

# Outils de surveillance de la VNI et plan d'interprétation



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

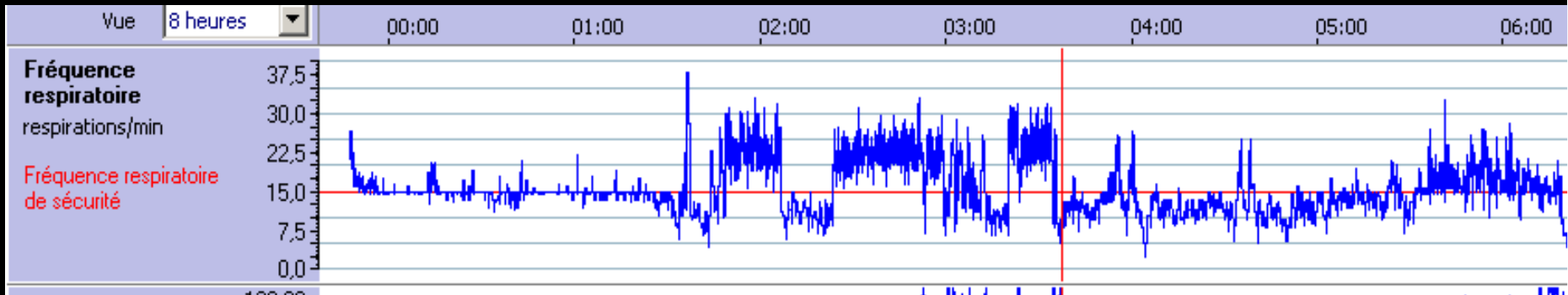
# Pourquoi faut-il monitorer la VNI?

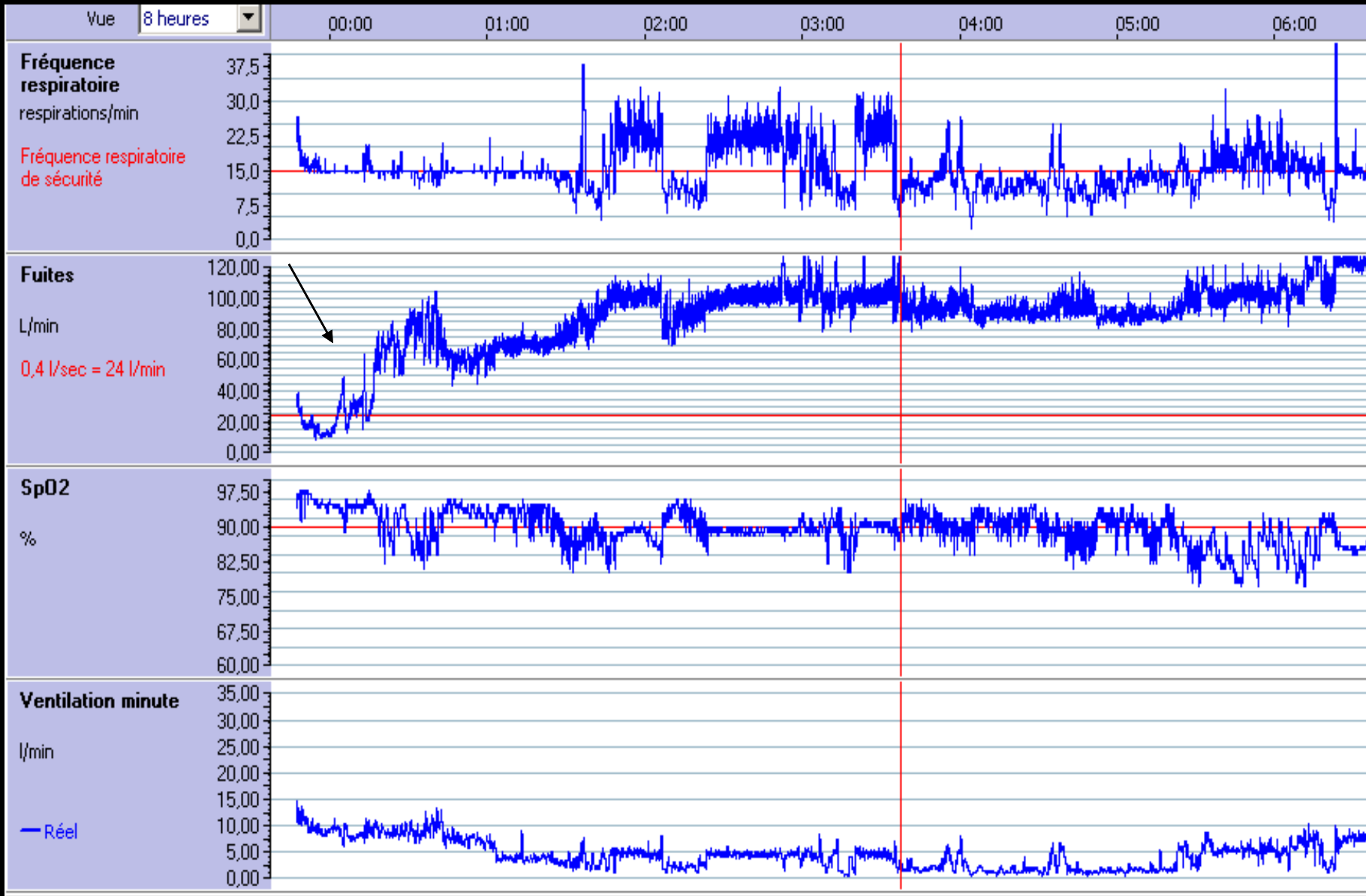
Mais...

➤ 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





# 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*

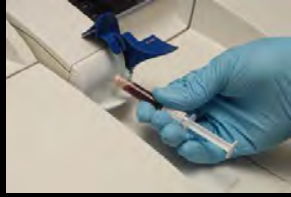
### ➤ Résultat clinique

- ✓ 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

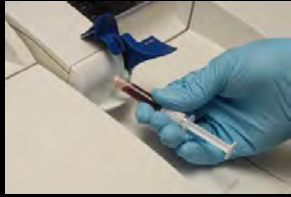
- Element clé pour juger de l'efficacité d'une VNI →
  - principal marqueur de la qualité de la ventilation nocturne
  - son amélioration est le principal objectif de l'appareillage
- Mais,
  - Invasif, douloureux
  - l'évaluation "ponctuelle" ne reflète pas la dynamique de la PaCO<sub>2</sub> au cours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





## Gaz du sang. Quand et comment

- 1) En fin d'AM avec le patient en ventilation spontanée
- 2) Au petit matin 30' -1h après arrêt de la VNI
- 3) Chez le patient ventilé en séance d'AM
- 4) Chez le patient ventilé avant débranchement le matin



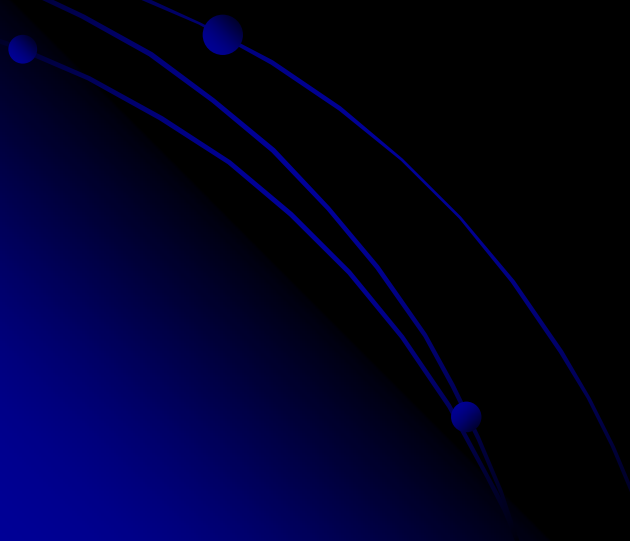
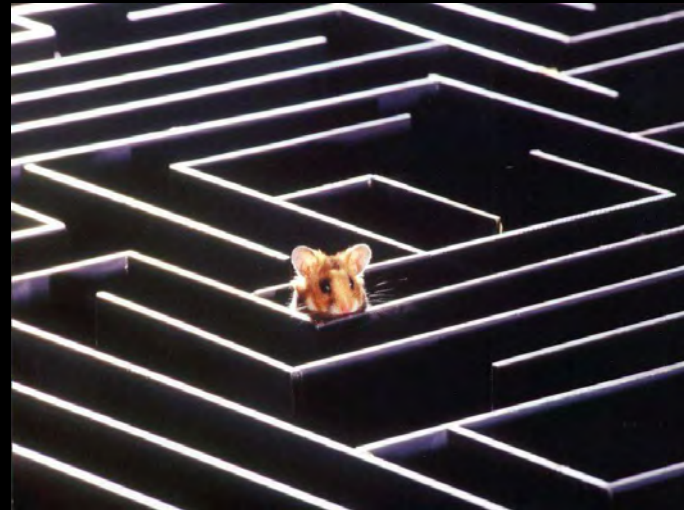
# Évaluation systématique

## 1) Gaz du sang

- Peu de données disponibles sur:
  - ✓ Le bon timing (en fin de journée vs au petit matin)
  - ✓ La condition optimale :
    - sous VNI (patient éveillé!) (Janssens Chest 2003, Pepin Eur Resp Mon 2008)
      - l'éveil rétablissant le tonus musculaire et le contrôle volontaire de la respiration, surestime l'efficacité de la VNI
    - ou sous air après une nuit sous VNI  
(Clini ERJ 2002, Barbé Chest 1996, Annane ERJ 1999, Rabec ERJ 2009).
- Si l'on assume que le but de la VNI est d'améliorer les GDS diurnes, le timing idéal semble être de les réaliser sous ventilation spontanée, lorsqu'un état stable est atteint après arrêt du respirateur

# Gaz du sang: scénarios

- 1) GDS pathologiques
- 2) GDS normaux



Puisque l'objectif princeps de la VNI est de corriger

l'hypercapnie, si la PaCO<sub>2</sub> reste > 45 mm Hg, on

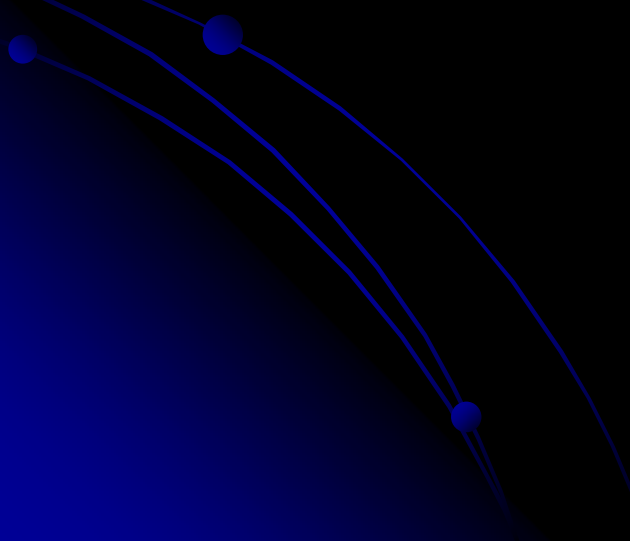
peut considérer un patient insuffisamment ventilé

*NB: Quid des BPCO?*



# Gaz du sang: scénarios

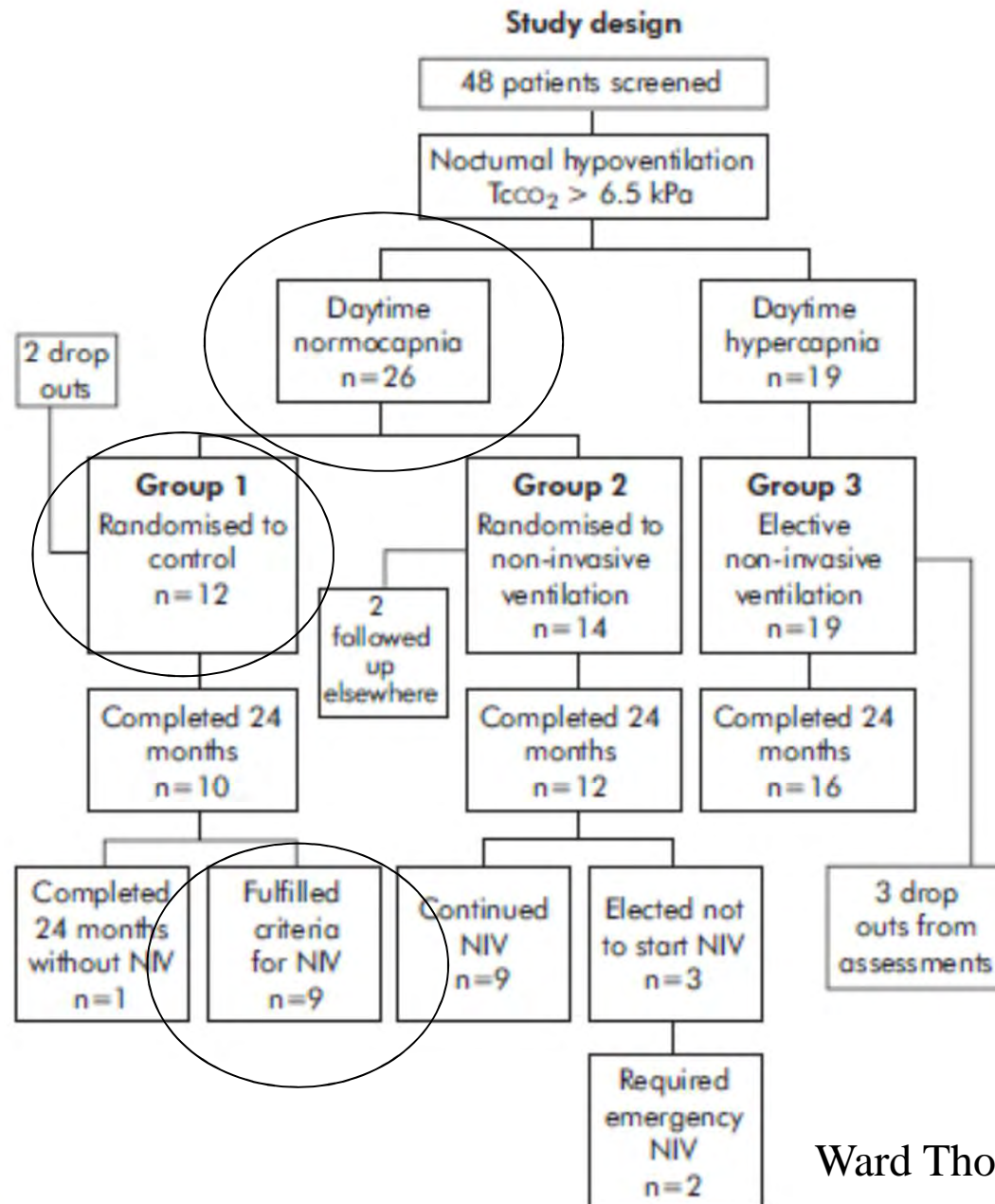
- 1) GDS pathologiques
- 2) GDS normaux



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

Peut on affirmer que la ventilation est  
efficace?





Ward Thorax 2005

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

## Usefulness of transcutaneous PCO<sub>2</sub> to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders

*Respirology* (2016)  
doi: 10.1111/resp.12812

MARJOLAINE GEORGES,<sup>1,2\*</sup> Danièle NGUYEN-BARANOFF,<sup>1\*</sup> Lucie GRIFFON,<sup>1</sup> Clement FOIGNOT,<sup>1</sup>  
Philippe BONNIAUD,<sup>1,2</sup> Philippe CAMUS,<sup>1,2</sup> Jean-Louis PEPIN<sup>3,4‡</sup> AND Claudio RABEC<sup>1,2‡</sup>

**Table 4** Overnight TcPCO<sub>2</sub> compared with diurnal PaCO<sub>2</sub>

	Mean TcPCO <sub>2</sub> ≥50 mm Hg (%)	Mean TcPCO <sub>2</sub> <50 mm Hg (%)	Total recordings <i>n</i> = 80 (%)
<i>Total population</i>			
PaCO <sub>2</sub> ≤45 mm Hg	16 (20)	43 (53.8)	59 (73.8)
PaCO <sub>2</sub> >45 mm Hg	16 (20)	5 (6.2)	21 (26.2)
<i>NMD</i>			
PaCO <sub>2</sub> ≥45 mm Hg	9 (16.7)	30 (55.6)	39 (72.3)
PaCO <sub>2</sub> <45 mm Hg	12 (22.2)	3 (5.5)	15 (27.7)
<i>CWD</i>			
PaCO <sub>2</sub> ≥45 mm Hg	7 (26.9)	13 (50)	20 (76.9)
PaCO <sub>2</sub> <45 mm Hg	4 (15.4)	2 (7.7)	6 (23.1)

**> 30% des patients avec une PaCO<sub>2</sub> diurne normale  
ont une hypercapnie nocturne par des critères « durs »  
(PtcCO<sub>2</sub> > 50 mm Hg)**



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

Intensive Care Med (2009) 35:1068–1074  
DOI 10.1007/s00134-009-1408-5

ORIGINAL

Rebeca Paiva  
Uros Krivec  
Guillaume Aubertin  
Emmanuelle Cohen  
Annick Clément  
Brigitte Fauroux

**Carbon dioxide monitoring during long-term noninvasive respiratory support in children**

**Table 3** Daytime partial arterial carbon dioxide pressure (PaCO<sub>2</sub>) and nocturnal transcutaneous carbon dioxide (PtcCO<sub>2</sub>) recording with the combined PtcCO<sub>2</sub>/SpO<sub>2</sub> monitor in the 50 patients

	Patients with normal overnight PtcCO <sub>2</sub> <i>n</i> = 29 (%)	Patients with abnormal overnight PtcCO <sub>2</sub> <i>n</i> = 21 (%)
PaCO <sub>2</sub> < 45 mm Hg	29 (48%)	18 (36%)
PaCO <sub>2</sub> ≥ 45 mm Hg	0 (0%)	3 (6%)

**> 17 % des enfants avec une PaCO<sub>2</sub> diurne normale ont une hypercapnie nocturne (> 10% de la nuit avec PtcCO<sub>2</sub> > 50 mm Hg)**



# Évaluation systématique

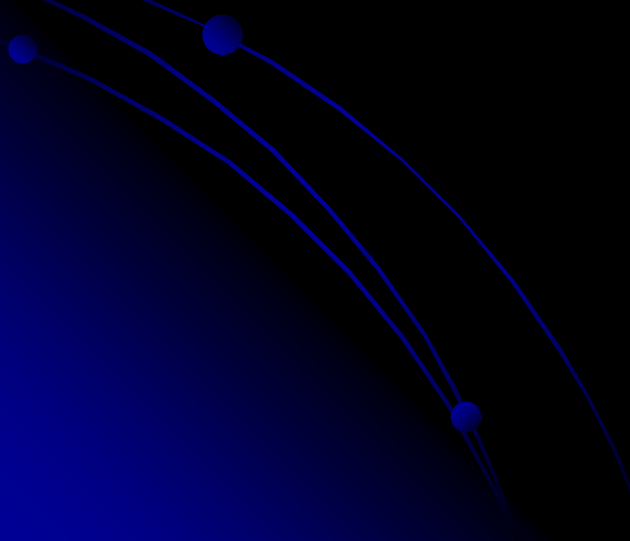
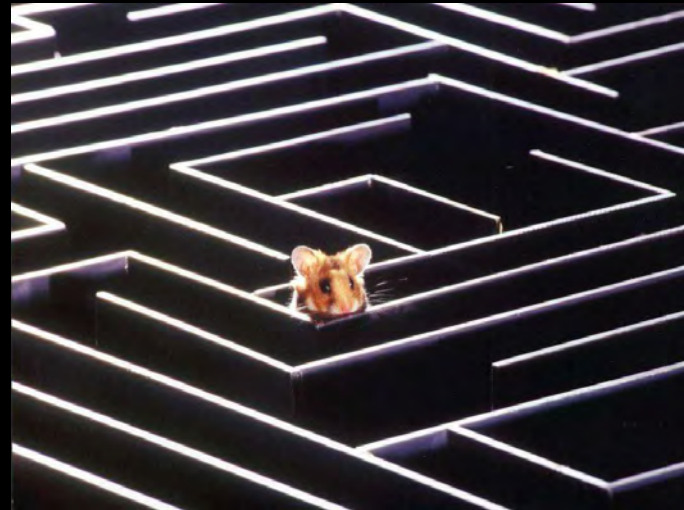
## 2) SaO<sub>2</sub> nocturne

- 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

# SaO2 nocturne: scénarios

1) SaO2 pathologique

2) GDS normaux



## Usefulness of transcutaneous PCO<sub>2</sub> to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders

*Respirology* (2016)  
doi: 10.1111/resp.12812

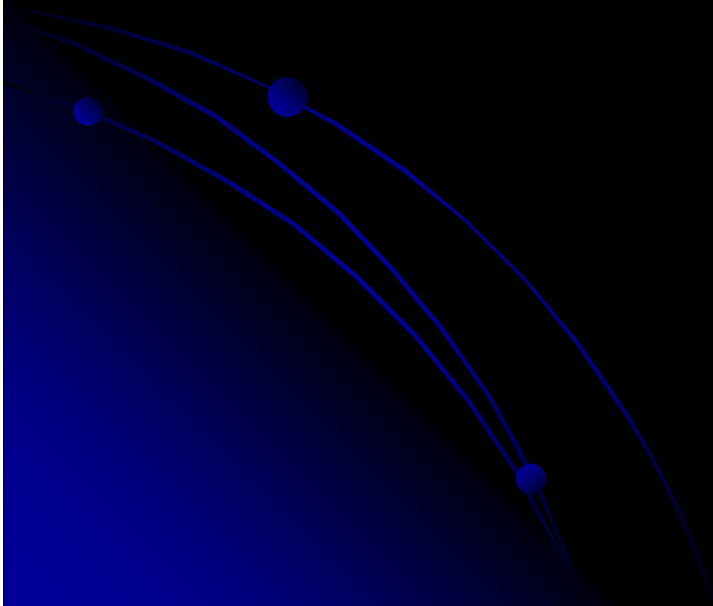
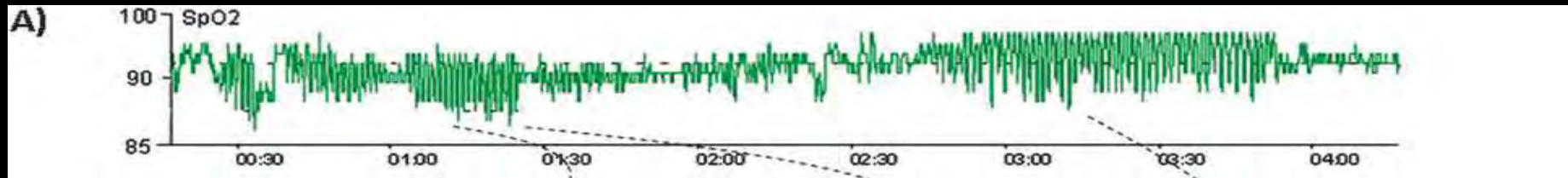
MARJOLAINE GEORGES,<sup>1,2\*</sup> Danièle NGUYEN-BARANOFF,<sup>1\*</sup> Lucie GRIFFON,<sup>1</sup> Clement FOIGNOT,<sup>1</sup>  
Philippe BONNIAUD,<sup>1,2</sup> Philippe CAMUS,<sup>1,2</sup> Jean-Louis PEPIN<sup>3,4‡</sup> AND Claudio RABEC<sup>1,2‡</sup>

**Table 3** Overnight TcPCO<sub>2</sub> recording results compared with NPO data

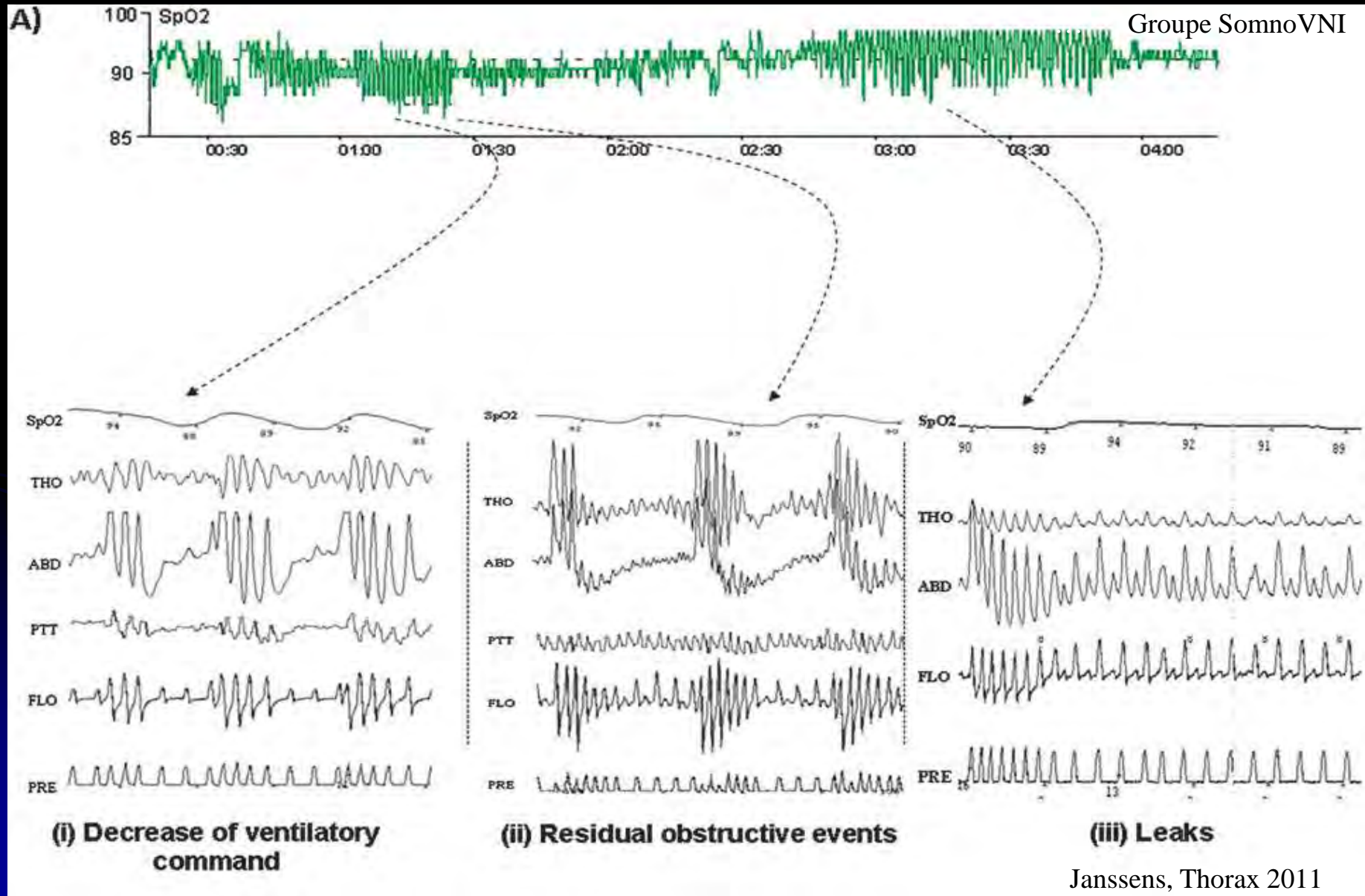
	Mean TcPCO <sub>2</sub> ≥50 mm Hg (%)	Mean TcPCO <sub>2</sub> <50 mm Hg (%)	Total (n = 80) (%)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 90%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤90%	25 (31)	51 (64)	76 (95)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤90%	4 (5)	0 (0)	4 (5)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 93%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤93%	19 (25)	47 (59)	66 (84)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤93%	10 (12)	4 (5)	14 (17)
<i>SpO<sub>2</sub> cut off of 95%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤95%	12 (15)	36 (45)	48 (60)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤95%	17 (21)	15 (19)	32 (40)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 88%</i>			
<5 consecutive min of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤88%	26 (32)	51 (64)	77 (96)
≥5consecutive min of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤88%	3 (4)	0 (0)	3 (4)

