

# Monitorage de la VNI à domicile



Dr Claudio Rabec  
Service de Pneumologie et Réanimation Respiratoire  
Centre Hospitalier Universitaire de Dijon



# Pourquoi faut-il monitorer la VNI?

Lorsque une VNI est mise en route, les paramètres ventilatoires sont déterminés empiriquement en se basant sur:

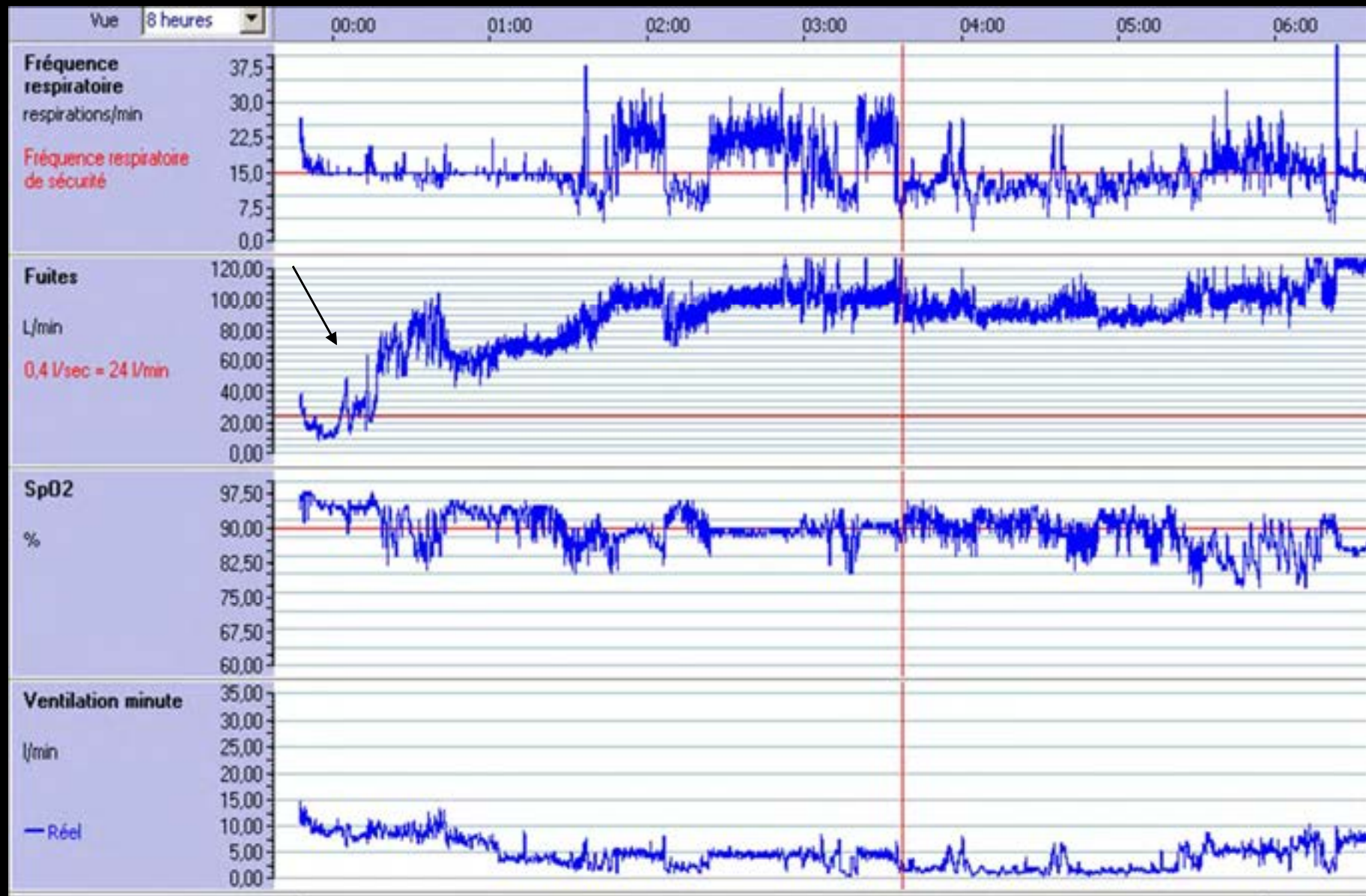
- La pathologie de base
- La tolérance du patient pendant les essais d'éveil
- Les variations des GDS

# Pourquoi faut-il monitorer la VNI?

Mais...

- La VNI est appliquée la nuit, période de profondes modifications, en particulier chez les IRC
  - paramétrer la VNI pendant la journée peut sous-estimer ces différences physiologiques
  - Ceci peut amener à méconnaître des événements pouvant réduire l'efficacité de la VNI pendant la nuit

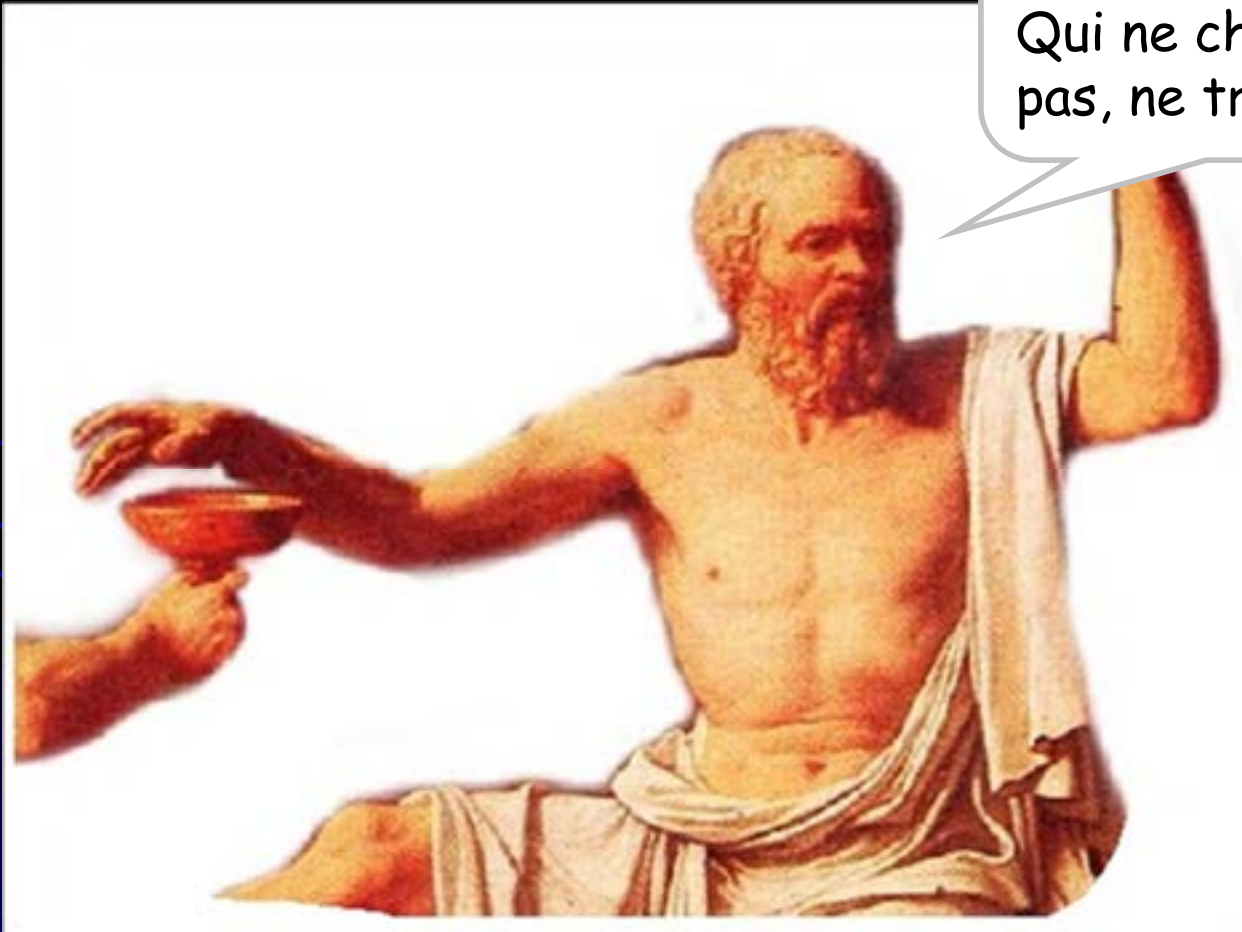




# First thing first:

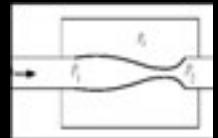
Comprendre les mécanismes d'échec de la VNI

Qui ne connaît pas  
ne cherche pas  
Qui ne cherche  
pas, ne trouve pas



# A différence de la ventilation invasive, la VNI présente deux caractéristiques uniques:

- Le caractère non étanche du système
- L'existence d'une résistance variable (type Starling) représentée par la voie aérienne supérieure



*l'ensemble respirateur-poumon ne peut pas être considéré comme un modèle uni compartimental*

## **L'existence de cette « solution de continuité » entre le respirateur et la voie aérienne peut expliquer**

- que le volume pré réglé n'arrive pas dans sa totalité au patient (respirateur volumétrique)
- que le système n'arrive pas à pressuriser correctement le circuit (générateur de pression: CPAP, VDNP)



# Échec d'une VNI: mécanismes potentiels

- Fuites non intentionnelles
- Diminution de la perméabilité de la VAS
- Asynchronisme patient-ventilateur
- Diminution de la commande ventilatoire
- Hypoventilation résiduelle

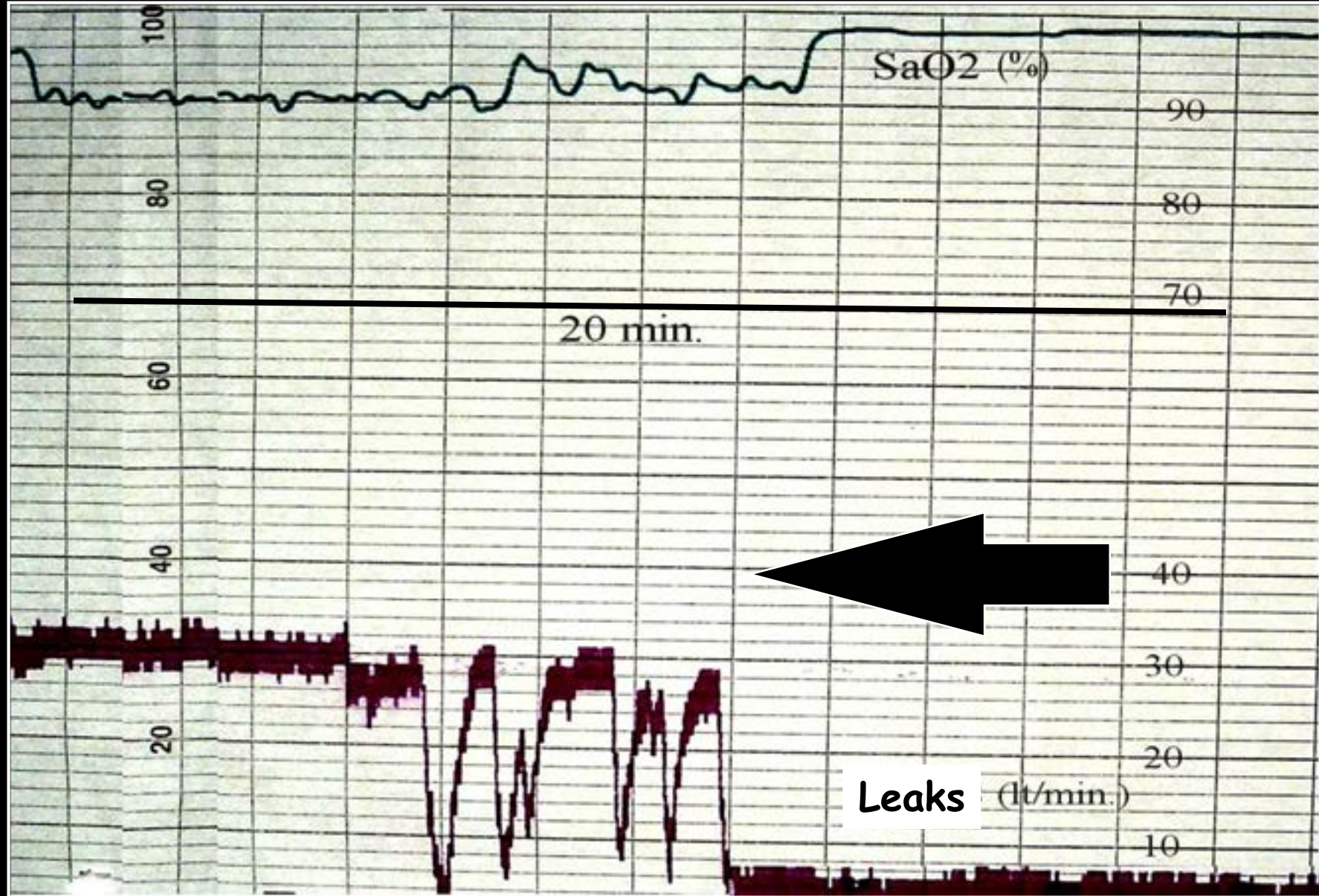
# Fuites en VNI:

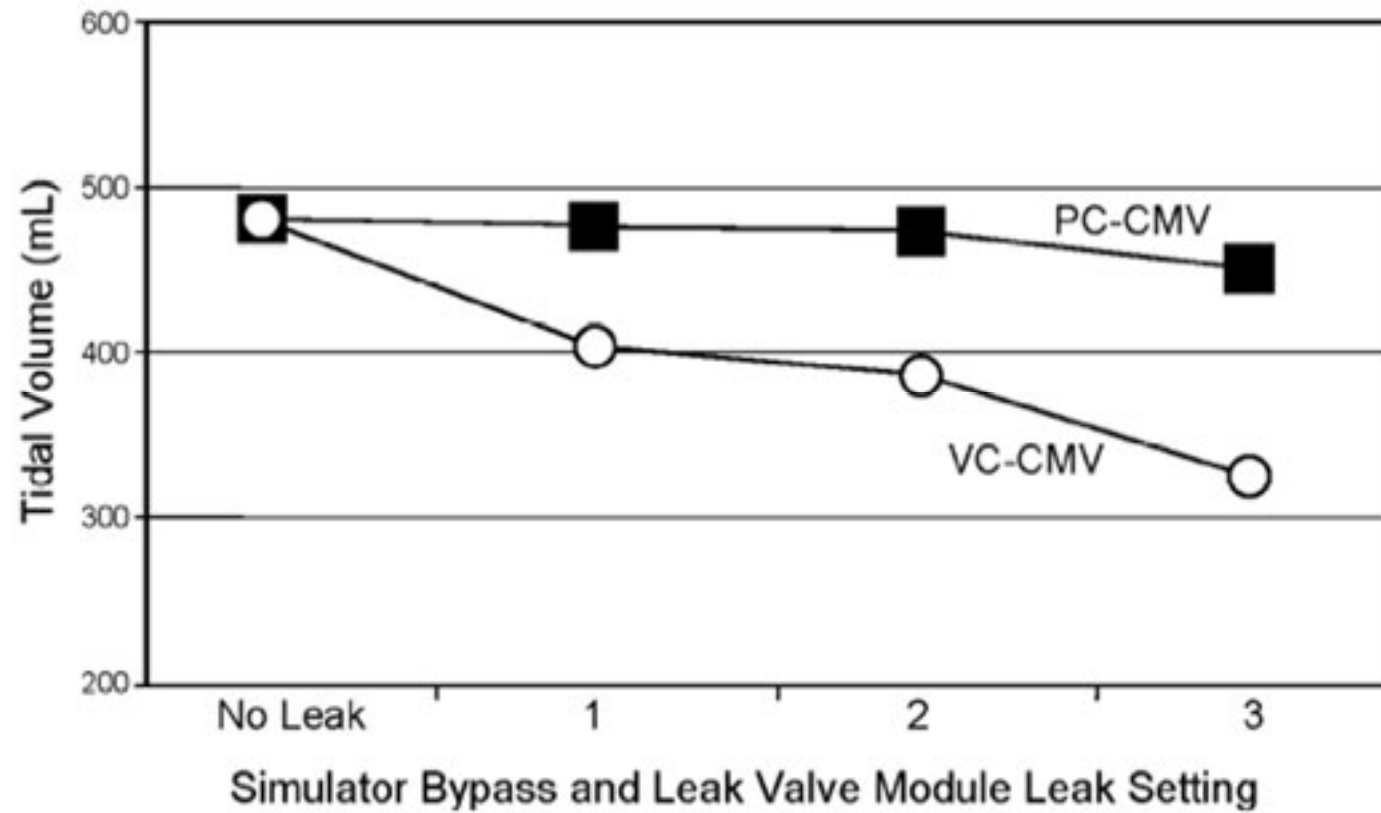
## Conséquences *sur la qualité de la ventilation* (1)

- *Réduction de la ventilation efficace*
  - Plus importante en ventilation volumétrique.
  - En AI, le retentissement est moindre (compensation des fuites).
    - Mais, à fuites plus importantes la pressurisation peut devenir insuffisante et la ventilation inefficace

*La présence de fuites sous ventilation pendant la période d'éveil s'associe à la persistance d'une hypercapnie*

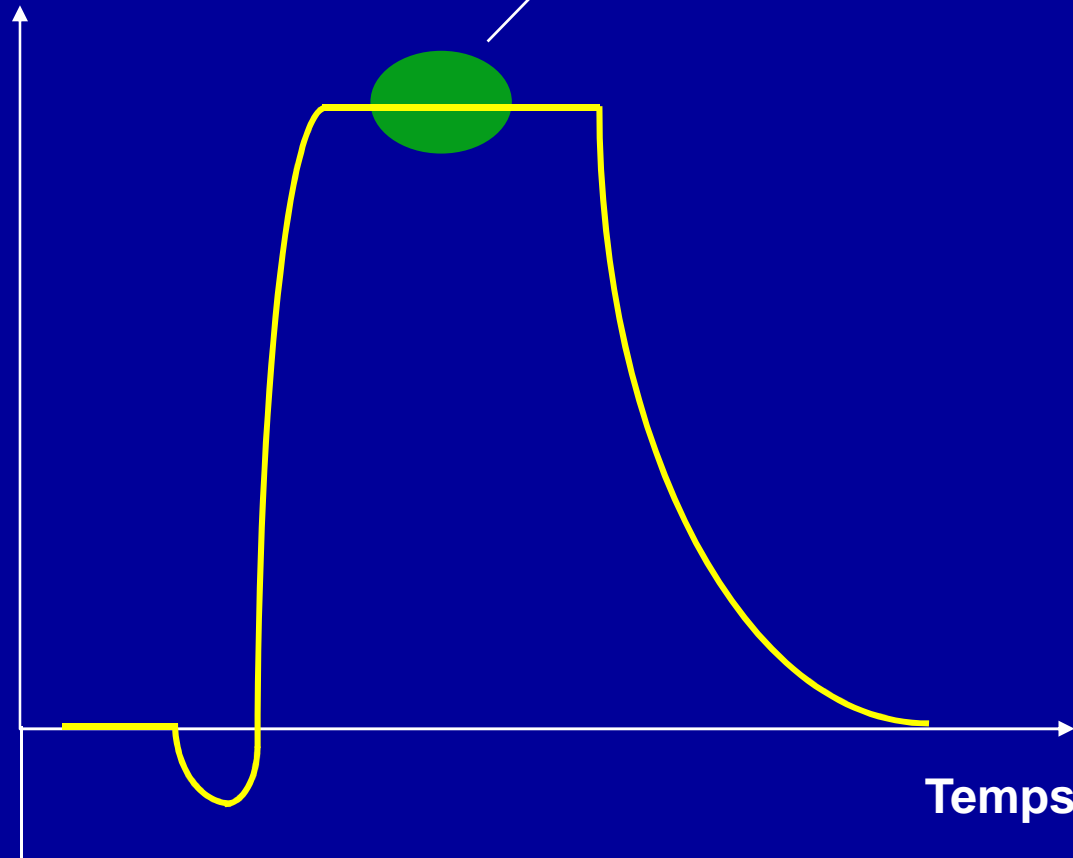
(J Gonzalez et al, Int Care Med 2002)





Pression

Niveau d 'AI



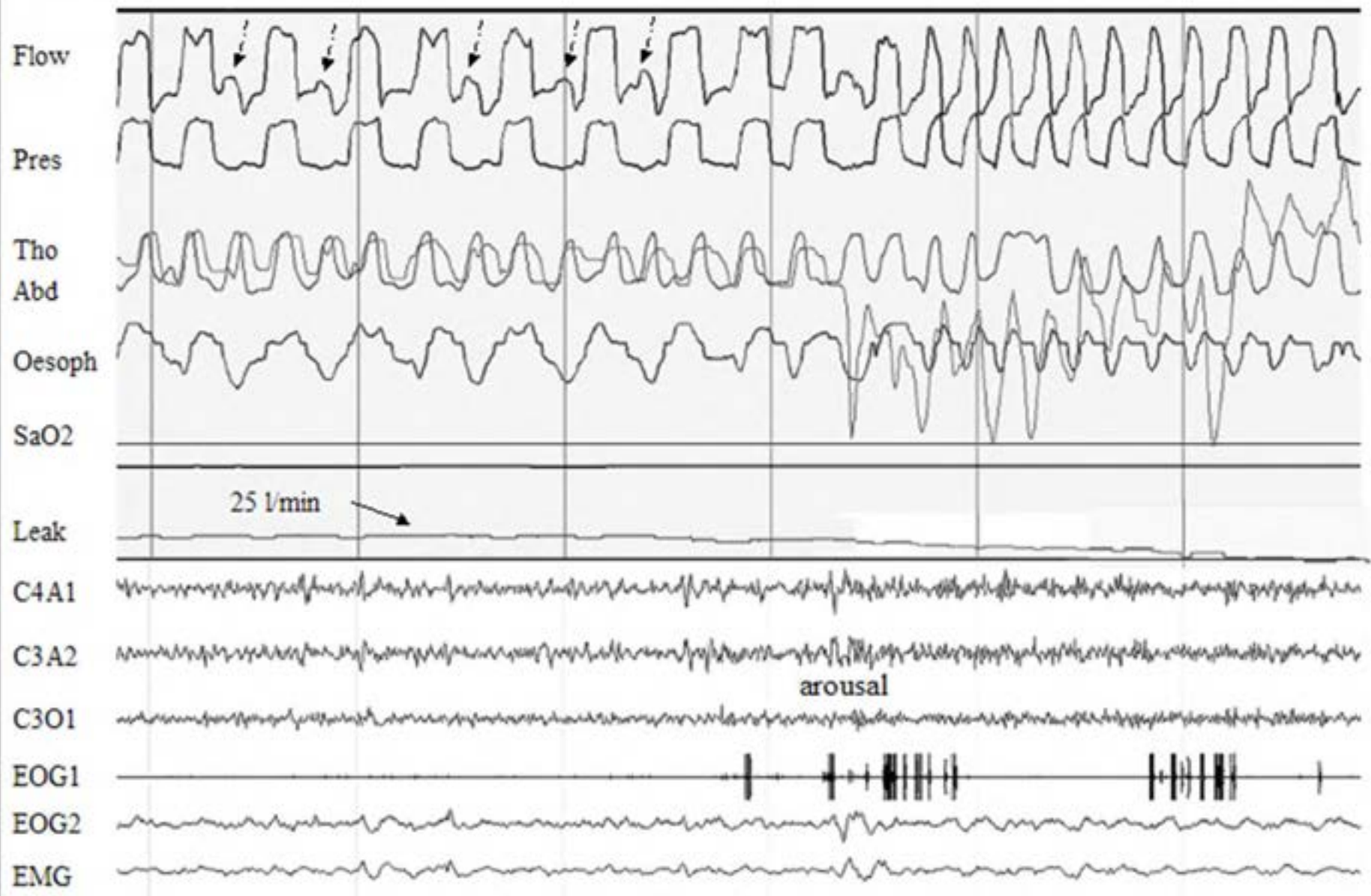
Temps

# Fuites en VNI:

## Conséquences *sur la qualité de la ventilation* (2)

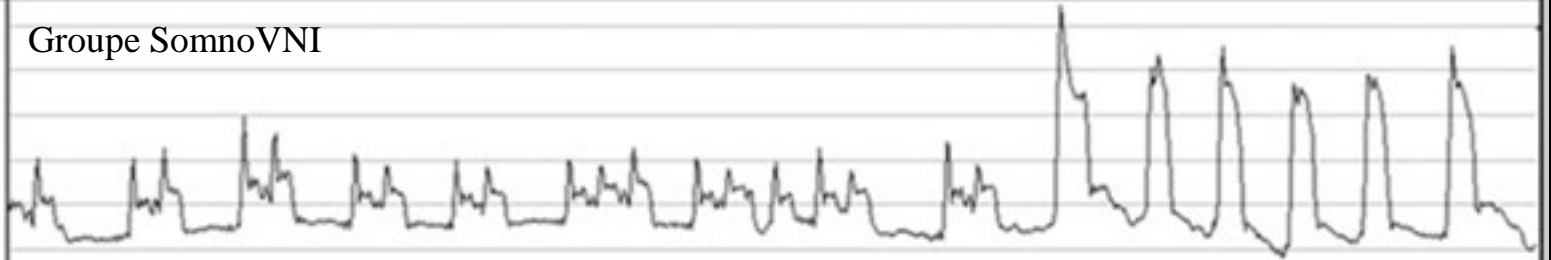
### ○ *Défaillance du “trigger” inspiratoire*

- La majorité des respirateurs en pression ont des systèmes d’auto ajustement du trigger, mais ceci est variable d’un appareil à un autre (Highcock Eur Respir J. 2001)
- La défaillance du trigger inspi réduit l’efficacité de la ventilation, peut amener à des asynchronismes (Vignaux ICM 2009) et altère la qualité du sommeil (Meyer Sleep 1997).

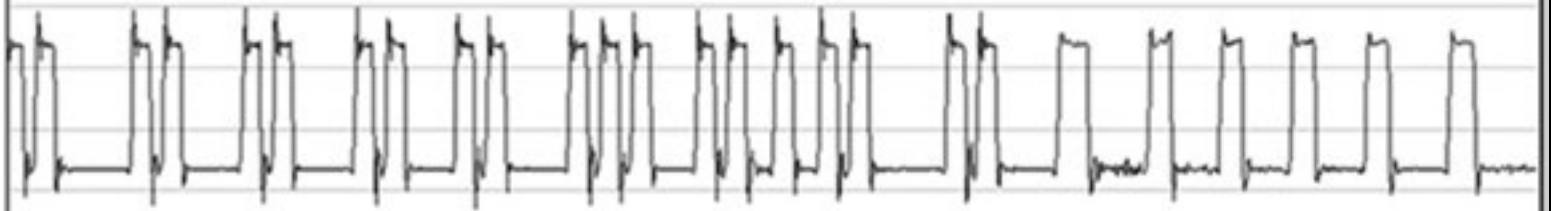


Groupe SomnoVNI

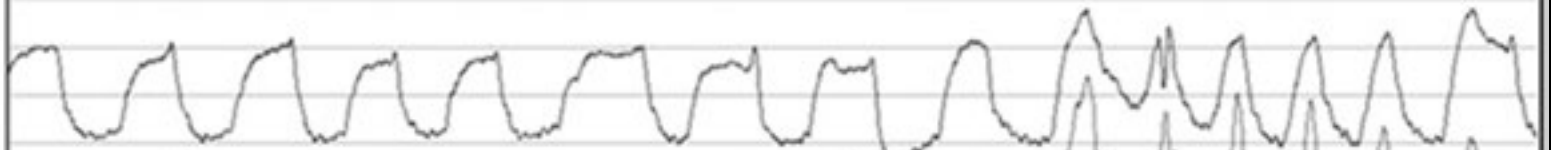
**Airflow**



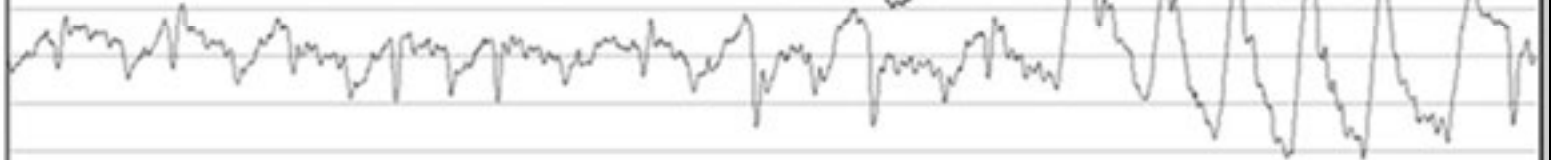
**Pressure**



**Thoracic belt**



**Abdominal belt**



**SpO2**

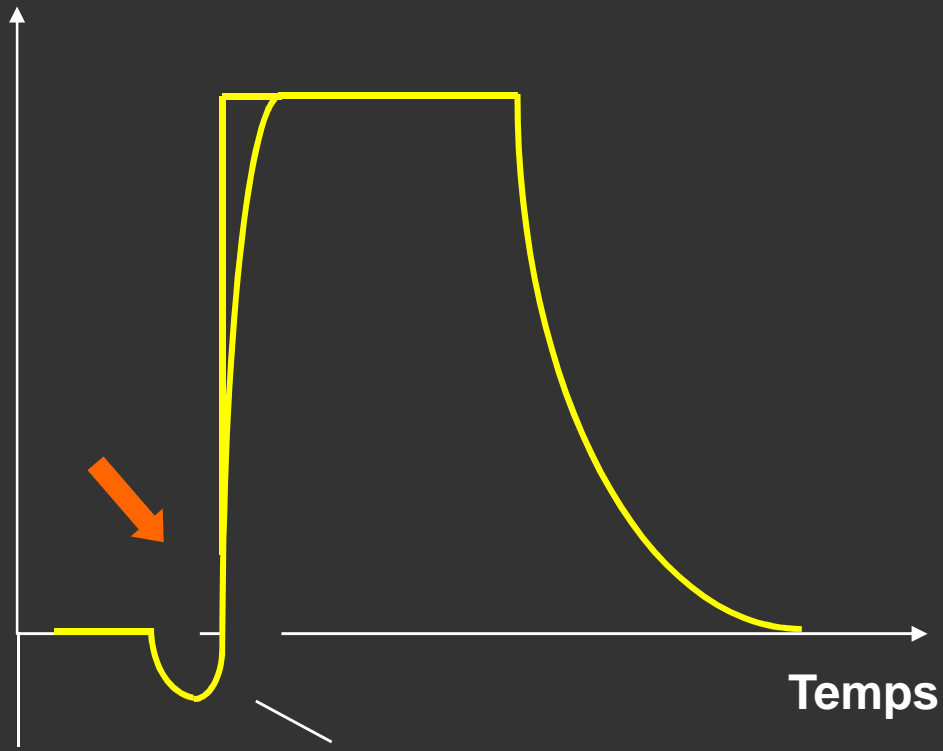




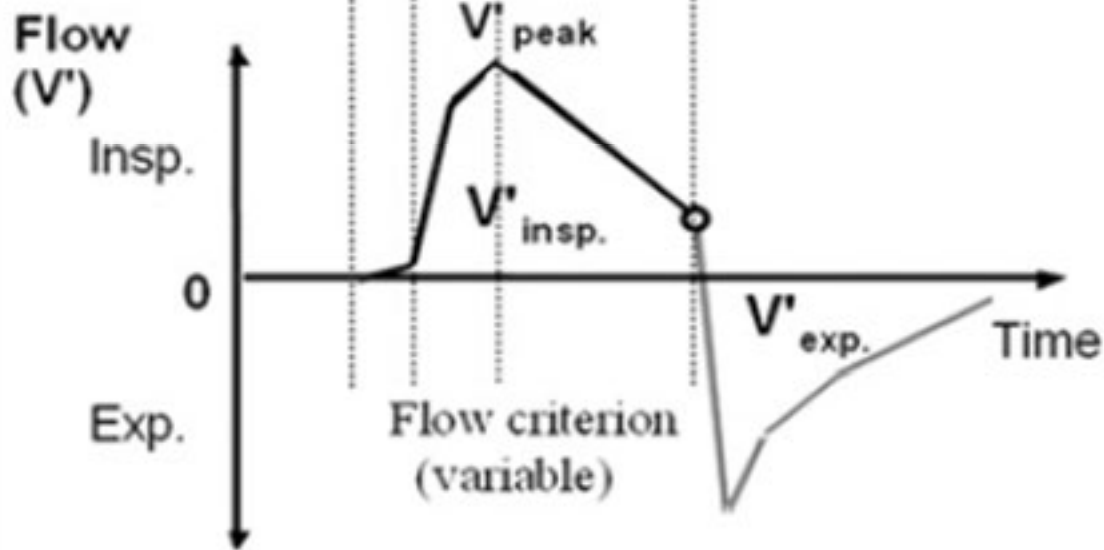
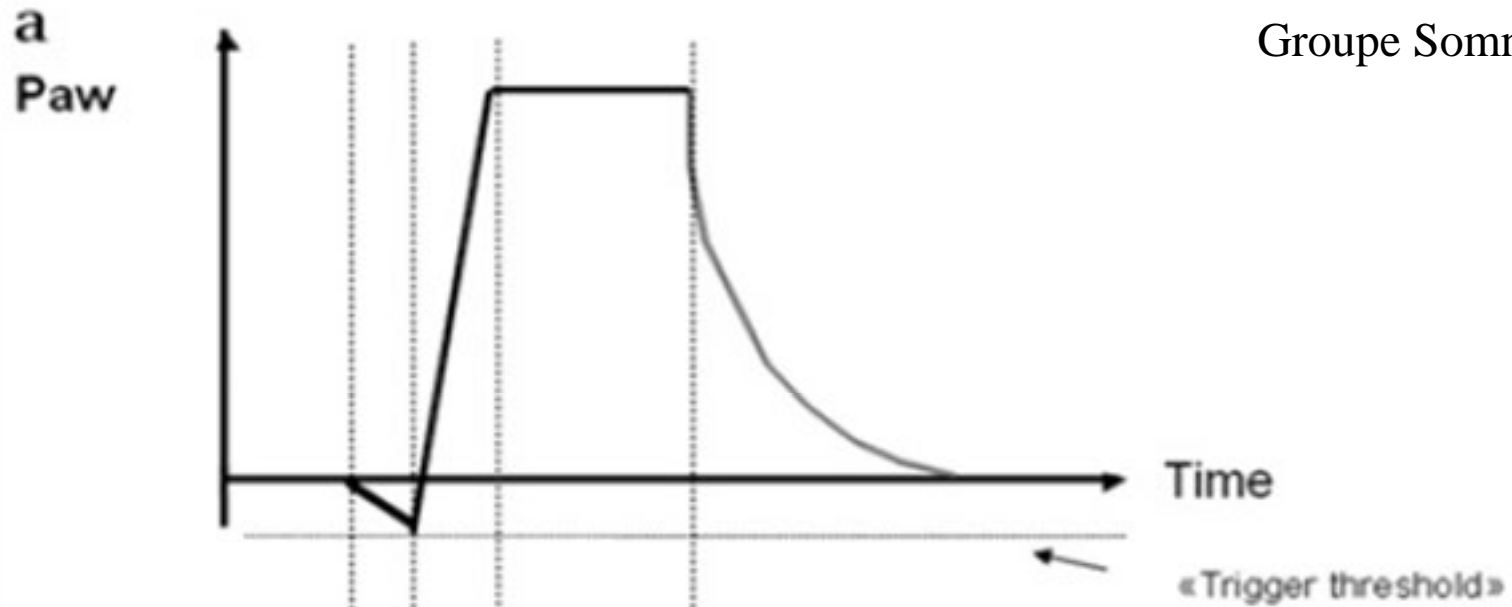
## Conséquences des fuites sur le trigger inspi



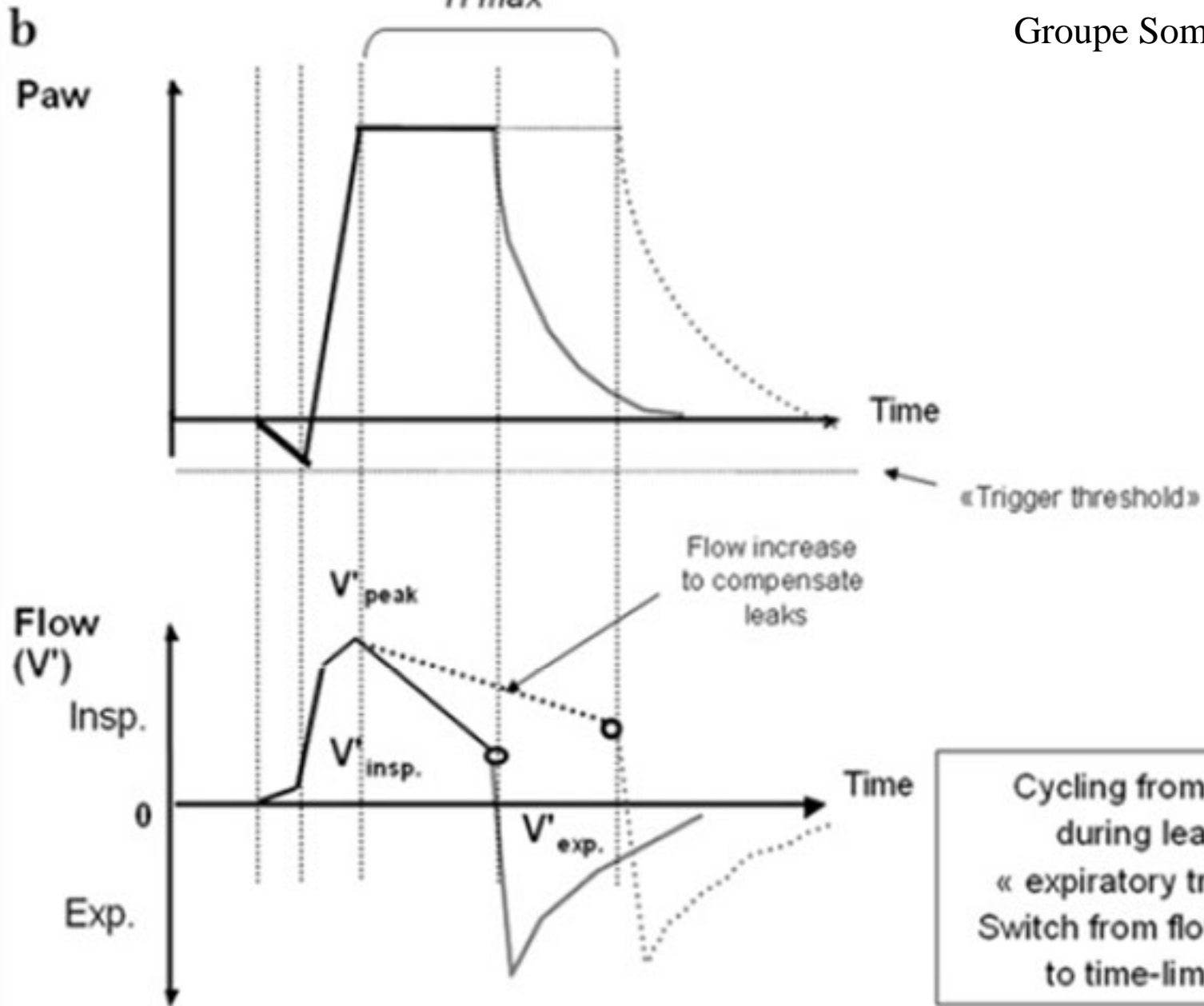
Pression

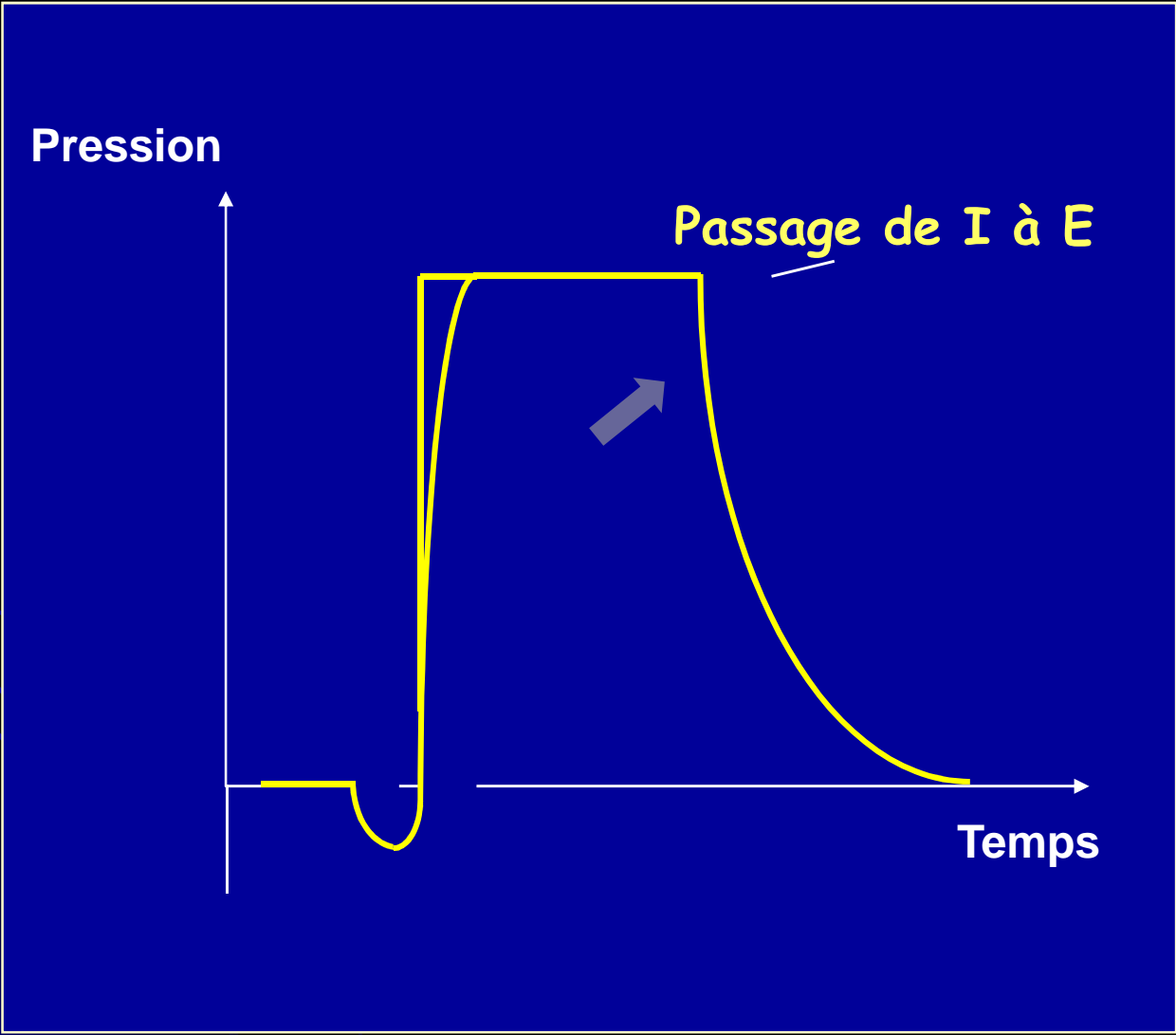


Réponse à l'effort inspiratoire  
("Trigger")

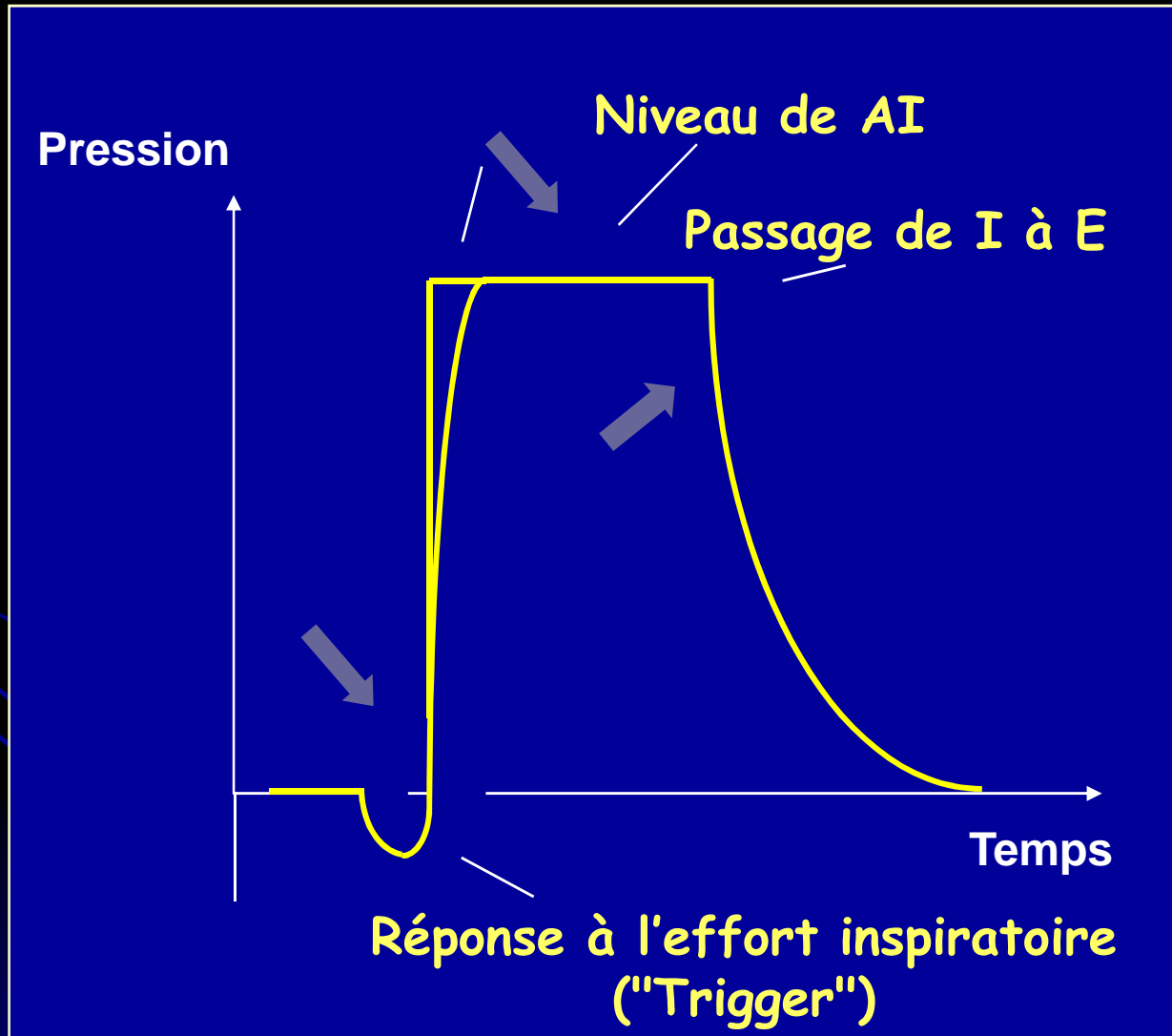


Cycling from I to E  
without leaks:  
«expiratory trigger»  
*flow-limited*





# Donc, les fuites altèrent à plusieurs étages l'efficacité d'une AI

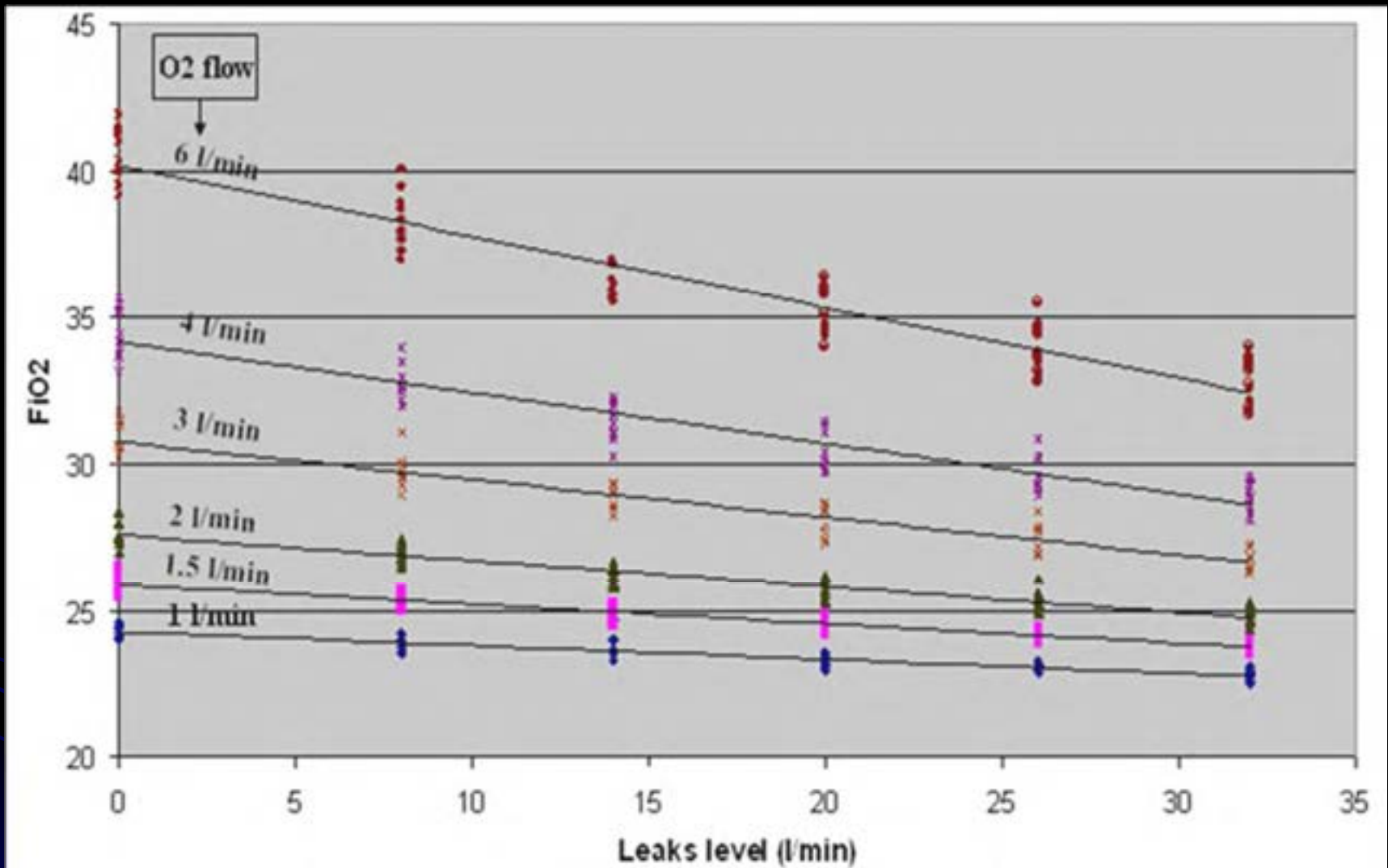


# Fuites en VNI:

## Autres effets nuisibles

- *Difficulté pour obtenir une FiO<sub>2</sub> satisfaisante*
  - Effet “dilution”
- *Intolérance au traitement*
  - Observance thérapeutique!
- *Alteration de la qualité du sommeil*
  - Les épisodes de fuite buccal fragmentent le sommeil

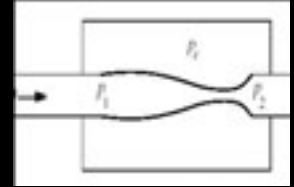
(Bach, Chest 1995)



La FiO<sub>2</sub> que l'on obtient lorsqu'on ajoute de l'O<sub>2</sub> dans le circuit dépend de l'importance des fuites

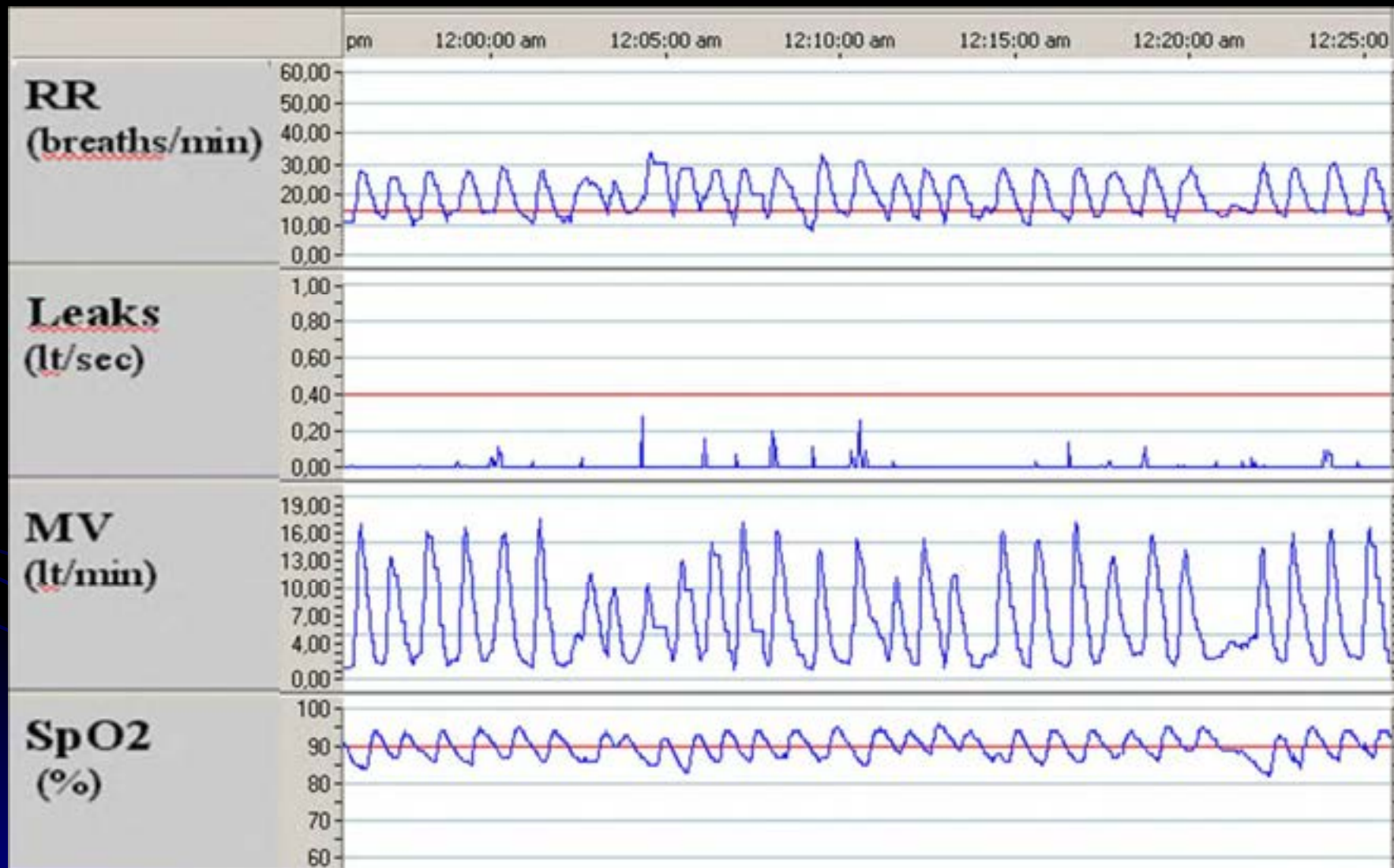


# Diminution de la perméabilité des VAS (« blocage inspiratoire »)

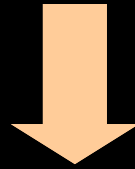


- Épisodes d'obstruction dynamique des VAS
- Répondent à deux mécanismes physiopathologiques différentes
  - ✓ *collapsus oropharyngée* (conséquence d'une PEP sous optimale)
    - effort inspiratoire croissant
  - ✓ *fermeture de glotte* (réponse réflexe à la ventilation)
    - réduction ou absence d'effort inspiratoire
- S'expriment dans la SaO<sub>2</sub> par des *pics de désaturation répétés* sous VNI

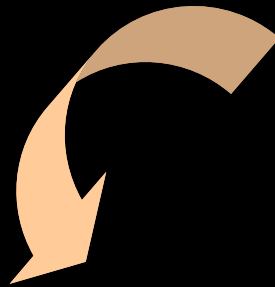
(Jounnieaux, JAP 1995)



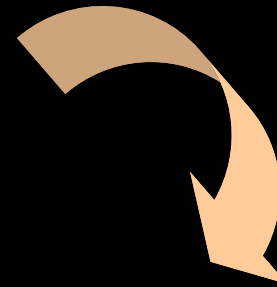
Pics de désaturation



Obstruction épisodique de la VAS



à mécanisme  
oropharyngée



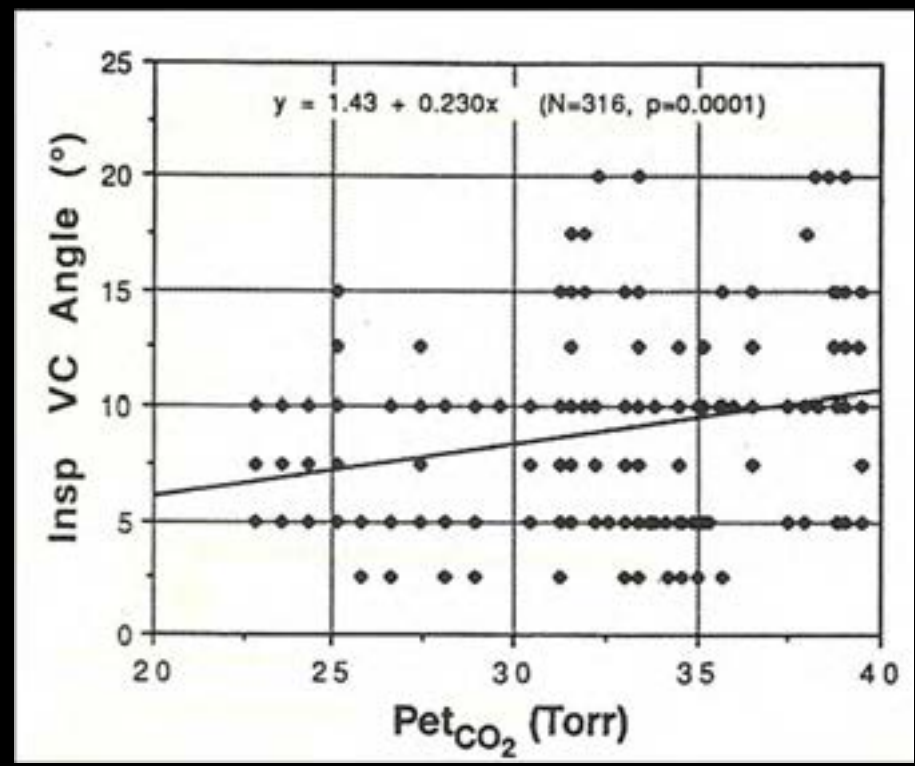
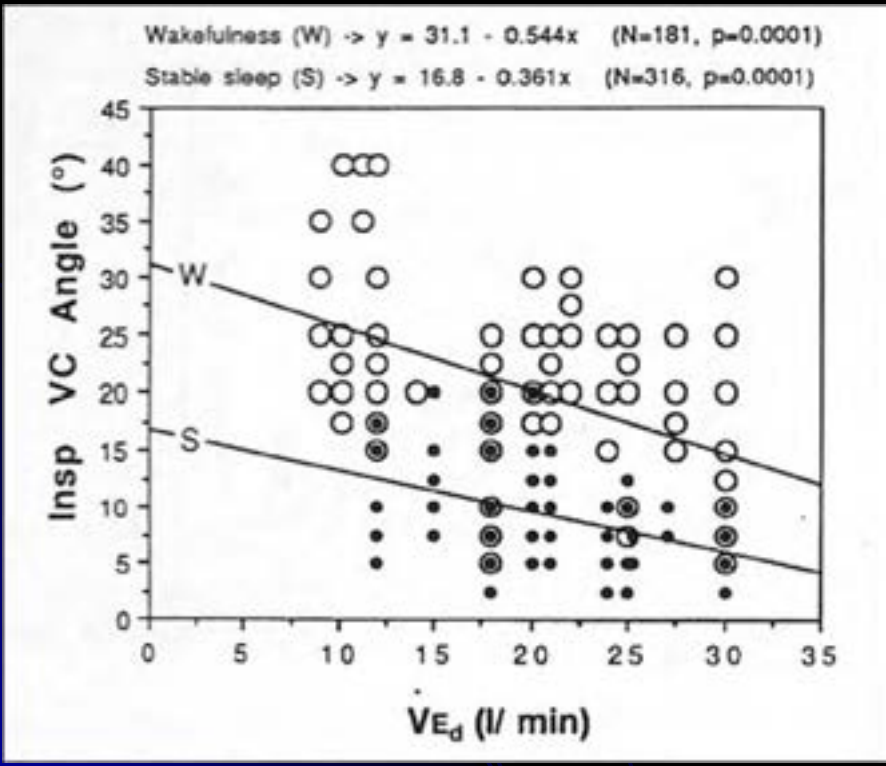
à mécanisme  
glottique

	Subjects <sup>#</sup>	Abnormalities detected/patients evaluated in each situation <sup>1</sup>	Effective therapeutic intervention <sup>*</sup>	PG/PSG needed
<b>Nasal mask<sup>1</sup></b>				
Leak	69 (41.3)	ARF: 25/36 (69.4) CRF: 20/41 (48.7) LTMV: 24/90 (26.6)	Chin strap: 30/69 (43.5) Nasal to facial mask change: 18/69 (26) Other mask change of the same type: 8/69 (11.6)	11/69 (16)
Desaturation dips	34 (20.4)	ARF: 4/36 (11.1) CRF: 10/41 (24.4) LTMV: 20/90 (22.2)	Decreasing IPAP: 2/69 (2.9) Increasing EPAP: 18/34 (52.9) Decreasing IPAP: 5/34 (14.7)	11/34 (32.4)
Continuous desaturation	10 (5.9)	ARF: 3/36 (8.33) CRF: 3/41 (7.3) LTMV: 4/90 (4.4)	Increasing IPAP: 5/10 (50) O <sub>2</sub> addition: 5/10 (50)	0/10
<b>Facial mask<sup>1</sup></b>				
Leak	7 (12.7)	ARF: 5/33 (15.1) CRF: 1/12 (8.3) LTMV: 1/10 (10.0)	Mask change: 3/7 (42.9) Humidifier: 1/7 (14.2)	3/7 (42.9)
Desaturation dips	19 (34.5)	ARF: 11/33 (33.3) CRF: 5/12 (41.7) LTMV: 3/10 (30.0)	Increasing EPAP: 7/19 (36.8) Decreasing IPAP: 2/19 (10.5)	10/19 (52.7)
Continuous desaturation	8 (14.5)	ARF: 5/33 (15.1) CRF: 2/12 (16.7) LTMV: 1/10 (10)	Increasing IPAP: 5/8 (62.5) O <sub>2</sub> addition: 3/8 (37.5)	0/8

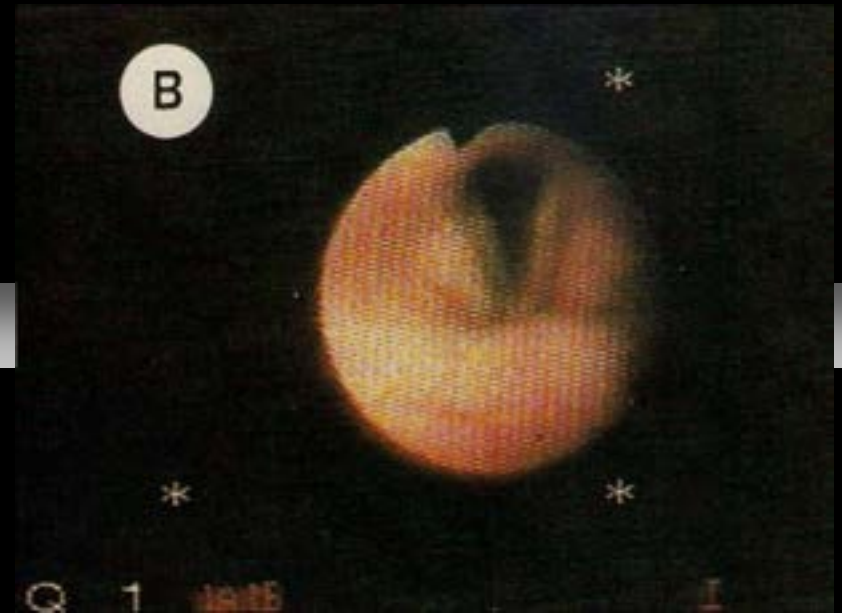
Desaturation dips for > 10% of the night were observed in 24% of 222 patients treated by NIV

$\dot{V}_{E_d} (V_i \times f)$

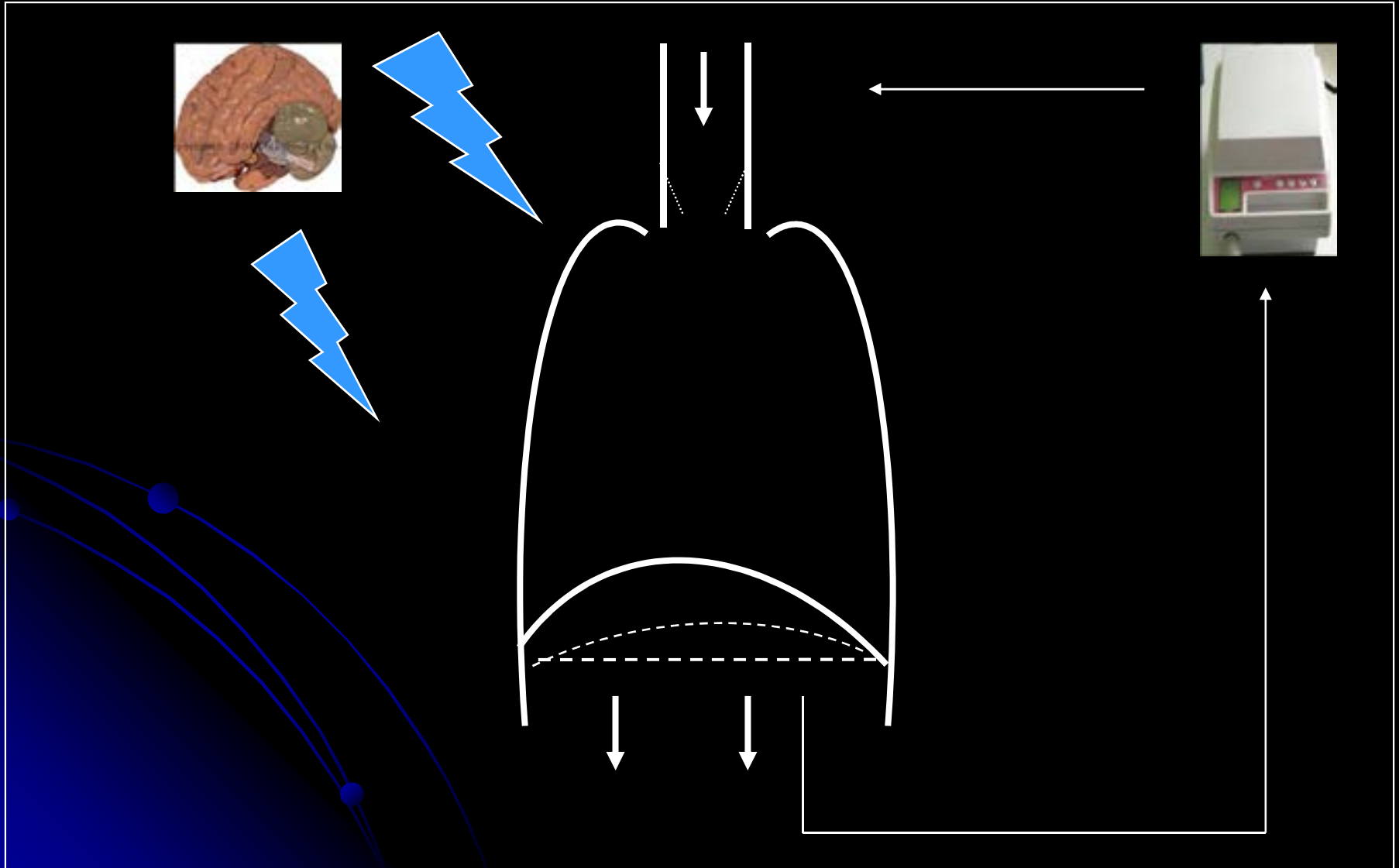
	9 l/min (750 ml × 12 cycles min)	14 l/min (1,000 ml × 14 cycles min)	18 l/min (1,000 ml × 18 cycles min)	21 l/min (1,000 ml × 21 cycles min)	24 l/min (1,000 ml × 24 cycles min)	30 l/min (1,000 ml × 30 cycles min)
Insp VC angle, °	28.5±4.7 (20-35)	20.0±0.0*	20.8±2.1 (17.5-25)	19.5±2.6 (17.5-25)	16.5±3.4 (15-25)	11.3±2.4* (7.5-15)
Pmask, cmH <sub>2</sub> O	3.8±1.4 (2-7)	10.7±1.5*	14.6±0.5*	16.9±0.7*	19.7±0.4*	25.0±1.7* (22.5-27)
PETCO <sub>2</sub> , Torr	37.5±0.0	32.6±0.4* (29.2-33)	28.5±0.0	25.7±0.4* (25.5-26.3)	16.6±0.2* (16.5-17.3)	20.6±0.5* (19.5-21)



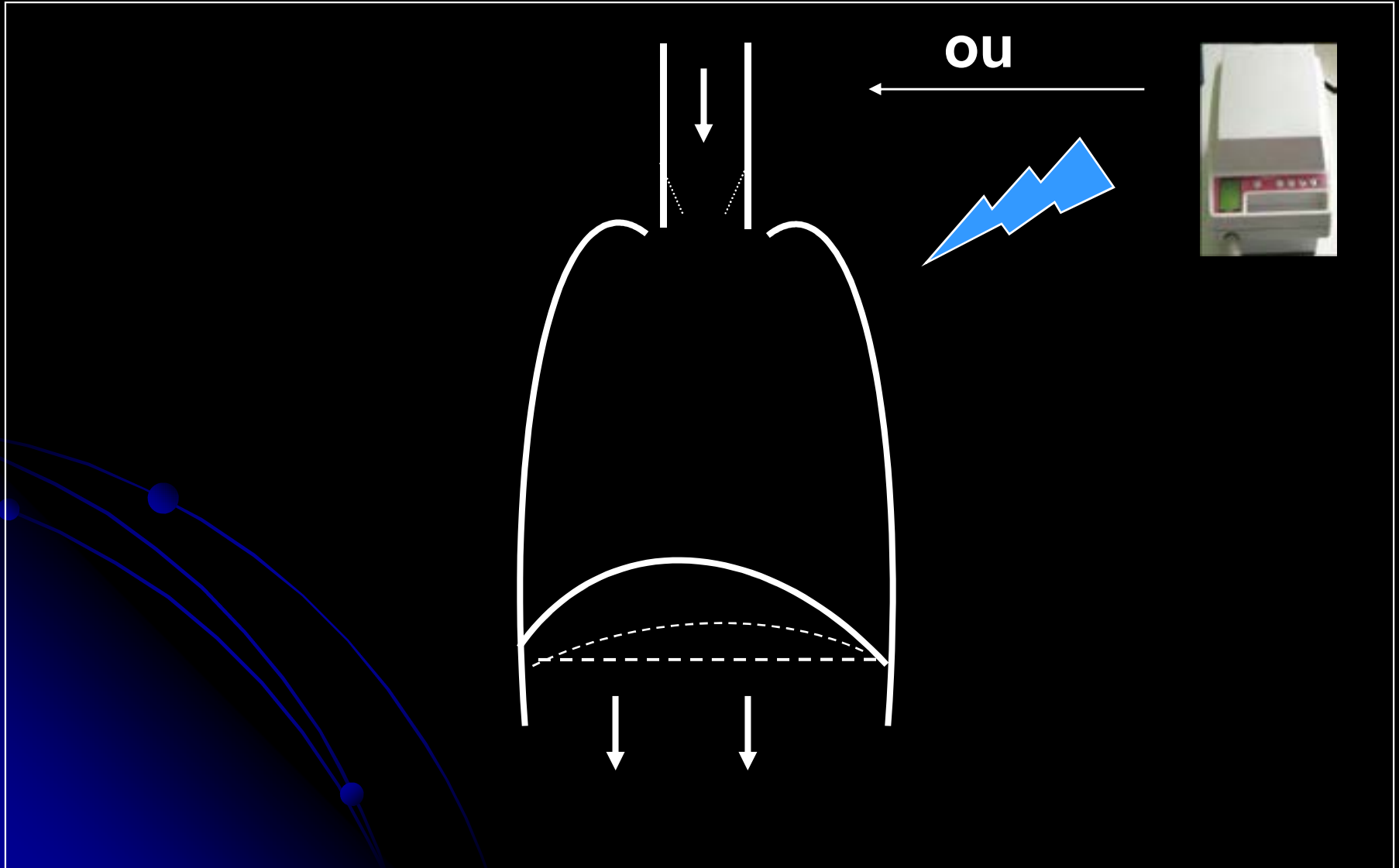
# Conséquence de l'augmentation de l'EtCO<sub>2</sub> sur l'ouverture glottique



