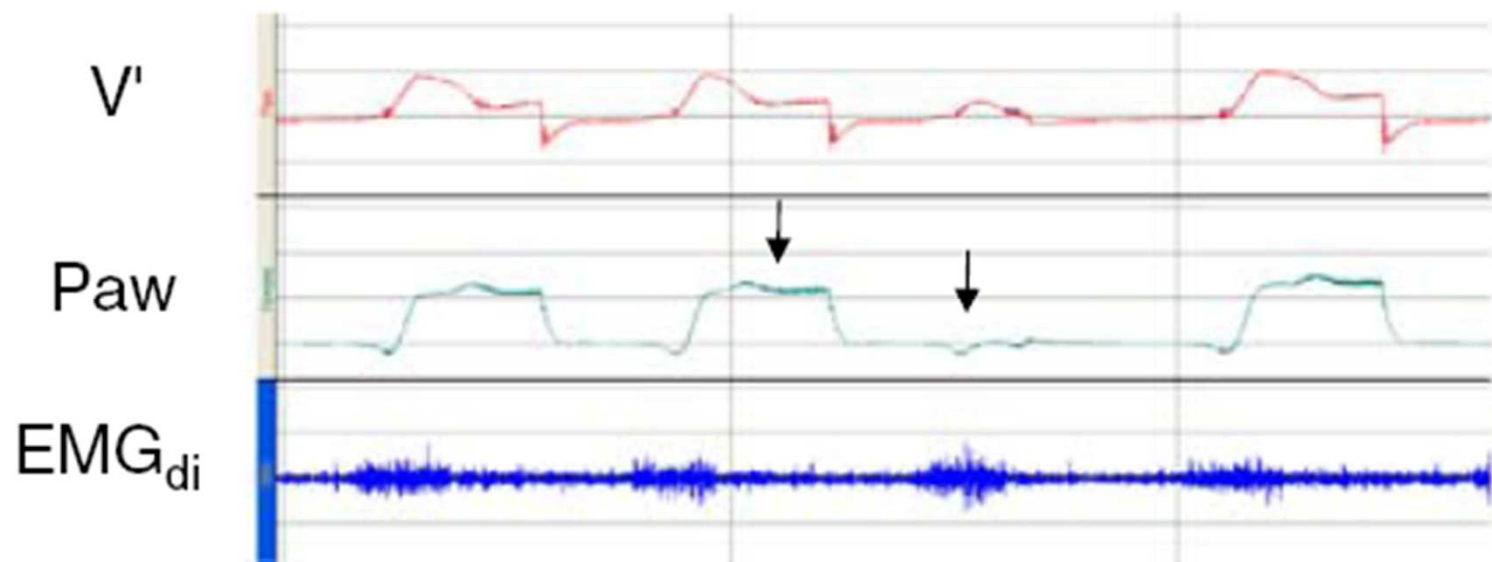
Obstruction



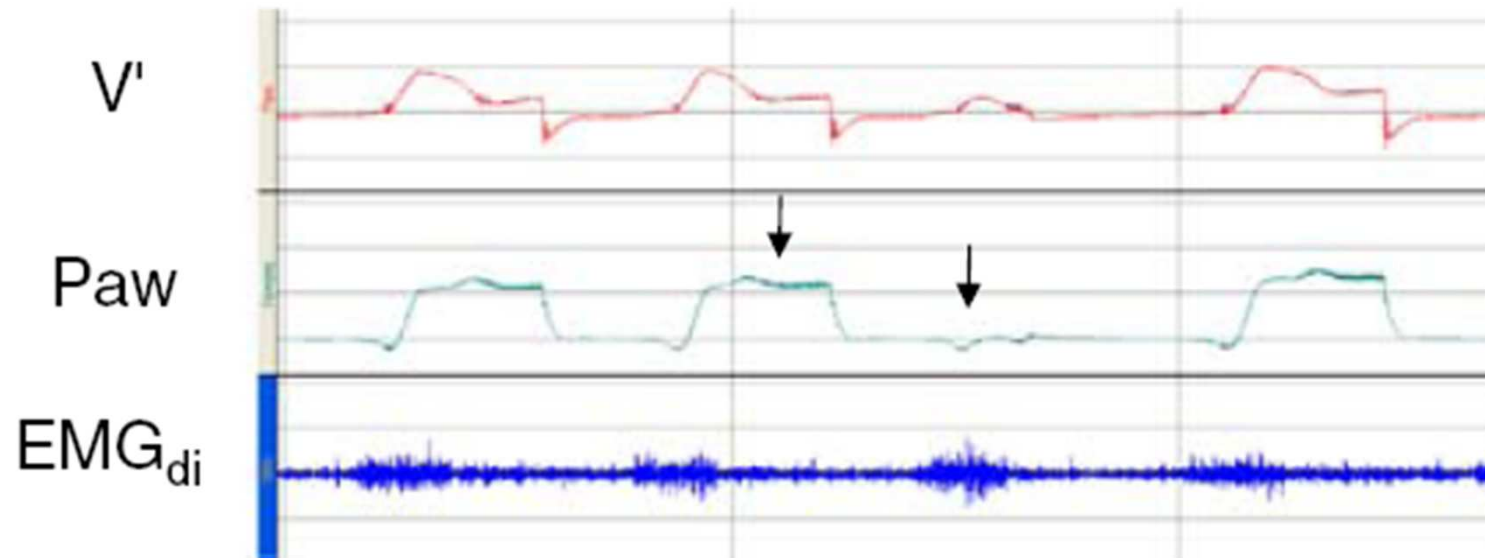
?



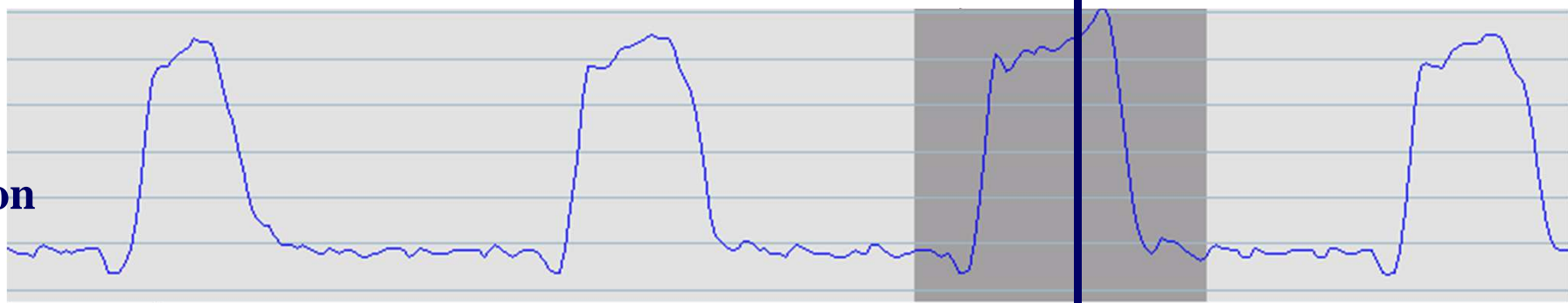
Cyclage précoce sur obstruction VAS avec diminution de la commande ventilatoire
 avec réglage aberrant
 TMPI 200 ms / Ti min 100 ms



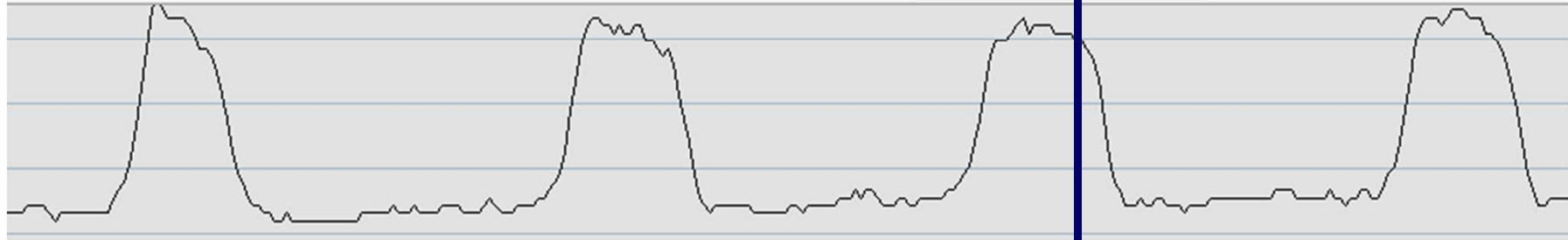
Late cycling and in effective triggering



Pression



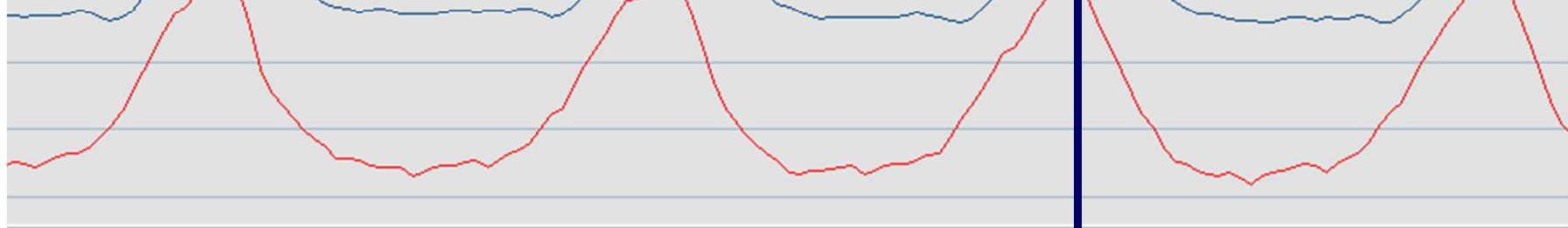
Débit



Th



ABD

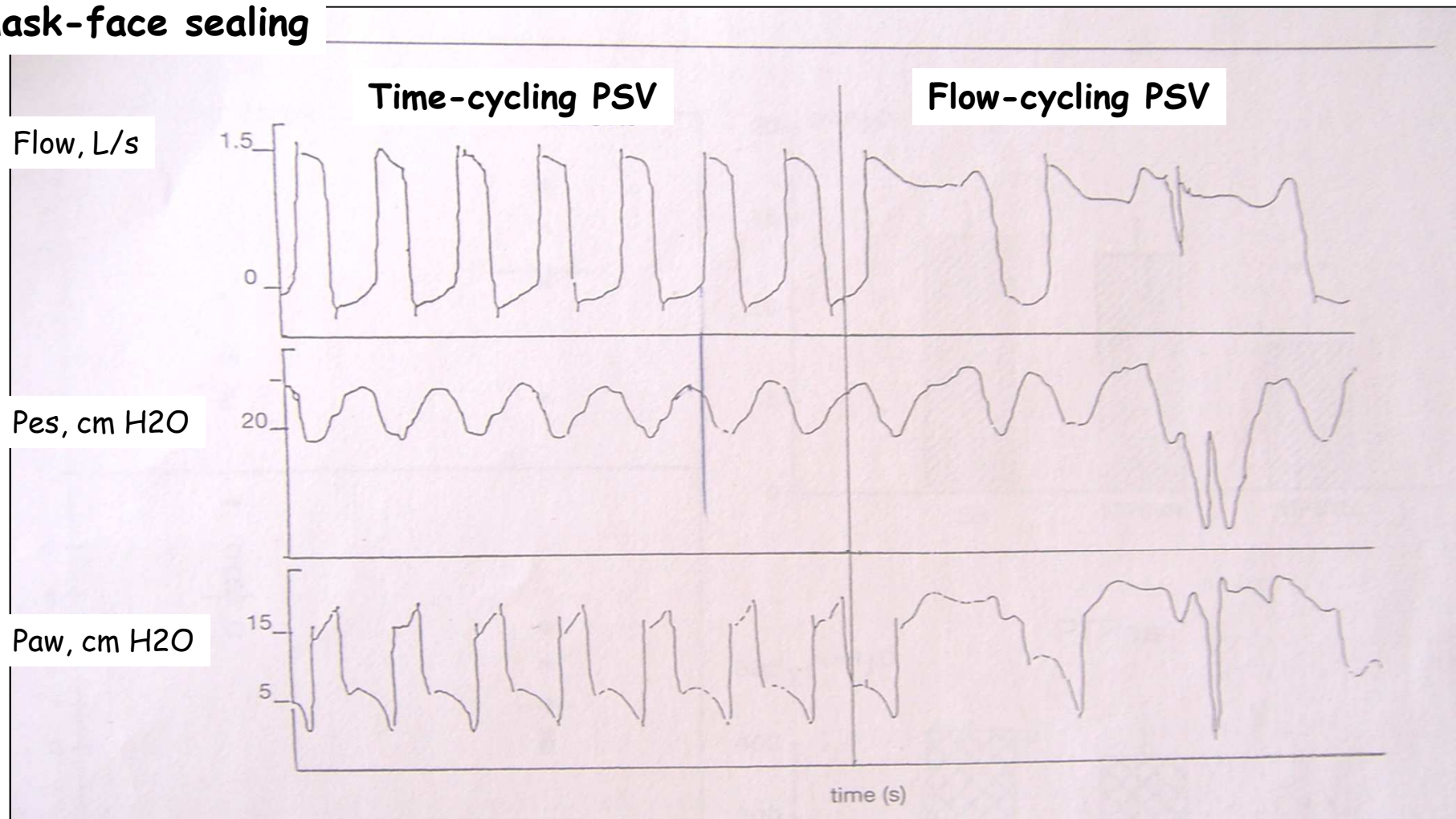


SpO2



Patient-ventilator asynchrony during noninvasive ventilation : the role of expiratory trigger