Une SaO<sub>2</sub> anormale (deux critères acceptés) permet d'affirmer l'existence d'une hypercapnie nocturne chez les patients atteintes d'une pathologie restrictive (thoracique ou neuromusculaire)

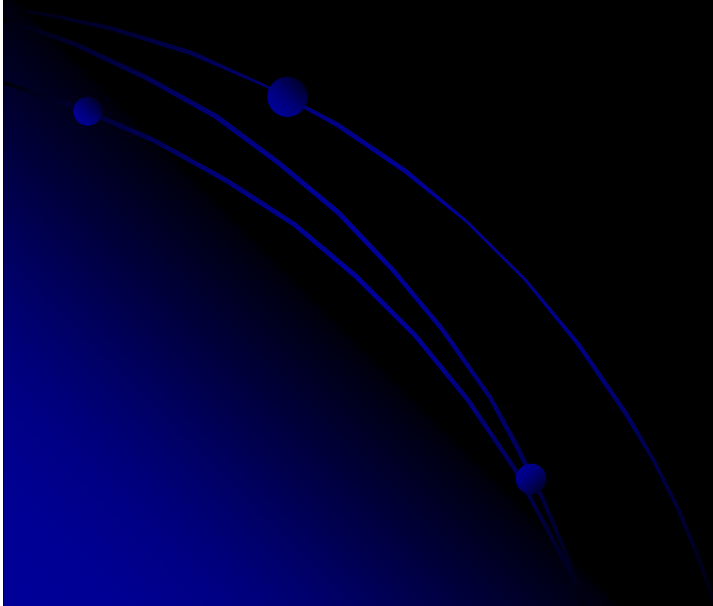
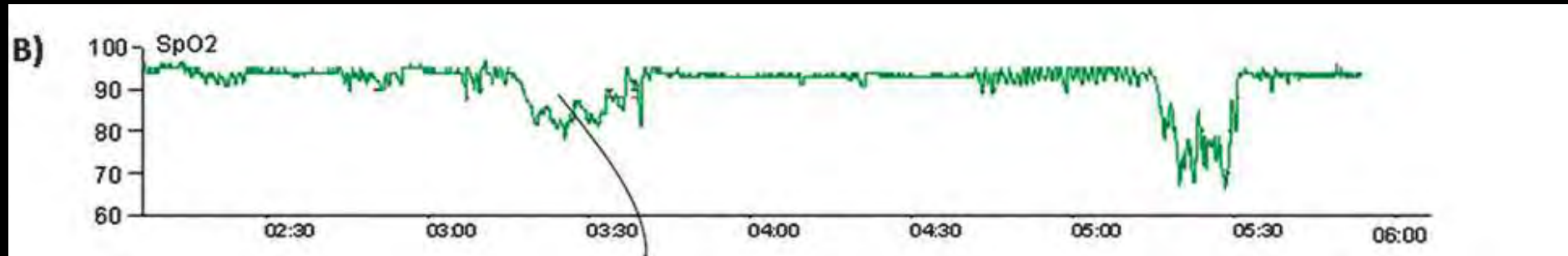
*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



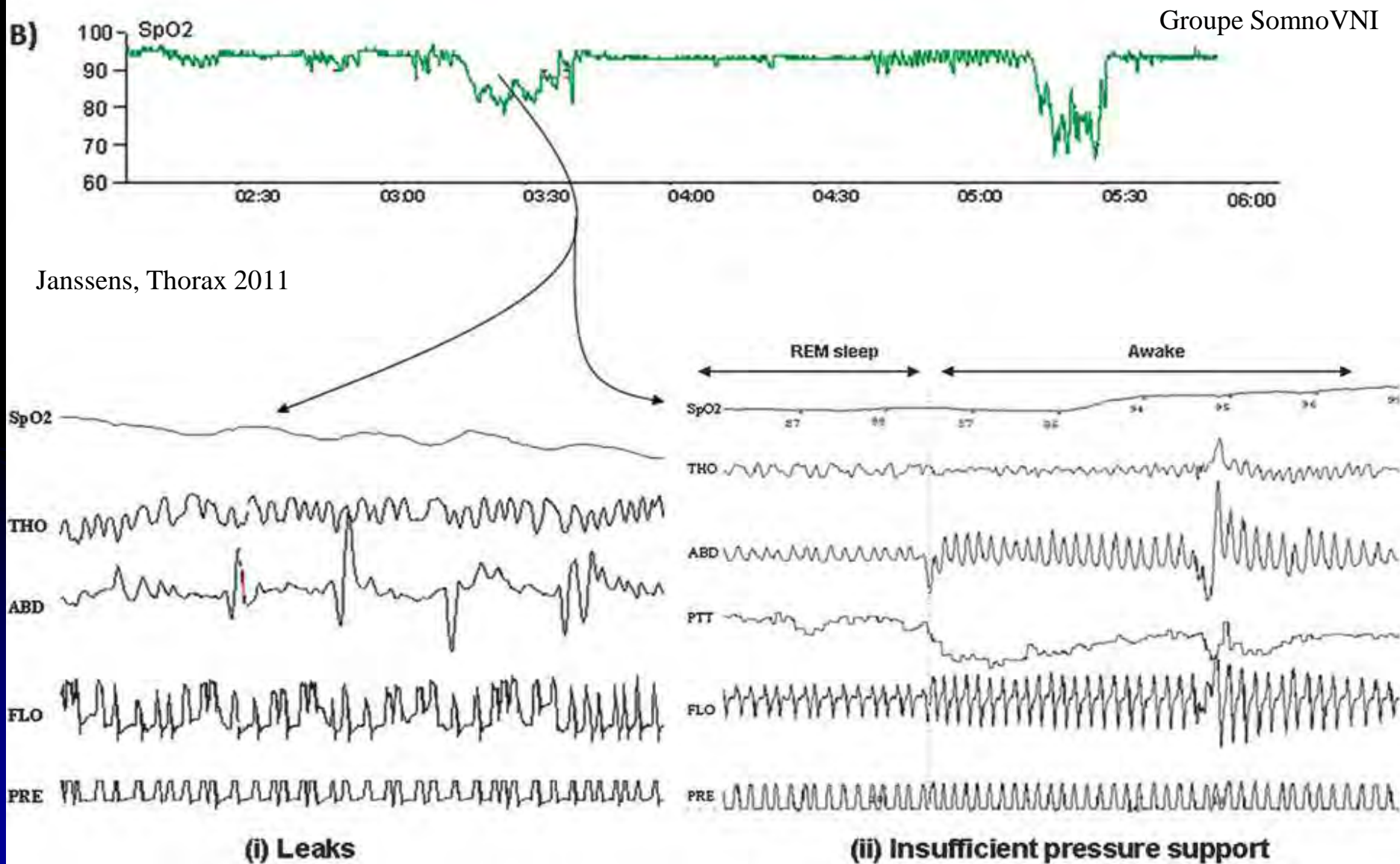
*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*



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



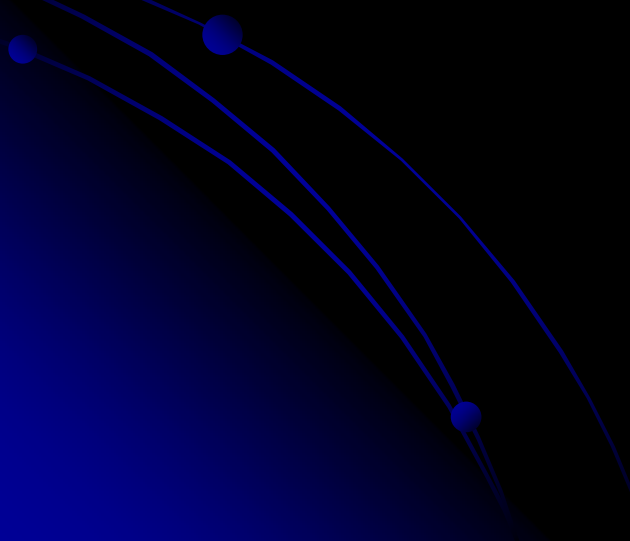
*...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente*





# SaO2 nocturne: scénarios

- 1) GDS pathologiques
- 2) SaO2 normale



## Usefulness of transcutaneous PCO<sub>2</sub> to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders

*Respirology* (2016)  
doi: 10.1111/resp.12812

MARJOLAINE GEORGES,<sup>1,2\*</sup> Danièle NGUYEN-BARANOFF,<sup>1\*</sup> Lucie GRIFFON,<sup>1</sup> Clement FOIGNOT,<sup>1</sup>  
Philippe BONNIAUD,<sup>1,2</sup> Philippe CAMUS,<sup>1,2</sup> Jean-Louis PEPIN<sup>3,4‡</sup> AND Claudio RABEC<sup>1,2‡</sup>

**Table 3** Overnight TcPCO<sub>2</sub> recording results compared with NPO data

	Mean TcPCO <sub>2</sub> ≥50 mm Hg (%)	Mean TcPCO <sub>2</sub> <50 mm Hg (%)	Total (n = 80) (%)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 90%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤90%	25 (31)	51 (64)	76 (95)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤90%	4 (5)	0 (0)	4 (5)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 93%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤93%	19 (25)	47 (59)	66 (84)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤93%	10 (12)	4 (5)	14 (17)
<i>SpO<sub>2</sub> cut off of 95%</i>			
<30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤95%	12 (15)	36 (45)	48 (60)
≥30% of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤95%	17 (21)	15 (19)	32 (40)
<i>SpO<sub>2</sub> cut-off of 88%</i>			
<5 consecutive min of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤88%	26 (32)	51 (64)	77 (96)
≥5consecutive min of the night spent with SpO <sub>2</sub> ≤88%	3 (4)	0 (0)	3 (4)

Une SaO<sub>2</sub> « normale » (deux critères acceptés) ne permet pas d'affirmer l'absence d'hypoventilation nocturne... même avec un seuil de < 30% de la nuit passée avec < 95% !

Rebeca Paiva  
Uros Krivec  
Guillaume Aubertin  
Emmanuelle Cohen  
Annick Clément  
Brigitte Fauroux

## Carbon dioxide monitoring during long-term noninvasive respiratory support in children

**Table 2** Results of the nocturnal recording by the combined PtcCO<sub>2</sub>/SpO<sub>2</sub> monitor

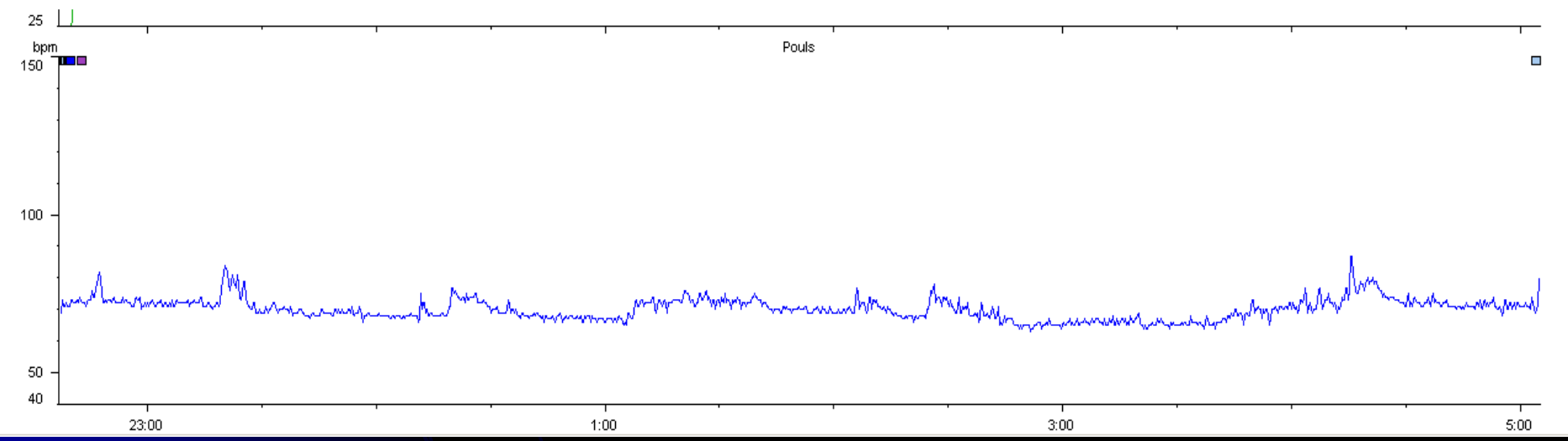
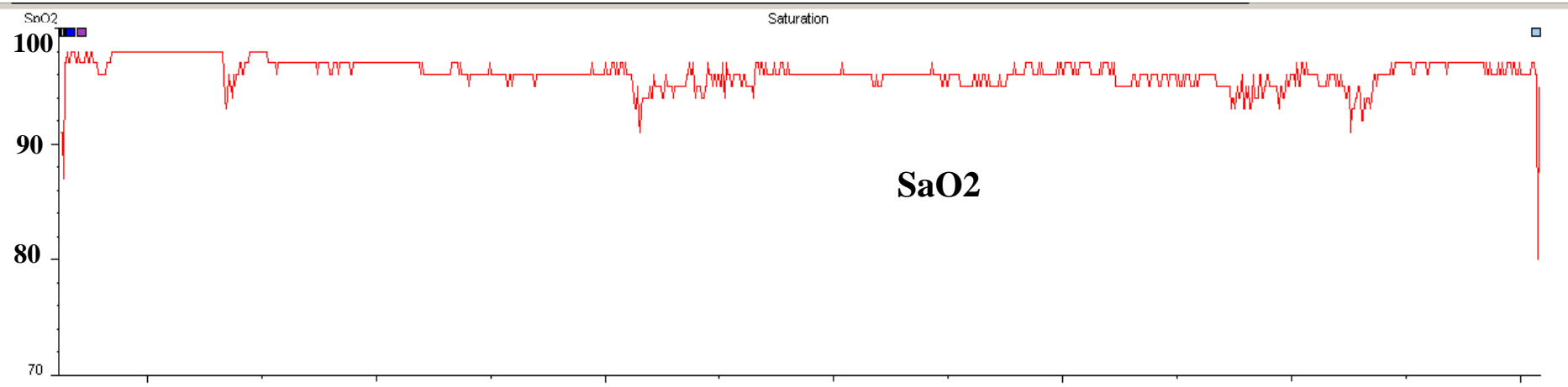
	Normal PtcCO <sub>2</sub> recording	Abnormal PtcCO <sub>2</sub> recording	Total number of patients N = 50
SpO <sub>2</sub> cut off of 90%			
SpO <sub>2</sub> > 90%	28 (56%)	21 (42%)	49 (98%)
SpO <sub>2</sub> ≤ 90%	1 (2%)	0 (0%)	1 (2%)
SpO <sub>2</sub> cut off of 92%			
SpO <sub>2</sub> > 92%	28 (46%)	18 (36%)	46 (92%)
SpO <sub>2</sub> ≤ 92%	3 (6%)	1 (2%)	4 (8%)
SpO <sub>2</sub> cut off of 95%			
SpO <sub>2</sub> > 95%	18 (36%)	12 (24%)	30 (60%)
SpO <sub>2</sub> ≤ 95%	13 (26%)	7 (14%)	20 (40%)

**Même chose chez les enfants ventilés...**

## Cas clinique N° 1

- Mr VN. 62 ans
- Cyphoscoliose, sous VNI + O<sub>2</sub> 2 lt/min 18/24
- Va bien.
- GDS: (fin de soirée sous O<sub>2</sub>) pH 7.39, PaCO<sub>2</sub> 42, PaO<sub>2</sub> 71

→ Voici sa SaO<sub>2</sub> nocturne





## Quel est votre attitude?

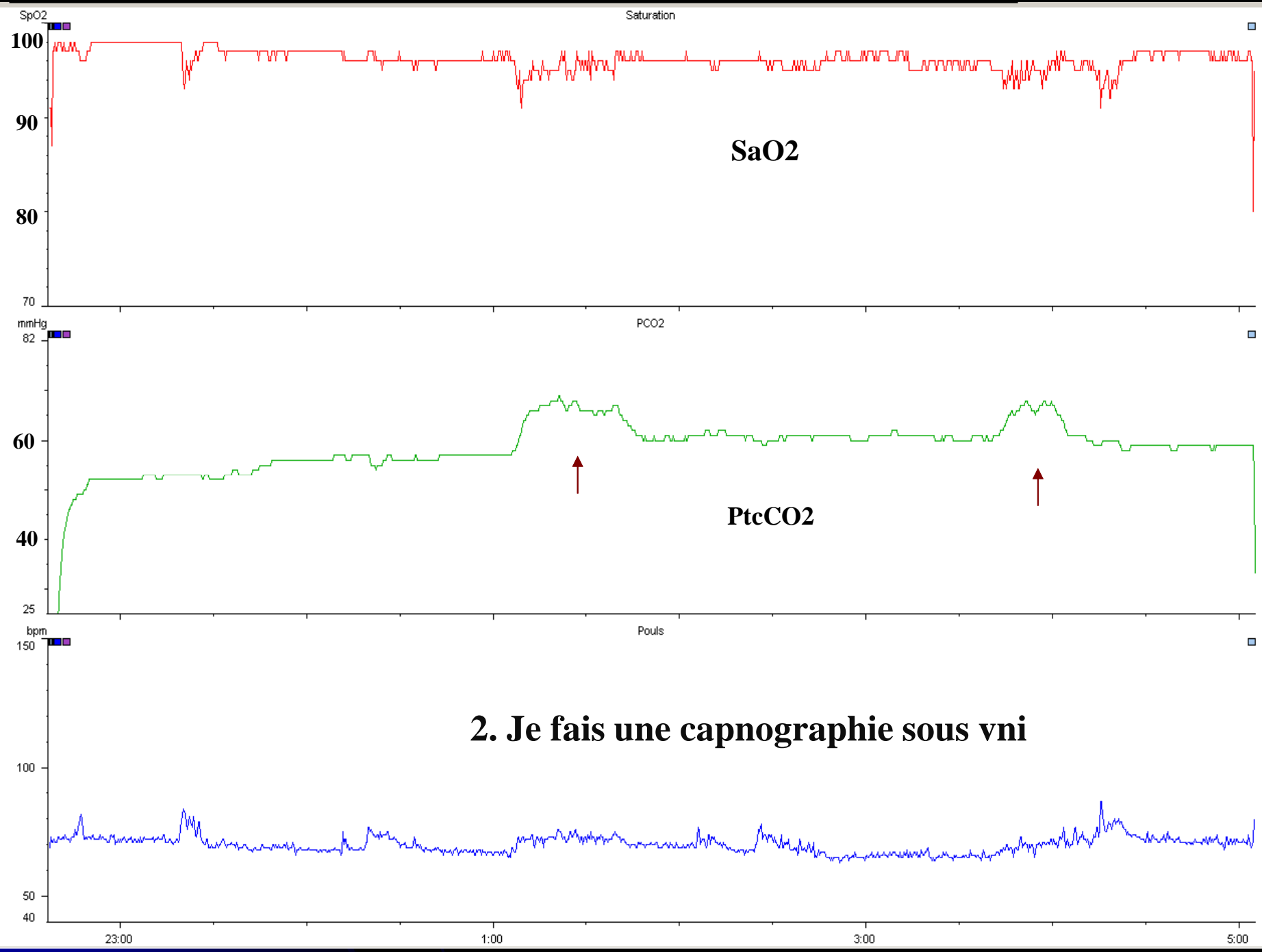
1. Il est bien ventilé et satisfait, je m'arrête là

Je veux voir le comportement de la capnie. Je fais une  
capnographie

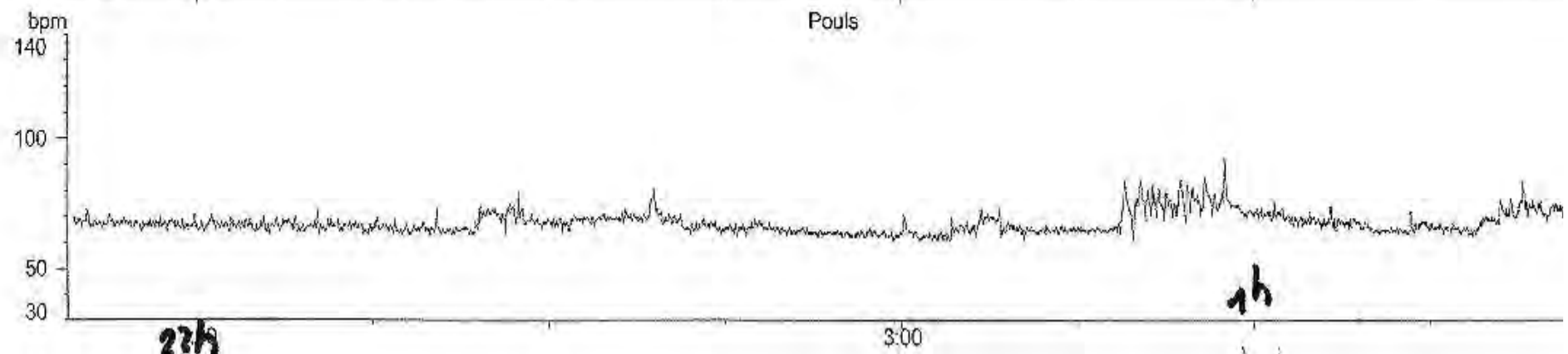
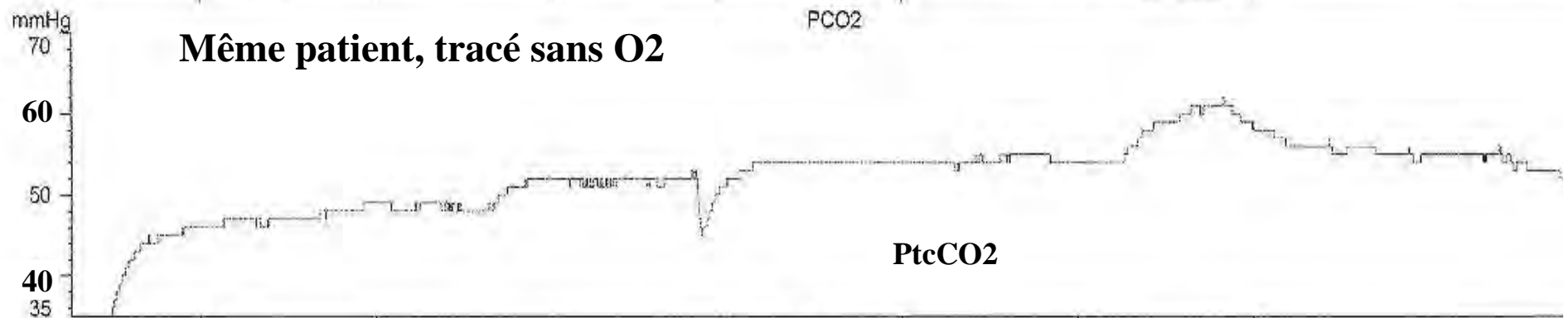
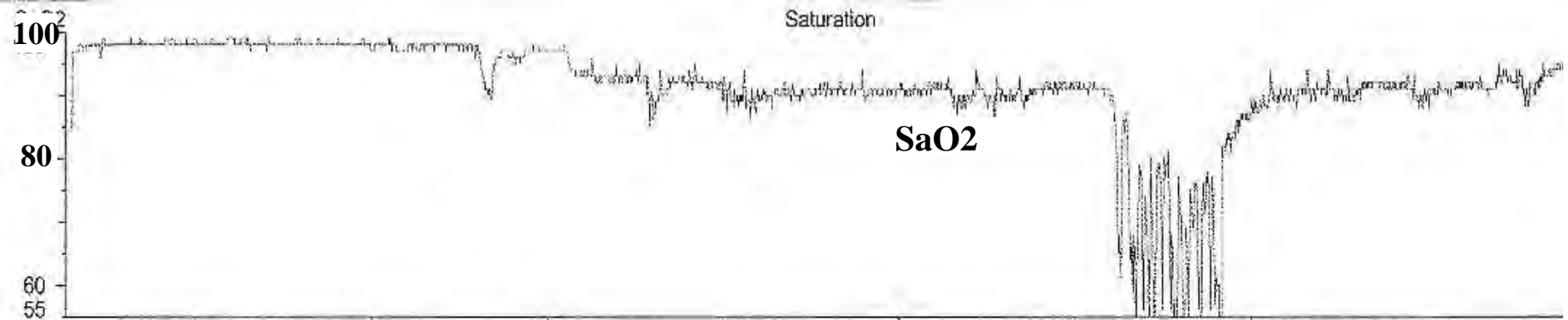
2. Sous vni

3. Sans vni

4. Il y a quelques irrégularités dans la tracé. Je fais une polygraphie



## 2. Je fais une capnographie sous vni



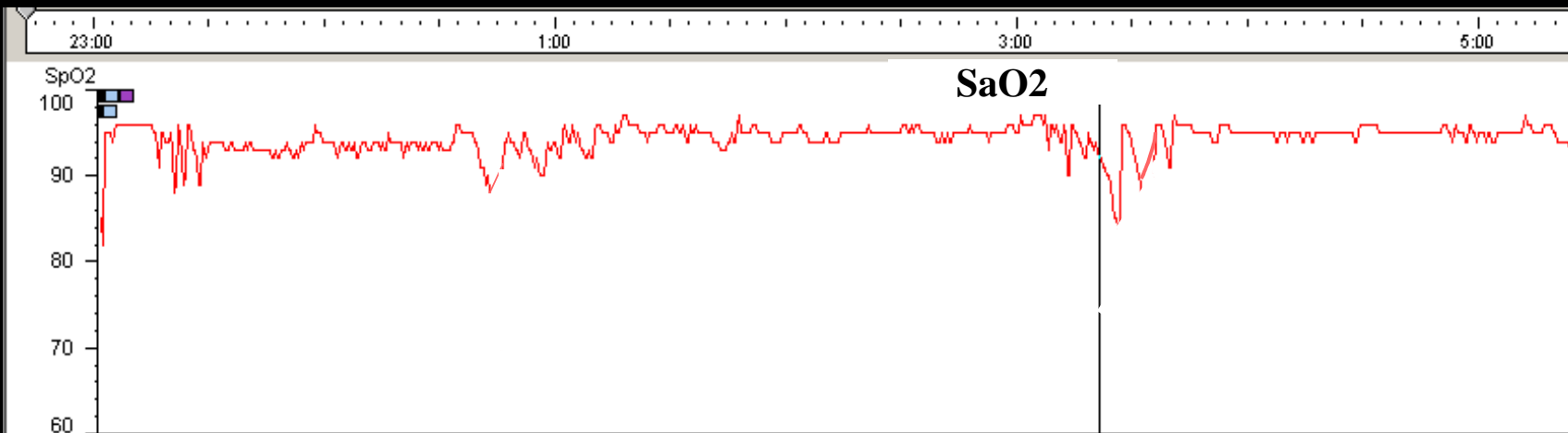
Ba oui... il y avait de l'O2



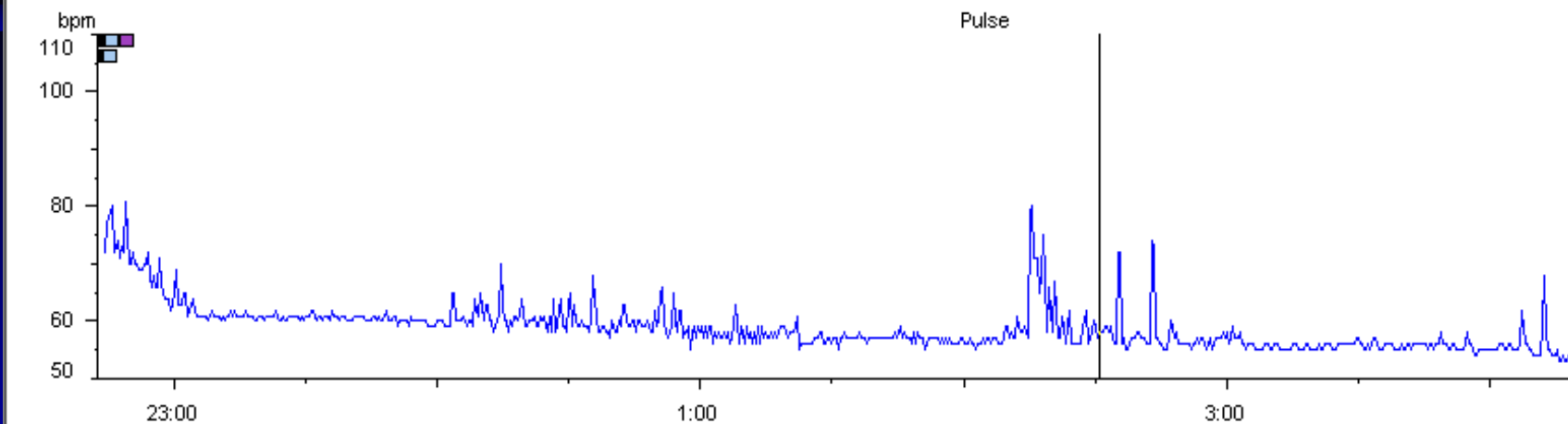
## Cas clinique N° 2

- Mr C.V. 22 ans
- Myopathie de Duchenne, sous VNI barométrique seule
- Va bien.
- GDS: (fin de soirée sous air) pH 7.39, PaCO<sub>2</sub> 40, PaO<sub>2</sub> 87