# Apnées oro-pharyngées vs Apnées glottiques

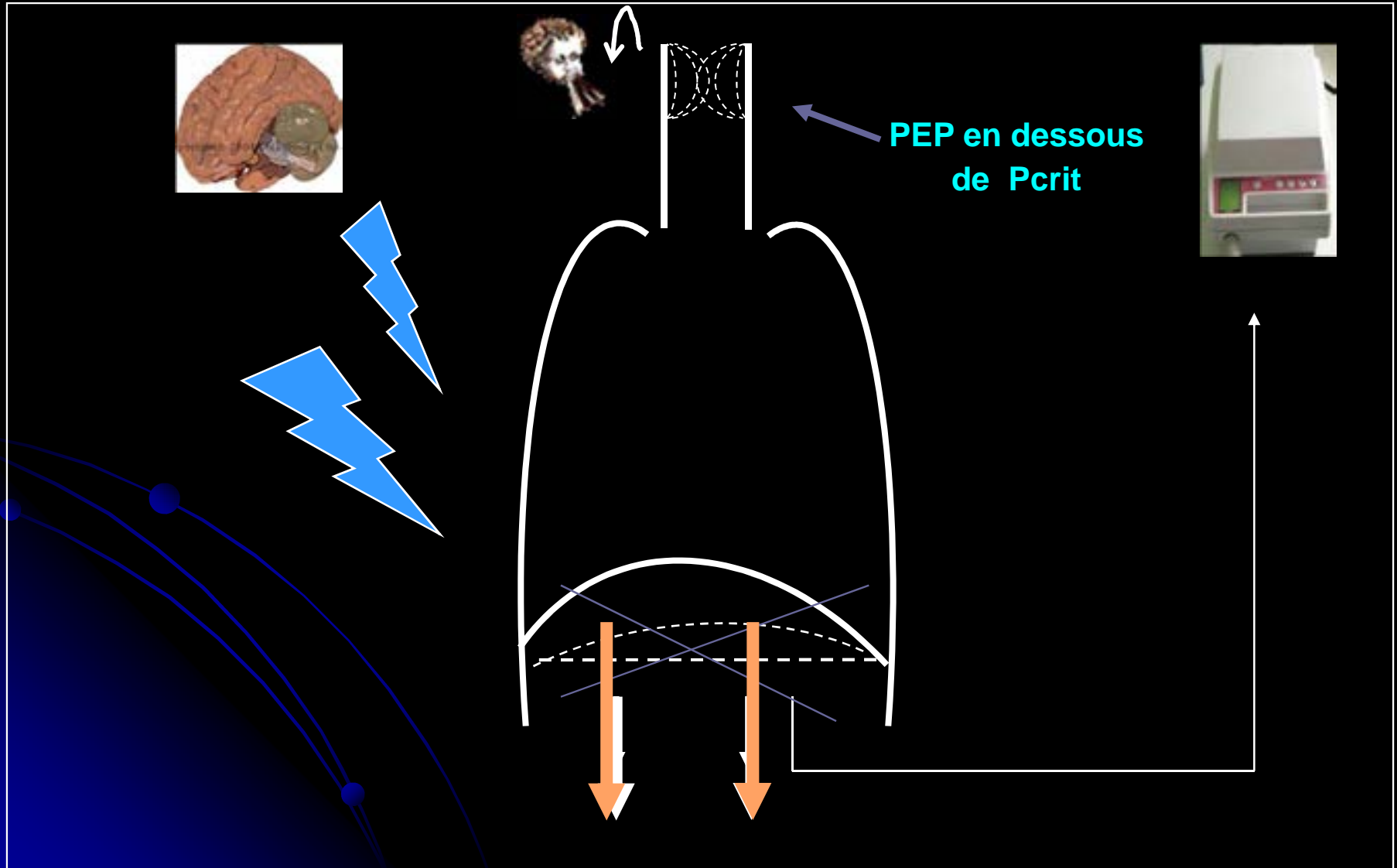


# Apnées oro-pharyngées vs Apnées glottiques

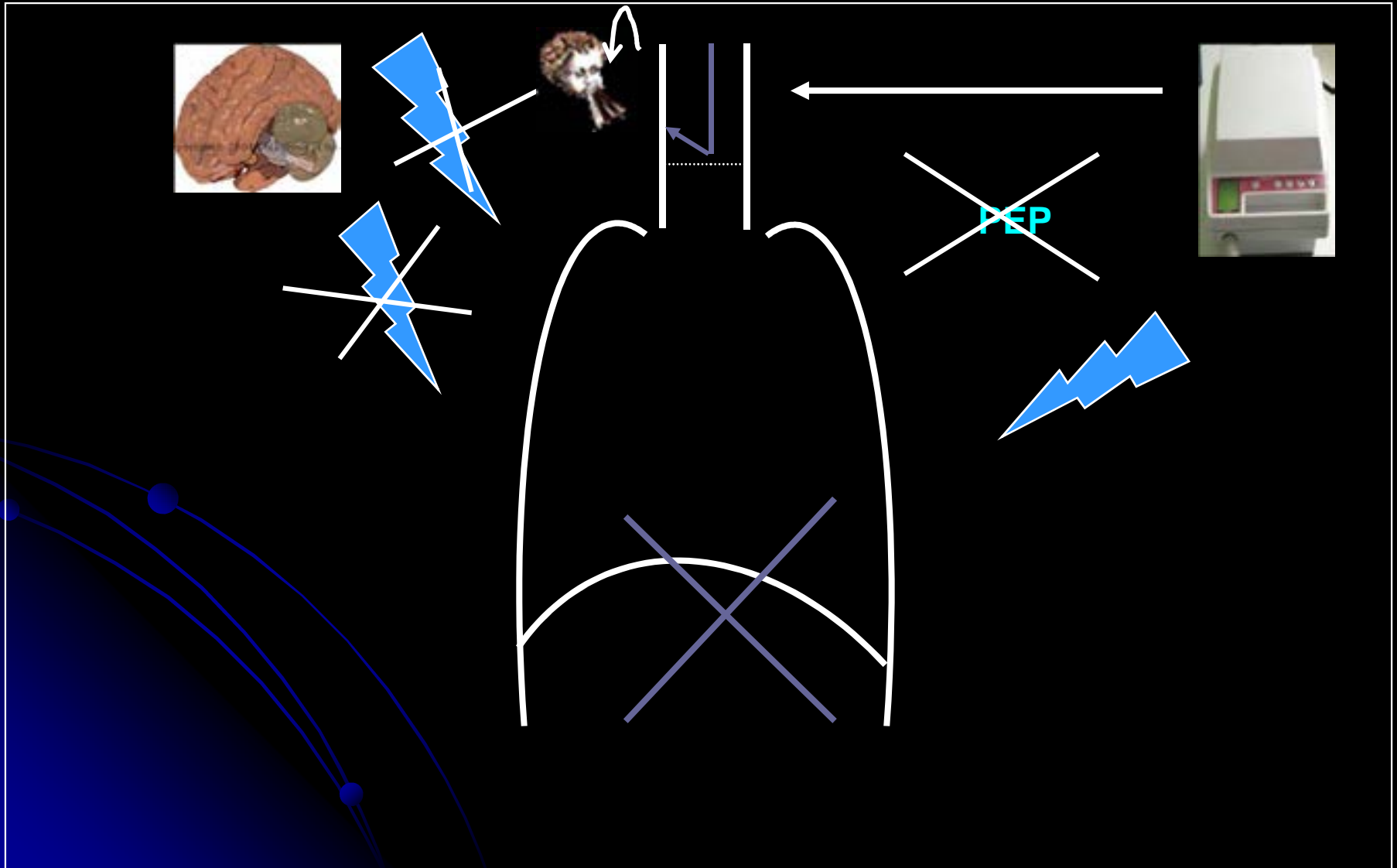


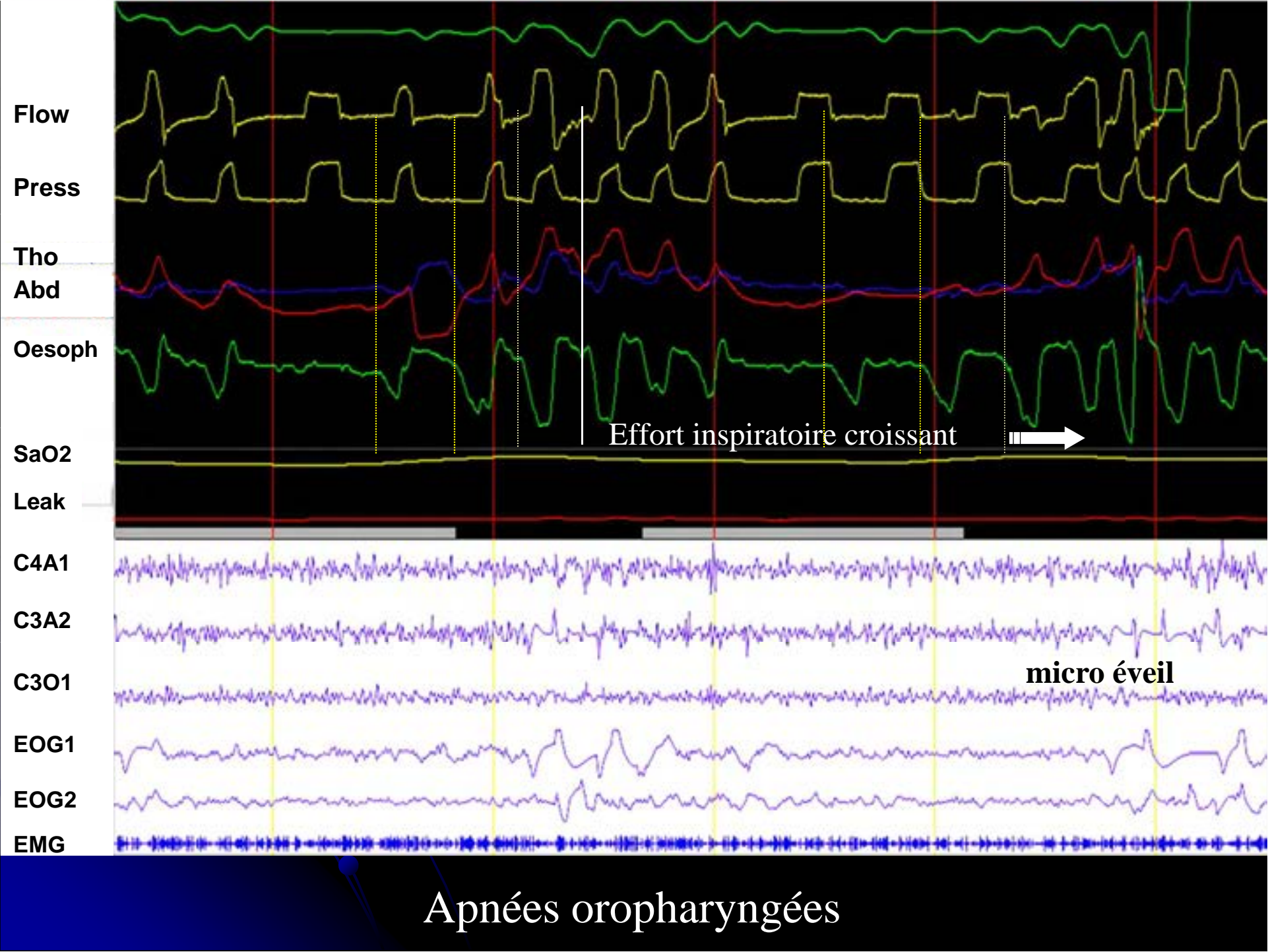


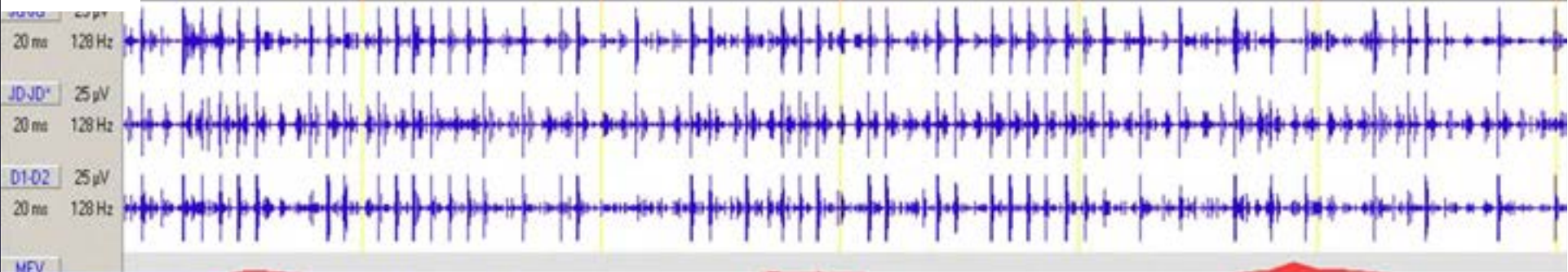
# Apnées oro-pharyngées vs apnées glottiques



# apnées oro-pharyngées vs **Apnées glottiques**







Apnées glottiques

# Asynchronies

Un bon synchronisme patient ventilateur est un des facteurs clé pour assurer une bonne efficacité de la VNI

## Prevalence estimée d'asynchronie chez les patients sous VNI

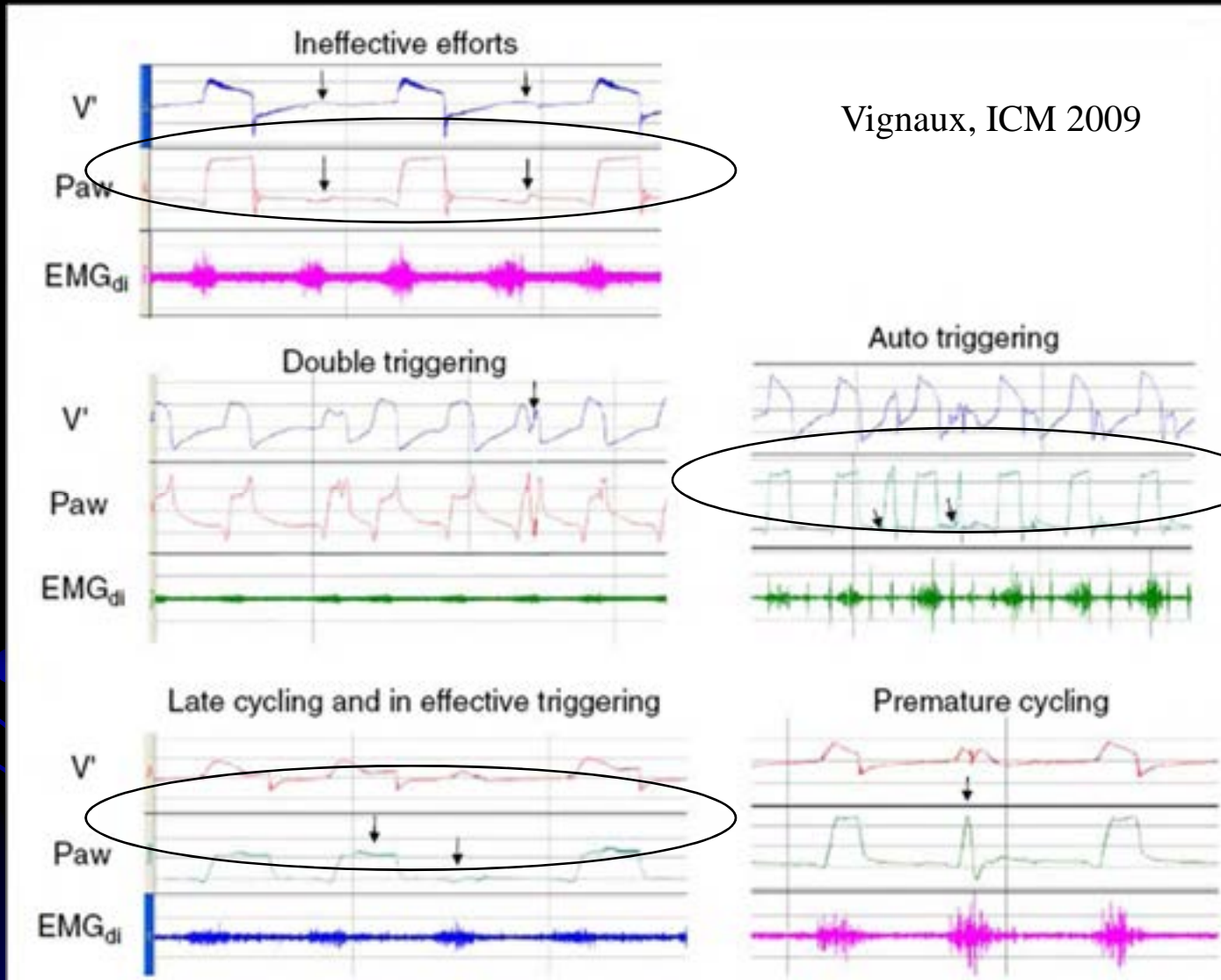
✓ En situation aiguë :

- 26-40% des patients >10 asynch/h (Thille, ICM 2006, Mulqueeny ICM 2007, Vignaux ICM 2009)

✓ Sous ventilation au long cours pendant le sommeil

- 17% des patients > 7 asynch./h (Fanfulla, Resp Med 2007)
- 55% d'une cohorte de patients SOH ont présenté des asynchronismes (Guo Chest 2007)

# Types de asynchronie



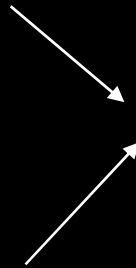
Secondaires à des fuites



Effort inspiratoire non recompensé

# Le cercle vicieux

Ouverture buccal

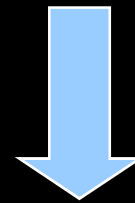


**Fuites**

**Asynchronisme**



Réduction de la perméabilité de la VAS



**Inefficacité de la ventilation**



# Comment monitorer l'efficacité de la VNI ?

## ➤ *Évaluation à titre systématique*

- ✓ à pratiquer périodiquement chez tout patient sous VNI.
- ✓ la périodicité de cette évaluation dépendra
  - du diagnostic,
  - de la sévérité de l'atteinte ventilatoire,
  - de l'évolutivité de la maladie
  - des résultats déjà observés avec la VNI.

## ➤ *Évaluation approfondie*

- ✓ a une place lorsque, lors de l'évaluation systématique, la ventilation est jugée comme non efficace
- ✓ a pour but de comprendre ces échecs afin de corriger leur cause

# Évaluation à titre systématique

## Le « pack basique »

*Cette évaluation comporte en générale*

### ➤ Résultat clinique

- ✓ Disparition de symptômes d'hypoventilation alvéolaire.
- ✓ Amélioration de la dyspnée
- ✓ Satisfaction du patient



Gaz du sang

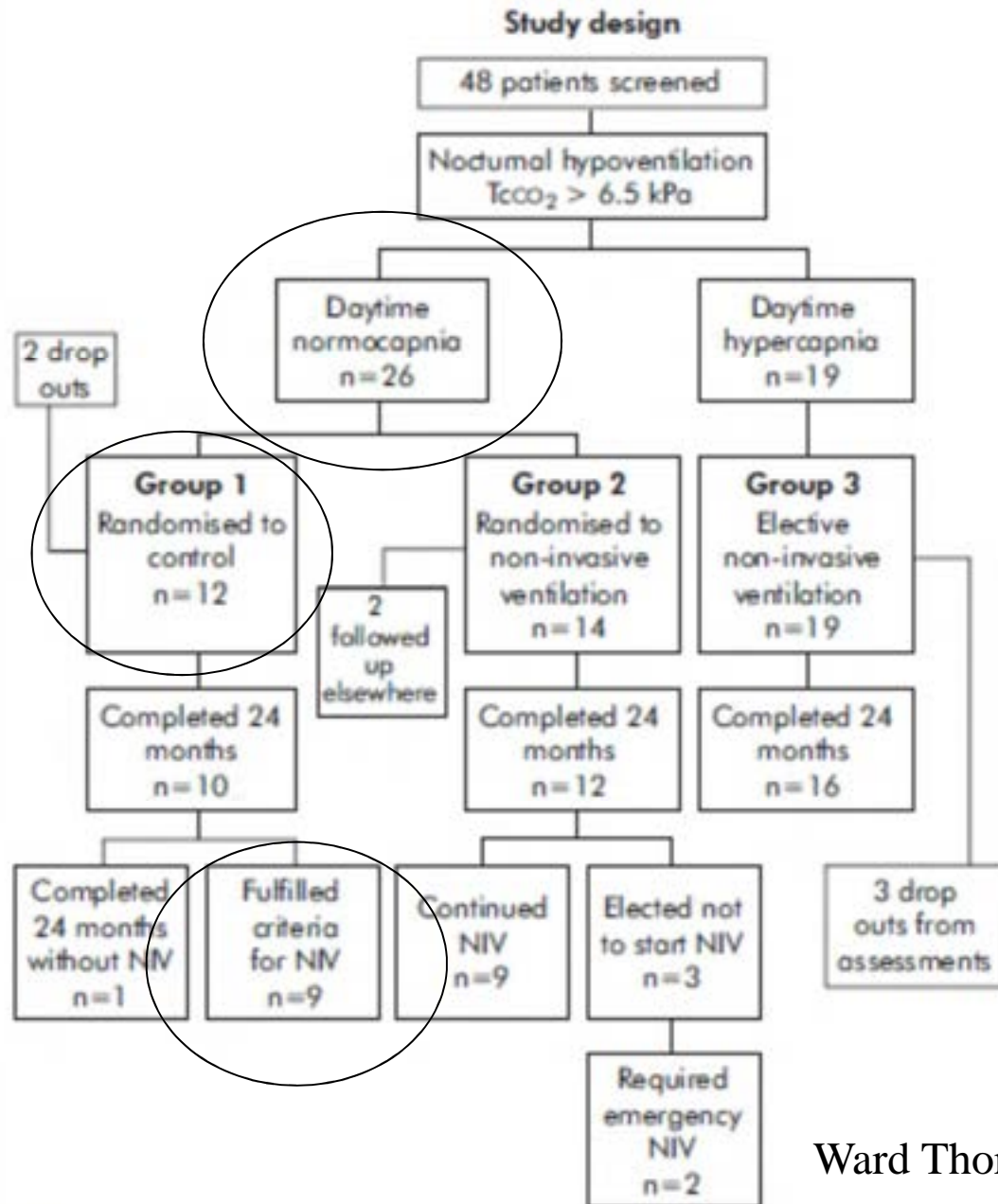
SaO<sub>2</sub>



# Évaluation systématique

## 1) Gaz du sang

- Element clé pour juger de l'efficacité d'une VNI →
  - principal marqueur de la qualité de la ventilation nocturne
  - son amélioration est le principal objectif de l'appareillage
  
- Mais,
  - Invasif, douloureux
  - l'évaluation "ponctuelle" ne reflète pas la dynamique de la PaCO<sub>2</sub> au cours de la nuit (dans l'idéal échantillons répétées → impossible en routine → disruption du sommeil)



Si sous VNI au long cours un patient a des gaz  
du sang diurnes normaux

Peut on affirmer que la ventilation est  
efficace?



# Capno vs PaCO<sub>2</sub> chez des sujets ventilés

	<b>PtcCO<sub>2</sub> &lt; 50mmHg</b>	<b>PtcCO<sub>2</sub> ≥ 50mmHg</b>	<b>Total de patients) (n: 85)</b>
<b>PaCO<sub>2</sub> &lt; 45 mmHg</b>	56 (63.5 %)	<b>12 (13.2 %)</b>	<b>68 (74.7%)</b>
<b>PaCO<sub>2</sub> ≥ 45 mmHg</b>	8 (8.8 %)	<b>15 (16.5%)</b>	<b>23 (25.3%)</b>

Nguyen, ERS 2011

> 17 % des patients avec une PaCO<sub>2</sub> diurne normale ont une hypercapnie nocturne par des critères « durs »  
(PtcCO<sub>2</sub> ½ > 50 mm Hg)



# Évaluation systématique

## 2) SaO<sub>2</sub> nocturne

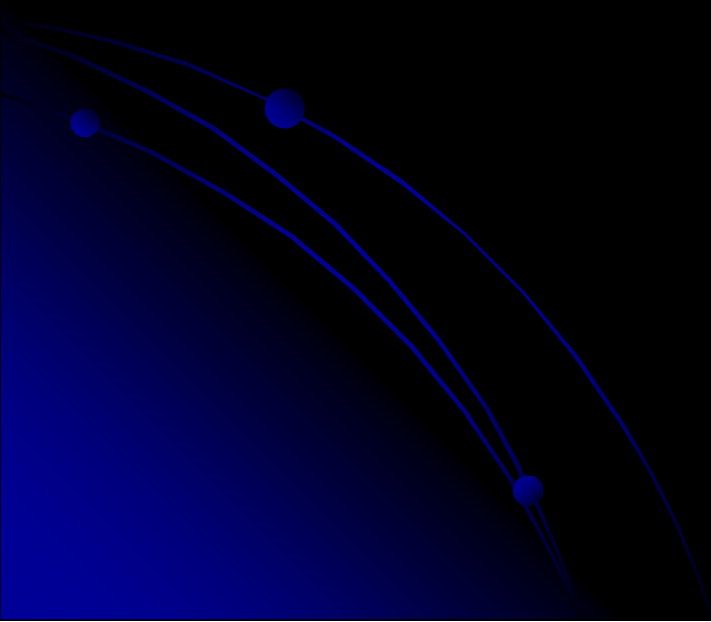
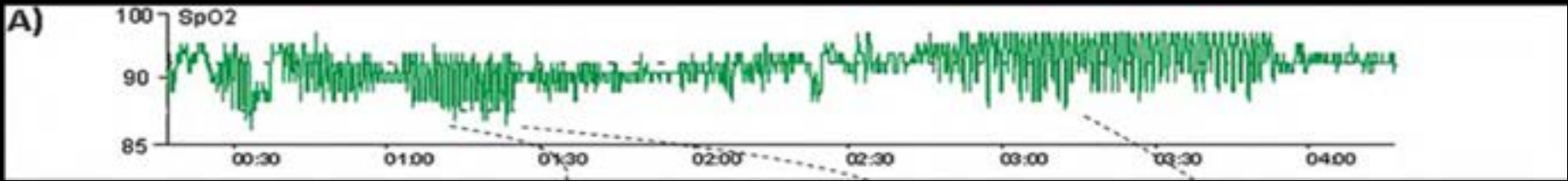
- Non invasive
- Permet le monitoring en continue (évaluation dynamique)
- Peut être fait à domicile
- En pratique courante, la suspicion d'une hypoventilation nocturne repose sur les arguments oxymétriques suivants :
  - La présence d'une hypoxémie nocturne sévère
  - La présence d'un aspect typique de la courbe, avec chute non cyclique et soutenue de la SpO<sub>2</sub> toutes les 90 minutes, correspondant au sommeil paradoxal. Cet aspect diffère de celui des apnées du sommeil qui est oscillant

Whole population	PaCO <sub>2</sub> >< 45			
	Se	Sp	PPV	NPV
SaO <sub>2</sub> Cut off 5' <88%	17%	86%	32%	72%
Sa <sub>2</sub> cut off TSaO <sub>2</sub> <90% >30%	11%	100%	100%	74%
Patients under NIV	PaCO <sub>2</sub> >< 45			
	Se	Sp	PPV	NPV
SaO <sub>2</sub> Cut off 5' <88%	19%	86%	31%	76%
Sa <sub>2</sub> cut off TSaO <sub>2</sub> <90% >30%	10%	100%	100%	77%
Non ventilated patients	PaCO <sub>2</sub> >< 45			
	Se	Sp	PPV	NPV
SaO <sub>2</sub> Cut off 5' <88%	19%	86%	31%	76%
Sa <sub>2</sub> cut off TSaO <sub>2</sub> <90% >30%	10%	100%	100%	77%

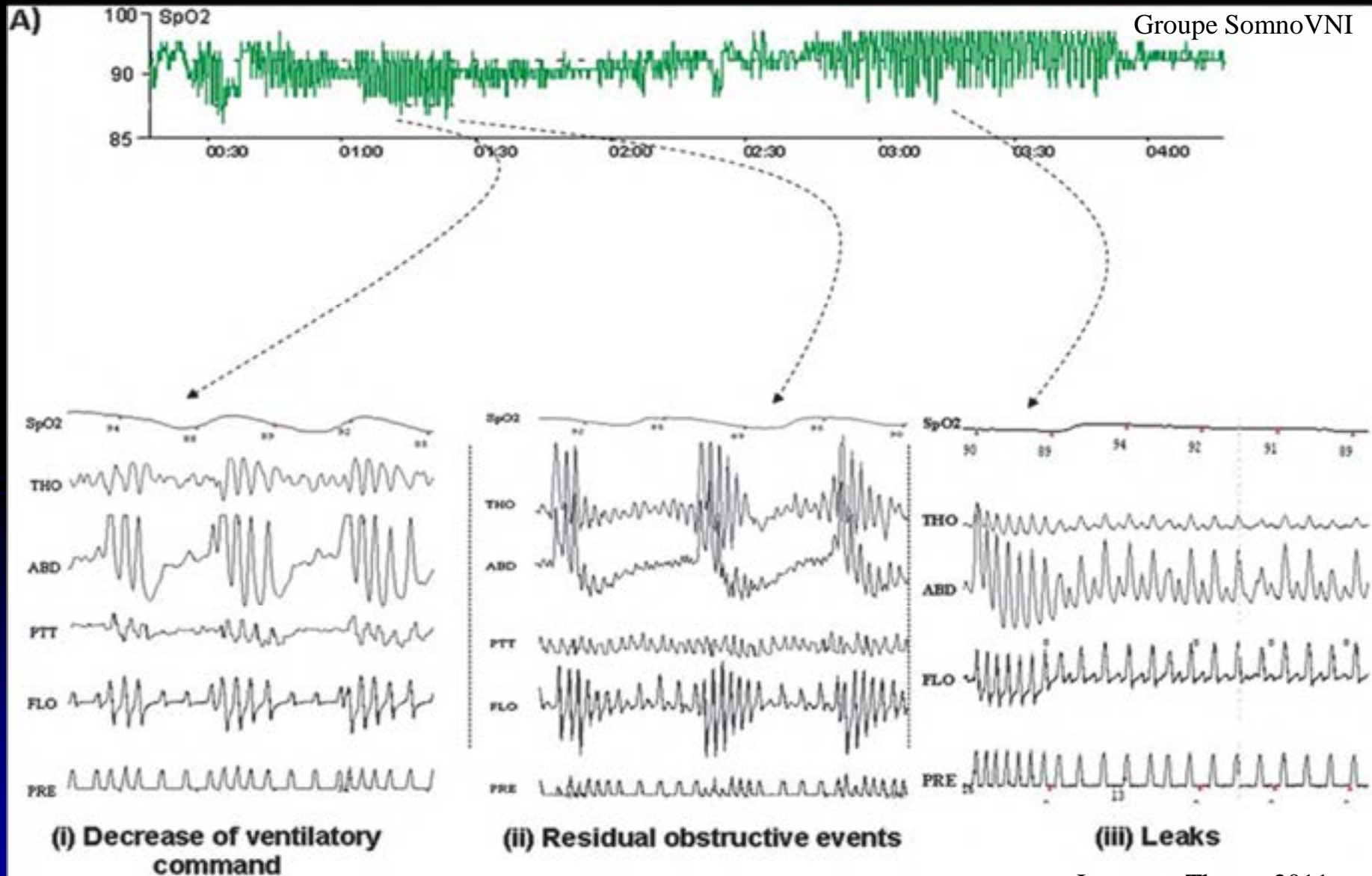
Une SaO<sub>2</sub> anormale (critères de Levi Valensi: TSaO<sub>2</sub> <90% > 30) permet d'affirmer l'existence d'une hypercapnie diurne autant chez les patients sous ventilation spontanée que chez ceux sous VNI



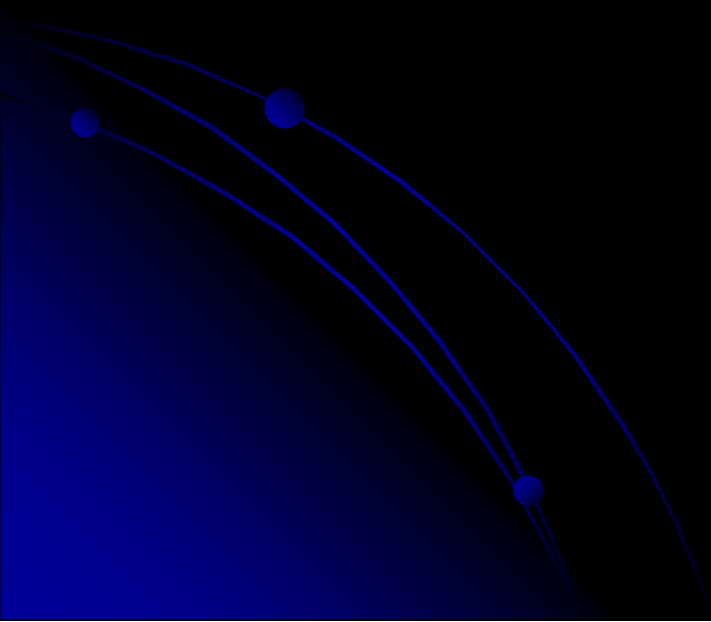
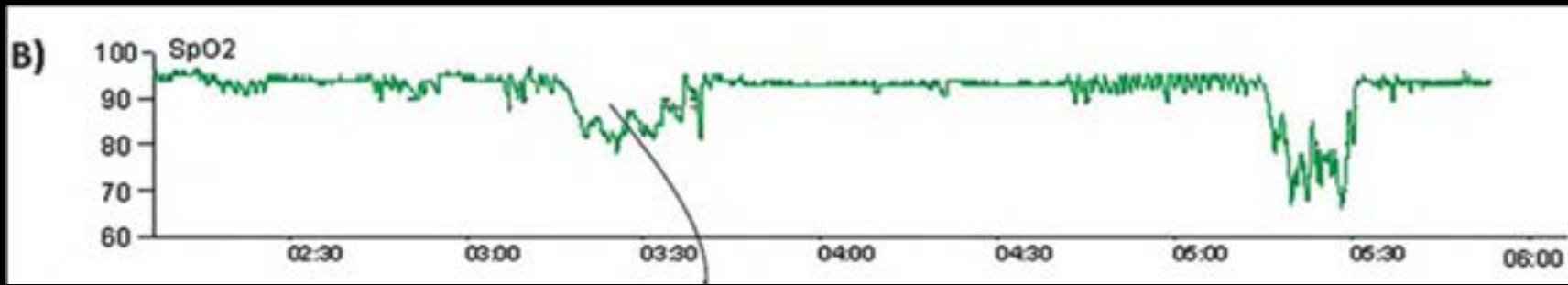
*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



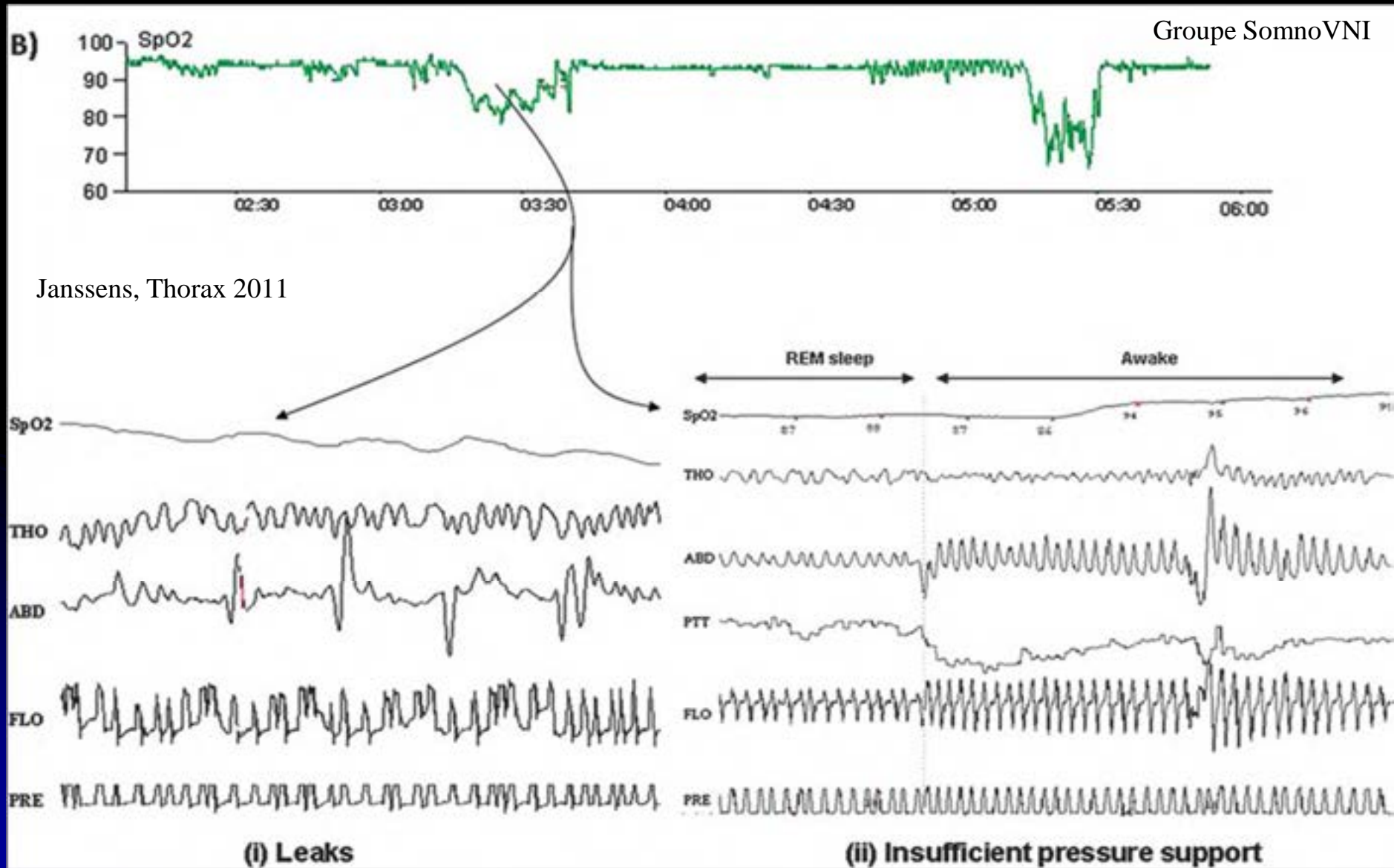
*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



Alors, une SaO<sub>2</sub> « normale » permet-  
elle d'éliminer une hypoventilation  
nocturne?



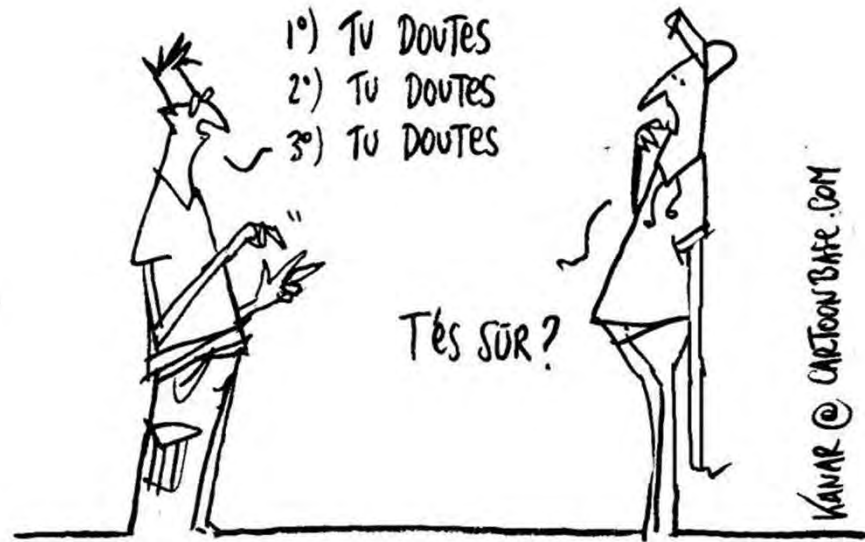
# SaO<sub>2</sub> vs PaCO<sub>2</sub> chez des sujets ventilés

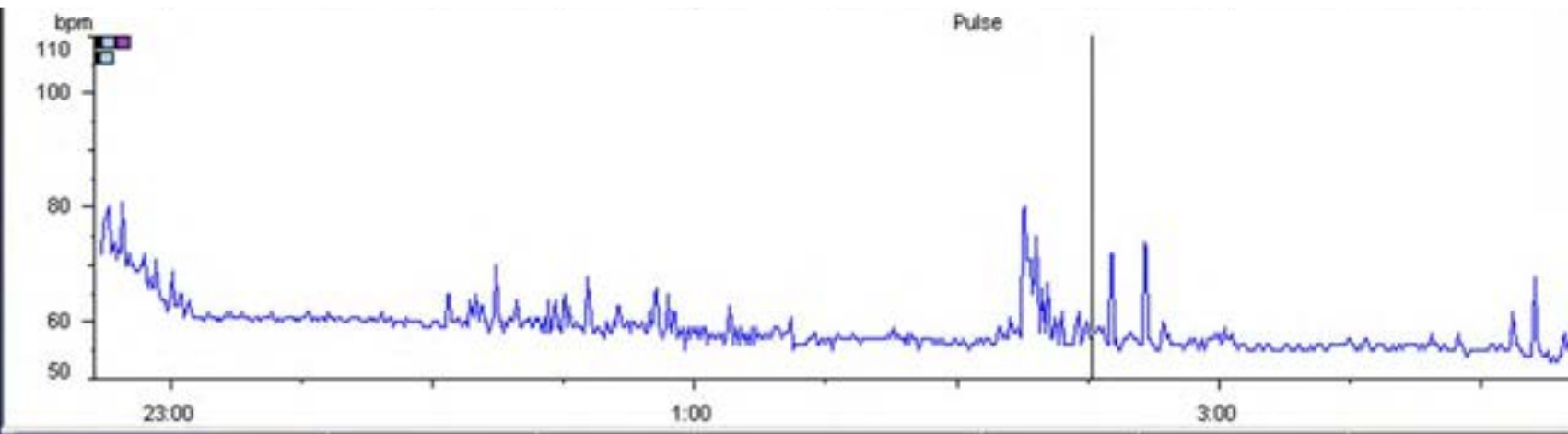
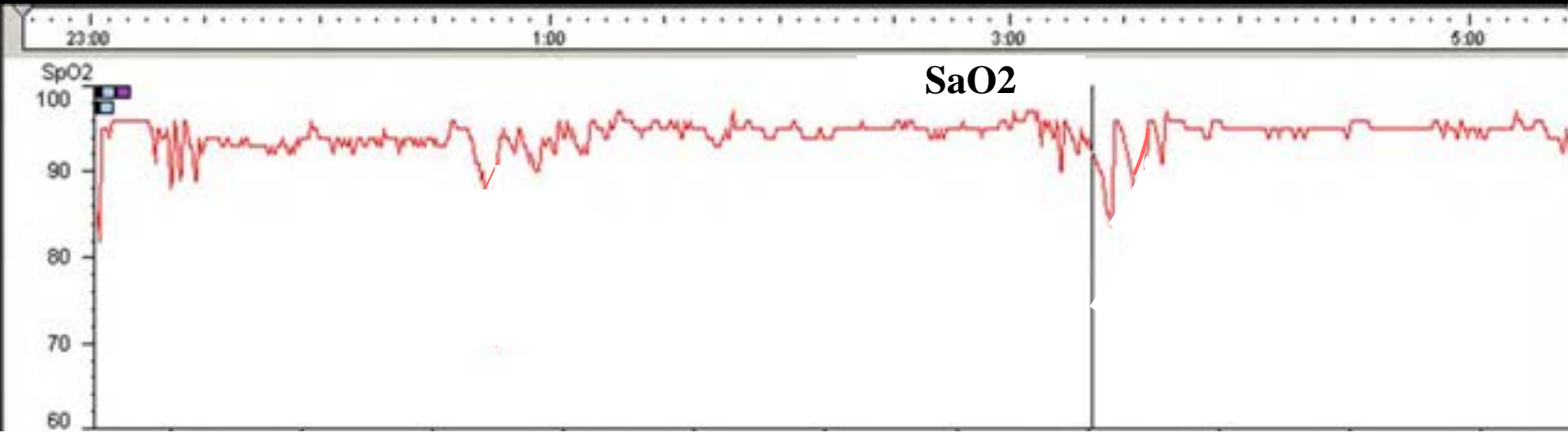
	PtcCO <sub>2</sub> 1/2 < 50mmHg	PtcCO <sub>2</sub> 1/2 ≥ 50mmHg	Total patients N = 91
≥ 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 90%	1 (1.1%)	1 (1.1%)	2 (2.2%)
< 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 90%	63 (69.2%)	26 (28.6%)	89 (97.8%)
≥ 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 93%	8 (8.8%)	5 (5.5%)	13 (14.3%)
< 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 93%	56 (61.5%)	22 (24.2%)	78 (85.7%)
≥ 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 95%	22 (24.2%)	15 (16.5%)	37 (40.7%)
< 30% temps avec SpO <sub>2</sub> ≤ 95%	42 (46.1%)	12 (13.2%)	54 (59.3%)

20 % des patients avec une SaO<sub>2</sub> nocturne « normal » (même au cut off de 95%) ont une hypercapnie nocturne par des critères « durs » (PtcCO<sub>2</sub> 1/2 > 50 mm Hg)

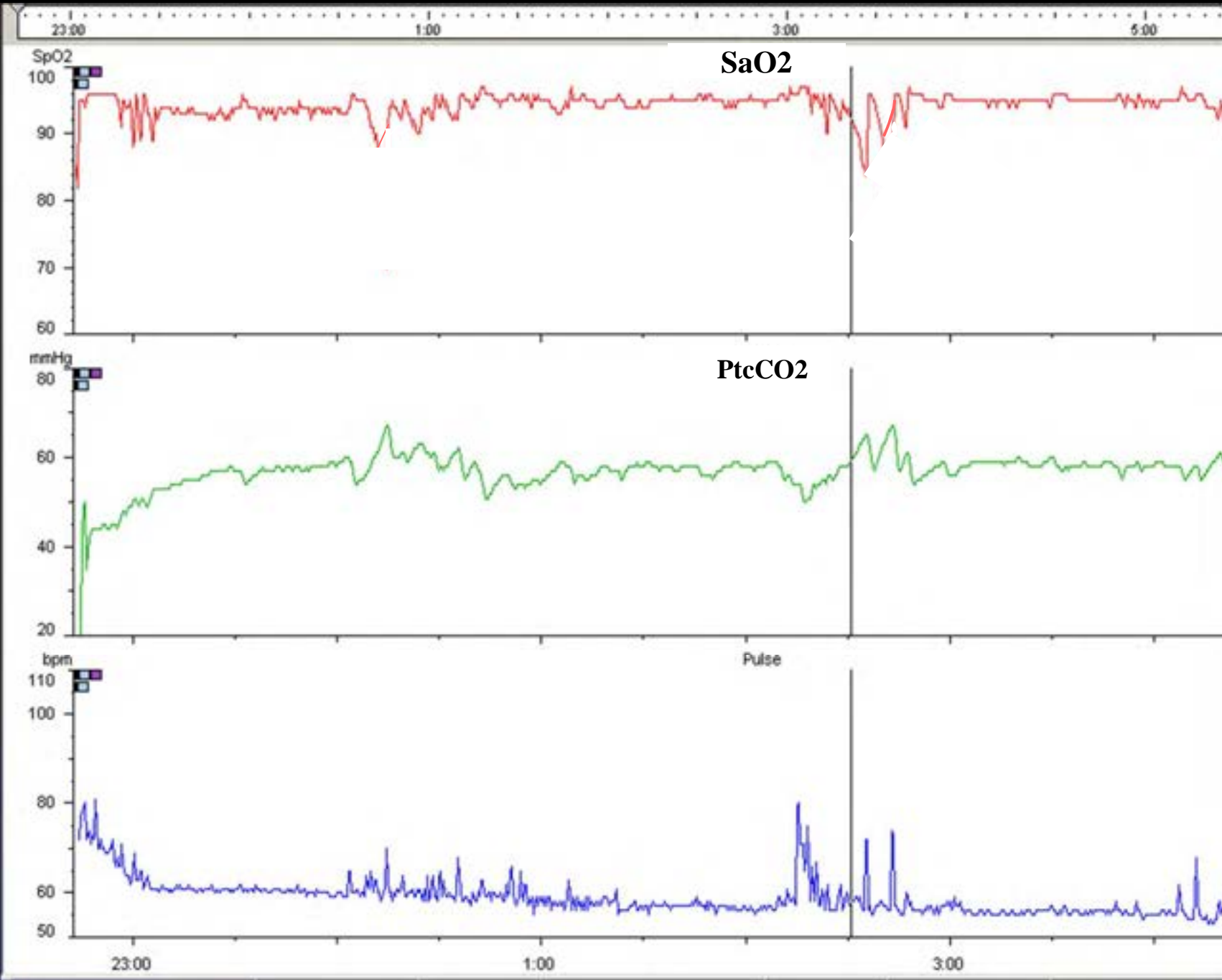
# Delices du “pack basique”....

## Le Doute MÉTHODIQUE EN 3 POINTS









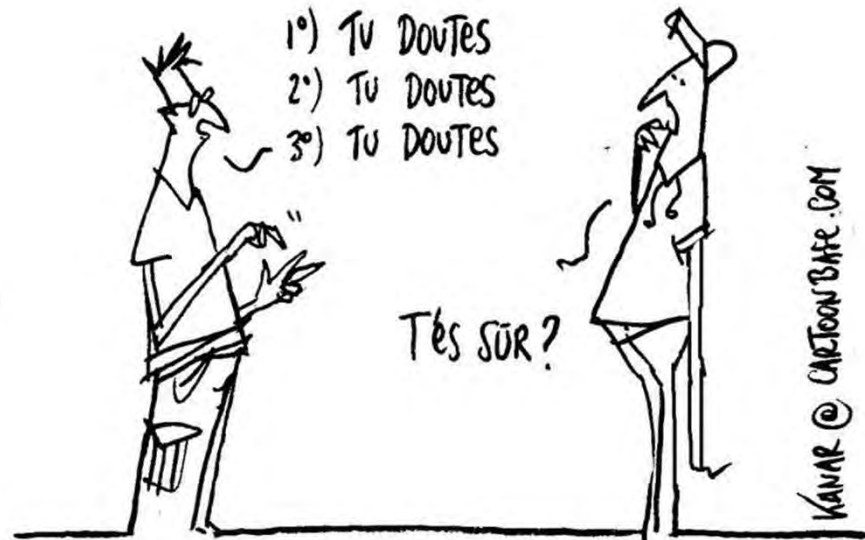
SaO2

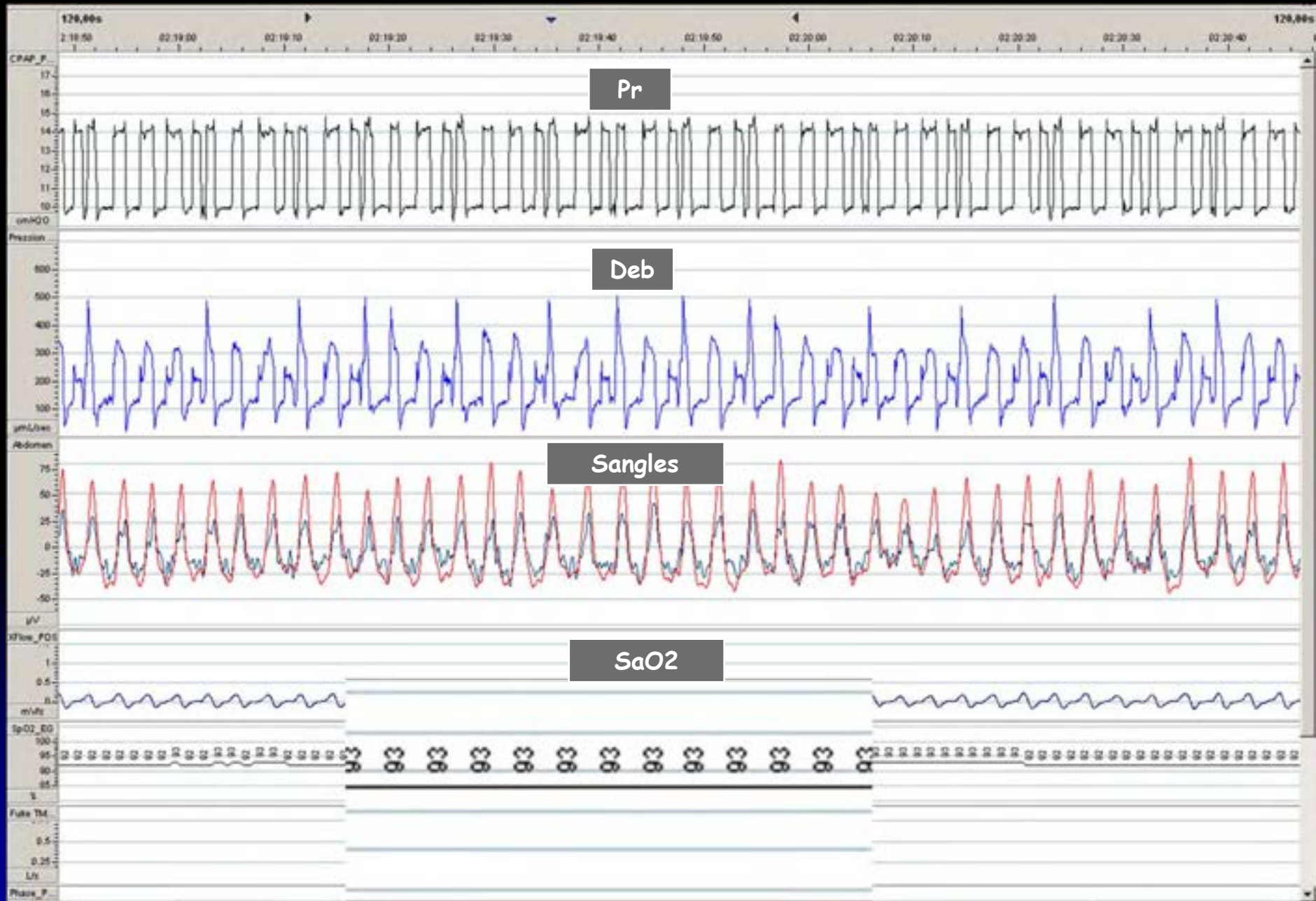
PtcCO2

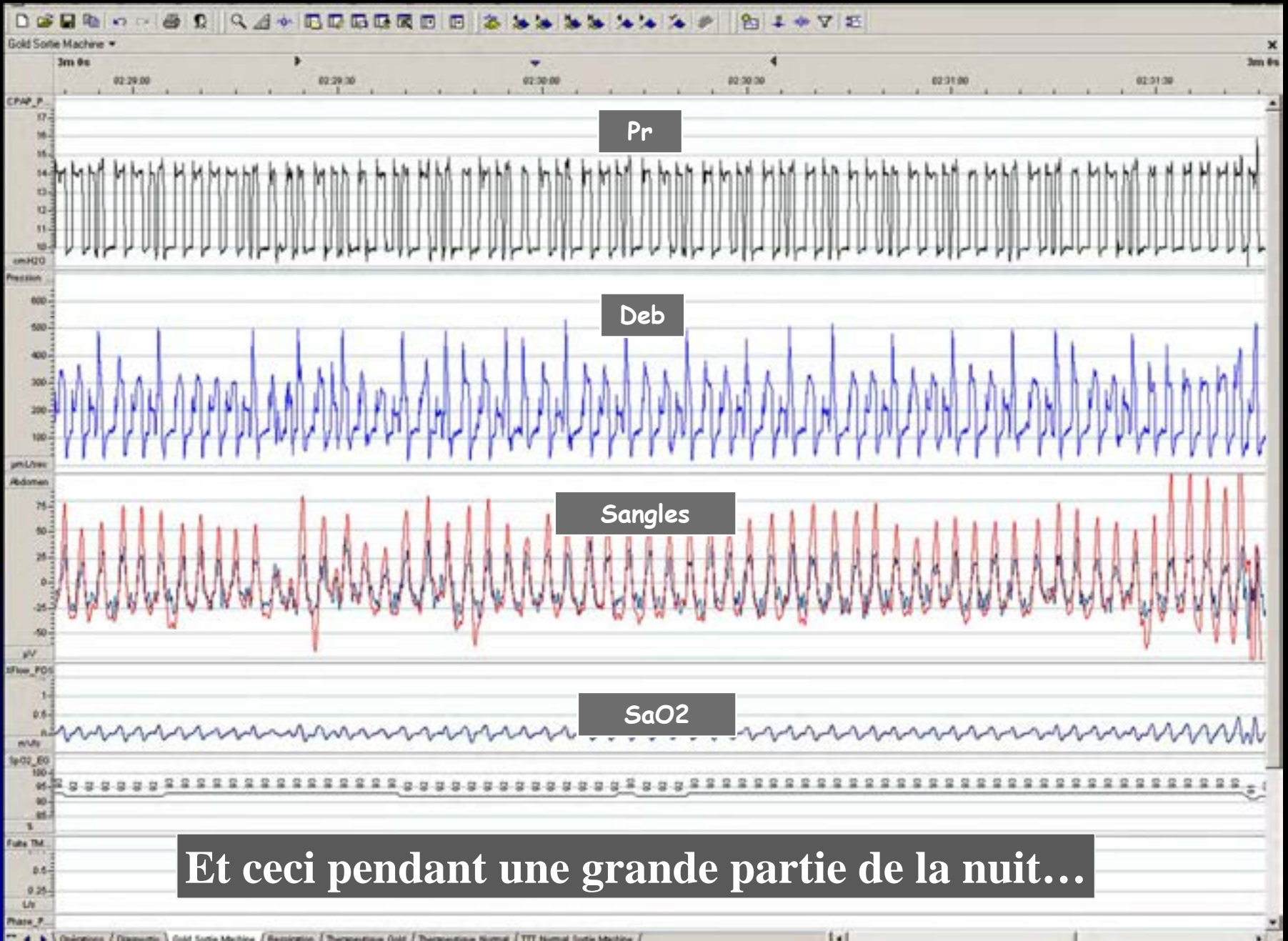
Pulse

# Encore plus de delices...

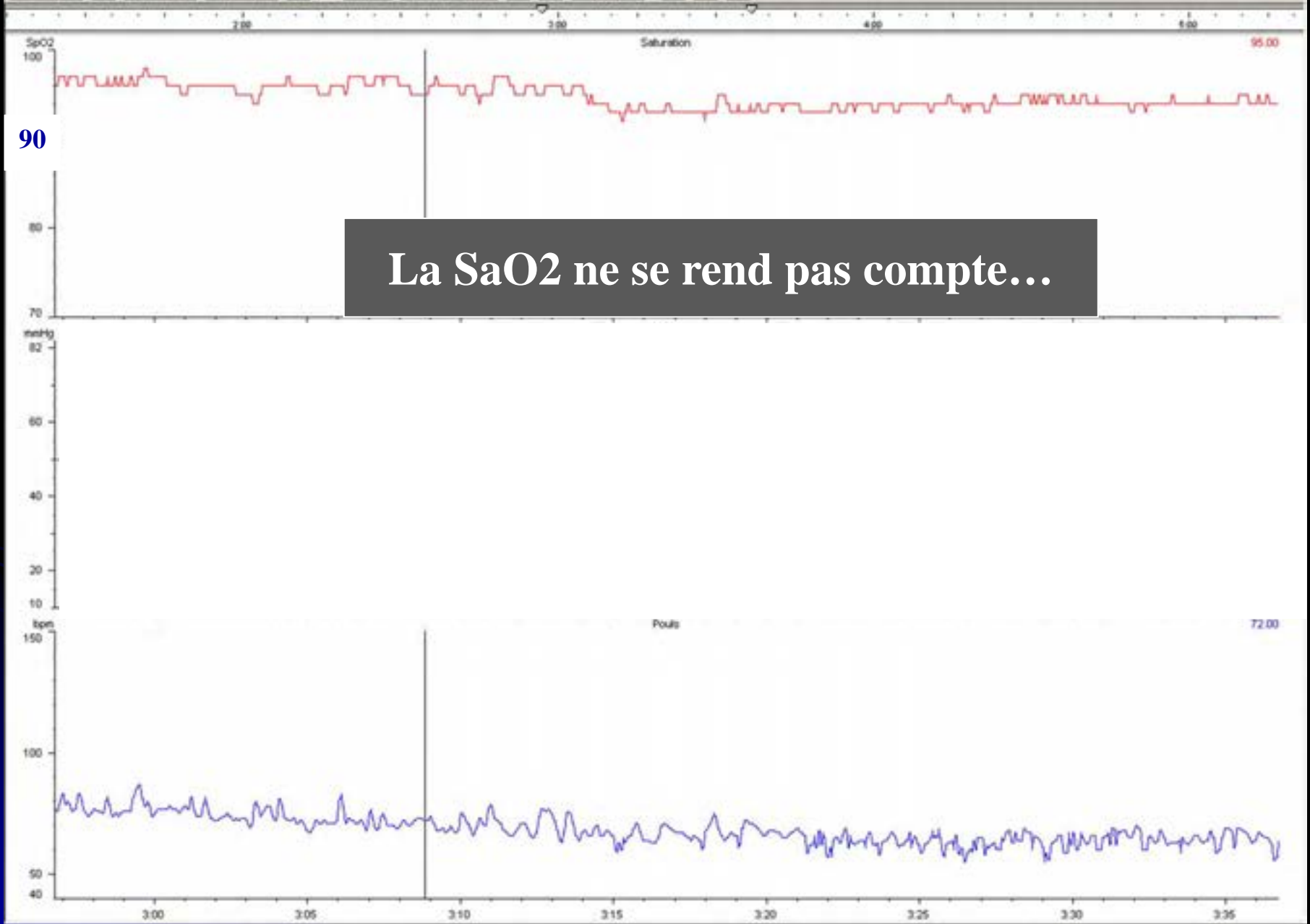
## Le Doute MÉTHODIQUE EN 3 POINTS







Et ceci pendant une grande partie de la nuit...



La SaO2 ne se rend pas compte...

90

95.00

72.00

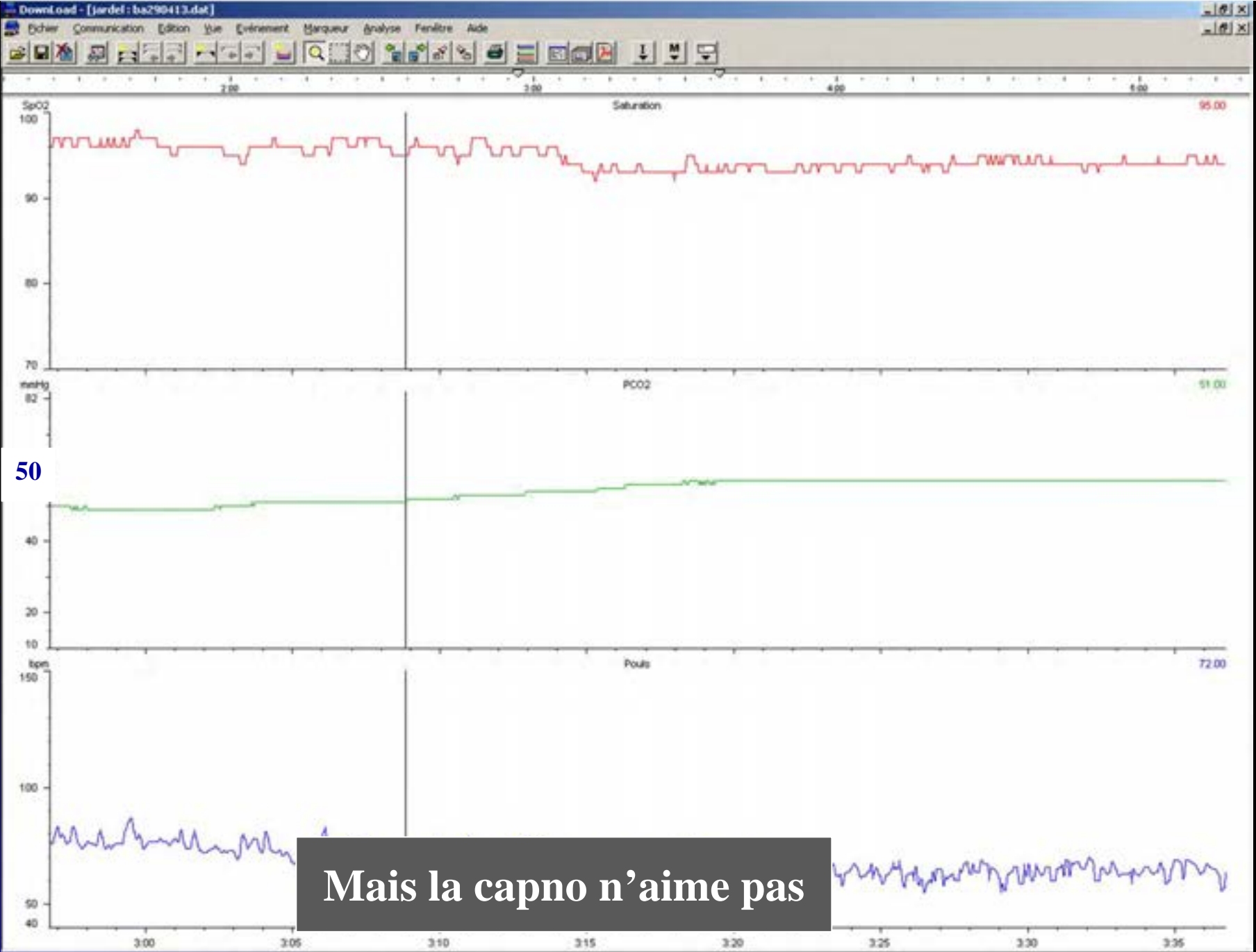
17/03/1933

PNEUMO. U2 APPAREILLAGE

 Unités Réfs Pathol Largeur auto

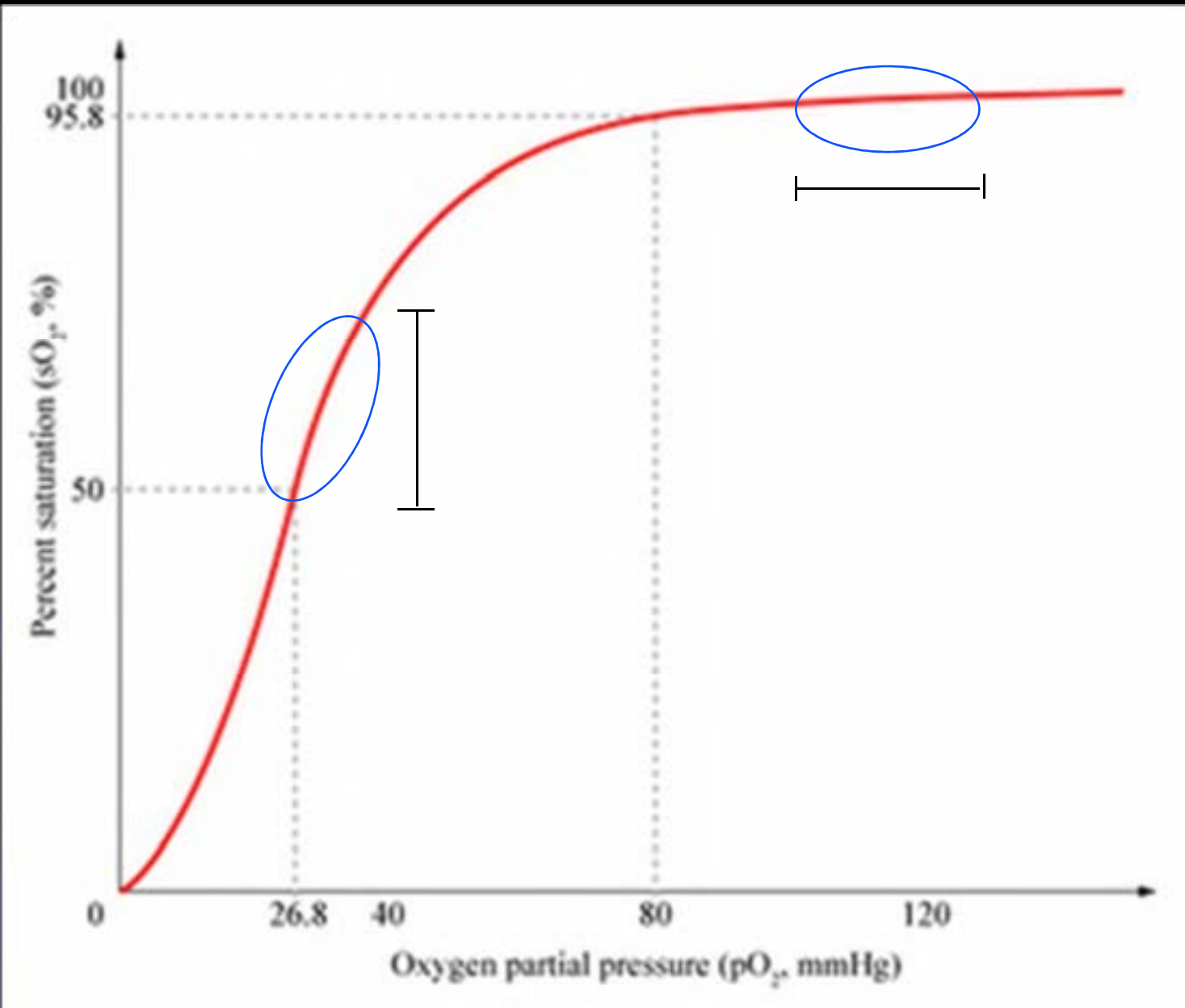
Analyses	Réfs	201311918: 29/04/2013 16:20 !
Protéines (PI) (3)	64 - 83	74
Créatinine (PI) (6)	53 - 115	53
500001		
- RENSEIGNEMENTS CLINIQUE:		
Température Patient		37,0
FiO2		0
- GAZ DU SANG ARTERIEL		
- - GDS ET EQUILIBRE ACIDOB		
pH artériel	7,350 - 7,450	7,448
PaCO2	35,0 - 45,0	37,2
PaO2	76,0 - 98,0	76,1
Bicarbonates réels	20,0 - 26,0	25,3
Bicarbonates standards	20,0 - 26,0	26,1
CO2 total	20,0 - 26,0	26,5
Excès de base	-3,0 - +3,0	2,0
- - ETAT D'OXYGENATION		
SaO2 (calculée)	> 95,0	97,2
Hémoglobine totale	12,0 - 16,0	15,0
Hématocrite	36,0 - 47,0	45,8
CaO2		20,0
Oxygénation	> 94,0	94,0

Les GDS non plus...