Leaks :
incomplete mask-face sealing



Principales causes

Ti min trop long

Trigger expiratoire peu sensible

Fuites non intentionnelles et cyclage en débit

Impact of Expiratory Trigger Setting on Delayed Cycling and Inspiratory Muscle Workload

Didier Tassaux, Marc Galonnier, Anne Battisti, and Philippe Jollet

Medical Intensive Care, University Hospital, Geneva, Switzerland; and Medical Intensive Care, Ste. Marguerite University Hospital, Marseille, France

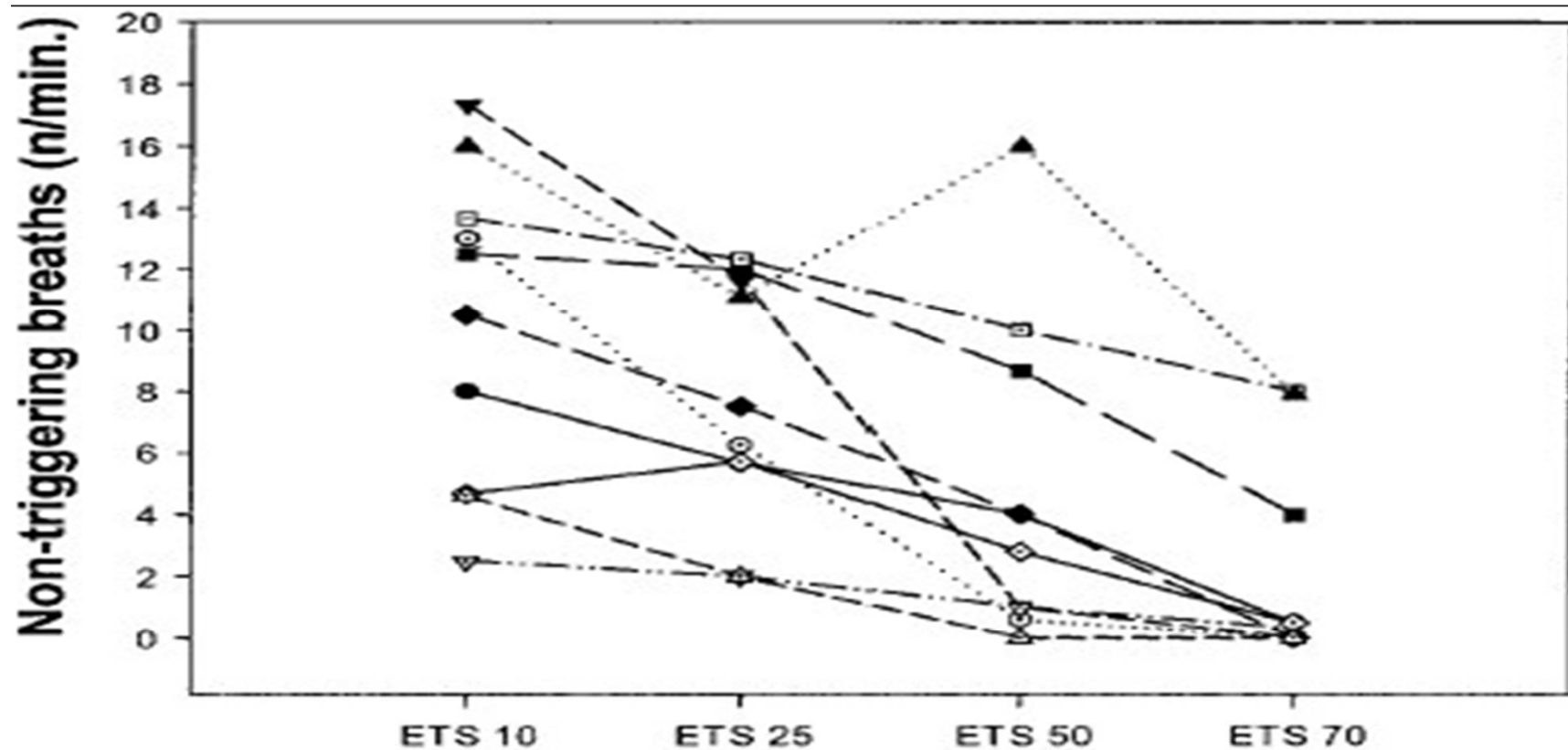
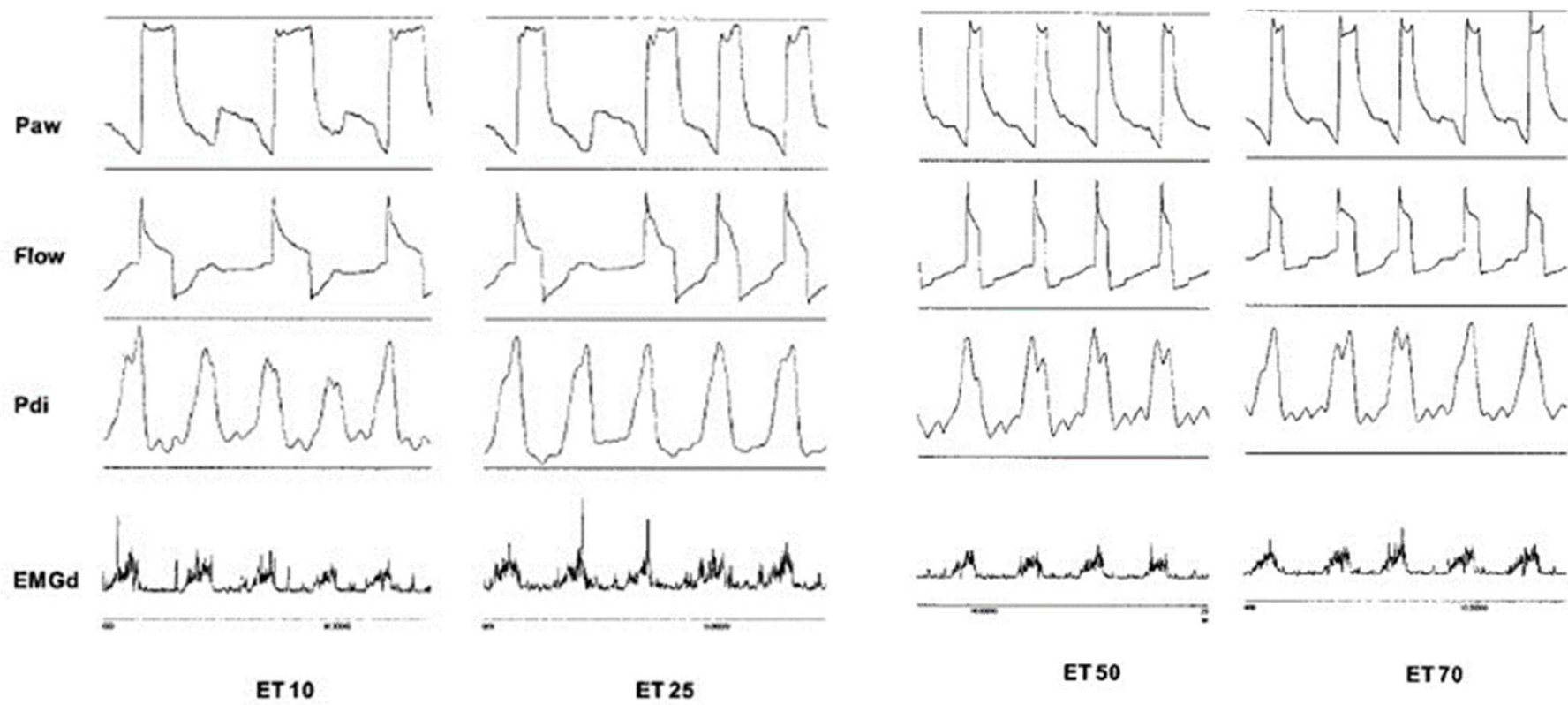
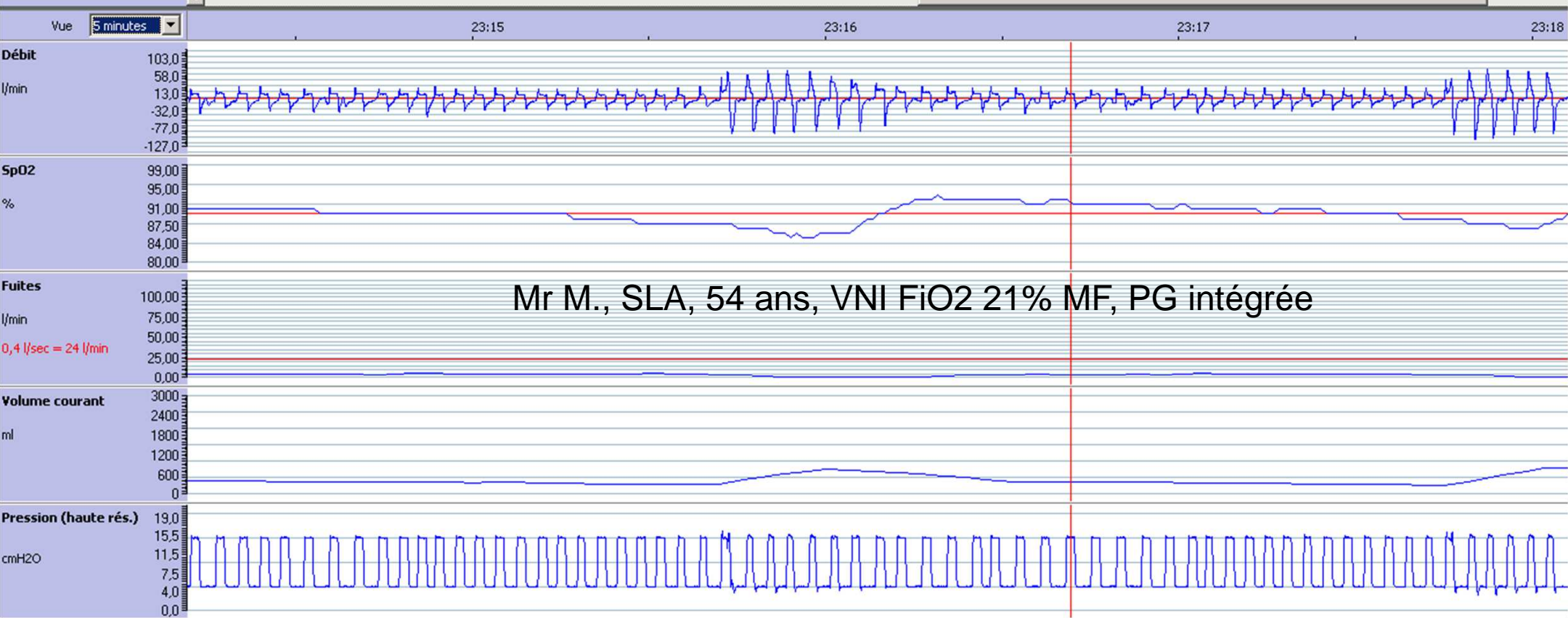
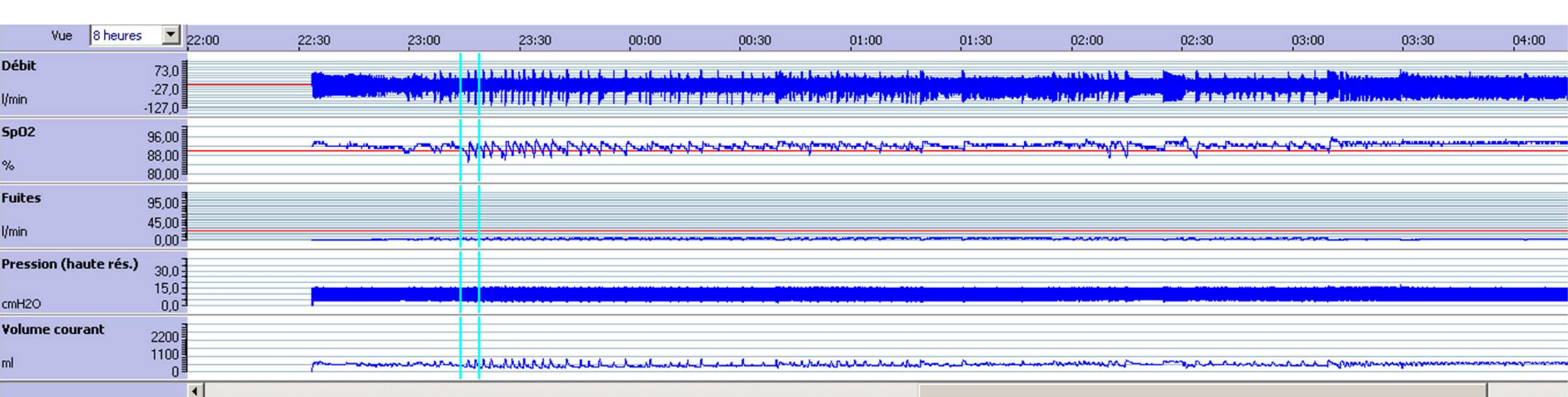