→ Voici sa SaO<sub>2</sub> nocturne



- **SaO2 moyenne 95%**
- **T avec SaO2 <90: 2%**
- **T avec SaO2 < 88: 0.1 %**
- **Pas de période de 5' avec desat régulière**





## Quel est votre attitude?

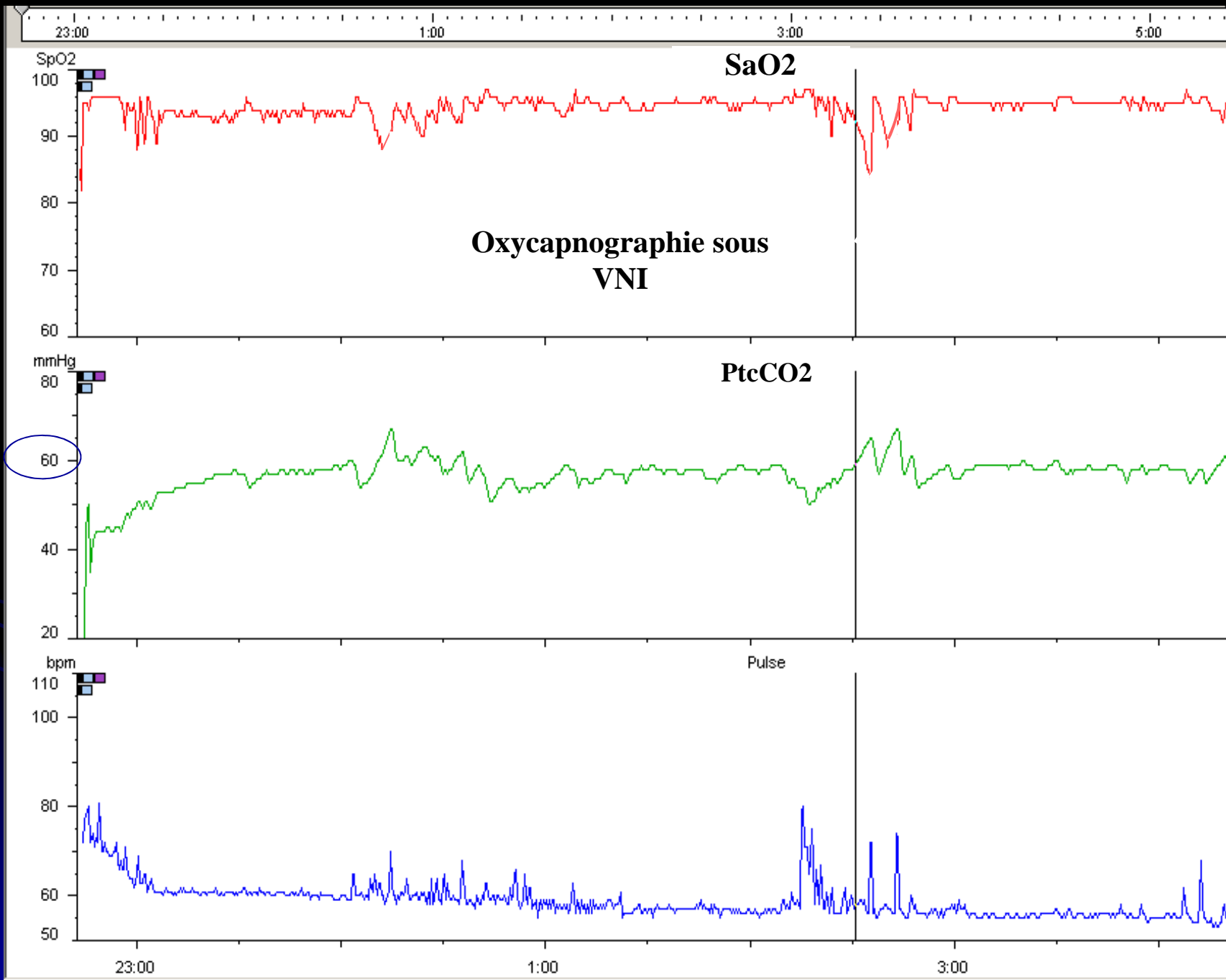
1. Il est bien ventilé et satisfait, je m'arrête là

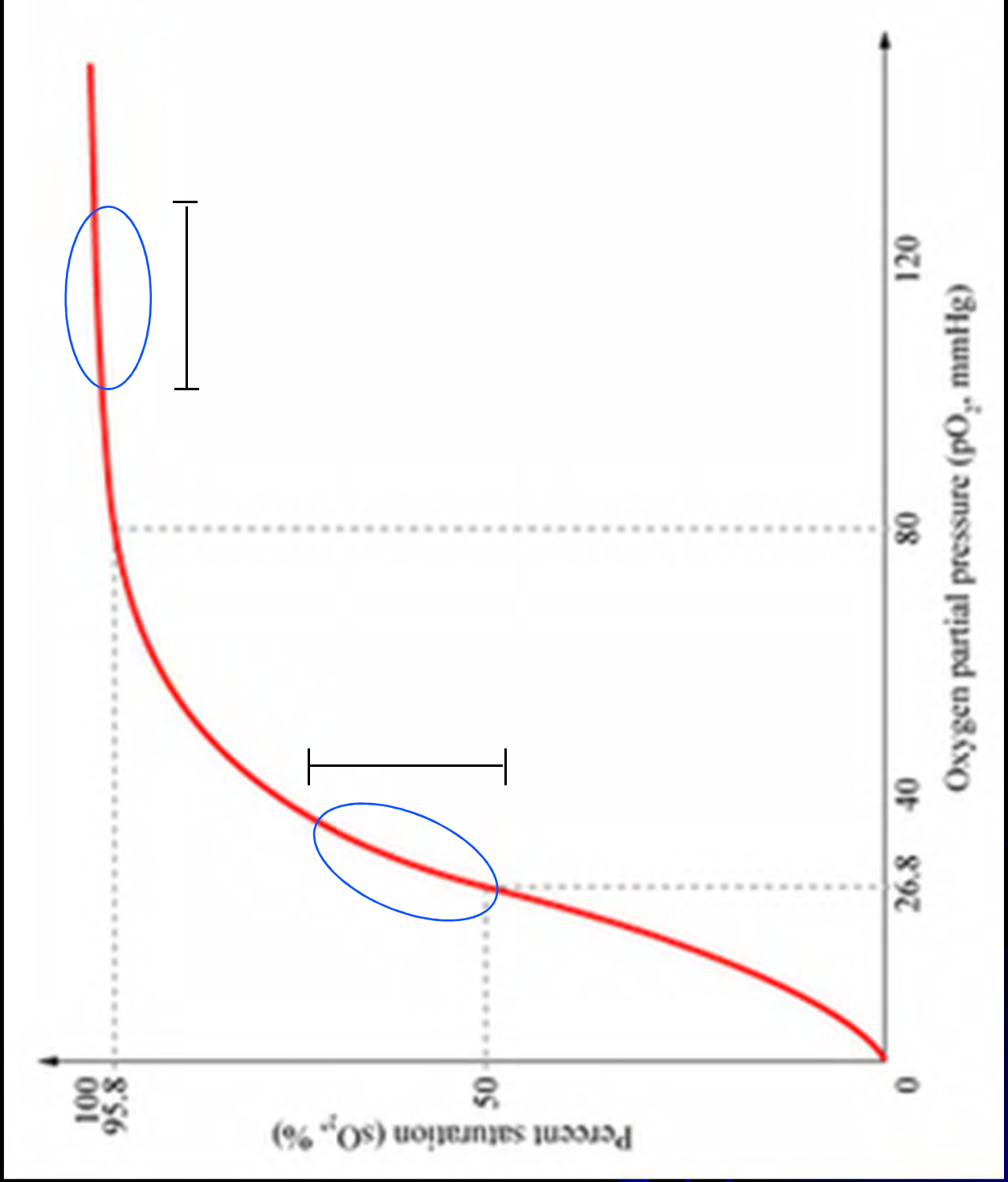
Je veux voir le comportement de la capnie. Je fais une capnographie

2. Sous vni

3. Sans vni

4. Il y a quelques irrégularités dans la tracé. Je fais une polygraphie







# 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

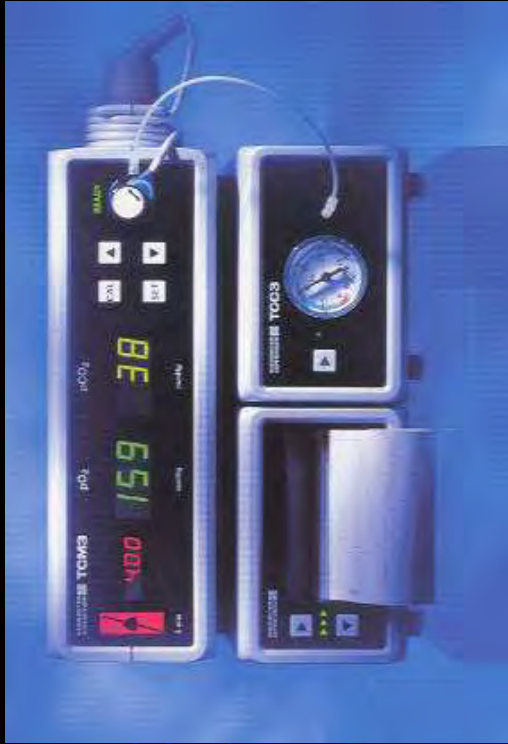
- ✓ Disparition de symptômes d'hypoventilation alvéolaire.
- ✓ Amélioration de la dyspnée
- ✓ Satisfaction du patient



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:

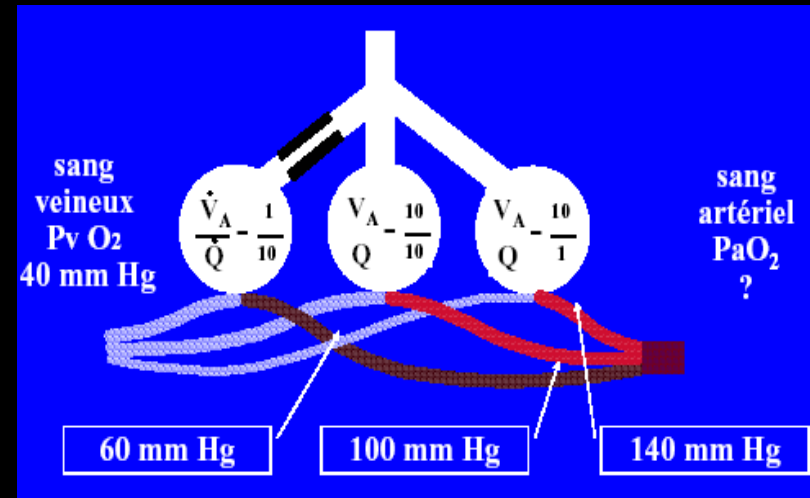
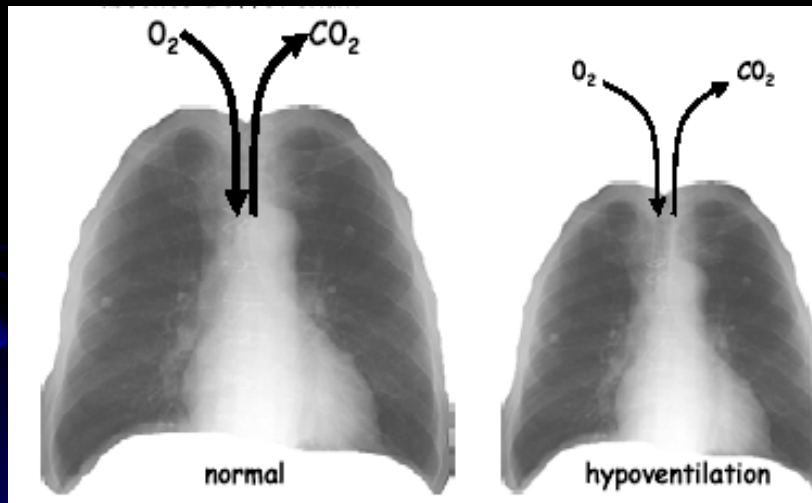
- Pathologies caractérisées par qui ont un niveau de SaO<sub>2</sub> élevé à l'état de base
- Patient sous O<sub>2</sub>th.

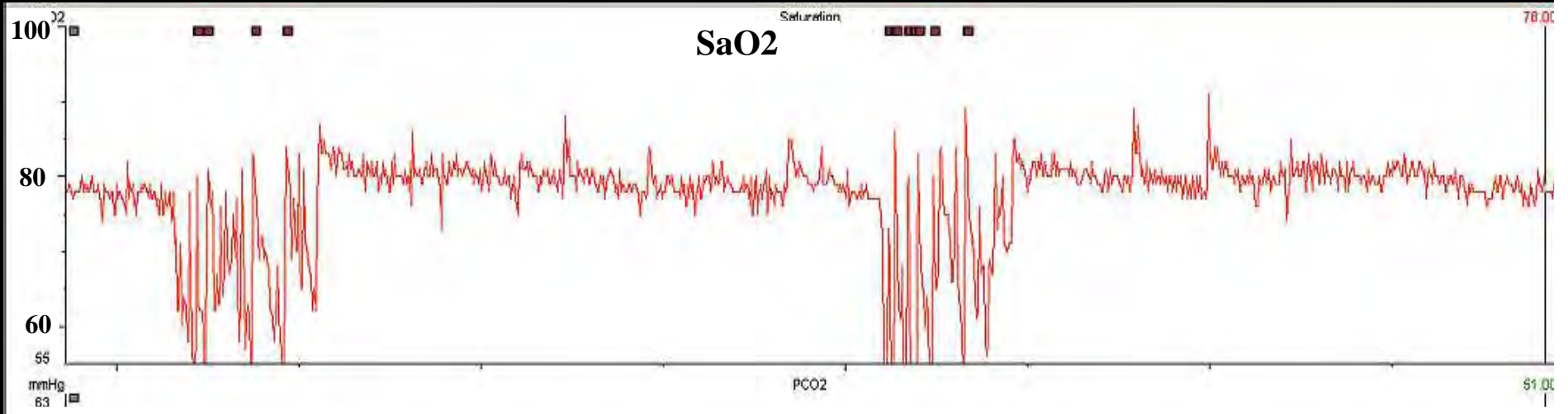


## Hypoxémie due à une majoration

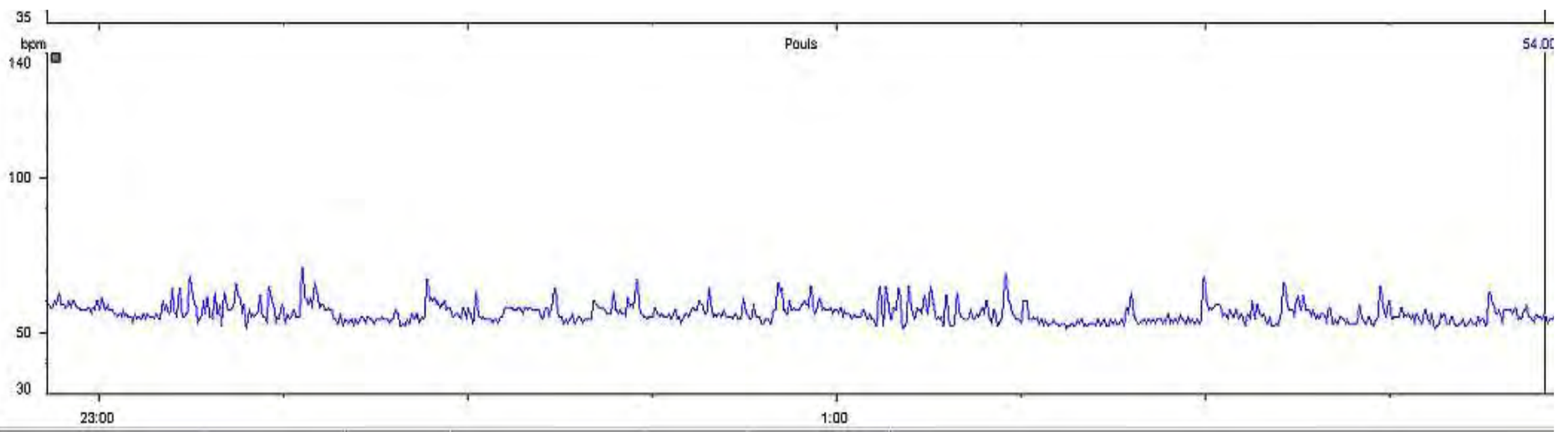
de l'hypoventilation alvéolaire?

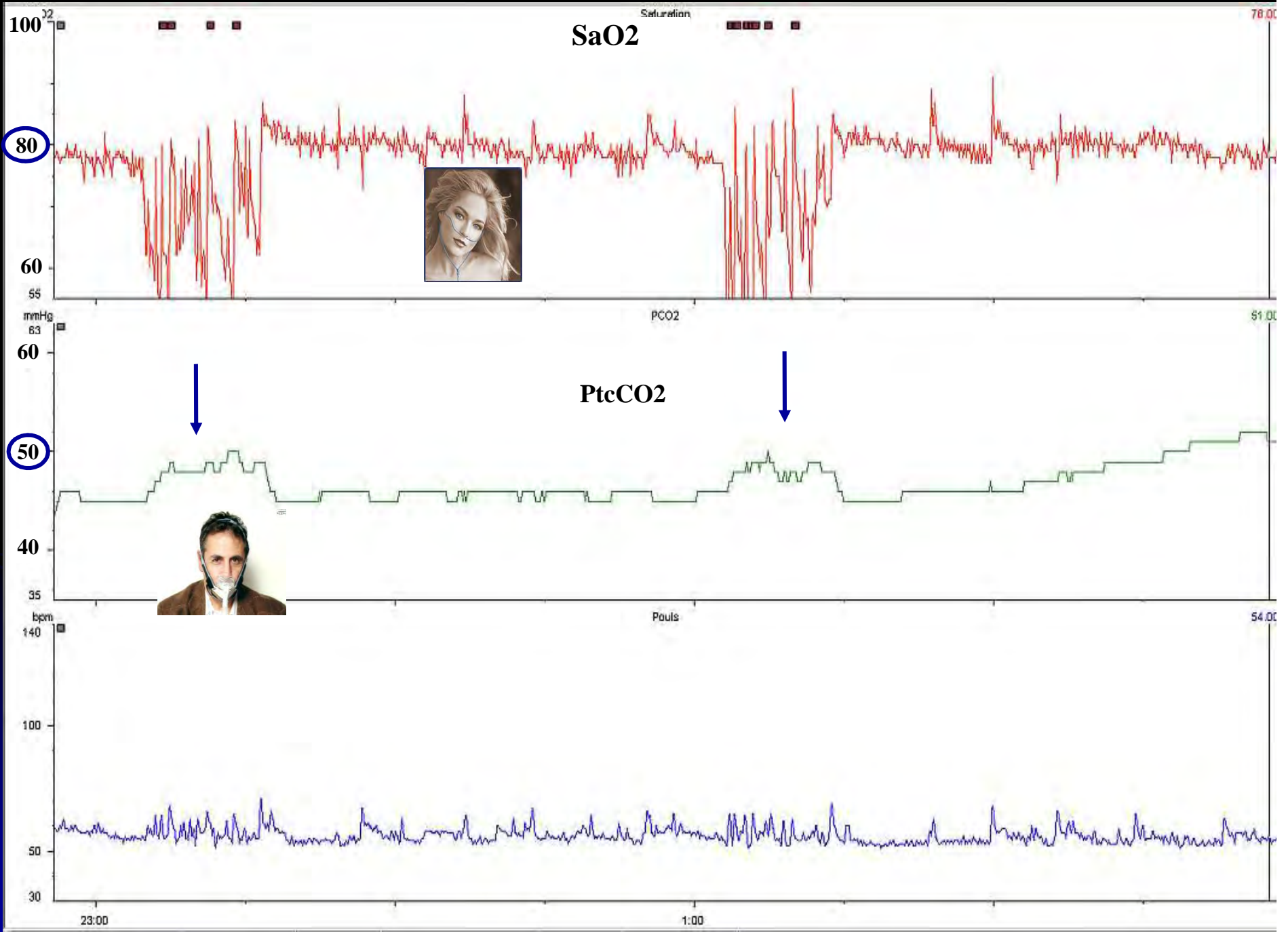
ou des inégalités V/Q??





Et ici?