50

Mais la capno n'aime pas







# Évaluation systématique

## 2) SaO<sub>2</sub> nocturne

→ Outil indéniable mais

➤ Évaluation grossière de l'efficacité de la ventilation

➤ Proposé comme outil de dépistage « *SaO<sub>2</sub> normale → patient bien ventilé* »

✓ Mais SaO<sub>2</sub> normale → chance importante de sous-estimer une hypoventilation alvéolaire. En particulier:

- En absence d'anomalies parenchymateuses
- Jeune age
- Patient sous O<sub>2</sub>th

✓ En outre, une SaO<sub>2</sub> anormale donne peu d'orientation sur le mécanisme sous-jacent (fuites, événements centraux ou obstructifs, asynchronisme)

# Le pack basique mise en défaut

SaO<sub>2</sub> nocturne + GDS sous VNI: démarche pas si sensible

→ De ce fait pas apte en tant que stratégie de débrouillage,

*En d'autres termes*

Si un patient a une SaO<sub>2</sub> et des GDS normaux cela ne suffit pas pour « dormir tranquillement »

*(ni le médecin ni le patient)*

# Évaluation à titre systématique

## Le « pack amélioré »

### Résultat clinique

- ✓ Disparition de symptômes d'hypoventilation alvéolaire.
- ✓ Amélioration de la dyspnée
- ✓ Satisfaction du patient



Gaz du sang

SaO<sub>2</sub> + PtcCO<sub>2</sub>



# Intérêt de la PtcCO<sub>2</sub> chez le malade ventilé

- Evaluer le comportement ventilatoire nocturne sous VNI
- Déceler le mécanisme d'une désaturation nocturne résiduelle
  - Différencier une majoration du déséquilibre V/Q d'une hypoventilation alvéolaire

→ Intérêt majeur : Situations où la sensibilité de la SaO<sub>2</sub> détecter des modifications de la ventilation est faible:

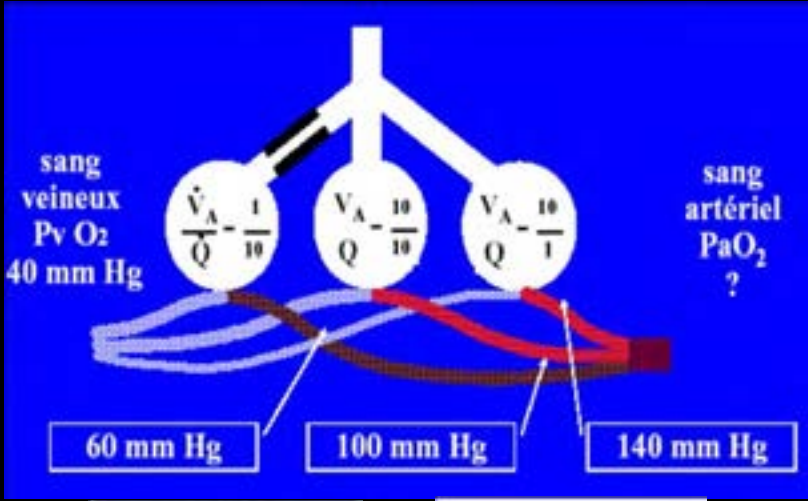
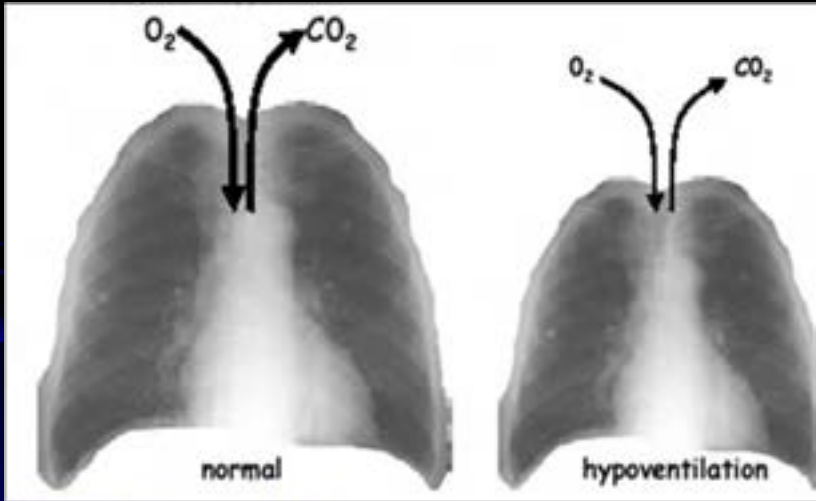
- Pathologies caractérisées par qui ont un niveau de SaO<sub>2</sub> élevé à l'état de base
- Patient sous O<sub>2</sub>th.

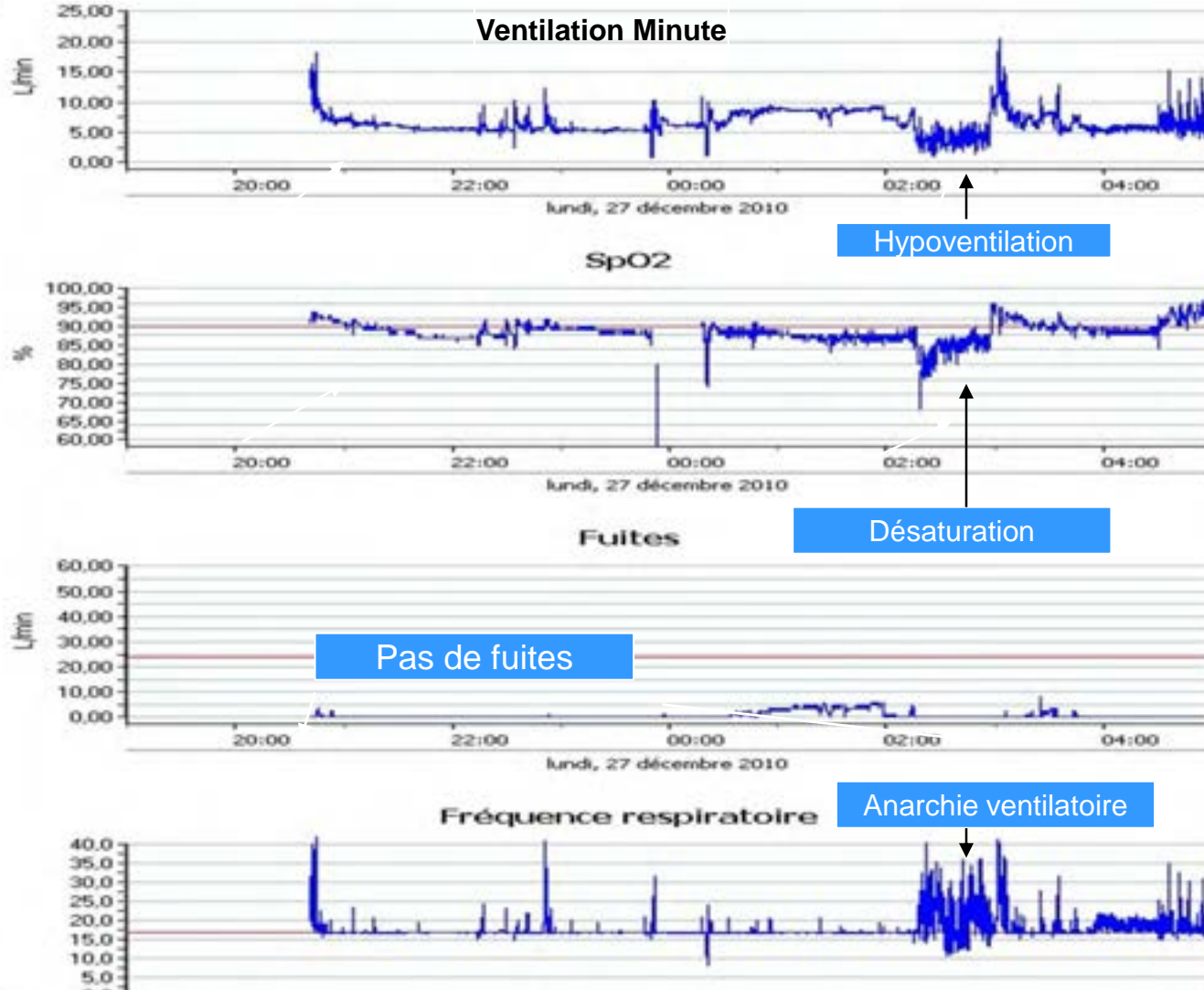


Hypoxémie due à une majoration

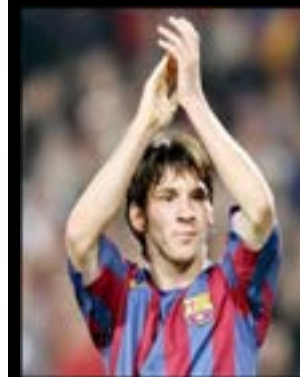
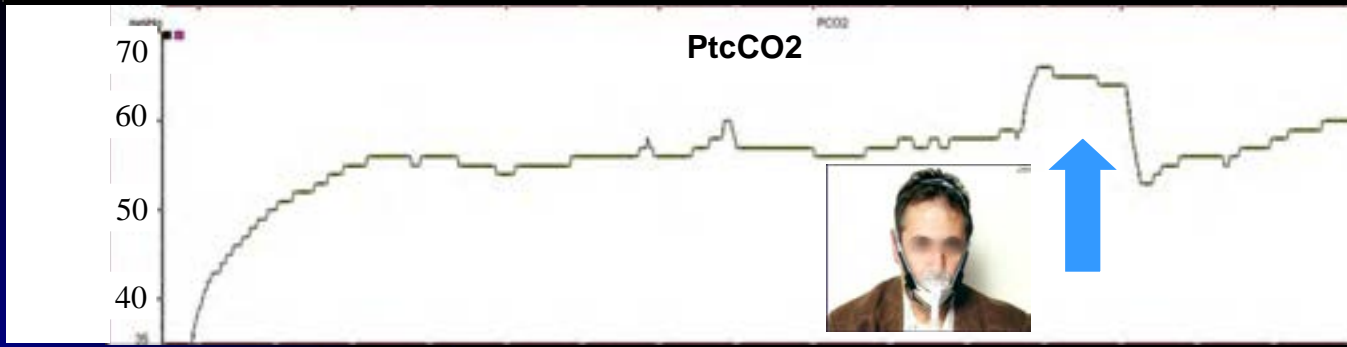
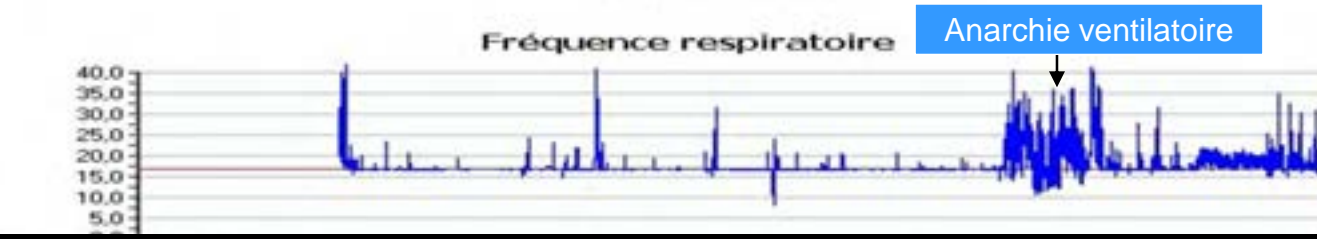
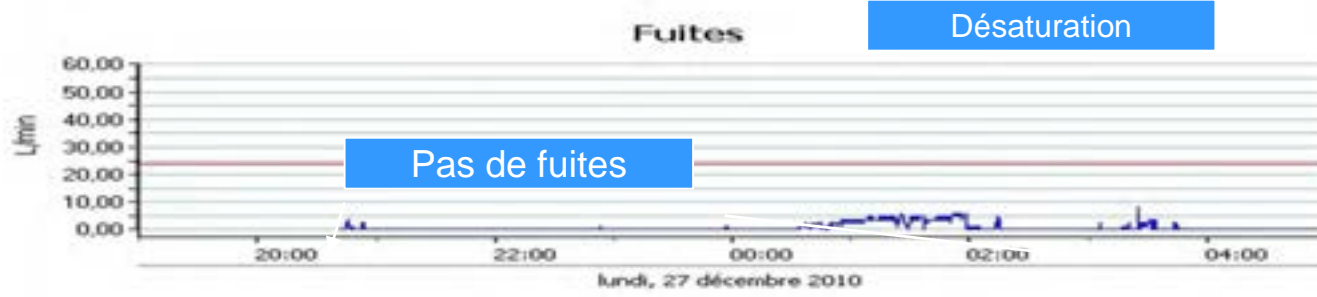
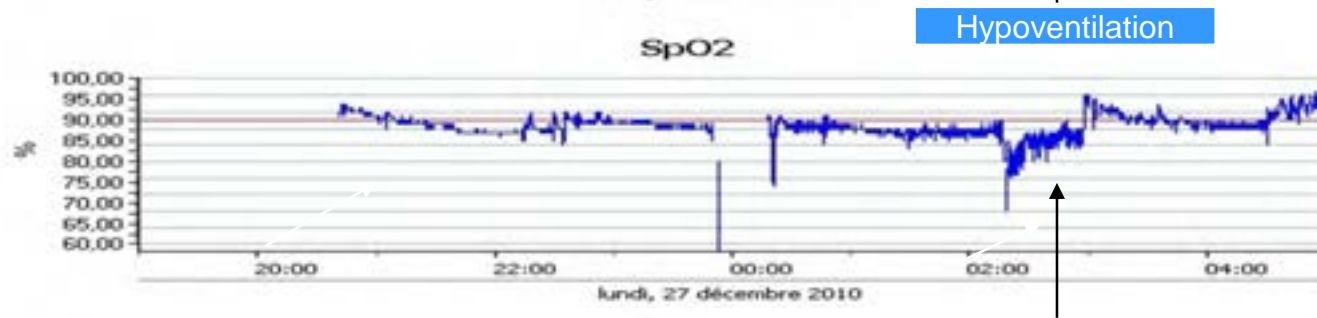
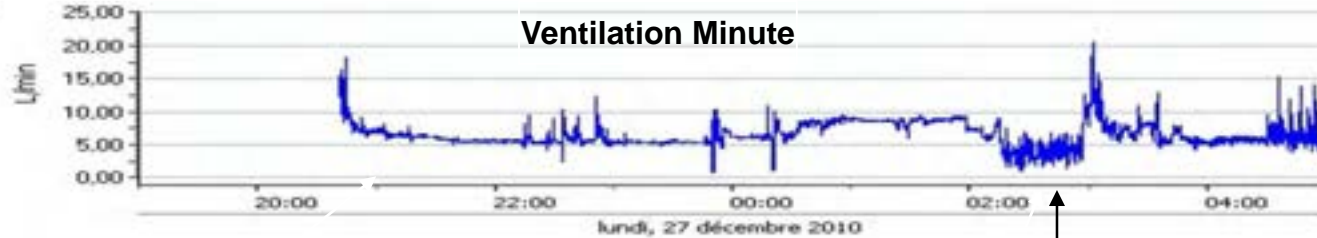
de l'hypoventilation alvéolaire?

ou des inégalités V/Q??

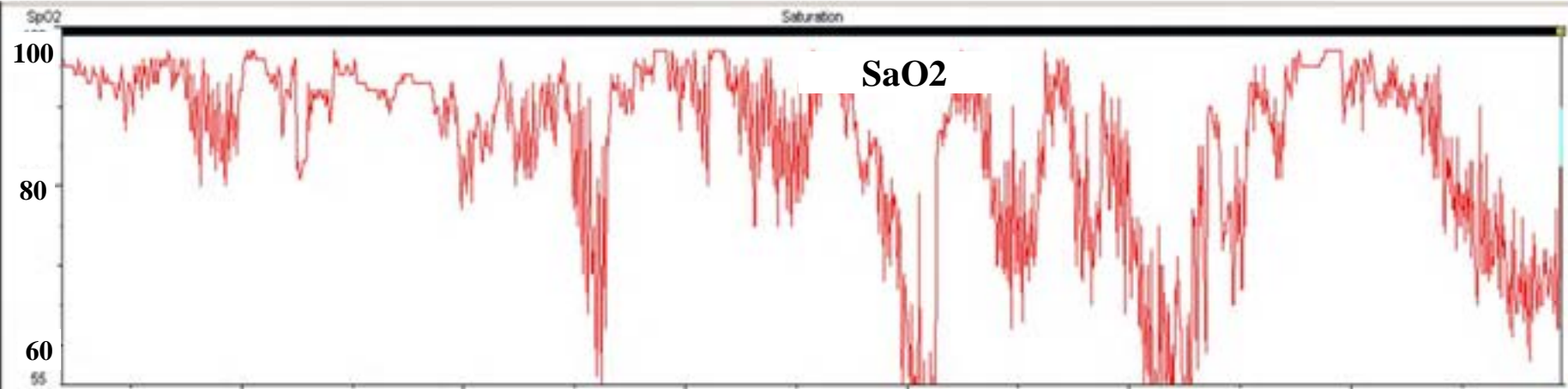




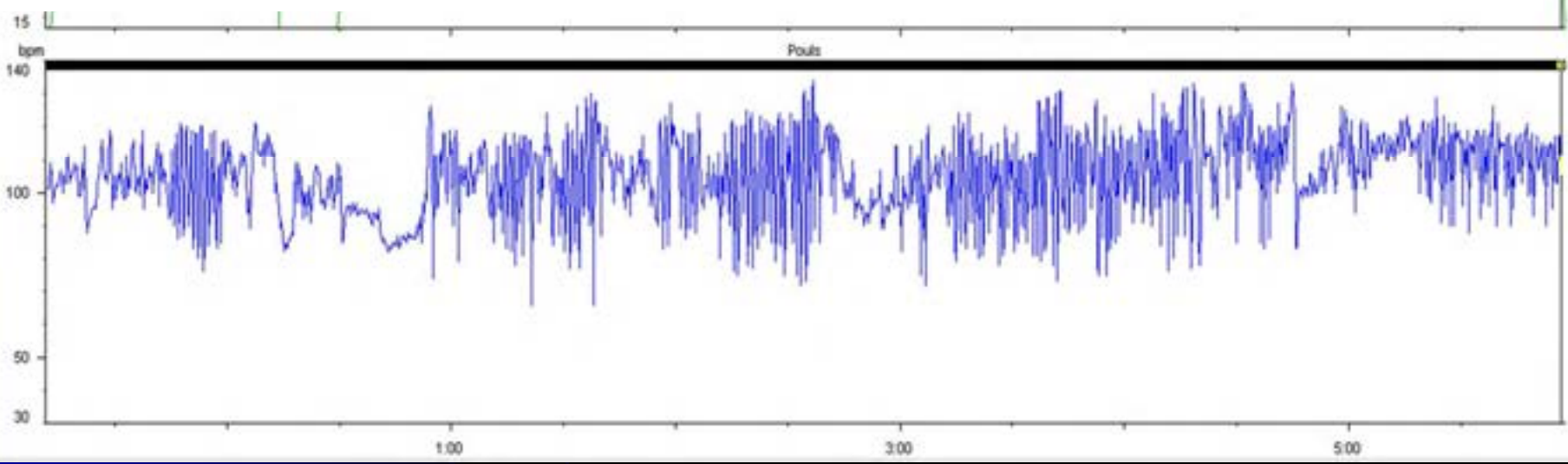
Quel est le mécanisme de la désaturation?

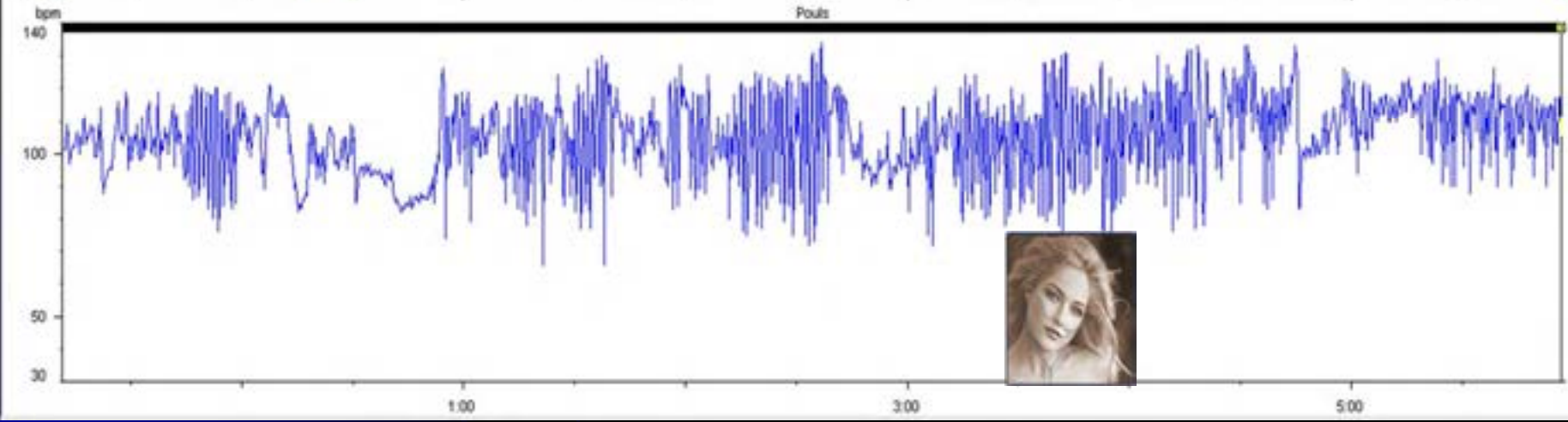
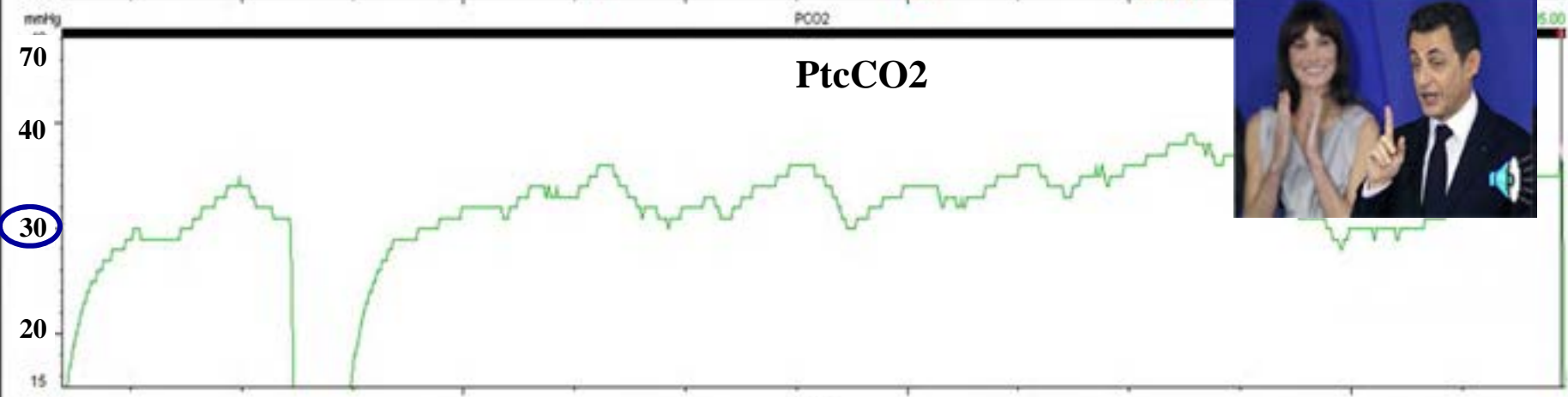
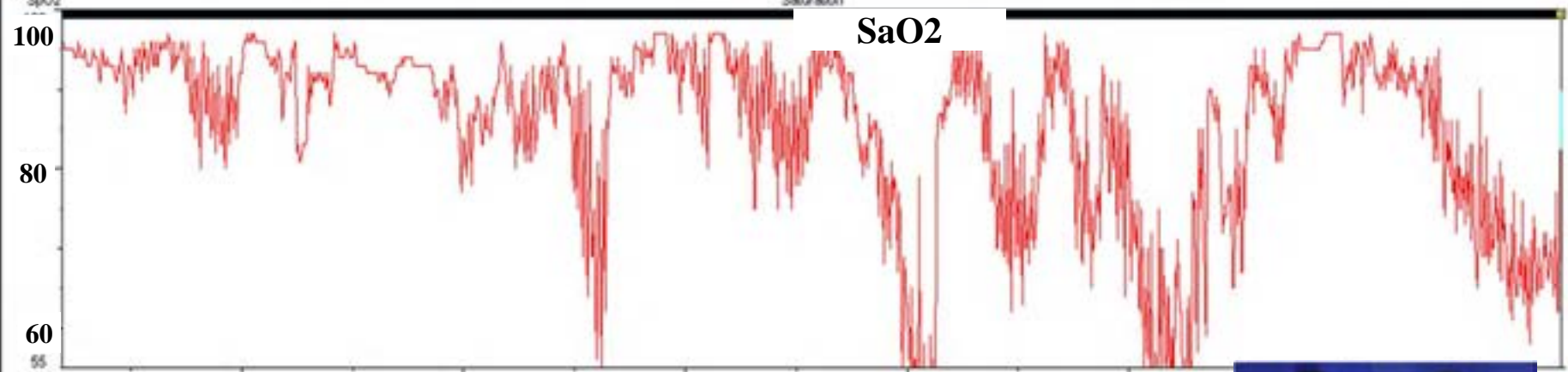


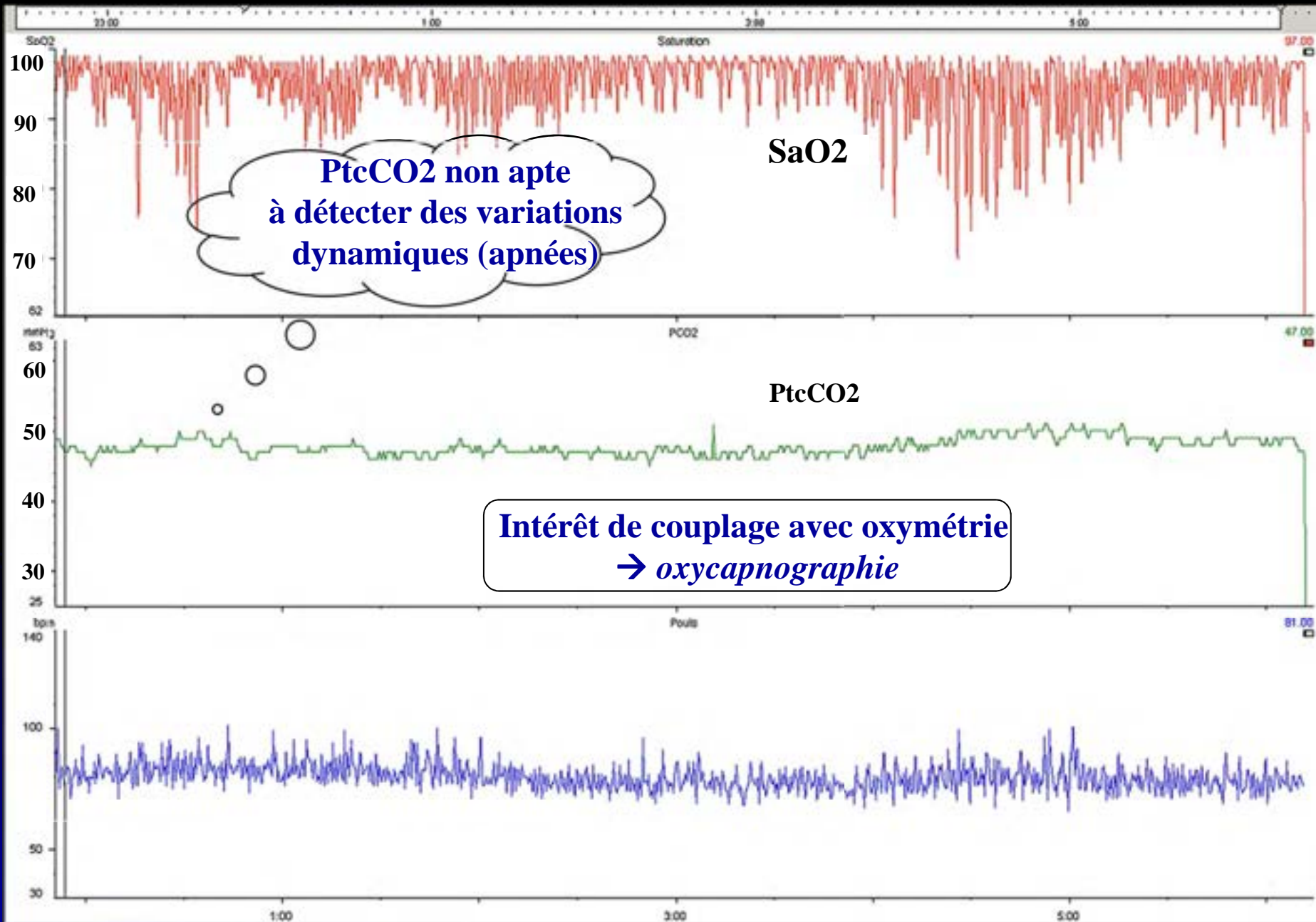




Et ici?







**PtcCO2 non apte  
à détecter des variations  
dynamiques (apnées)**

**SaO2**

**PtcCO2**

**Intérêt de couplage avec oxymétrie  
→ oxycapnographie**

**Pouls**

**Basic pack**  
*(Overnight Spo2 + ABG)*

Both normal

One or both abnormal

tcPCO2

Normal

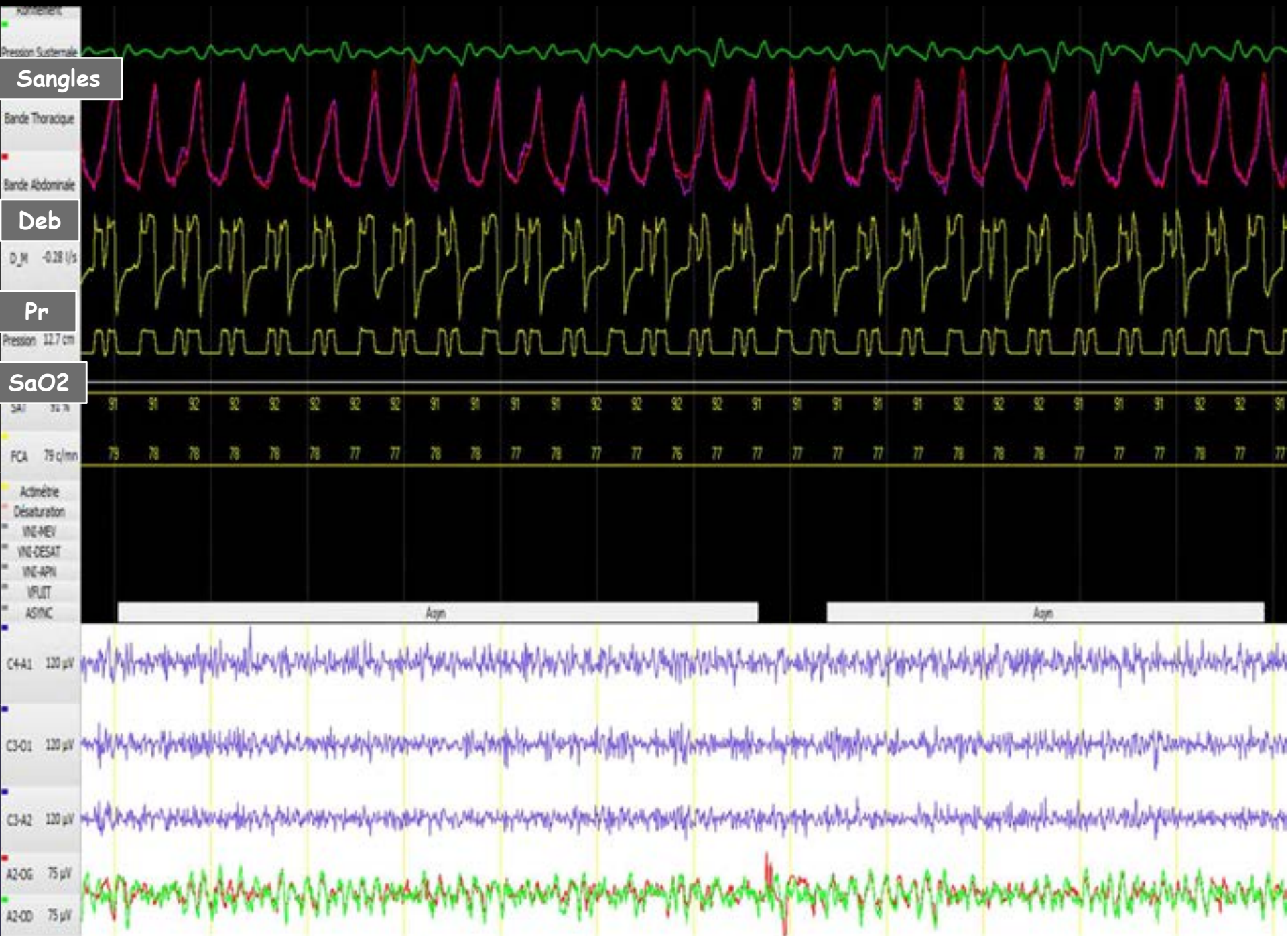
Abnormal

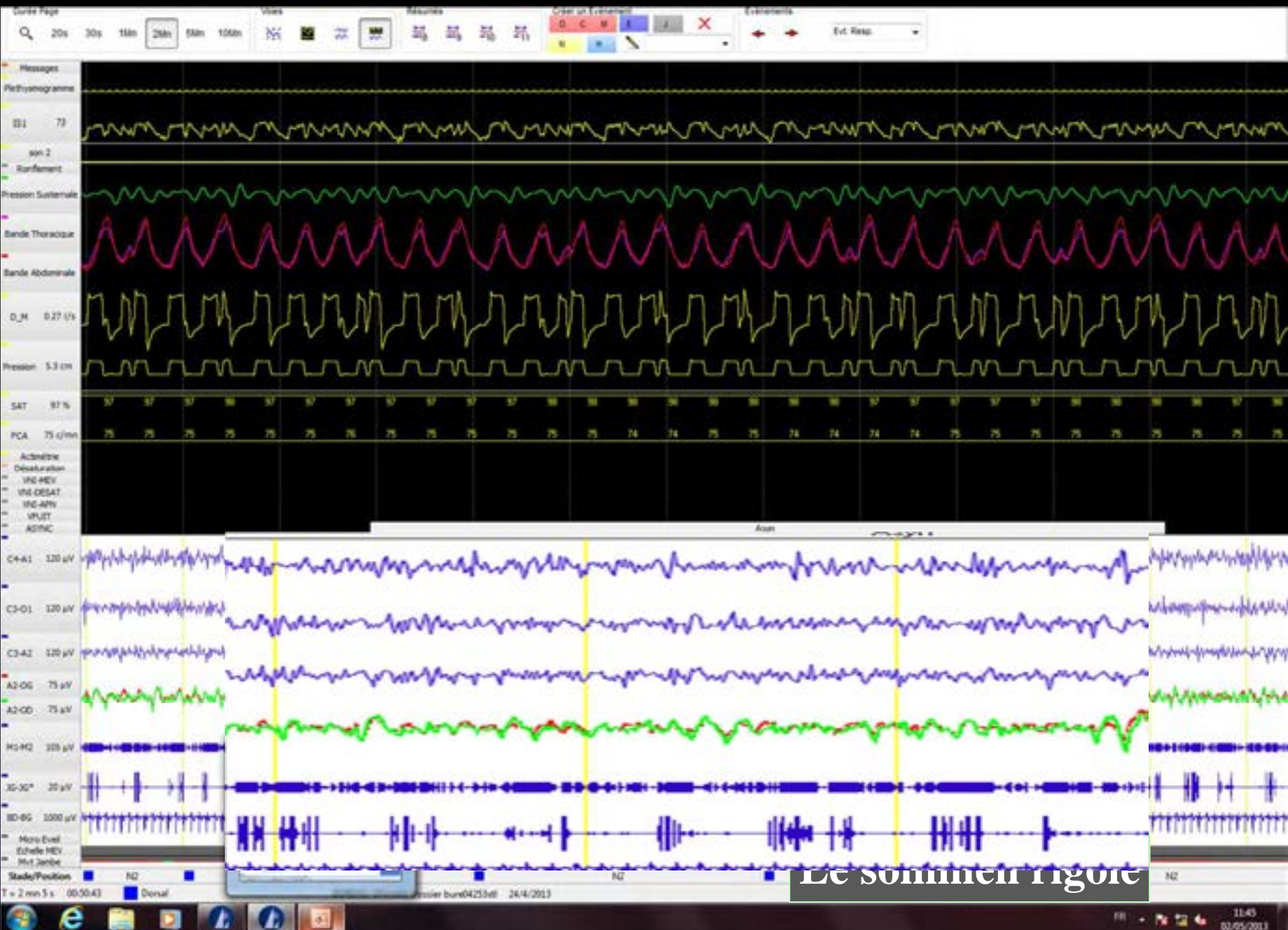
Go ahead...

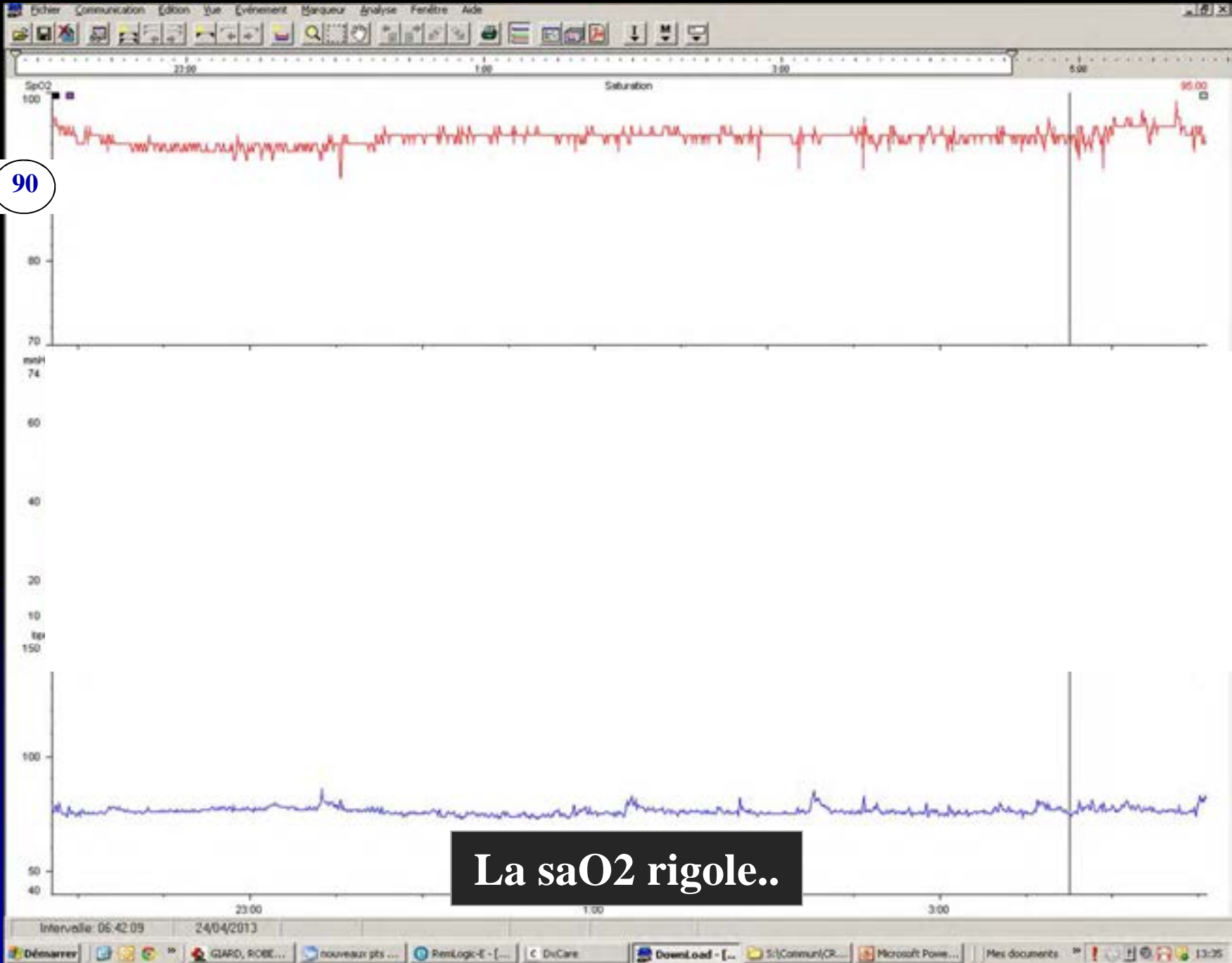
**Pursue with  
same settings**

# Delices du pack “amelioré”....





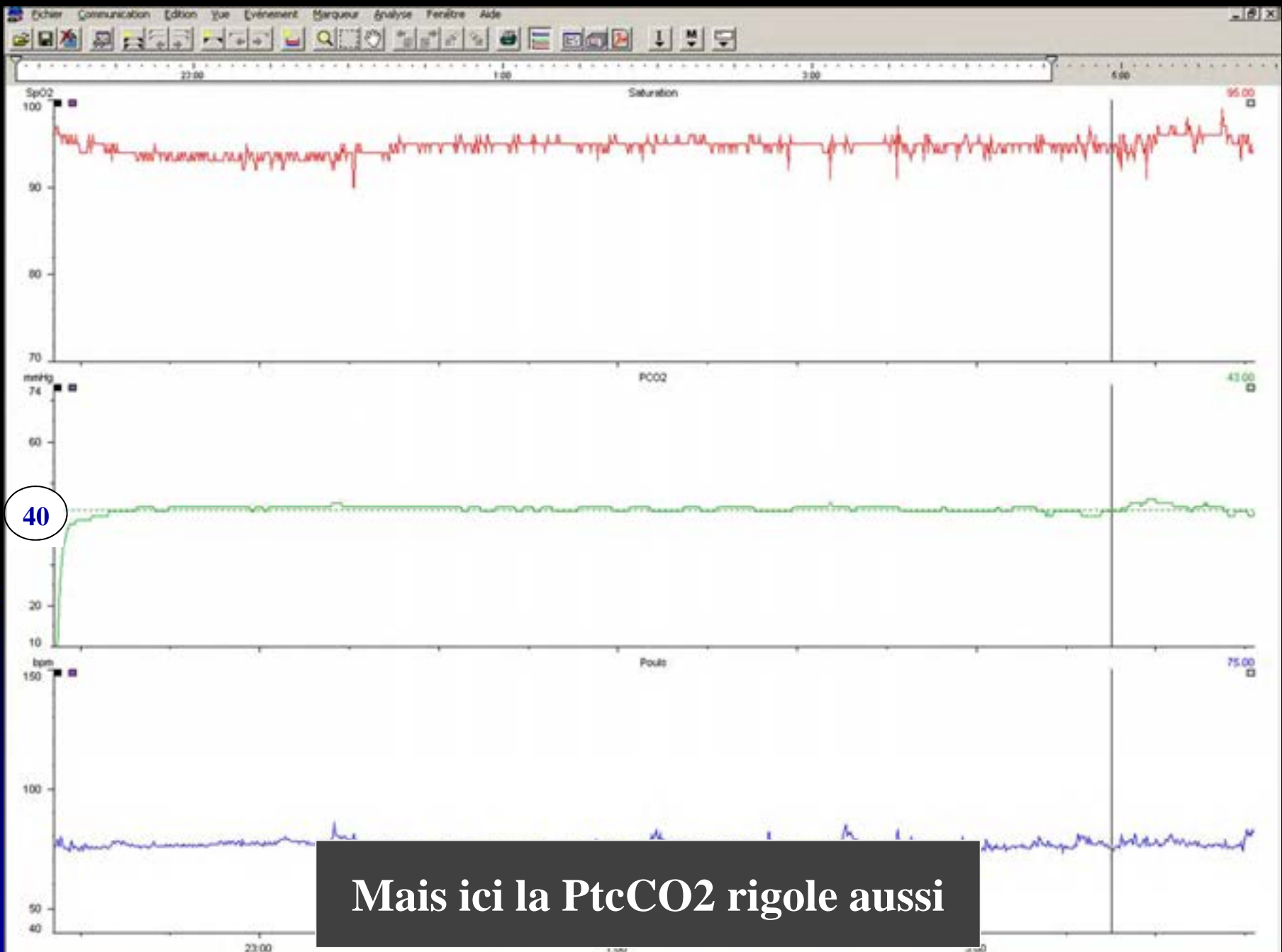




90

La saO2 rigole..





40

**Mais ici la PtcCO2 rigole aussi**

# Évaluation approfondie

➤ Systèmes de monitoring couplés aux respirateurs.

➤ Polygraphie / Polysomnographie conventionnelle



# Systemes de monitoring couplés aux respirateurs (1)

- Des nombreux respirateurs incorporent des systèmes qui permettent d'évaluer les tendances de différents paramètres sur une nuit.
- Quelques appareils permettent également d'afficher les données brutes (débit et pression)
  - ✓ soit en continue (nécessité de branchement à un ordinateur pendant la ventilation),
  - ✓ soit en enregistrant sur une carte mémoire (permettent une véritable polygraphie sous ventilation avec lecture en différé)

# Systemes de monitoring couplés aux respirateurs (2)

➤ On peut les classer en deux types selon les données recueillies

✓ *Systemes de recueil de données machine*

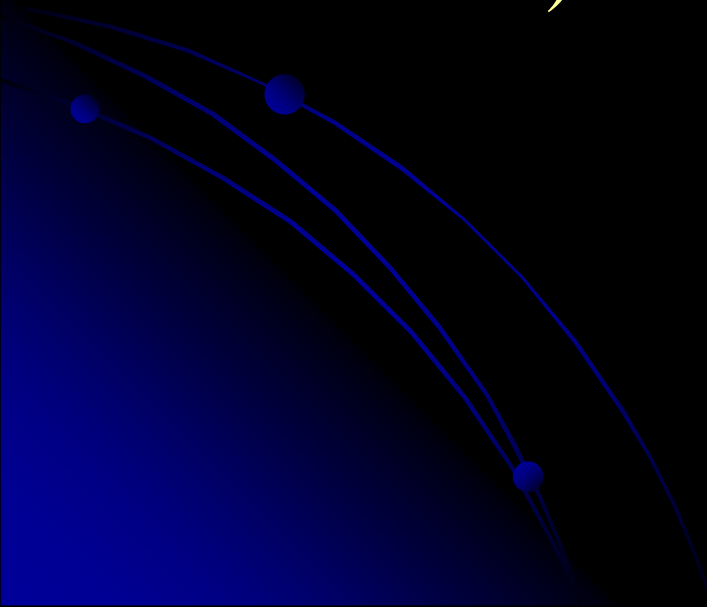
- Integra™, Ultra™ et gamme Élysée™ (Resmed)
- Legendair™ et Smartair Plus™ (Covidien)
- VIVO™ (Breas)
- Ventimotion™ (Weinmann)

✓ *Systemes de recueil de données combinées (machine/ patient)*

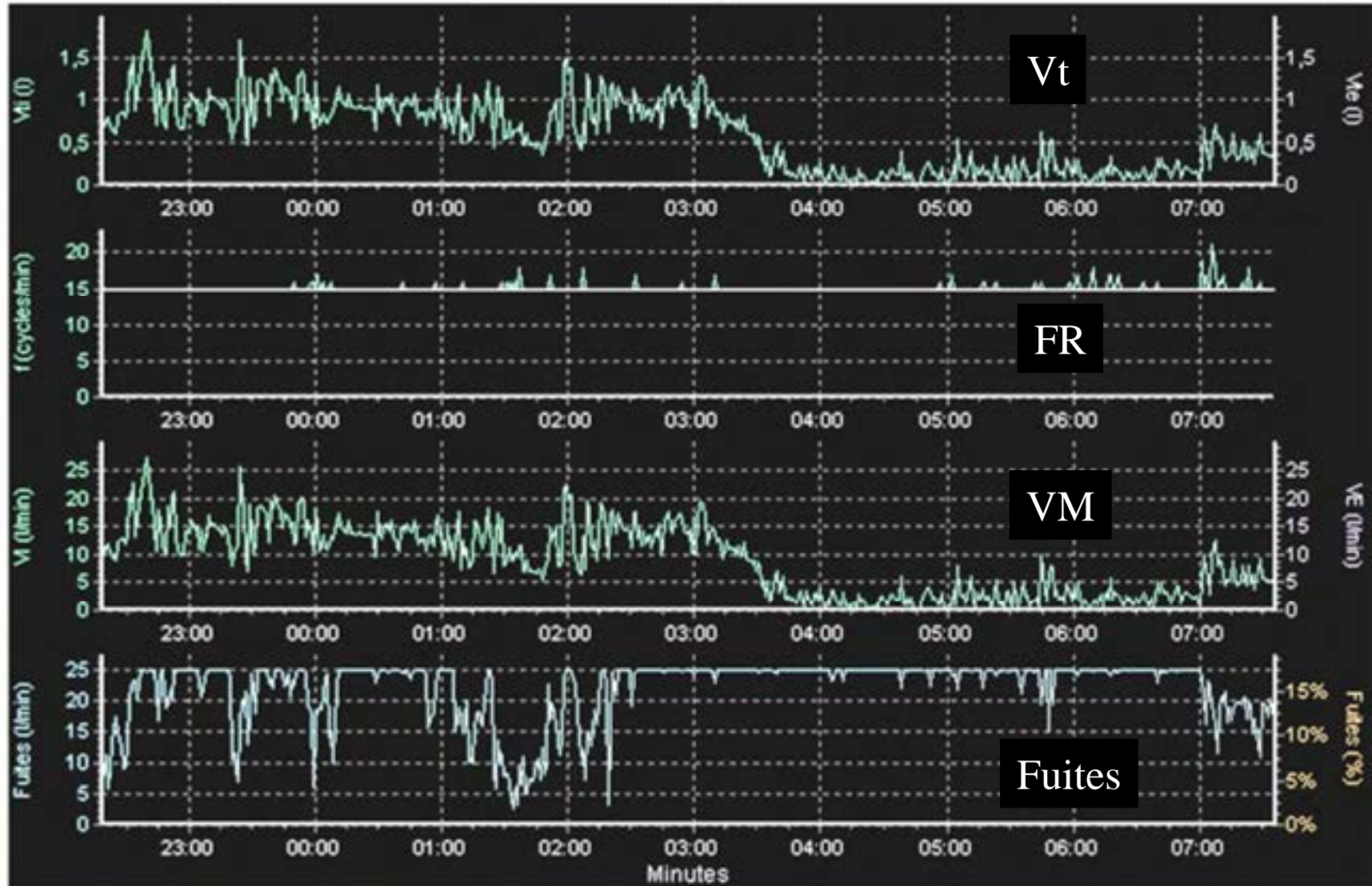
- VPAP 3 et VPAP 4 Reslink™ (Resmed)
- Synchrony™ et Trilogy™ (Philips Respironics)

# Systemes de recueil de données machine

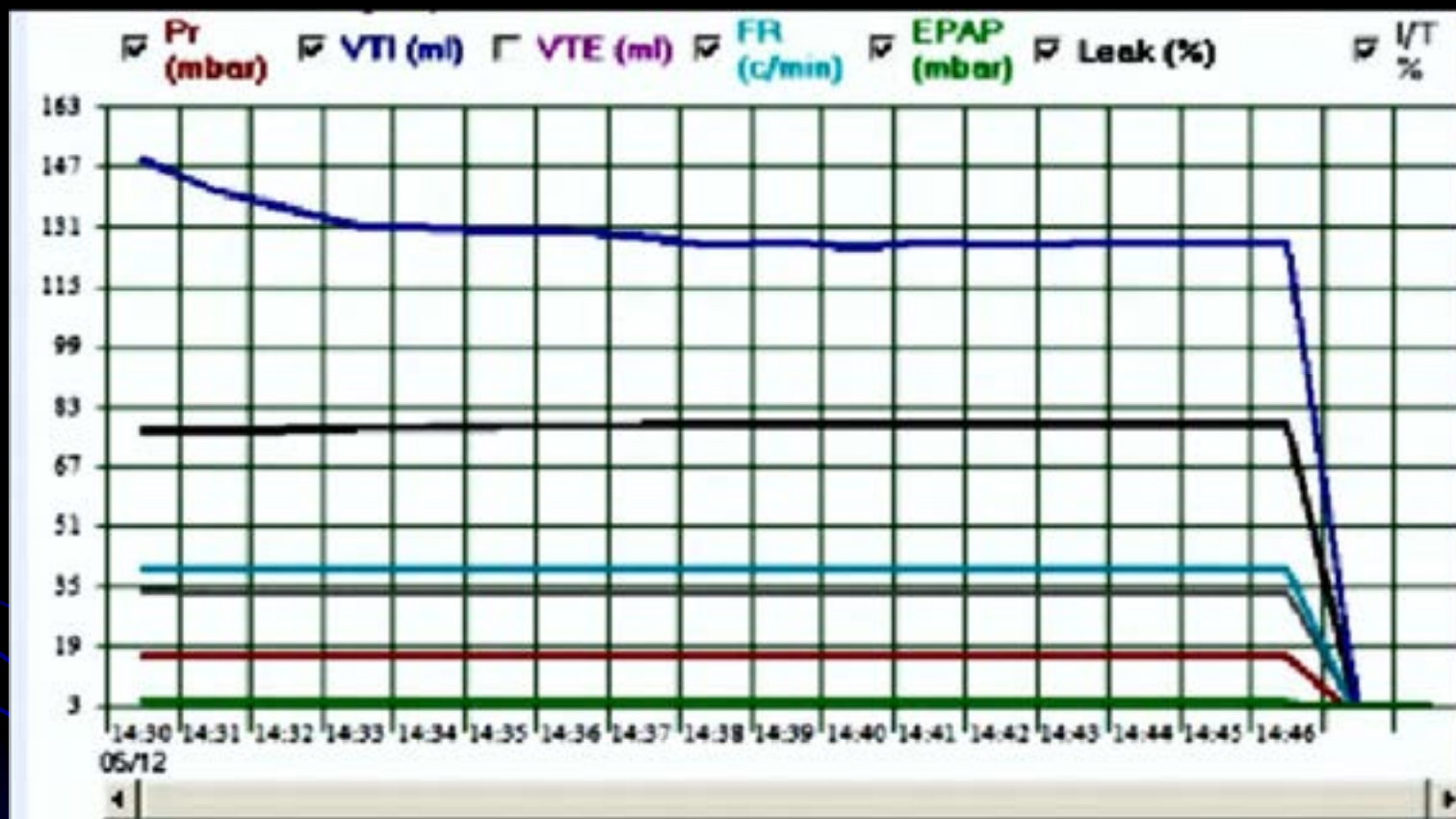
## 1) Données de tendance



# Ultra™ / Integra™ avec software Easyscan™ (Resmed)



# Legendair™ and Smartair Plus™ avec software Airox Communication™ (Covidien)



Pr (mbar)	VTI (ml)	VTE (ml)	FR (c/min)	EPAP (mbar)	Leak (%)	I/T %
Mean 16,33	Mean 130,4	Mean 0,0	Mean 39,8	Mean 4,4	Mean 77,6	Mean 33,2
min. 16,28	min. 125,6	min. 0,0	min. 39,5	min. 4,3	min. 76,0	min. 33,1
max. 16,50	max. 149,0	max. 0,0	max. 39,8	max. 4,4	max. 78,1	max. 34,2
σ 0,05	σ 6,17	σ 0,00	σ 0,07	σ 0,02	σ 0,67	σ 0,00

# Synchrony™

avec software Encore Pro™ (Philips Respironics)



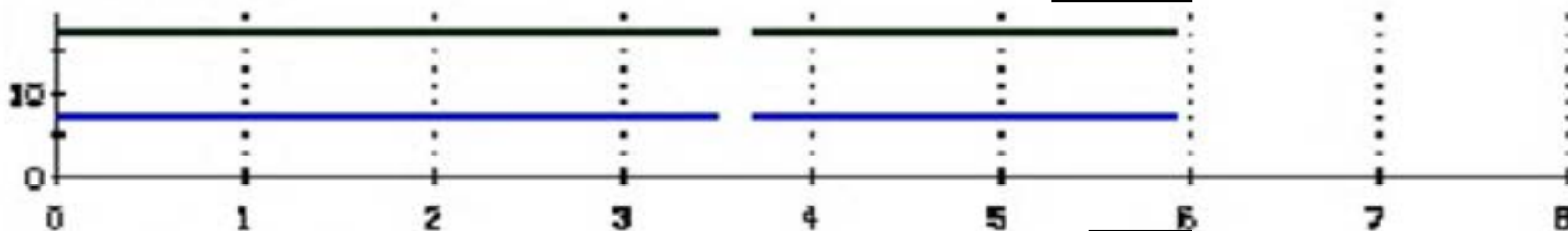
Détails journaliers de Synchrony BPAP

14/01/2006

-1-

— P. Exp.      — P. Insp.

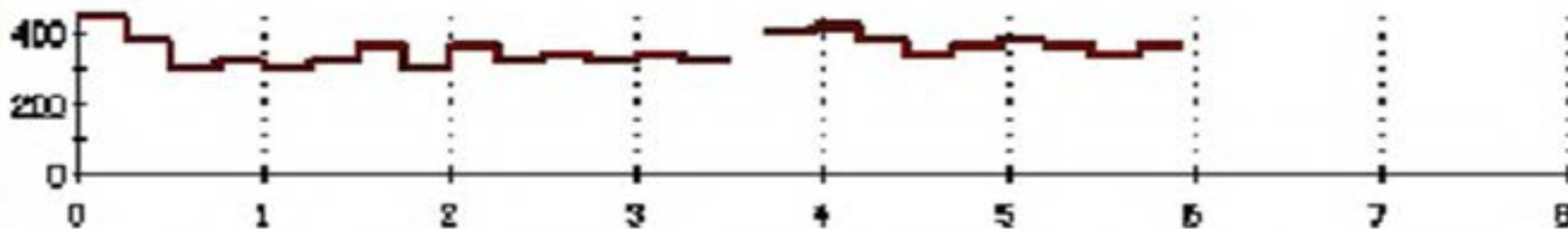
Pression (cm H<sub>2</sub>O)



Respirations par minute



Volume courant (ml)





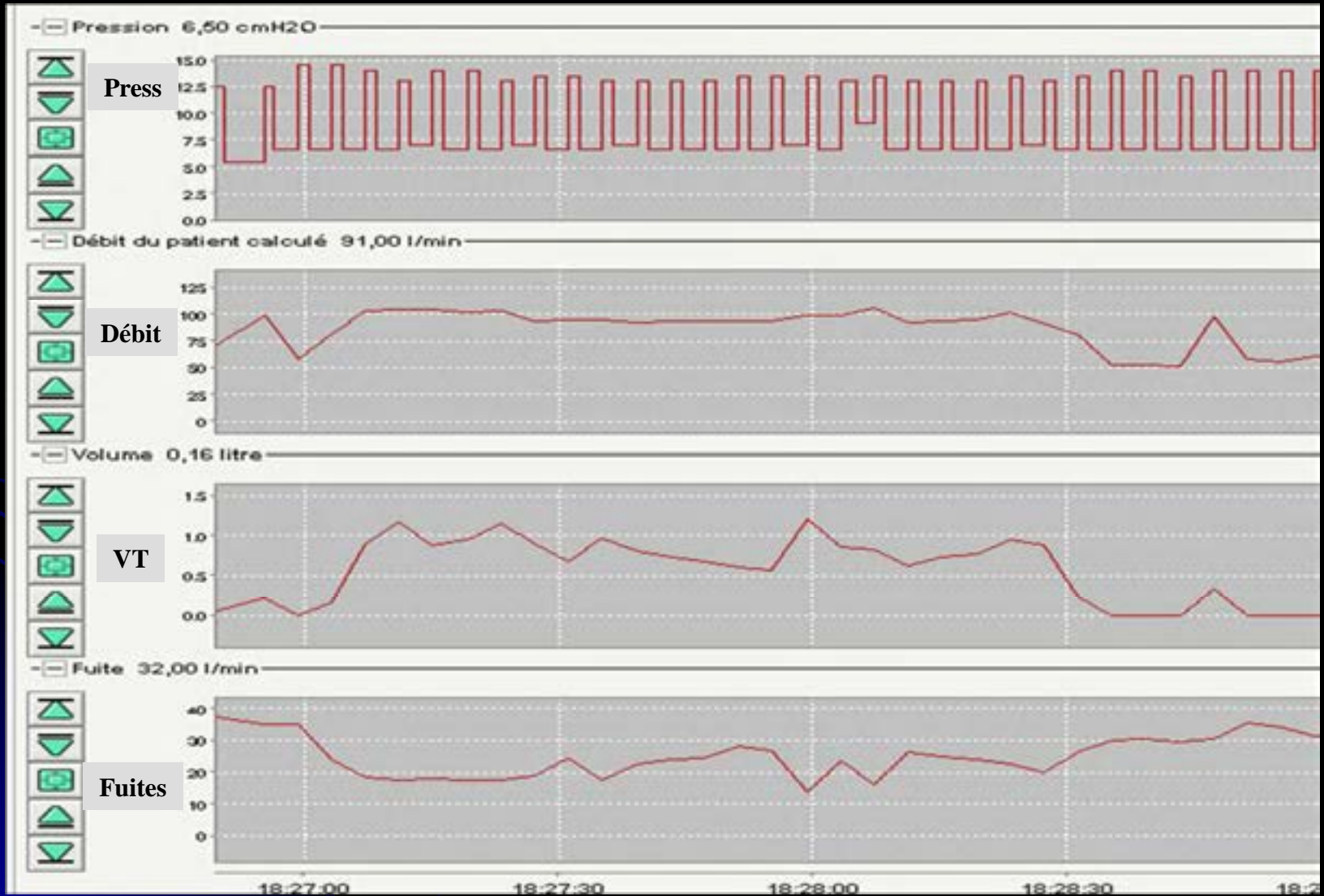
# Systemes de recueil de données machine

## 2) Données brutes



# Vivo™

avec Vivo PS™ software (Breas)



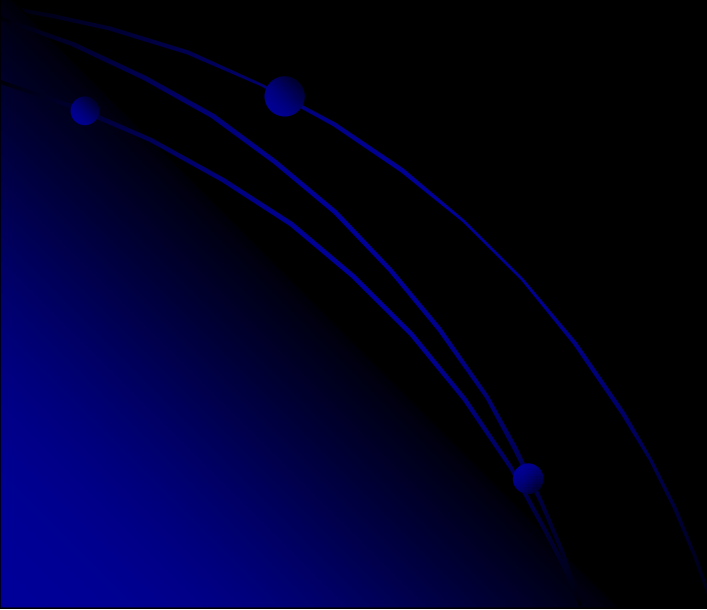
# Ventimotion™

with software Ventiscan™ (Weinmann)



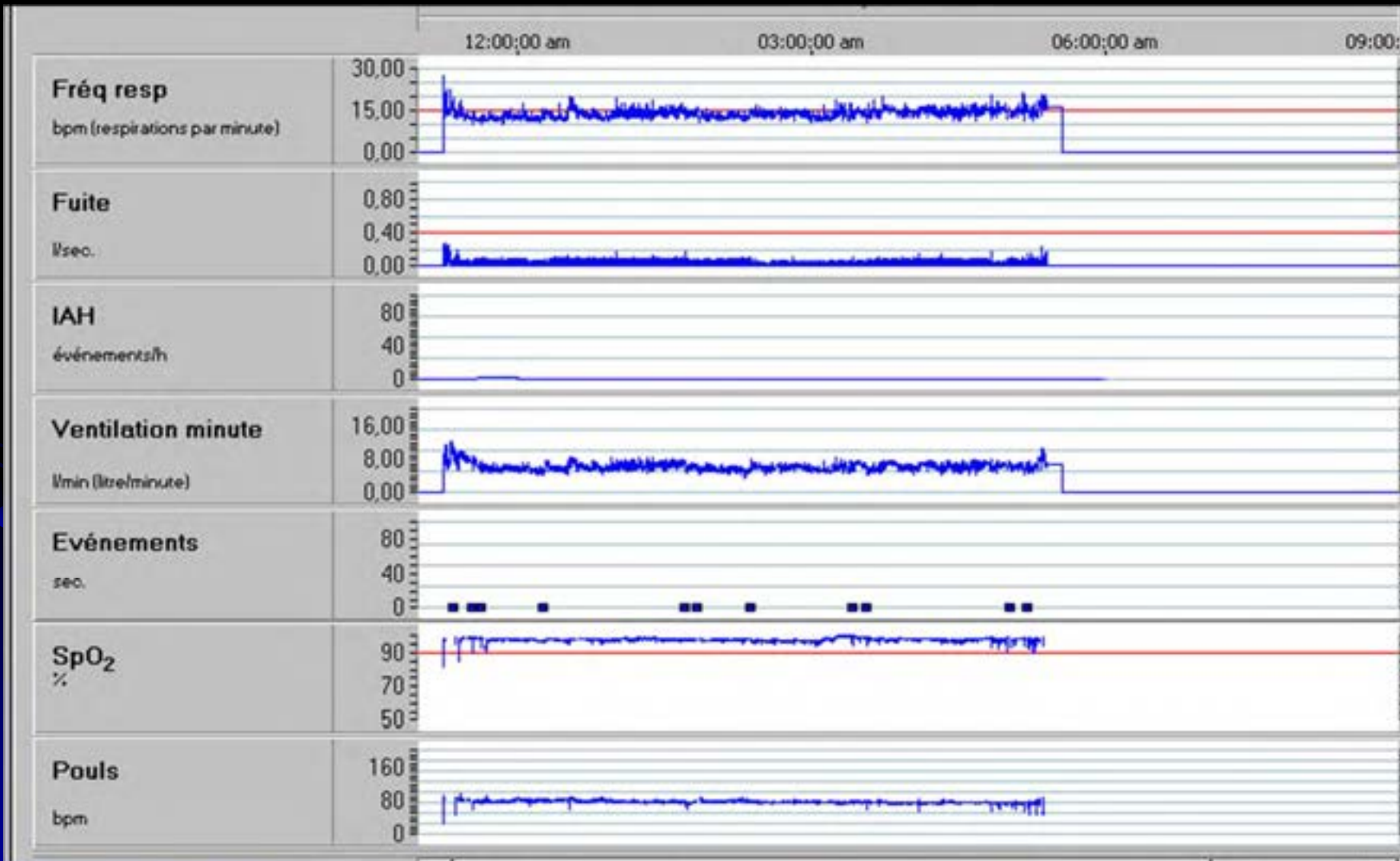
# Systemes de recueil de données combinées

(machine + patient)



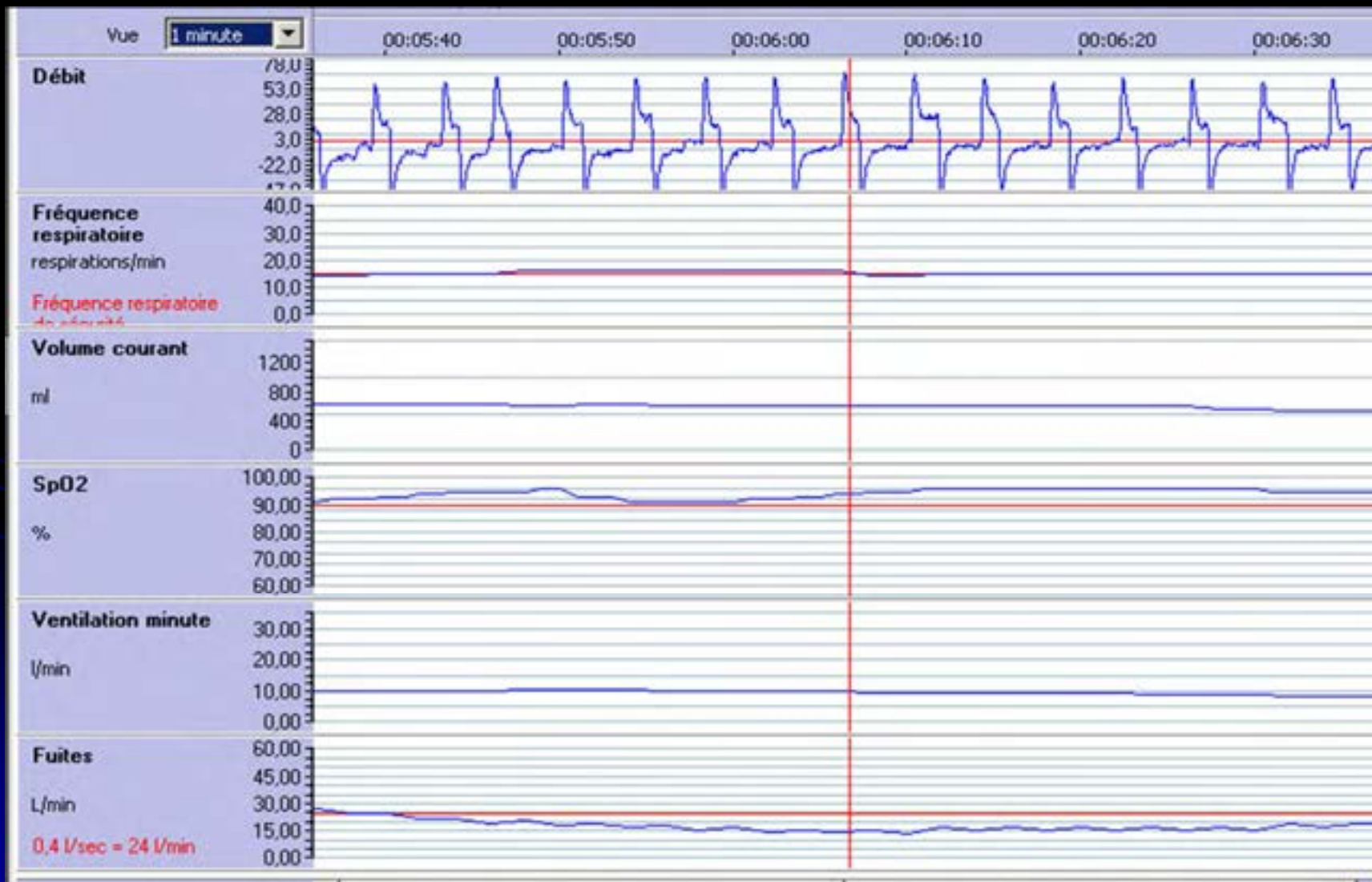
# VPAP 4 / S9 – module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