Figure 3. Individual variations in the number of nontriggering breaths at each of the four ET settings (10, 25, 50, and 70% of peak inspiratory flow rate).





Pressure



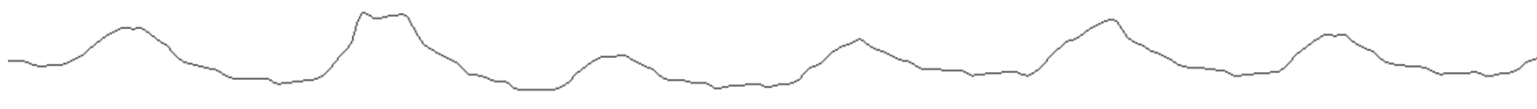
Flow



Thoracic belt



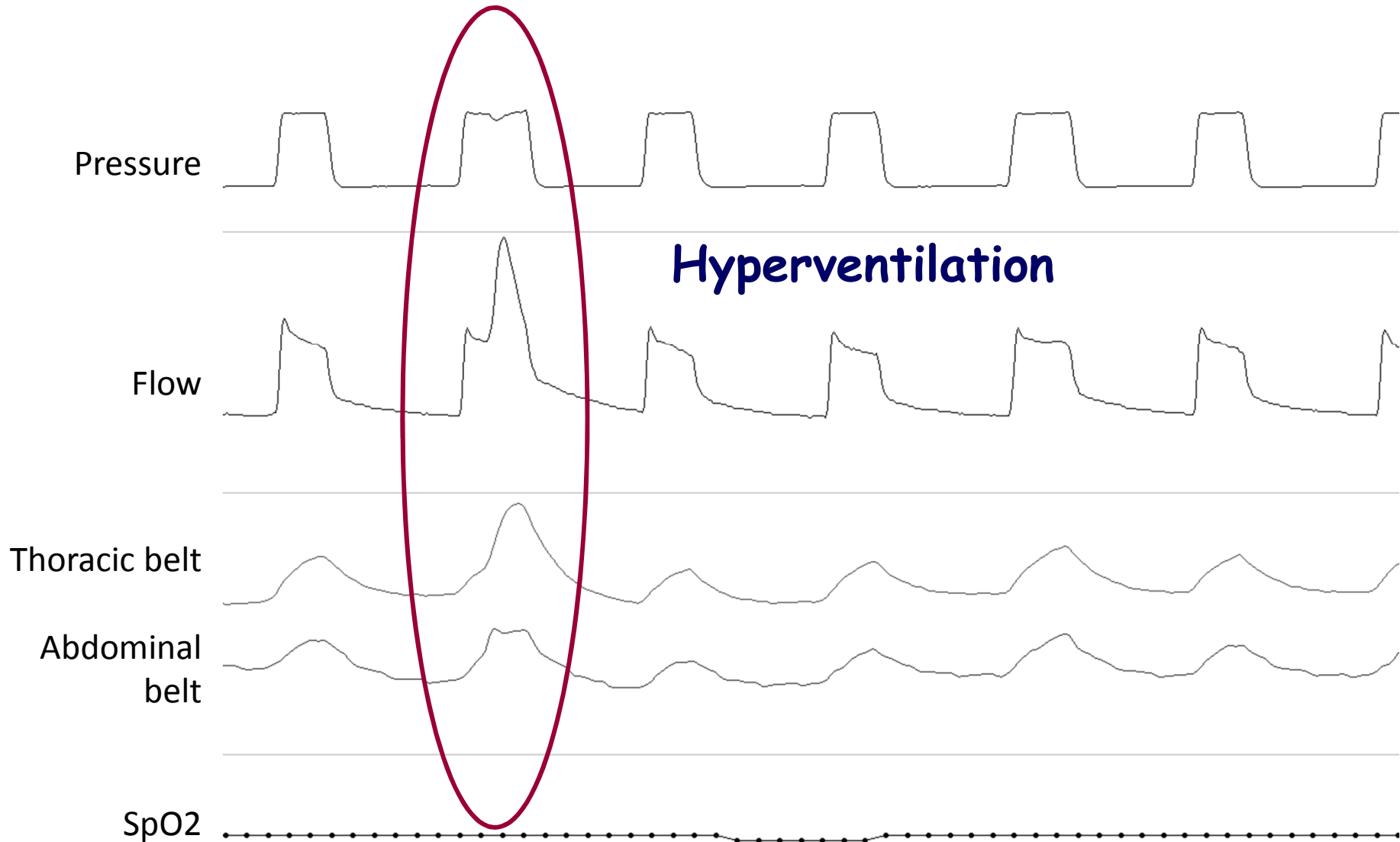
Abdominal belt



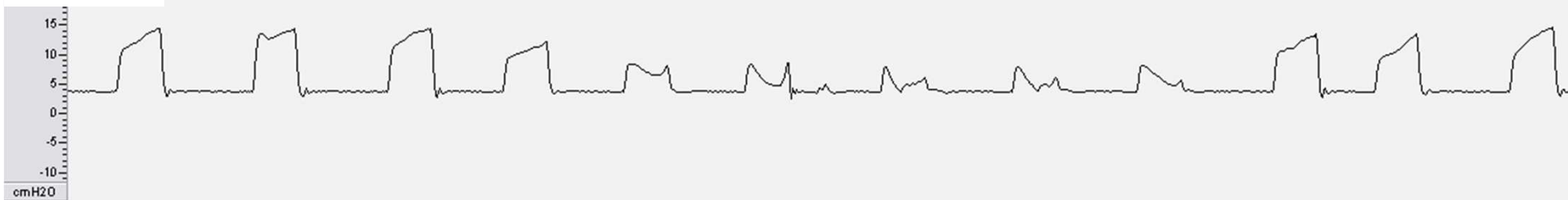
SpO2



Ventilateur à régulation de pression



Pression



Resp. Mo...