SaO2

Saturation

PtcCO2

PtcCO2

Pours

100

80

60

55

mmHg

60

50

40

35

bpm

140

100

50

30

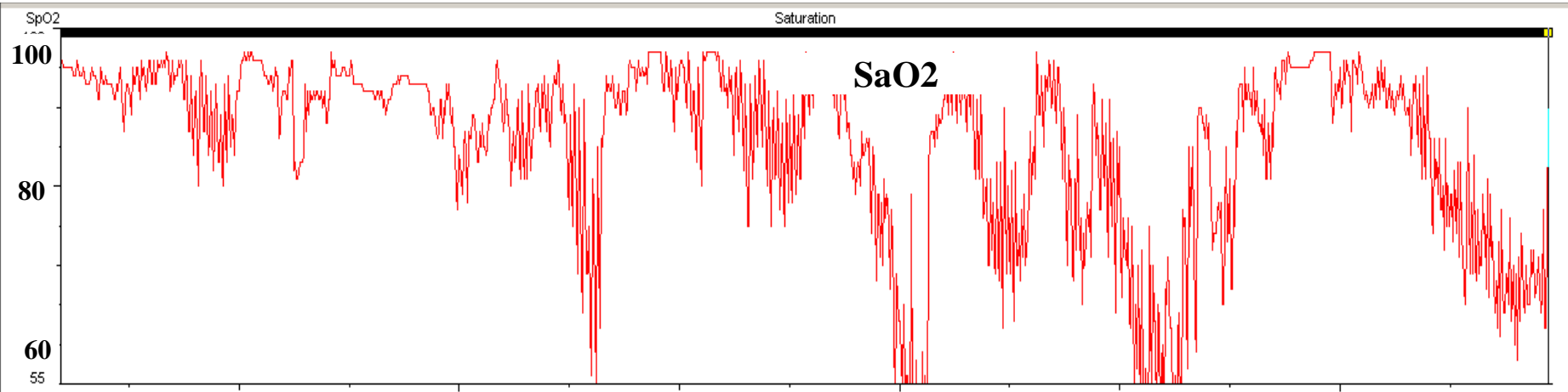
23:00

1:00

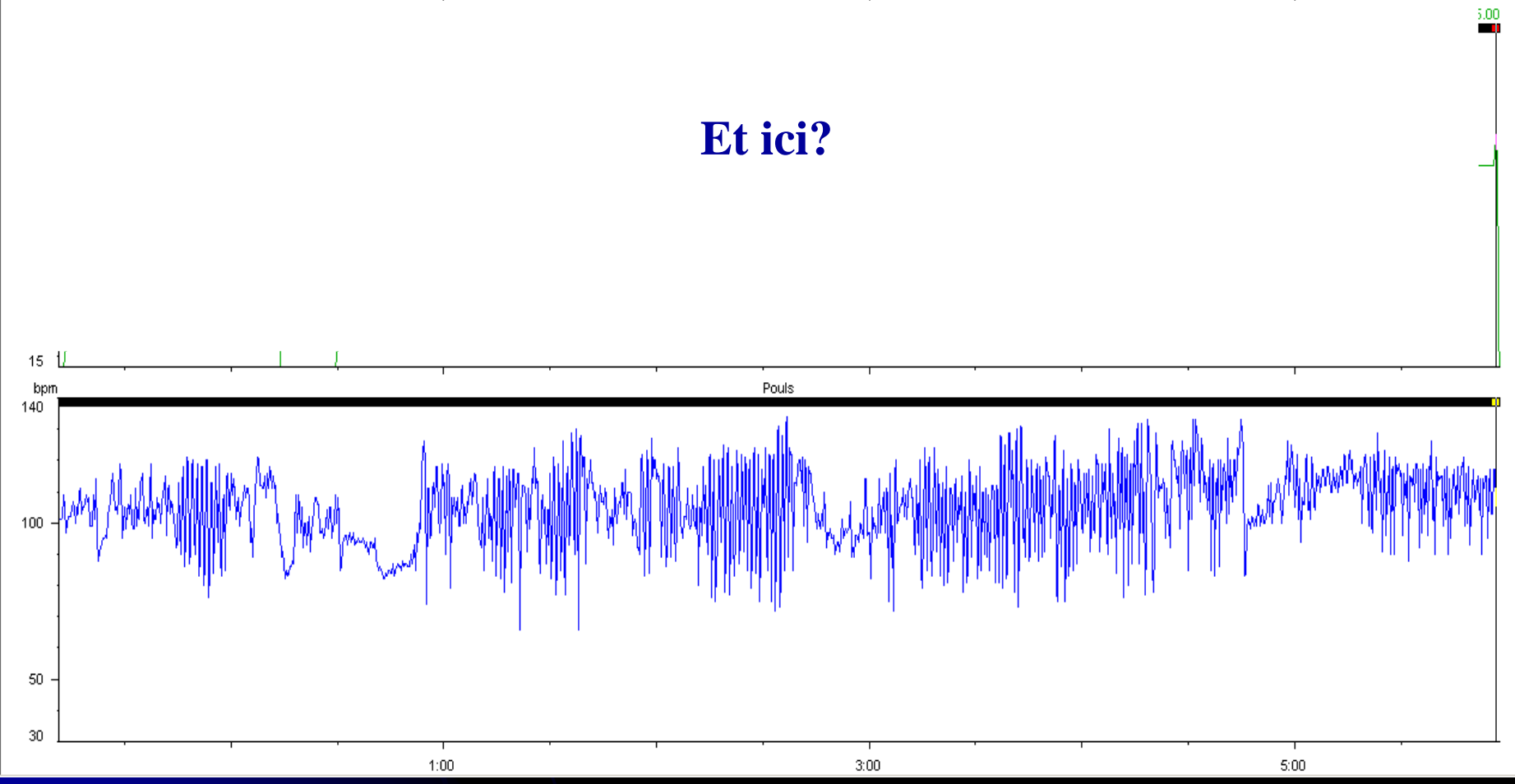
78.00

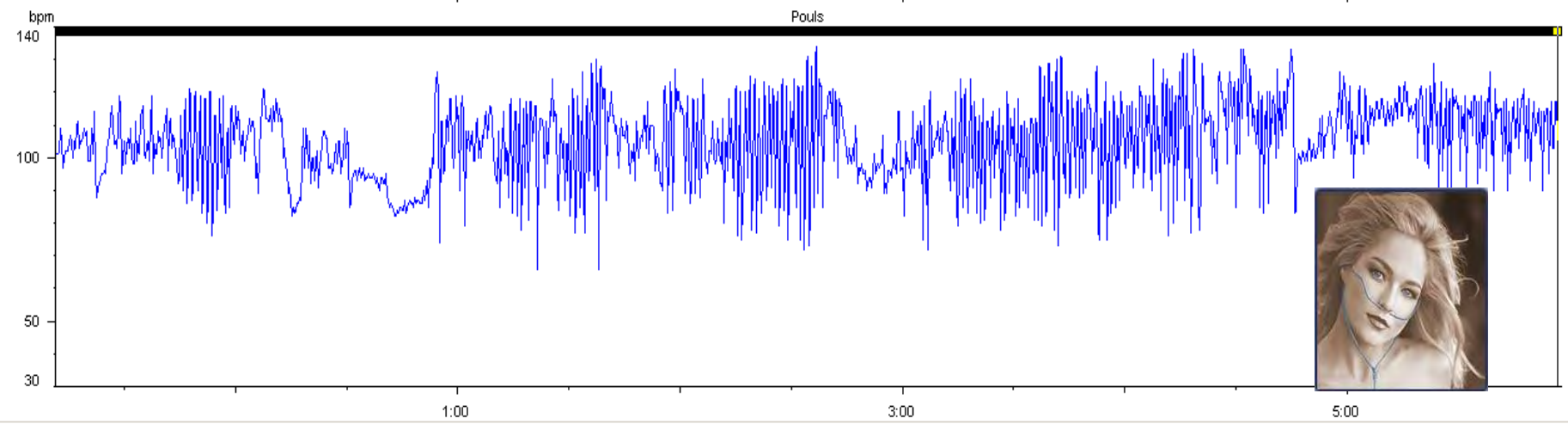
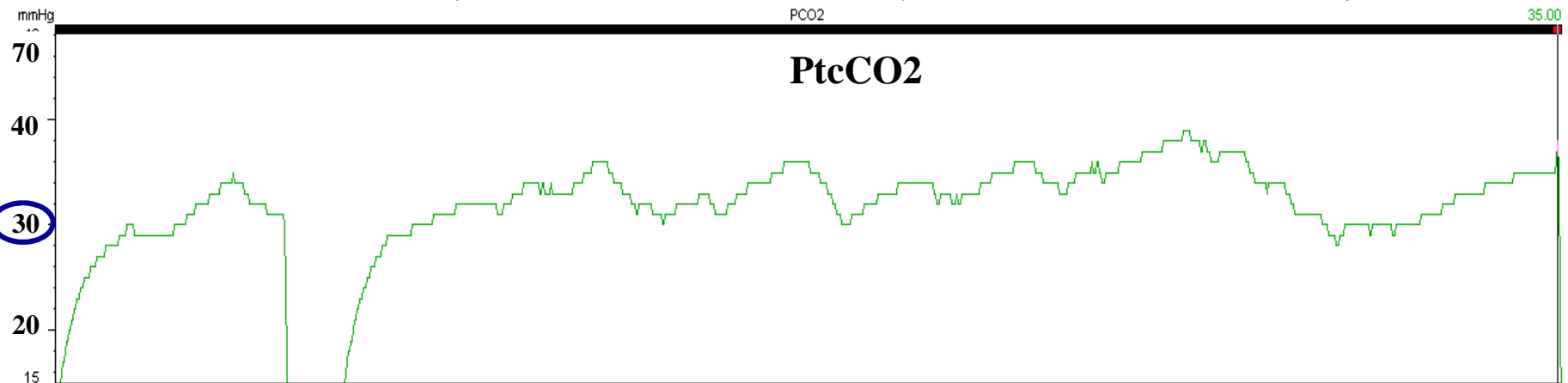
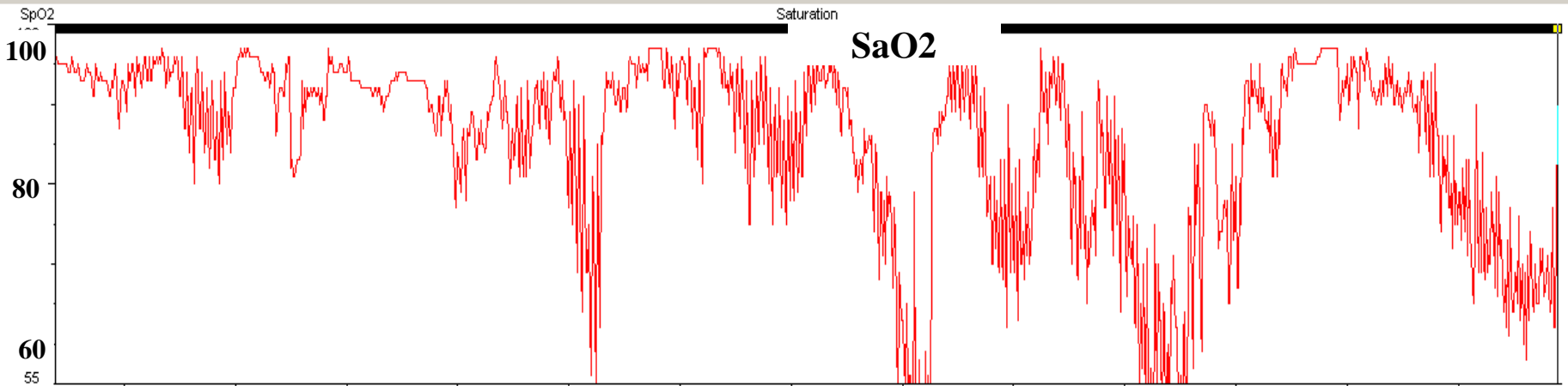
51.00

54.00



Et ici?





# Quel seuil pour une PtcCO<sub>2</sub> « pathologique »

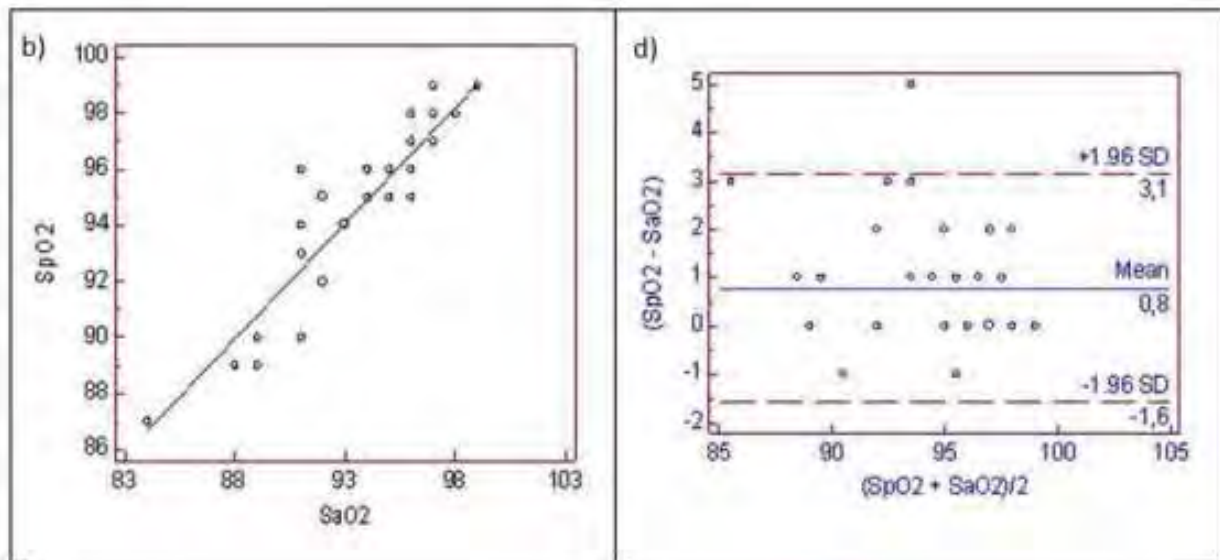
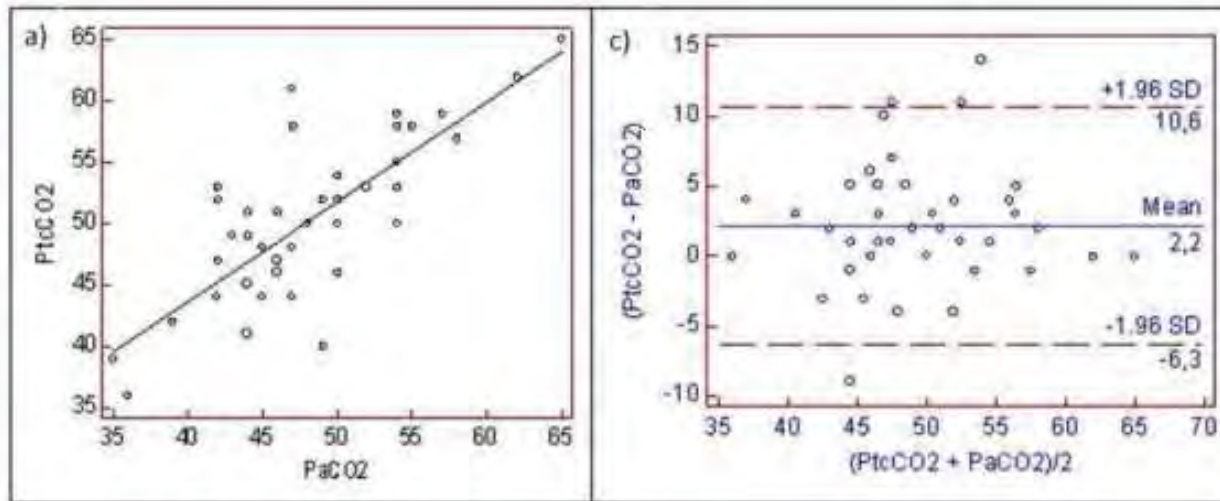
- PtcCO<sub>2</sub> max > 49 (Ward, Thorax 2005)
- > 10% avec PaCO<sub>2</sub> > 50 (Paiva, ICM 2009)
- PtcCO<sub>2</sub> moyenne > 50 mm Hg? (Simonds, Eur Resp Mon 2013, Georges Respirology 2016, Recommandations HAS)
- PtcCO<sub>2</sub> > 55 mm Hg pendant > 10' ou augmentation de 10 mm Hg au cours de la nuit et valeur > 50 mm Hg)
- Mais dépend aussi du capnographe
  - Biais et performance différente des différents capnographe

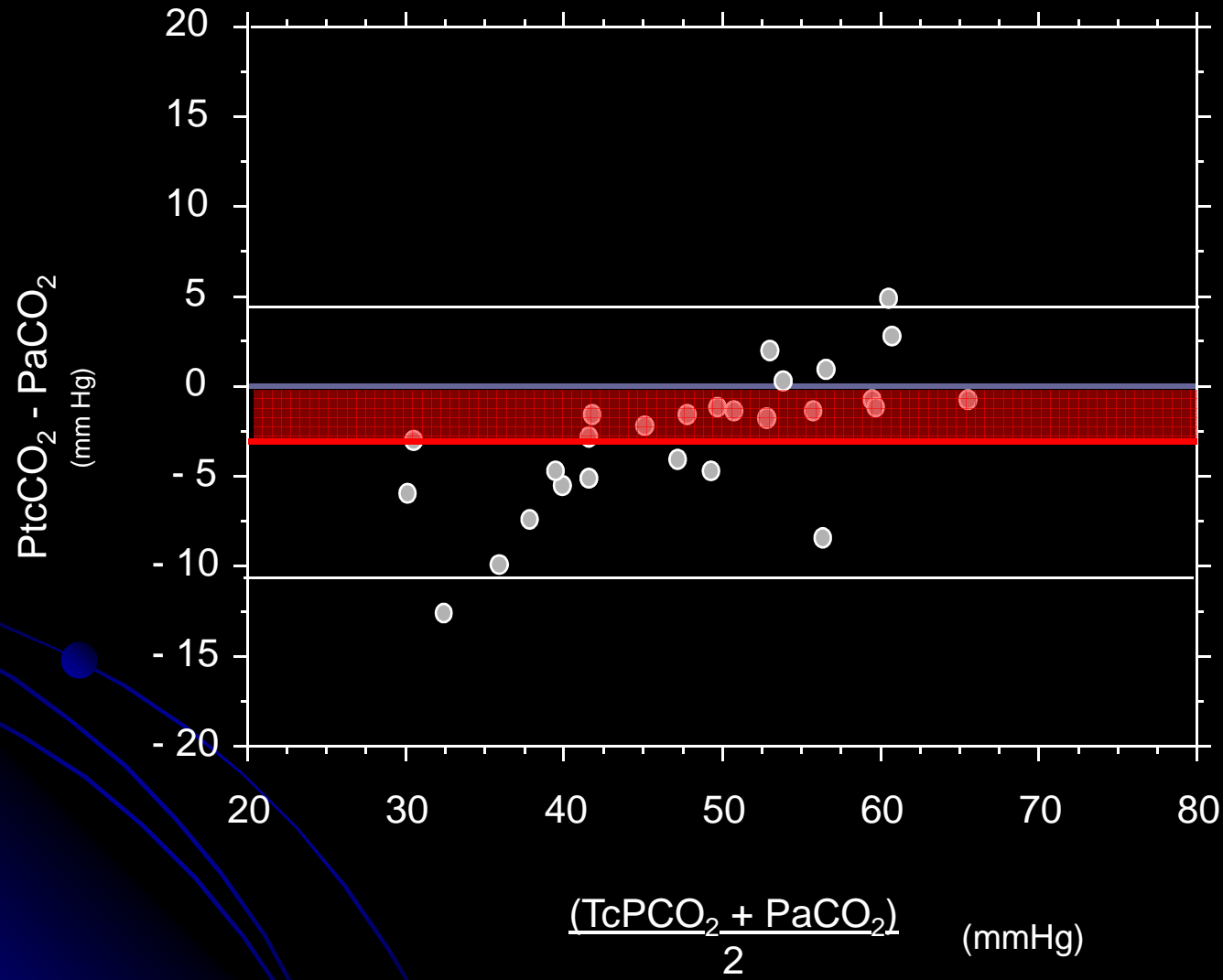


# Peut on faire confiance aux capnographes?

A-t-il une concordance entre  $P_{tc}CO_2$   
et valeurs artérielles ( $PaCO_2$ )?



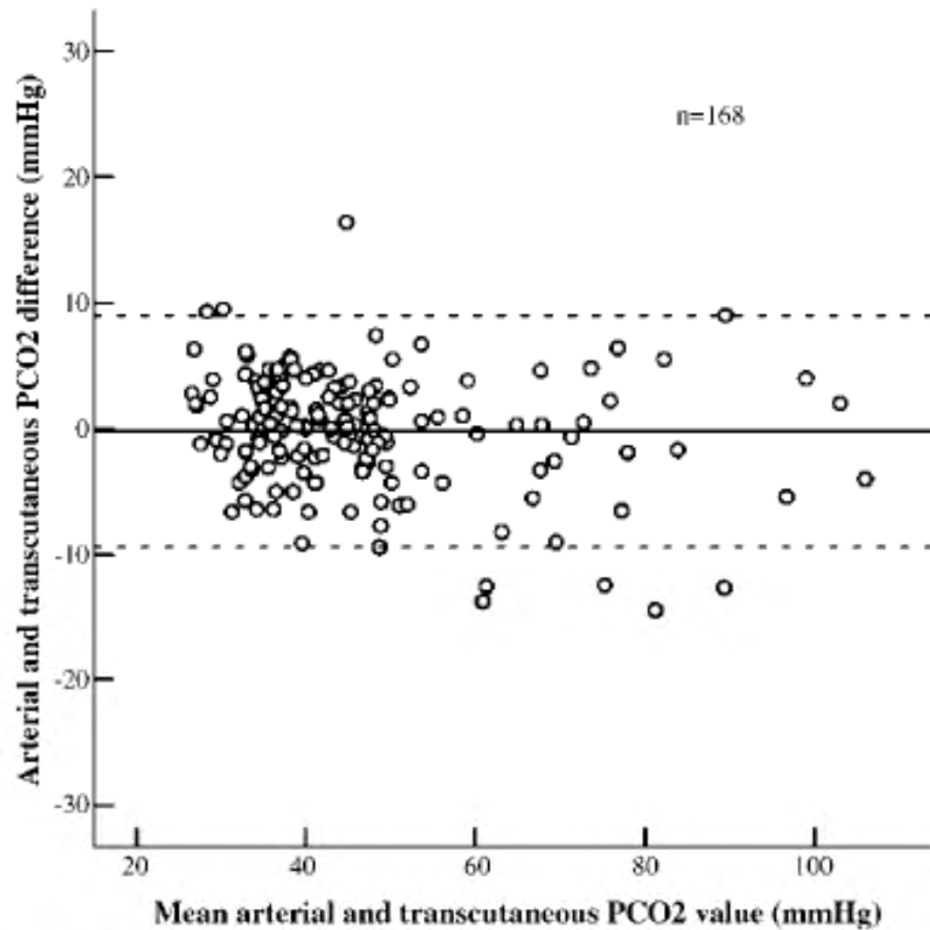




$d + 2s$

$d$  **Bias:**  
 **$-2.8 \pm 4$**

$d - 2s$



**Fig. 2** Arterial to transcutaneous PCO<sub>2</sub> difference versus the mean of two values (Bland and Altman graph). The *solid line* represents the mean PCO<sub>2</sub> bias. The *broken lines* represent the limits of agreement (mean bias  $\pm 2$  standard deviations). Measurements done in the presence of profound vasoconstriction were not used for analysis



Bias:  $-0.2 \pm 4.6$

## Pour mémoire

→ *Sentec* et *Tina* tendance à sous-estimer légèrement la PaCO<sub>2</sub>



(-1 à -3 mm Hg)

→ *Tosca* tendance à surestimer légèrement la

PaCO<sub>2</sub>



(+ 3 mm Hg)



## Alors...est la “mono-évaluation par une $P_{tc}CO_2$ la bonne solution?



○ Si la  $P_{tc}CO_2$  est normale, le patient est “bien ventilé”

○ Et si elle est pathologique il est “mal ventilé”

→ (mais cela dépend du seuil aussi)

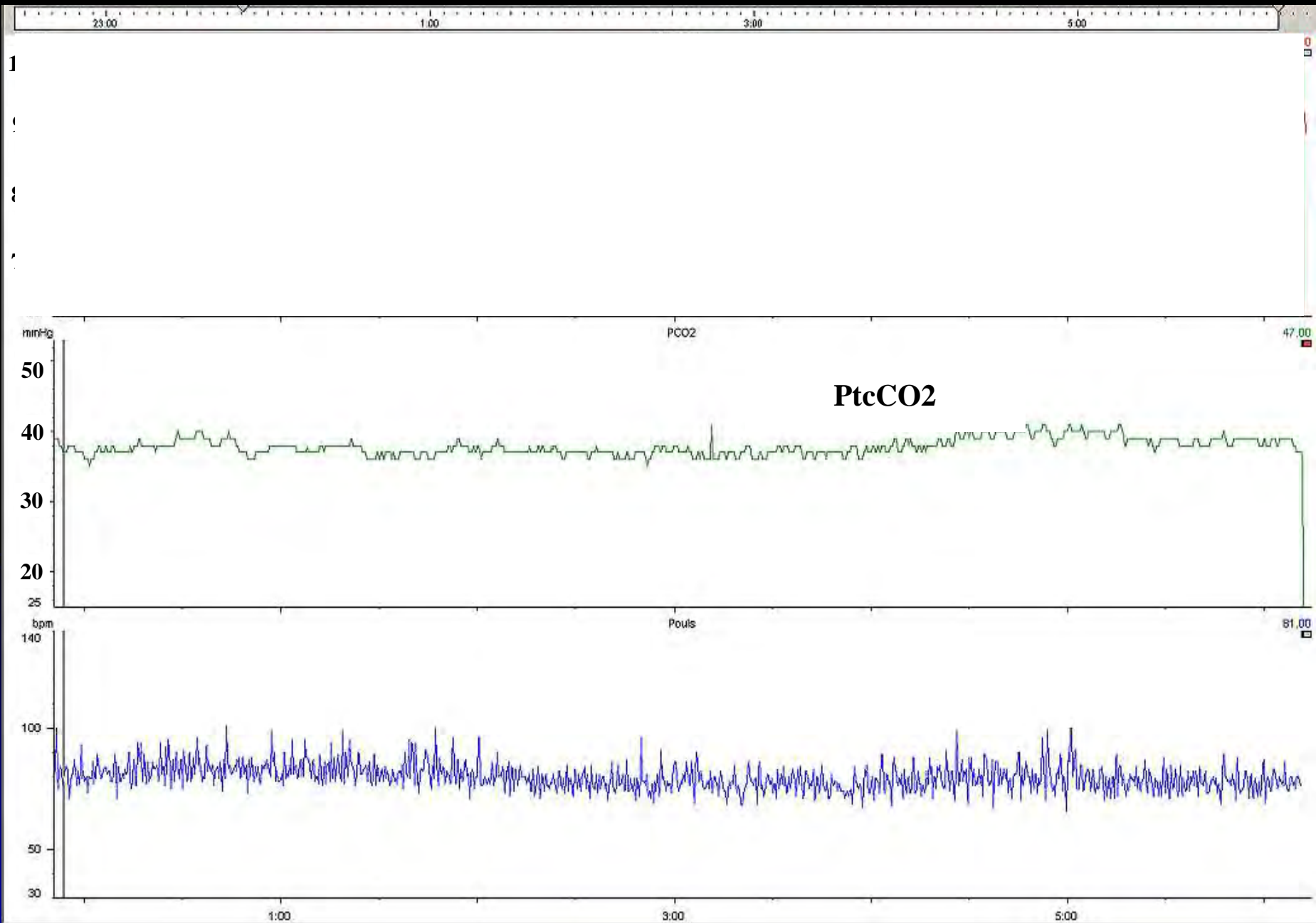
→ *Or, la  $P_{tc}CO_2$  nous permet-elle de nous passer de la  $SaO_2$ ?*

En d'autres termes, le comportement de la  $SaO_2$  et de la  $P_{tc}CO_2$  face aux variations de la ventilation et aux événements est-il le même?

## Cas clinique Nro 3

- Mme O.B.S.
- Ventilé à domicile pour un Overlap Syndrome
- Hypercapnique toute au début, elle a aujourd'hui les GDS suivants: pH 7.40, PaCO<sub>2</sub> 41, PaO<sub>2</sub> 69
- La somnolence va mieux. L'ESS à 8/24
- Elle se plaint d'une sécheresse buccale occasionnelle
- Voici sa capnographie nocturne sous VNI

(Quizz n° 4)

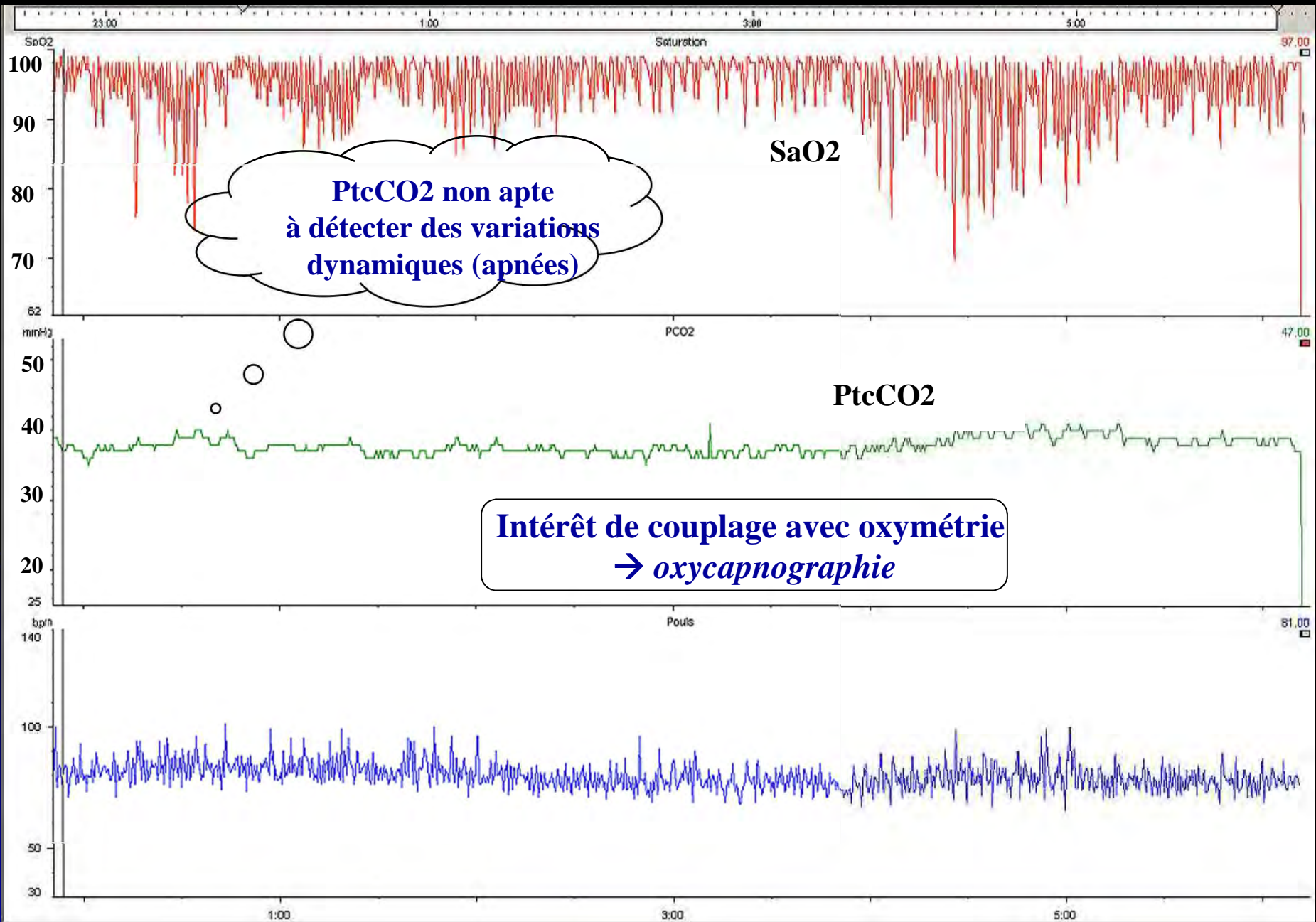






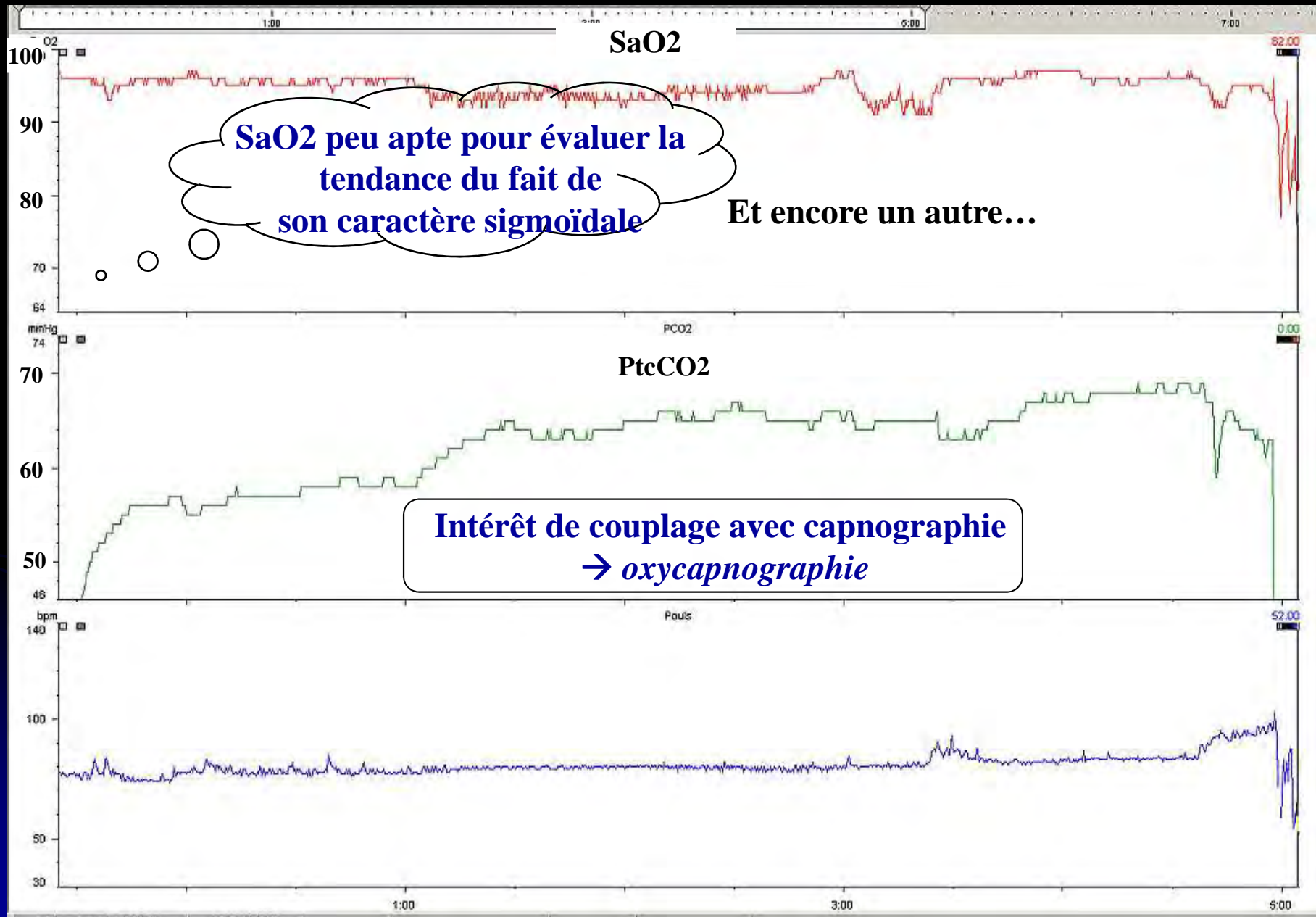
## Vous proposez

- 1) Rien d'autre. Elle est bien ventilée
- 2) Elle a une PaO<sub>2</sub> un peu basse. Faire une SaO<sub>2</sub> nocturne me semble judicieux dans ce contexte
- 3) Elle à un SAS. Faire une SaO<sub>2</sub> me semble judicieux dans ce contexte
- 4) Elle reste un peu somnolente, je fais une PSG afin d'éliminer une autre cause de somnolence