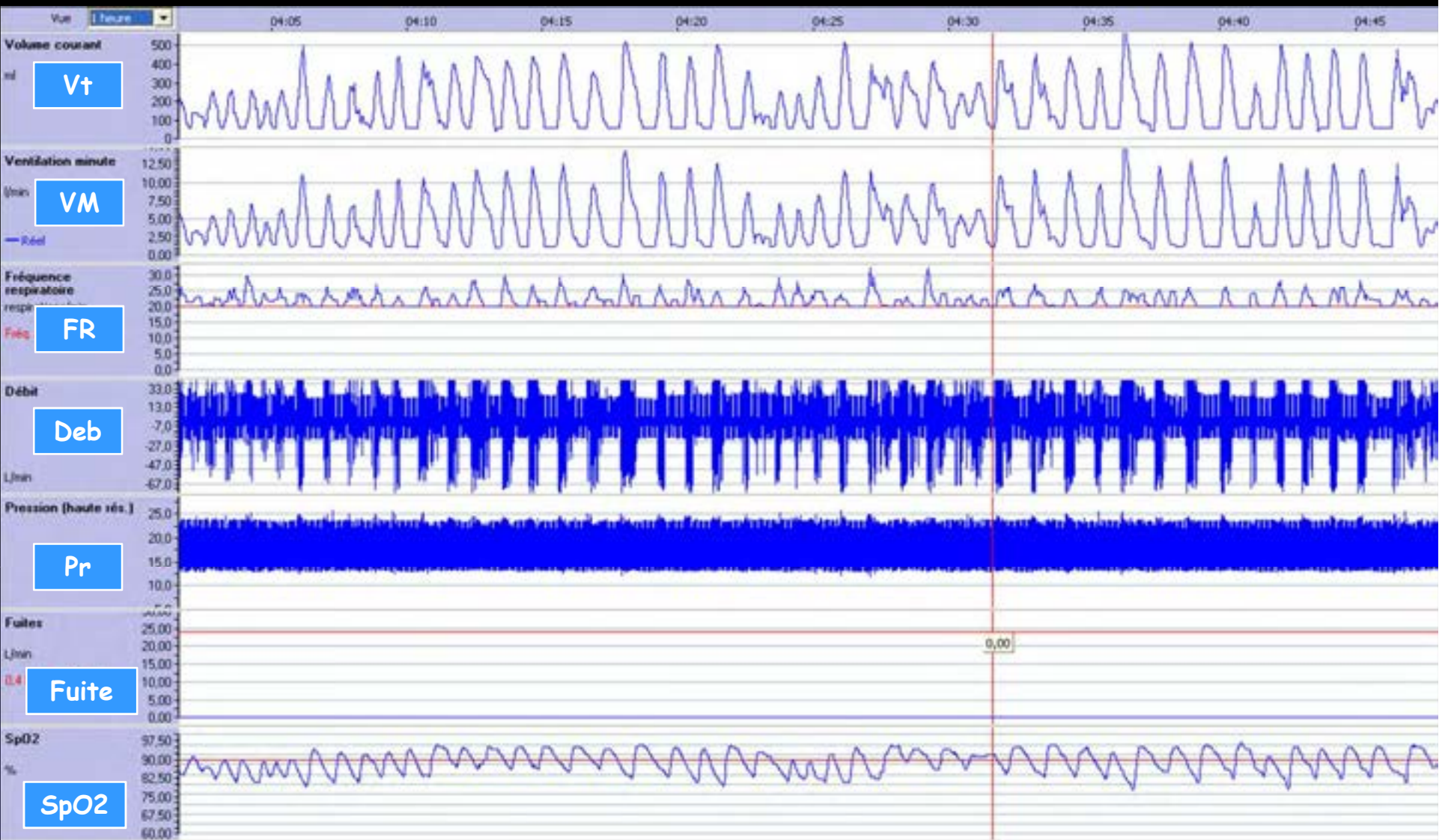
# VPAP 4 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



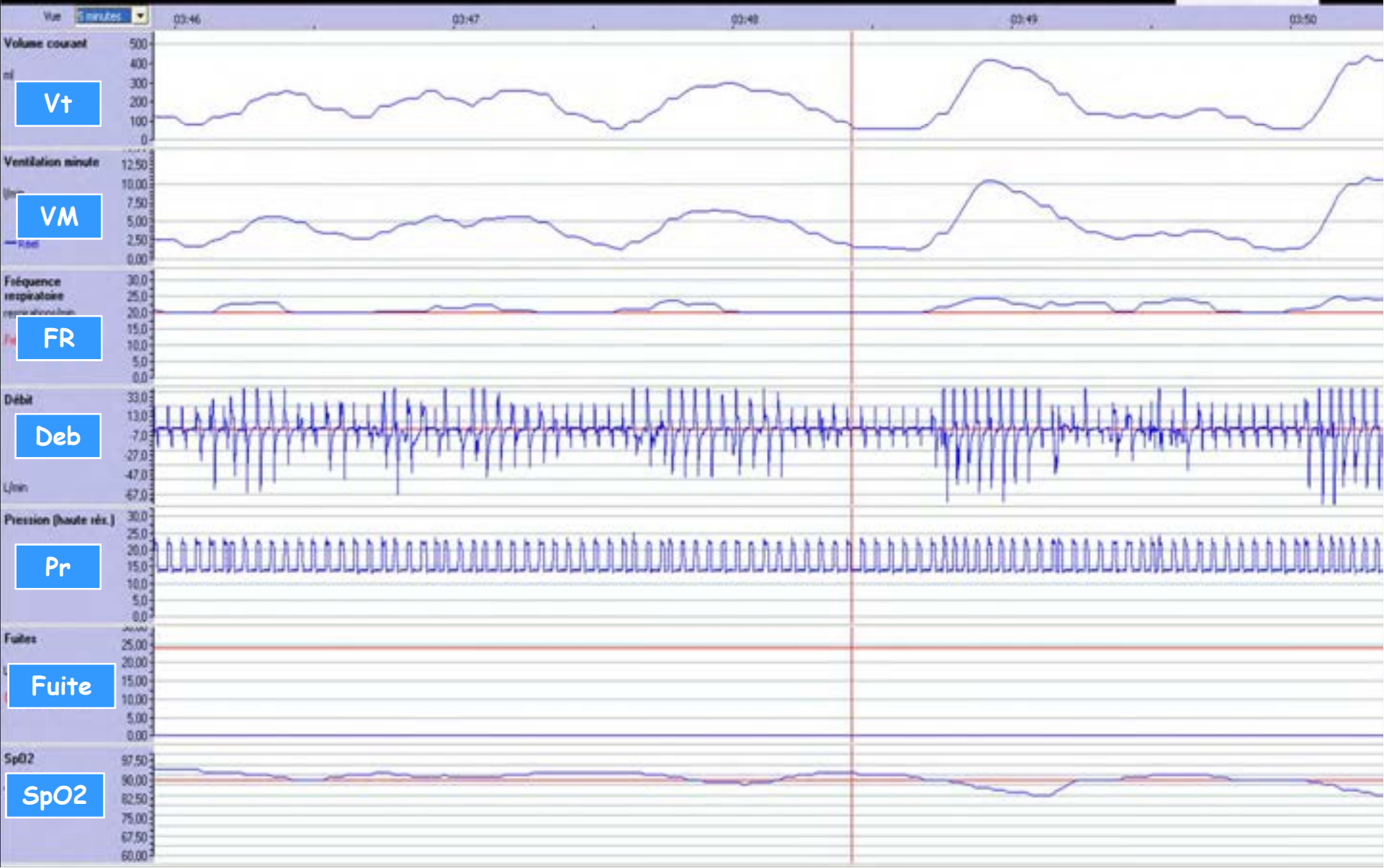
# VPAP 4 / S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

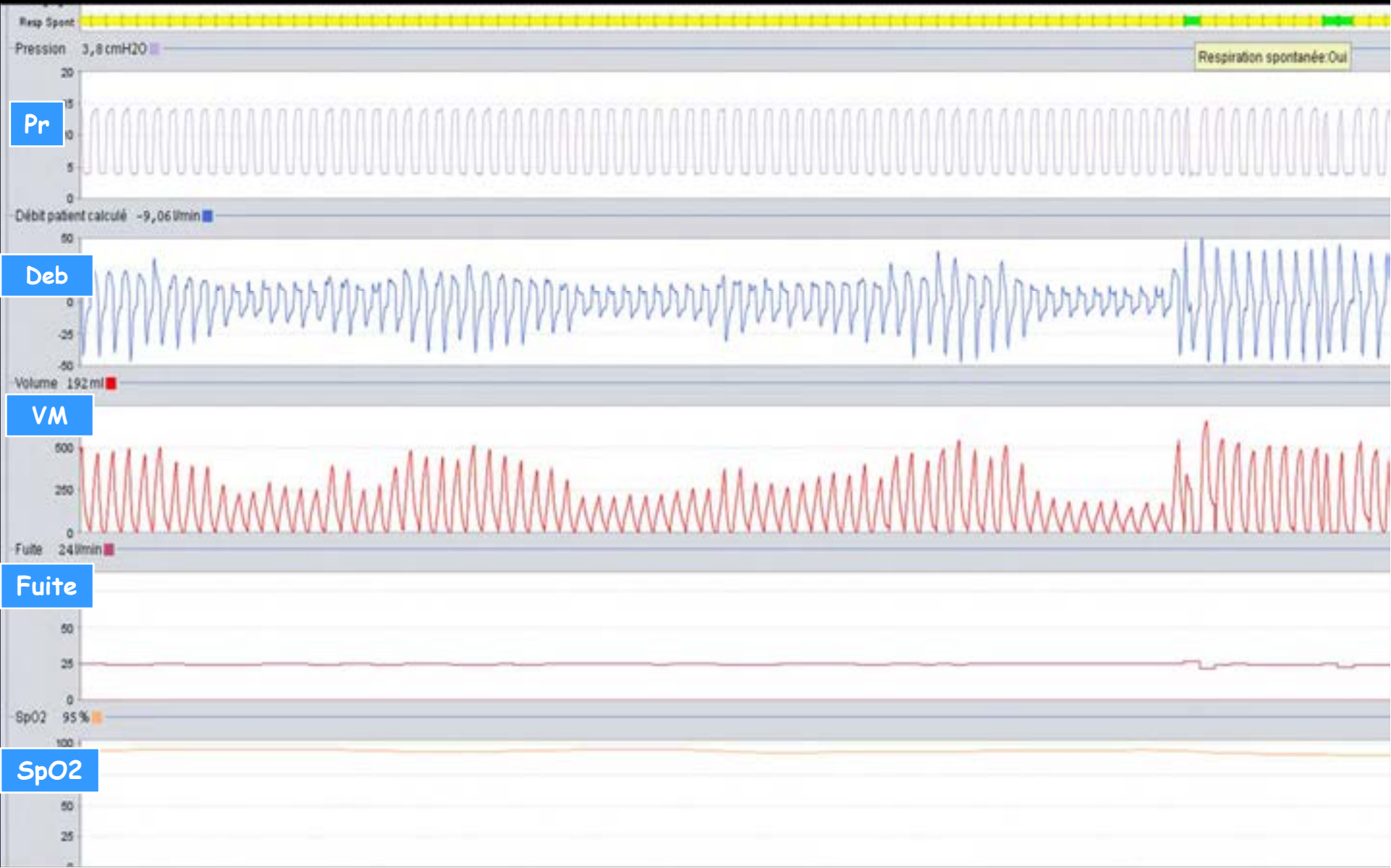
Avec software Rescan™ (Resmed)





# Vivo™

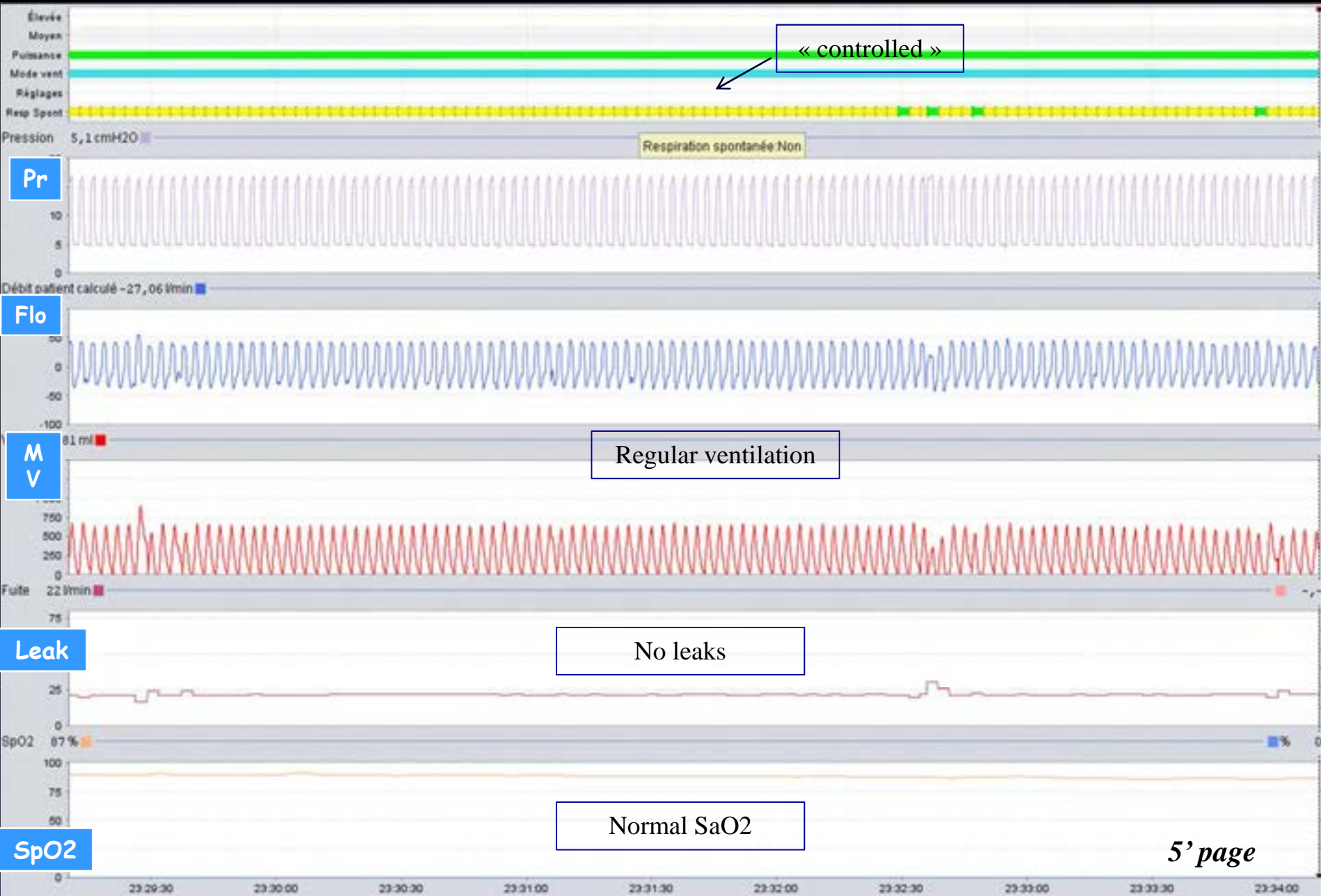
avec Vivo PS™ software (Breas)



# Trilogy™

Avec software Direct View™ (Philips Respiration)





« controlled »

Pr

Flo

MV

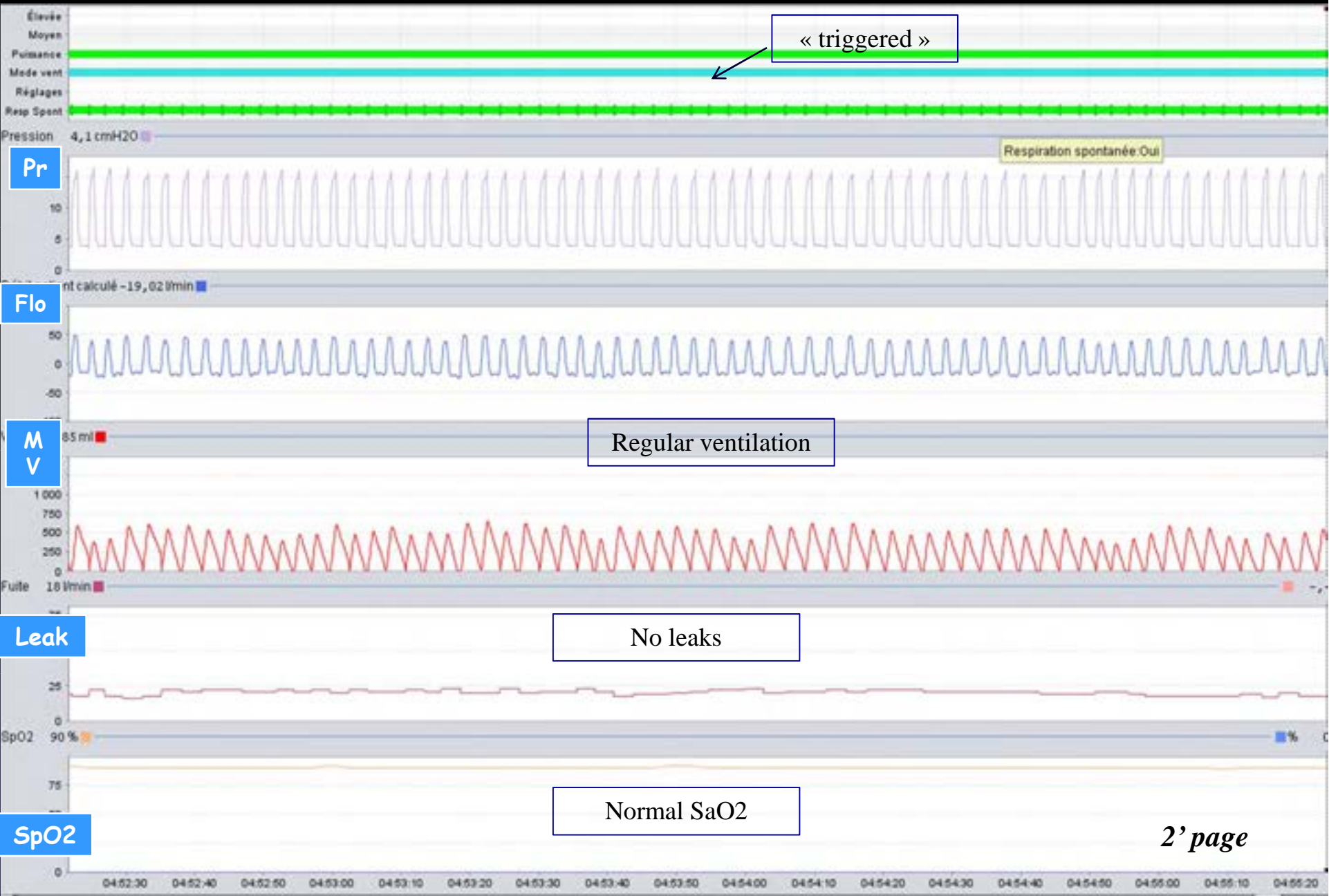
Leak

SpO2

Regular ventilation

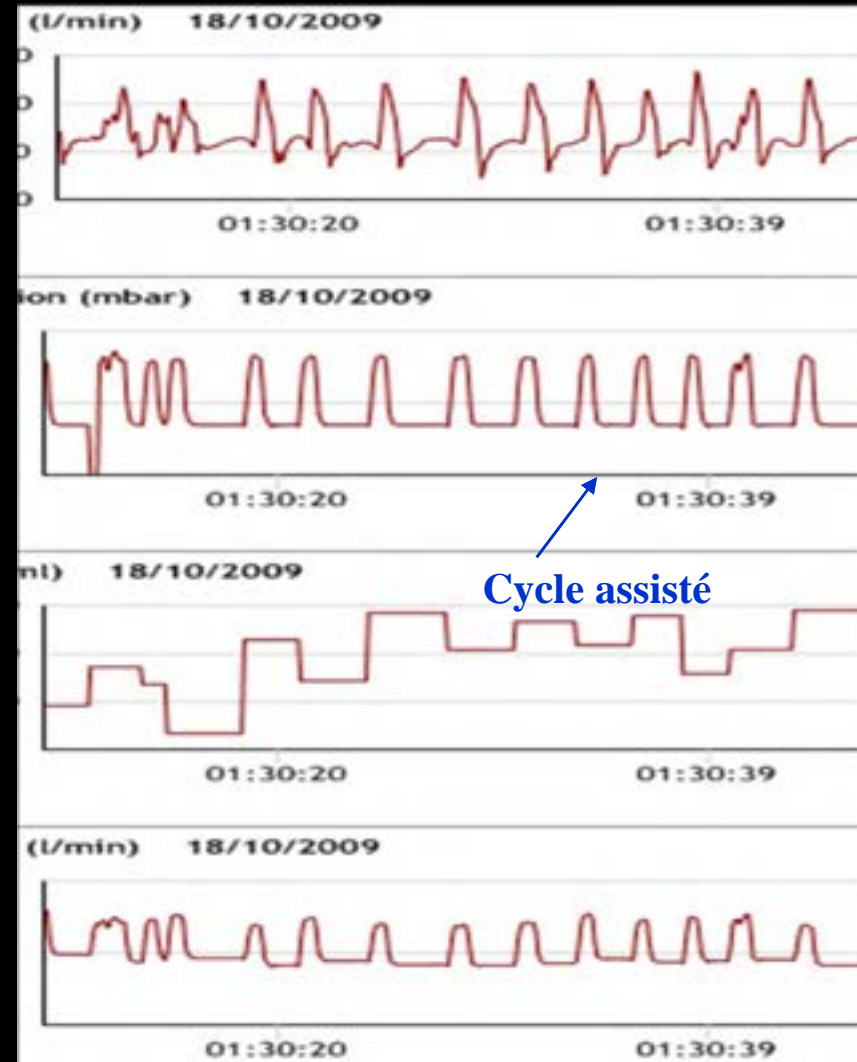
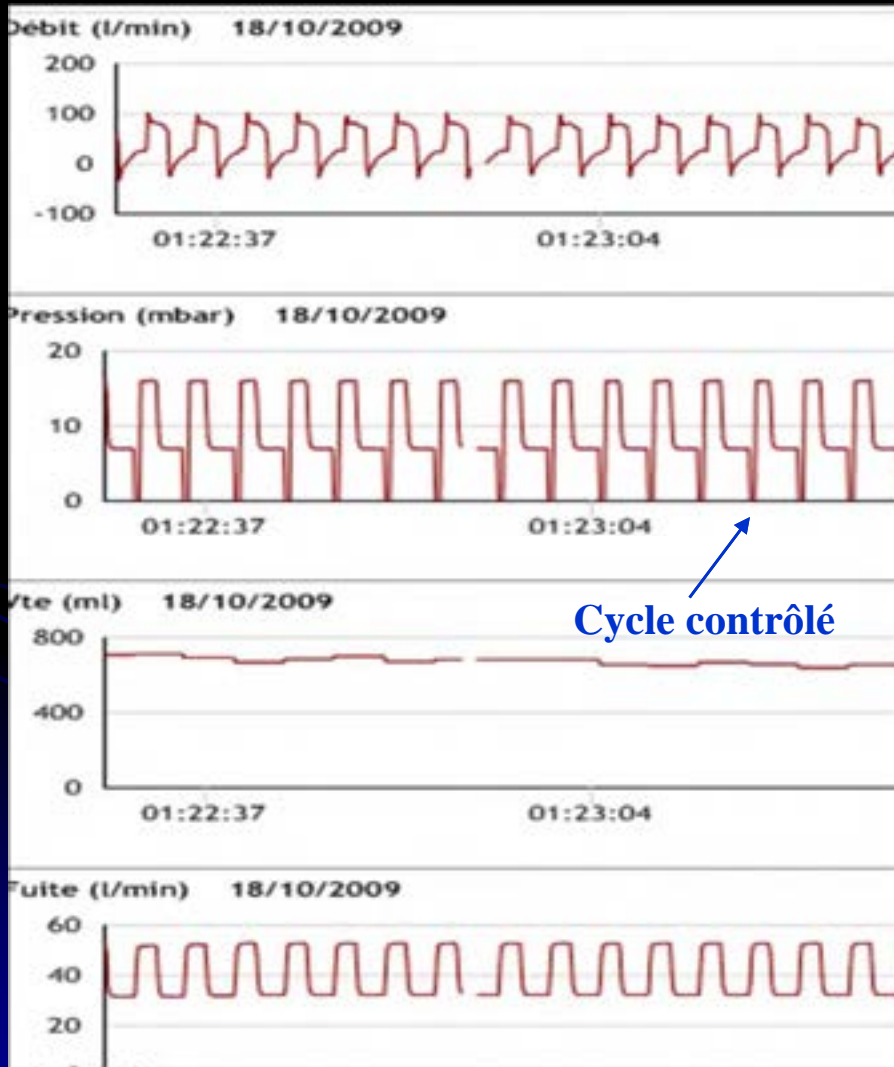
No leaks

Normal SaO2



# Trilogy™

Avec software Direct View™ (Philips Respironics)



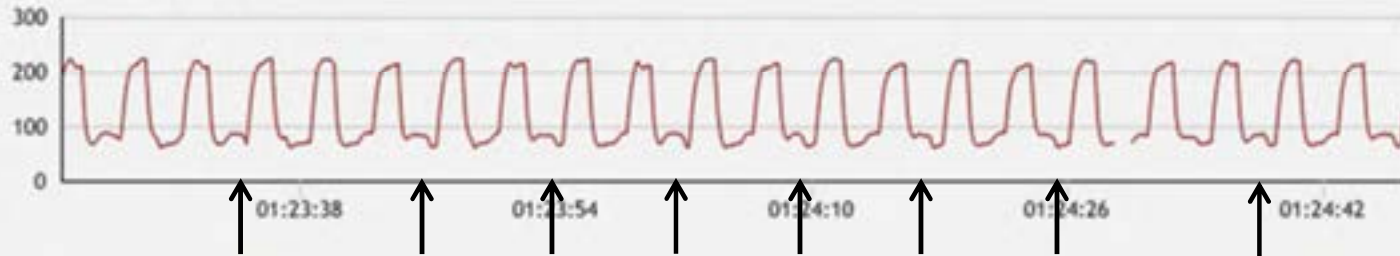
# % des cycles déclenchés



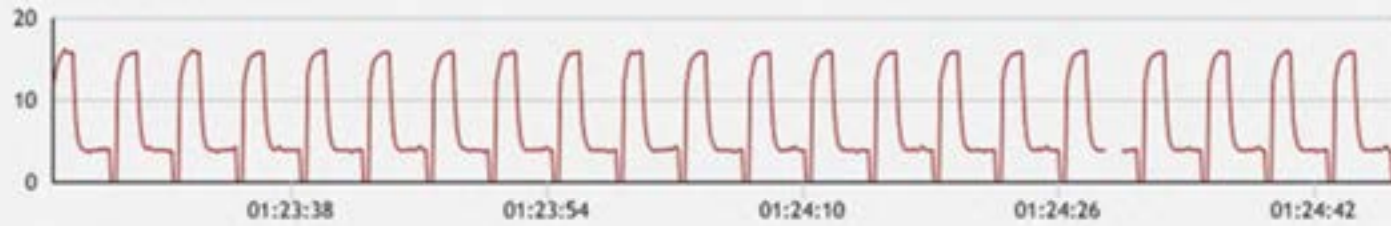
Cycles par minute (c/min) 10/04/2011



Débit (l/min) 10/04/2011



Pression (mbar) 10/04/2011

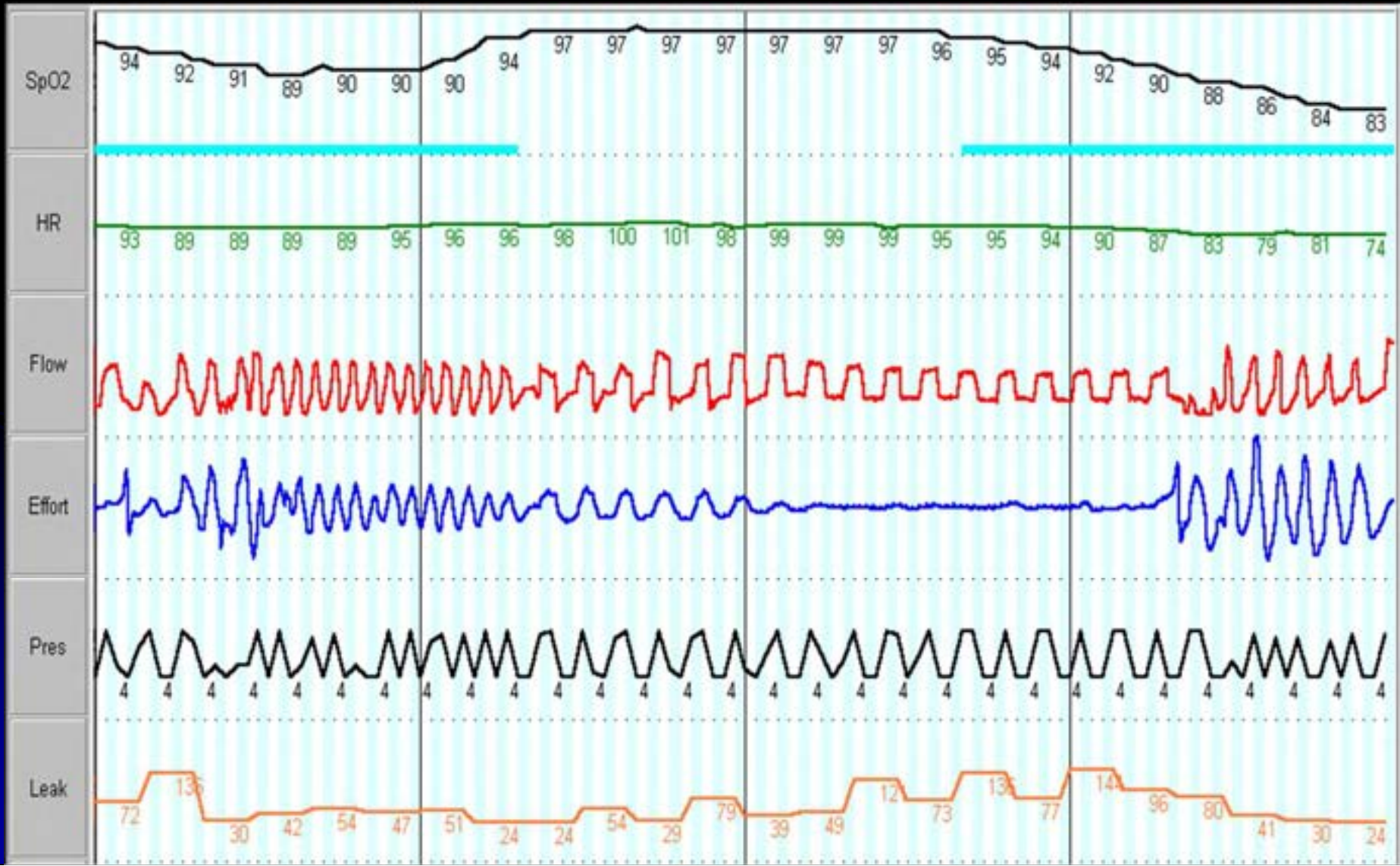


Vte (ml) 10/04/2011



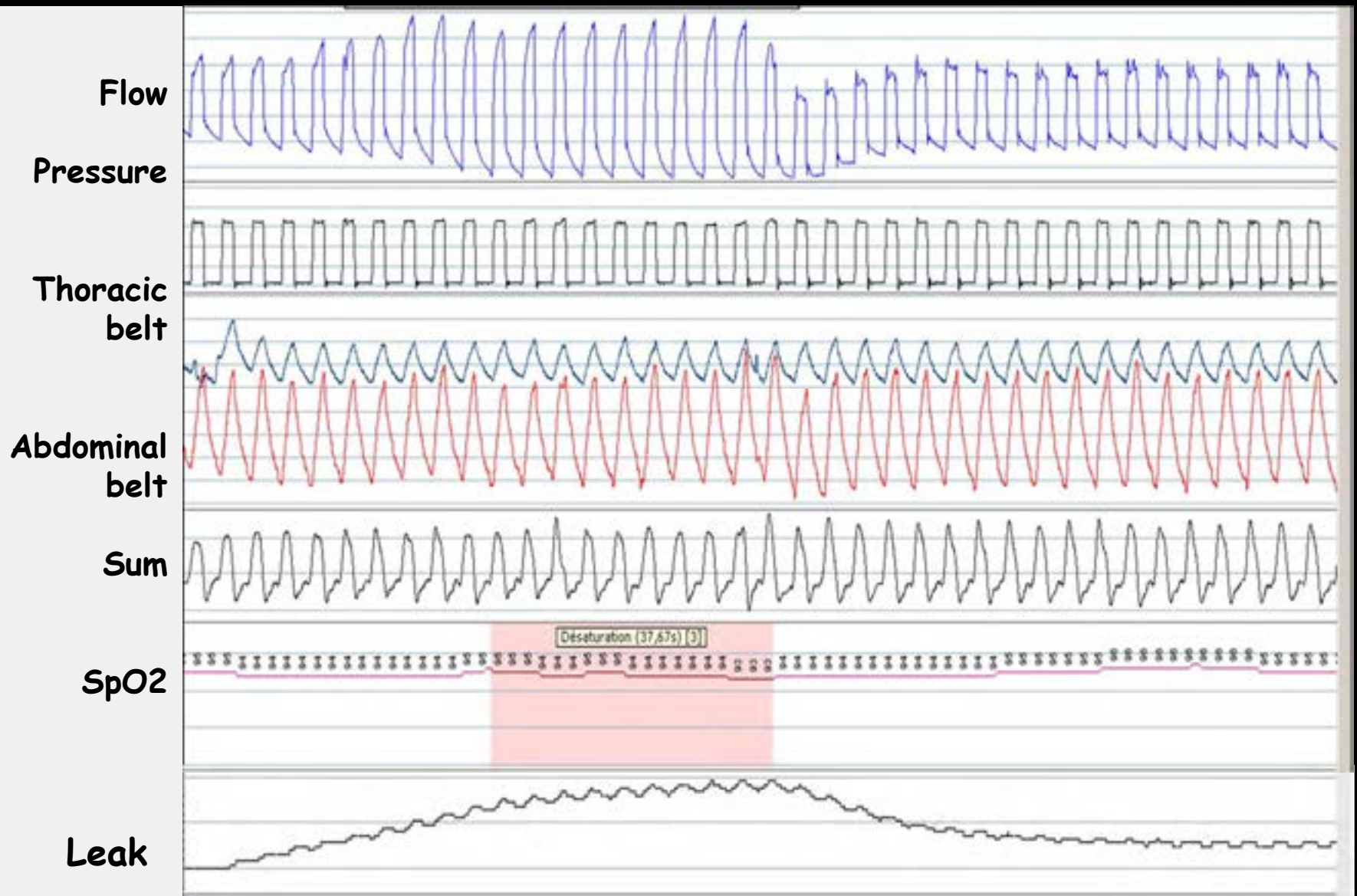
Fuite (l/min) 10/04/2011

# Synchrony™ couplé au polygraphe Stardust™ (Philips Respironics)



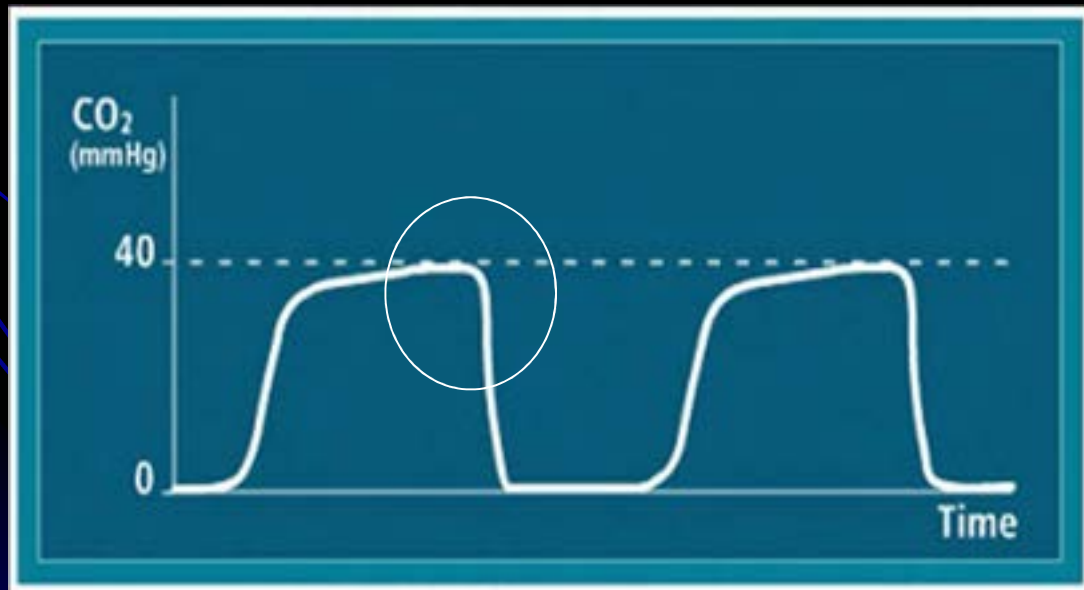
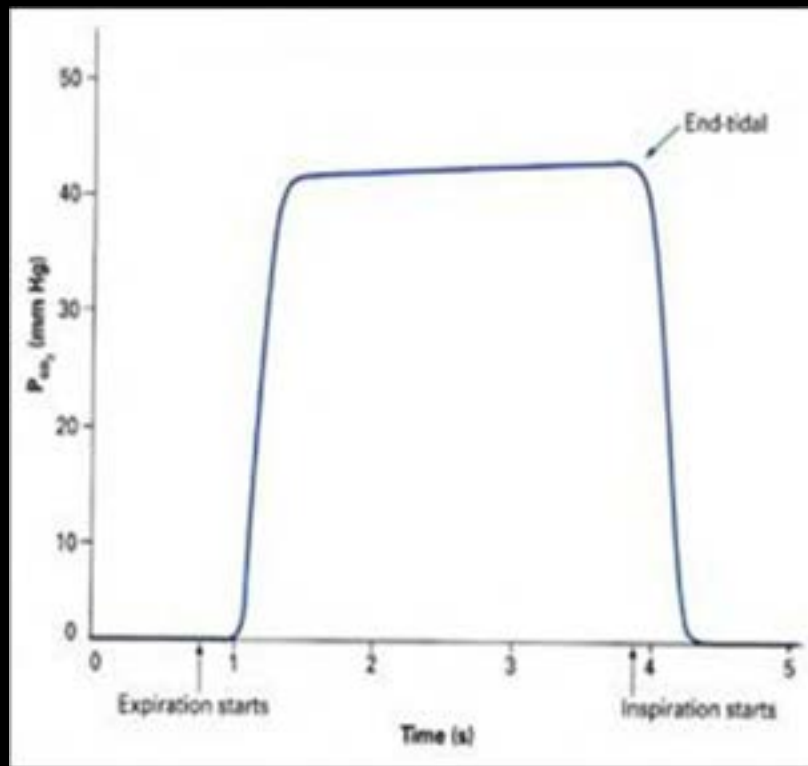


# Embletta™ couplé au données Rescan™ (Resmed)

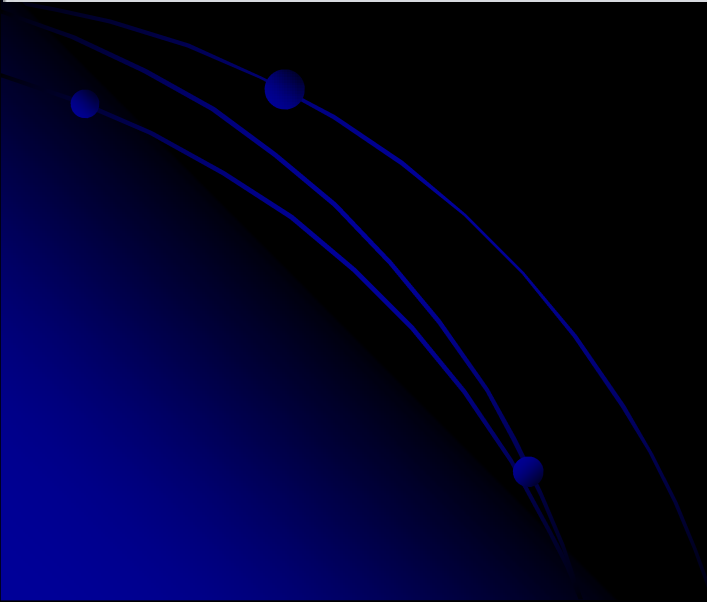






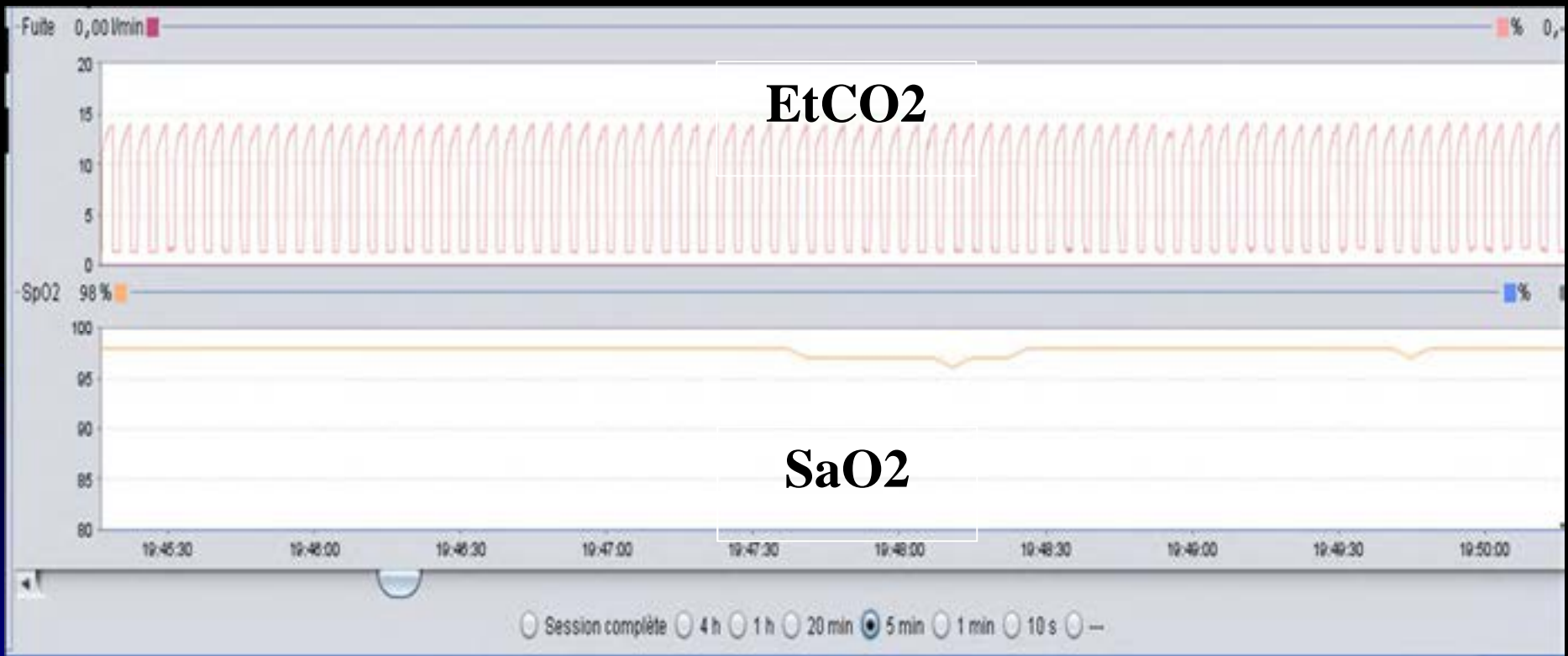


# Raw EtCO2



# EtCO2 trend





# Analyse des données de la SaO2

Produit	VPAP ST (S9)		No. de série		22111472770	
<b>IDO</b>	IDO pour l'enregistrement:	55				
<b>Pouls</b> bpm	Minimum:	46	Médian(e) :	66	Maximal(e) :	79
<b>SpO2</b> %	La SpO2 était inférieure à	<input type="text" value="80"/>	% pour	04:45:44	hh:mm:ss	
	La SpO2 était inférieure à	<input type="text" value="80"/>	% pour	01:03:40	hh:mm:ss	
	La SpO2 était inférieure à	<input type="text" value="70"/>	% pour	00:01:54	hh:mm:ss	
	Minimum:	64	Médian(e) :	87	Maximal(e) :	97



# Eh bien....

Quel est l'apport de ces systemes dans la « vrai  
vie » pour

- Dépister les échecs de la VNI?
- Déceler, le cas échéant, ses mécanismes?



*En somme,*

*Nous permettent-ils évaluer la qualité de la  
VNI et de se passer (au moins dans quelques  
cas..) de la PG/PSG?*

# Fuites

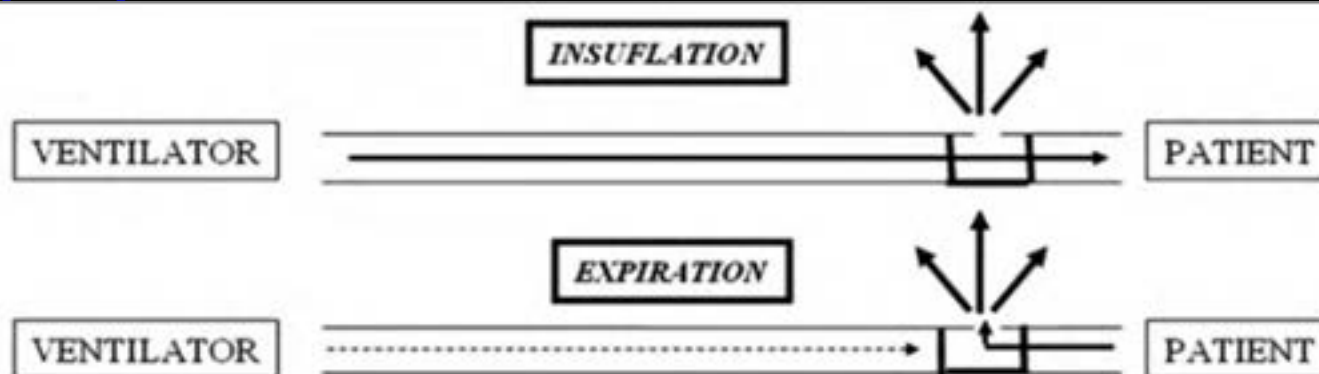
○ Intentionnelles



○ Non intentionnelles



b



# La fuite intentionnelle

Est-il important de connaître son niveau

et de la soustraire du calcul?



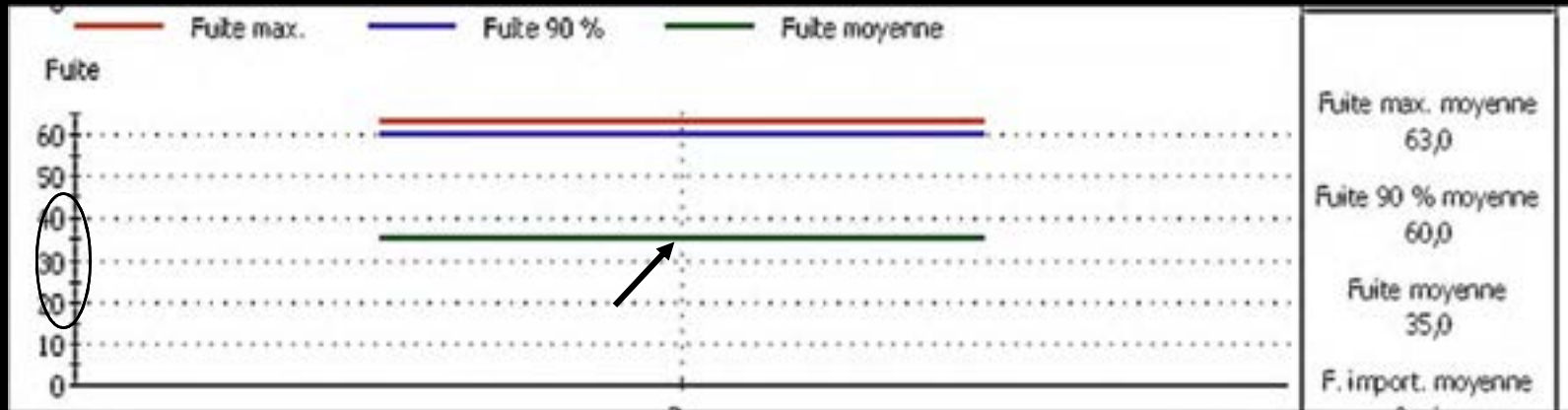
Monitoring Ventilator	Software	Leaks
Monnal T30™	Bora Soft V.6™	Average leak <sup>1</sup>
Synchrony™	Encore Pro 2™	Average leak <sup>1</sup>
Trilogy™	Direct View™	Average leak <sup>1</sup>
Ventimotion™	Ventisupport™	Average leak <sup>1</sup>
Vivo 40™	Vivo PS Software 3™	Average leak at expiratory pressure (EPAP) <sup>2</sup>
VPAP III™	ReScan 3.10™	Average leak without intentional leaks <sup>3</sup>
VPAP IV™	ReScan 3.10™	Average leak without intentional leaks <sup>3</sup>

Types de masque	Débit de fuite	Pression à 10 cm H2O
	L/min	cmH <sub>2</sub> O
masque phantom	14	10,06
breeze masque	19	10,08
sleep net IQ	22,8	10,02
Whisper swivel nouveau	25,8	10,02
masque fisher aclaim	25,5	10,12
masque confort classic M	27,8	10,13
Mirage	28,5	10,12
masque buccal ORACLE	31,2	9,98
masque swift	30,9	10,08
masque respironics confort select	31,4	10,09
ultra mirage	32,1	10,12
activa	32,5	10,08
facial ultra mirage	37,5	10,09
facial confort respironics	37,9	10,09

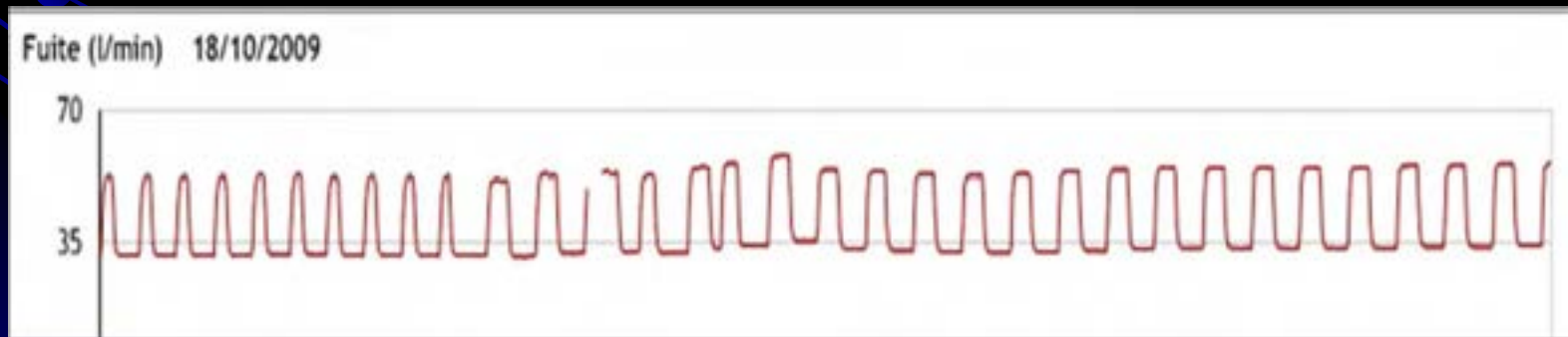
Valeurs obtenues avec une chaine de mesure RT 200

Remerciements à B. Bodoignet (Agevie)

# PPC



# VNI...



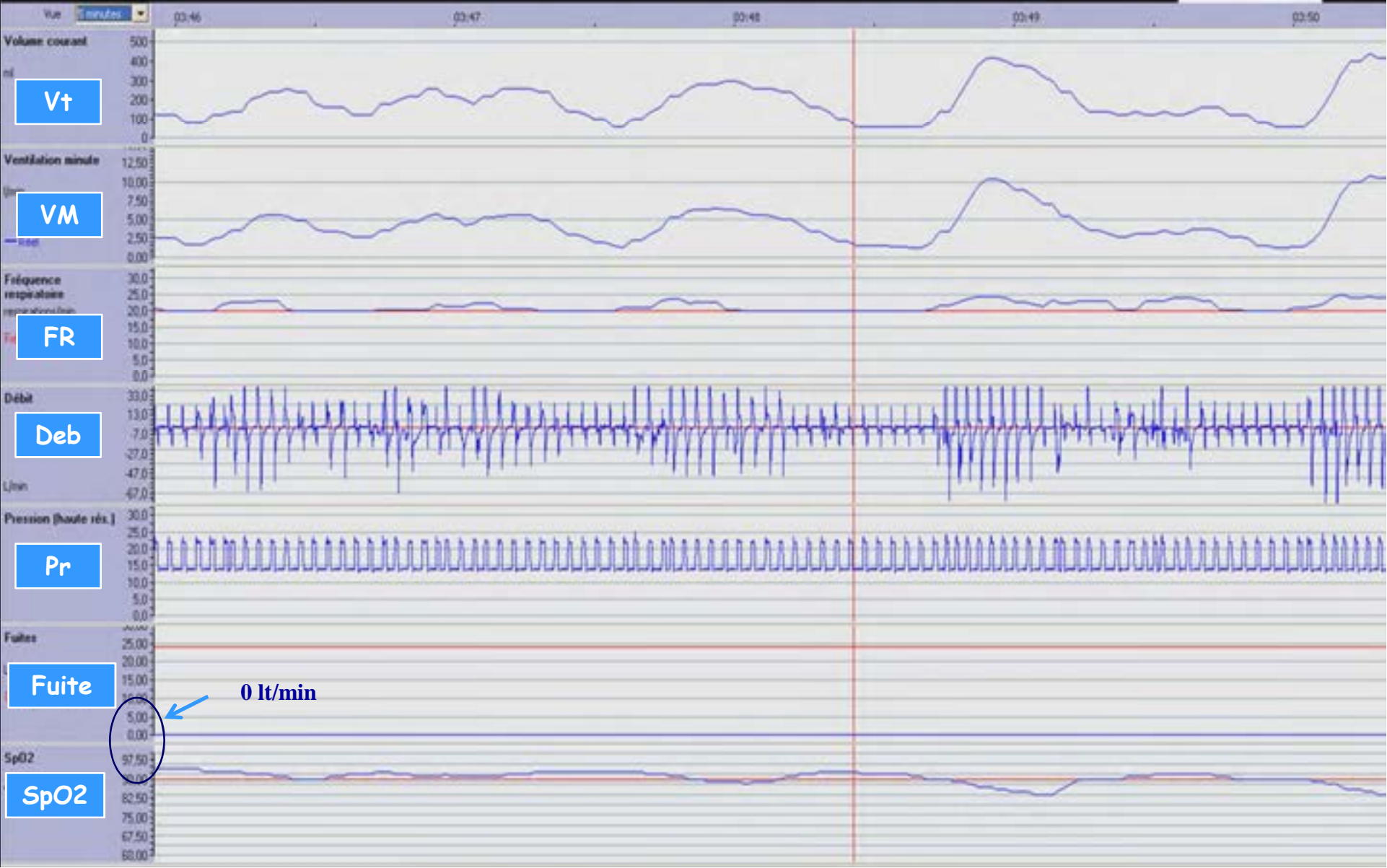
# Vivo™

avec Vivo PS™ software (Breas)



# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)





# Quel niveau de fuites non intentionnelles faut-il tolérer?

*CHAPTER 20*

## Monitoring of the home mechanical ventilated patient

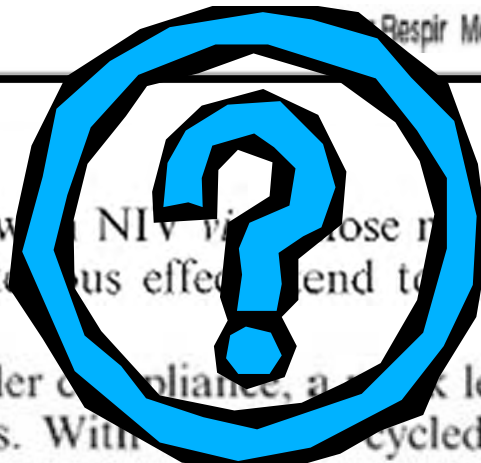
H. Teschler

Respir Mon, 2001, 16, 274-280.

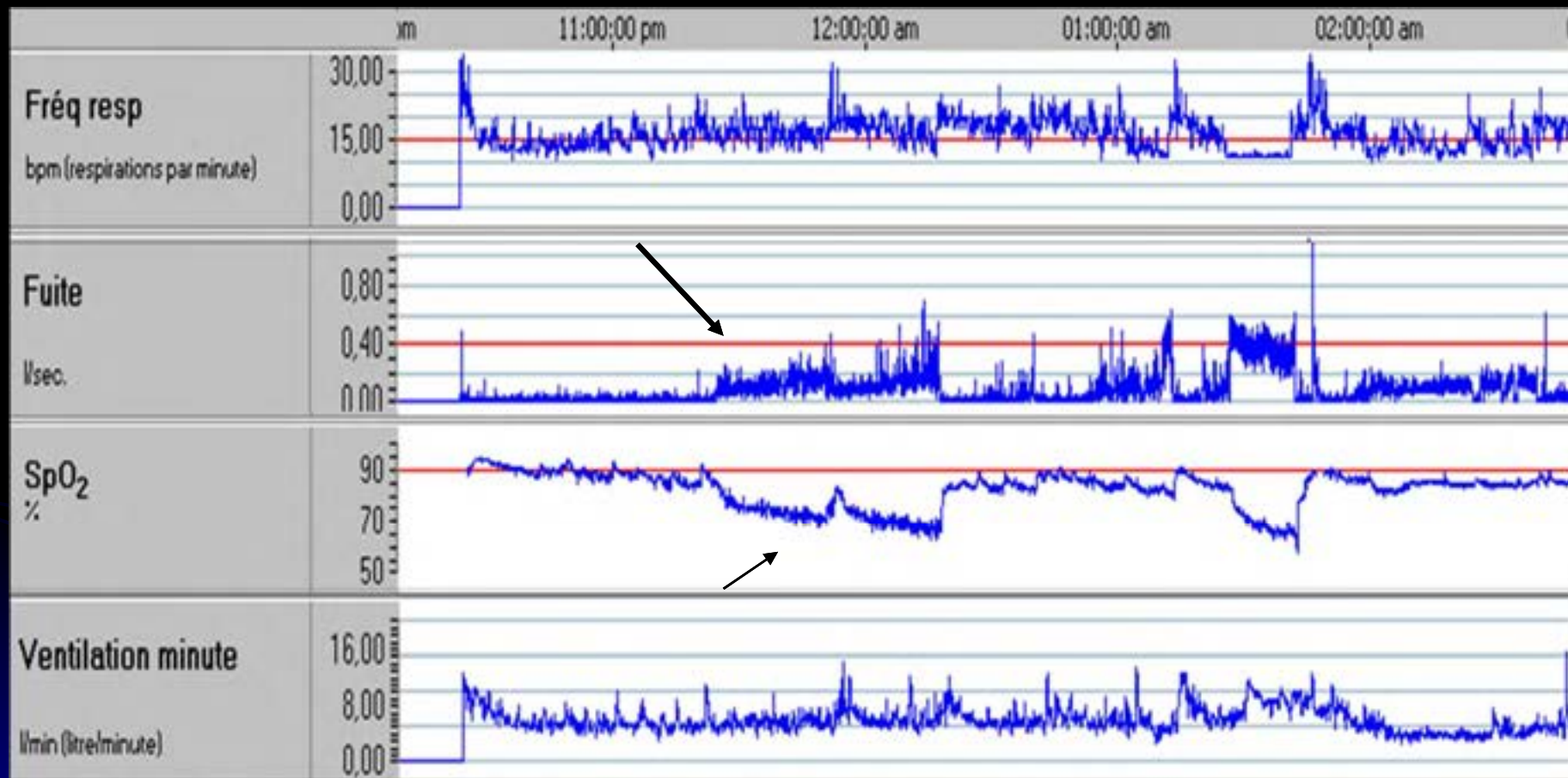
### *Leak*

The largest single problem with NIV via nose mask or face mask is leak. Both the presence of leak and its deleterious effects tend to go unrecognized, so these will be described in some detail.

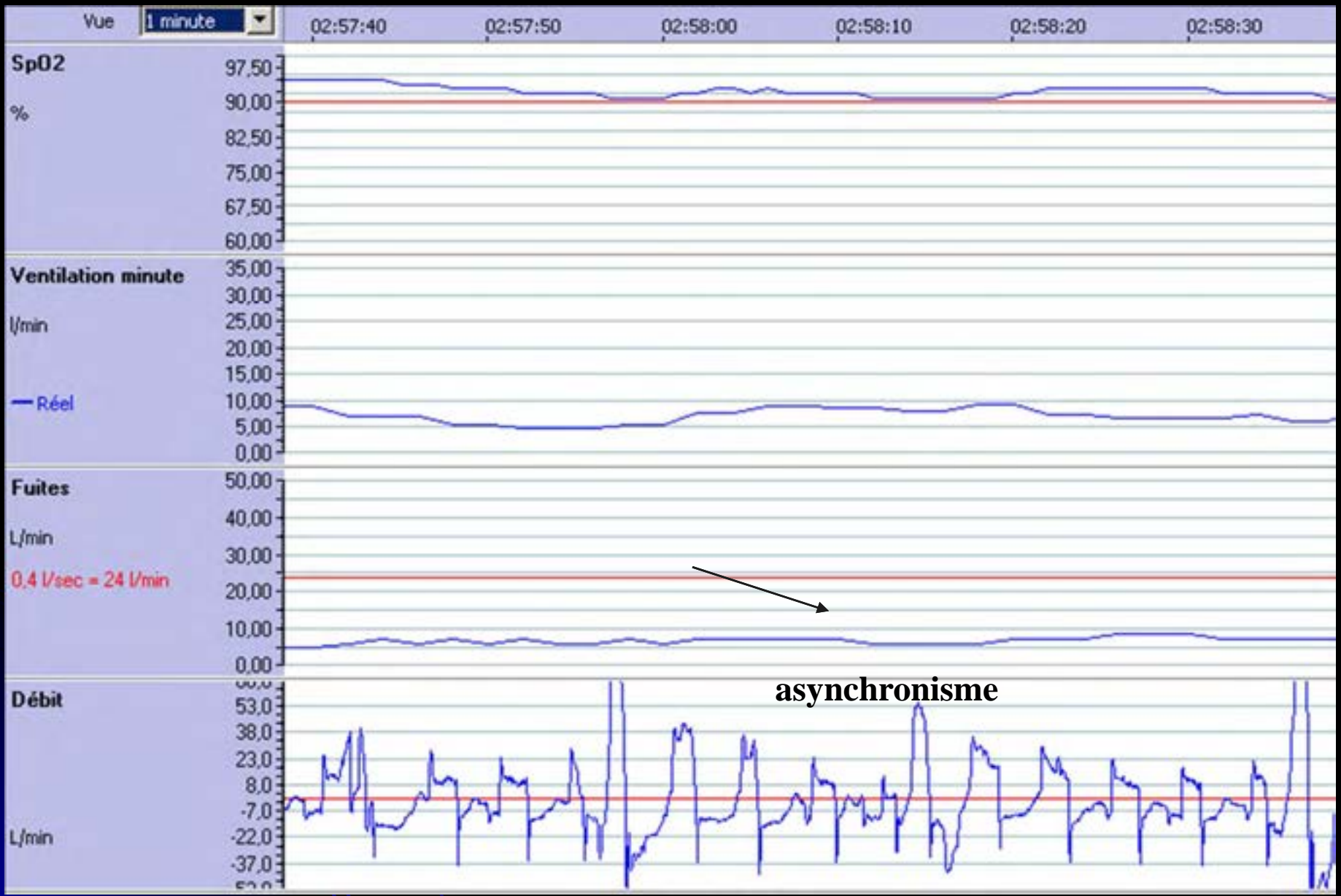
As previously described under compliance, a mask leak can be highly irritating to the patient or cause conjunctivitis. With a cyclic machine it can cause failure to deliver the desired  $V_T$ . Even with bilevel devices which tolerate leaks up to say  $0.4 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$  without incident, higher leaks will cause incorrect triggering and patient discomfort.



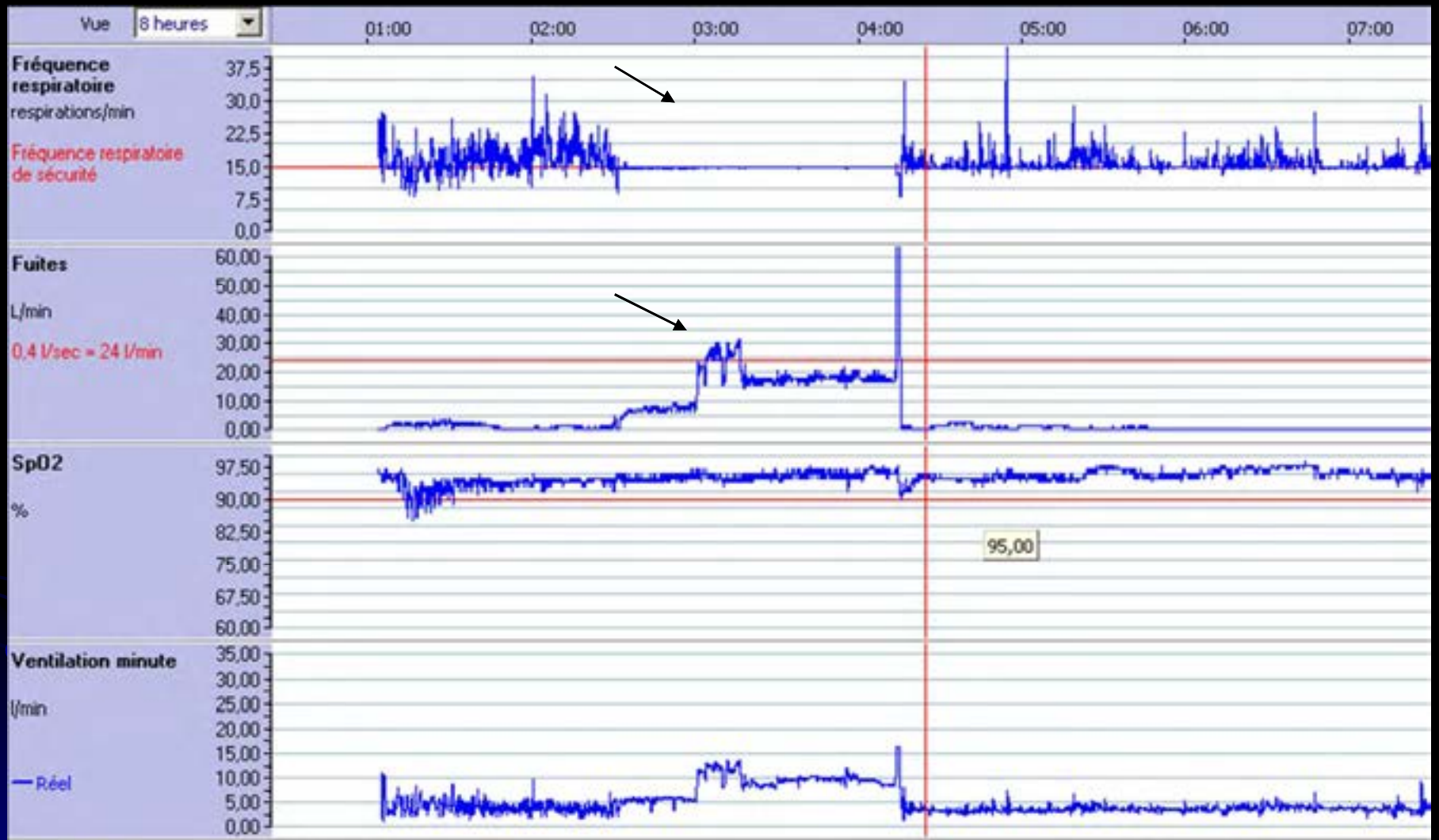
Le chiffre fatidique  $< 0.4 \text{ l/sec}$ ... alors sa référence???



0.40 l/sec?????

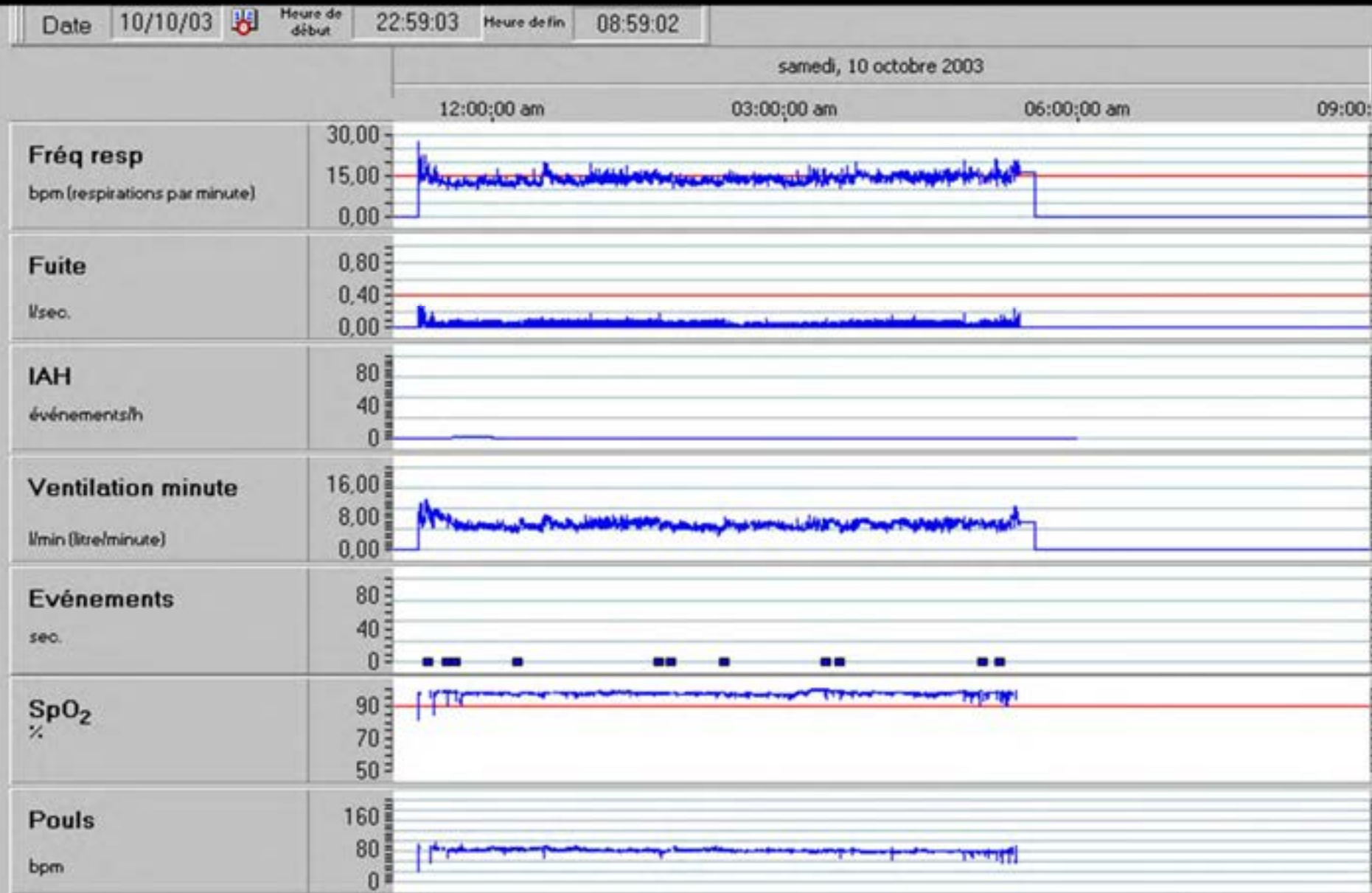


0.40 l/sec?????