Abd



Th



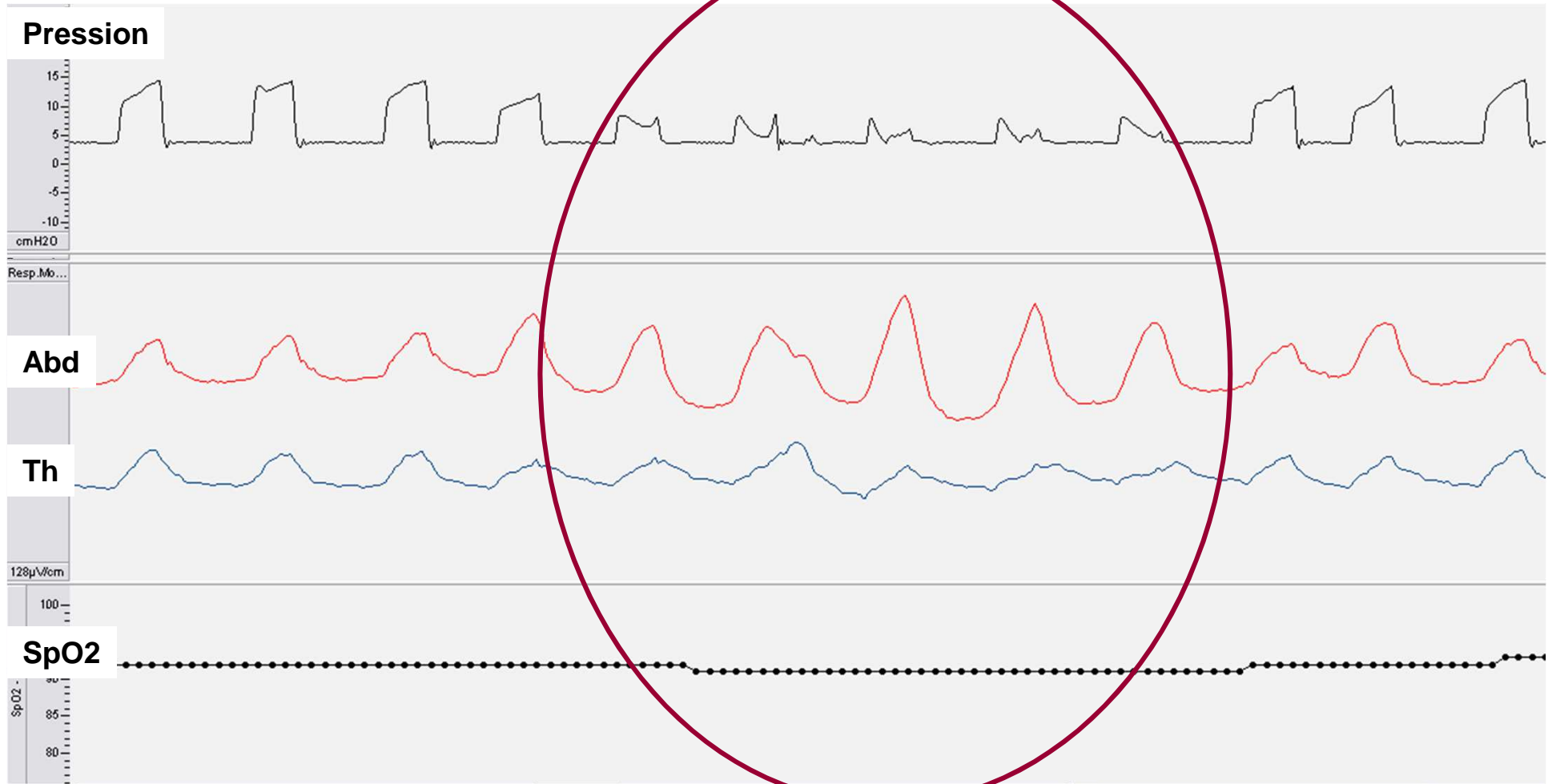
128µV/cm

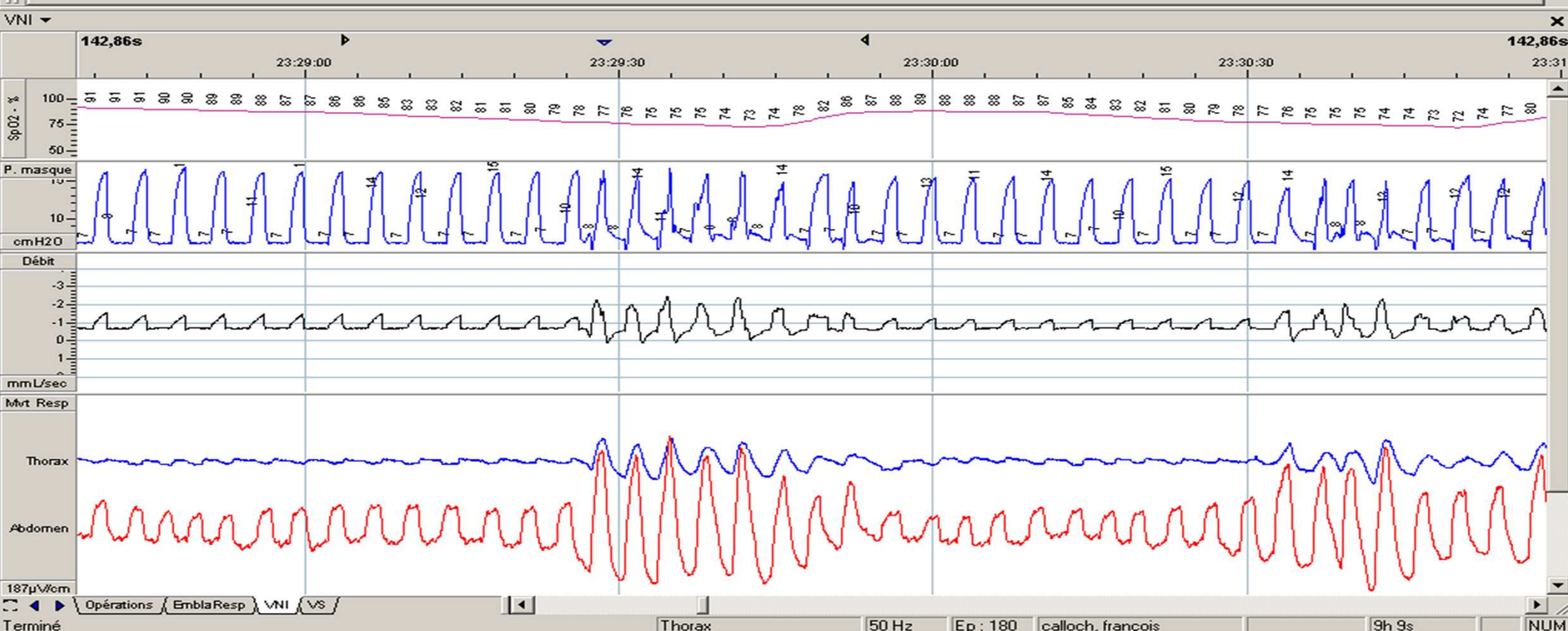
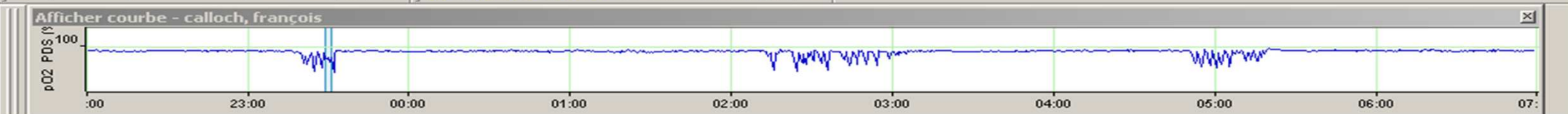
SpO2