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

**Intérêt de couplage avec oxymétrie → oxycapnographie**



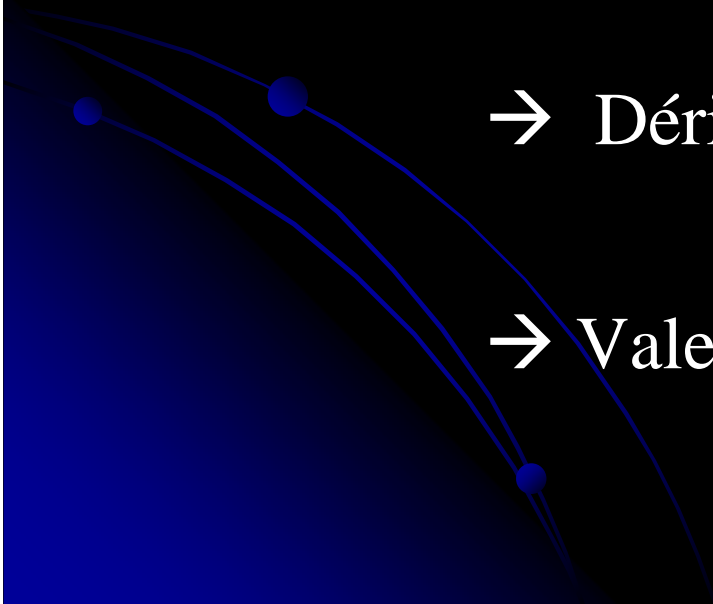
# Quelques limites de la capnographie transcutanée

→ Temps de réaction (Lagtime)

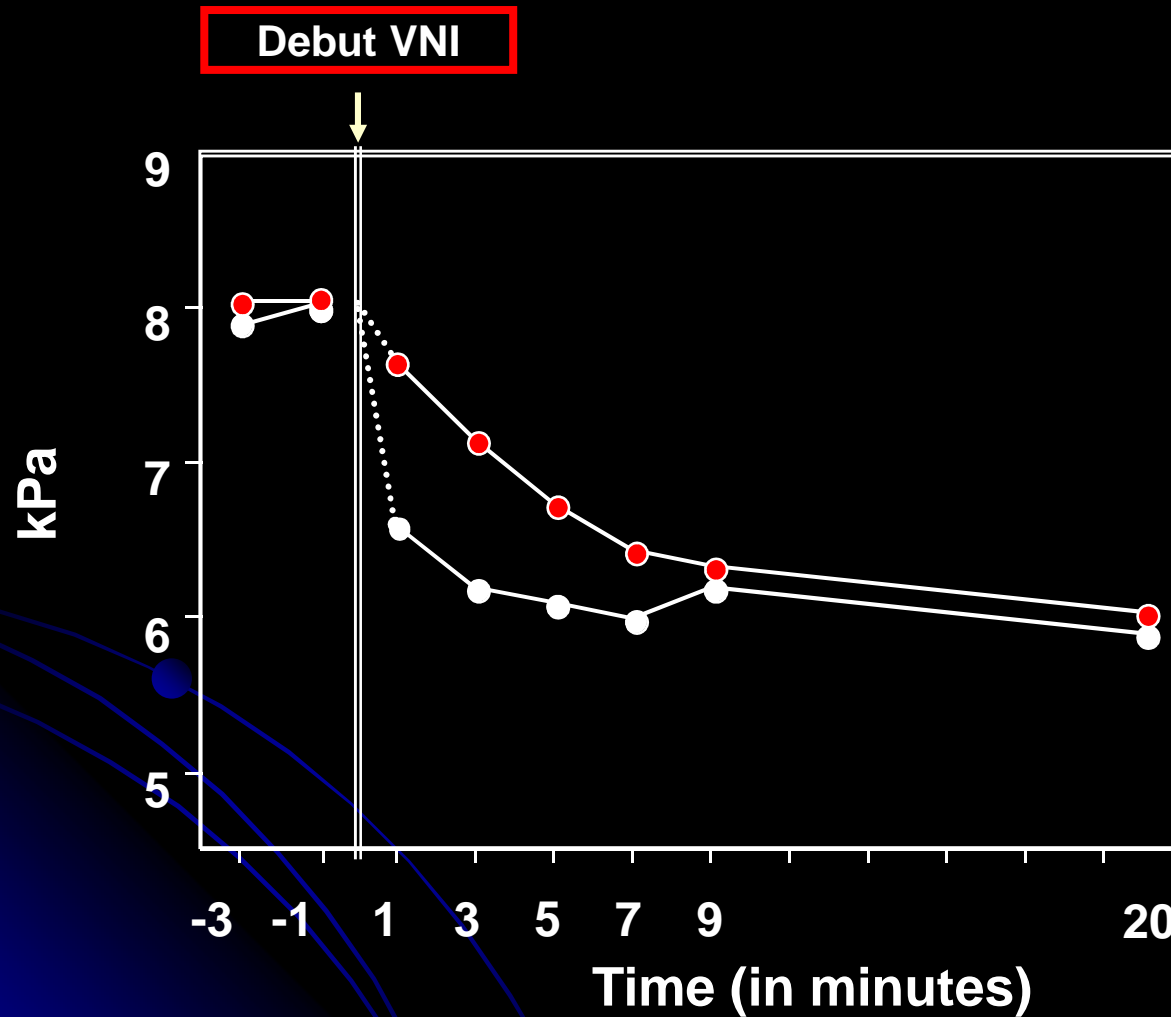
→ Delai de stabilisation

→ Dérive

→ Valeurs aberrantes

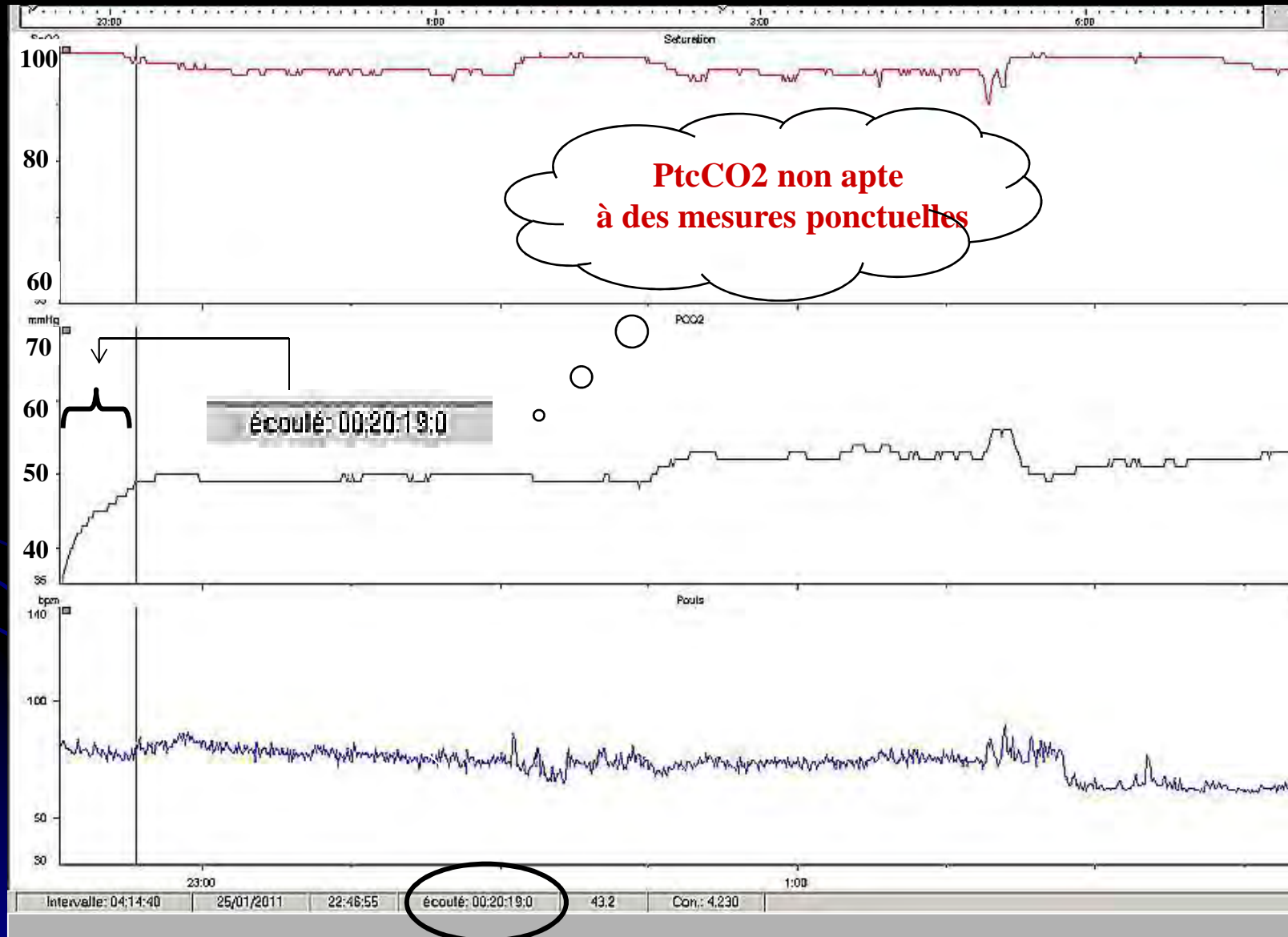


# Lagtime PtcCO<sub>2</sub> vs PaCO<sub>2</sub>

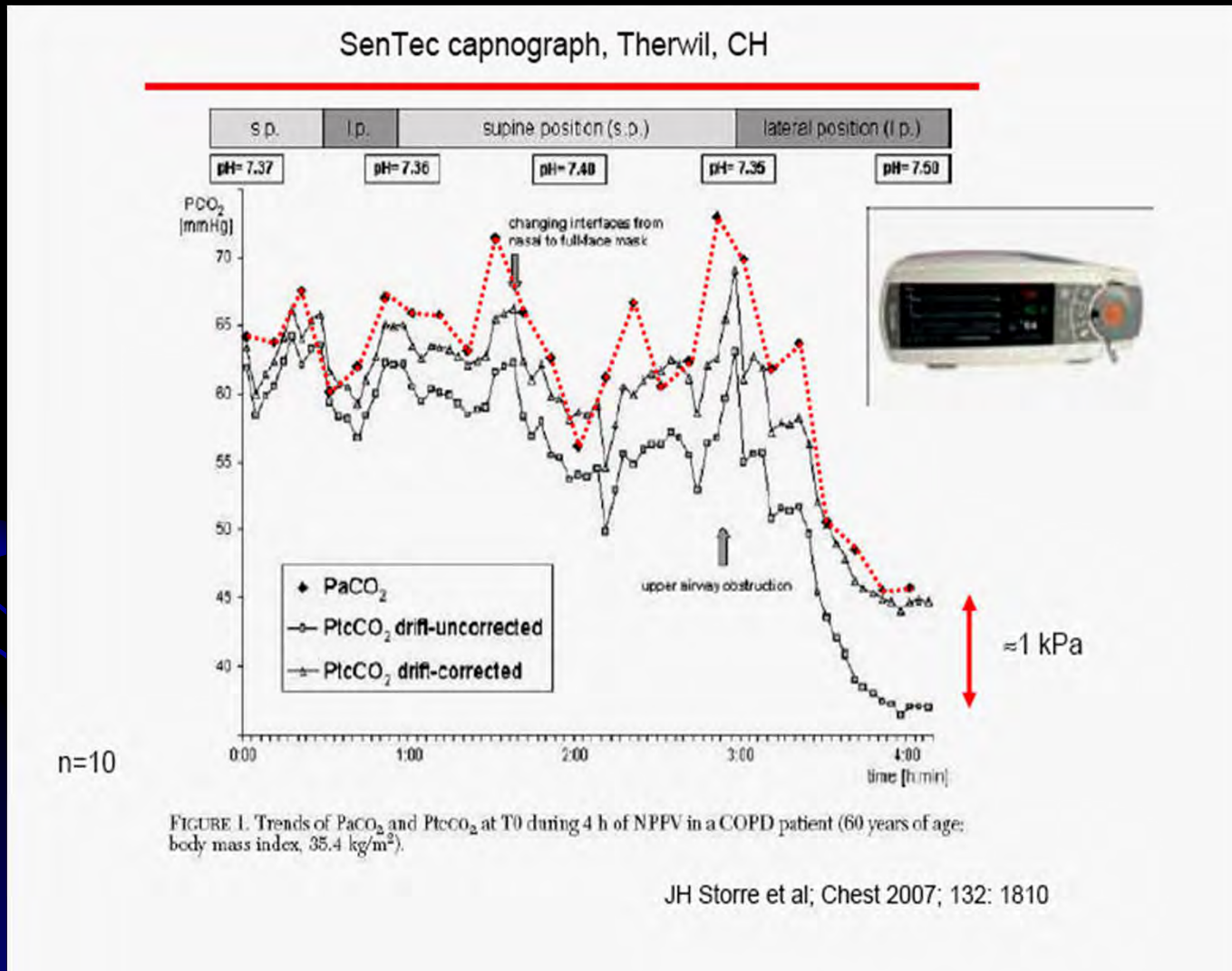


Délai de **2 à 5 minutes**  
entre les variations réelles de la PaCO<sub>2</sub> et sa manifestation au niveau de la PtcCO<sub>2</sub>

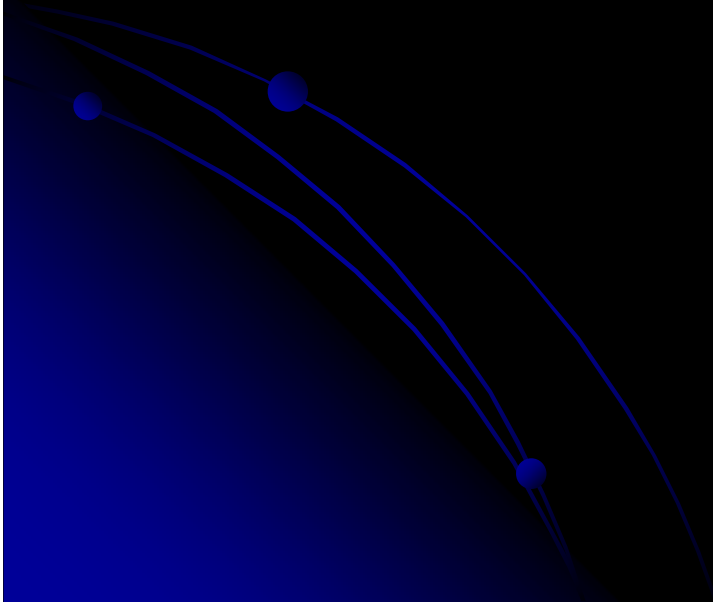
# Délai de stabilisation PtcCO2



# ...mais elle permet de suivre la tendance

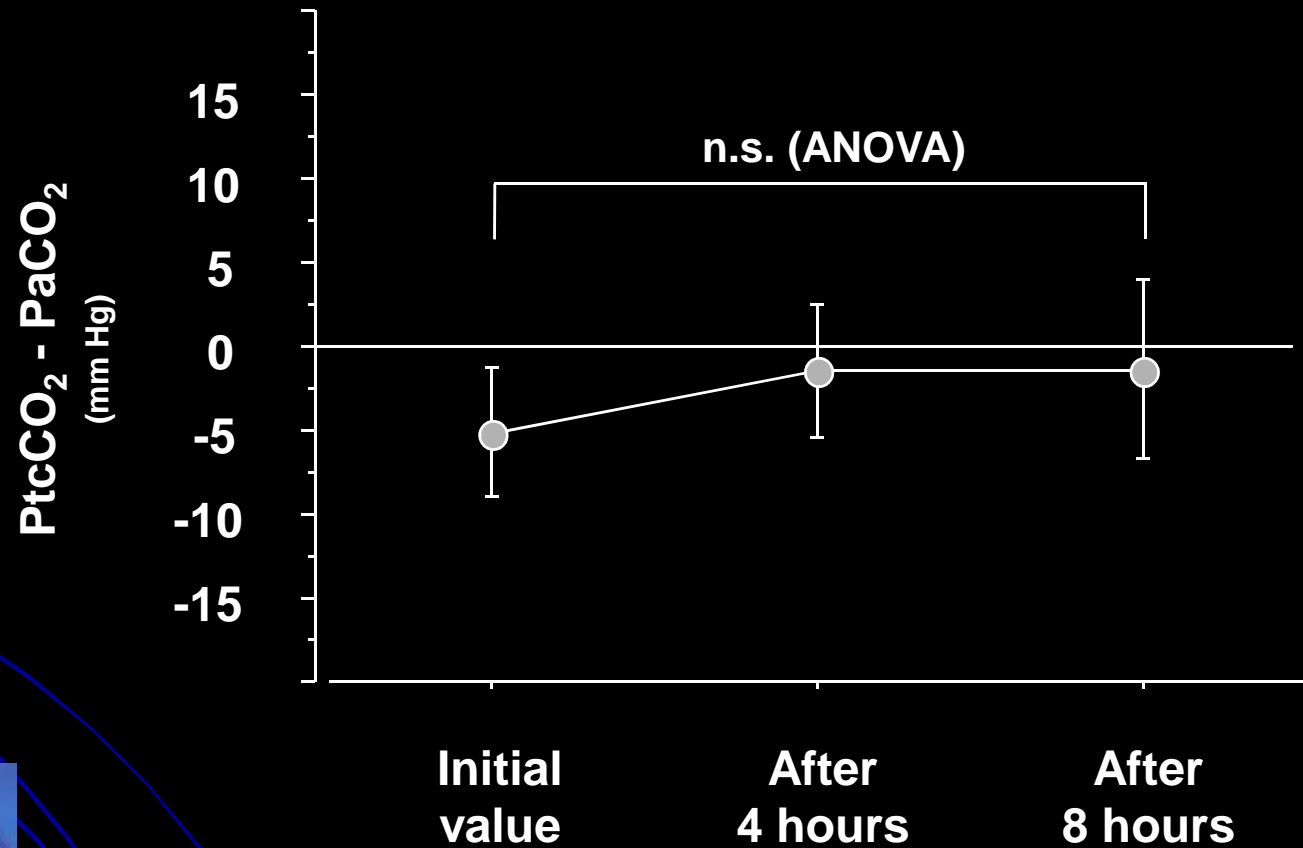


# Derive (drift)

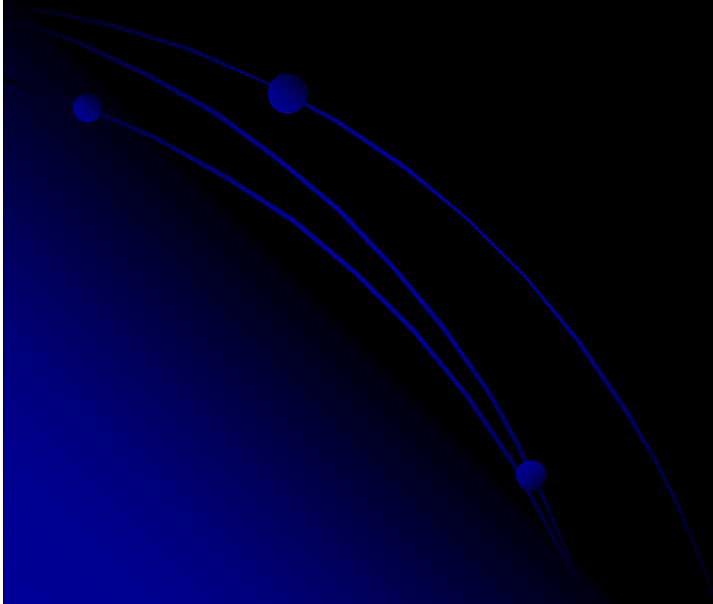




# PtcCO<sub>2</sub> vs. PaCO<sub>2</sub>: dérive sur une période de 8 heures

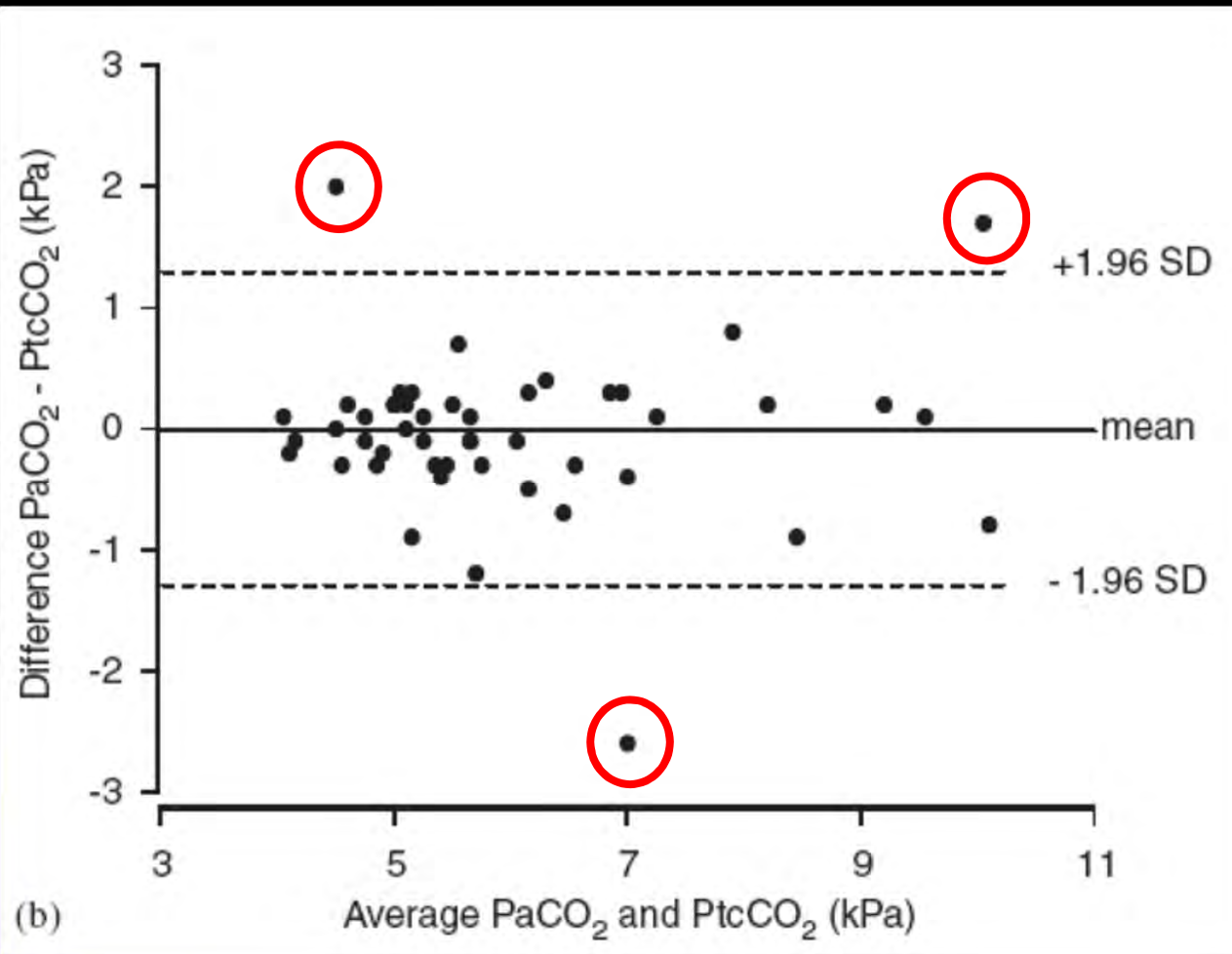


# Valeurs aberrants



# Evaluation of a transcutaneous carbon dioxide monitor (“TOSCA”) in adult patients in routine respiratory practice

S.M. Parker, G.J. Gibson\*



n=48

# Conclusions

- 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>
  - Utile en VNI pour
    - ✓ Dépistage d'une hypoventilation résiduelle sous VNI
    - ✓ Déceler le mécanisme d'une désaturation
    - ✓ Se passer des GDS?
    - ✓ Initiation d'une VNI
- Performances variables d'un appareil à l'autre

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

Both normal

One or both abnormal

tcPCO<sub>2</sub>

Normal

Abnormal

Go ahead...