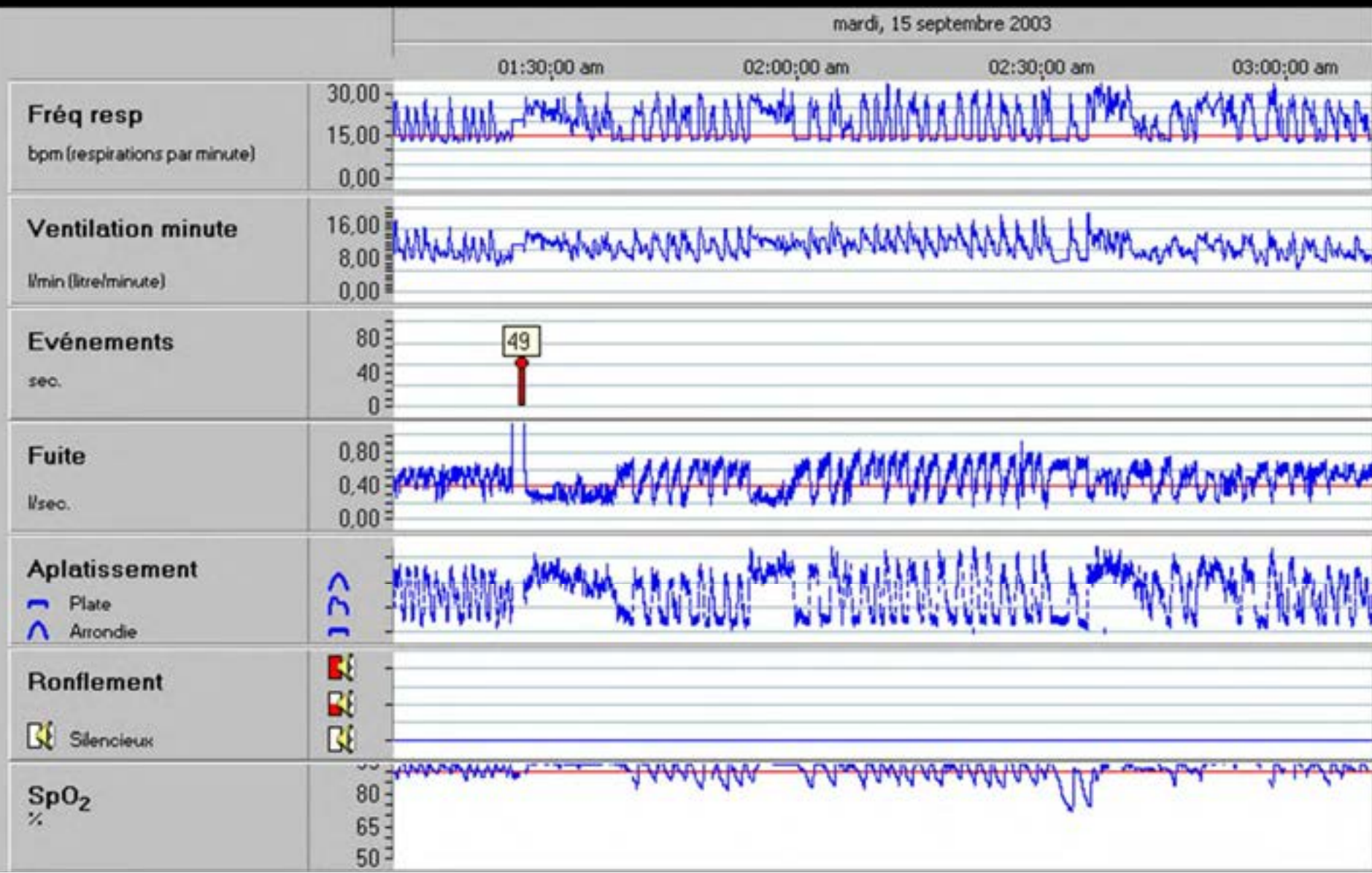


0.40 l/sec?????

# Ventilation efficace



# Fuites « épisodiques »...

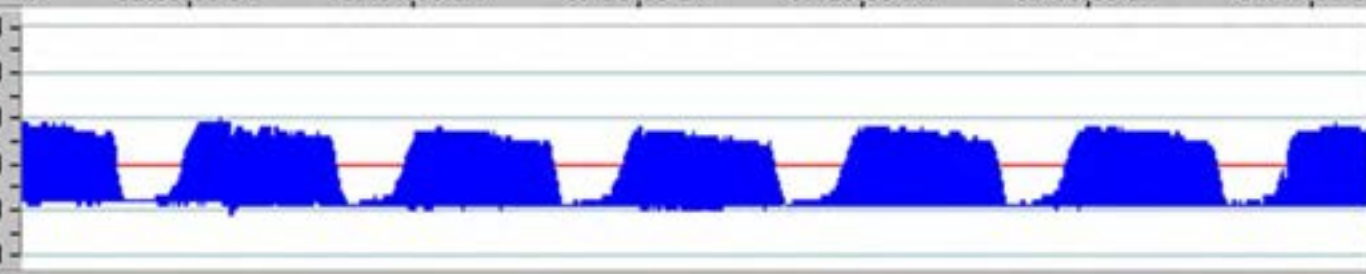


12:50:00 am 01:00:00 am 01:10:00 am 01:20:00 am 01:30:00 am 01:40:00 am

**Fuite**

l/sec.

1.00  
0.80  
0.60  
0.40  
0.20  
0.00



**Fréq resp**

bpm (respirations par minute)

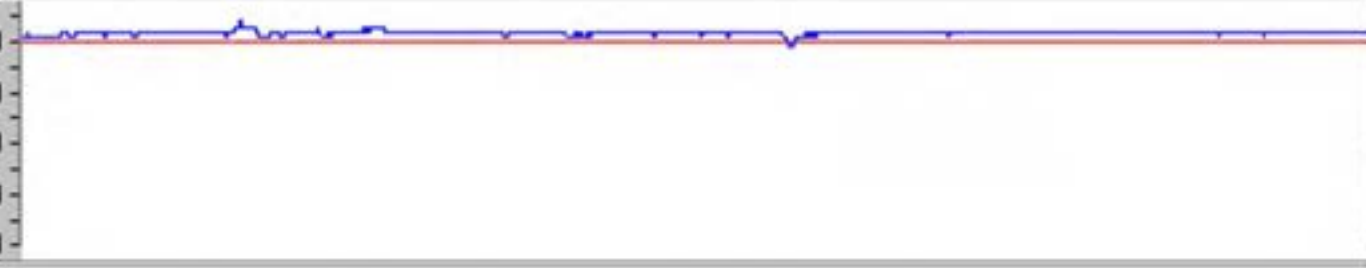
20.00  
15.00  
10.00  
5.00  
0.00



**SpO<sub>2</sub>**

%

90  
80  
70  
60  
50



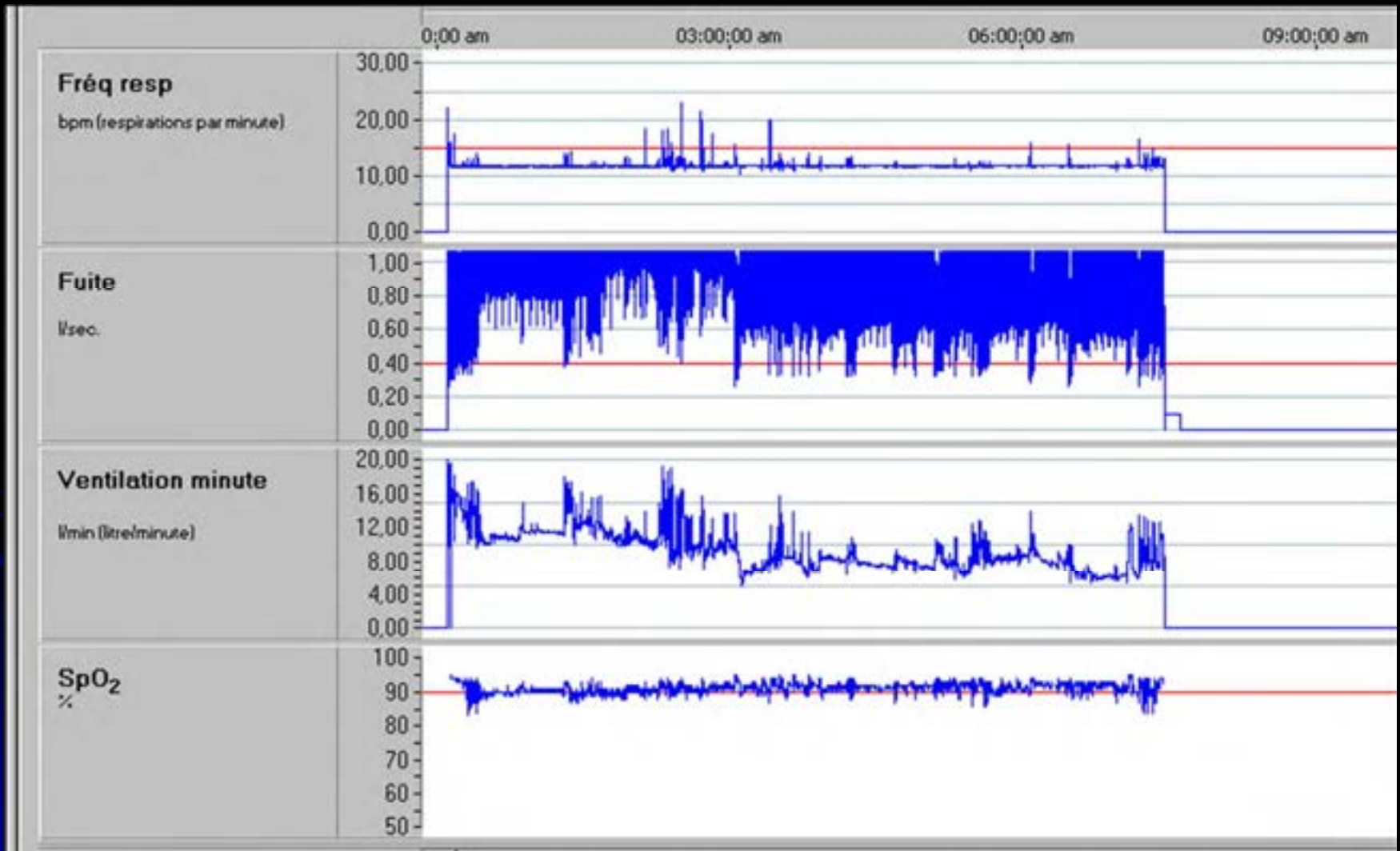
**Ventilation minute**

l/min (litre/minute)

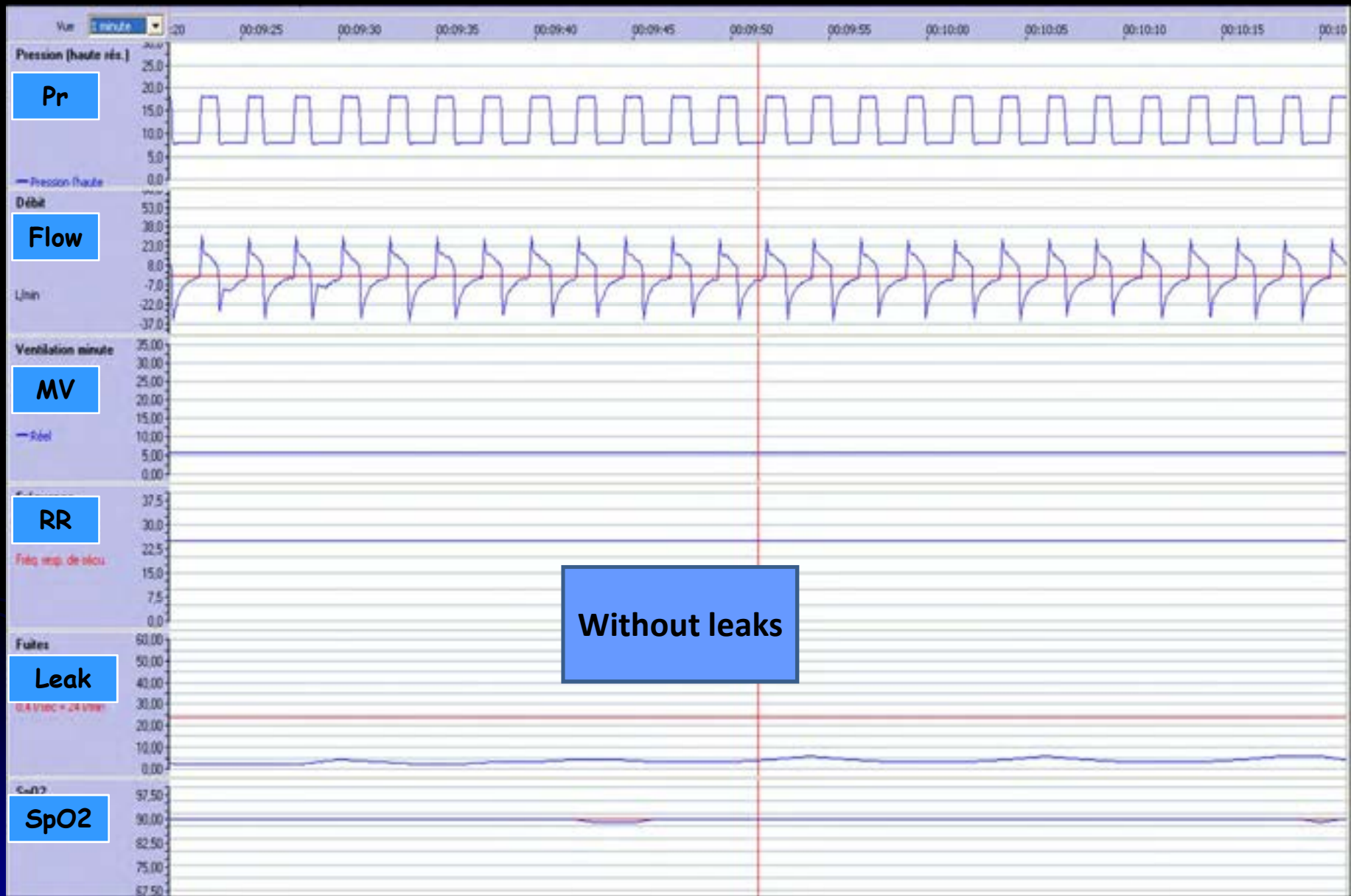
20.00  
16.00  
12.00  
8.00  
4.00  
0.00



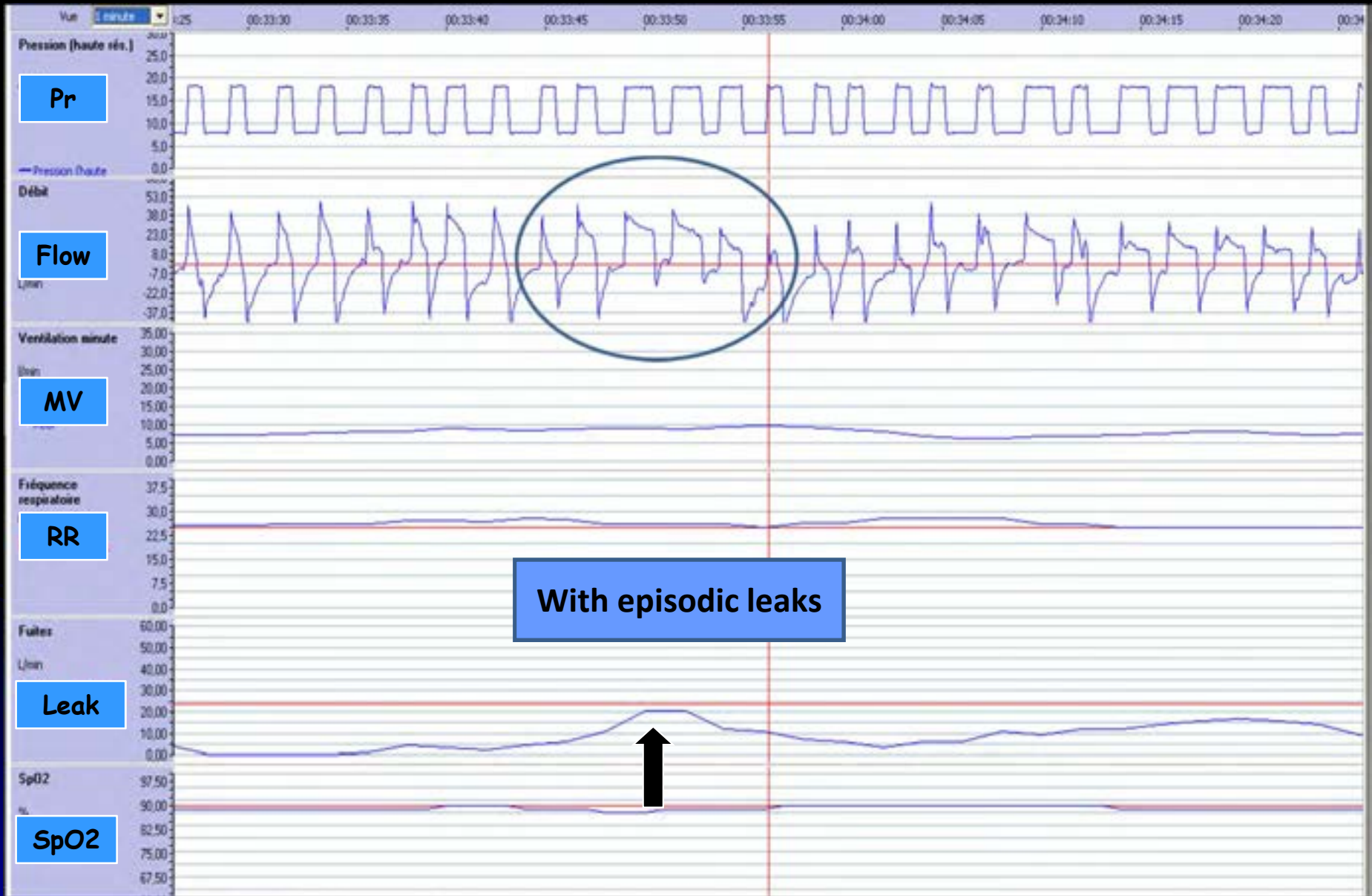
# Fuites permanentes



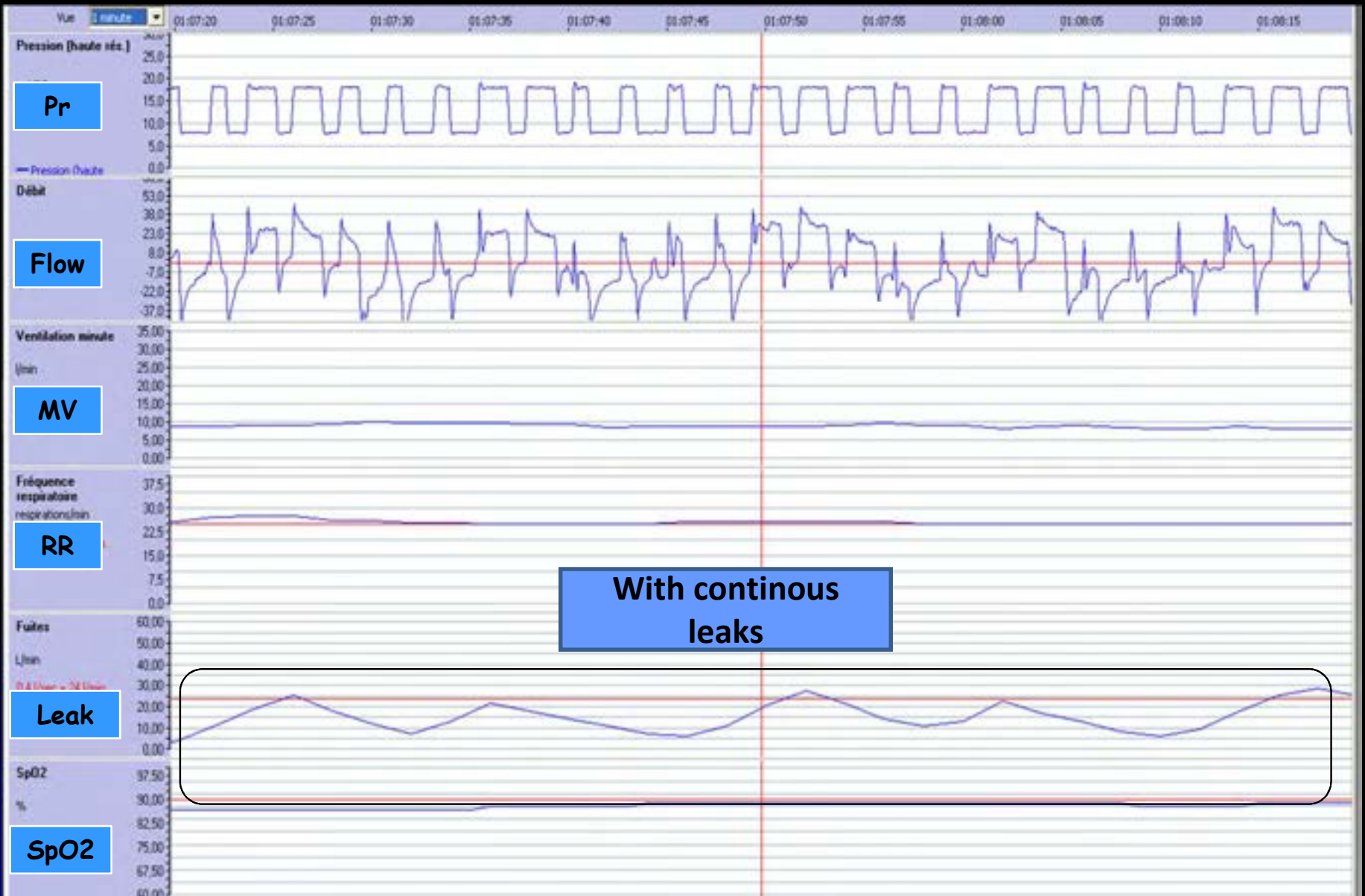


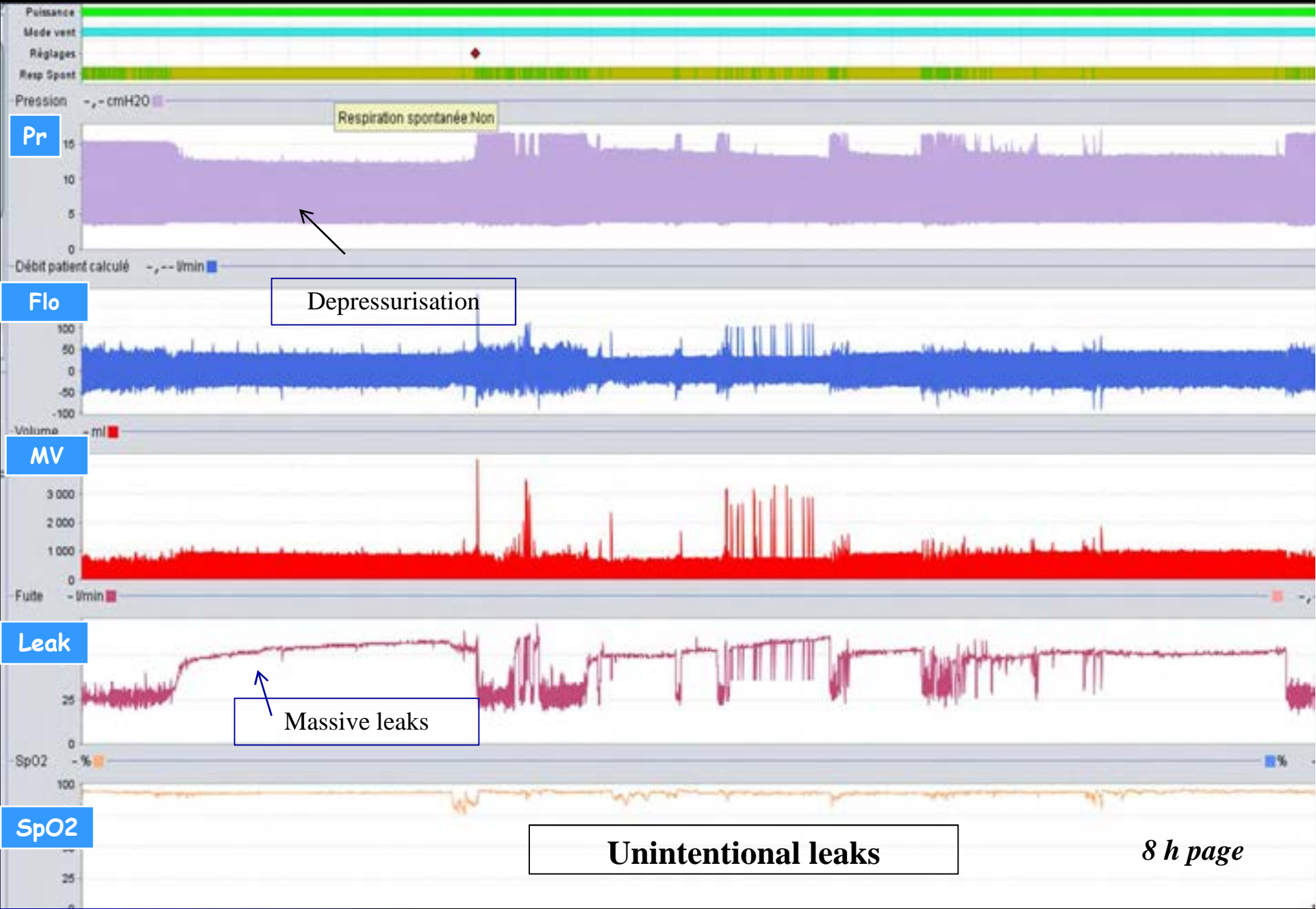


*VPAP 4-Reslink™ (1' page)*



*VPAP 4-Reslink™ (1' page)*



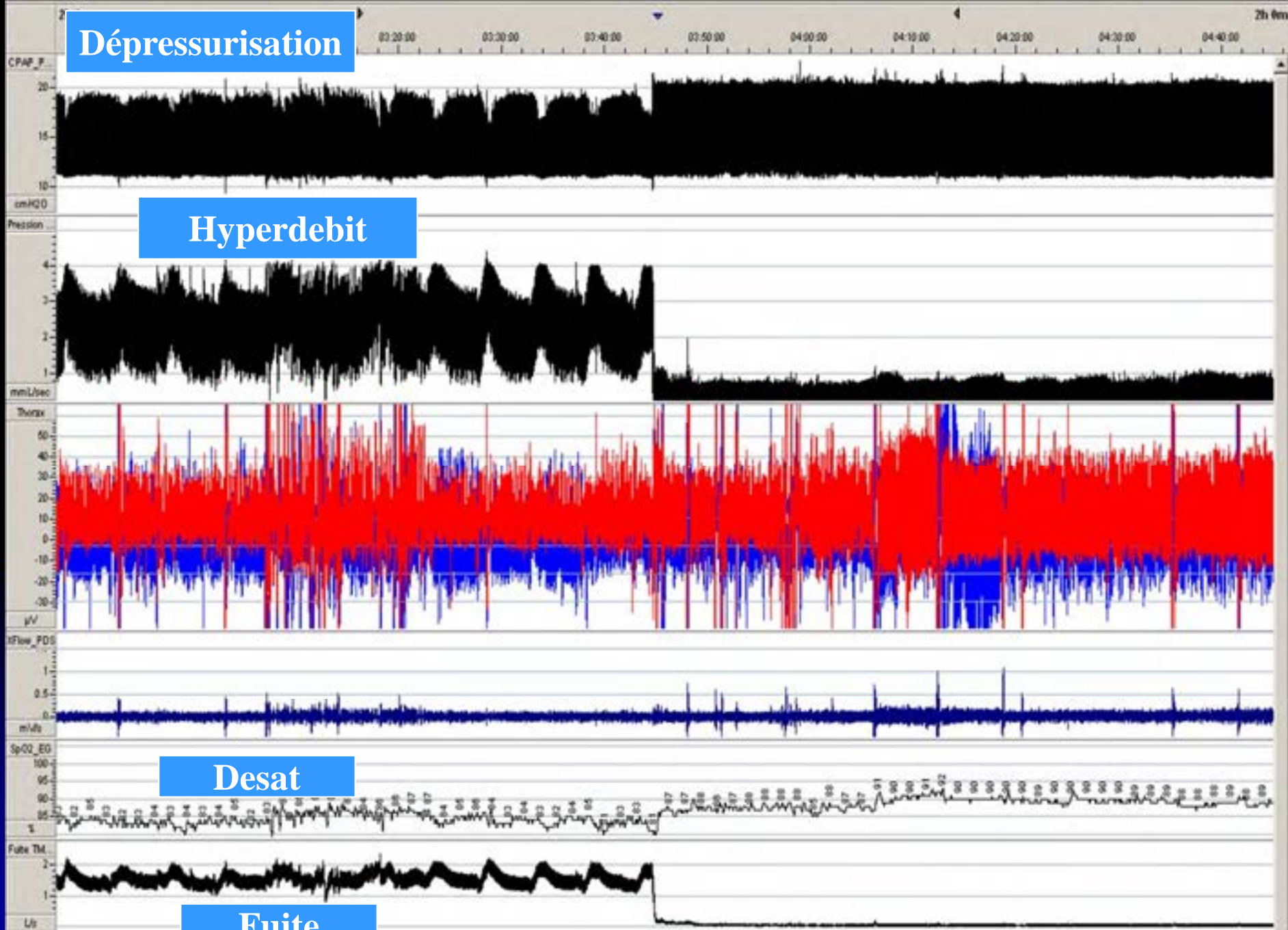


Dépressurisation

Hyperdebit

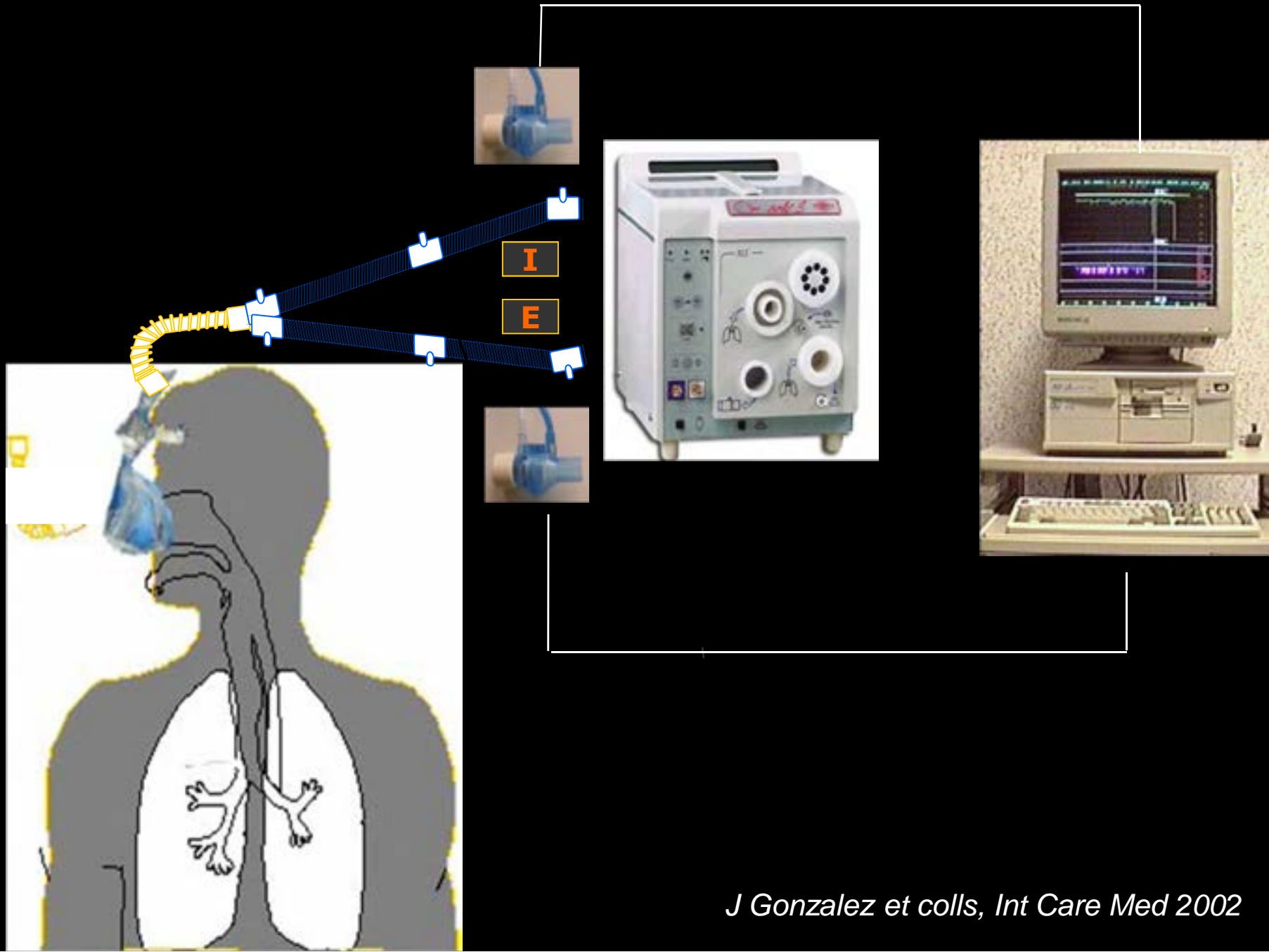
Desat

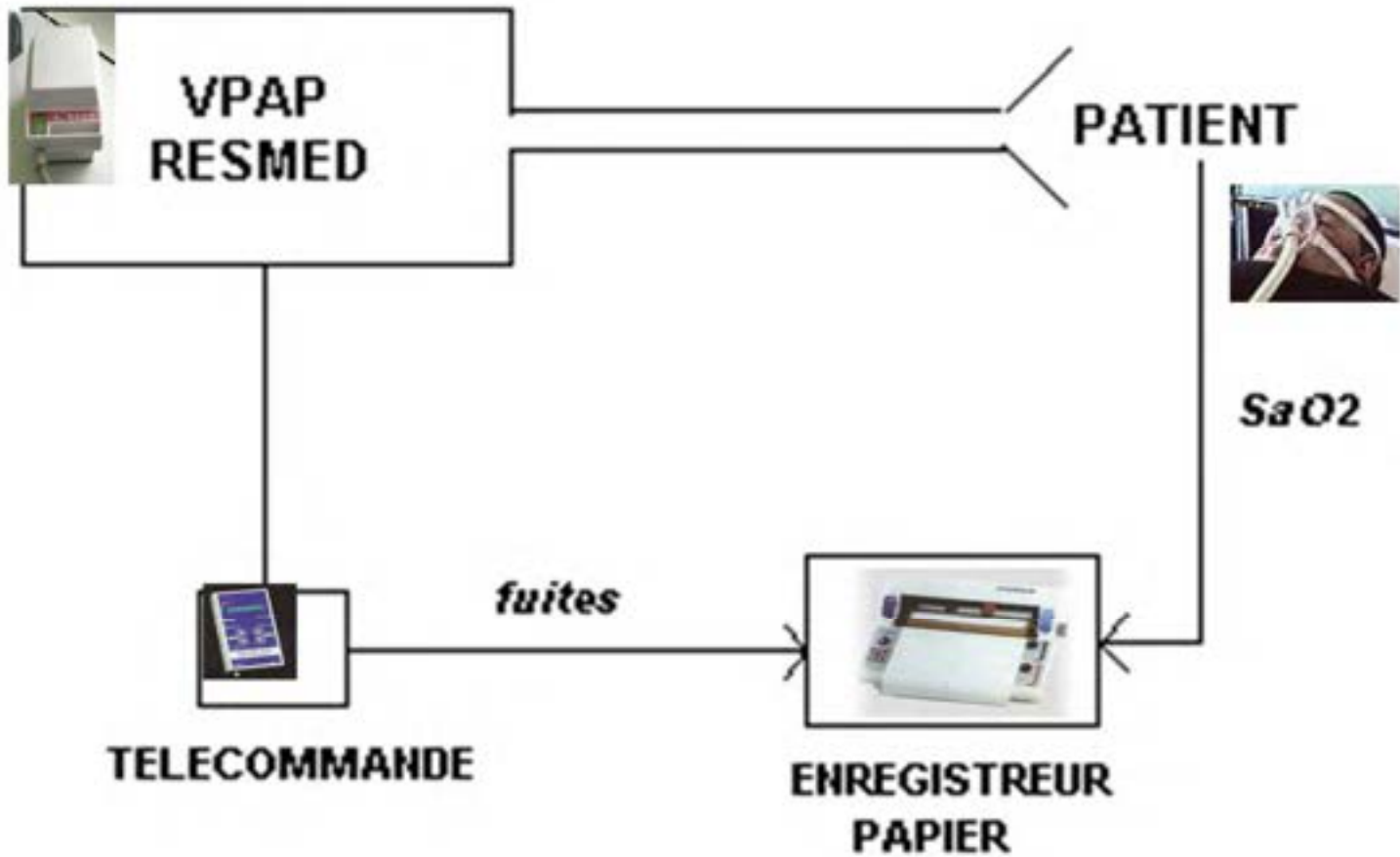
Fuite



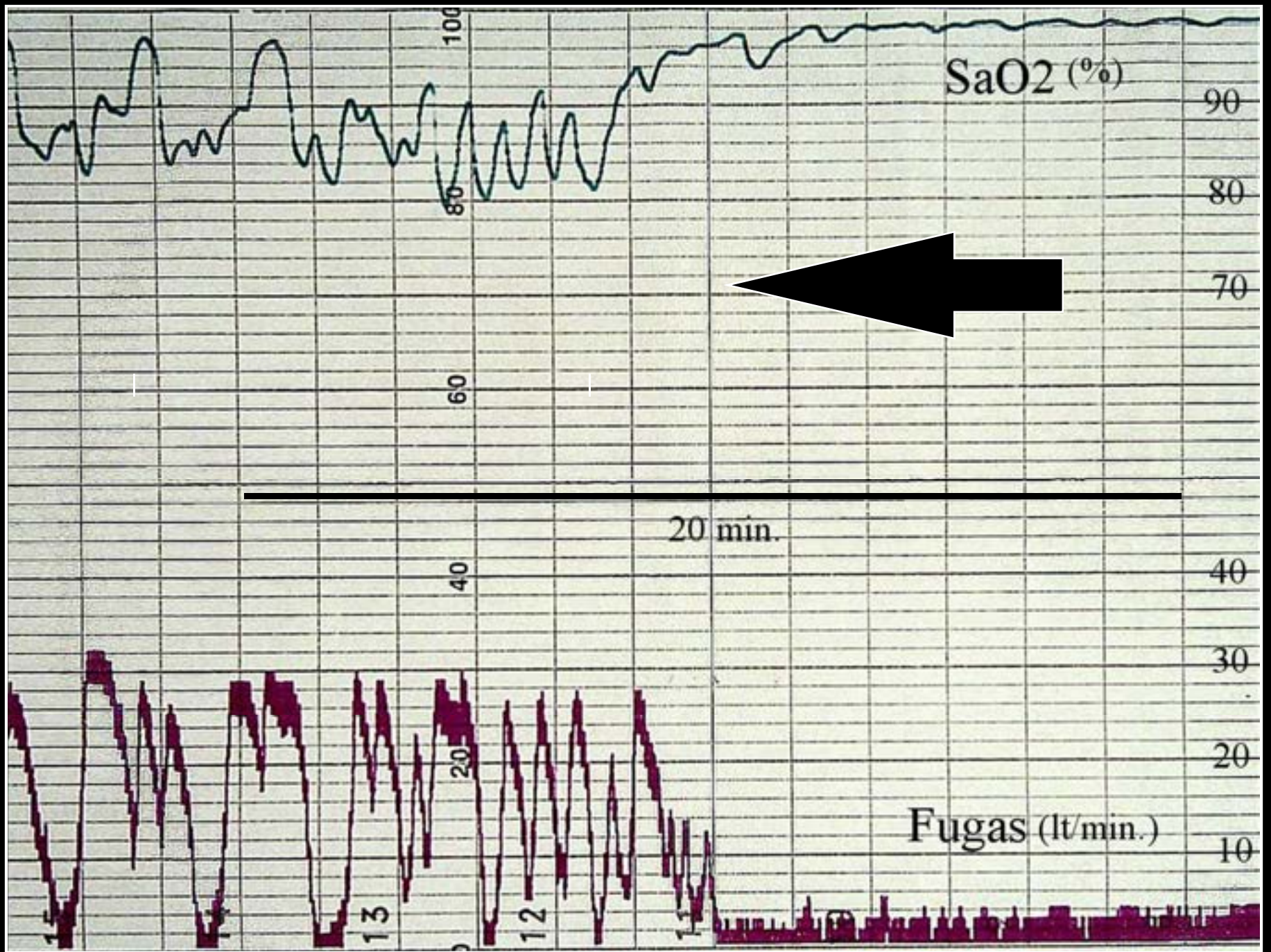
# Mesure directe de fuites











Variable-opening valve

(Variable leak:  
18, 24 and 30 l/min)

# Bench



Smart-card

Reslink

VPAP 3™

RT200™

Ventest™

Lung model

R1

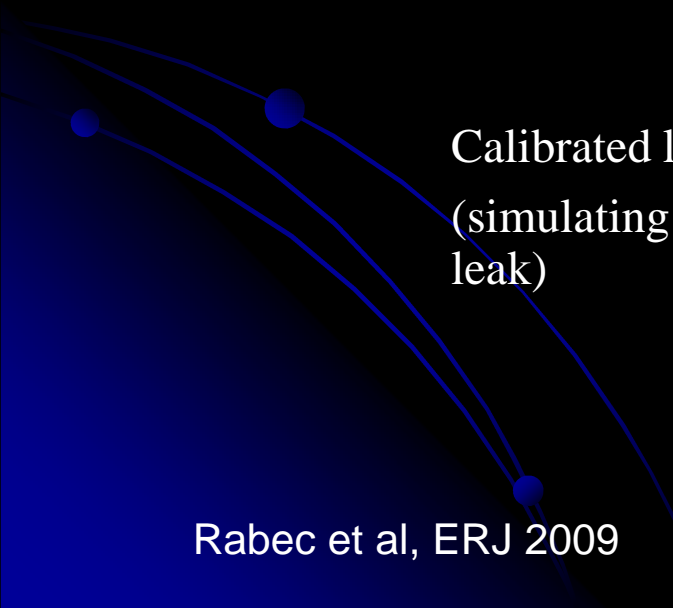
R2

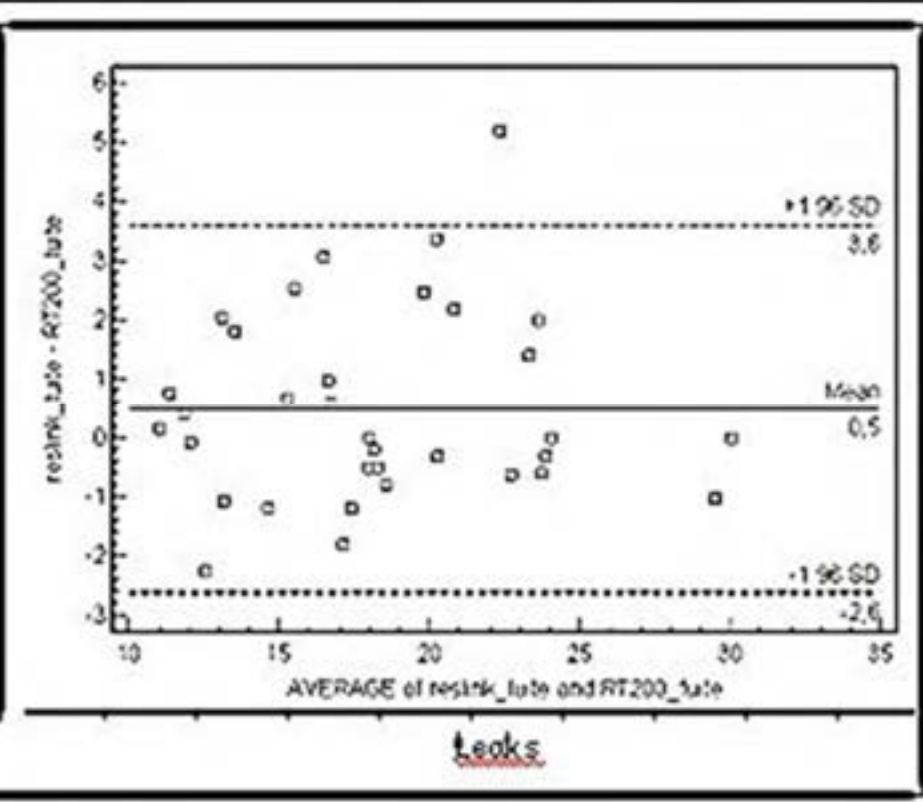
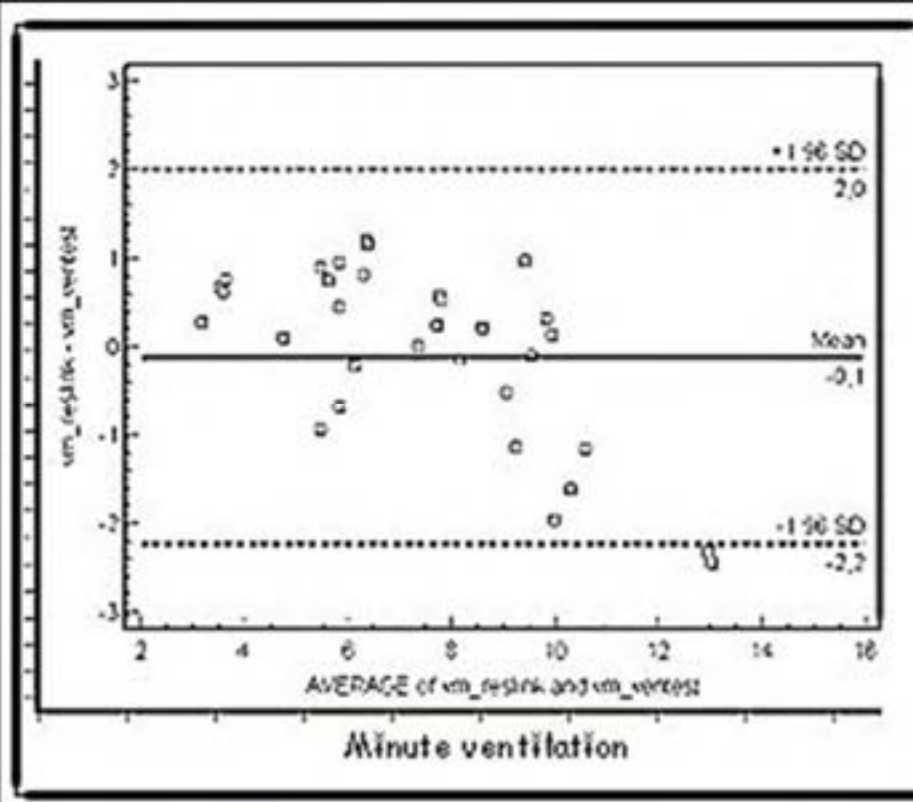
C1

C2

Calibrated leak  
(simulating intentional leak)

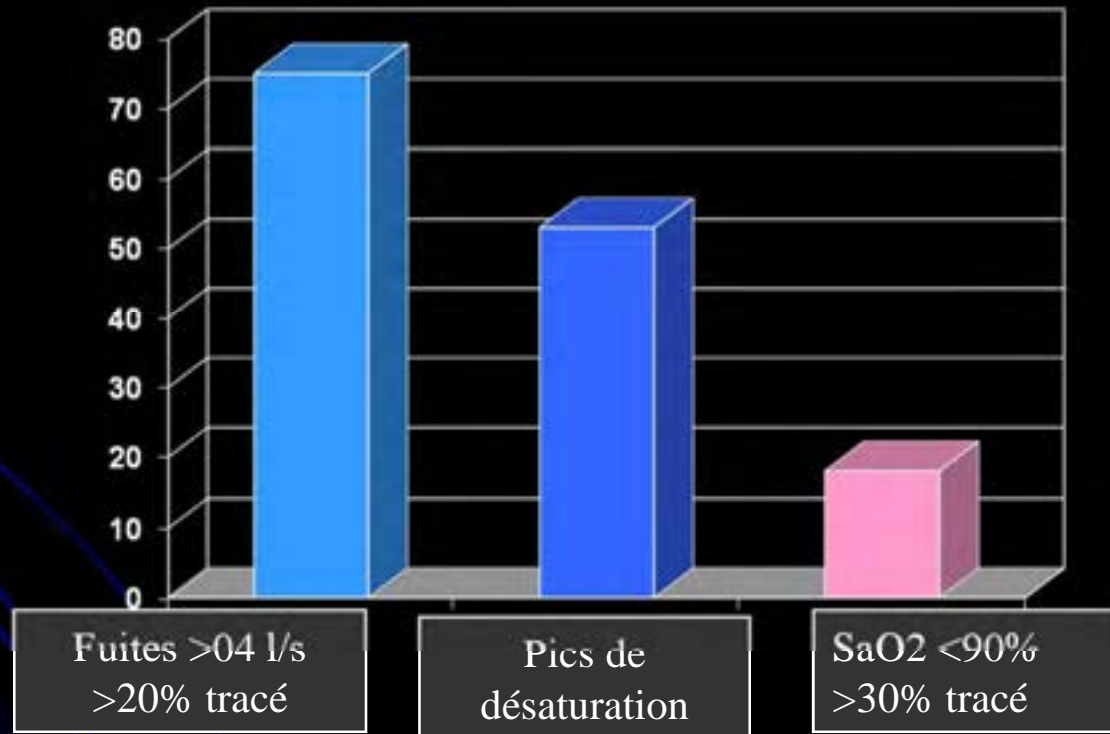
Rabec et al, ERJ 2009

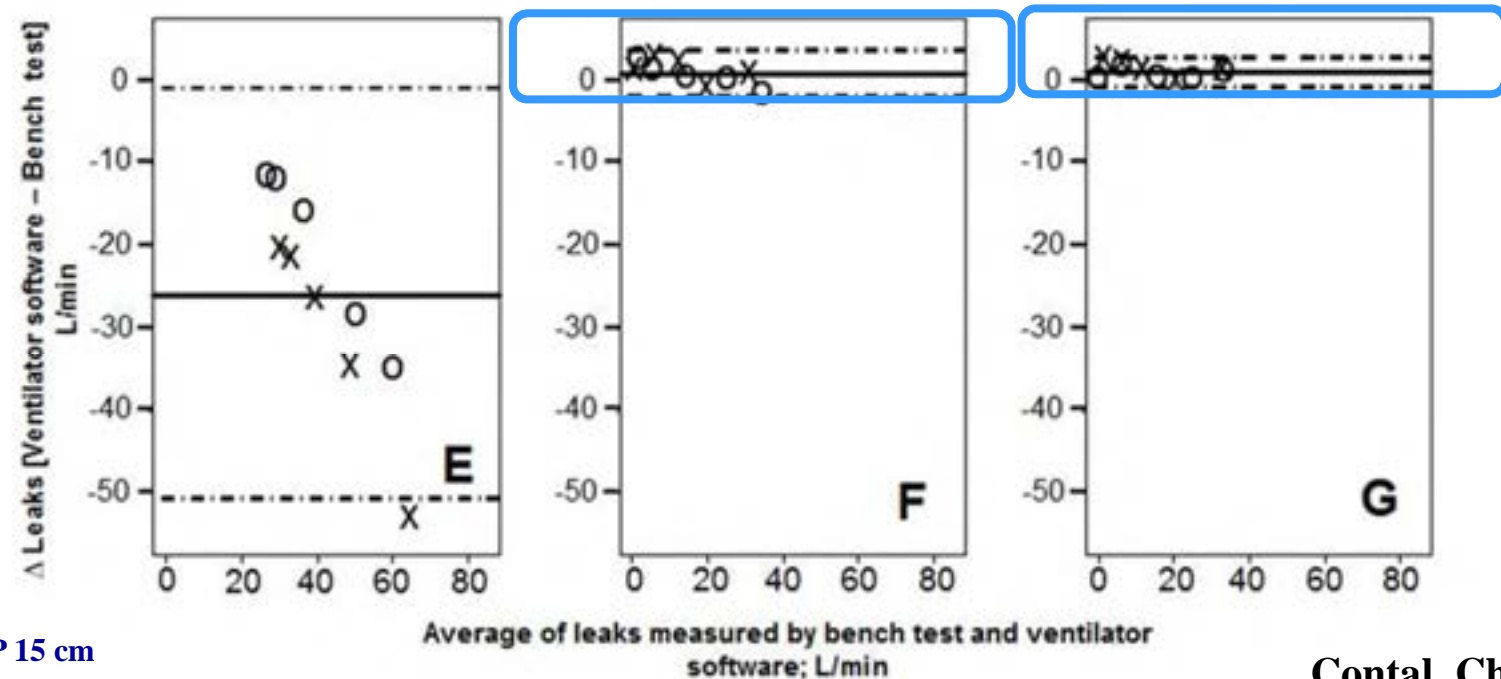
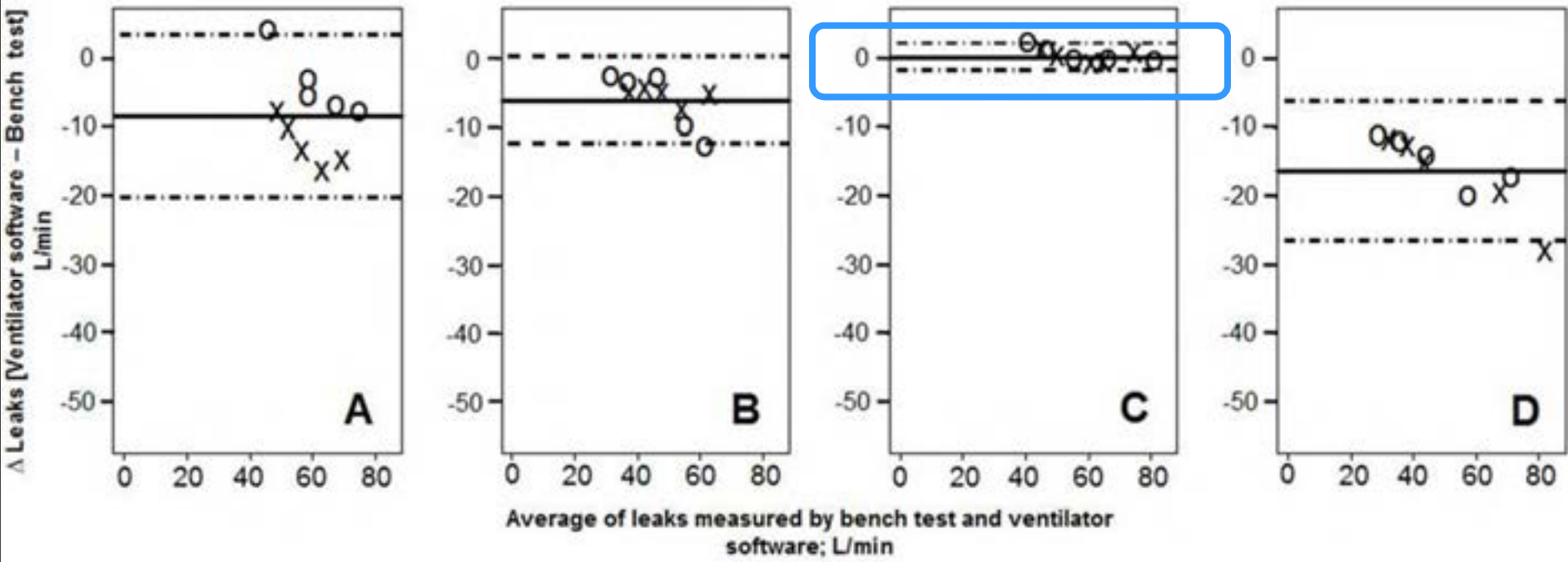




# Bedside

222 évaluations (169 pts). 69 en situation aiguë, 53 lors de la mise en route de la VNI, 100 chez des patients ventilés au long cours. Au moins une anomalie chez 66% des patients

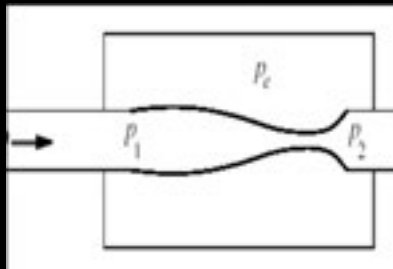




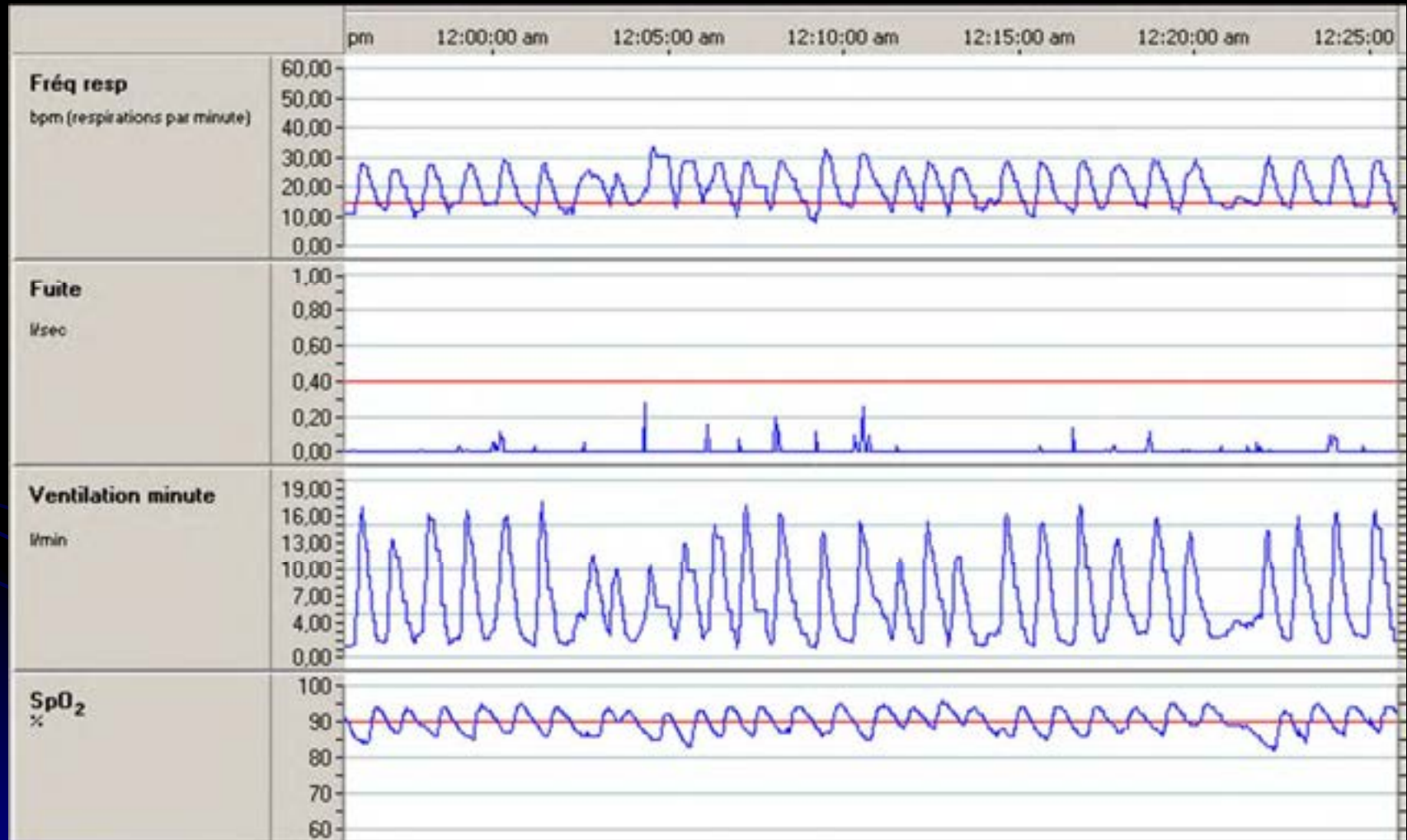
O: IPAP 15 cm  
 X: IPAP 20 cm



# Diminution de la perméabilité de la VAS



# Apnées sous ventilation

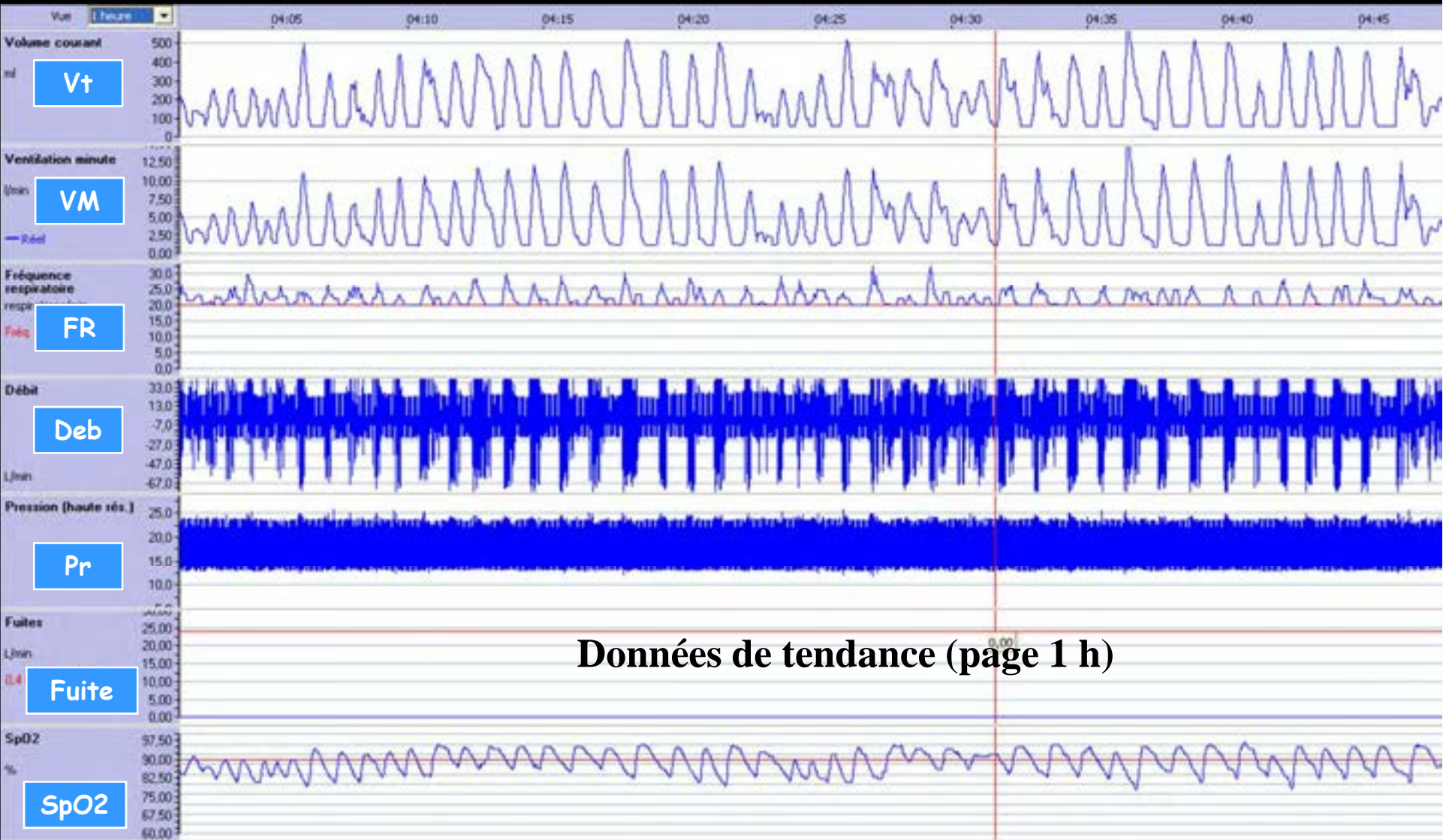


Mode ST. Page 30'



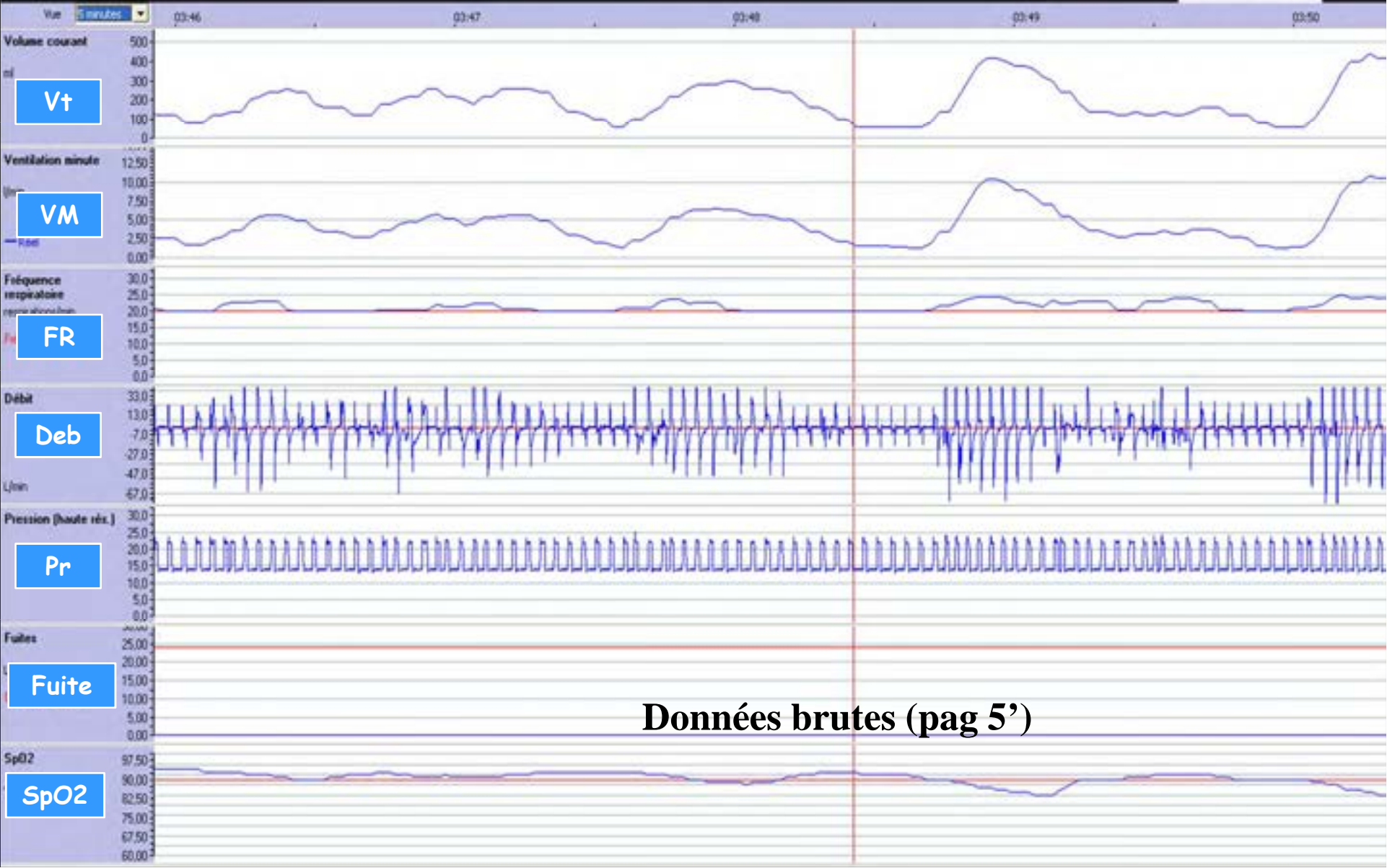
# VPAP 4 / S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)