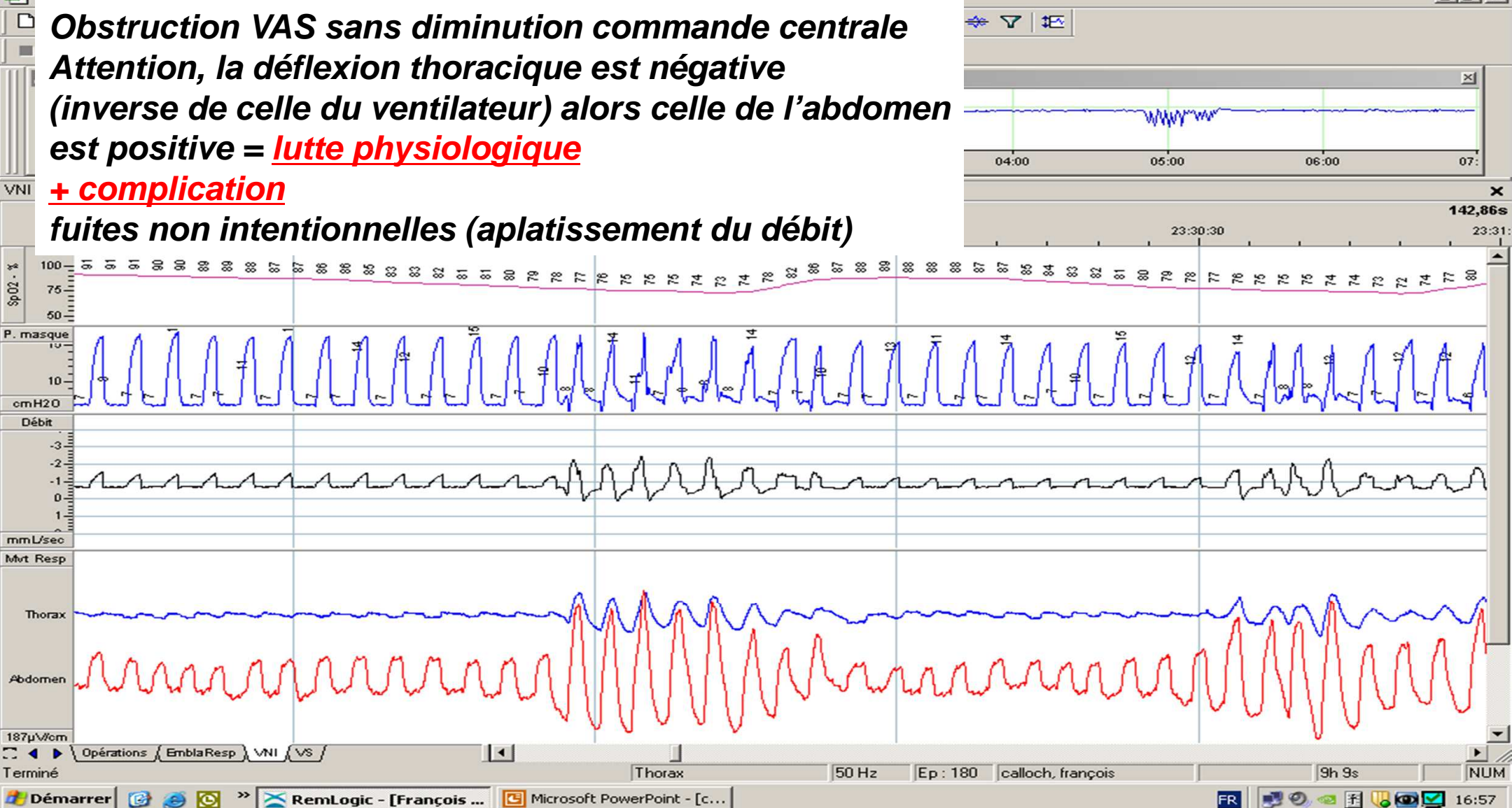
Ventilateur à régulation de volume

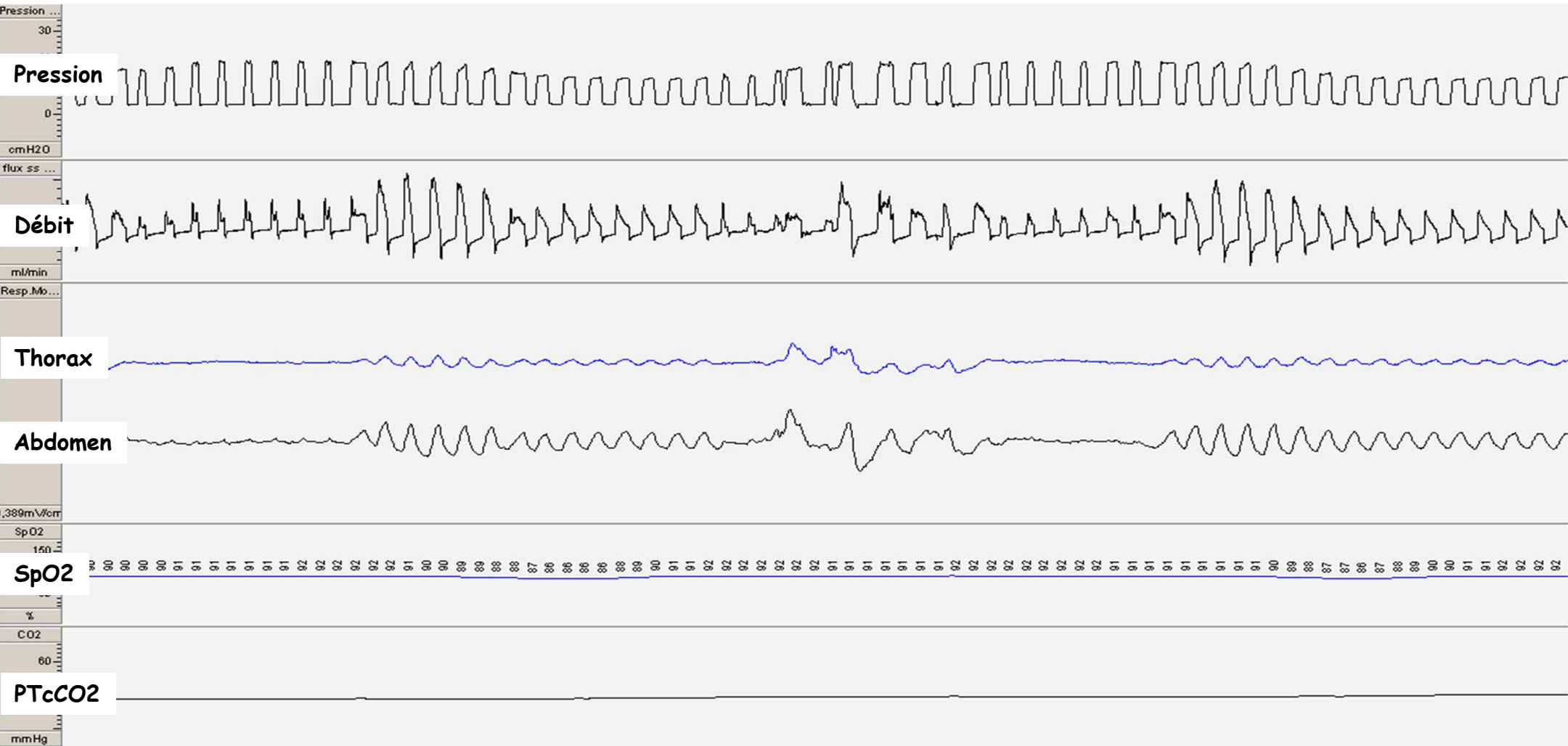
Hyperventilation



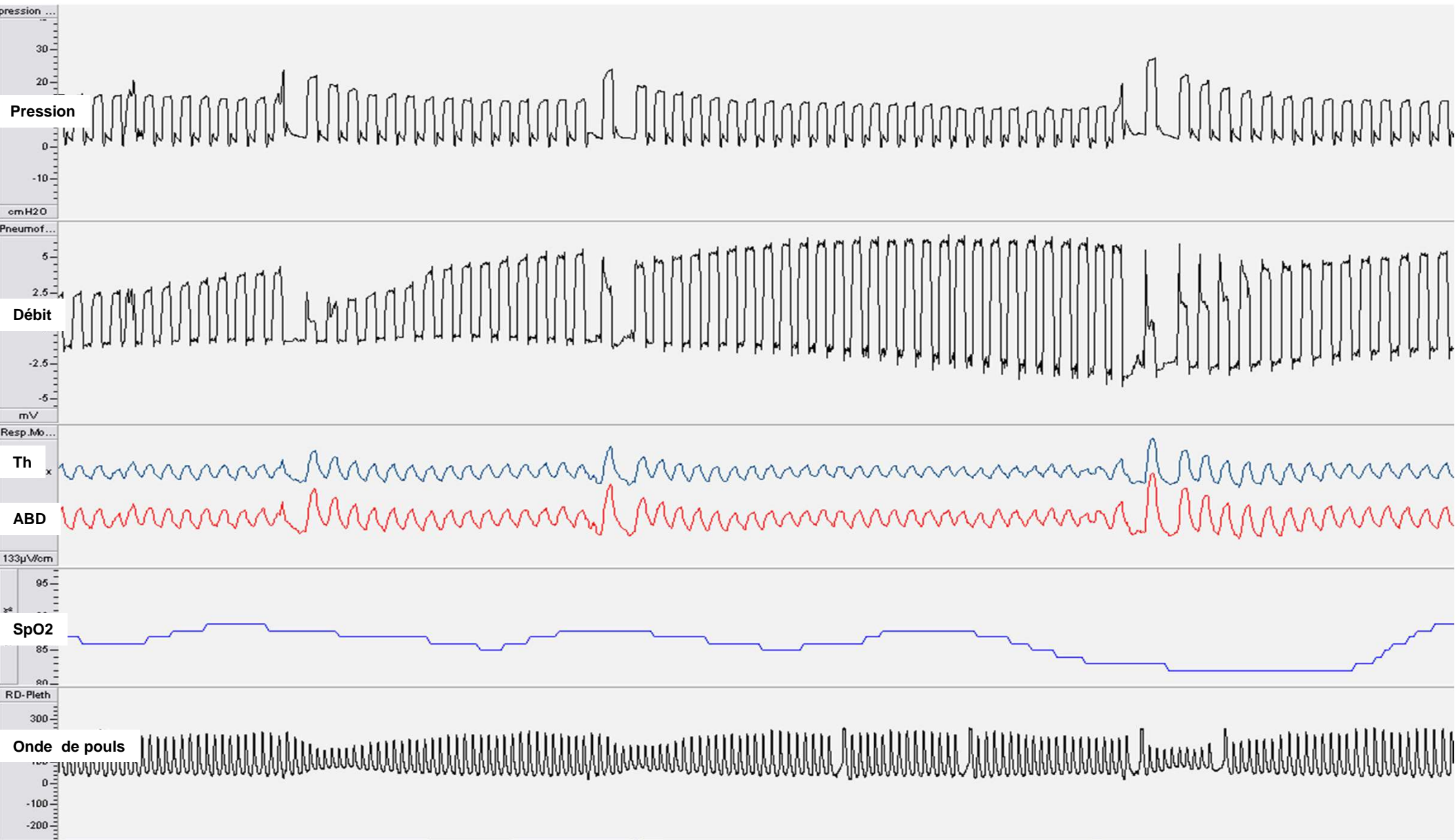


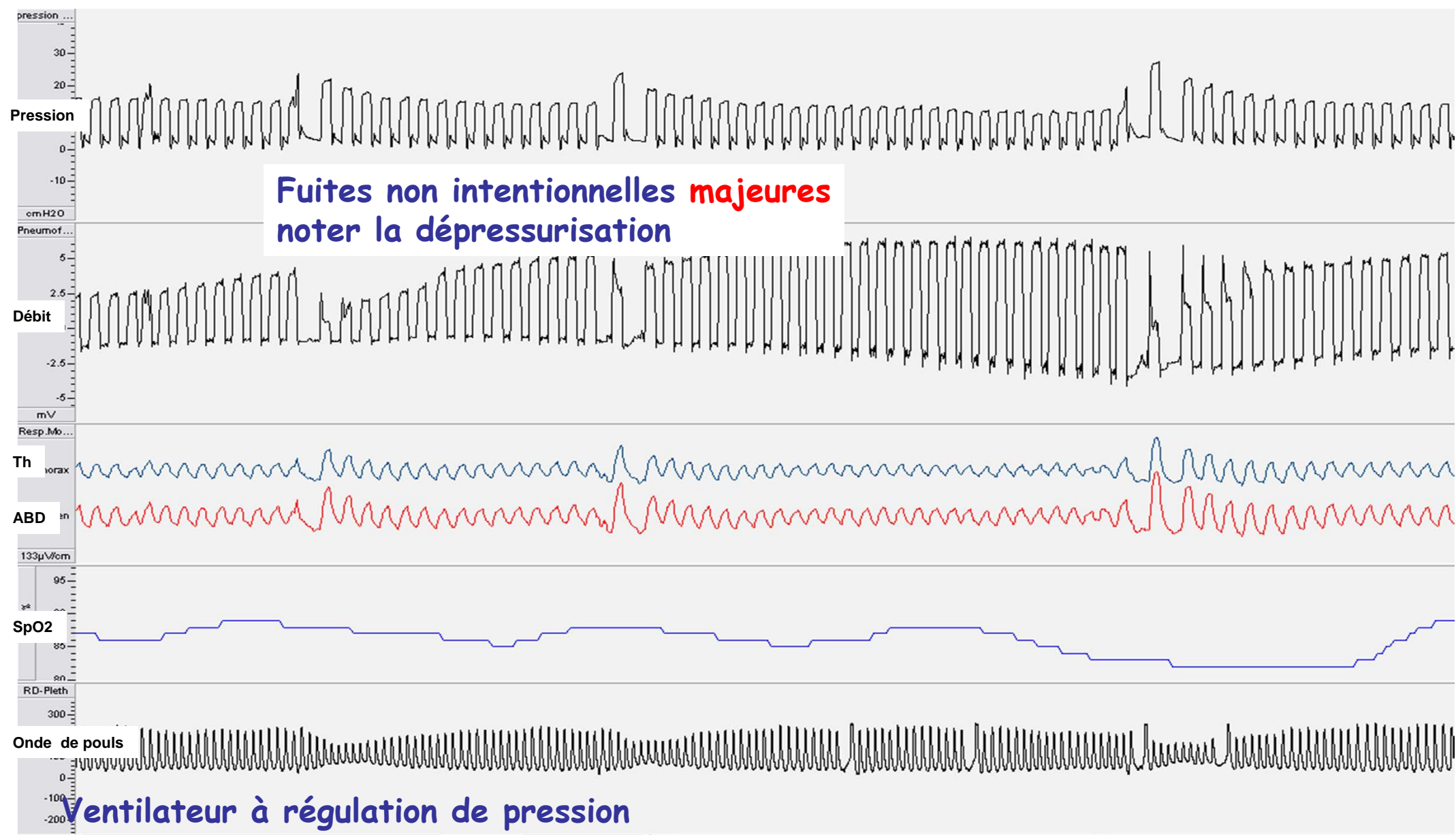
Obstruction VAS sans diminution commande centrale
Attention, la déflexion thoracique est négative
(inverse de celle du ventilateur) alors celle de l'abdomen
est positive = lutte physiologique
+ complication
fuites non intentionnelles (aplatissement du débit)





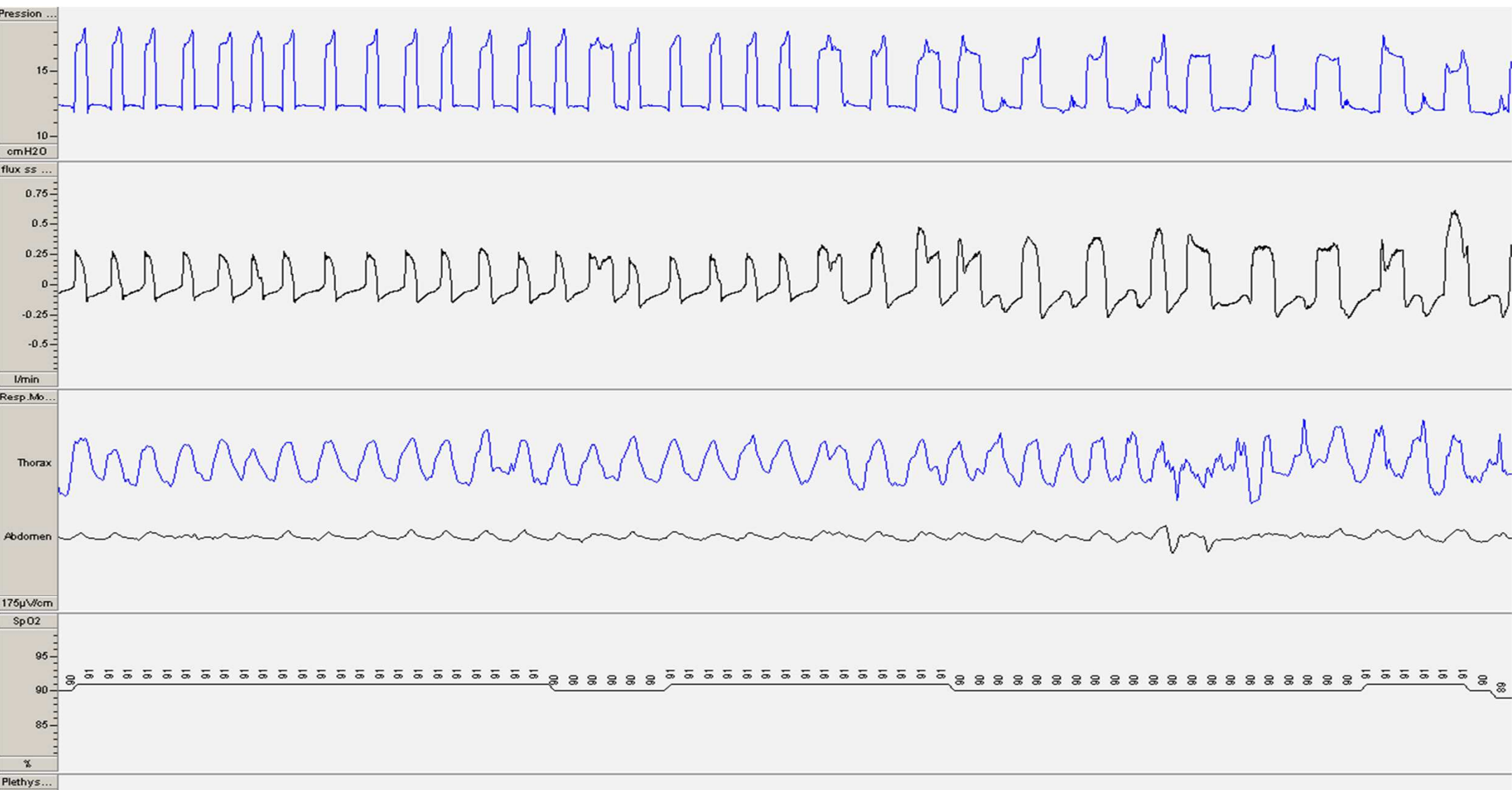
**Obstruction des VAS avec diminution de la commande centrale
Événements périodiques induits par le volume cible**