**Pursue with  
same settings**

# 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)
- Ventimotion™ (Weinmann)

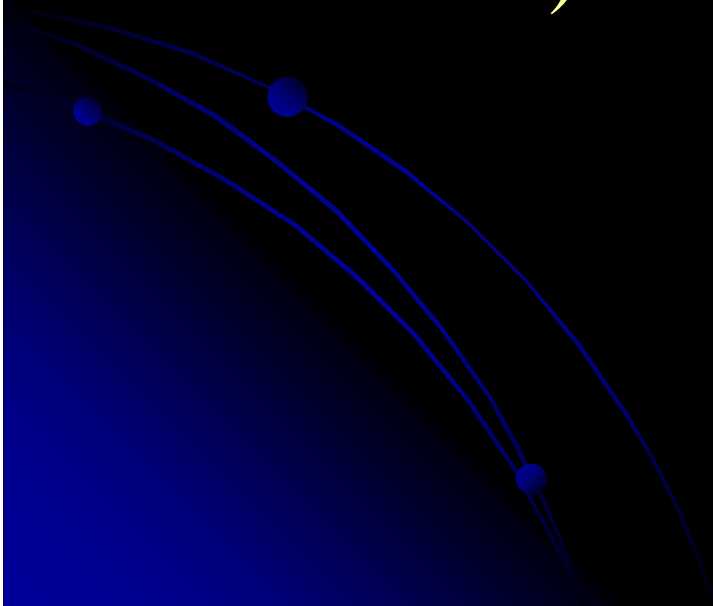
✓ *Systemes de recueil de données combinées (machine/ patient)*

- S9 et S10; Stellar, Astral, Reslink™ (Resmed)
- Synchrony™ et Trilogy™, A40 (Philips Respironics)
- VIVO 50 et 60™ (Breas)

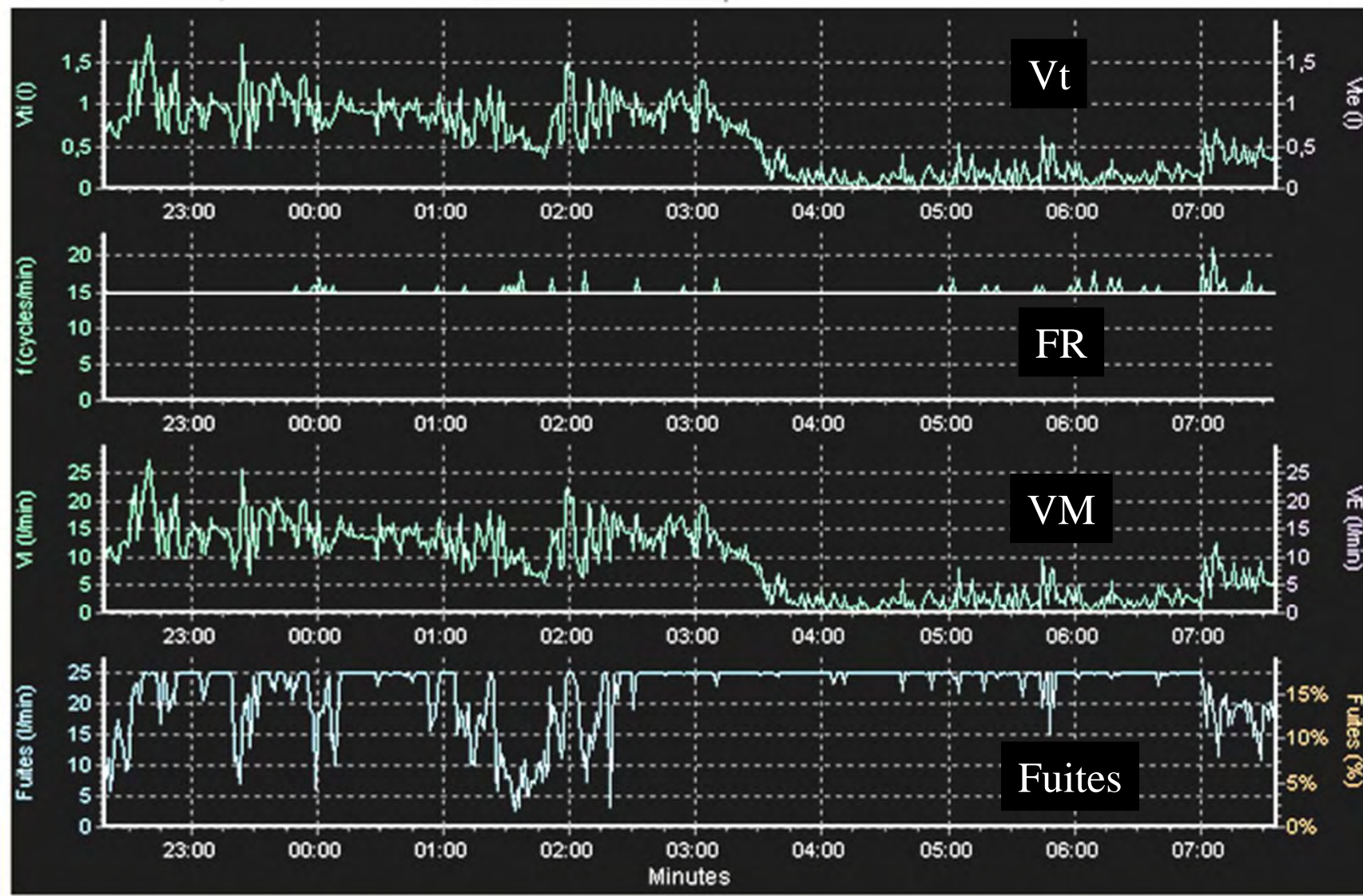


# Systemes de recueil de données machine

## 1) Données de tendance



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



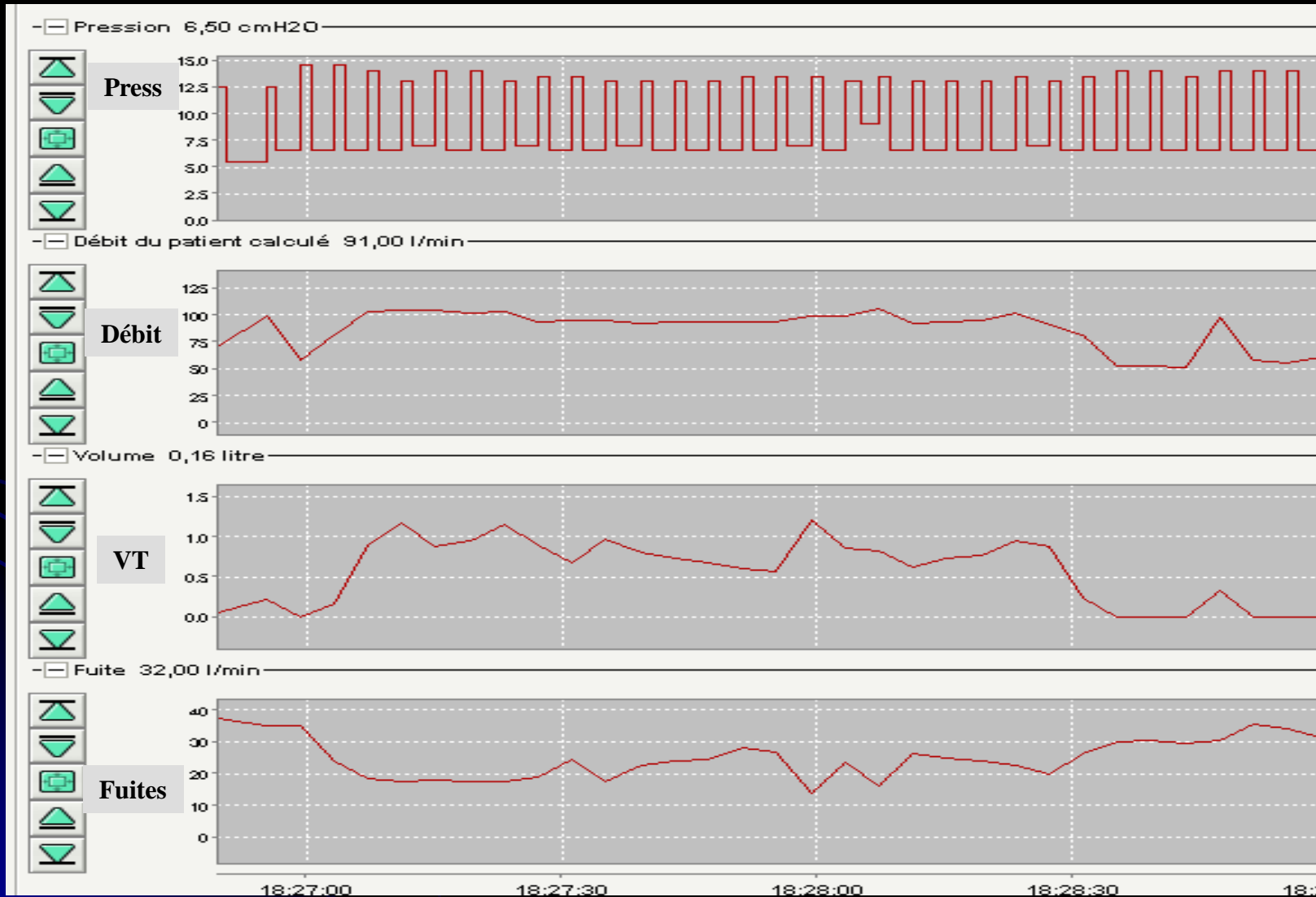
# Systemes de recueil de données machine

## 2) Données brutes



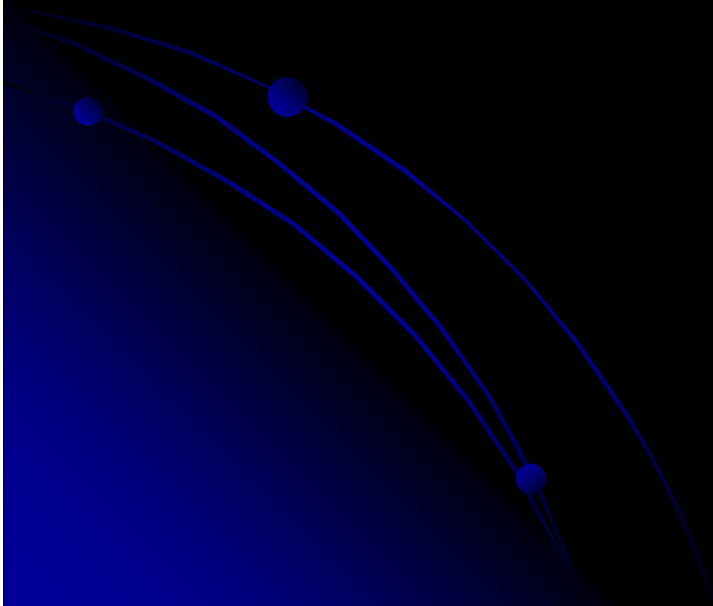
# Vivo™

avec Vivo PS™ software (Breas)



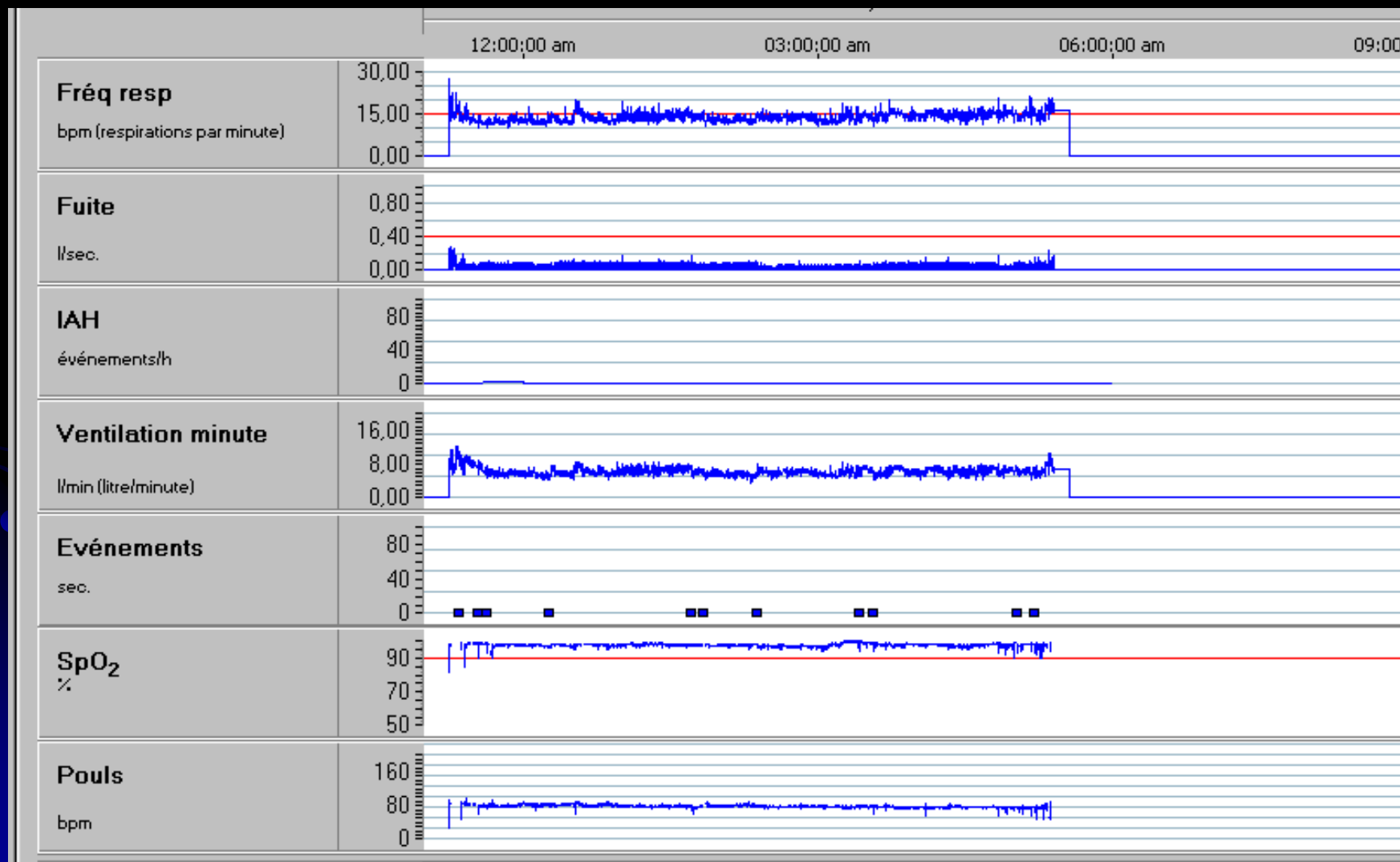
# **Systemes de recueil de données combinées**

(machine + patient)



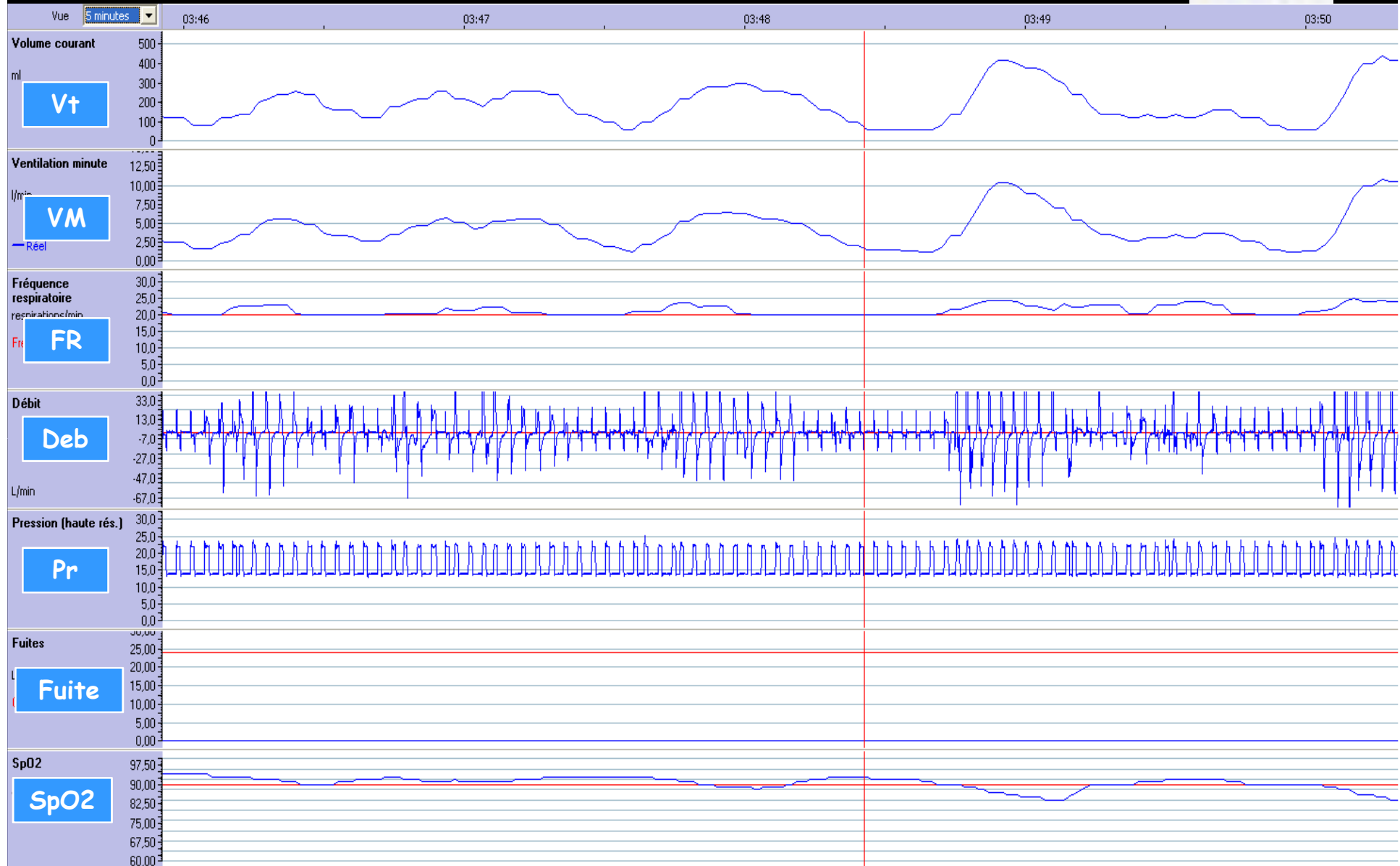
# VPAP 4 / S9 – module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)

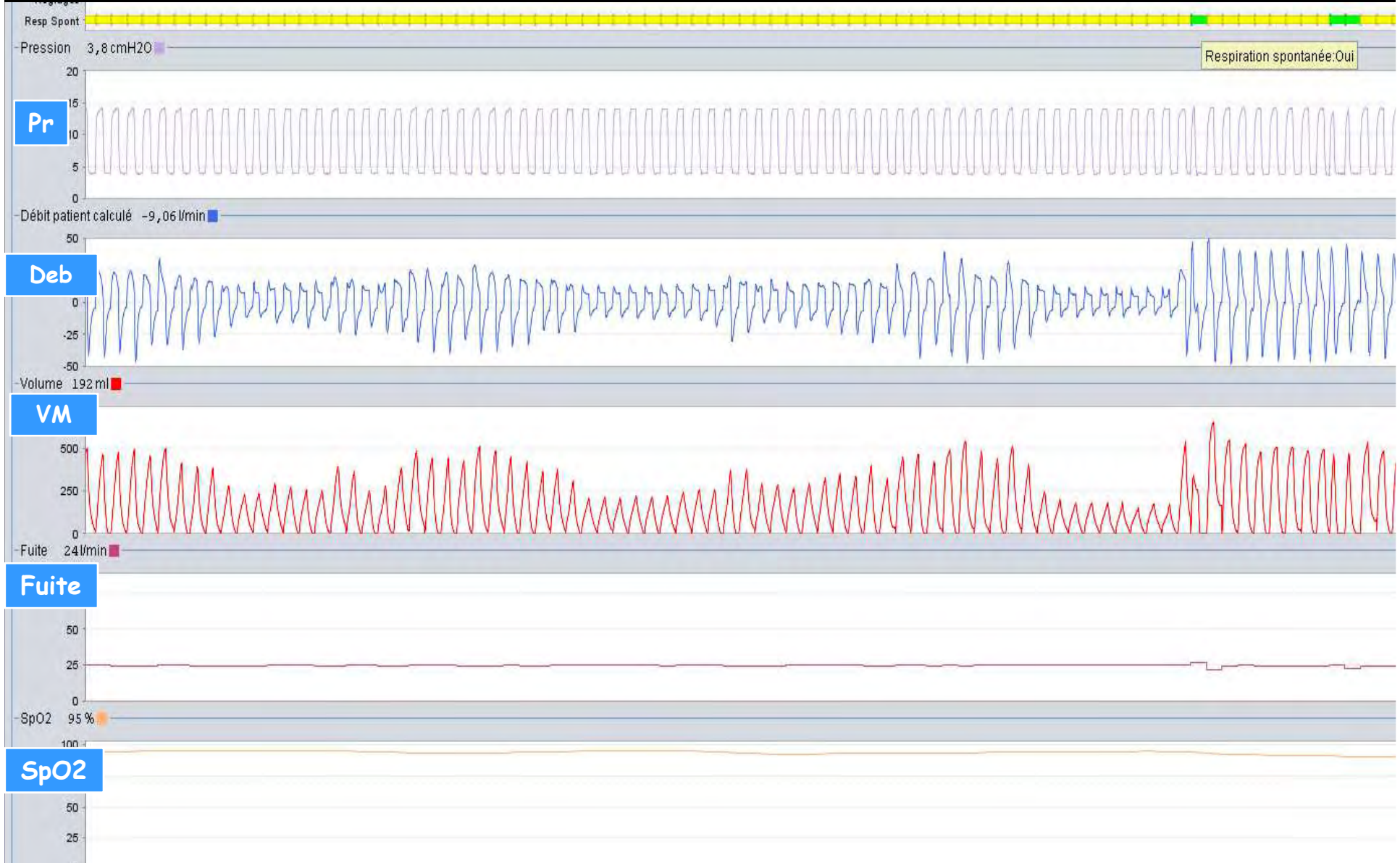


# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

## Avec software Rescan™ (Resmed)



# Vivo™ avec Vivo PS™ software (Breas)

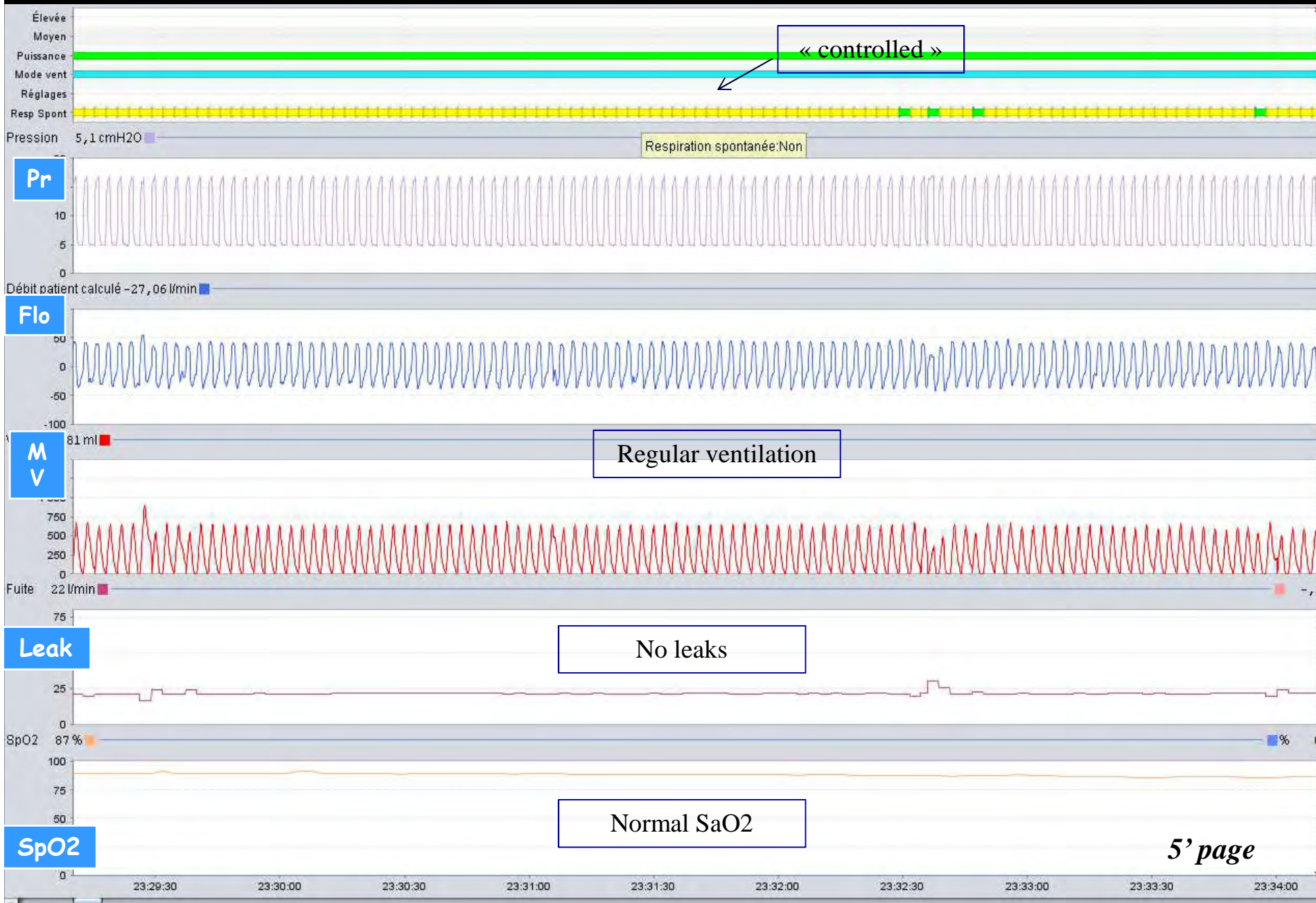


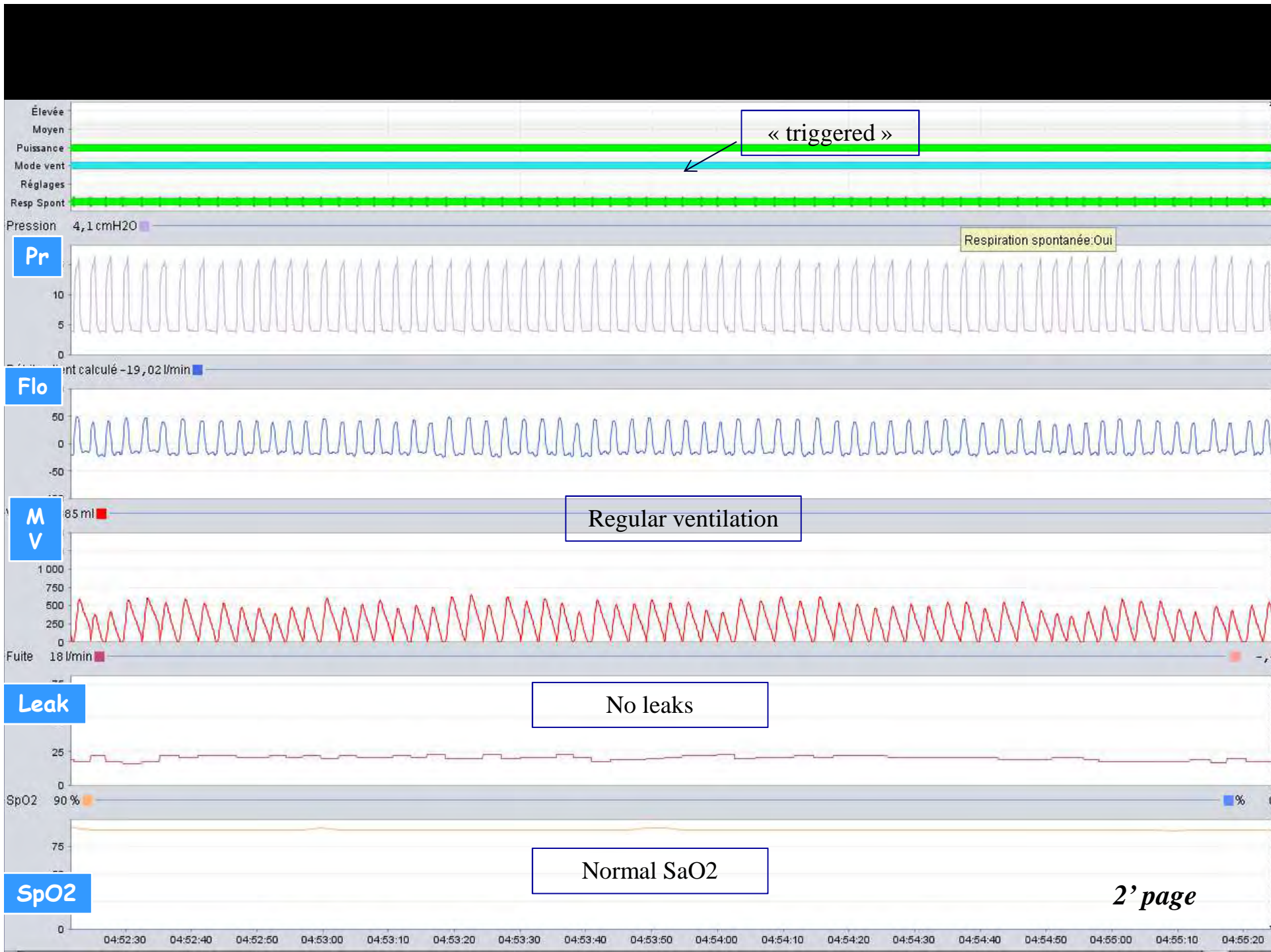


# Trilogy™

Avec software Direct View™ (Philips Respironics)