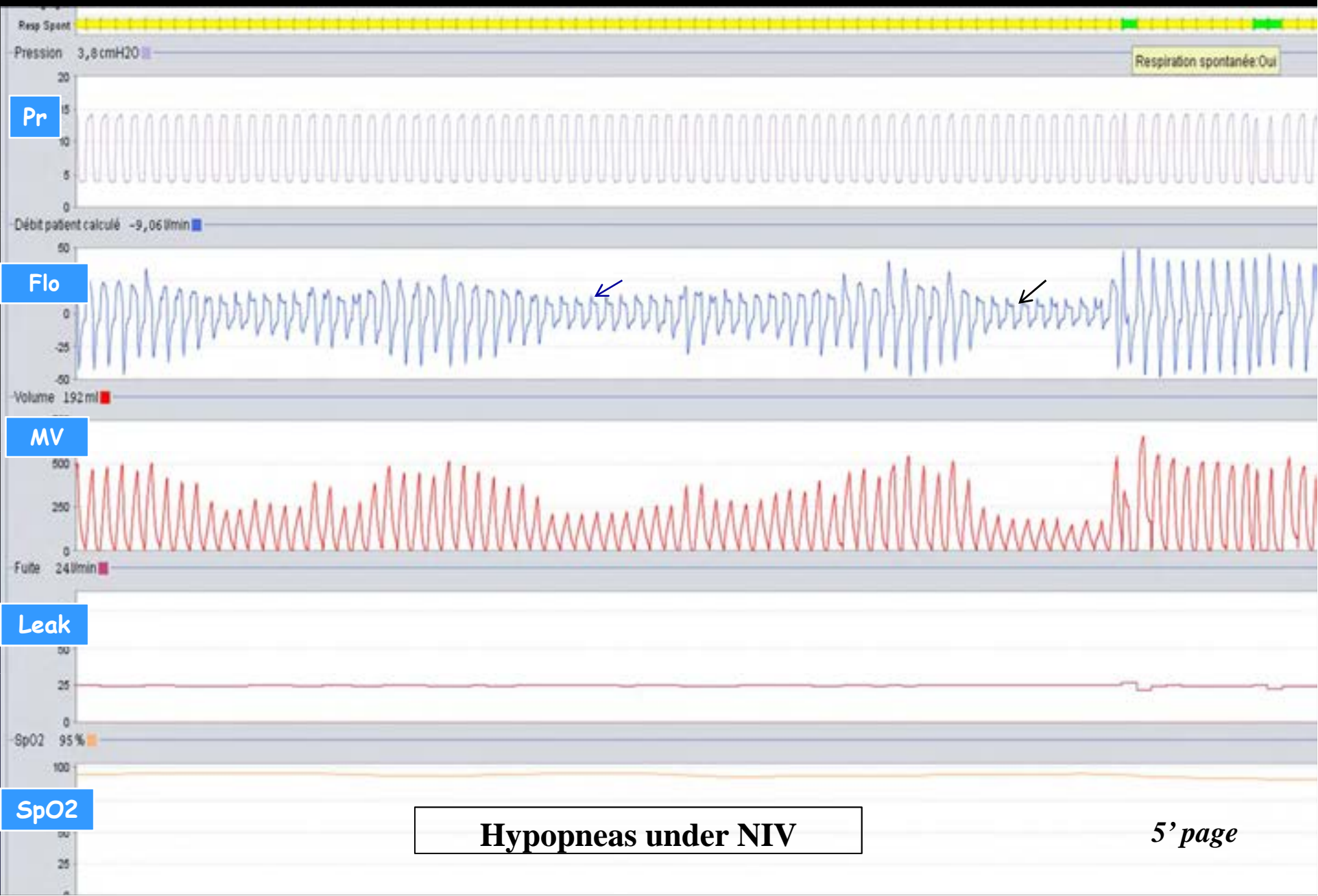


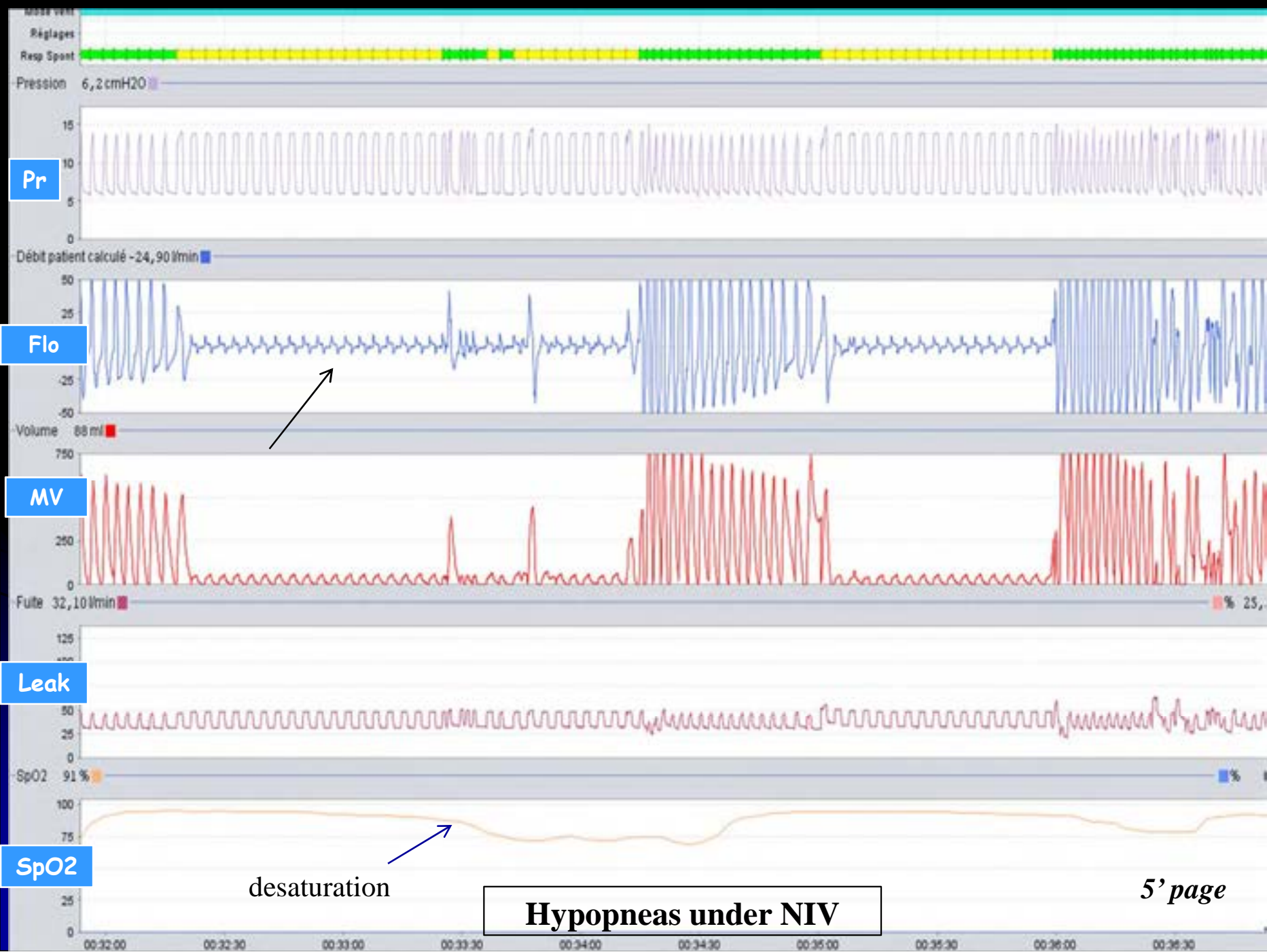
# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)

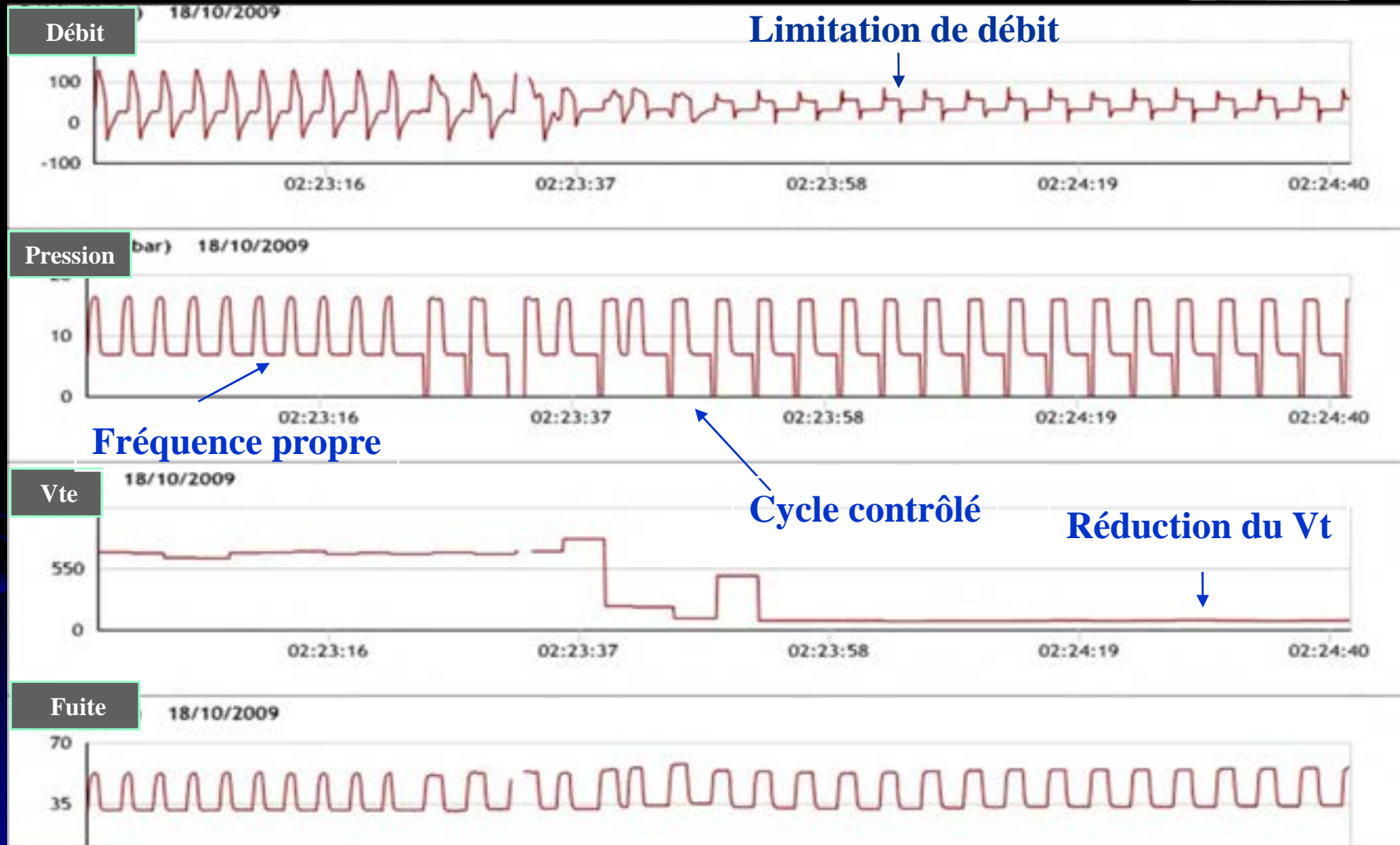


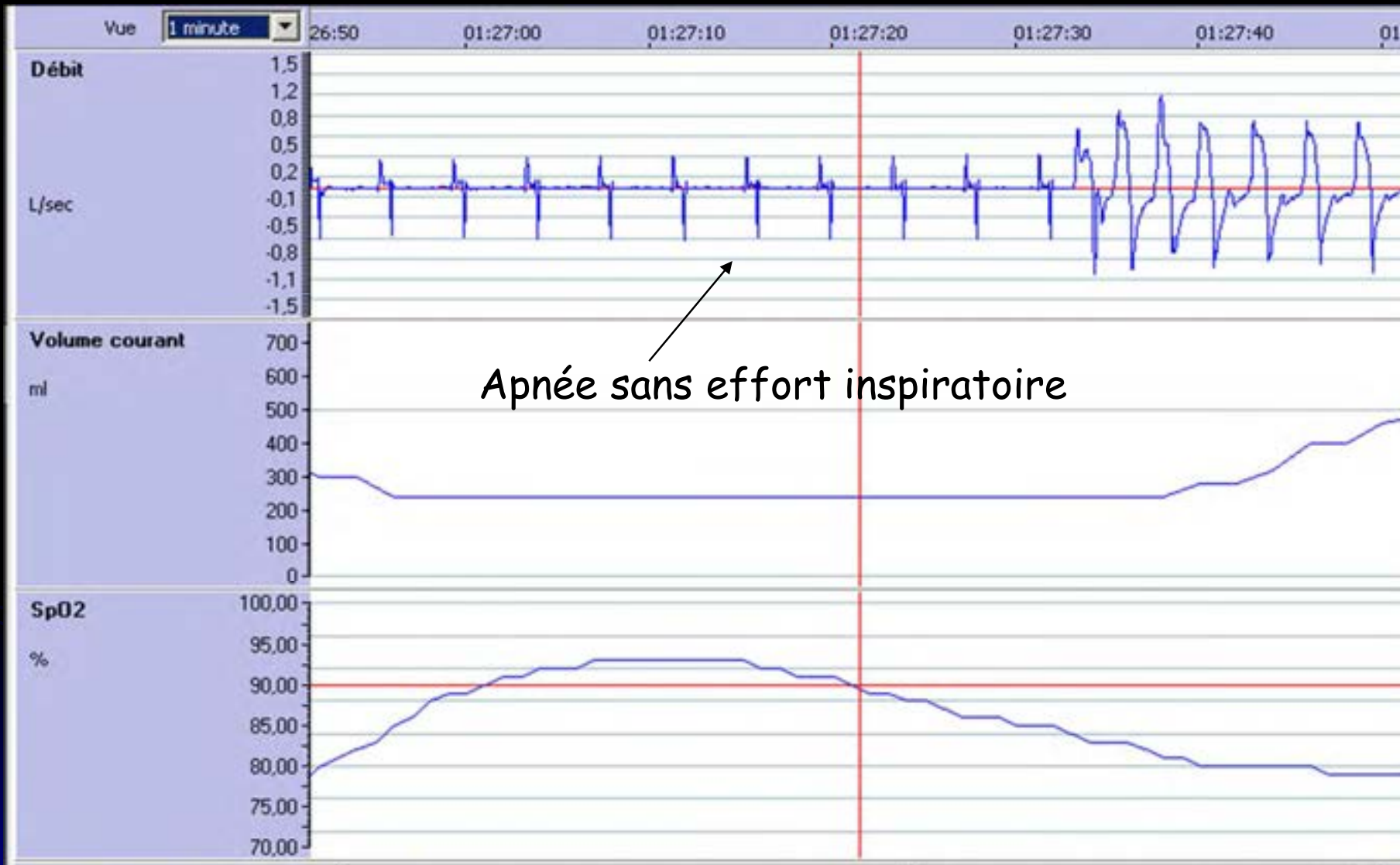
Données brutes (pag 5')



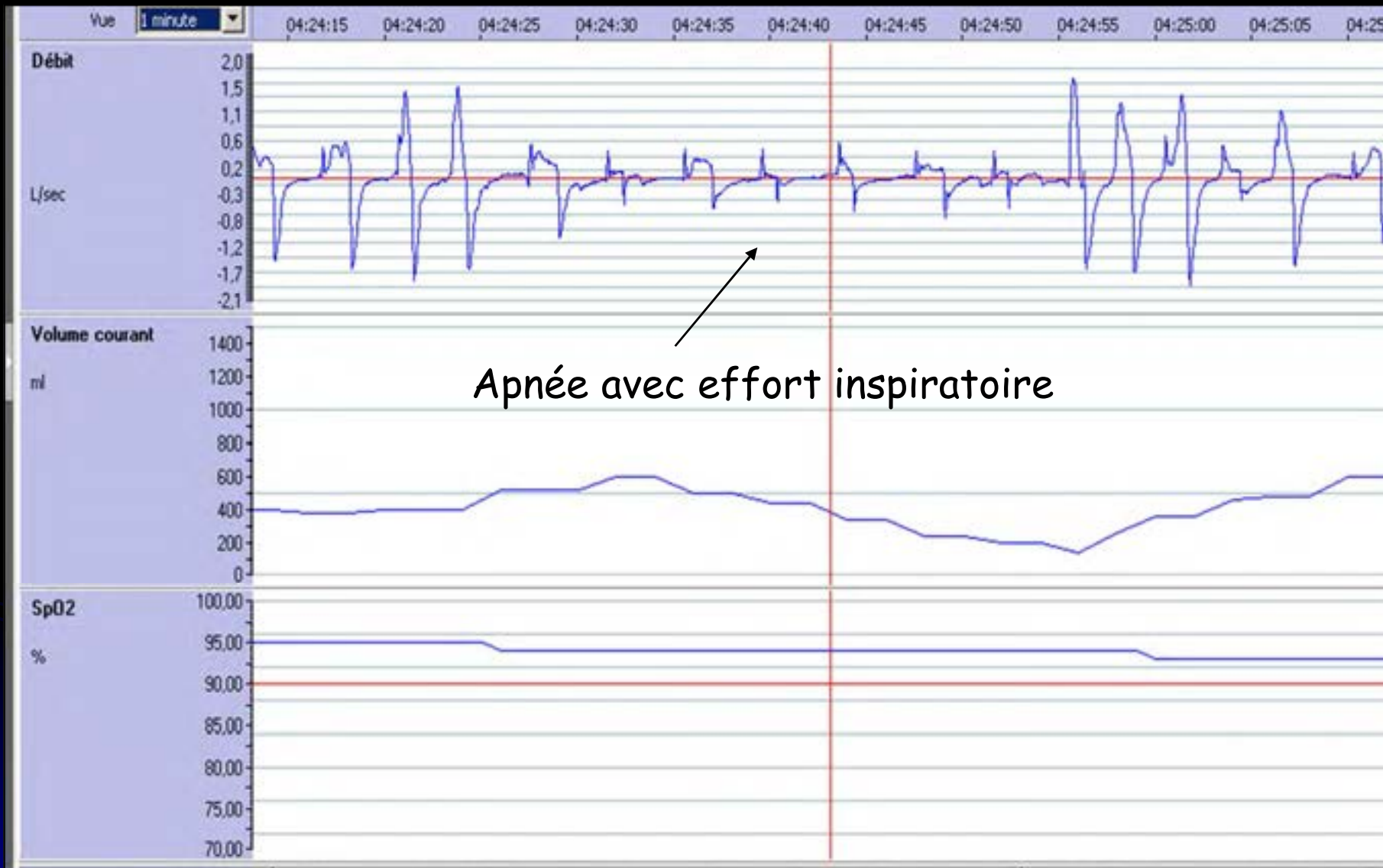


# Apnée sous VNI



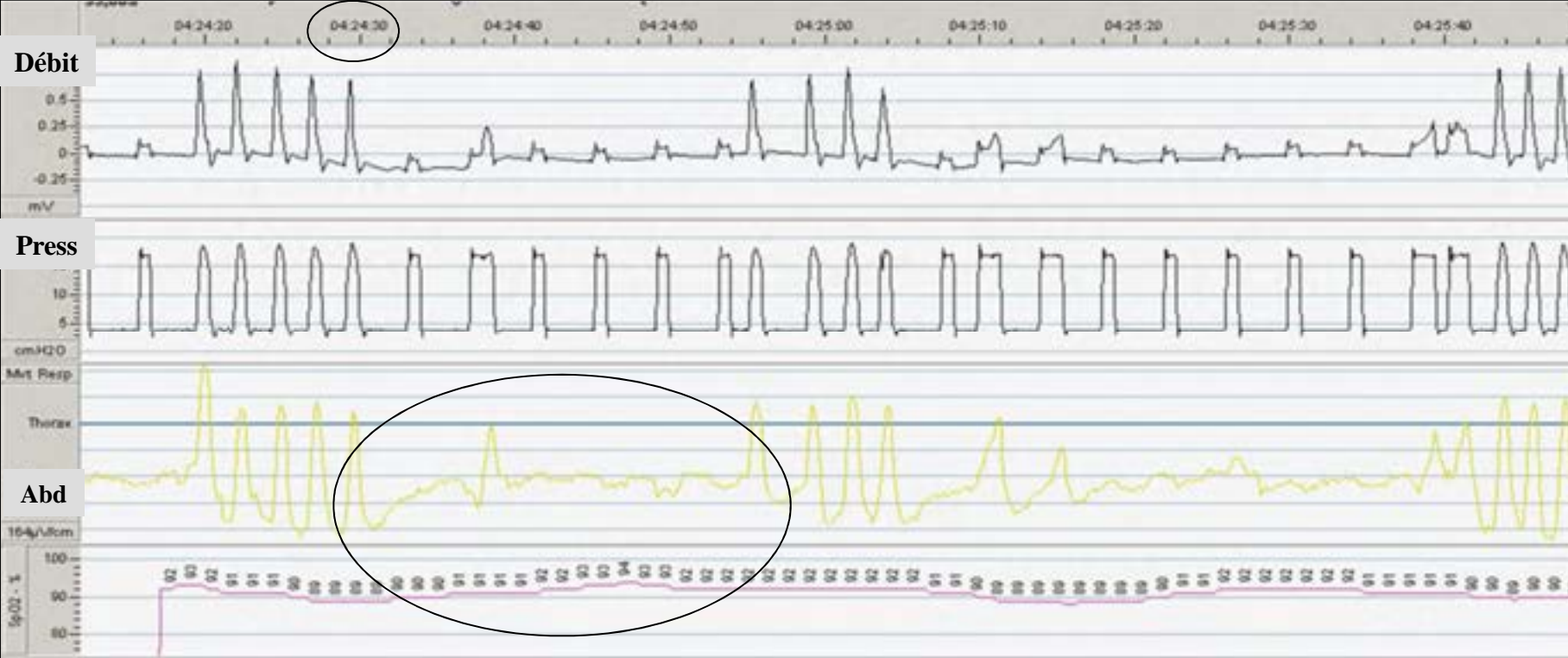


Mode ST. Page 1'. Masque facial

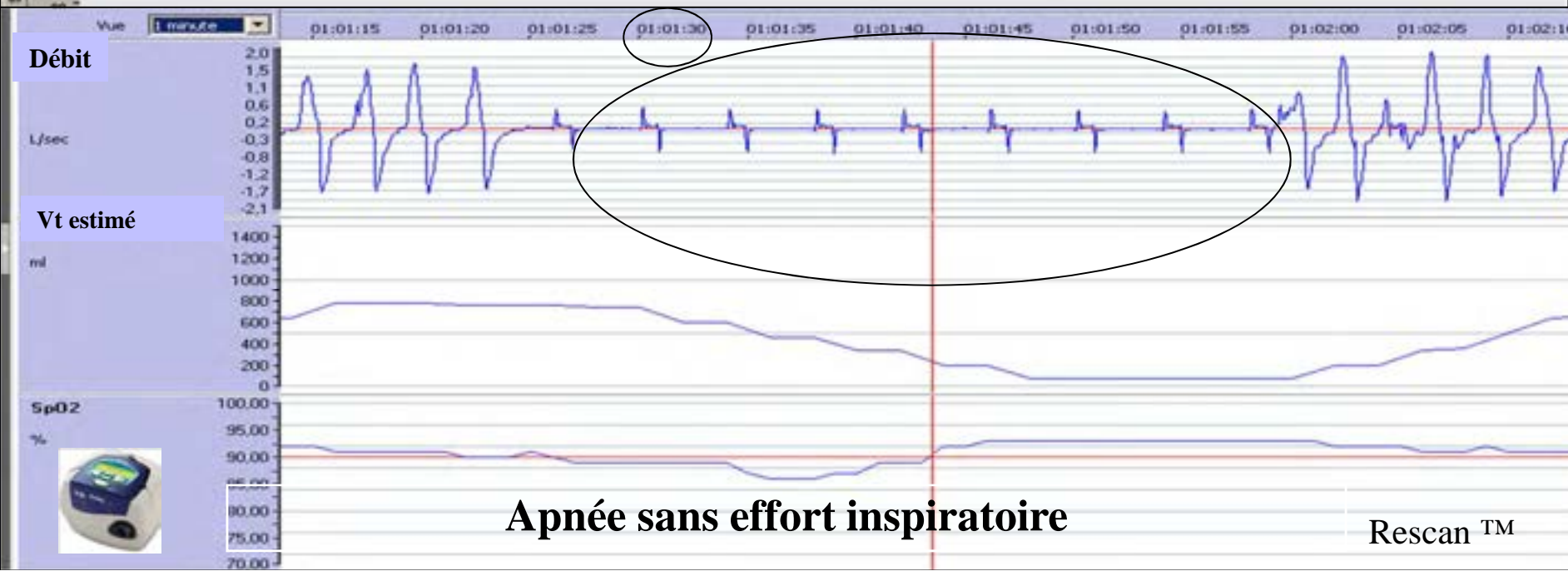
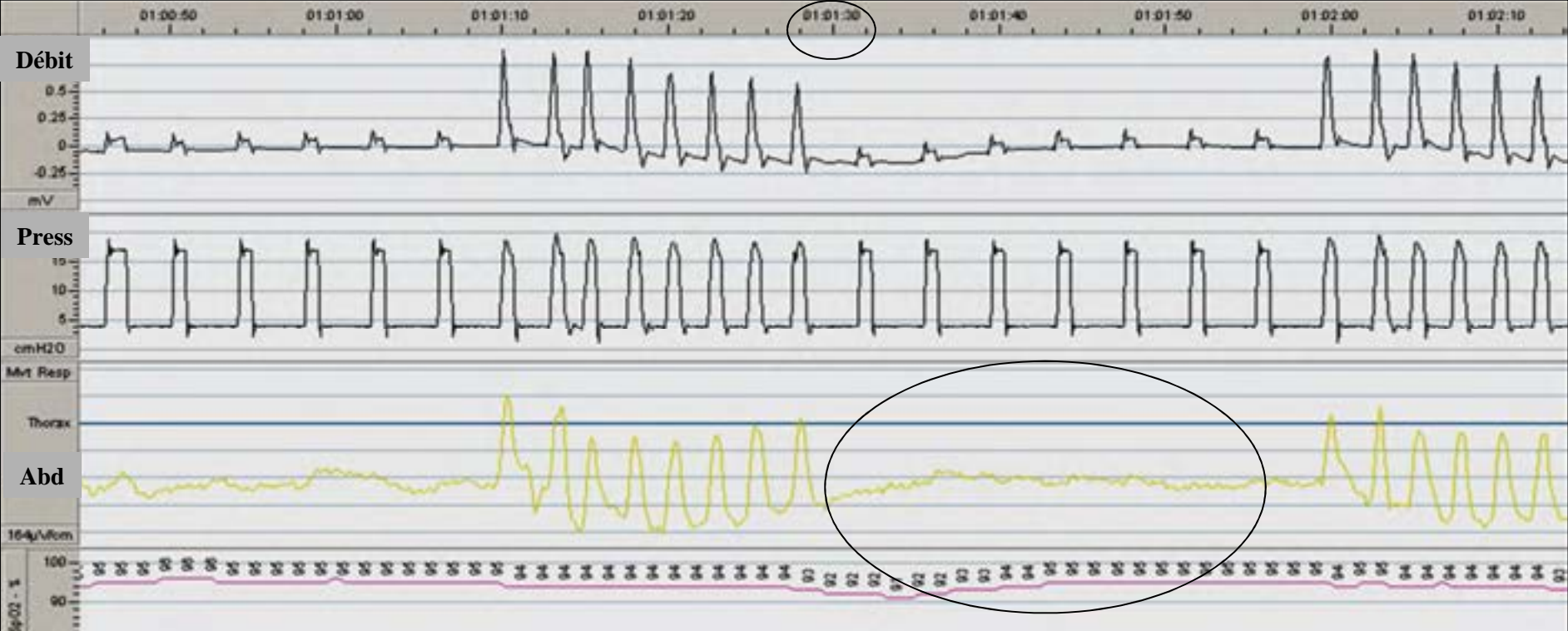


Mode ST. Page 1'. Masque facial

Rescan™

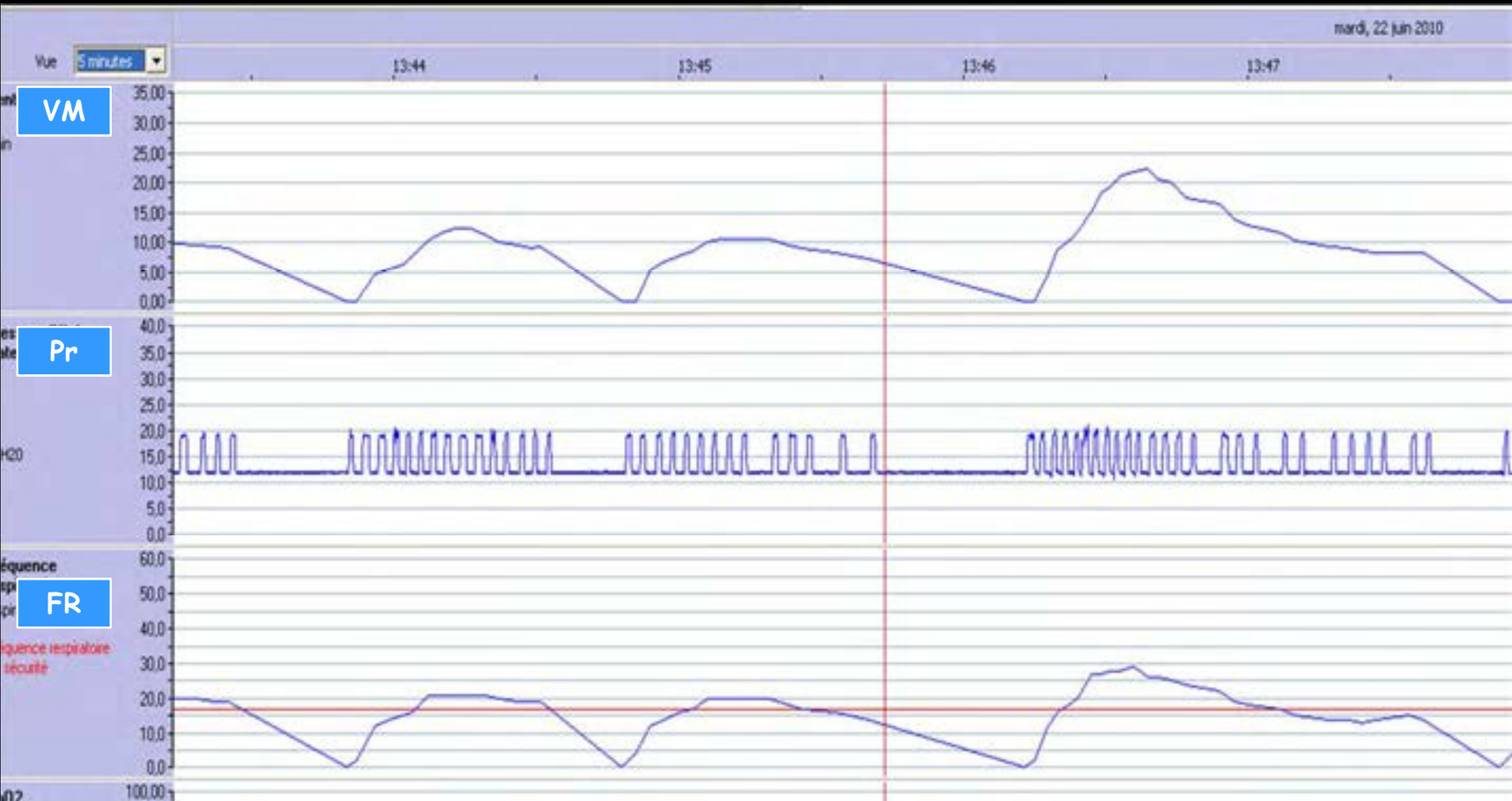




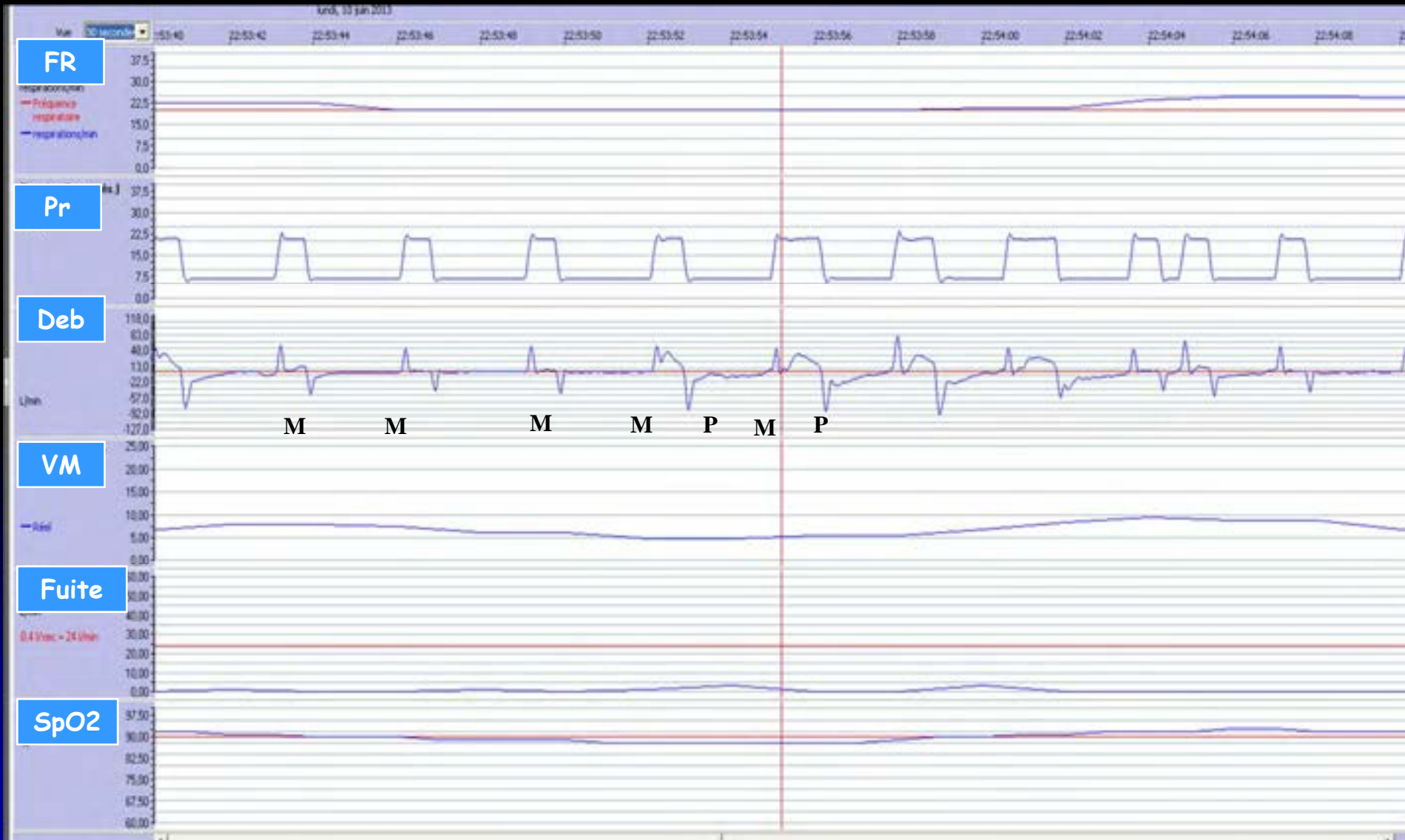


# En mode S est plus facile...

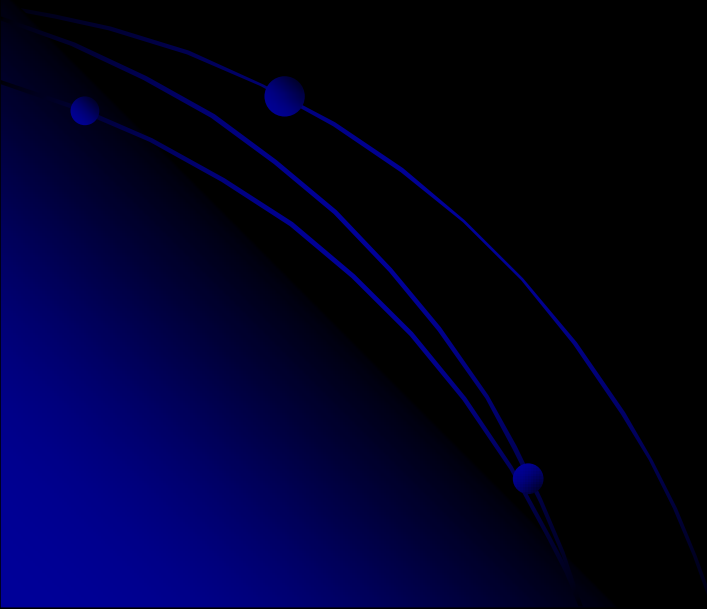
(mais plus facile n'est souvent pas mieux)



# Parfois ce n'est pas si simple

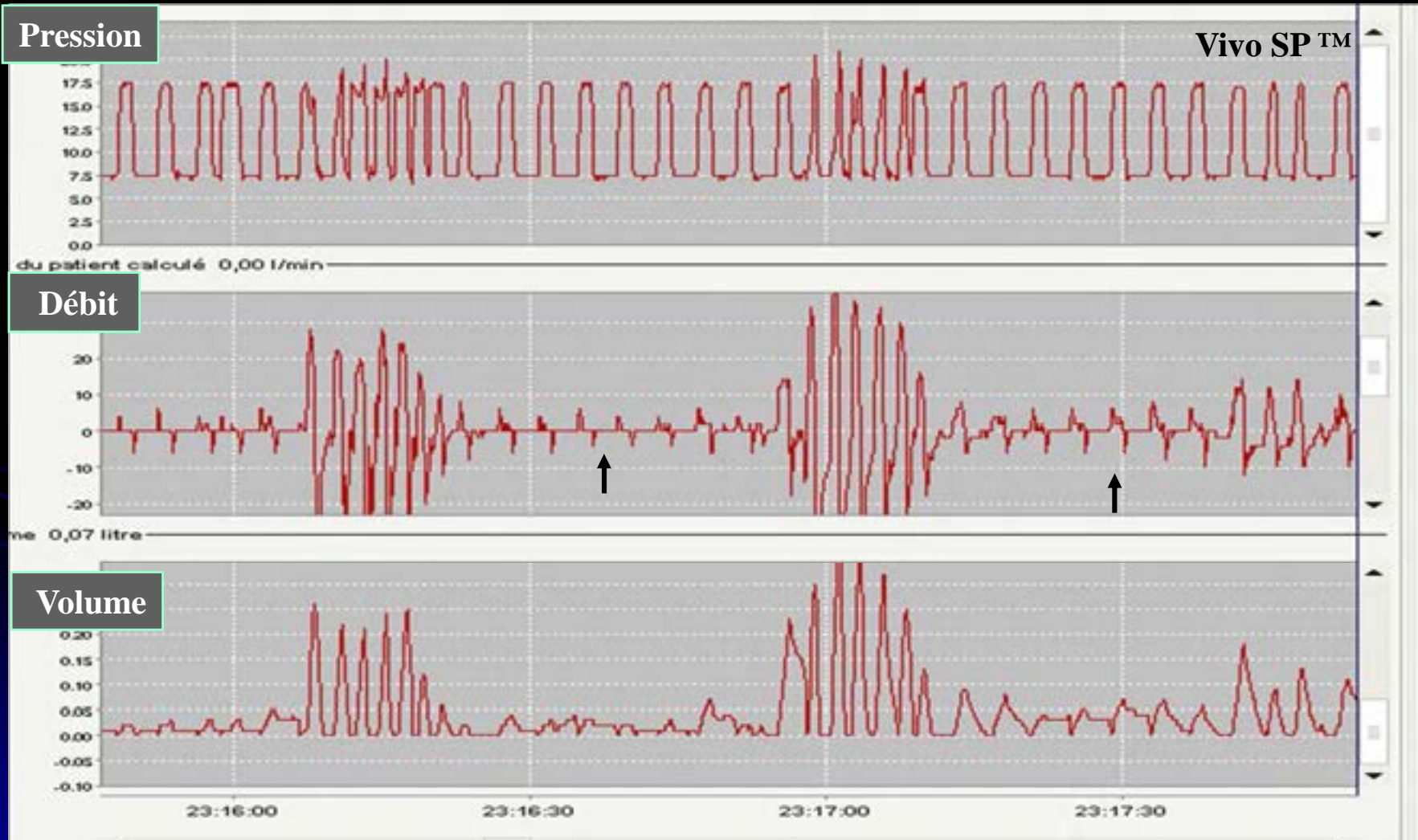


Et parfois cela ne suffit pas...



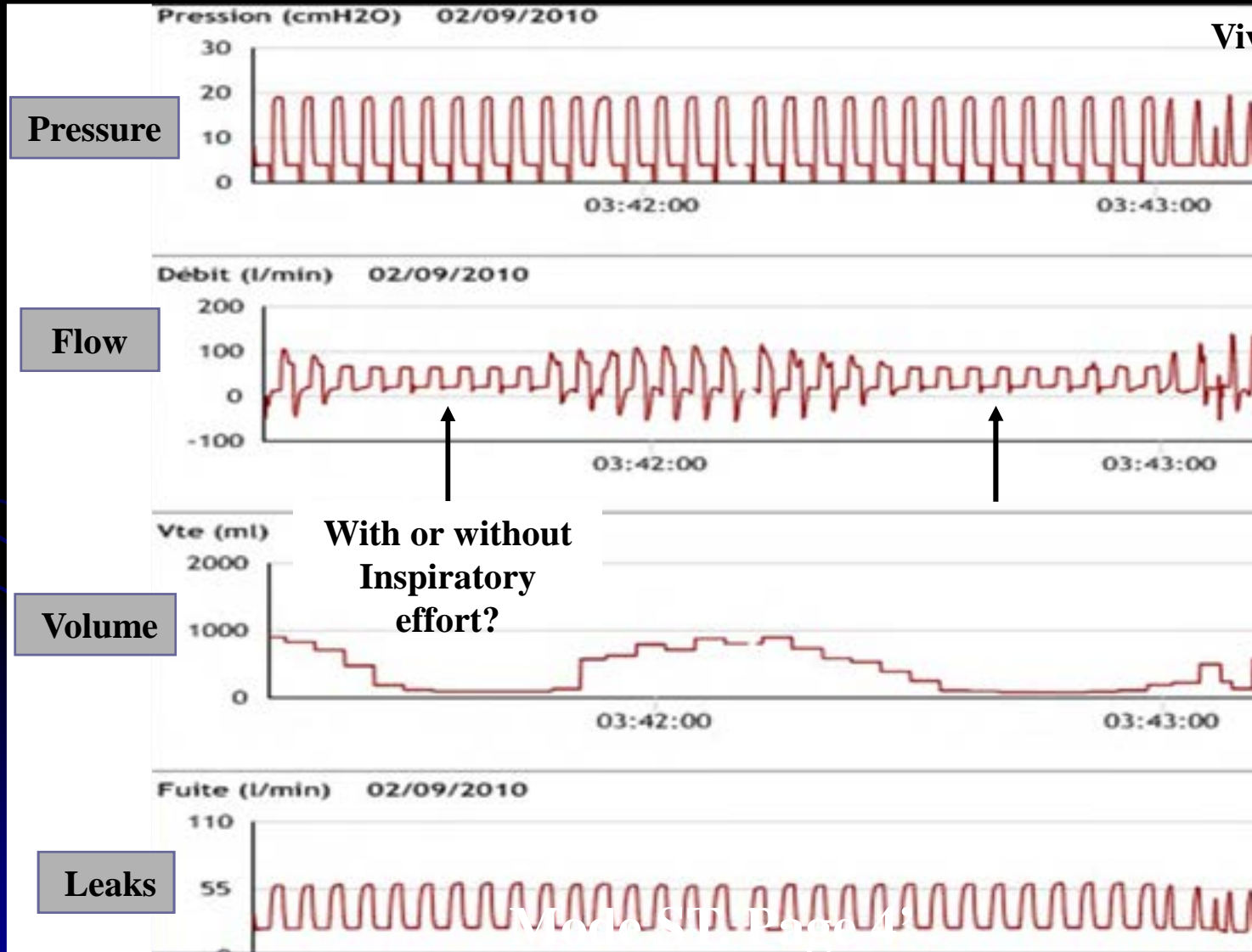
# Apnées sous vni: avec ou sans effort?

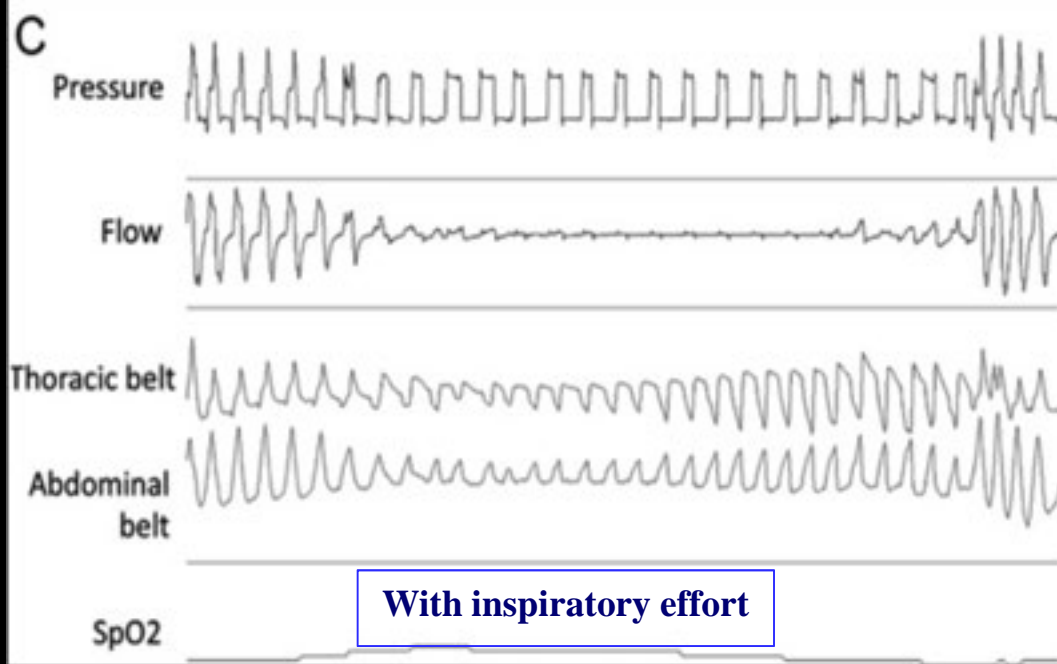
(Aspect de respiration périodique)



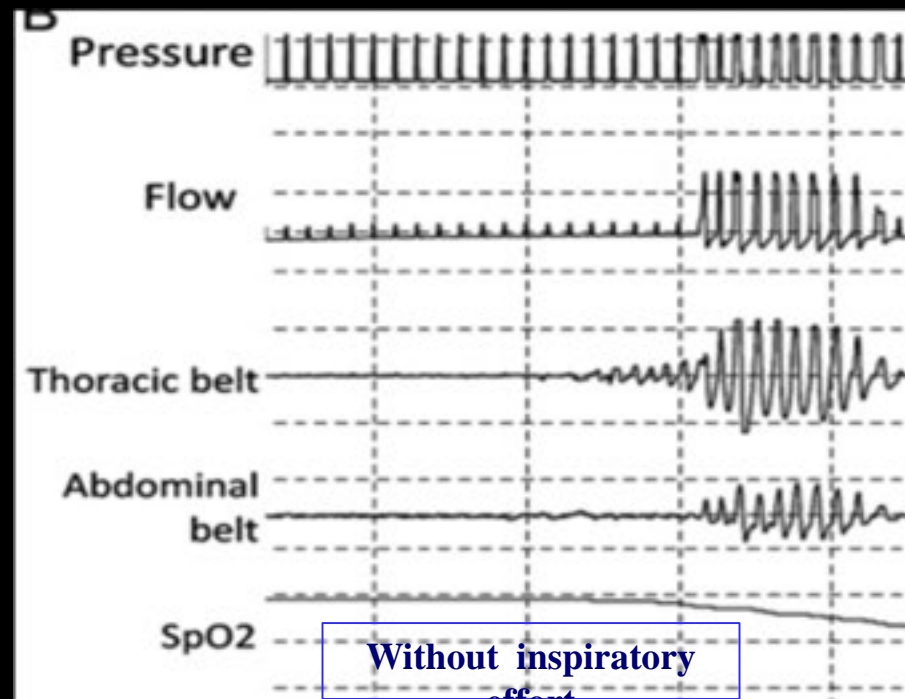
# Inconvenients:

## Lack of thoraco abdominal belts





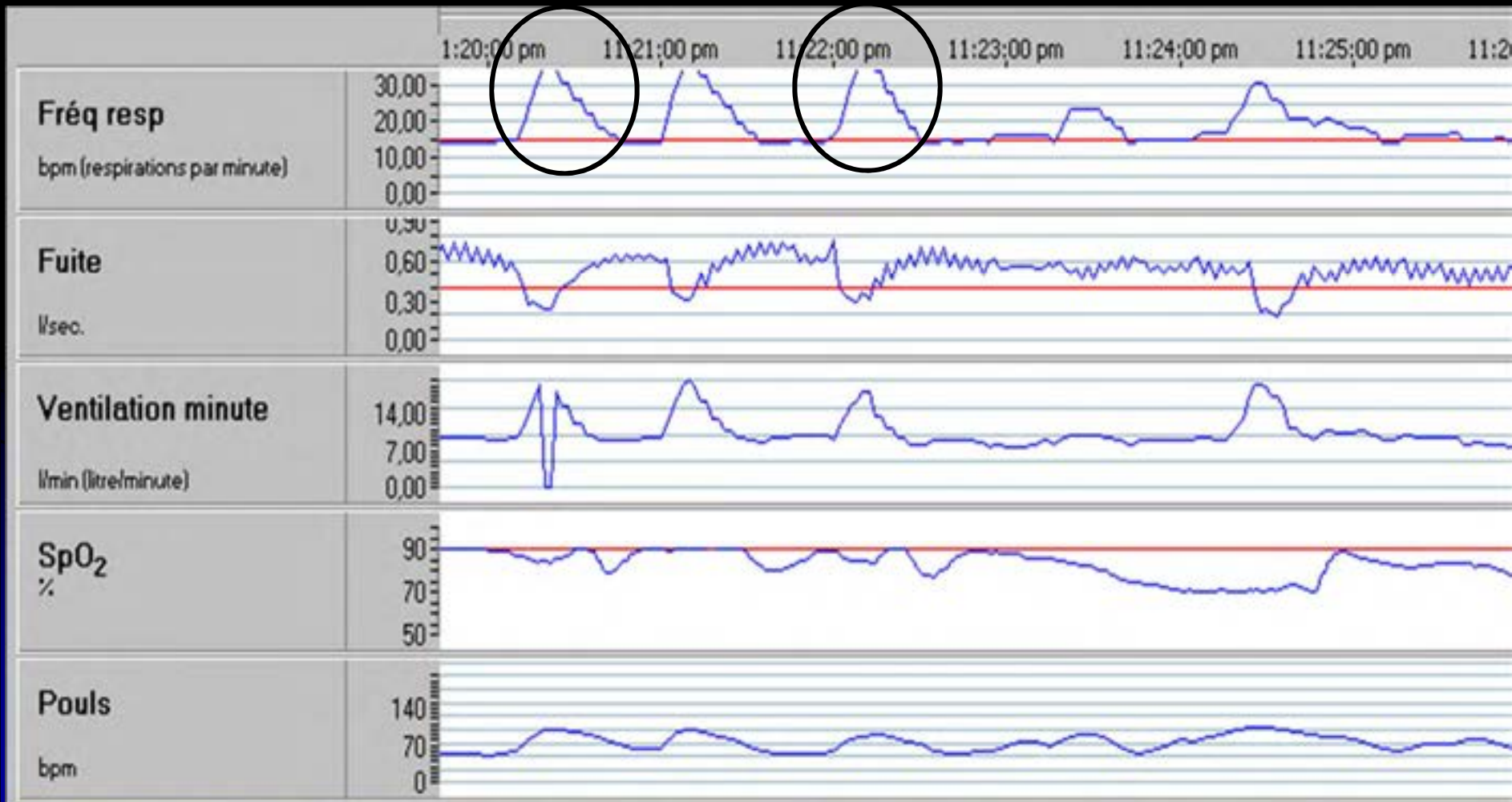
**Hypopneas  
under NIV**



**Thoraco abdominal belts:  
a crucial issue**

Gonzalez et al, Thorax 2012  
SomnoNIV group

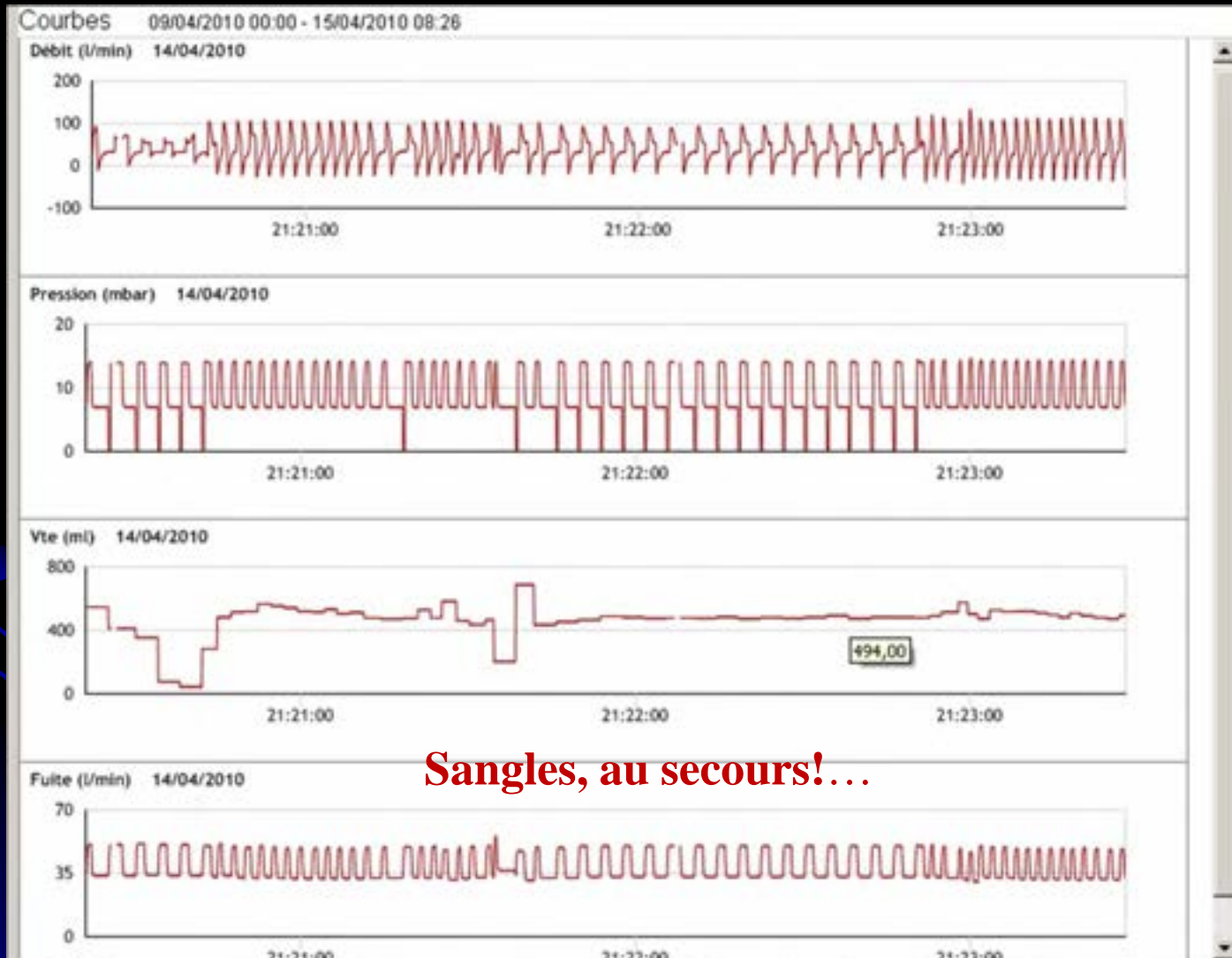
# Et cette “respiration périodique”?



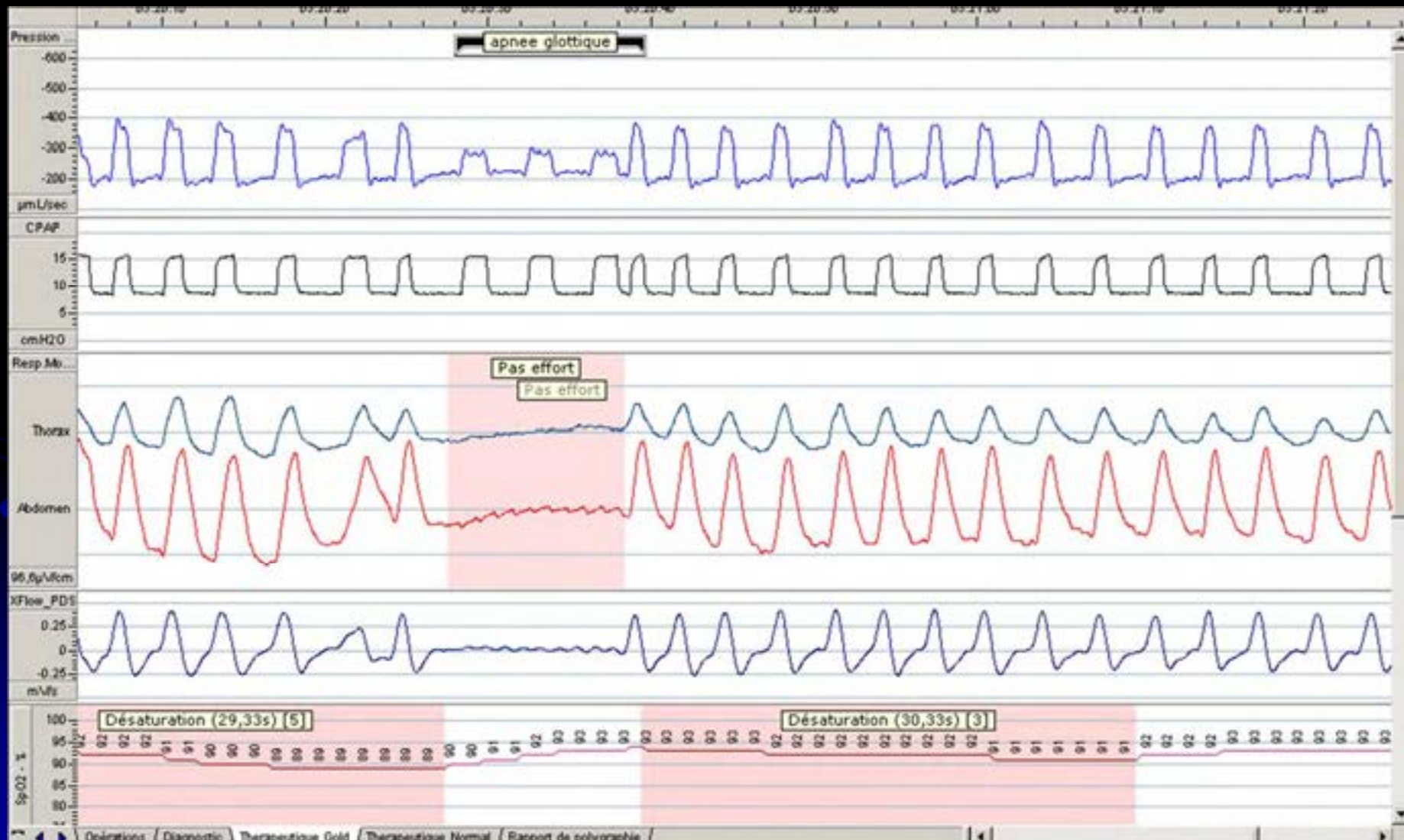




# “Bradi-tachy” en action...



# Bah oui, ce sont des apnées sans effort



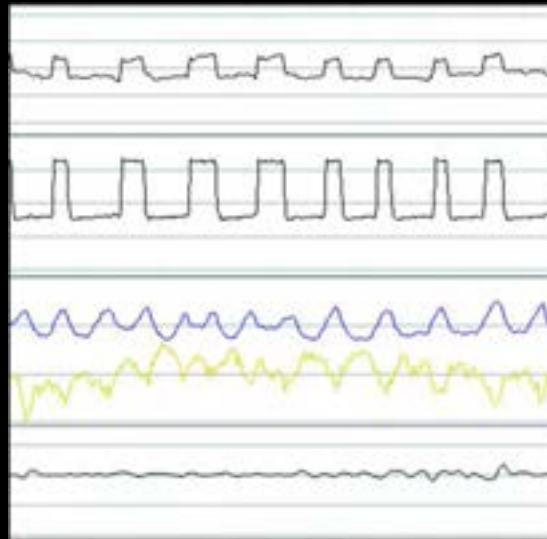
# “Index d’apnées hypopnées”

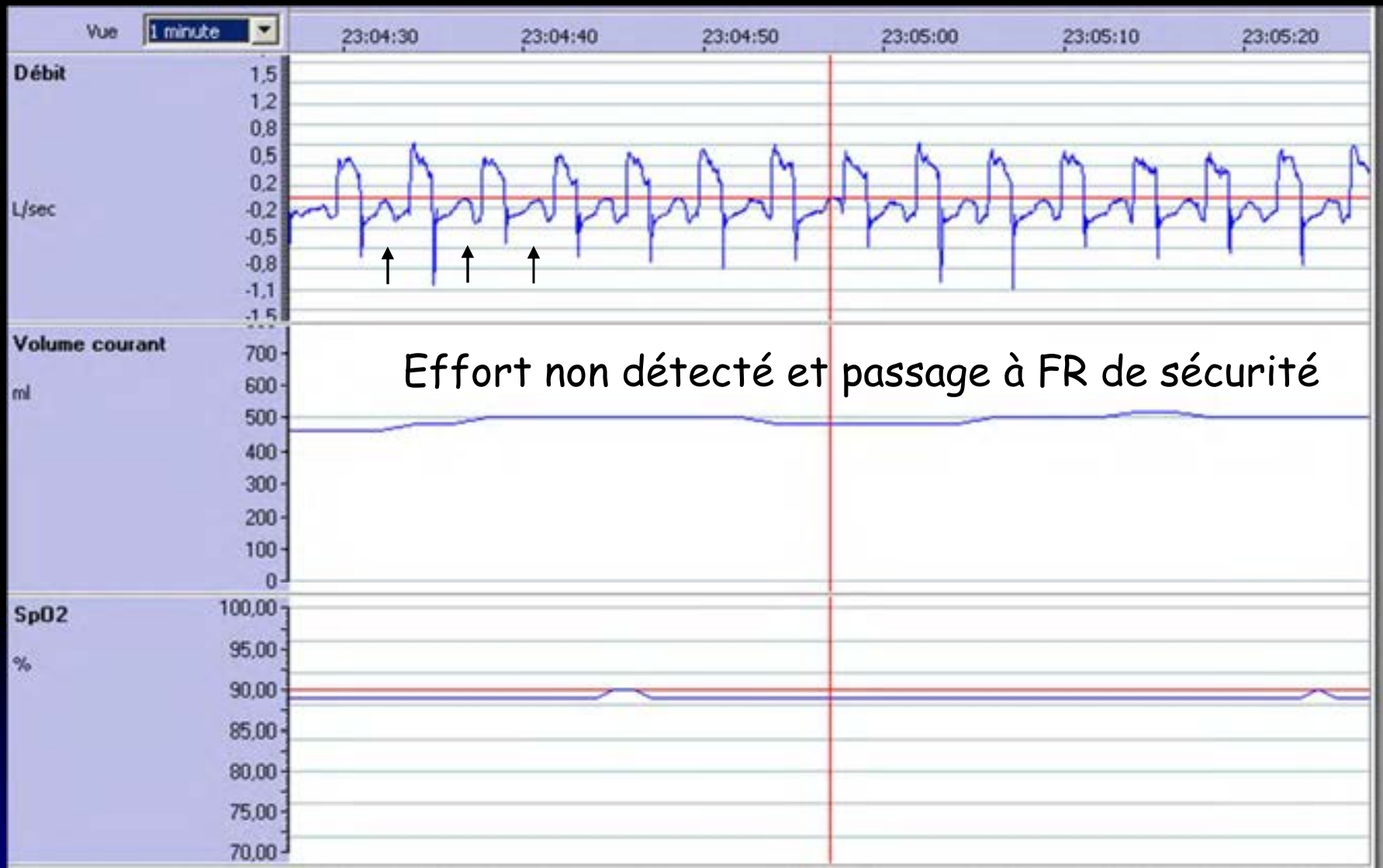


**Table 2.** Data downloaded from ventilator software

	COPD	Overlap syndrome	Obesity hypoventilation	Neuromuscular disorders	Restrictive disorders <sup>1</sup>	CSAS	p value
Patients, n	32	29	38	19	21	11	
ResMed ventilator/Philips Respironics ventilator, n	25/7	19/10	21/17	17/2	16/5	7/4	
Compliance, min/24 h	478 (362–599)	433 (289–527)	436 (348–490)	518 (327–591)	359 (300–448)	314 (283–458)	0.098
Leaks, median, liters/min <sup>2</sup>	6 (3–9.6)	8.4 (1.2–16.8)	8.4 (6–10.8)	7.8 (2.4–28)	10.5 (1.2–16.5)	3.6 (1.2–14.4)	0.939
Leaks, 95th percentile, liters/min <sup>2</sup>	17.4 (12–34)	18.4 (9.6–48)	19.2 (12–27)	21.6 (4.8–48)	24 (10.2–34.5)	8.4 (2.4–45.6)	0.921
V <sub>T</sub> , ml/kg	7.1 (5.7–9.3)	5.9 (4.8–7.5)	4.9 (3.7–6.2)	5.7 (5.0–8.0)	7.0 (5.9–8.6)	7.4 (5.2–8.7)	<0.001
V <sub>E</sub> , liters	10 (8.6–11.6)	11.8 (8.4–12.8)	9.6 (8.1–12.0)	8.0 (6.6–8.7)	8.2 (6.7–10.4)	7.9 (6.6–10.7)	<0.001
RR – back up RR, n	1 (0–3.5)	1 (0–3)	2 (1–5)	0 (1–4)	2 (1–4)	3 (1–4)	0.258
Spontaneous inspirations, %	56 (17–77)	52 (18–80)	57 (23–85)	23 (12–60)	50 (18–79)	65 (18–81)	0.557
AHI, n/h <sup>2</sup>	1.3 (0.6–4.4)	4.9 (2.2–10.3)	3.4 (2.1–7.7)	6.1 (1.0–11.4)	0.9 (0.1–3.0)	12.5 (5.0–19.7)	0.001
AI, n/h <sup>2</sup>	0 (0–0)	0 (0–0.4)	0 (0–0.1)	0 (0–0.3)	0 (0–0.1)	0.4 (0–1.7)	0.405

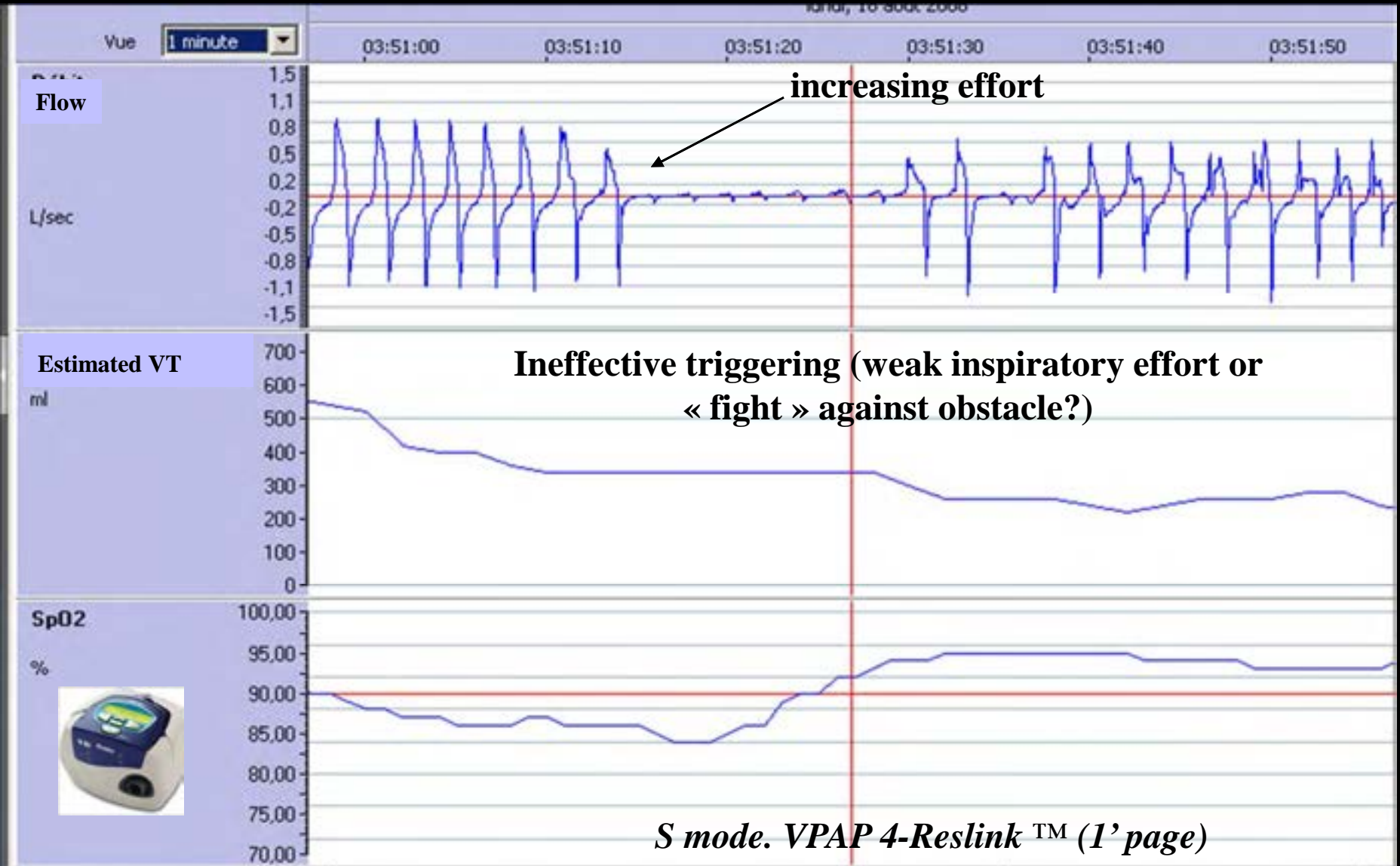
# Asynchronisme





Mode ST. Page 1'