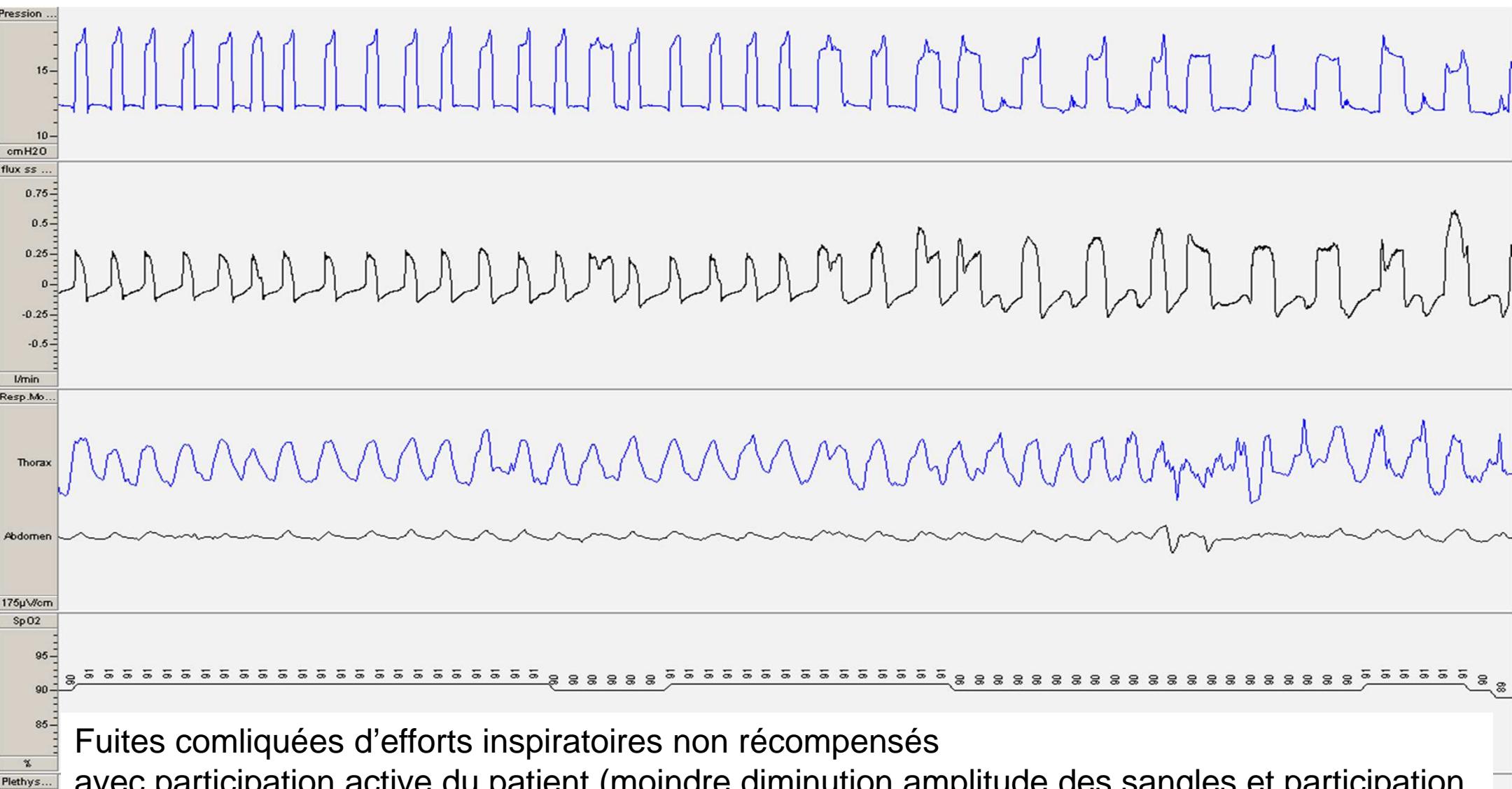




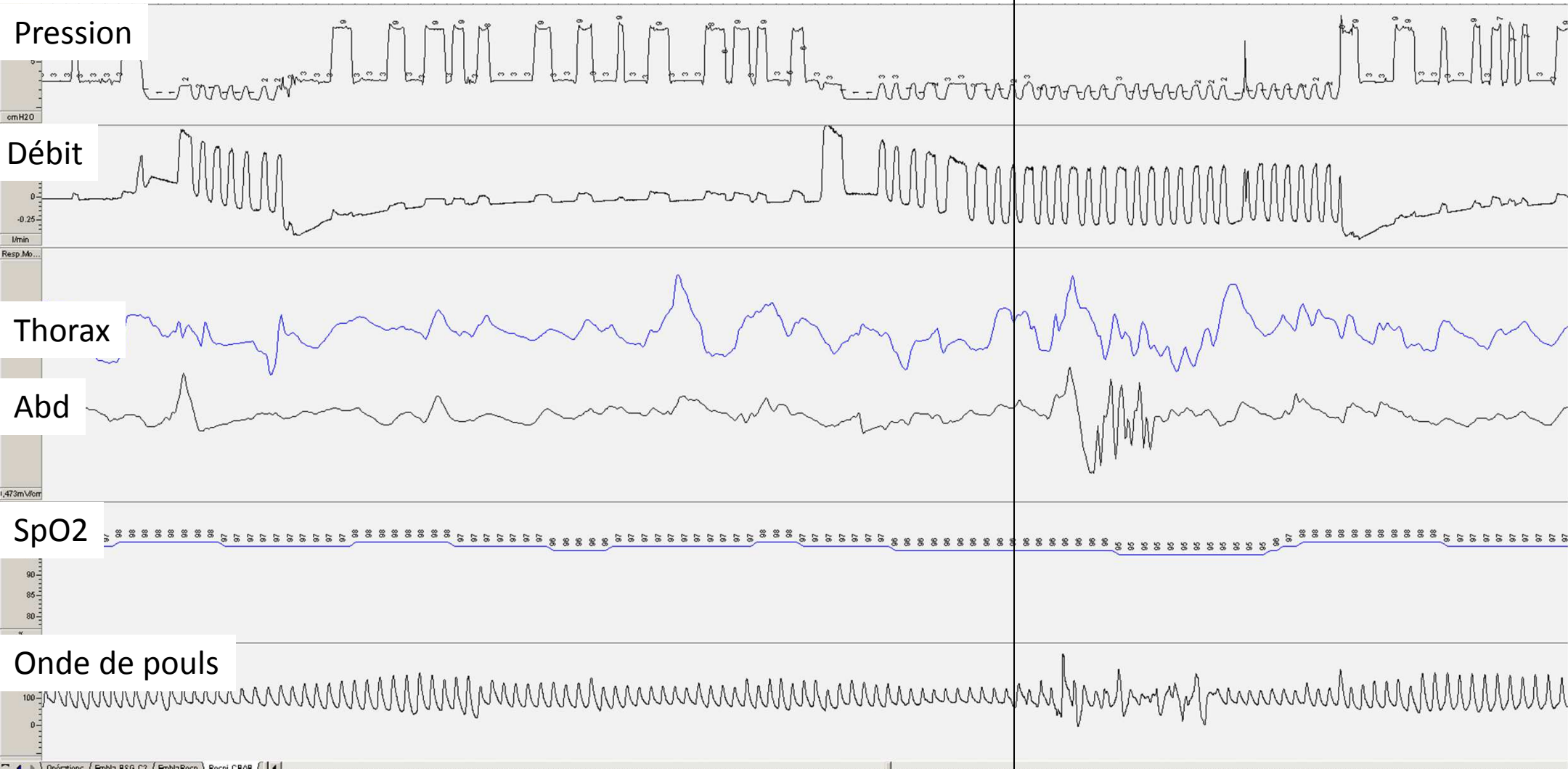
Fuites non intentionnelles **majeures**
noter la dépressurisation

Ventilateur à régulation de pression

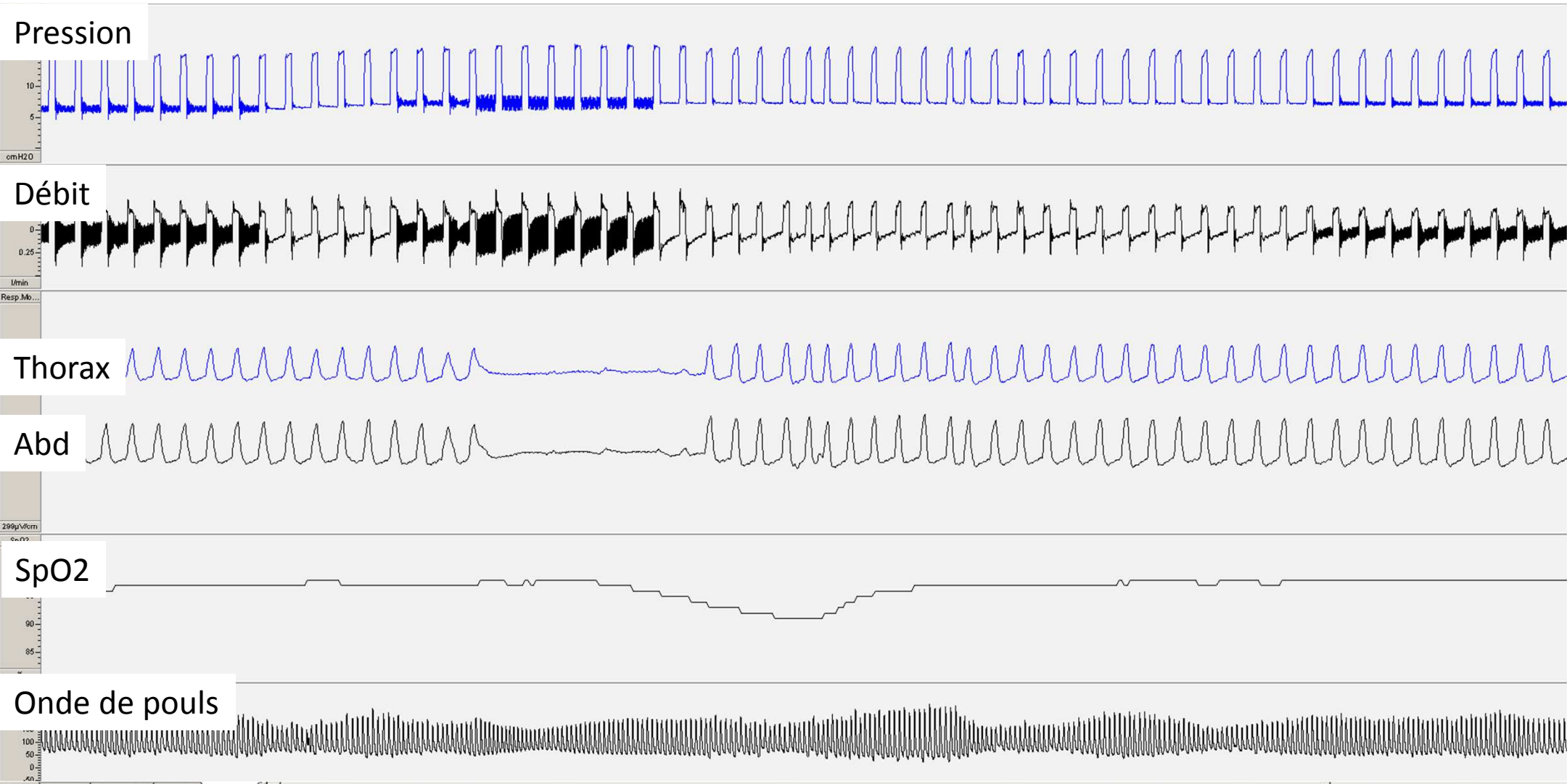


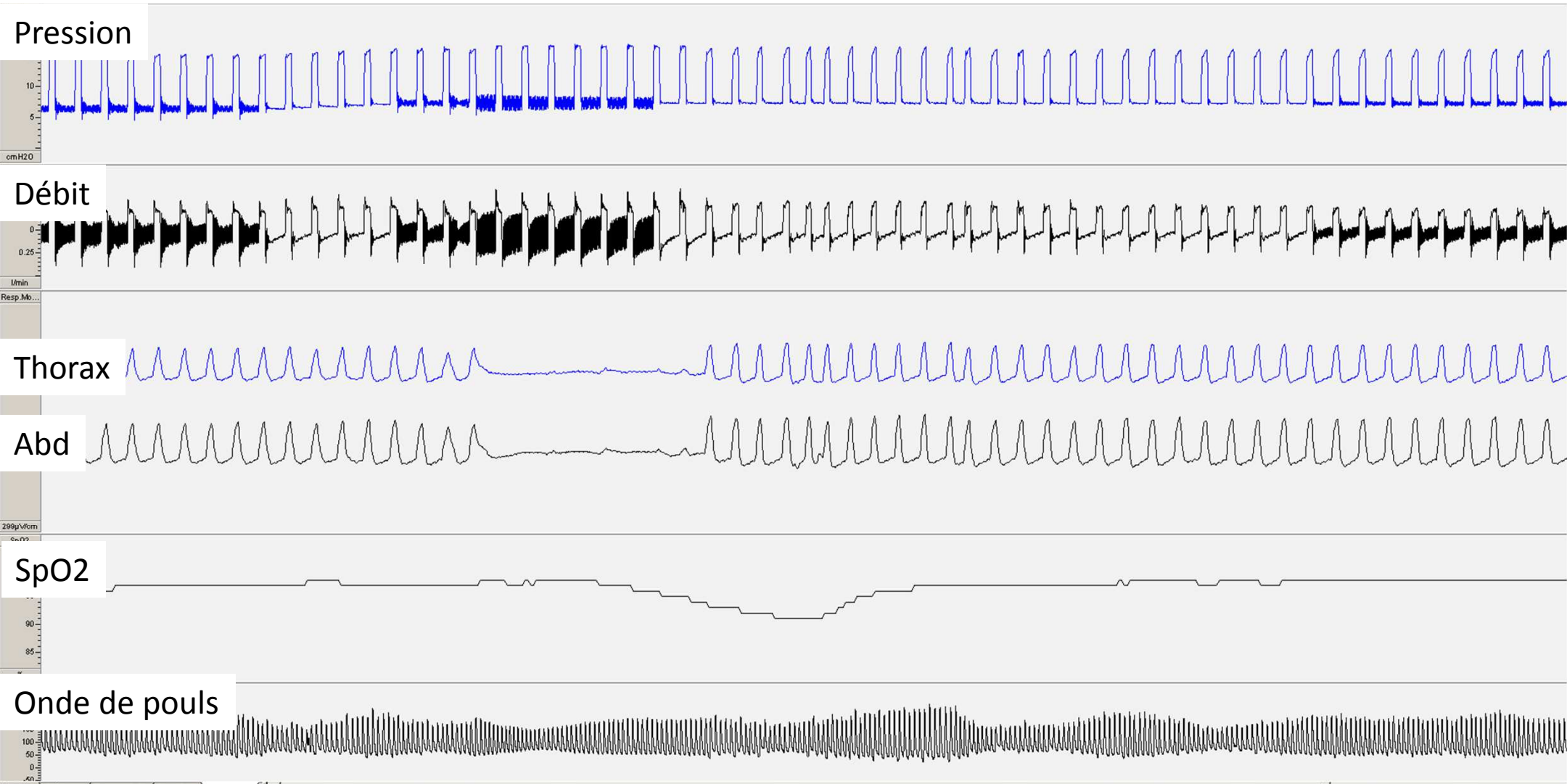


Fuites compliquées d'efforts inspiratoires non récompensés
avec participation active du patient (moindre diminution amplitude des sangles et participation
À l'augmentation de l'amplitude du débit)