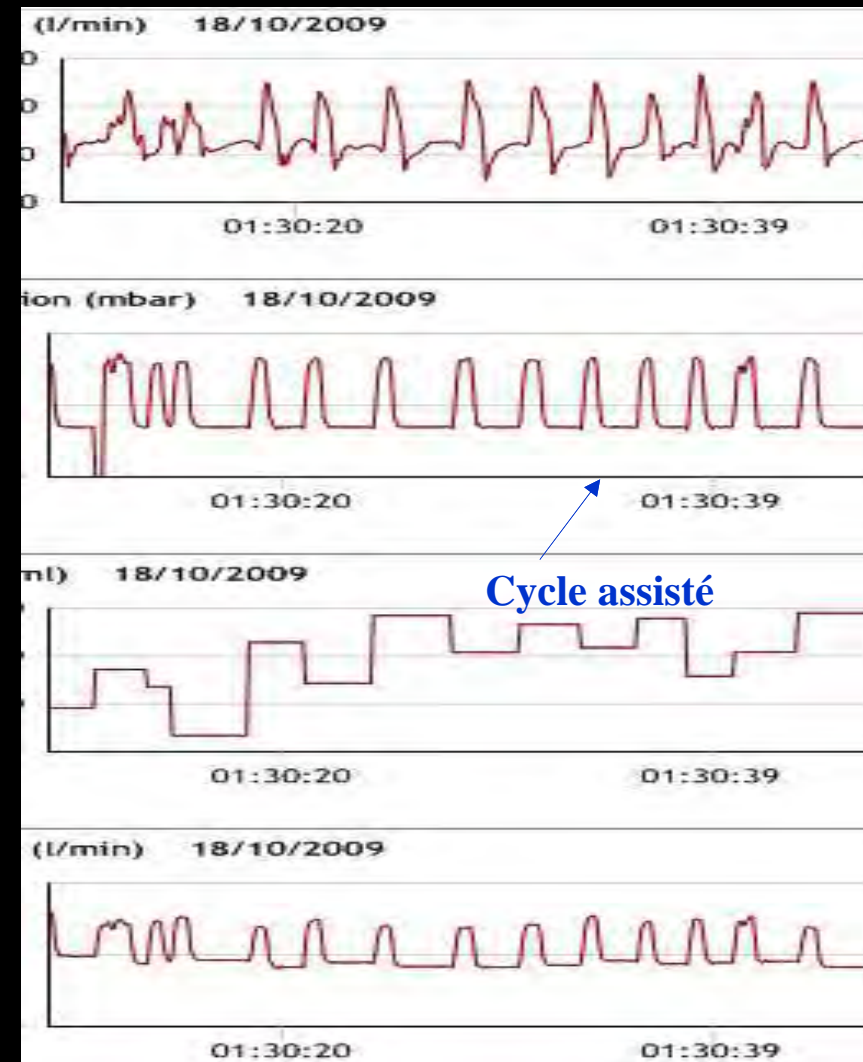
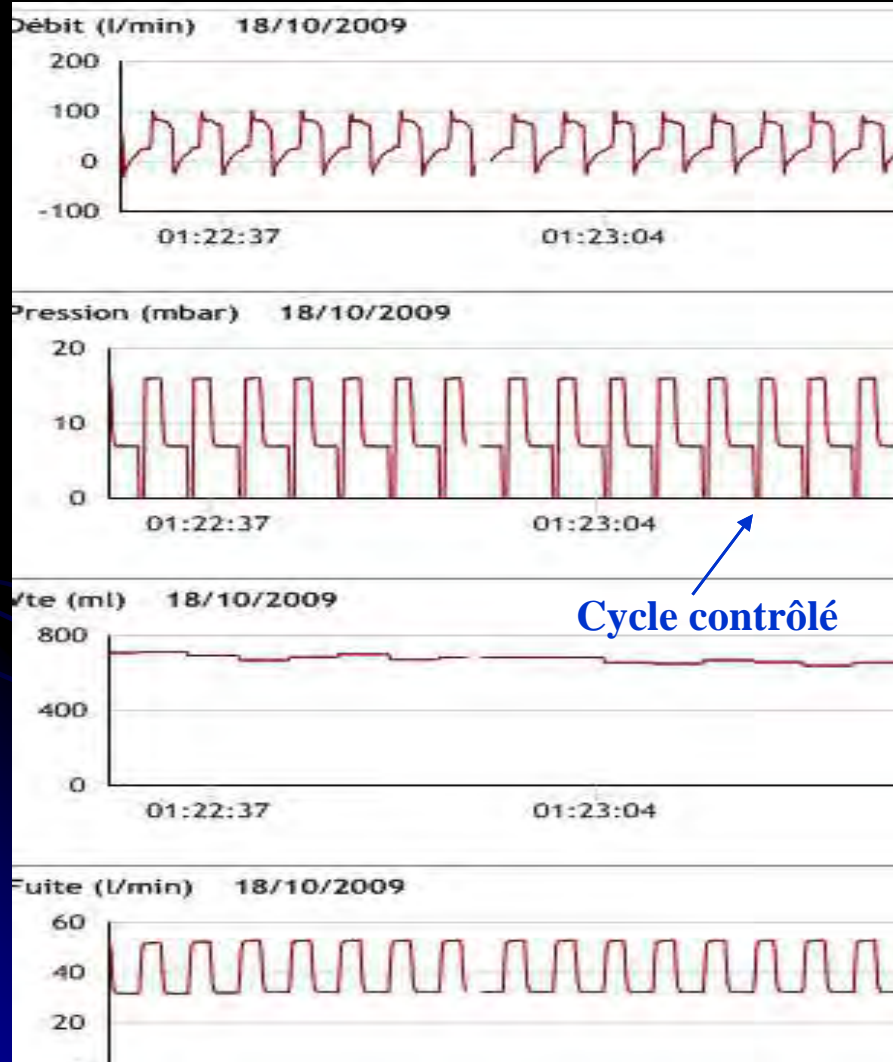






# Trilogy™

Avec software Direct View™ (Philips Respironics)



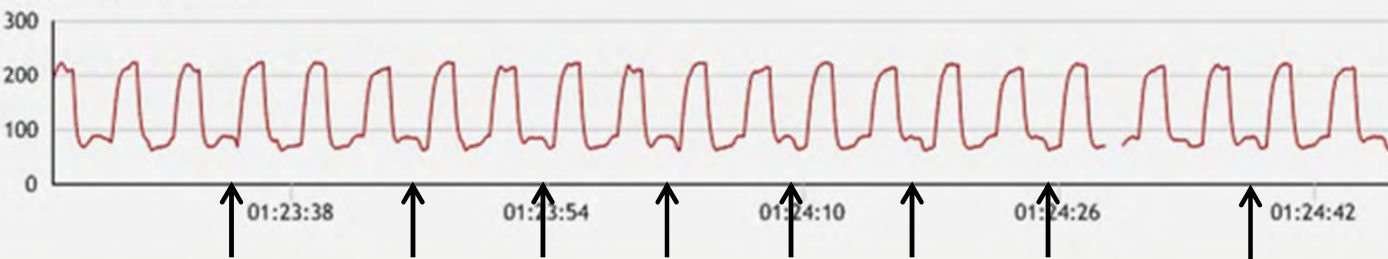
# % des cycles déclenchés



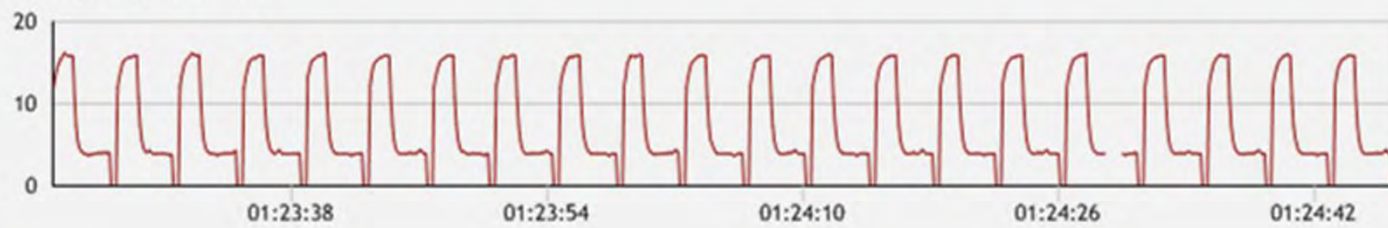
Cycles par minute (c/min) 10/04/2011



Débit (l/min) 10/04/2011



Pression (mbar) 10/04/2011



Vte (ml) 10/04/2011



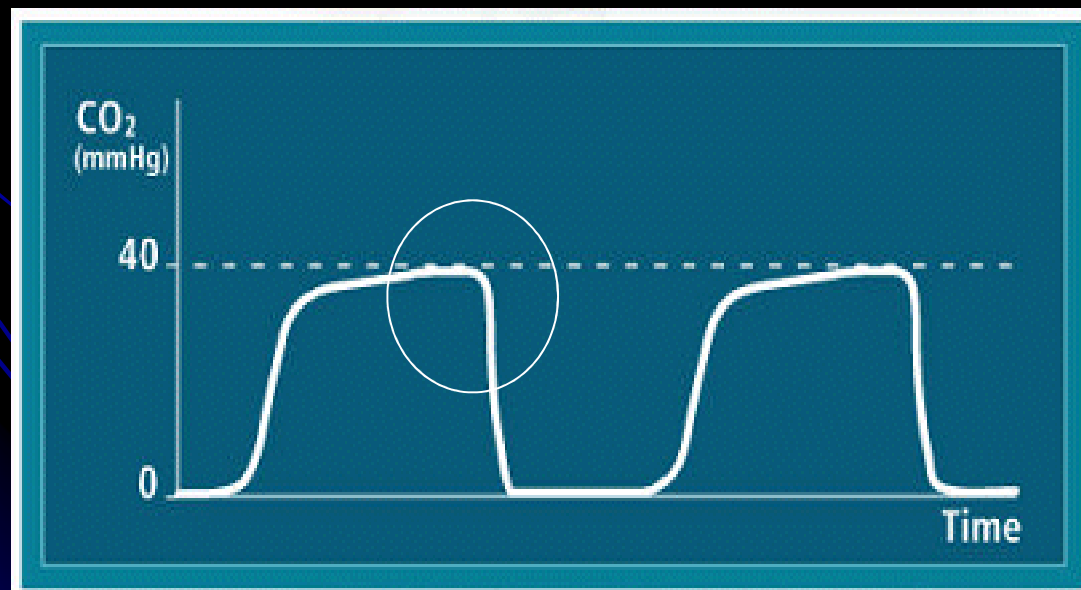
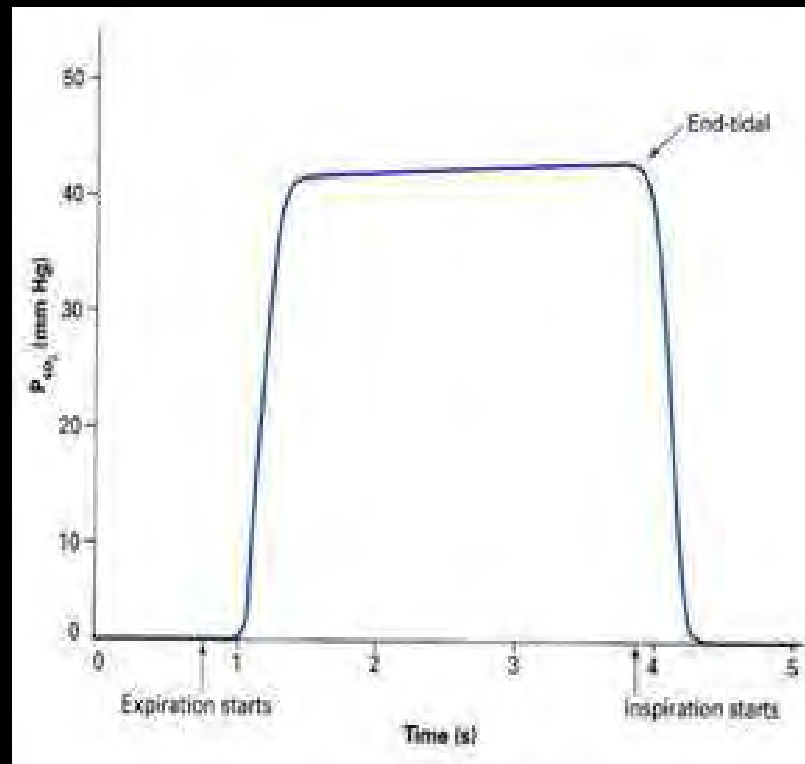
Fuite (l/min) 10/04/2011



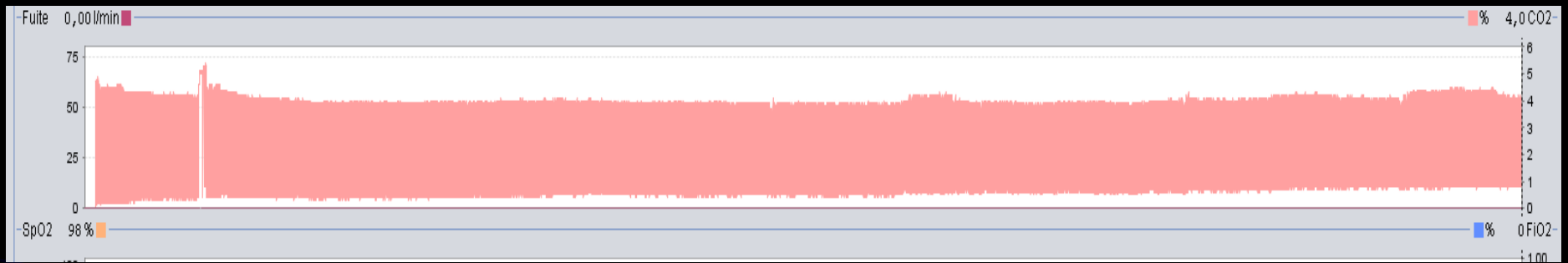


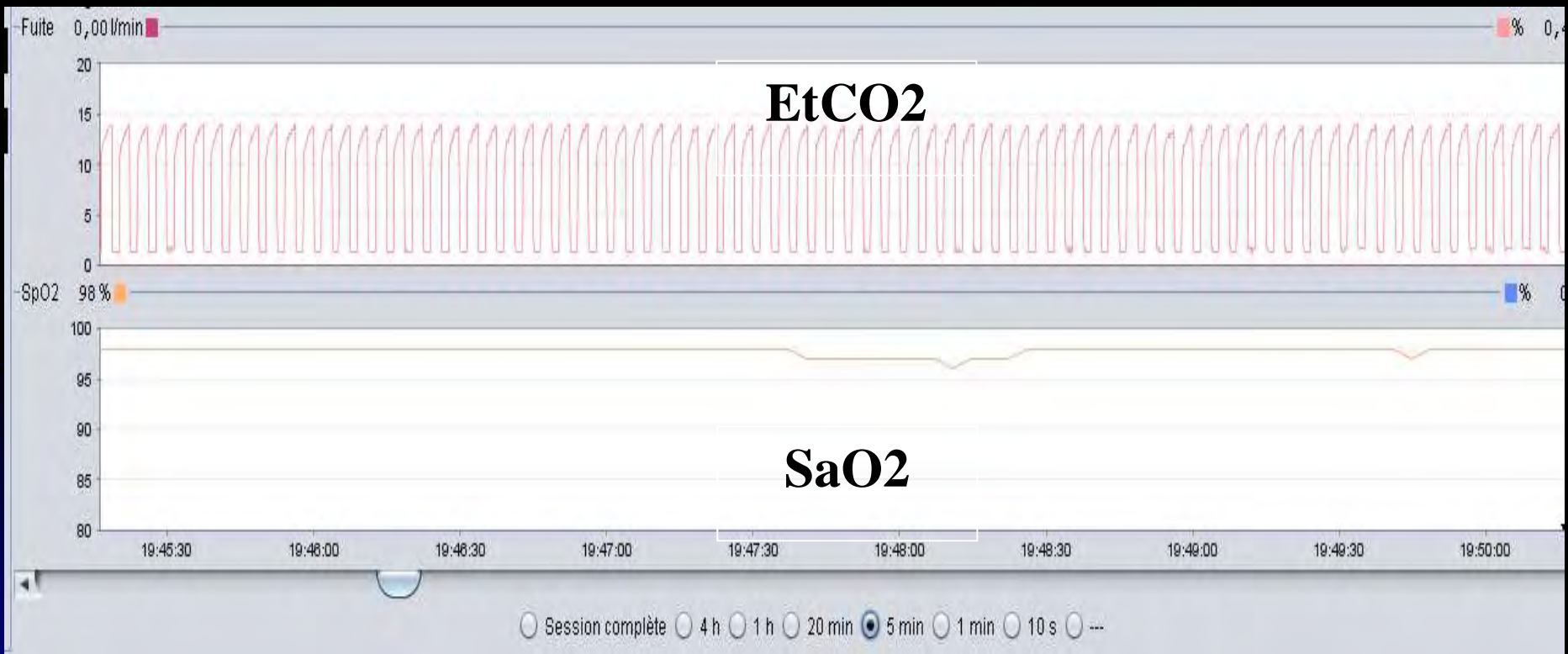






# EtCO2 trend





# 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="90"/>	% 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 « vraie vie » pour

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



*En somme,*

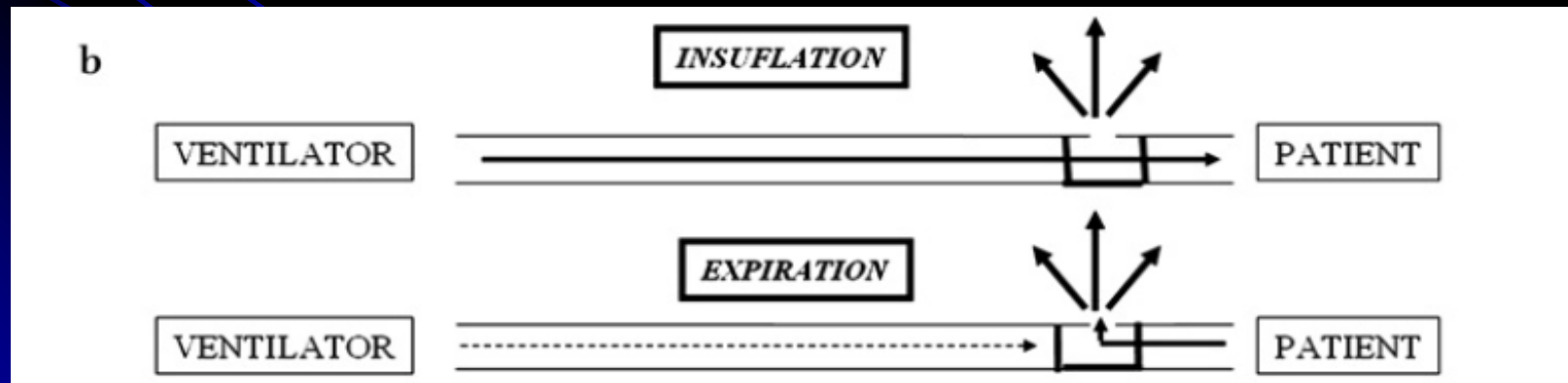
*Nous permettent-ils évaluer la qualité de la VNI et de se passer (au moins dans quelques cas..) de la PG/PSG?*

# Fuites

○ Intentionnelles



○ Non intentionnelles



# La fuite intentionnelle

Est-il important de connaître son niveau

et de la soustraire du calcul?





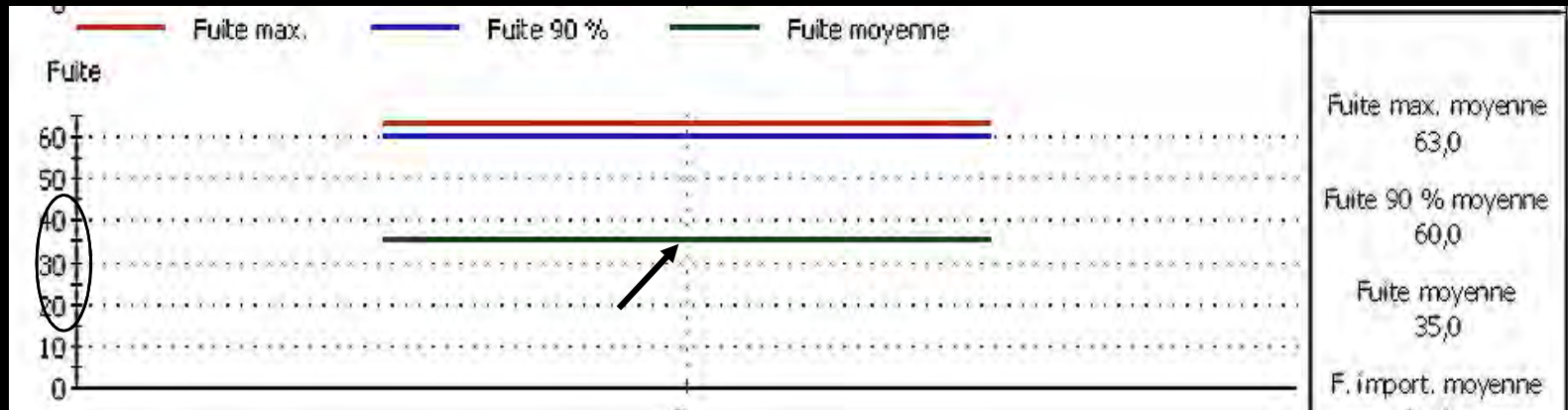
Monitoring Ventilator	Software	Leaks
Monnal T30™	Bora Soft V.6™	Average leak <sup>1</sup>
Synchrony™	Encore Pro 2™	Average leak <sup>1</sup>
Trilogy™	Direct View™	Average leak <sup>1</sup>
Ventimotion™	Ventisupport™	Average leak <sup>1</sup>
Vivo 40™	Vivo PS Software 3™	Average leak at expiratory pressure (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>

<b>Types de masque</b>	<b>Débit de fuite</b>	<b>Pression à 10 cm H2O</b>
	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)