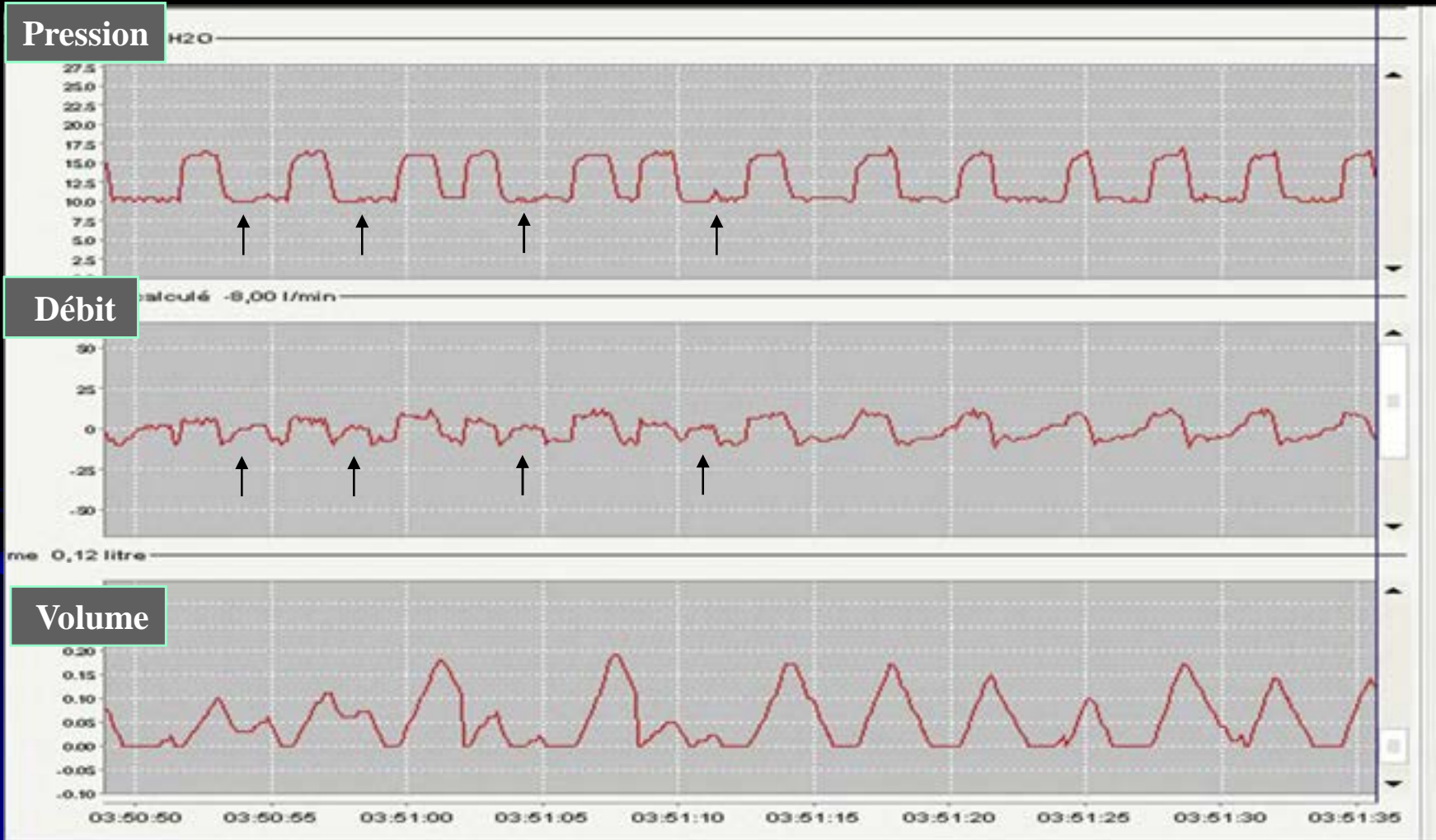
Rescan™





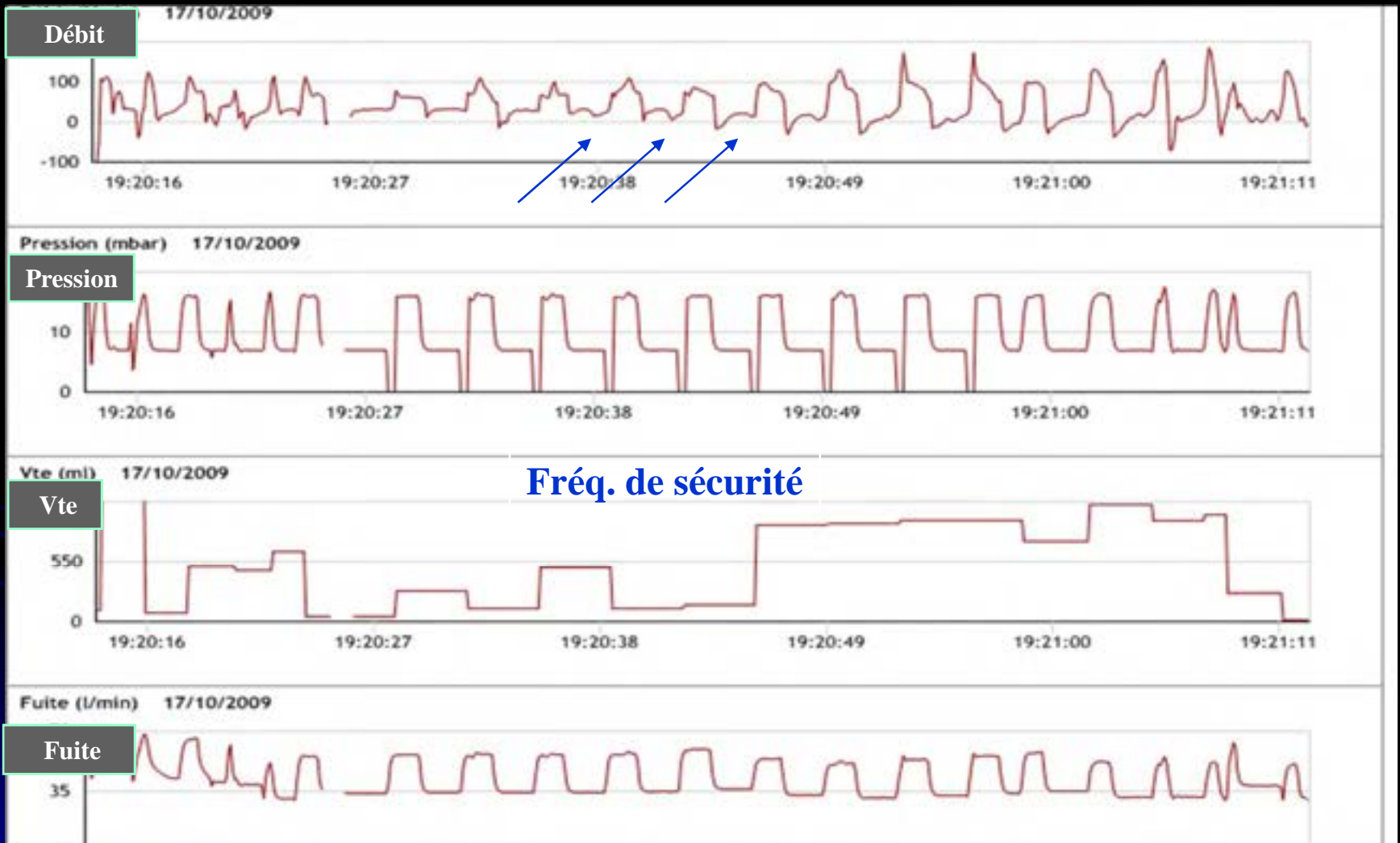
# Asynchronisme

## Cycles non déclenchés



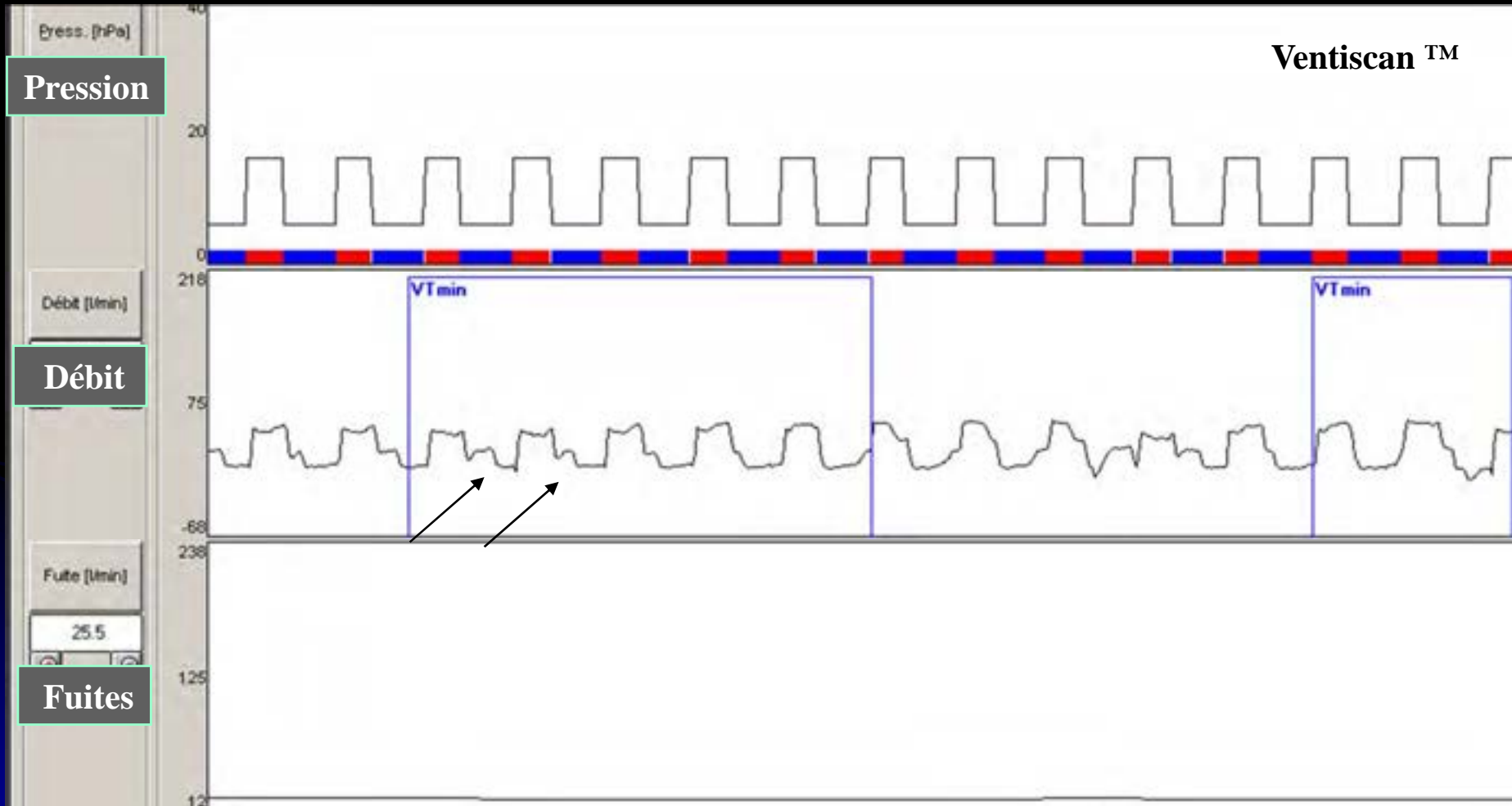
# Asynchronisme

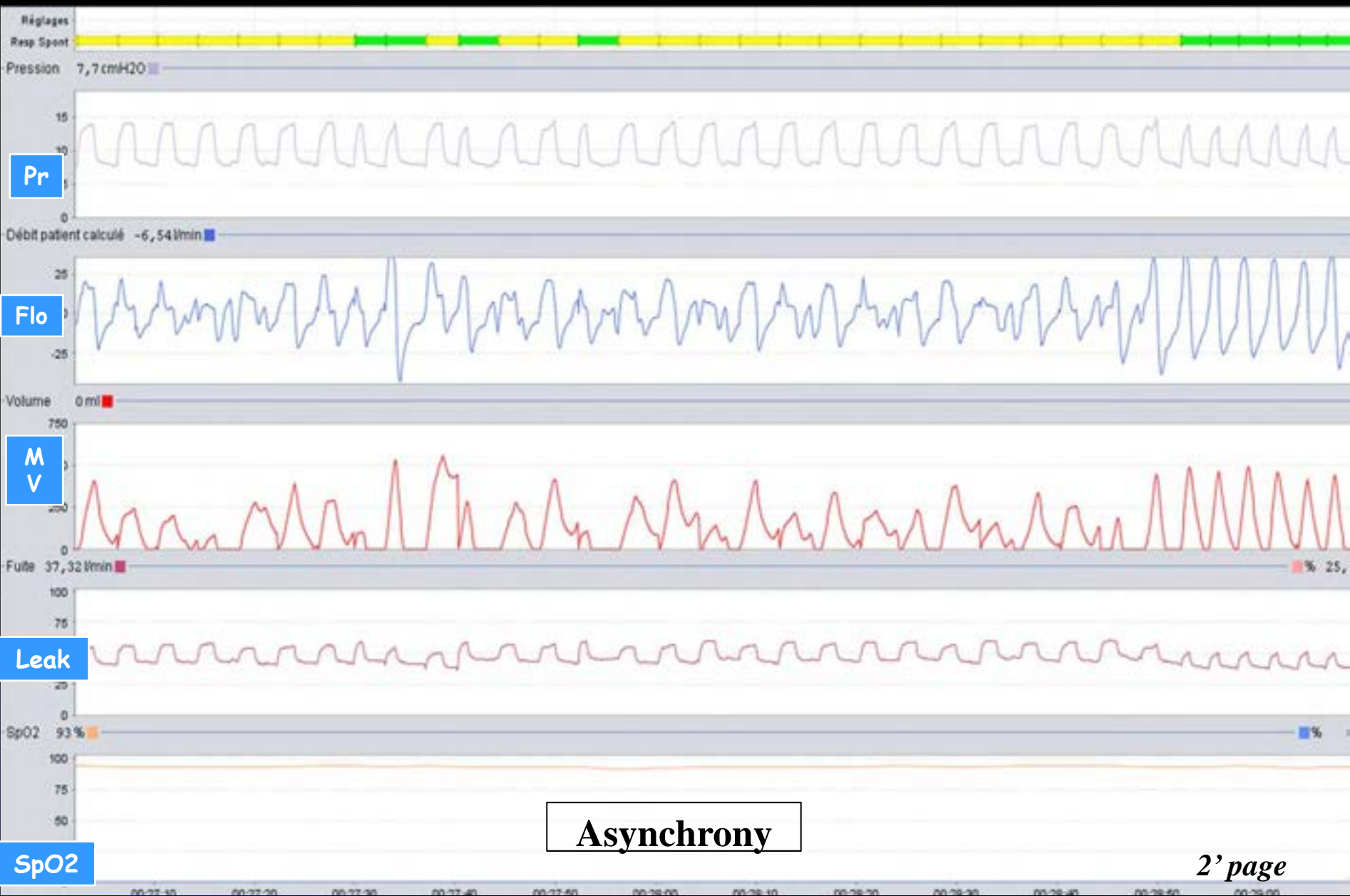
## Cycles non déclenchés

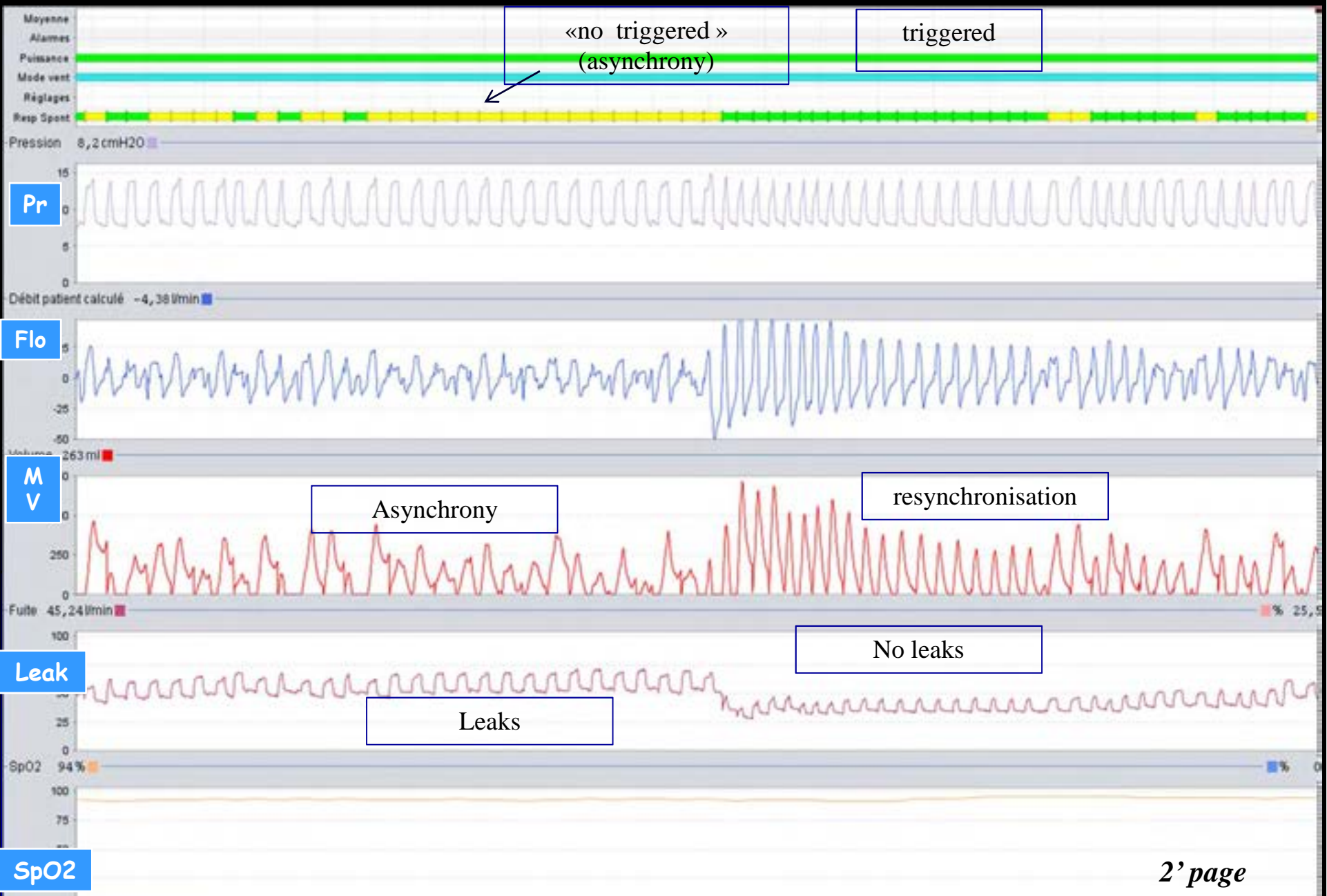


# Asynchronisme

## Cycles non déclenchés







Vue 5 minutes

04:31

04:32

04:33

04:34

04:35

Débit

1.7  
1.2  
0.6  
0.1  
-0.5  
-1.0  
-1.6

L/sec

asynchro

synchro

Volume courant

800  
600  
400  
200  
0

ml

VT haut

VT bas

SpO2

100.00  
95.00  
90.00  
85.00  
80.00  
75.00  
70.00

%

Fuites

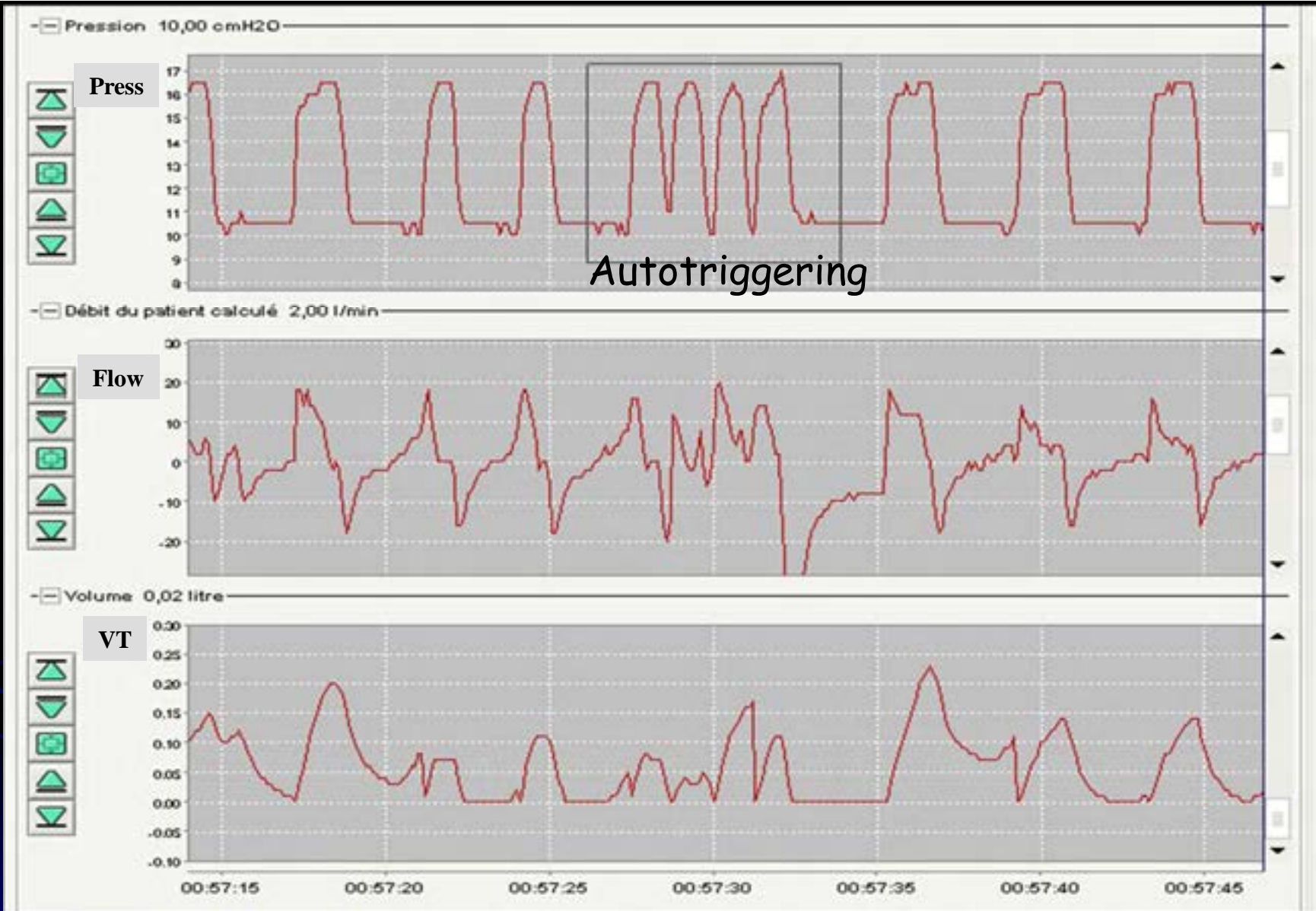
L/sec

0.4 L/sec = 24 L/min

Fuites ++

pas de fuites

0.00



Mode ST. Page 30''

Vivo SP™

Débit (l/min) 14/04/2010

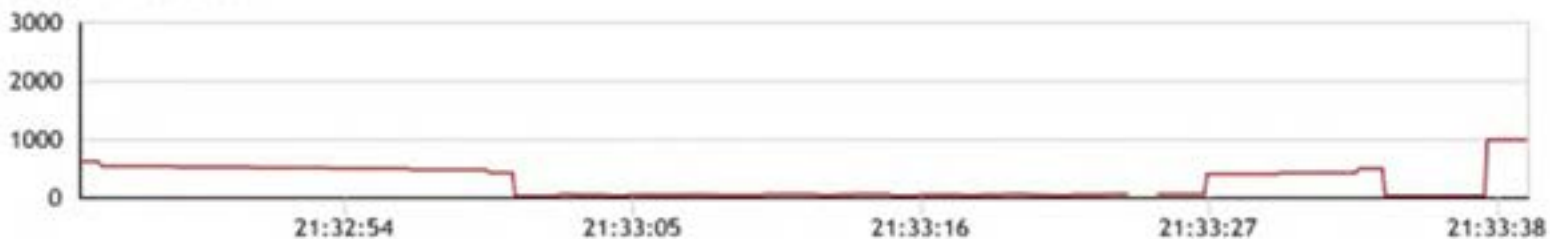
# Autotriggering



Pression (cmH2O) 14/04/2010



Vte (ml) 14/04/2010



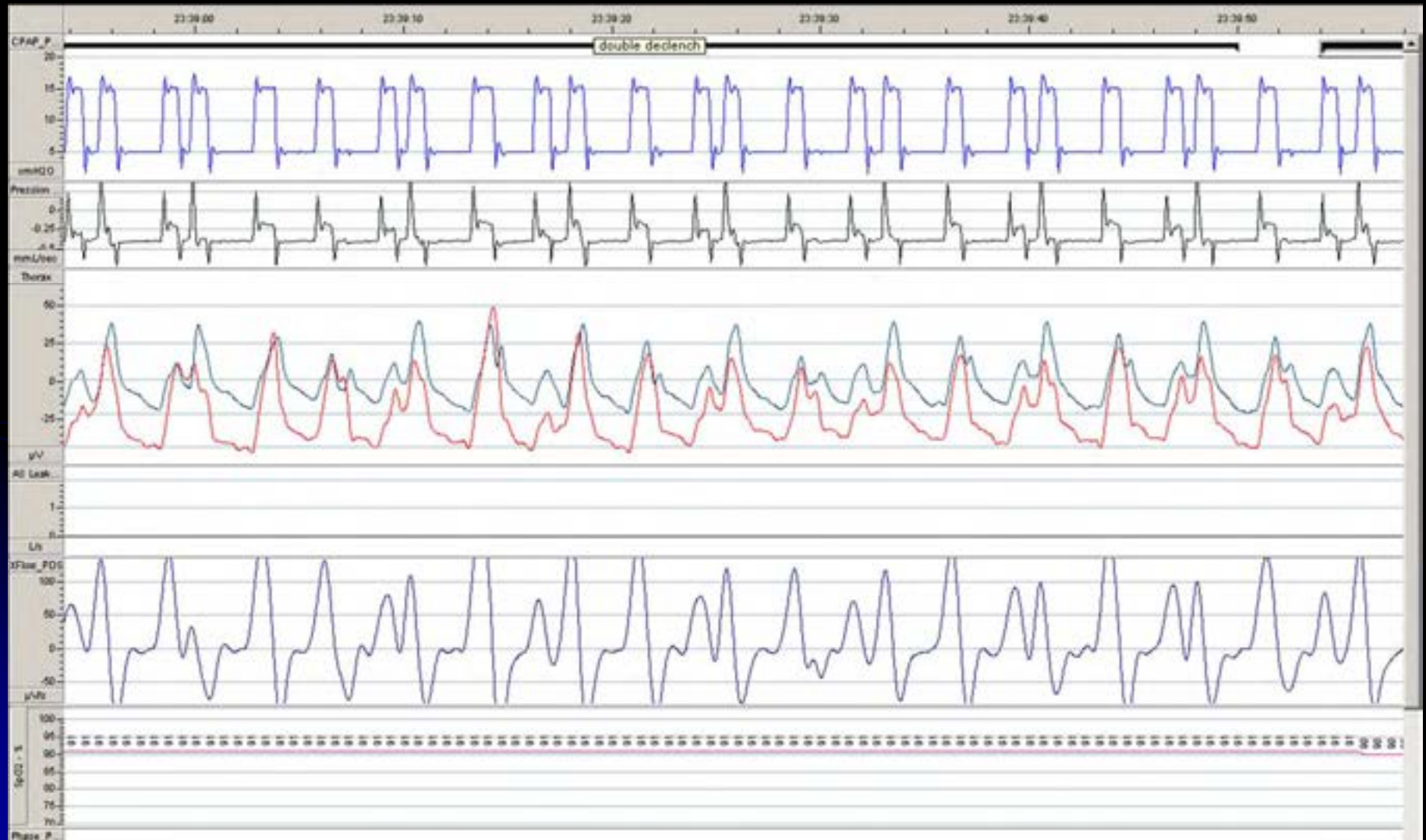
Fuite (l/min) 14/04/2010



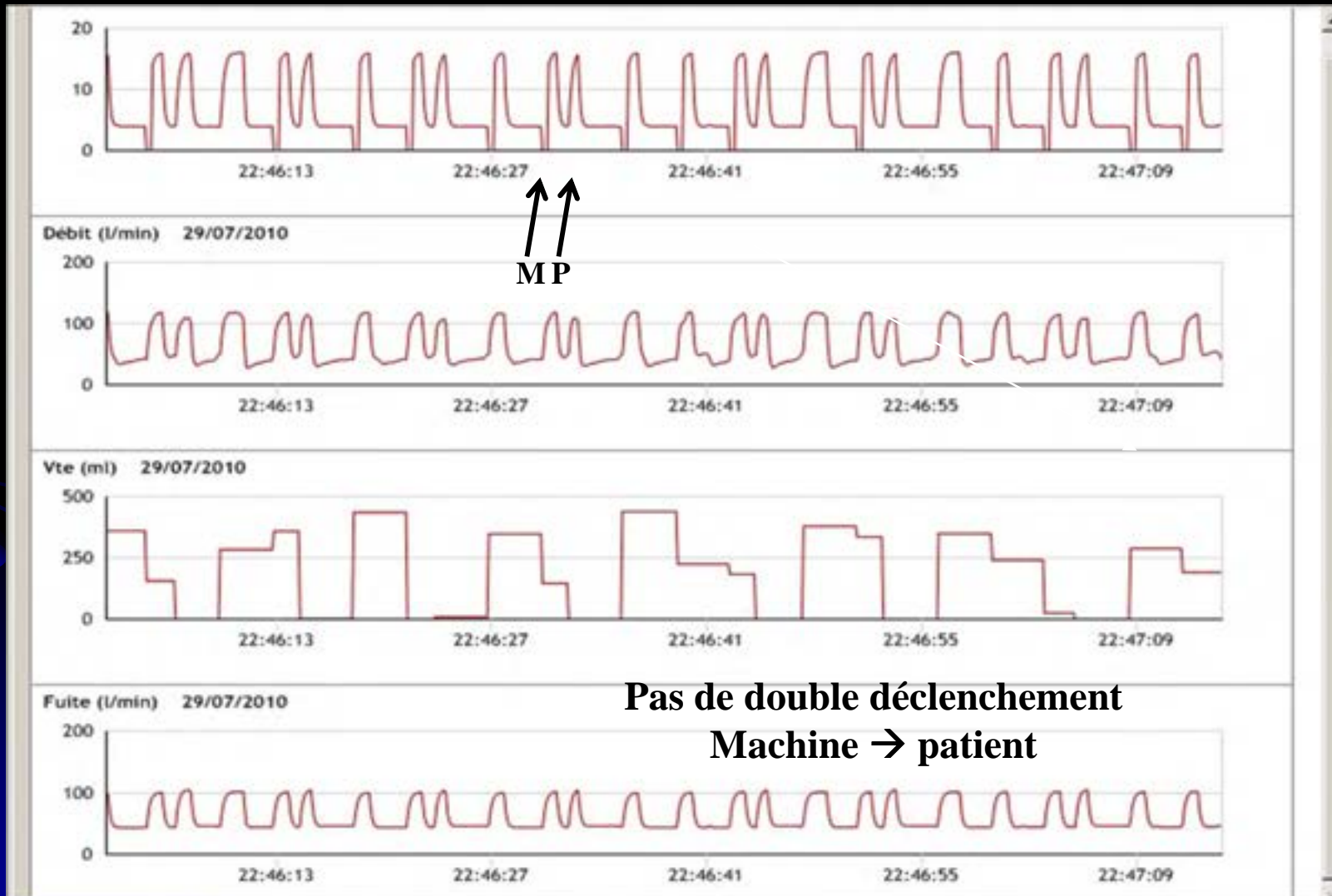


# Asynchronisme

## Double déclenchement "typique"

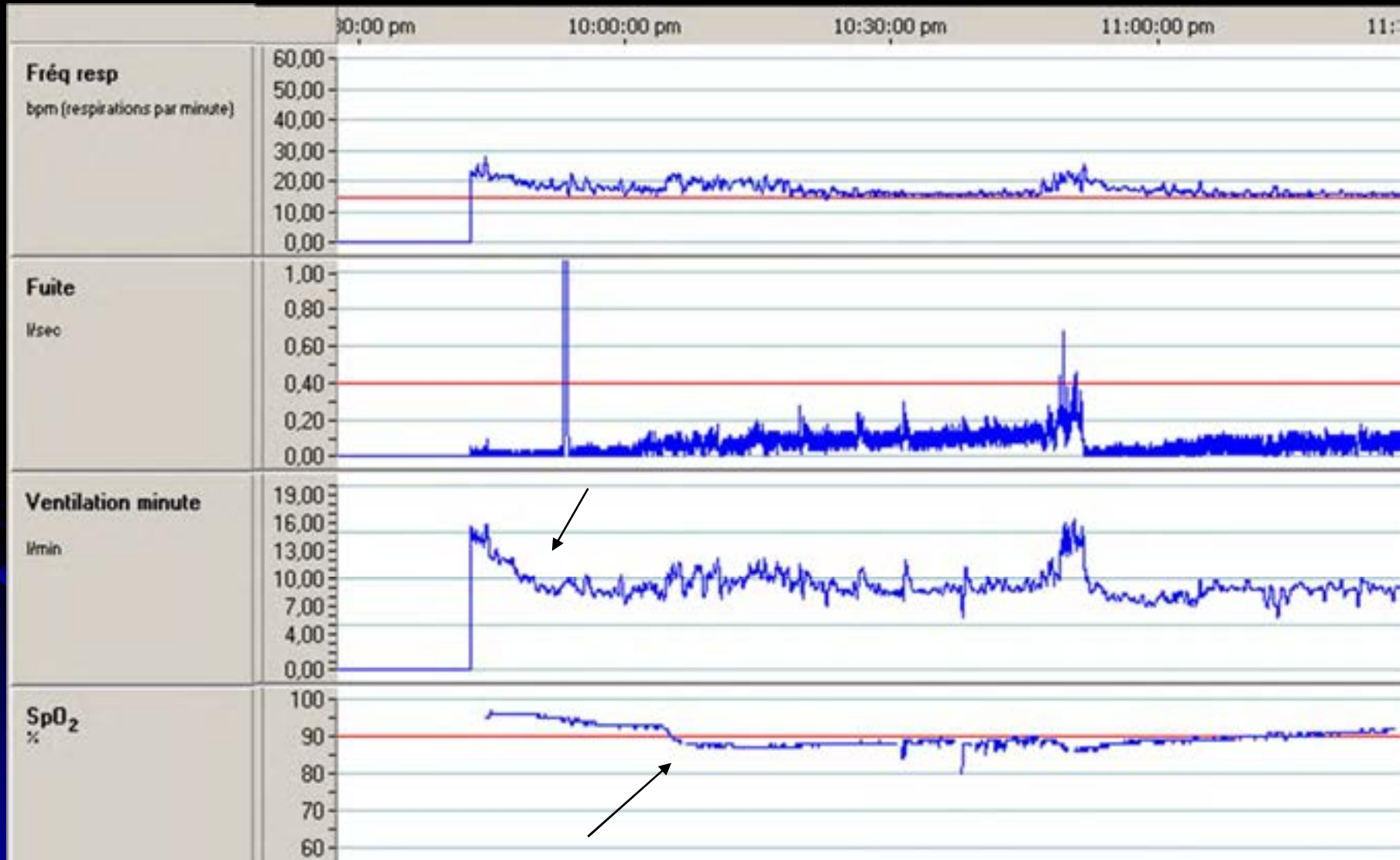


# Parfois ils font mieux que la polygraphie



**Pas de double déclenchement**  
**Machine → patient**

# Hypoventilation résiduelle

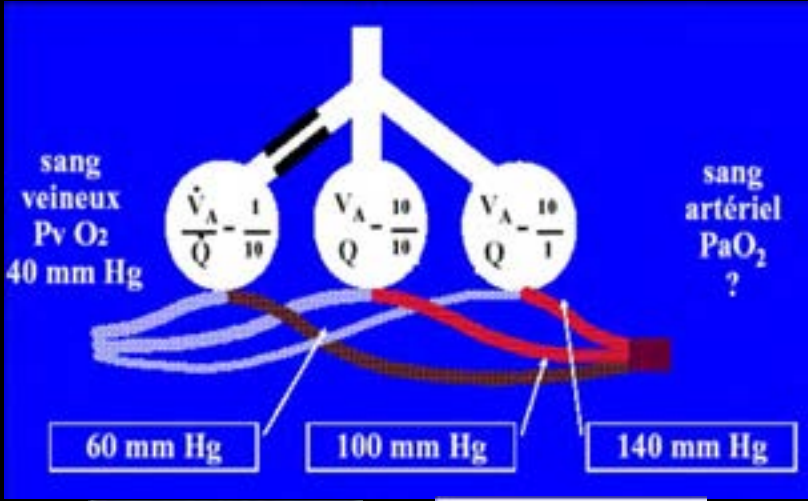
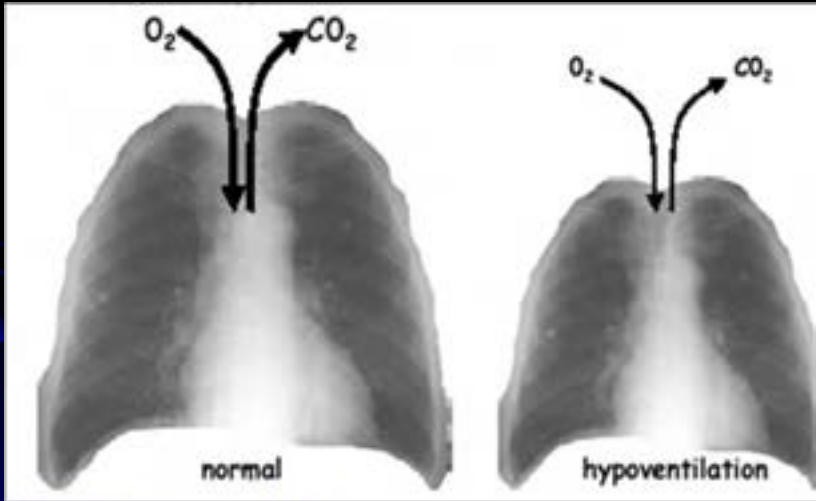




Hypoxémie due à une majoration

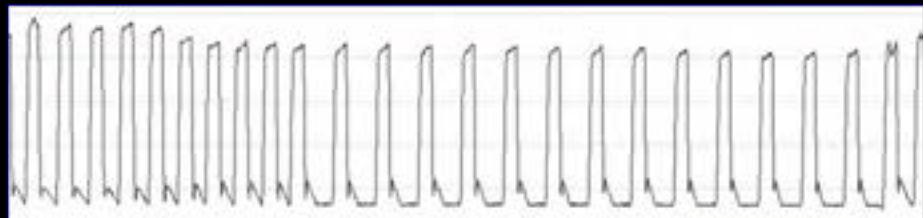
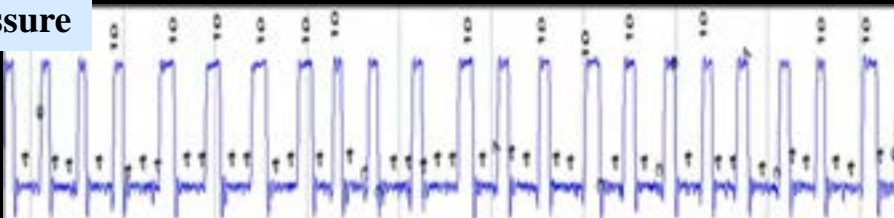
de l'hypoventilation alvéolaire?

ou des inégalités V/Q??

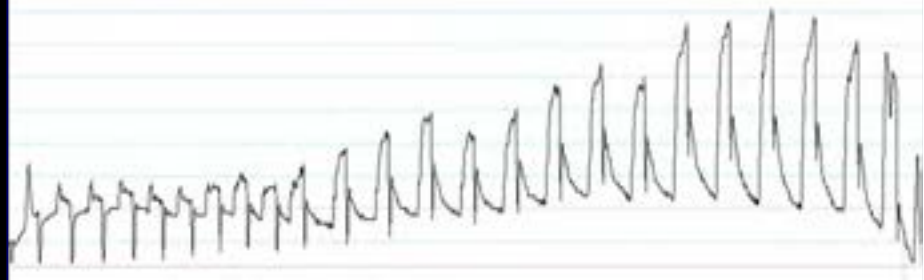
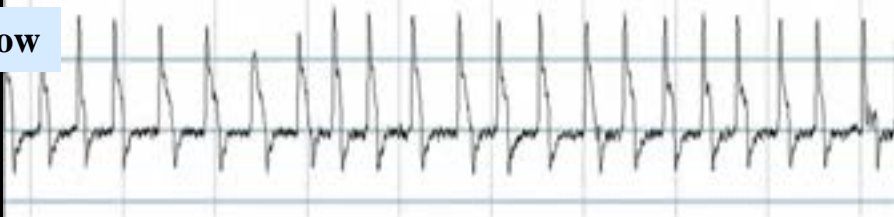


# Mesure du Vt: le problème..

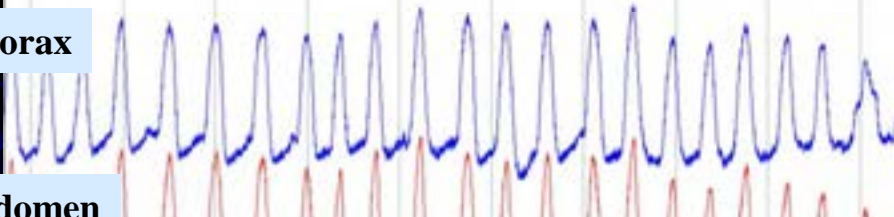
Pressure



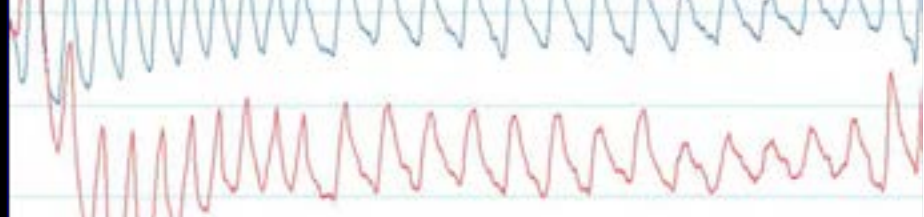
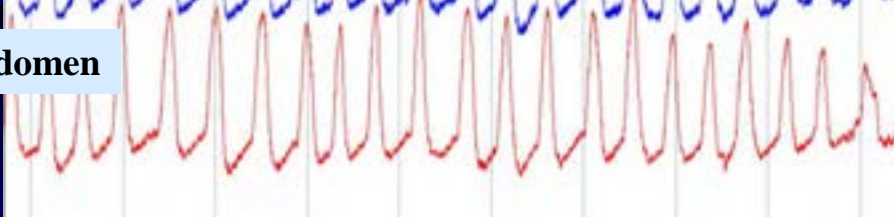
Flow



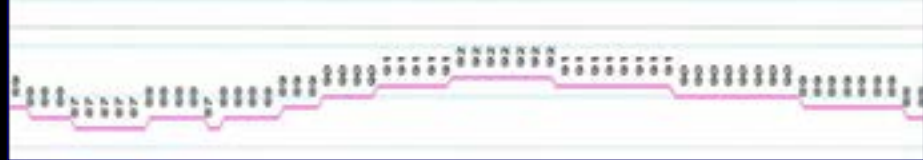
Thorax

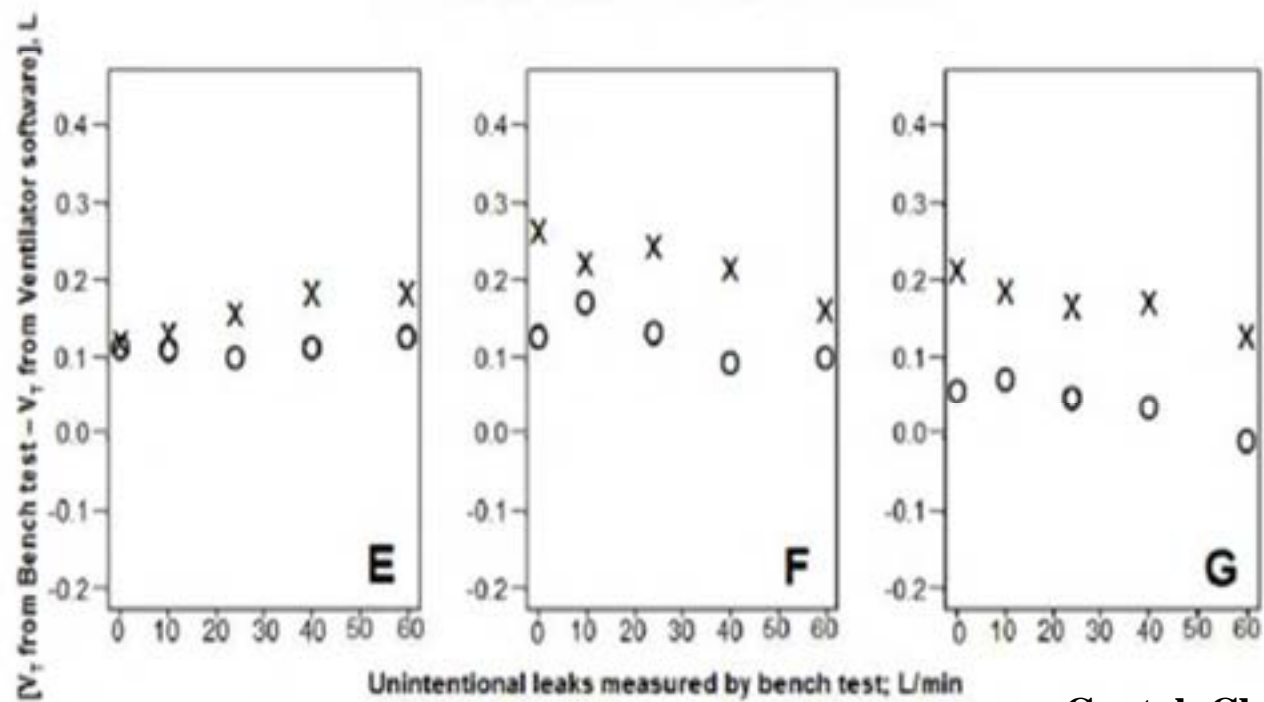
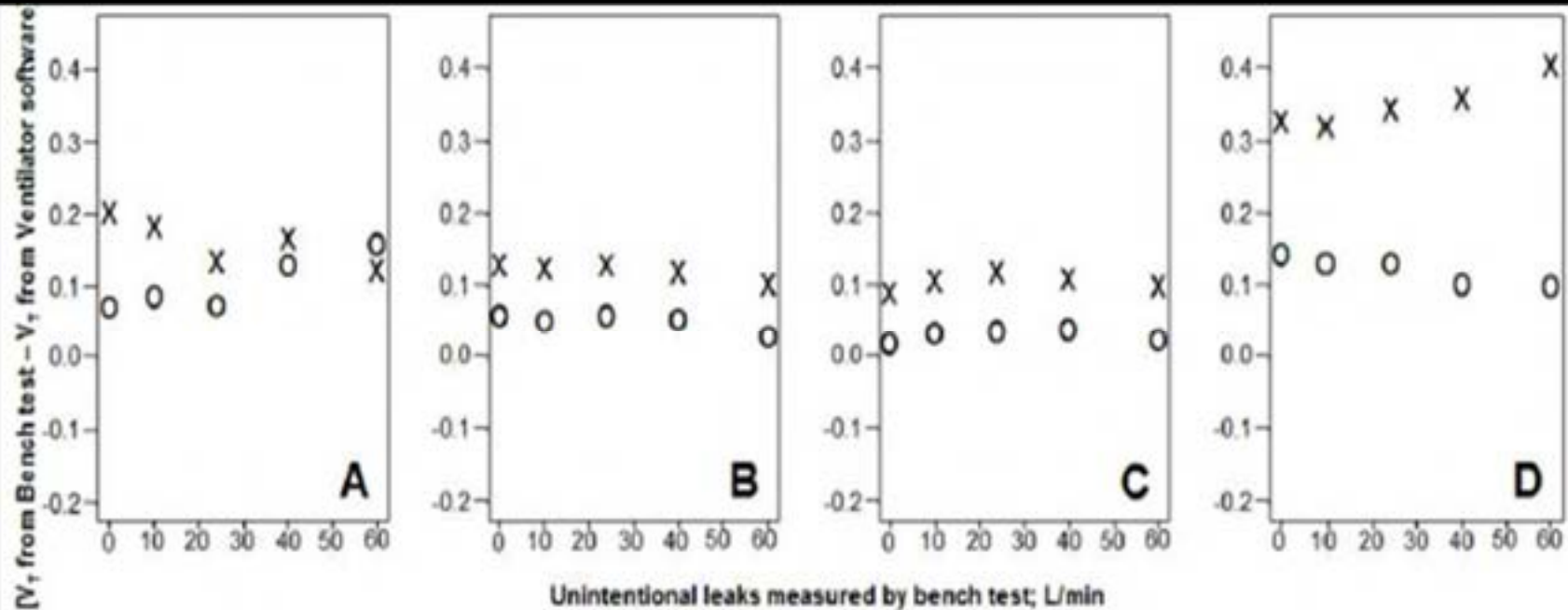


Abdomen

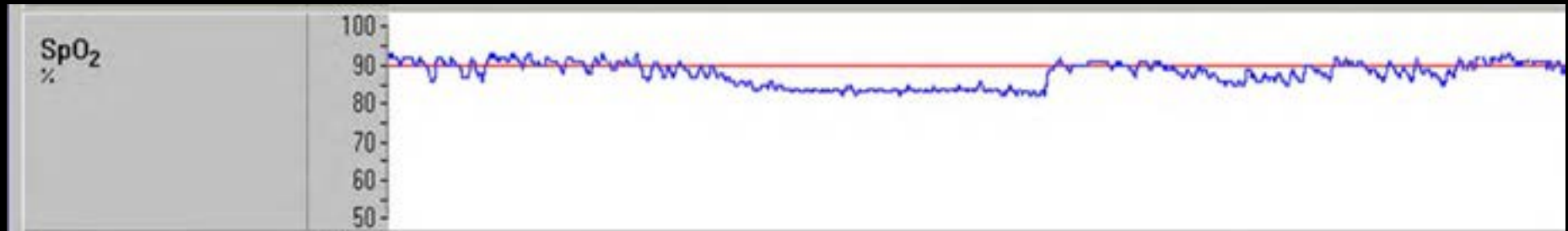


SpO2

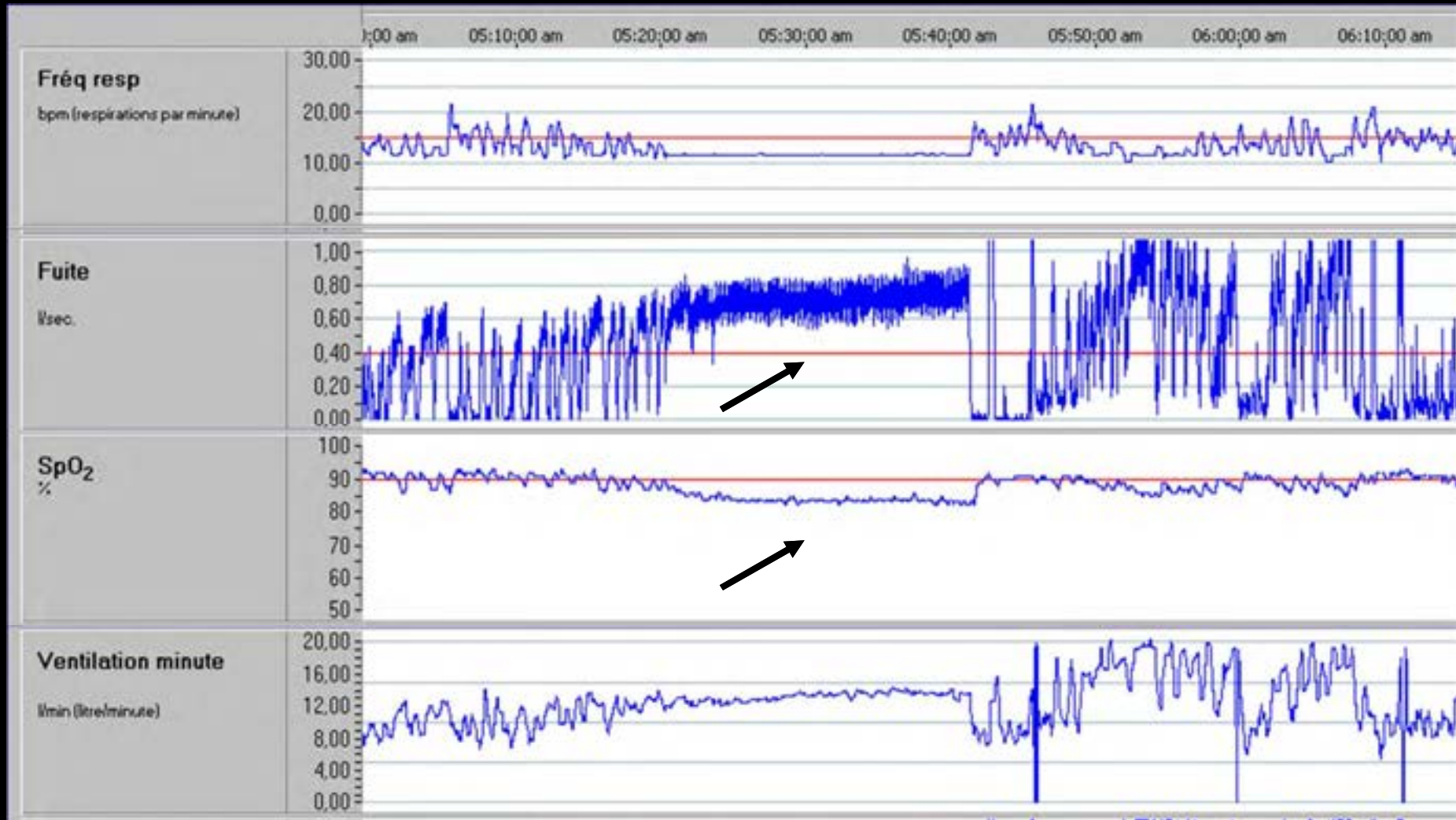




# Mon malade desature....

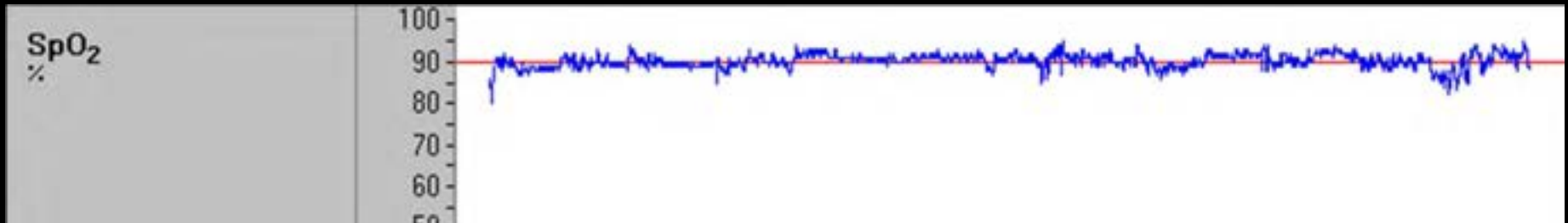


# Mon malade desature....

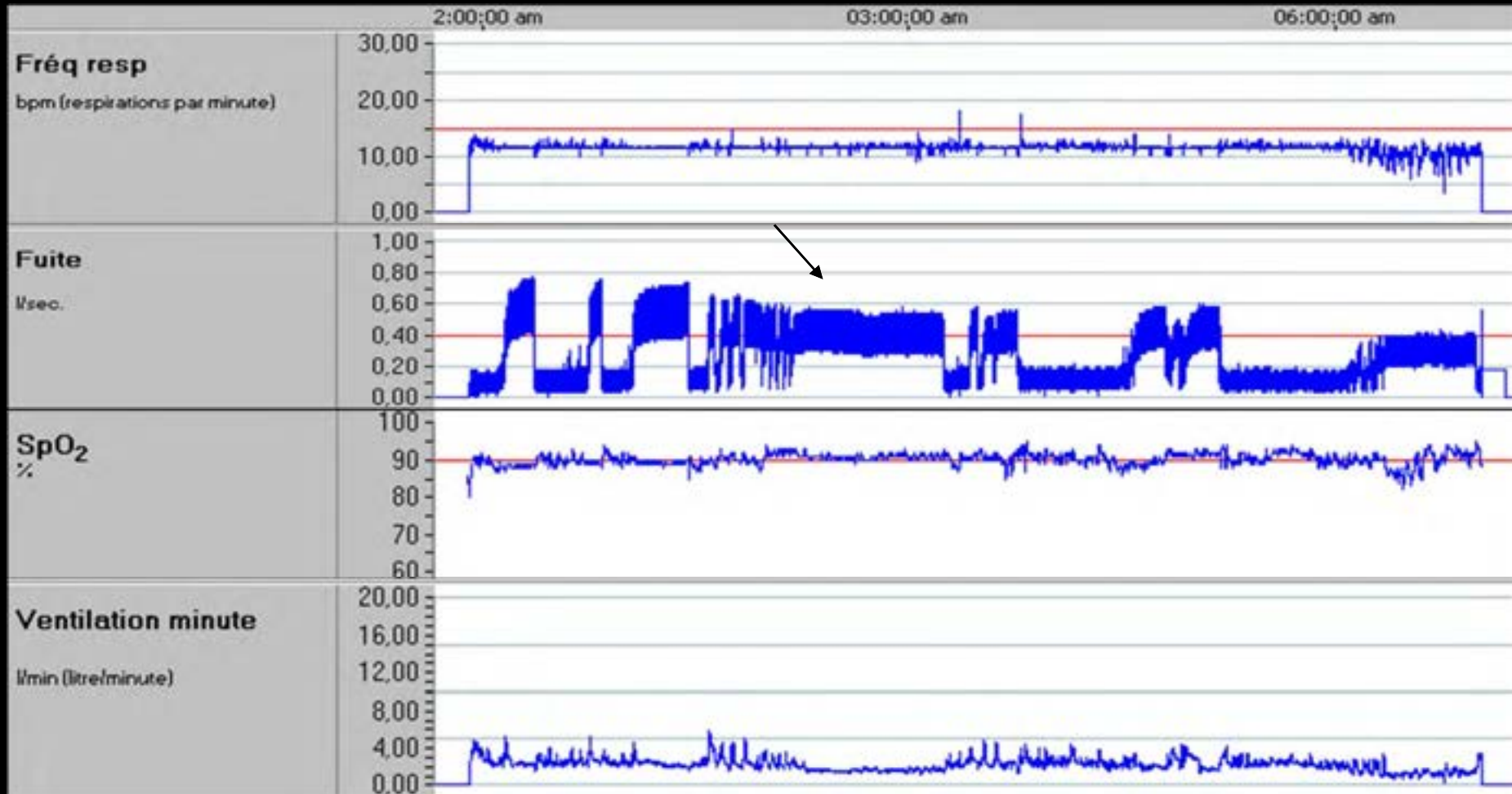




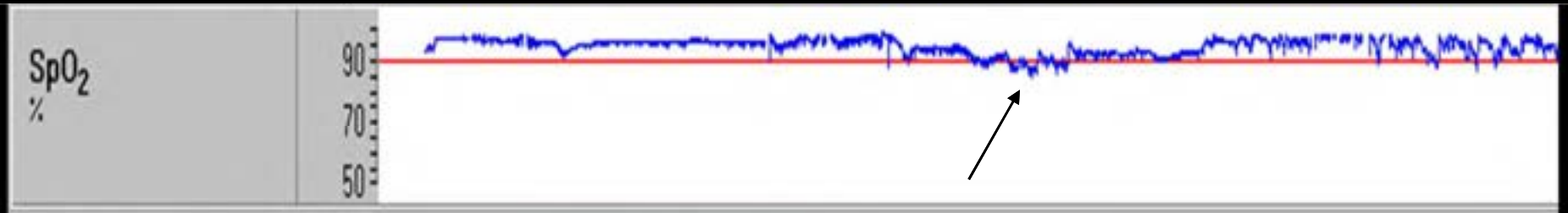
**Mon malade ne desature pas  
Donc, il est bien ventilé...**



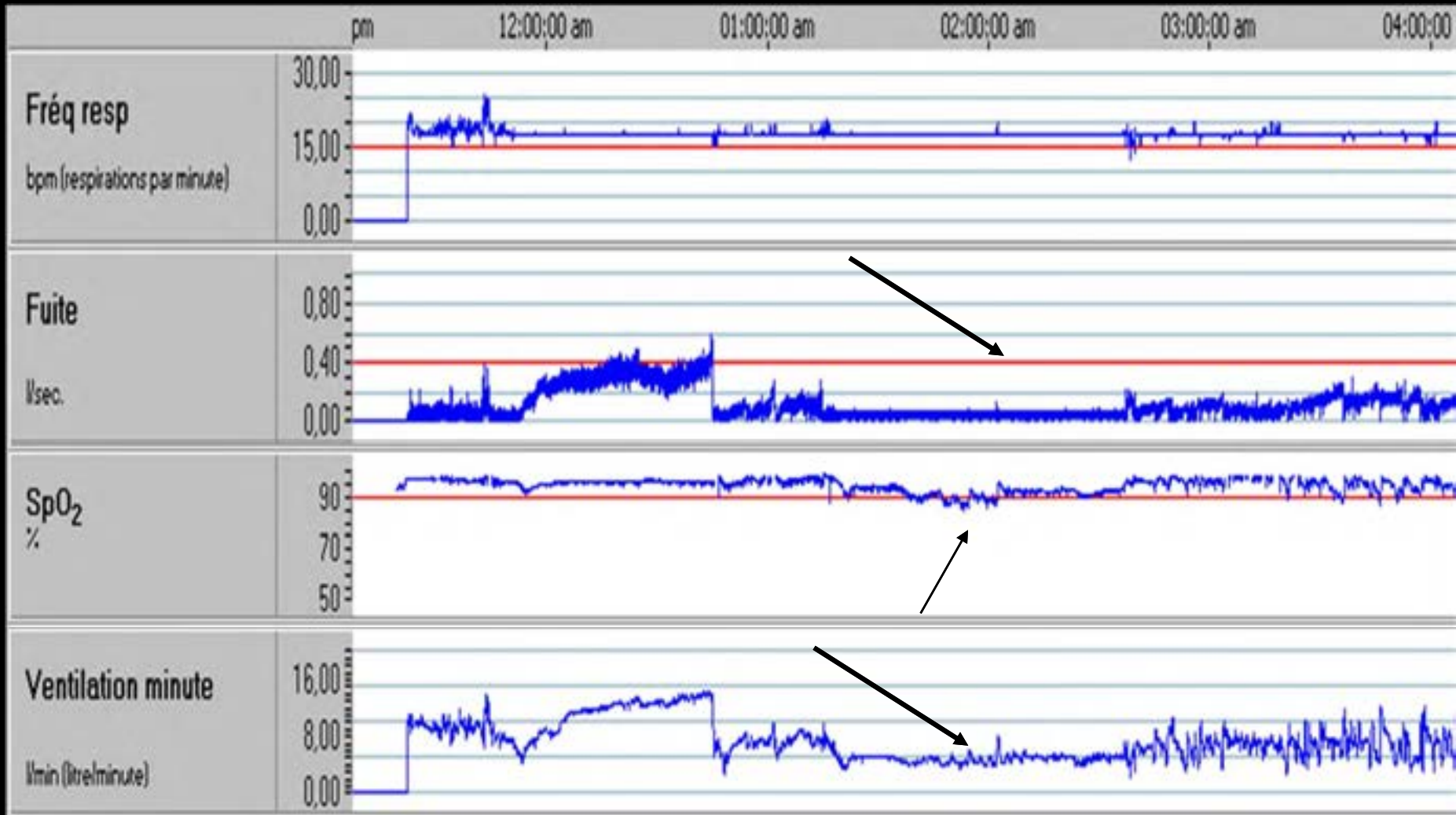
# Mon malade ne desature pas Donc, il est bien ventilé..?



# Mon malade desature, donc fuit...



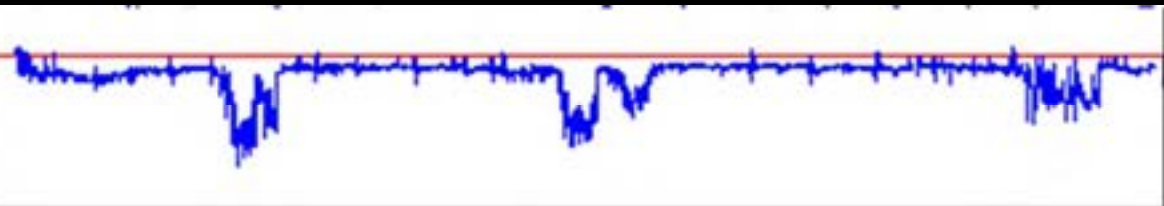
# Mon malade desature, donc fuit..?



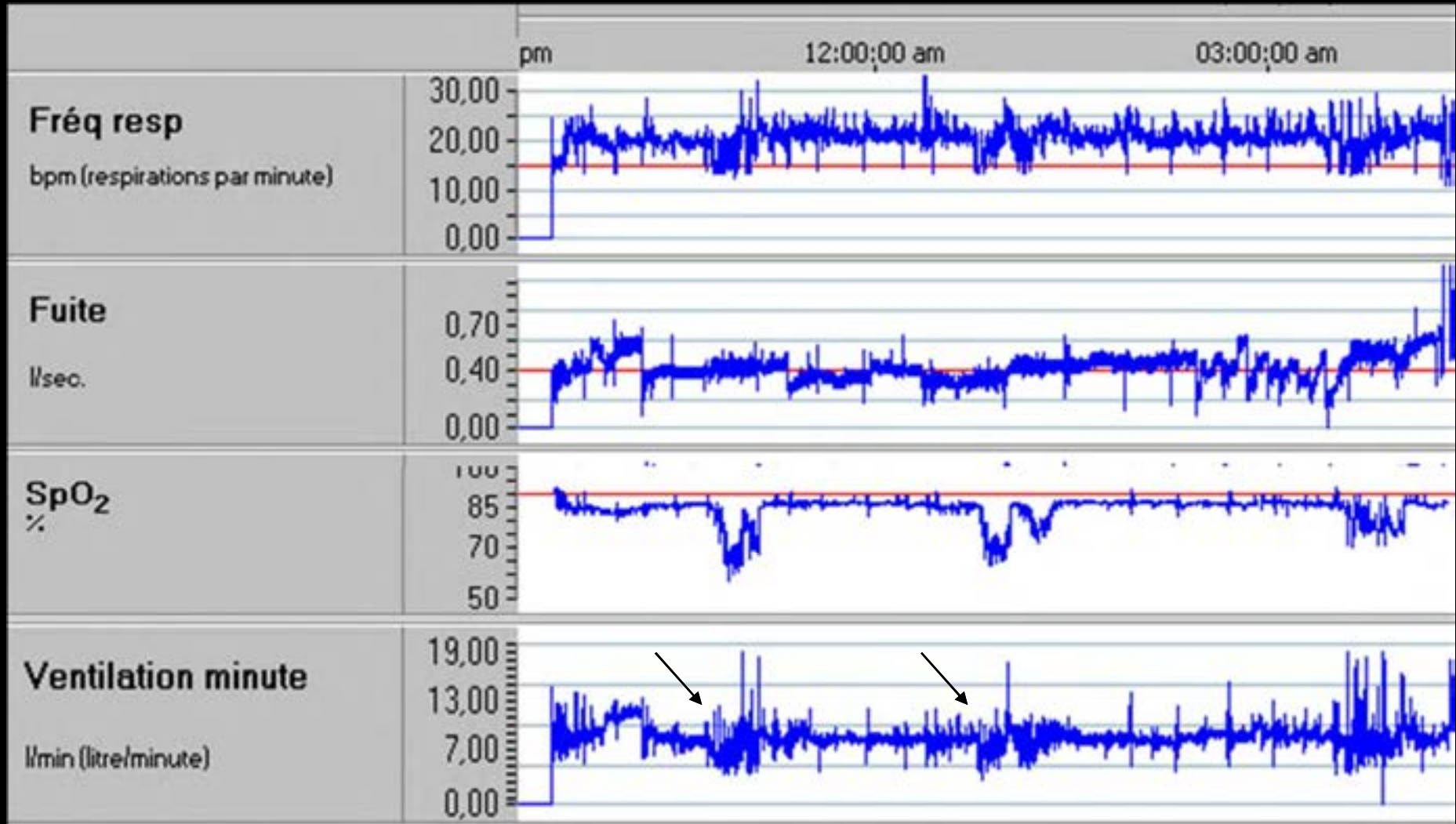
# Mon malade désature... fuit ou hypoventile...

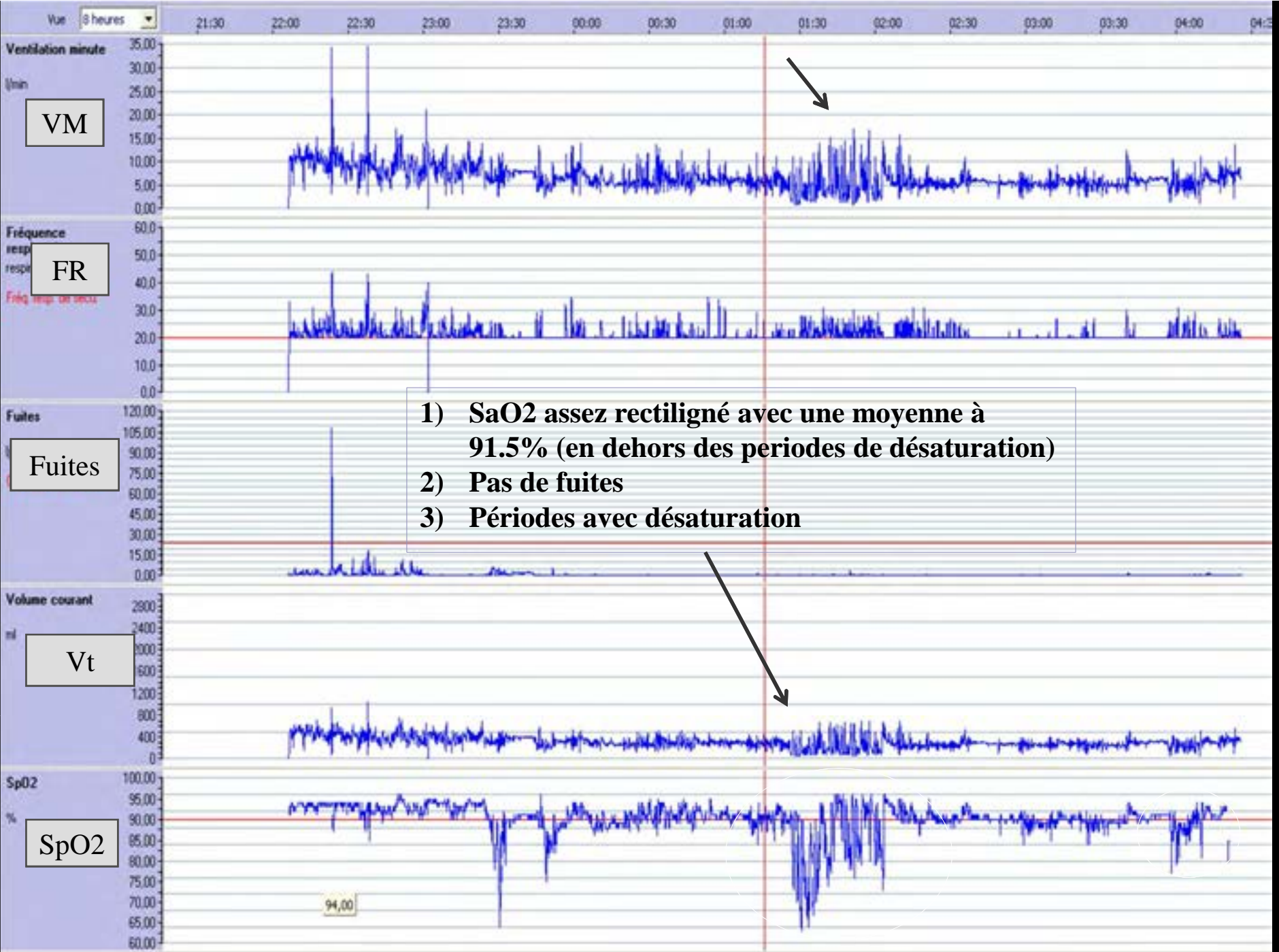
SpO<sub>2</sub>  
%

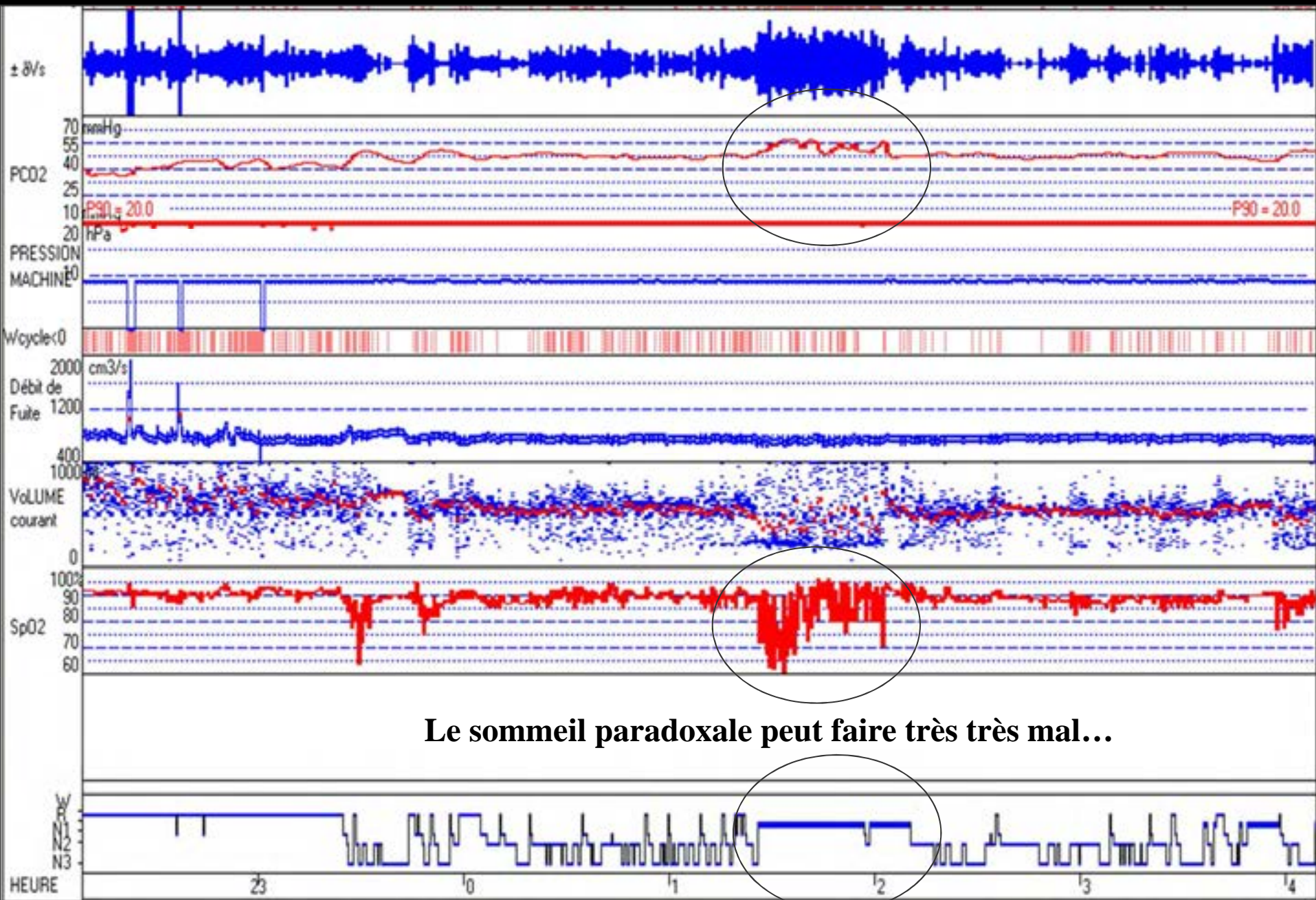
100  
85  
70  
50



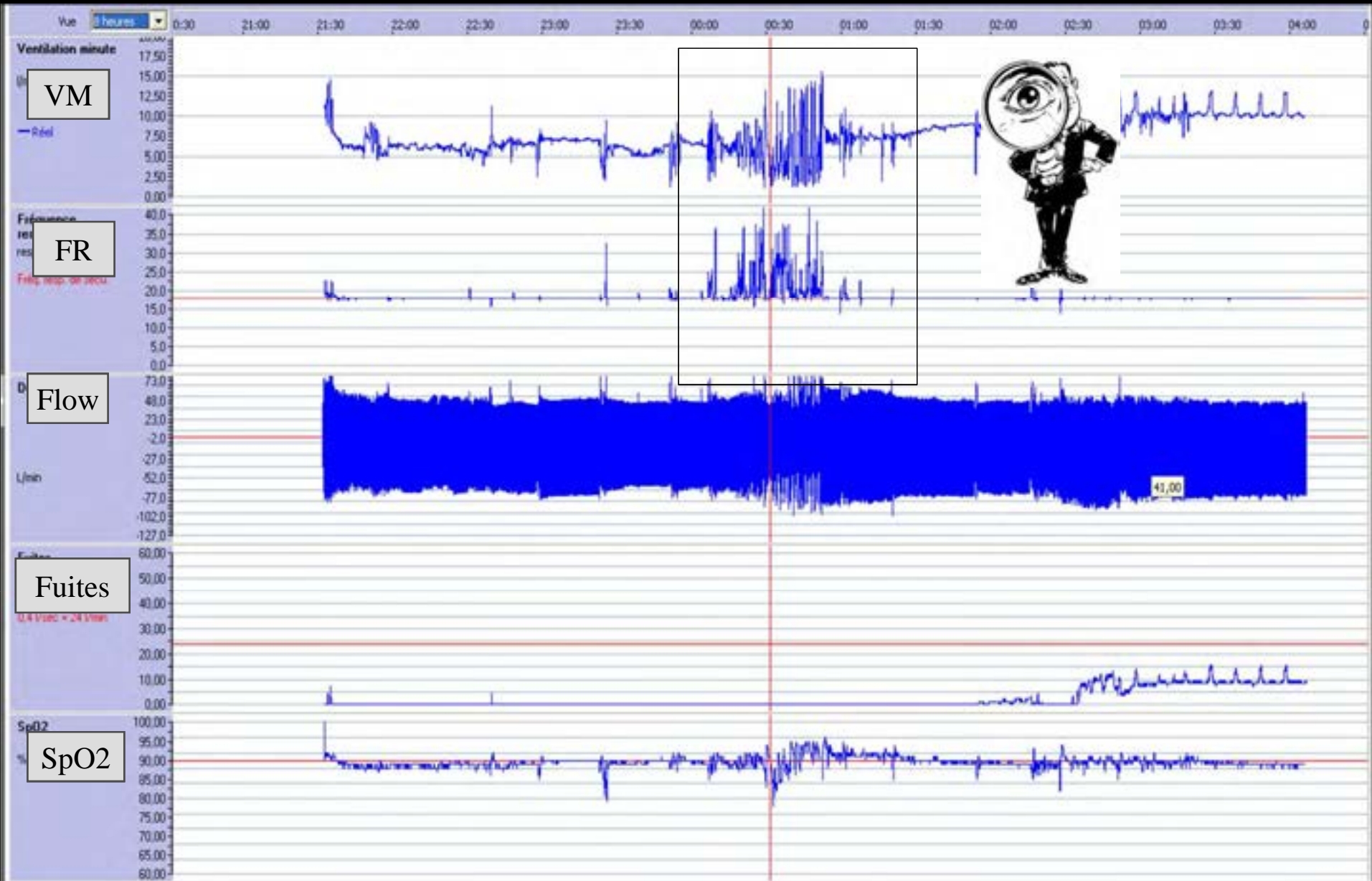
# Mon malade désature... fuit ou hypoventile?