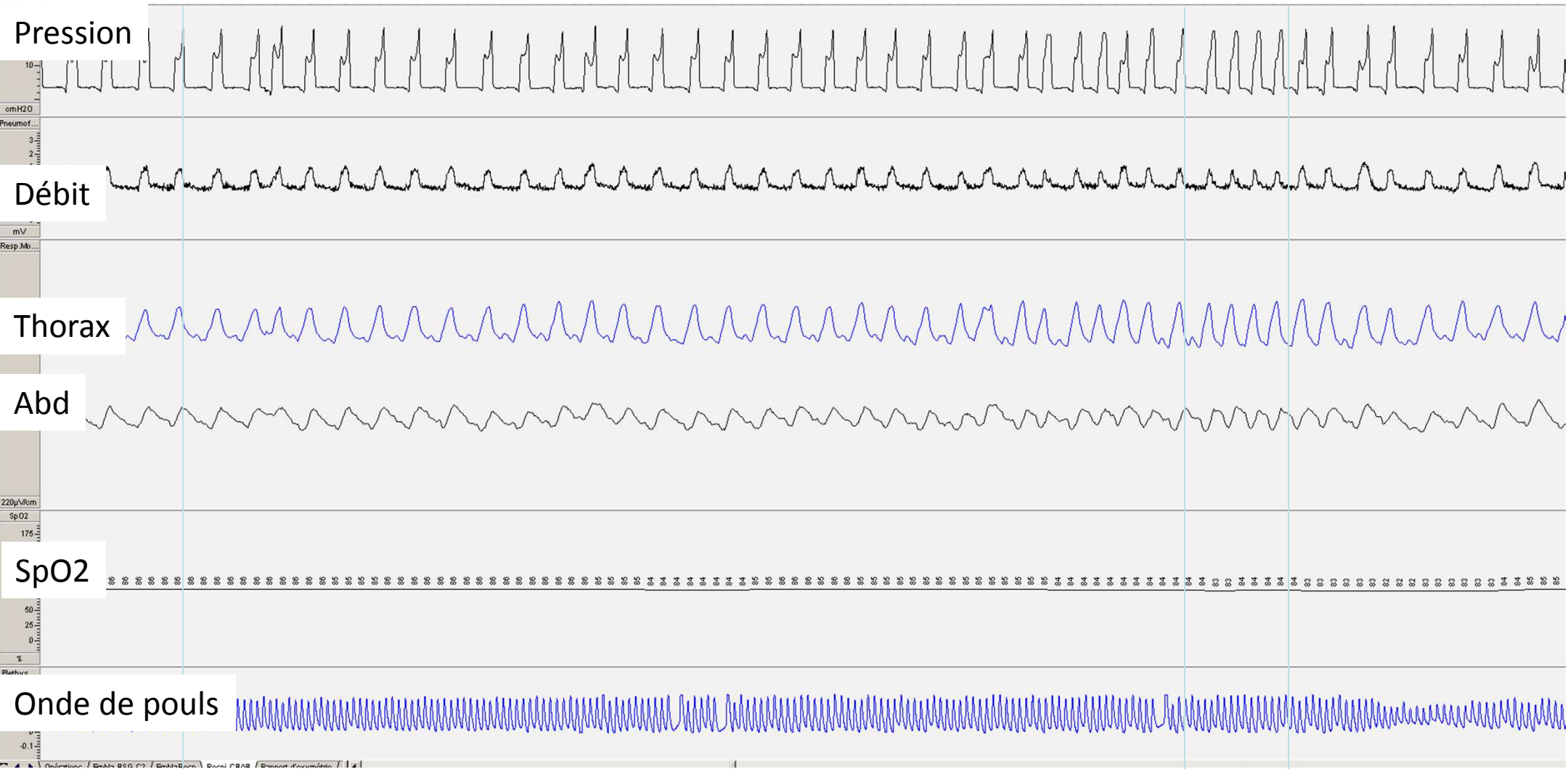
Myotonie de Steinert : Asynchronisme,
fuites non intentionnelles majeures avec autodéclenchement

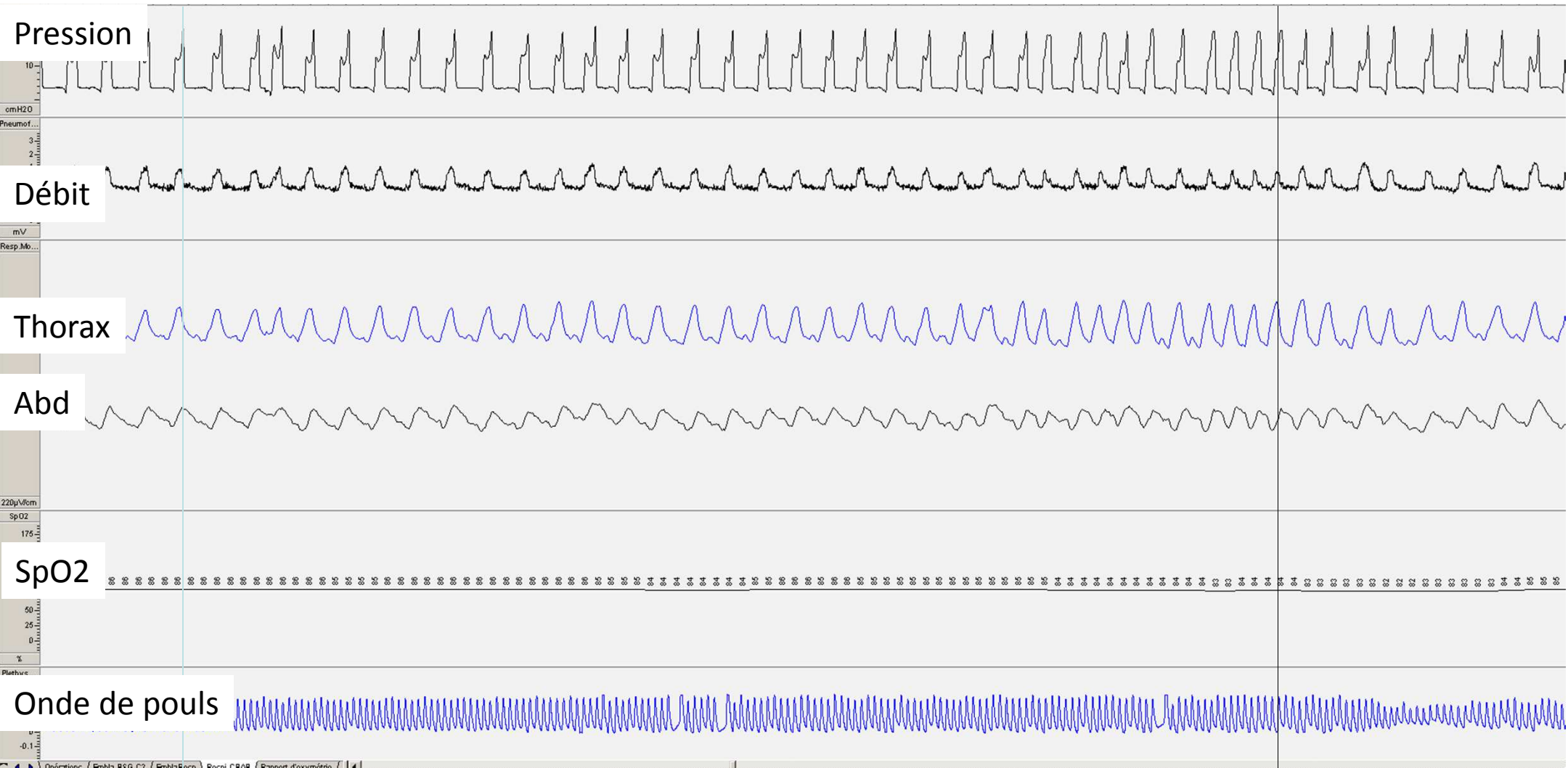




Obstruction des VAS avec diminution de la commande

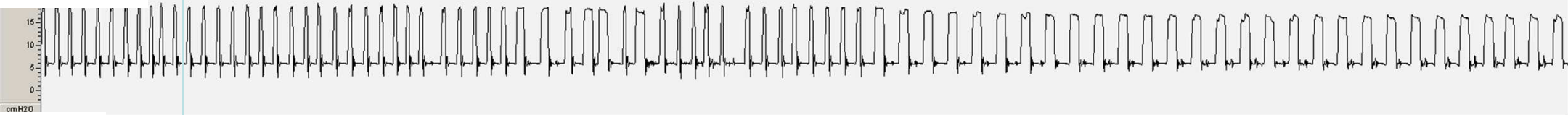
(Réaction inappropriée du ventilateur par augmentation de la PEP préalable à l'évènement, Bipap A40)





BPCO : Efforts inspiratoires non récompensés
sur fermeture partielle des VAS (déphasage thoraco-abdominal)
puis microéveil autonome

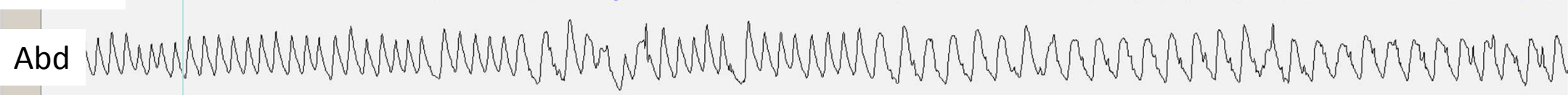
Pression



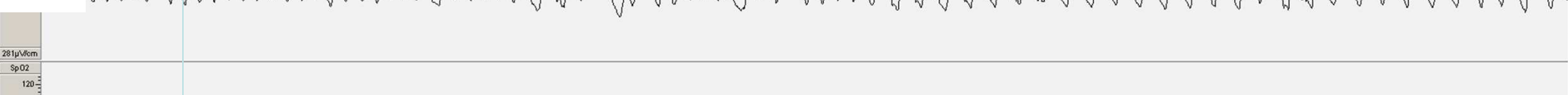
Débit



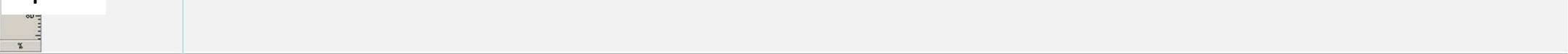
Thorax



Abd

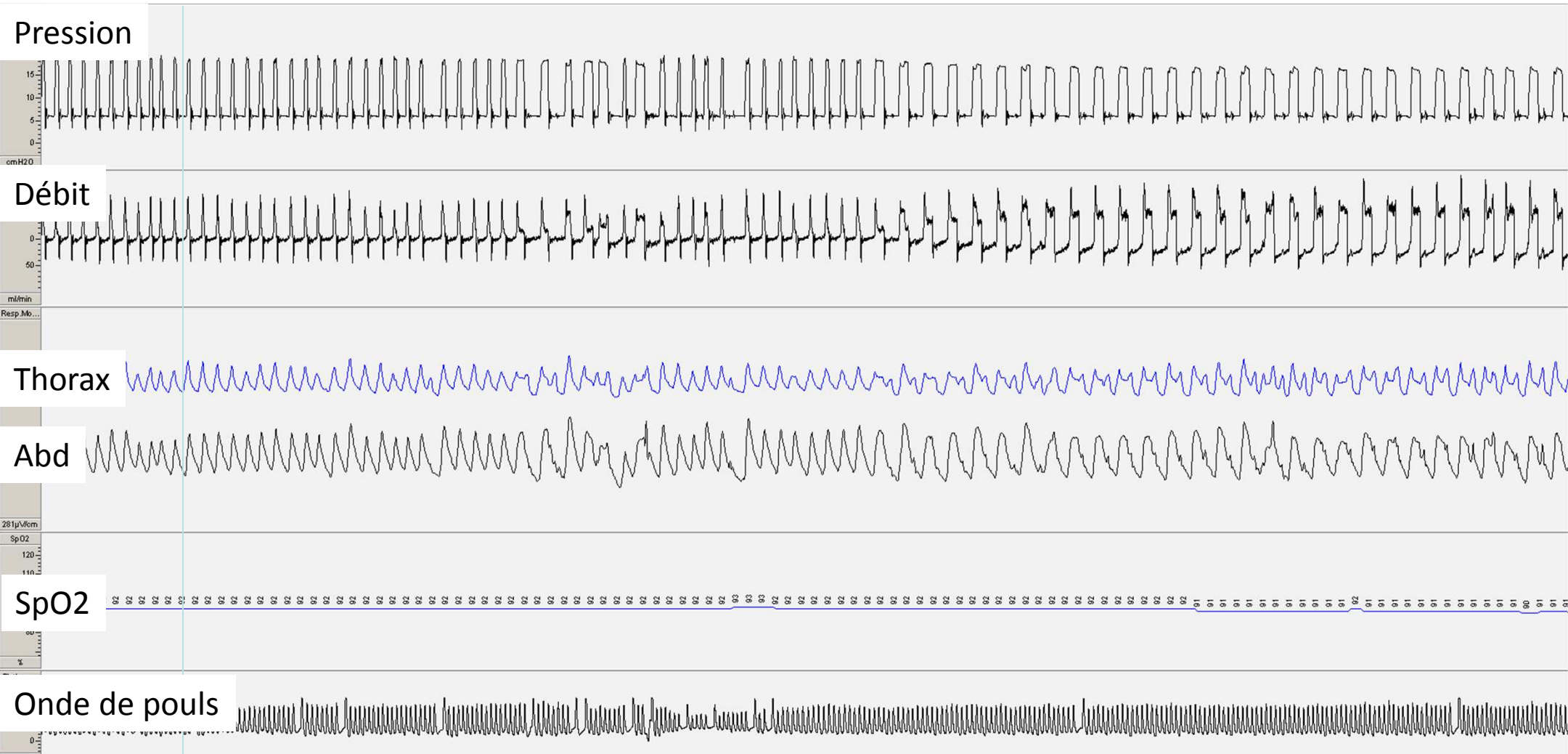


SpO2



Onde de pouls





Fuites non intentionnelles importantes (dépressurisation)

Complicées d'efforts inspiratoires non récompensés malgré l'augmentation des efforts inspiratoires (augmentation de l'amplitude des mouvements thoraco-abdominaux sur la partie droite de la diapositive)

Pression



Débit



Th



ABD

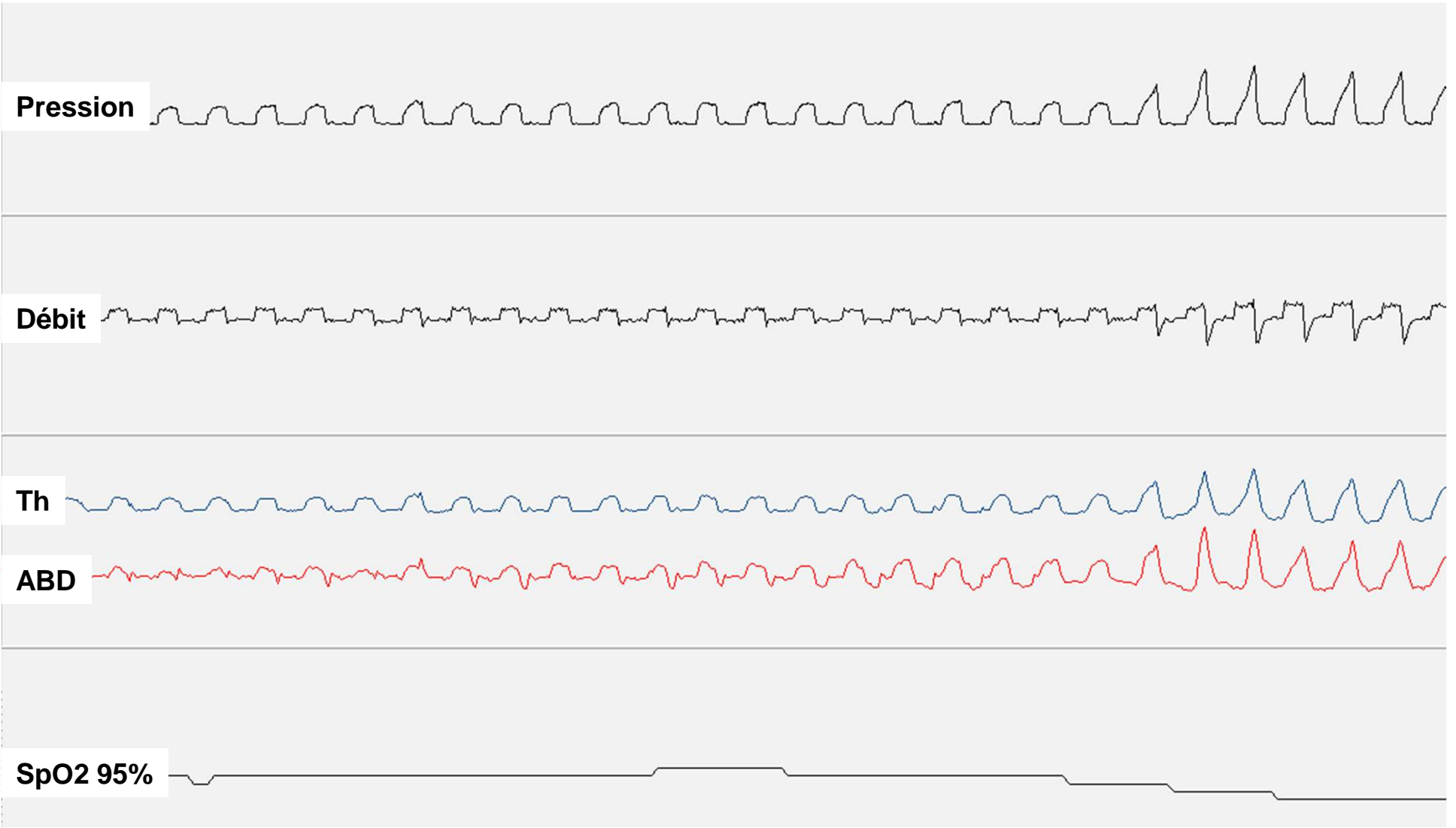


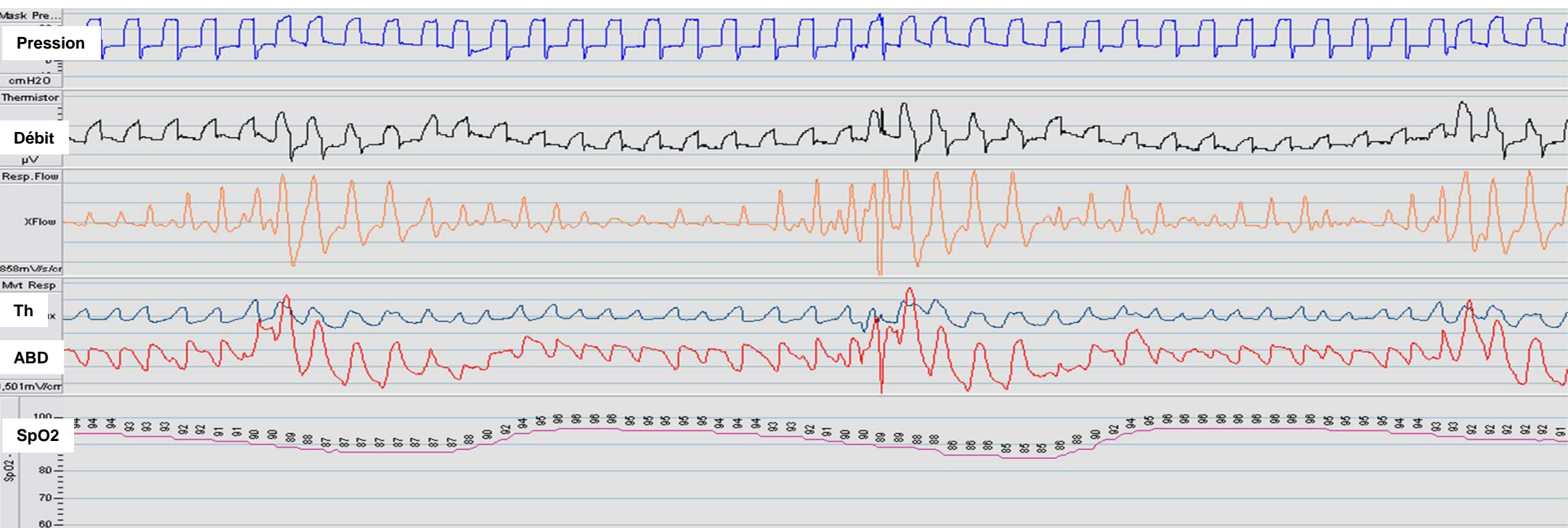
SpO2 95%

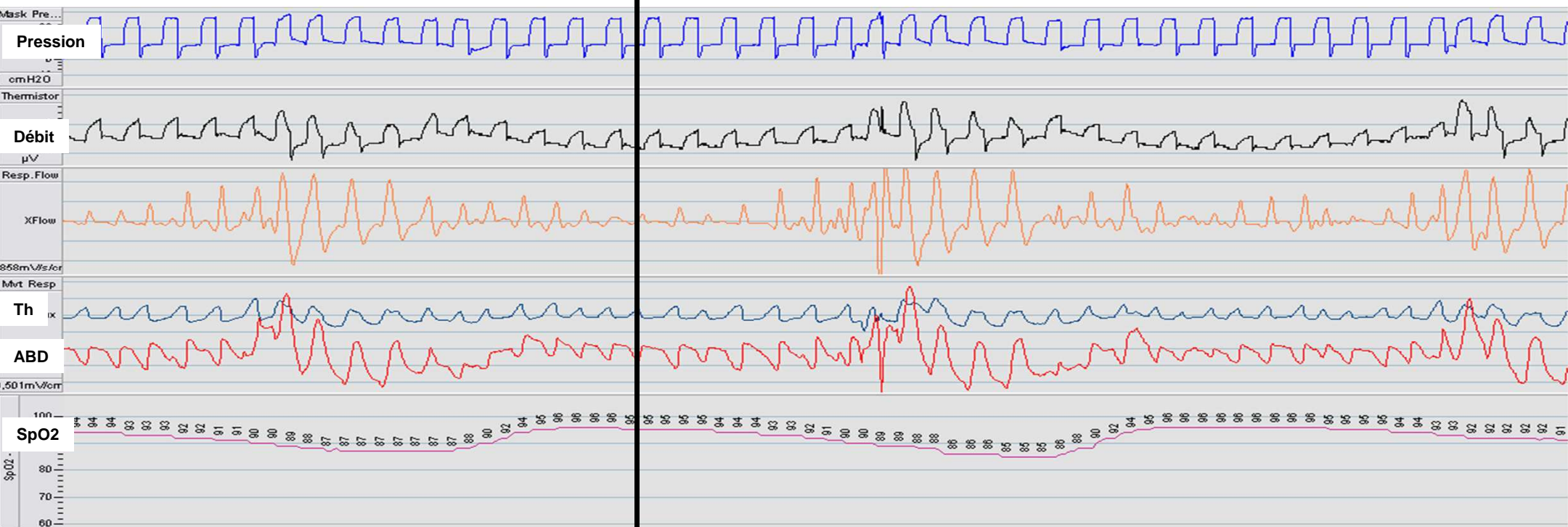


Ventilateur volumétrique - masque nasal

Fuites buccales







Obstruction VAS sans diminution commande centrale
Attention, la déflexion thoracique est positive
(comme celle du ventilateur) alors celle de l'abdomen
est négative = lutte avec les muscles du cou
+ complications
fuites non intentionnelles (aplatissement du débit)
et asynchronisme

↓ Signes cliniques d'hypoventilation alvéolaire et ↓ PaCO₂ diurne *EI : effets indésirables