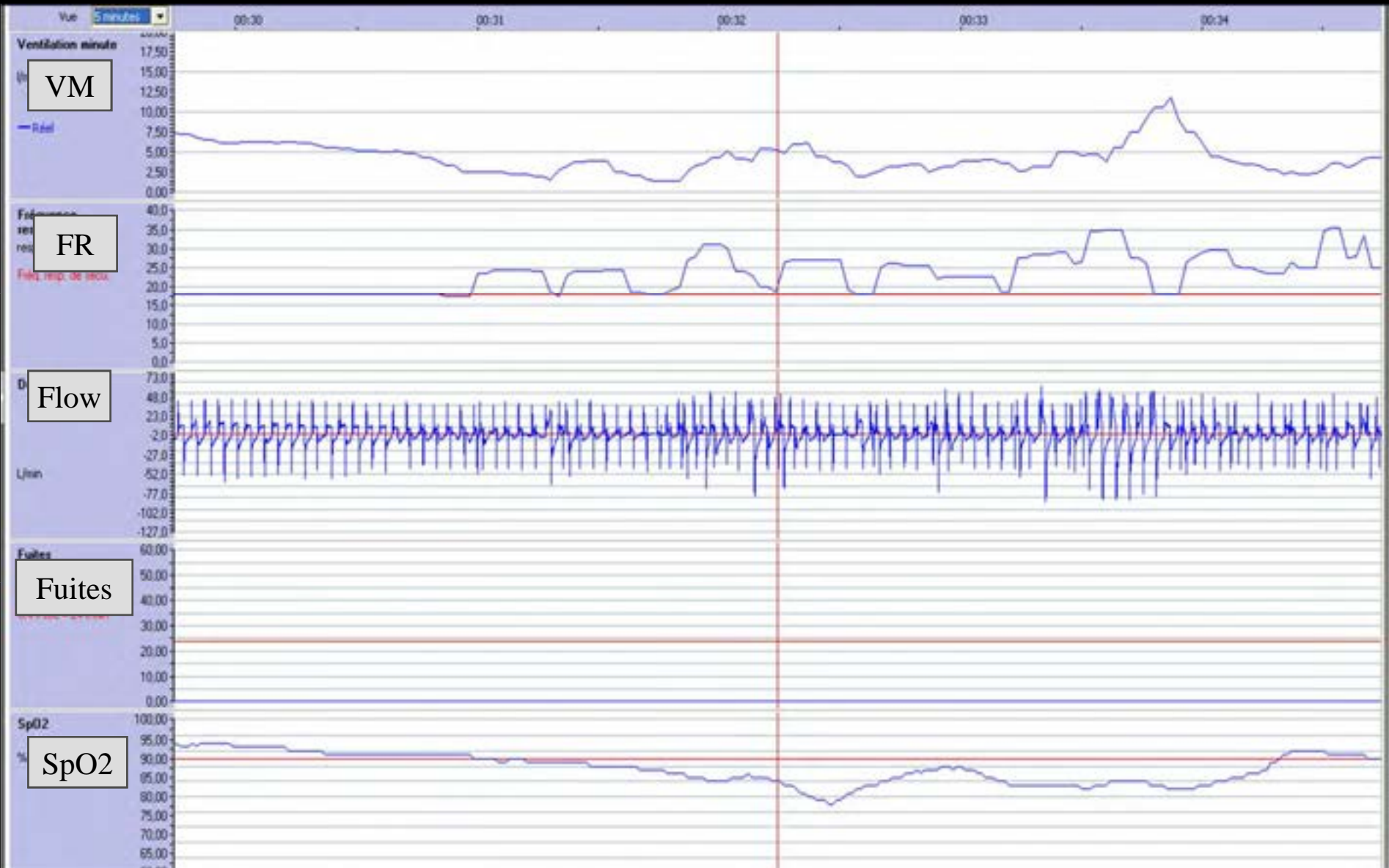












Anarchie ventilatoire

mercredi, 18 janvier 2012

Vue heures 0:30 21:00 21:30 22:00 22:30 23:00 23:30 00:00 00:30 01:00 01:30 02:00 02:30 03:00 03:30 04:00

VM

— Piel

FR

Fuite respi de circuit

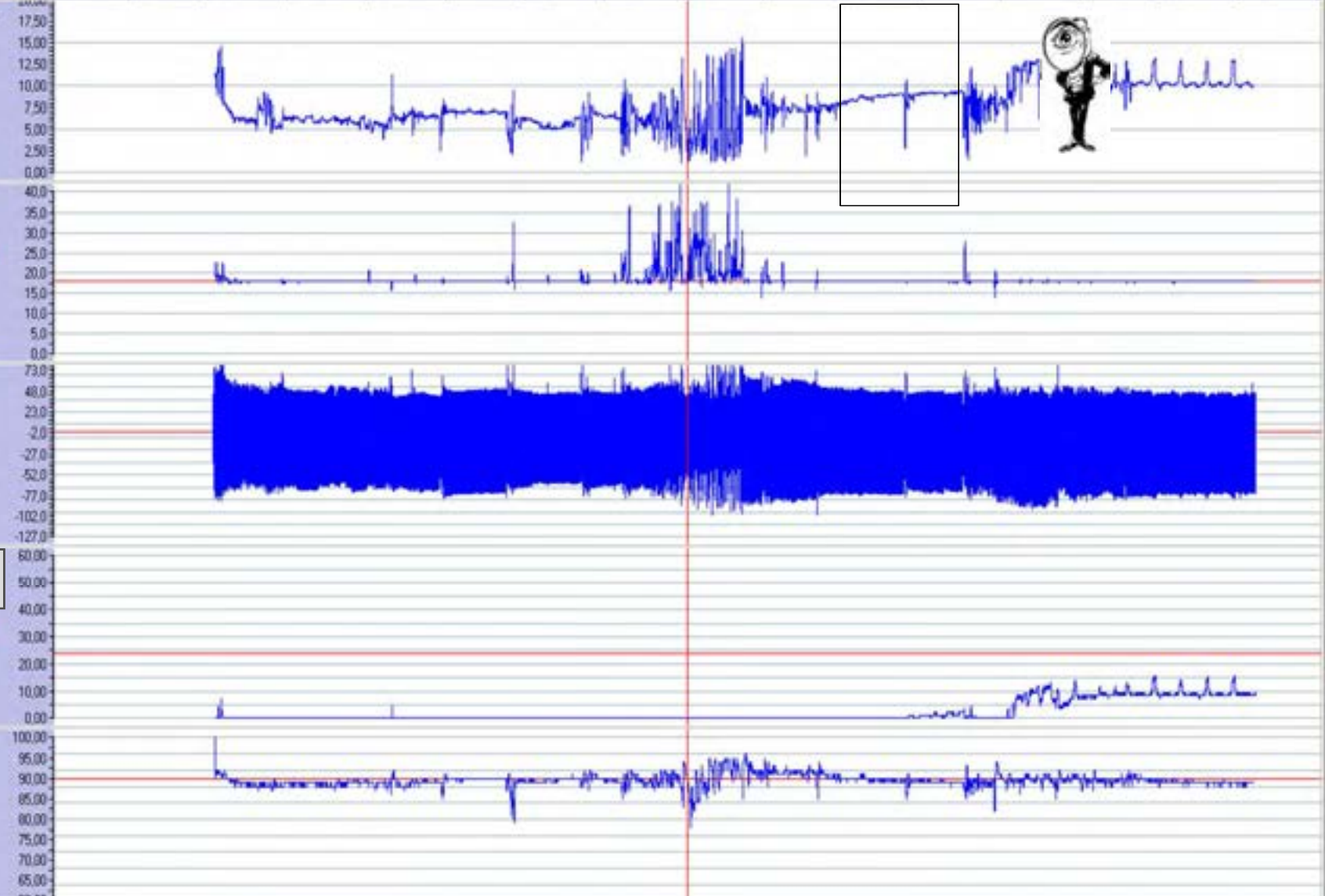
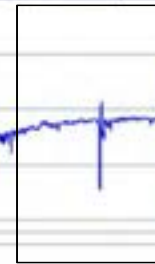
Flow

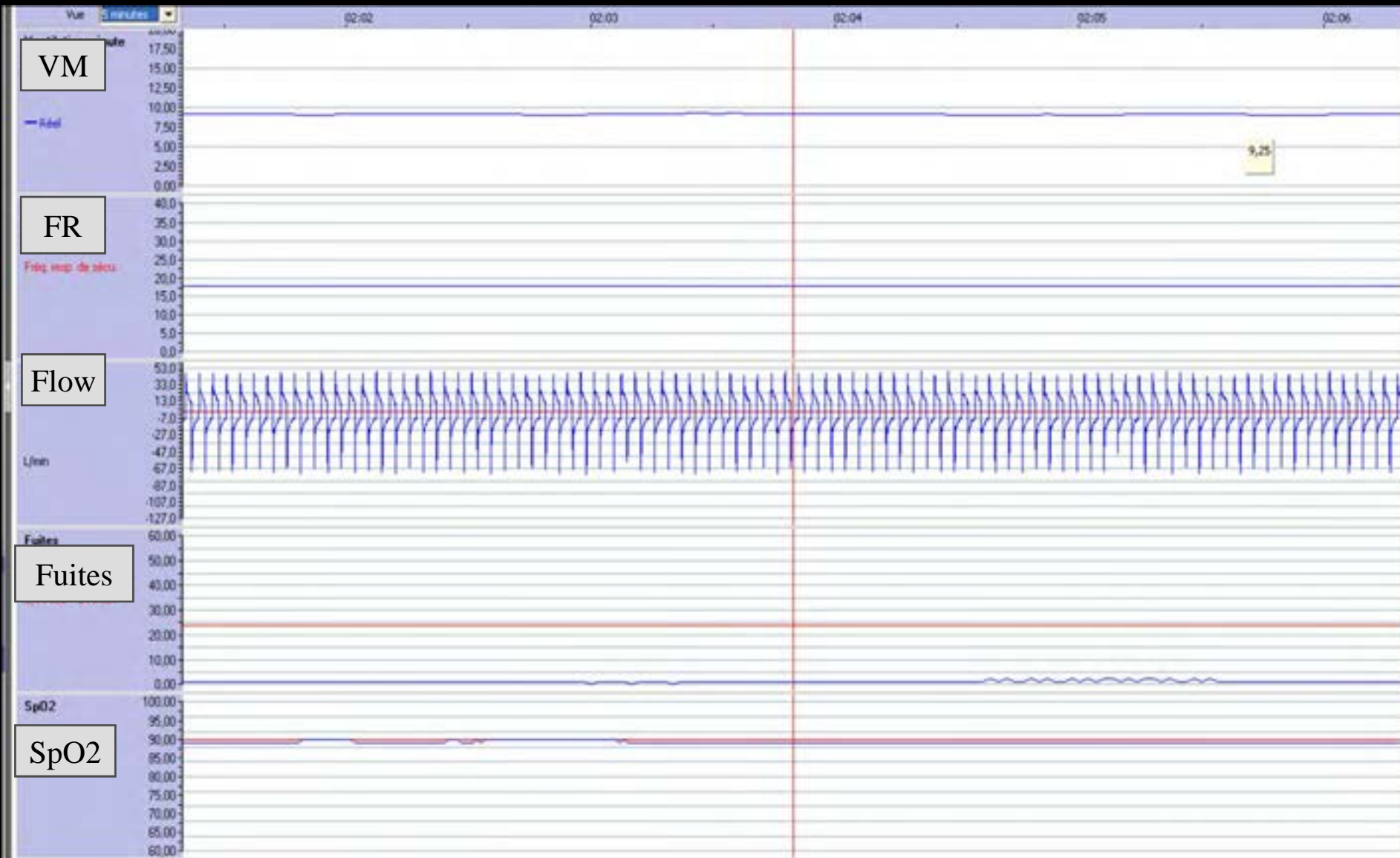
L/min

Fuites

0.4 l/sec = 24 l/min

SpO2



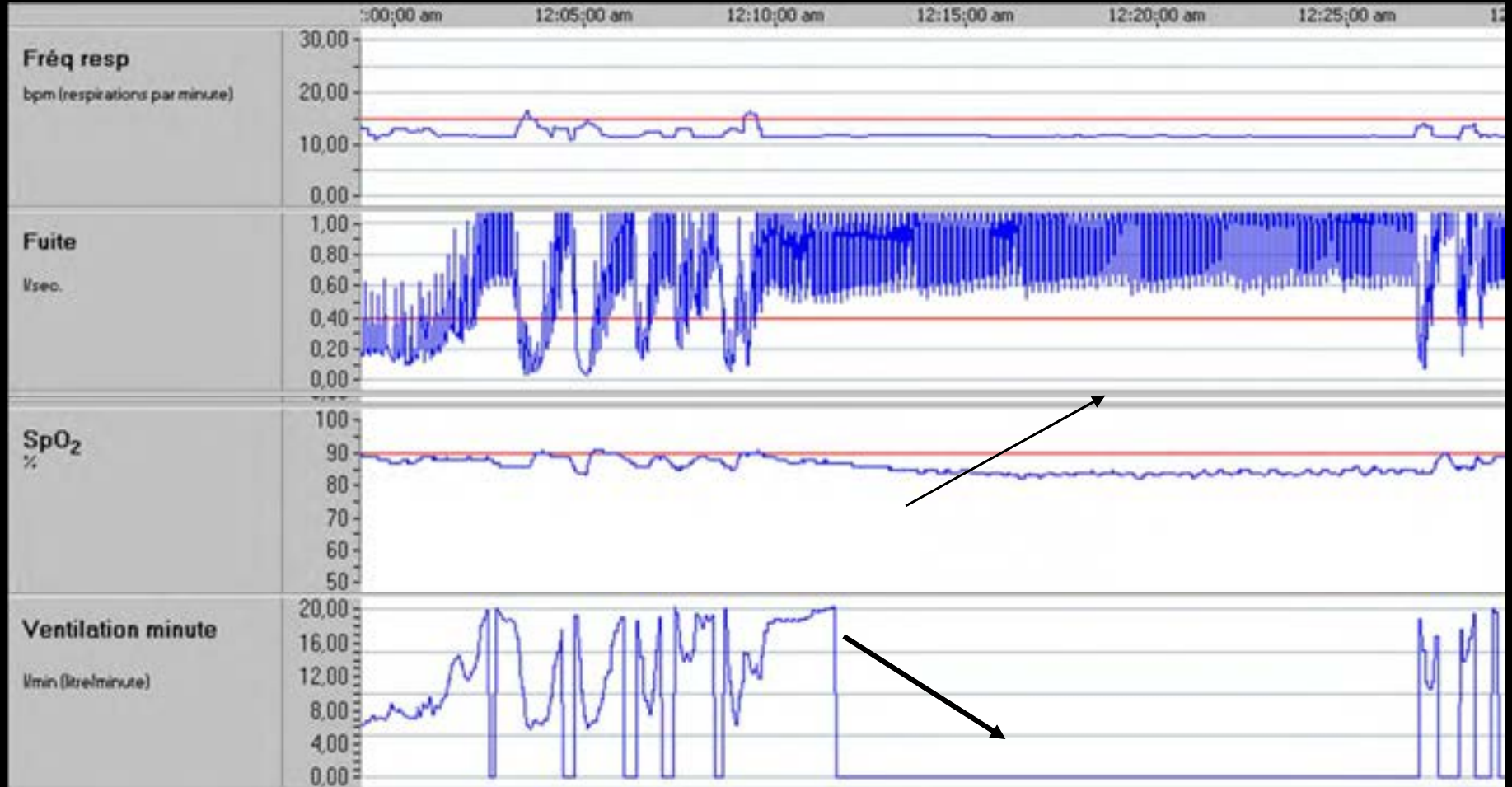


....une montre suisse

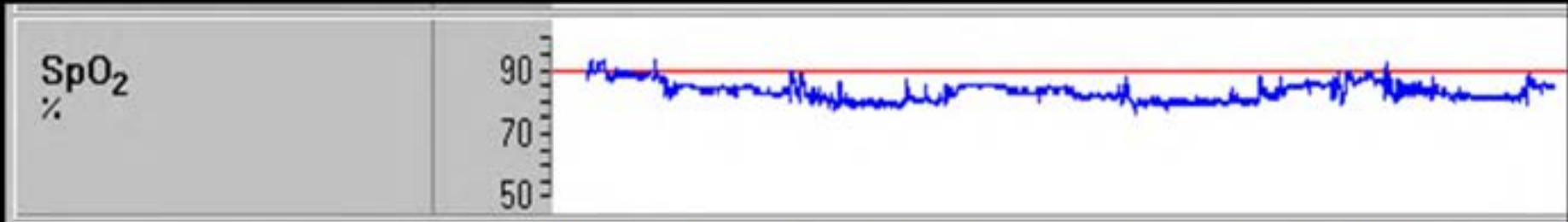
# Mon malade désature... fuit, hypoventile ou est en SP



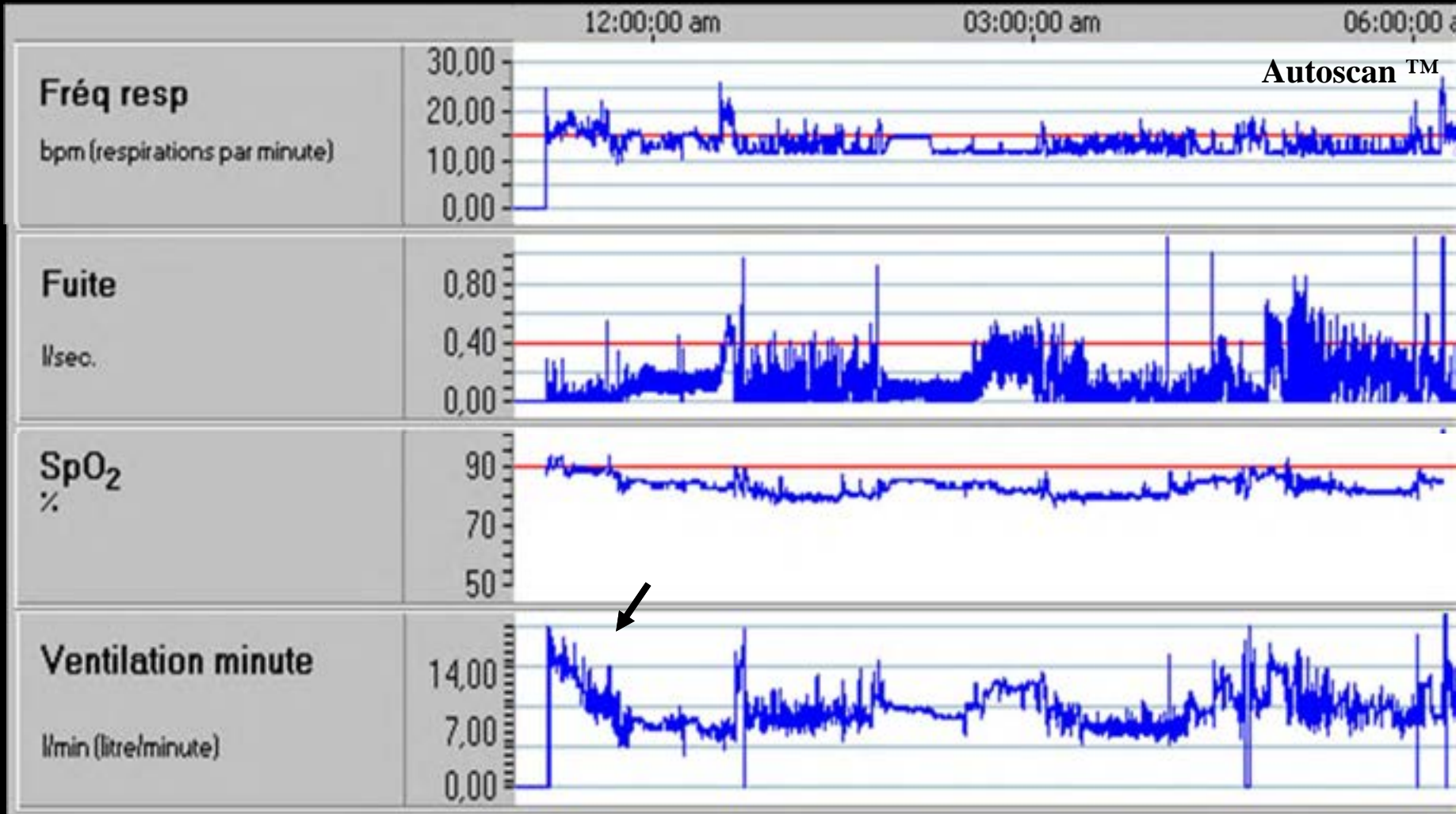
# Mon malade désature... fuit, hypoventile ou altere ses rapport V/Q?



# Mon malade chute sa SaO2 en debut de nuit....

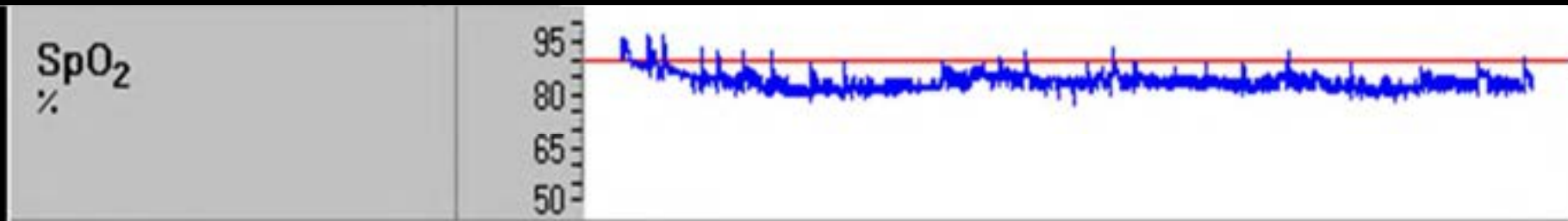


...donc s'endort et hypoventile

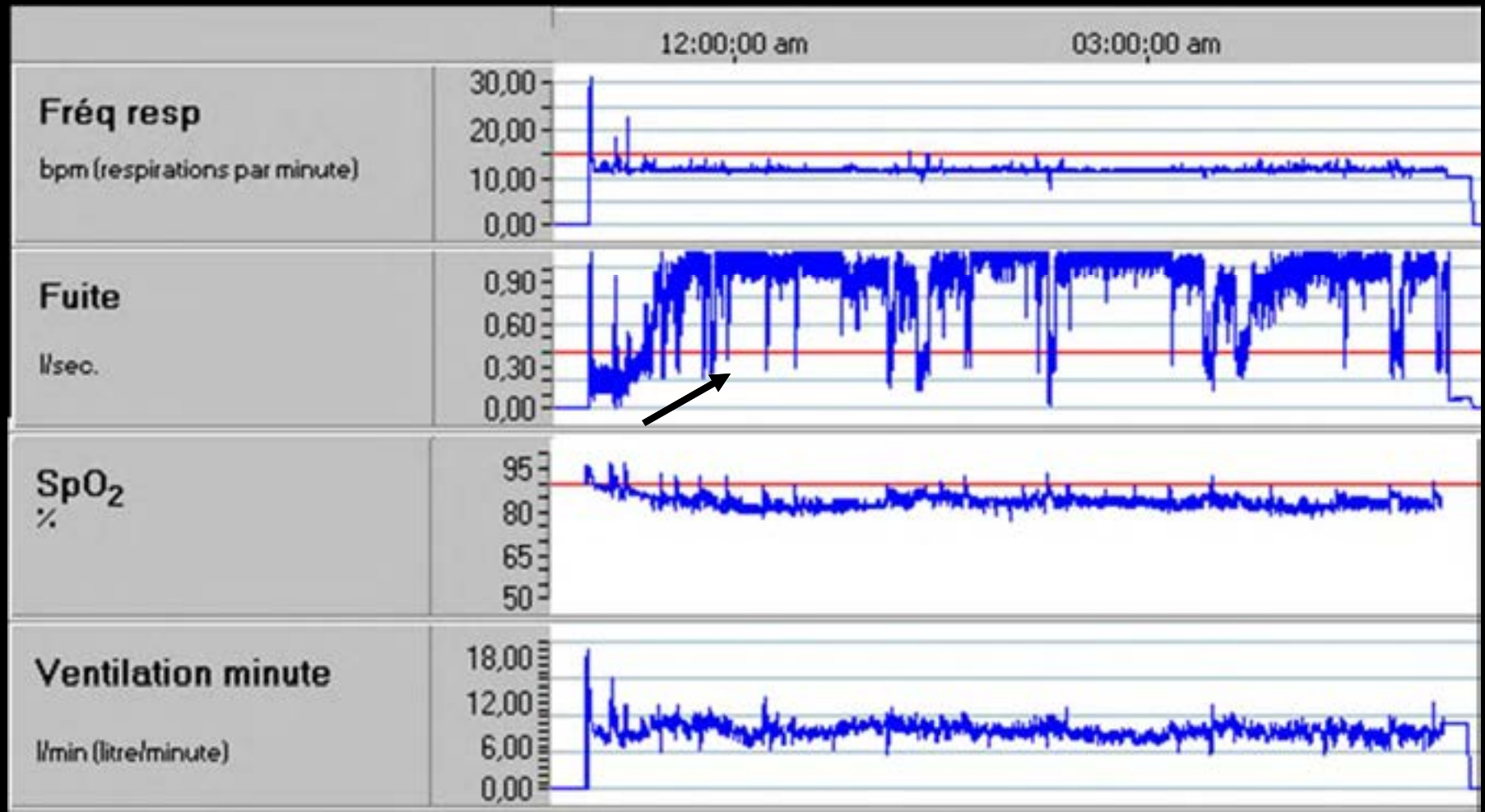




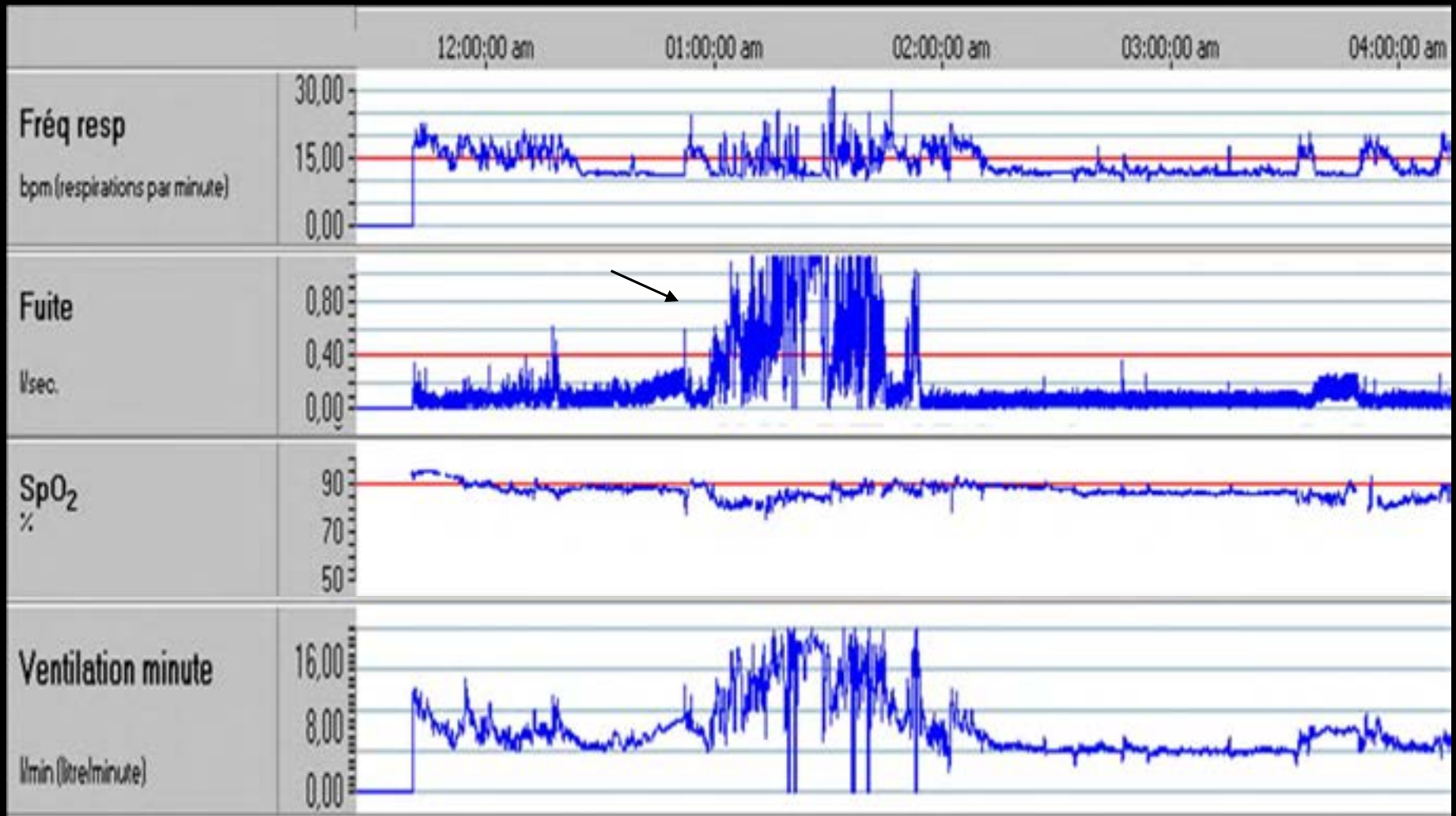
**Mon malade chute sa SaO<sub>2</sub> en debut de nuit...donc s'endort et hypoventile**



# Mon malade chute sa SaO<sub>2</sub> en debut de nuit...donc s'endort et hypoventile?



# Diab! Il a enlevé sa mentonnière!!



# Infirmière reveillez vous SVP!!



Débit

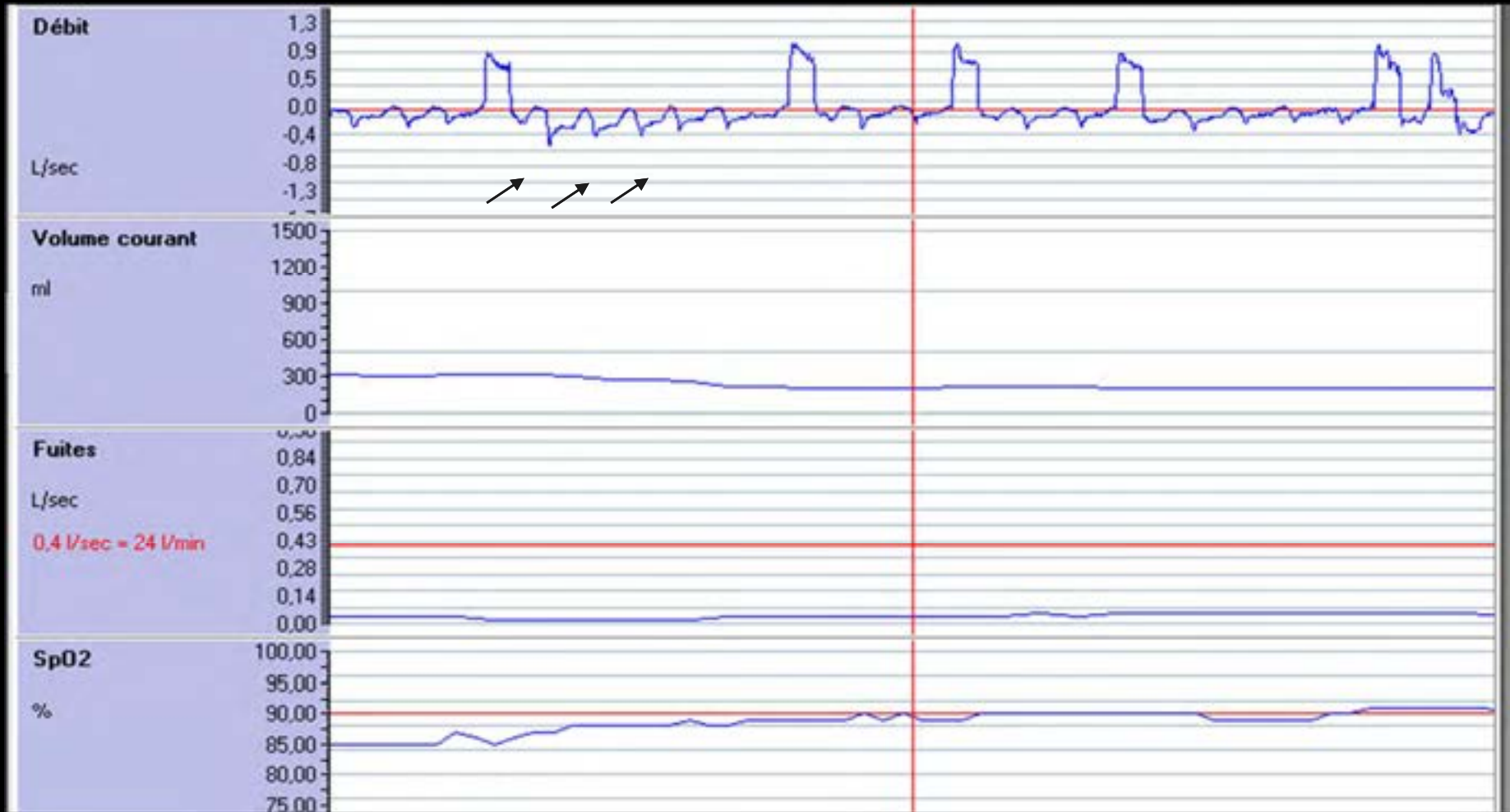
Pression

Vte

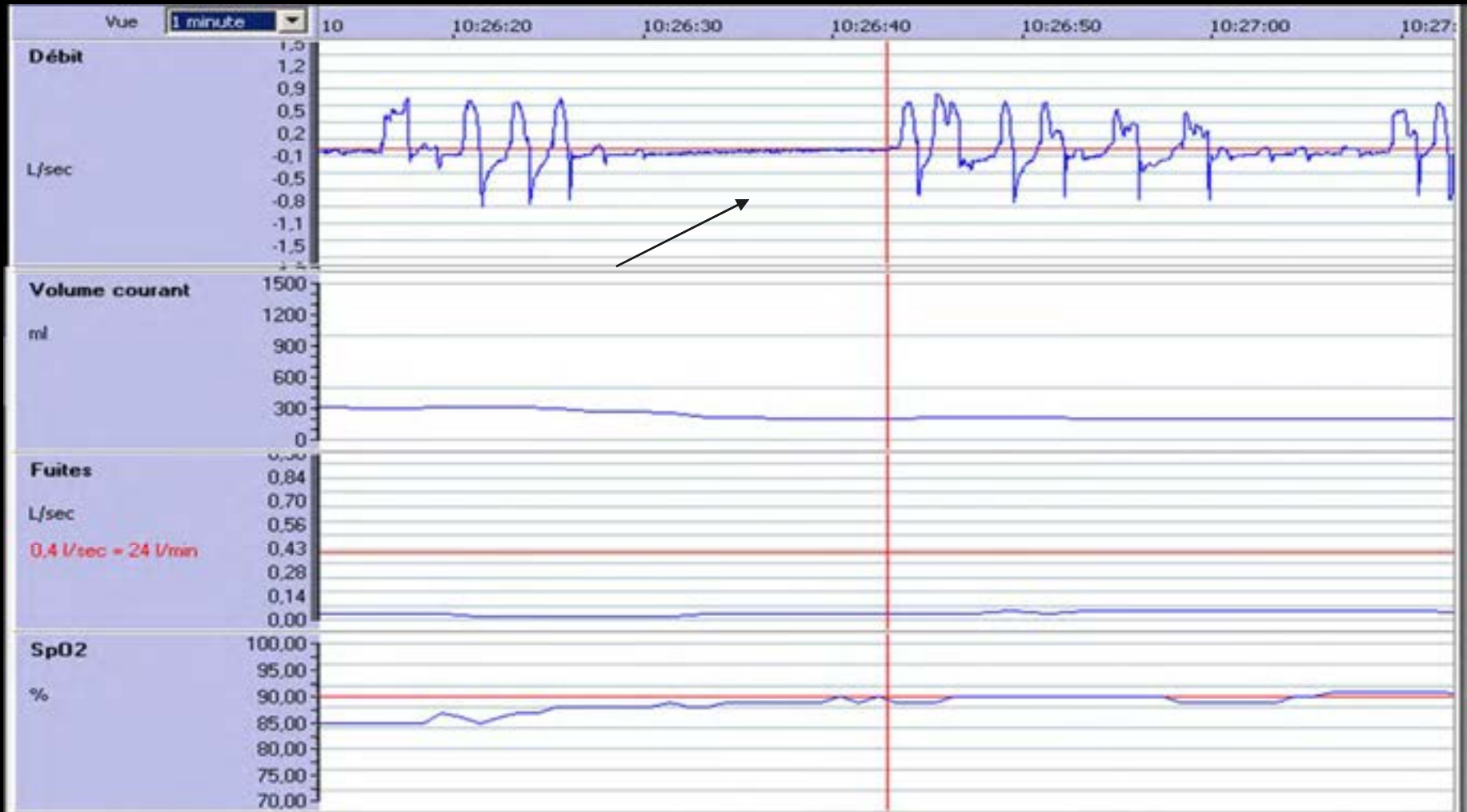
Fuite

# Je décidé de lui ventiler en mode S

## Parfois il fait des efforts...



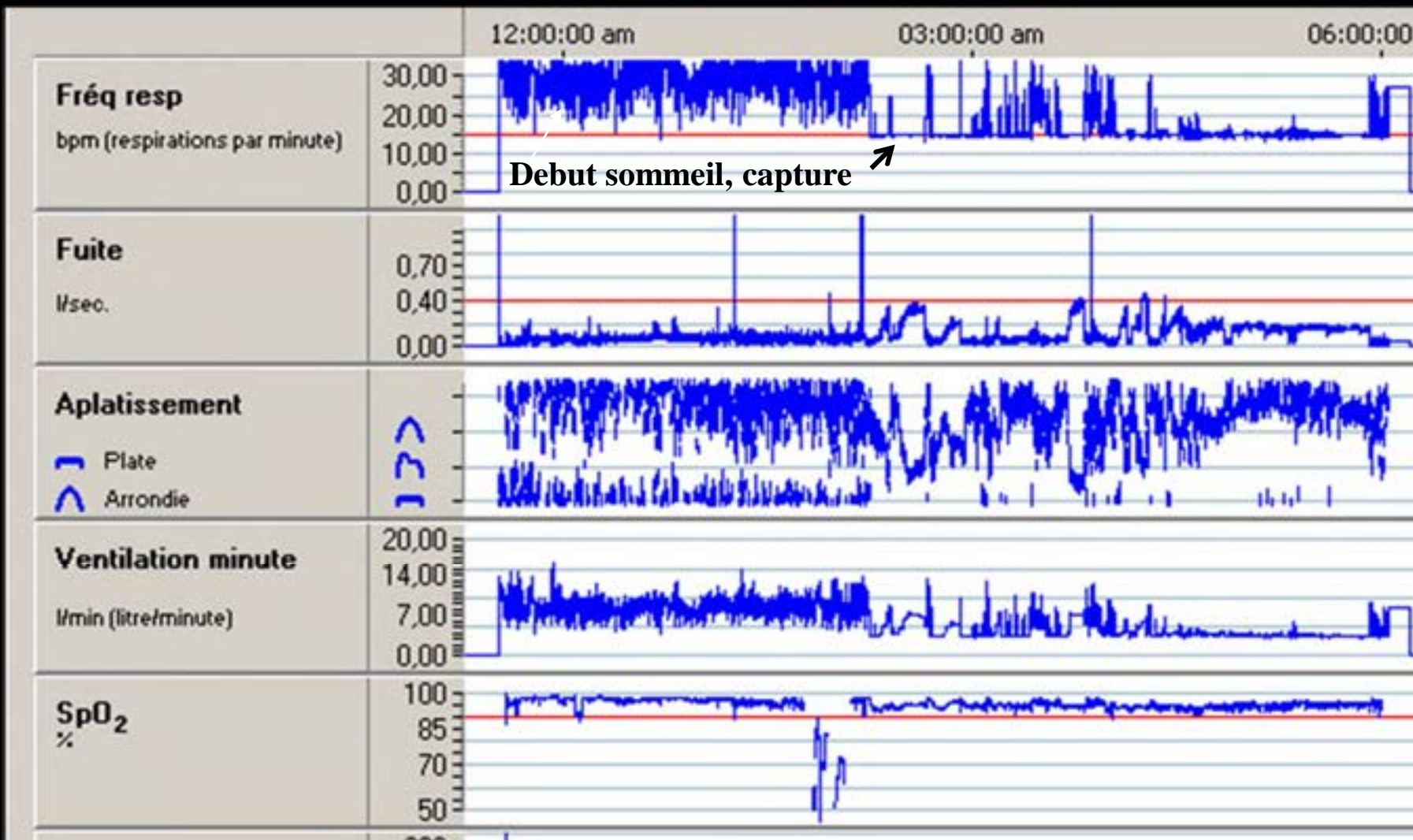
# Je décidé de lui ventiler en mode S Parfois même pas...



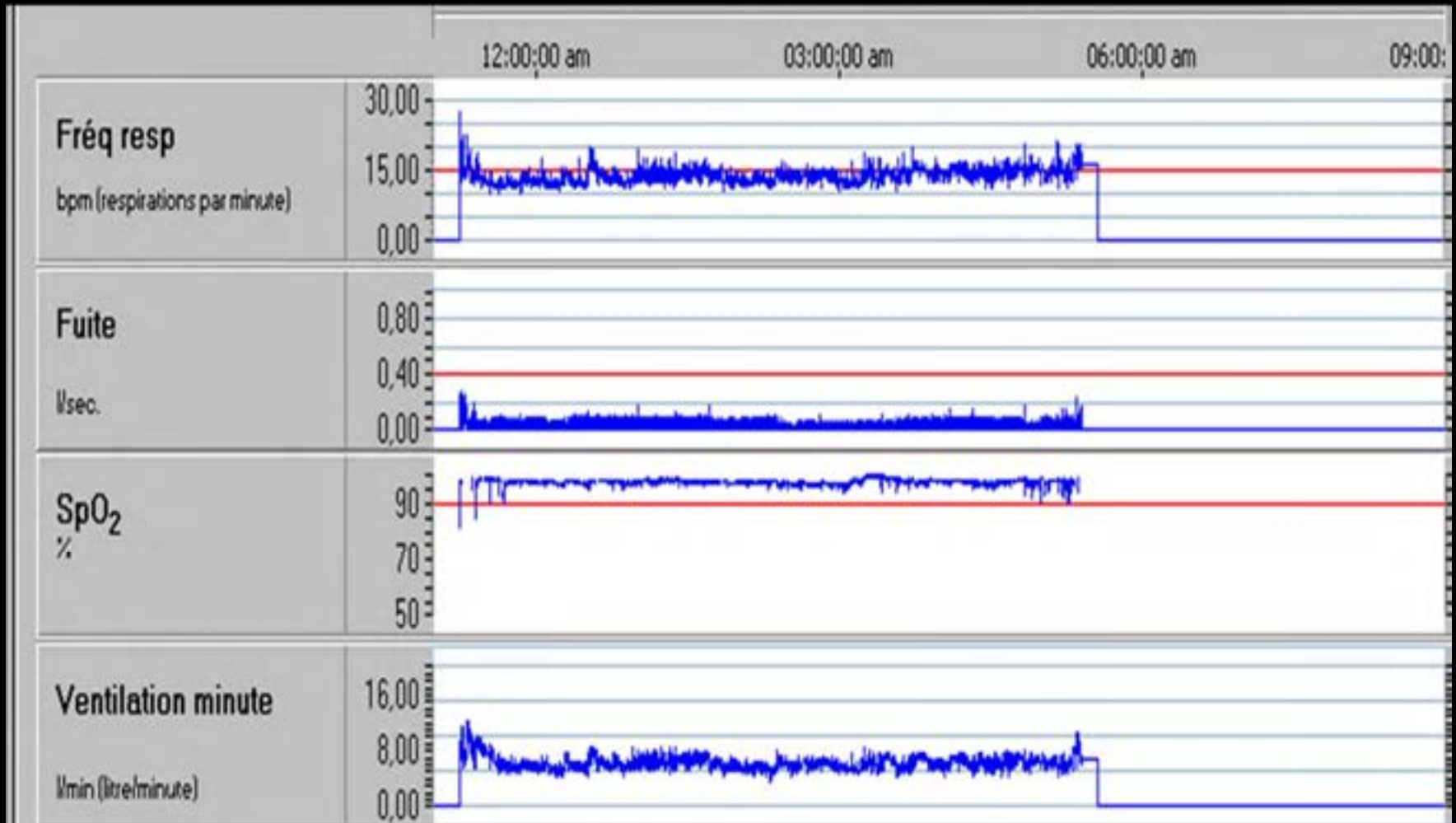
# Il se laisse capturer à l'endormissement?



Dystrophie musculaire congénitale. 1<sup>er</sup> nuit sous VNI

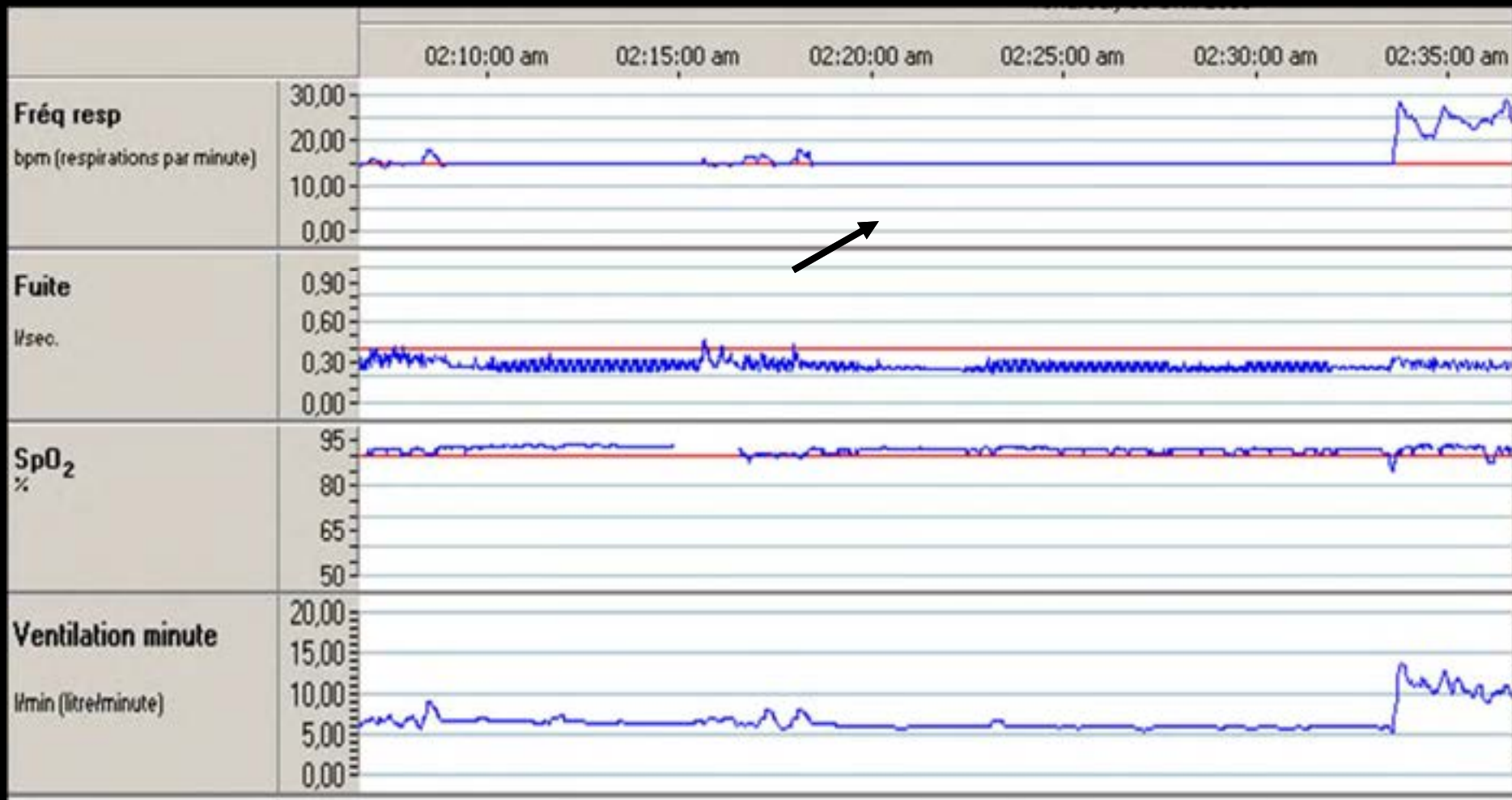


# Enfin... mon malade ventile nickel!





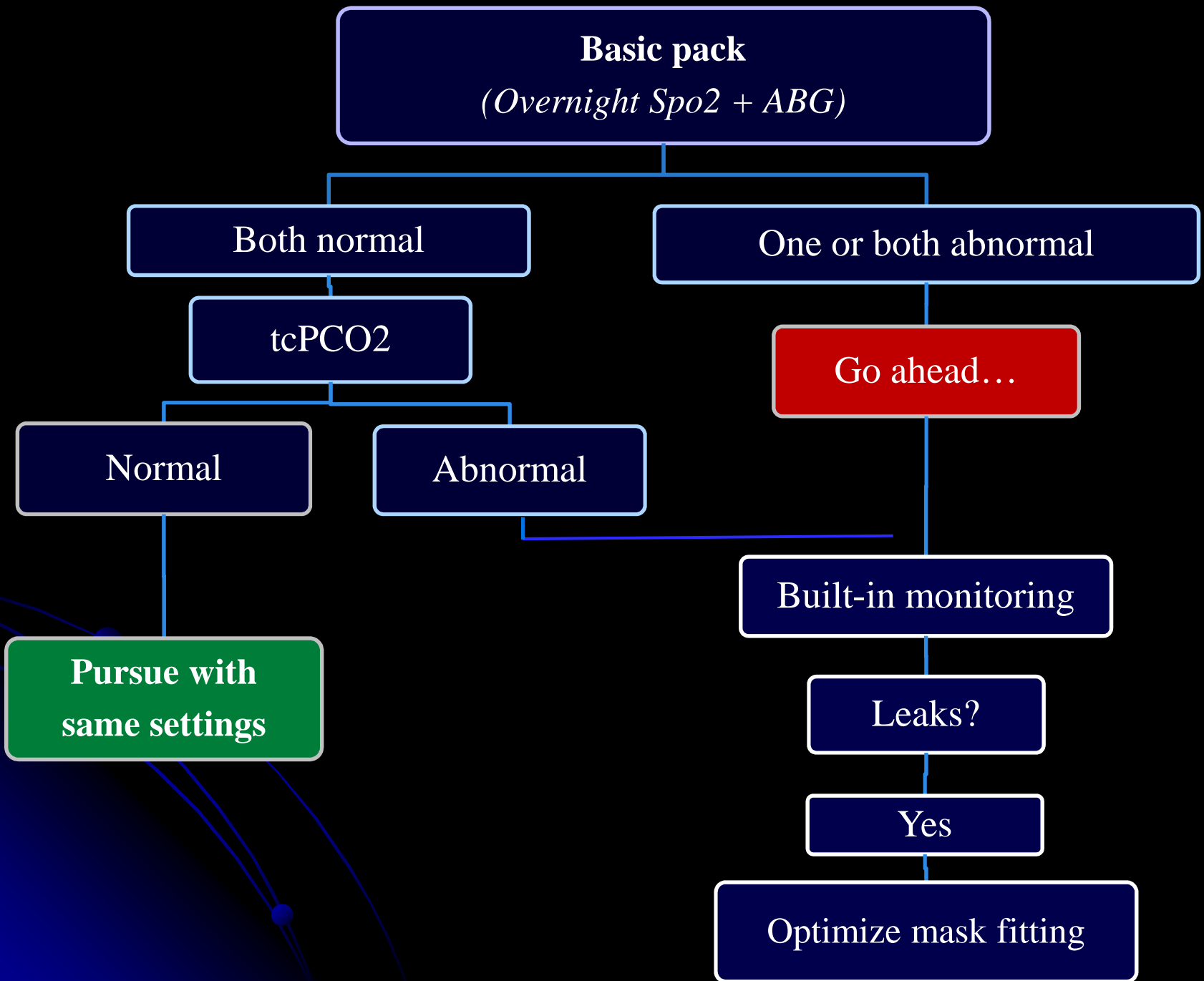
# Enfin... mon malade ventile nickel! (et de plus est capturé toute la nuit)



# Enfin... mon malade ventile nickel!

(et de plus est capturé toute la nuit)





# Eh bien....

Quel est l'apport de ces systèmes → évaluation  
par des études

→ *Comparaison des différentes stratégies*

# Results

## Strategy for NIV monitoring

	Patients with optimal NIV
Reslink	34
Transcutaneous capnography	61
Usual strategy (Oximetry + ABG)	42
Usual strategy + Reslink	22
Usual strategy + Capnography	42
Noninvasive strategy (Reslink + Capnography)	24
Full strategy (Oximetry + ABG + Reslink + Capnography)	22

# Results

## Strategy for NIV monitoring

	Patients with optimal NIV
Reslink	34
Transcutaneous capnography	61
Usual strategy (Oximetry + ABG)	42
Usual strategy + Reslink	22
Usual strategy + Capnography	42
Noninvasive strategy (Reslink + Capnography)	24
Full strategy (Oximetry + ABG + Reslink + Capnography)	22

Usual approach considered 42 patients as well ventilated,

# Results

## Strategy for NIV monitoring

	Patients with optimal NIV
Reslink	34
Transcutaneous capnography	61
Usual strategy (Oximetry + ABG)	42
Usual strategy + Reslink	22
Usual strategy + Capnography	42
Noninvasive strategy (Reslink + Capnography)	24
Full strategy (Oximetry + ABG + Reslink + Capnography)	22

Usual approach considered 42 patients as well ventilated,

..while only 22 patients (23%) when full strategy was applied.

# Results

## Strategy for NIV monitoring

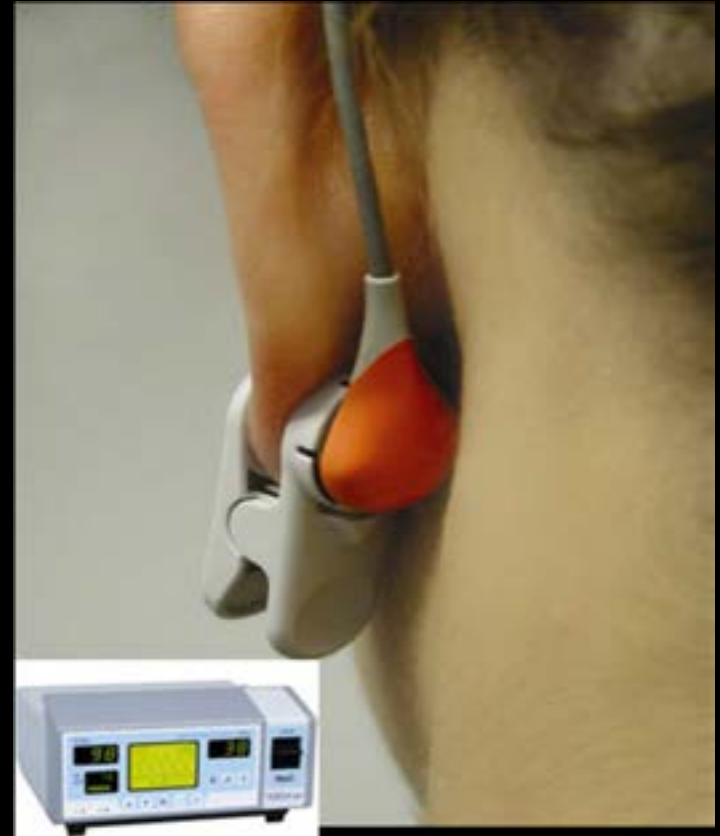


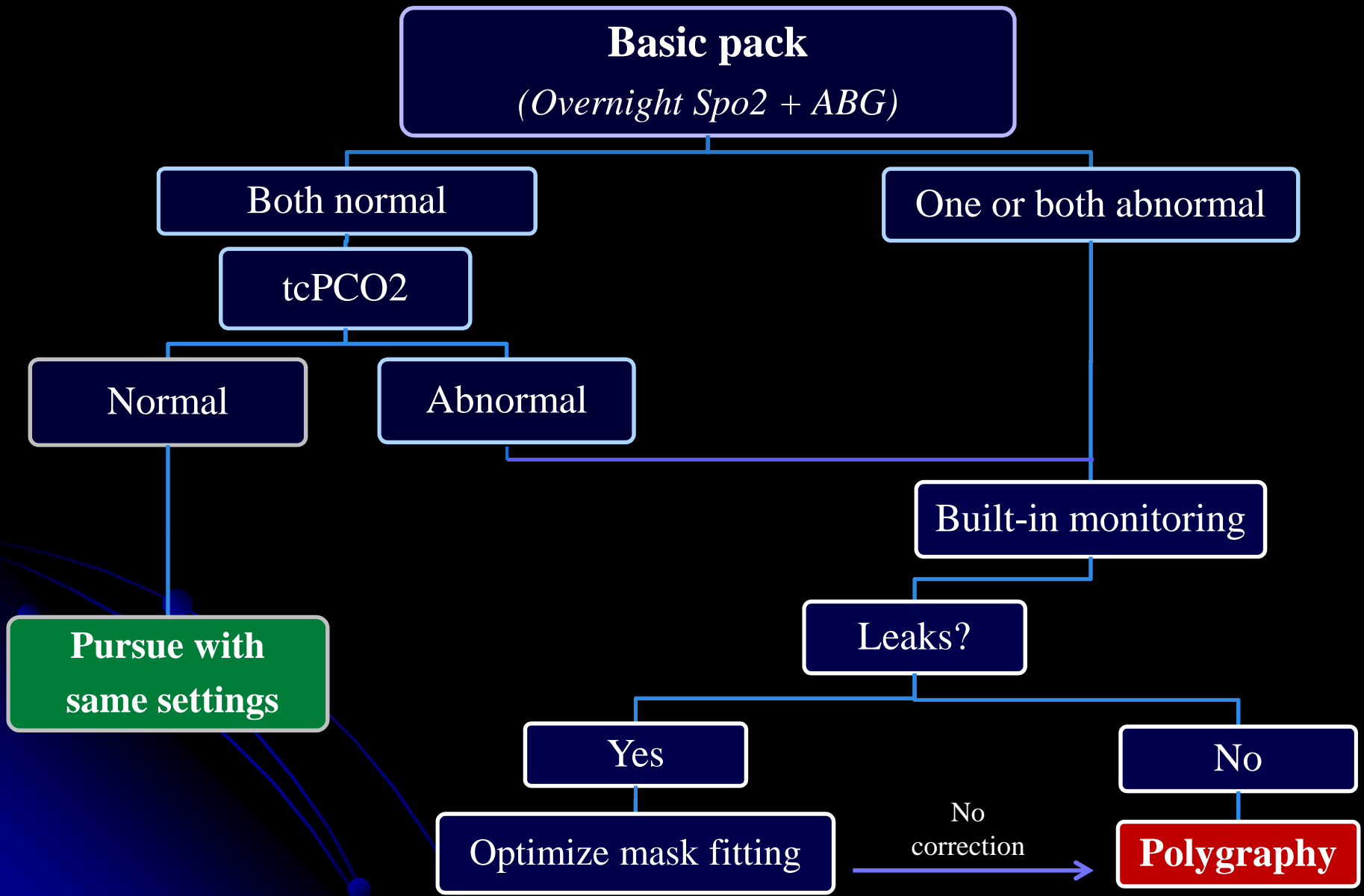
	Patients with optimal NIV
Reslink	34
Transcutaneous capnography	61
Usual strategy (Oximetry + ABG)	42
Usual strategy + Reslink	22
Usual strategy + Capnography	42
Noninvasive strategy (Reslink + Capnography)	24
Full strategy (Oximetry + ABG + Reslink + Capnography)	22

Among them, only 2 (3%) had pathological ABG and were badly classified



# The « non invasive » strategy





# Basic pack

*(Overnight Spo2 + ABG)*

Both normal

One or both abnormal

tcPCO2

Normal

Abnormal

**Pursue with  
same settings**

Built-in monitoring

Leaks?

Yes

No

Optimize mask fitting

No  
correction

**Polygraphy**

# Qu'est-ce qu'on monitore aujourd'hui?



Symptômes



GDS



SpO<sub>2</sub>

# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO<sub>2</sub> nocturne



- Absence d'événements

- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO<sub>2</sub> nocturne



- Absence d'événements

- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



« Pack basique »

# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO<sub>2</sub> nocturne

Oxycapnographie  
+ GDS



- Absence d'événements

- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO2 nocturne



- Absence d'événements

- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



Actimétrie?

Oxycapnographie  
+ GDS

# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies
  - Hypercapnie diurne
  - Hypoventilation nocturne



- SaO2 nocturne

- Absence d'événements



- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme

Logiciel machine  
validé \*



# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO<sub>2</sub> nocturne



- Absence d'événements

- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



Polygraphie  
Ventilatoire \*

# Quelles sont nos cibles thérapeutiques?



- Satisfaction du patient
  - Amélioration des symptômes
  - Confort, bonne entente



- Bonne qualité du sommeil



- Amélioration / correction des anomalies

- Hypercapnie diurne
- Hypoventilation nocturne
- SaO2 nocturne



- Absence d'événements

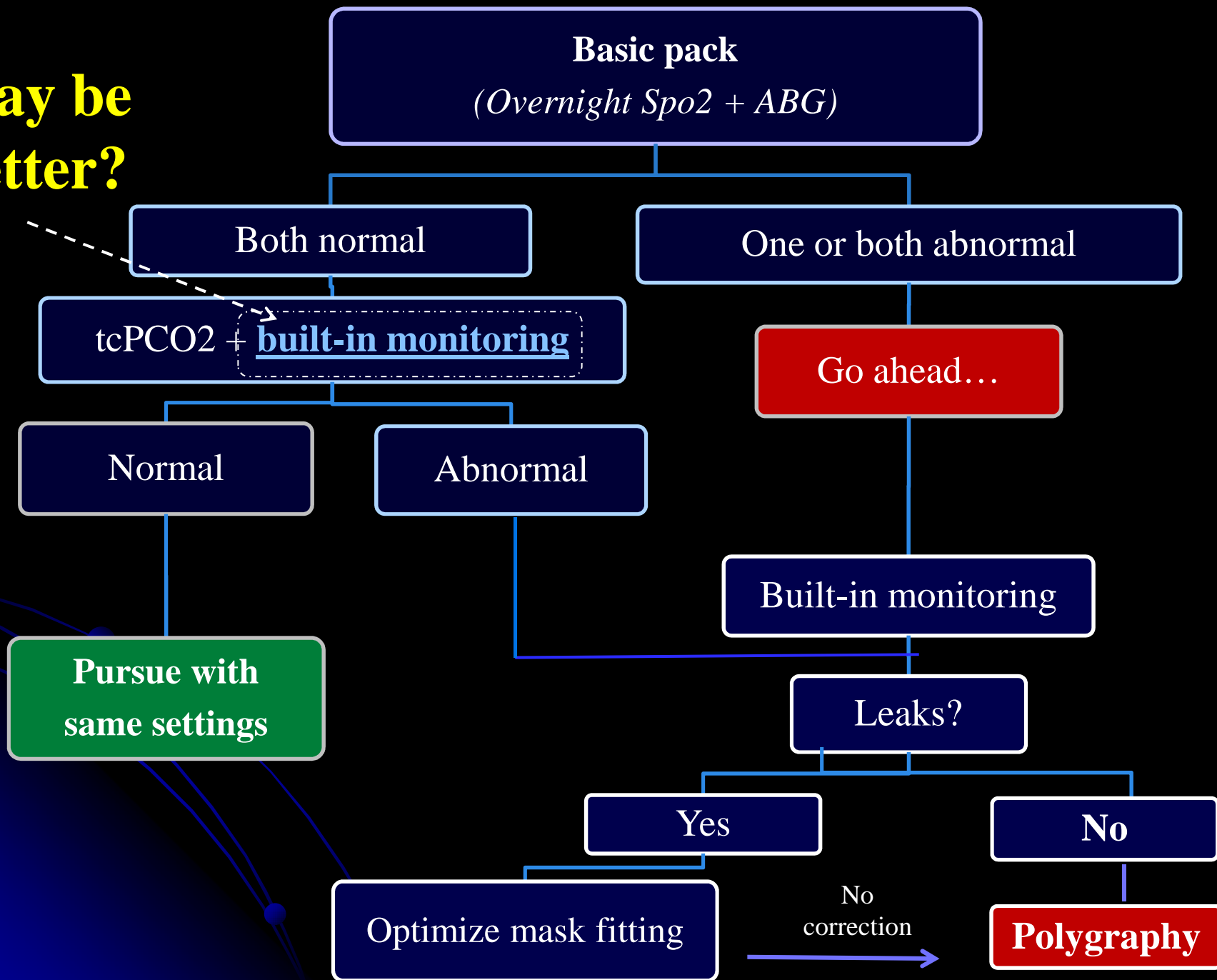
- Pas d'apnées sous VNI
- Pas de fuites
- Bonne synchronisme



# Le pack « excellence »



**May be better?**



**Pursue with same settings**

**Optimize mask fitting**

No correction

**Polygraphy**



# Conclusions (1)

- Pack basique (SaO<sub>2</sub> nocturne+GDS) mis en défaut en tant que screening, plutôt examen de confirmation d'une mauvaise qualité de ventilation
- *Intérêt de la PtcCO<sub>2</sub> couplée à une SaO<sub>2</sub>*
  - Meilleure sensibilité pour la détection d'une hypoventilation (en particulier chez des patients « peu désaturateurs »)
  - Assez bonne corrélation entre PtcCO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub>



## Conclusions (2)



Systemes de monitoring couplé aux ventilateurs.

→ Optimisme prudent...

- ✓ Du fait que les paramètres à évaluer n'ont pas été clairement définis par des conférences d'experts
- ✓ Du fait que la conception et la fiabilité des algorithmes de ces systèmes est variable
- ✓ Ceci d'autant plus que la validité de plusieurs des paramètres estimés est du moins incertain et nécessite d'être validé par des études cliniques et ou expérimentales
- ✓ Et enfin, à ce jour, la PG/ PSG restent les examens de référence quand on cherche à optimiser la VNI. Elle nécessite une expertise dans la reconnaissance des signaux

“Everything should be made  
as simple as possible,  
but not simpler.”

Albert Einstein