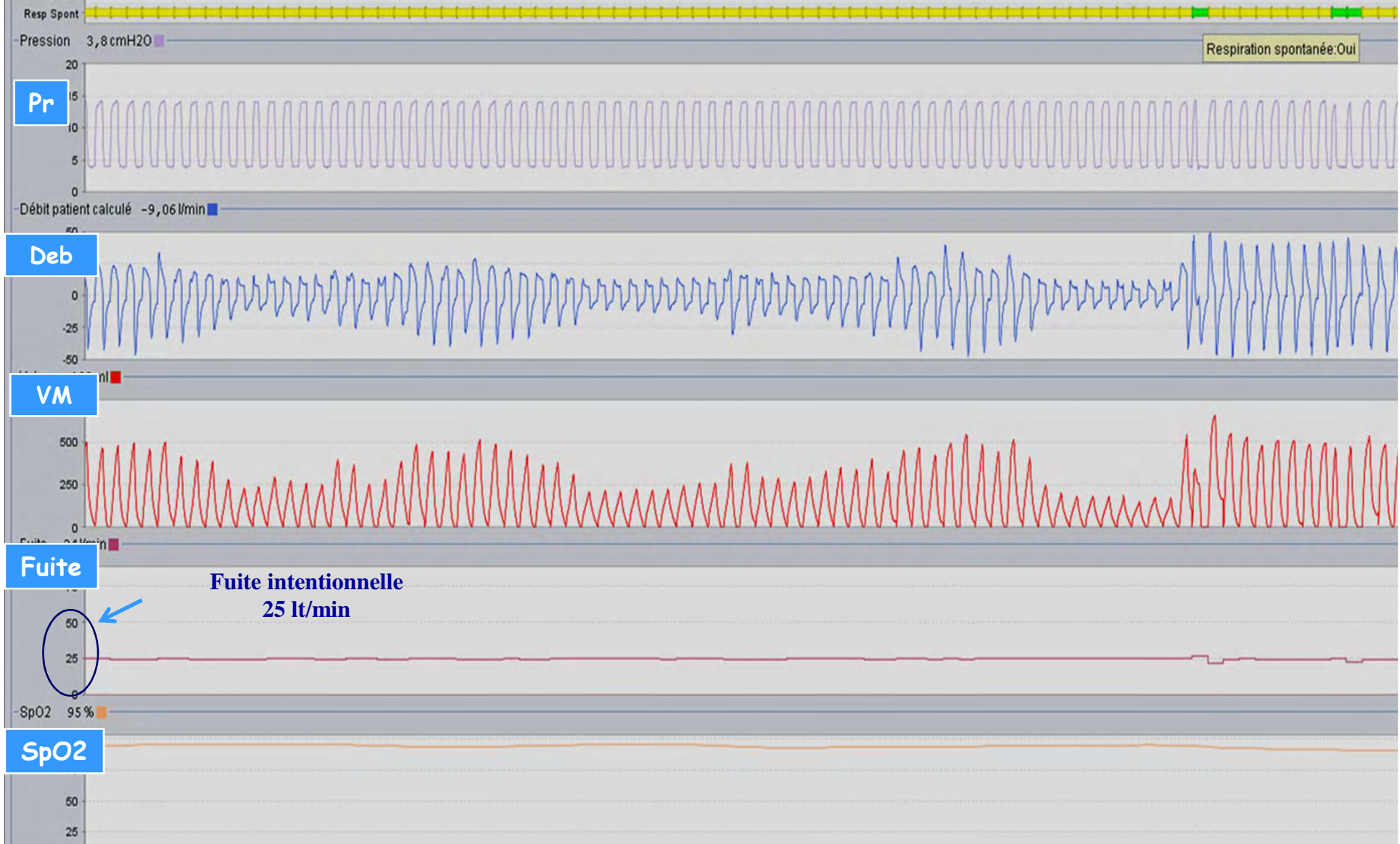
# PPC



# VNI...

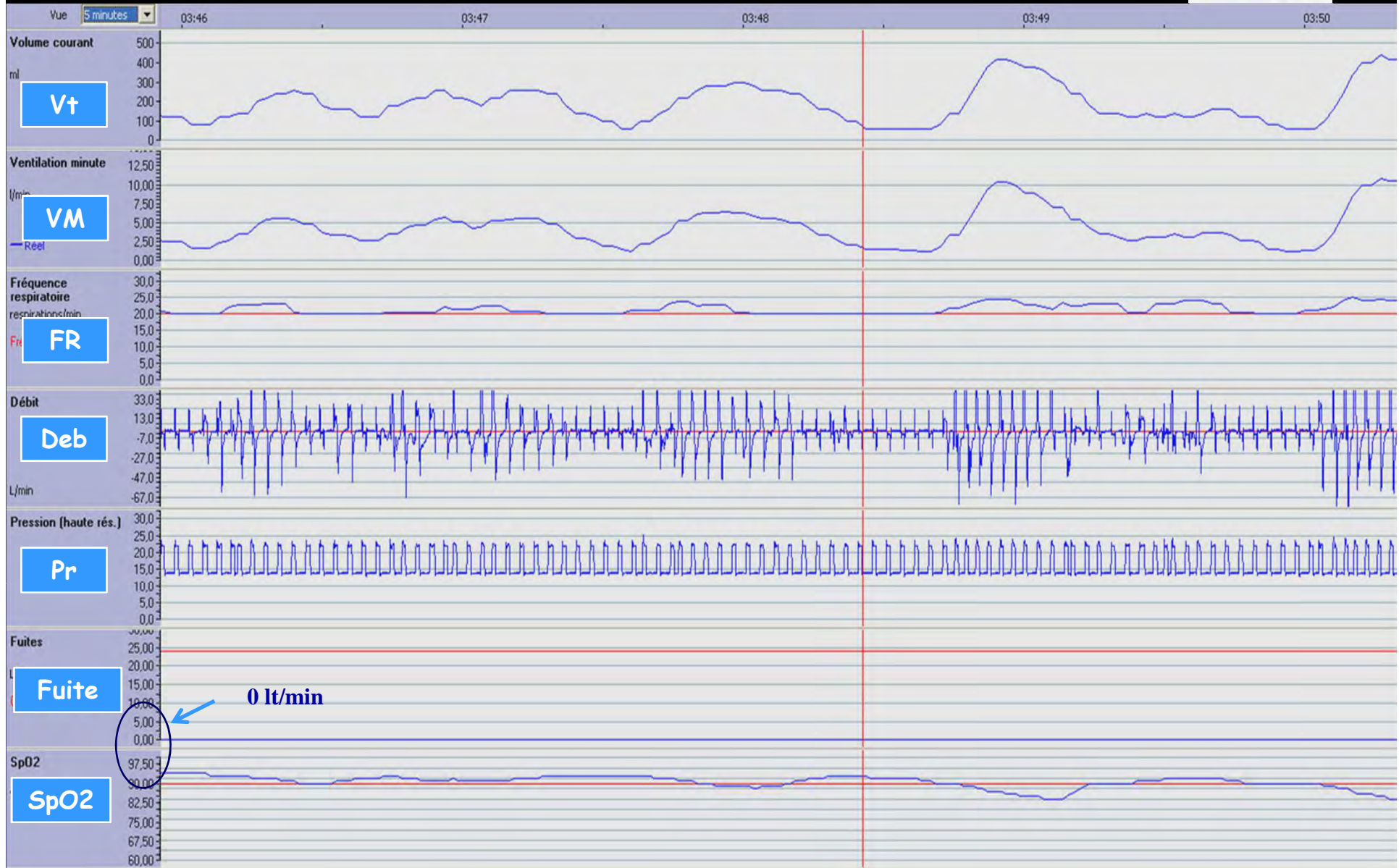


# Vivo™ avec Vivo PS™ software (Breas)

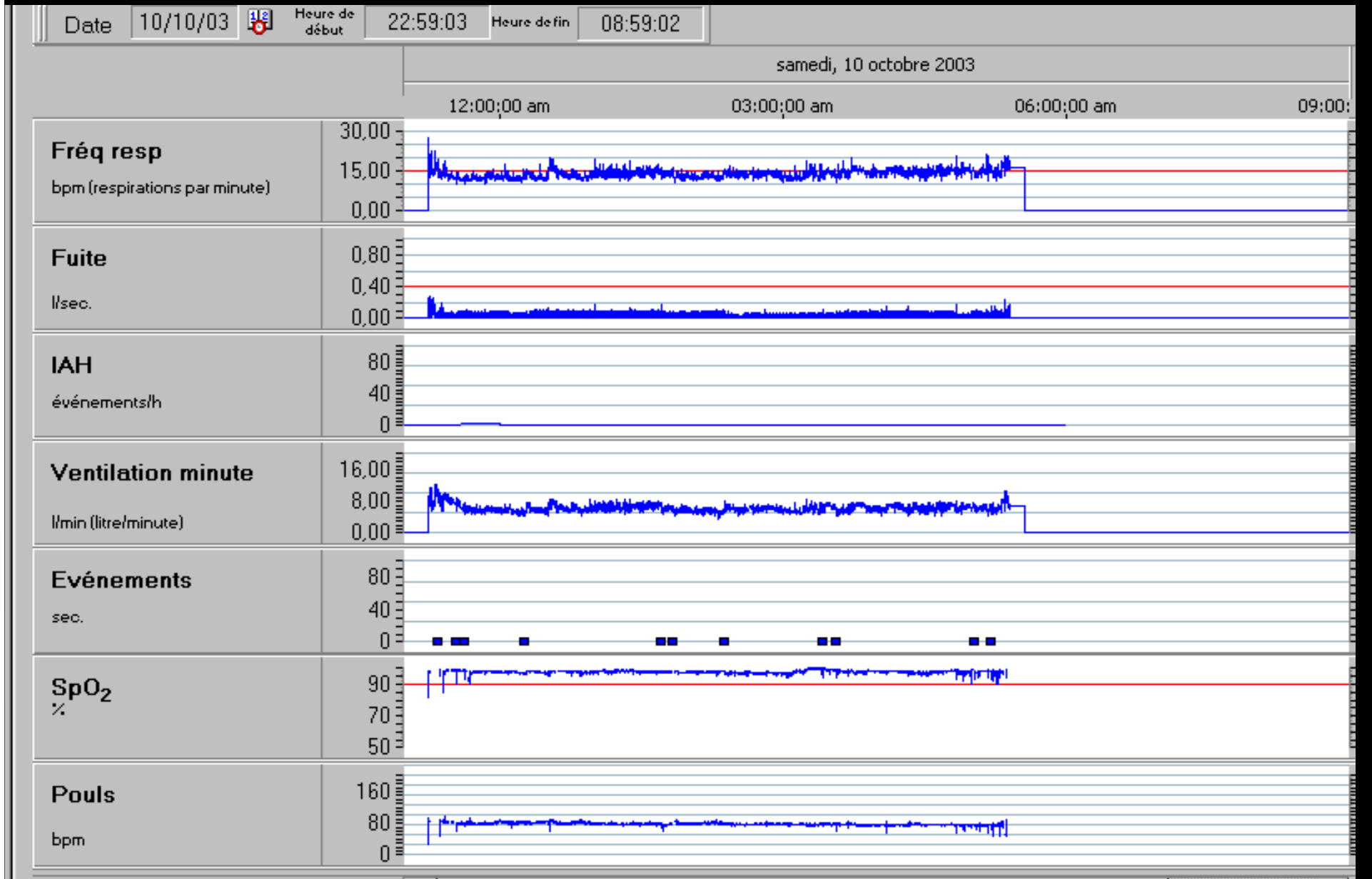


# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

## Avec software Rescan™ (Resmed)



# Ventilation efficace



# Fuites « épisodiques »...

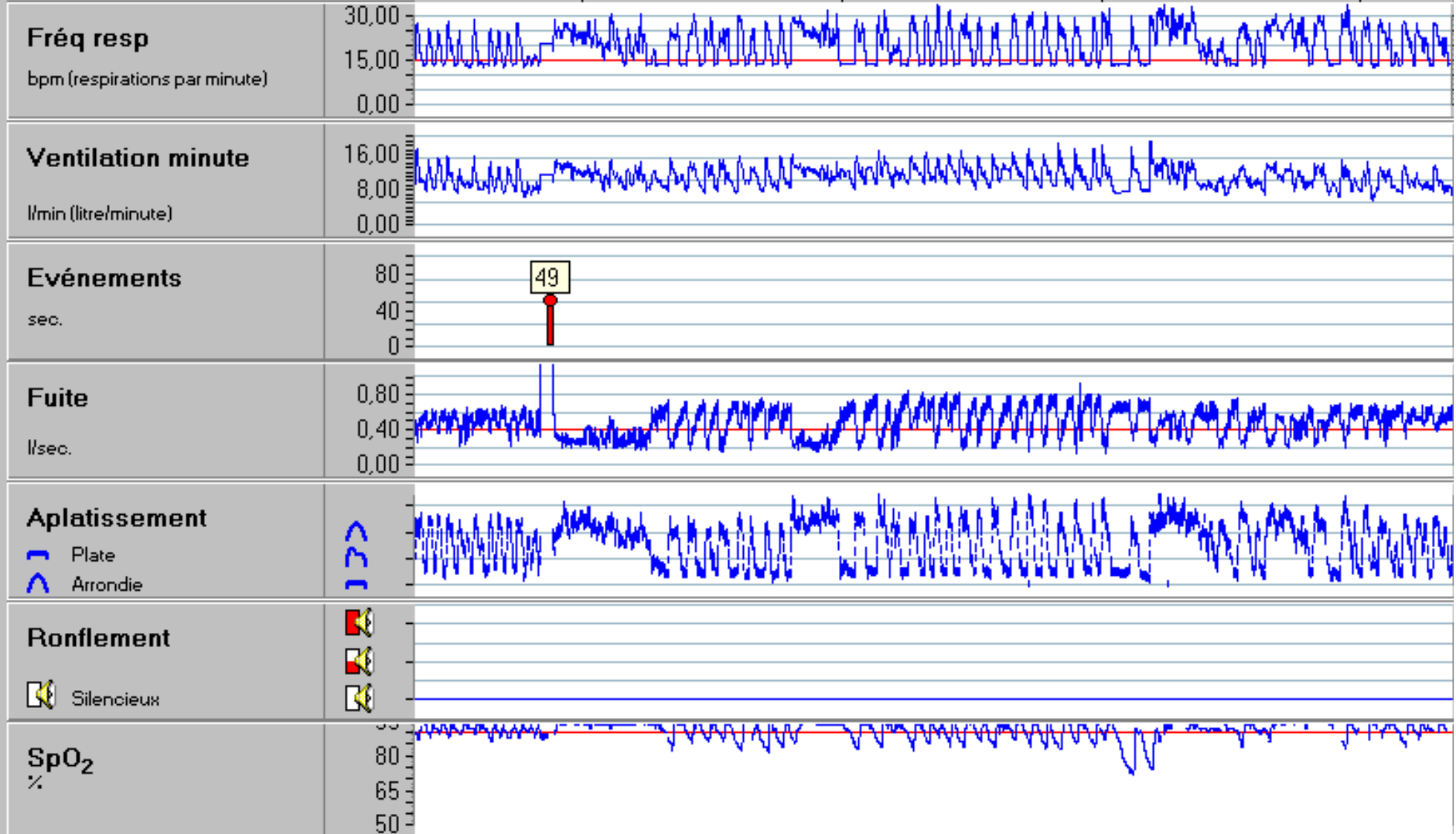
mardi, 15 septembre 2003

01:30:00 am

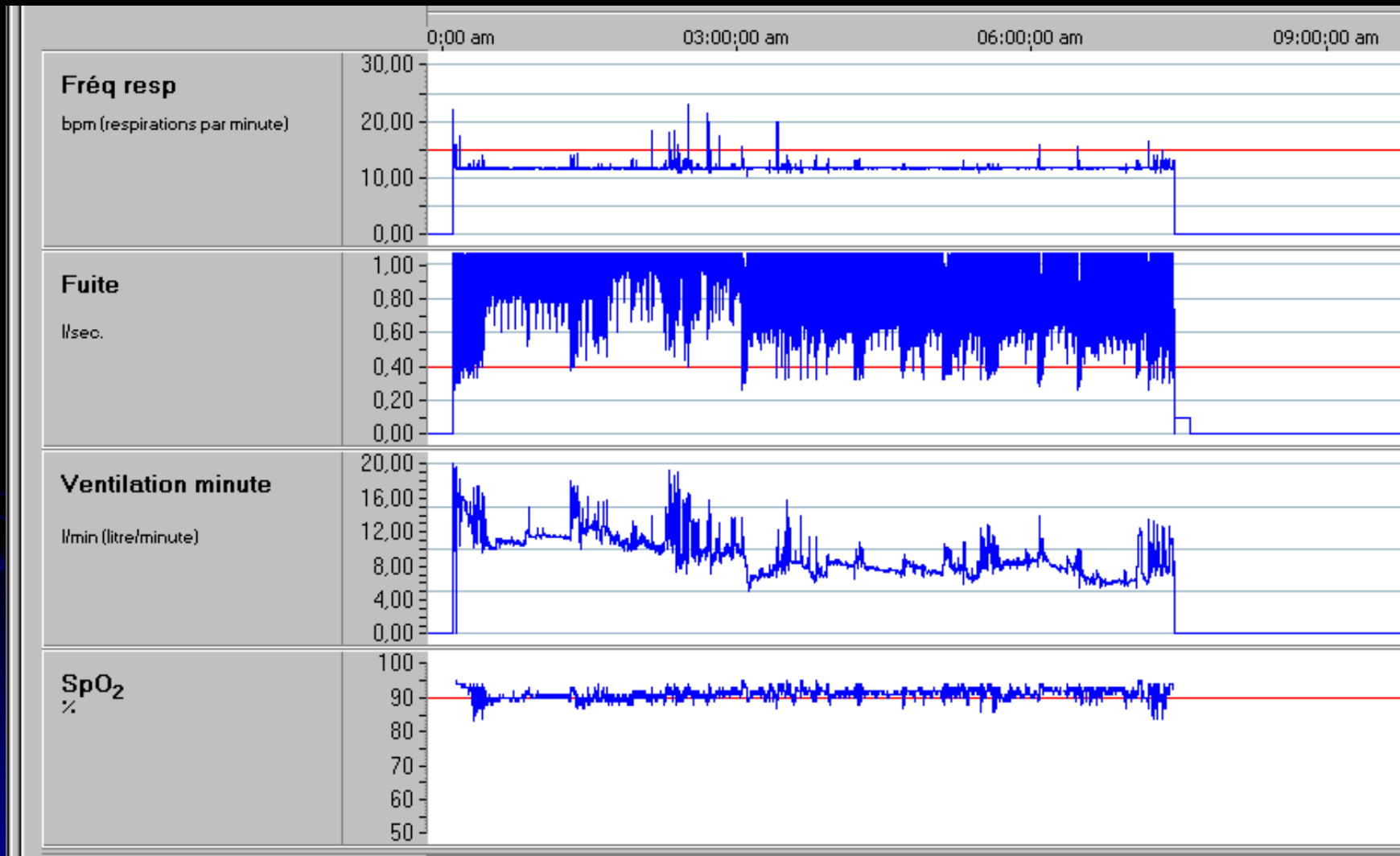
02:00:00 am

02:30:00 am

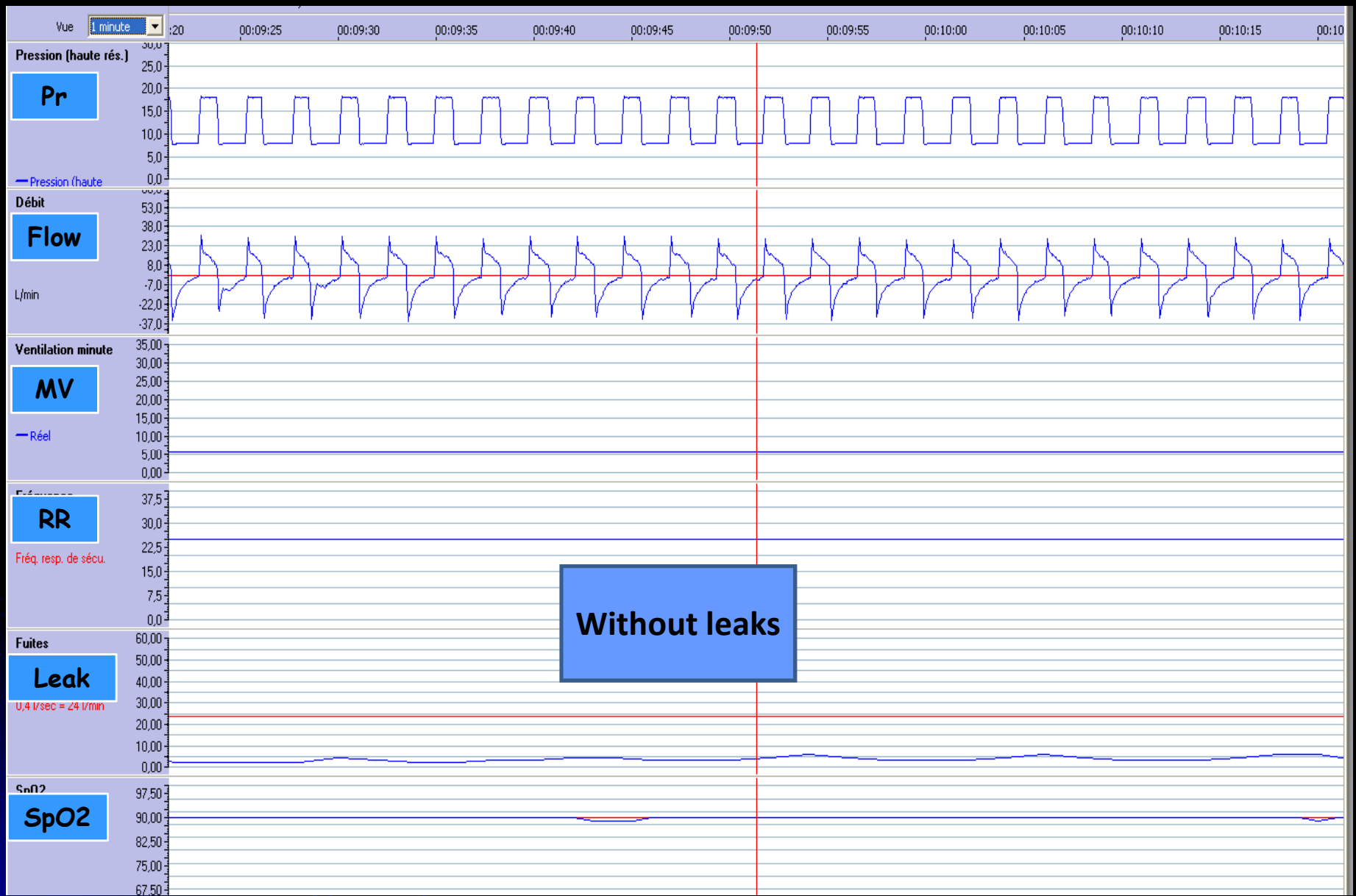
03:00:00 am



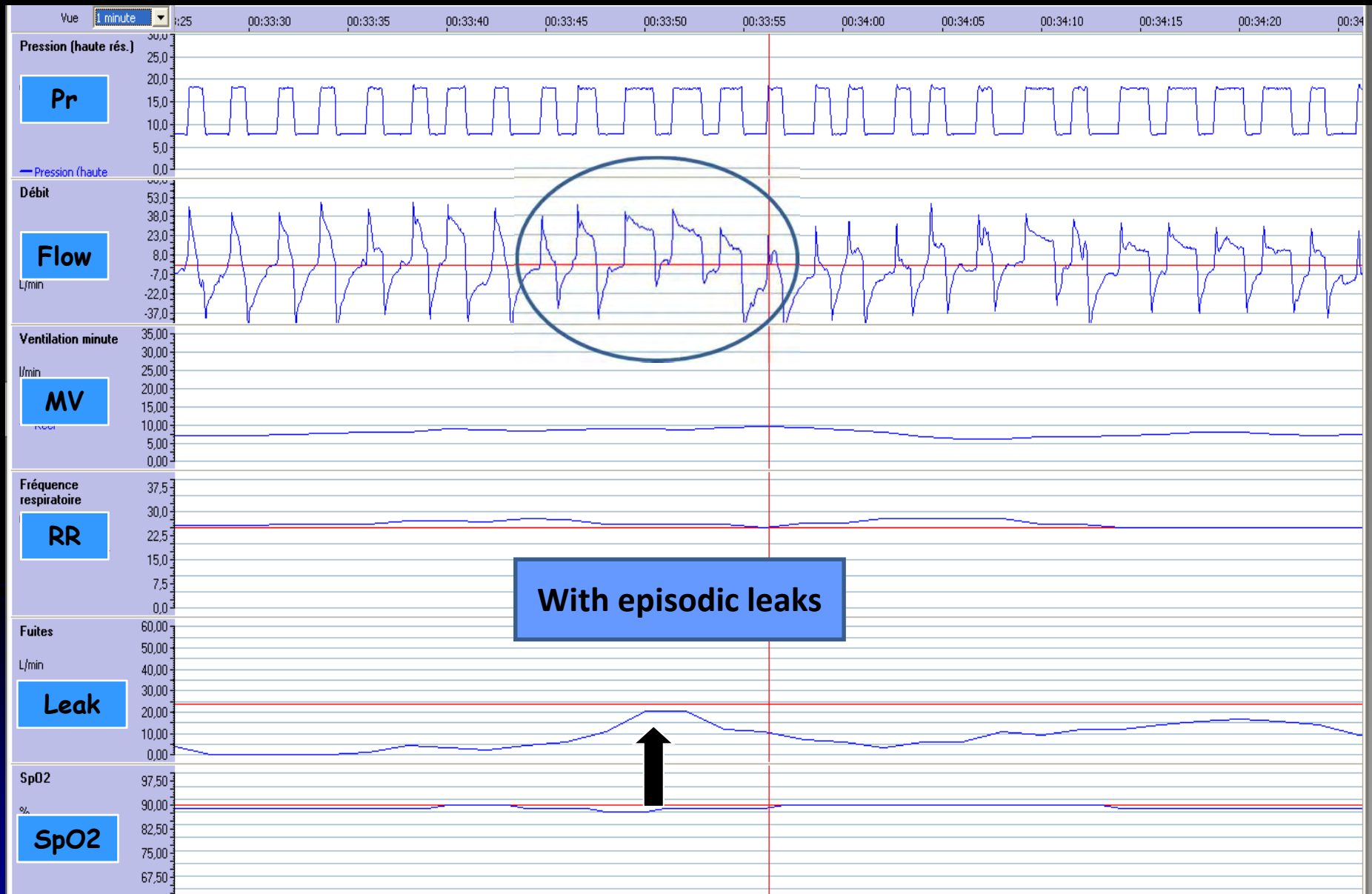
# Fuites permanentes



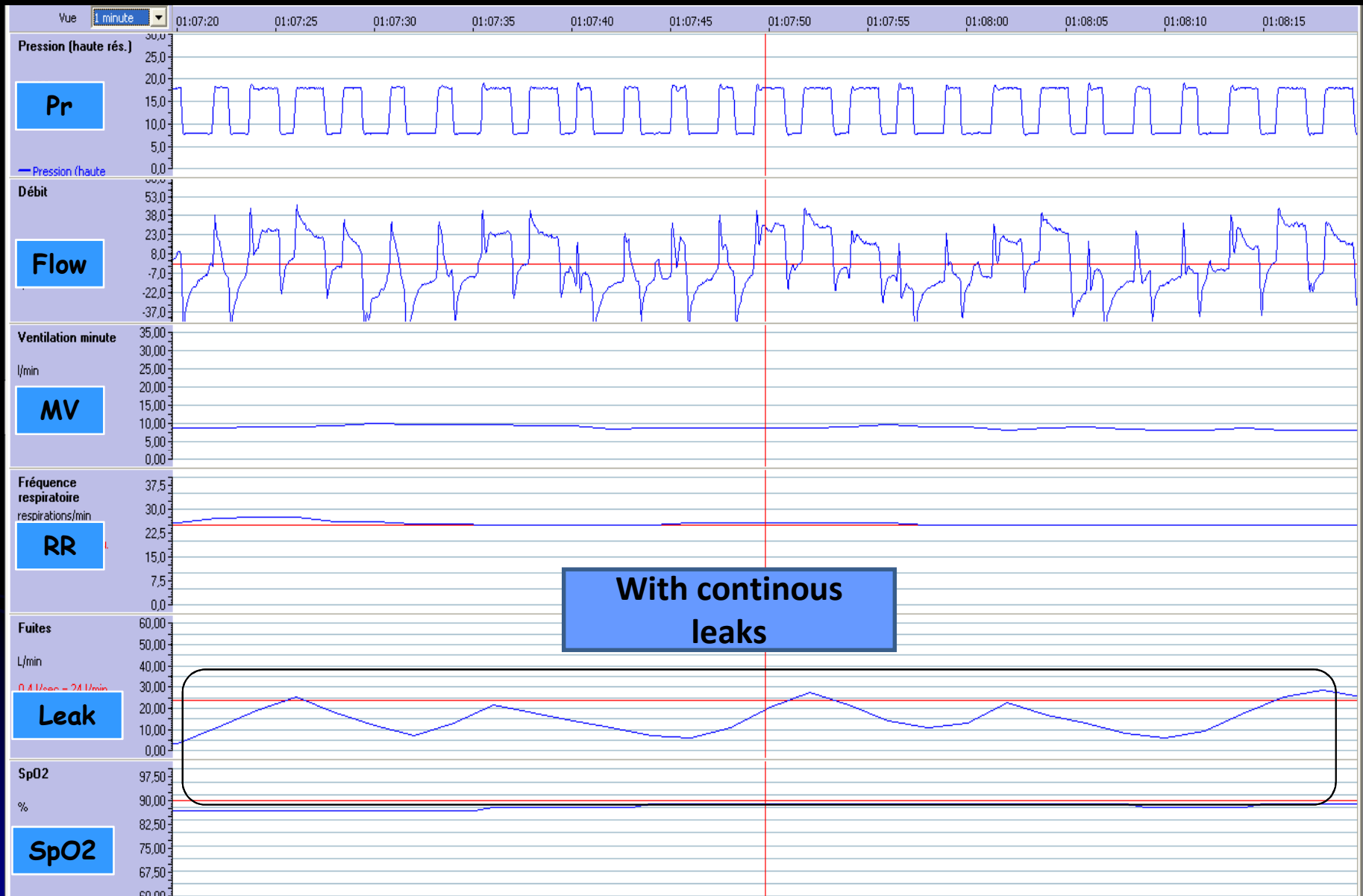




*VPAP 4-Reslink™ (1' page)*

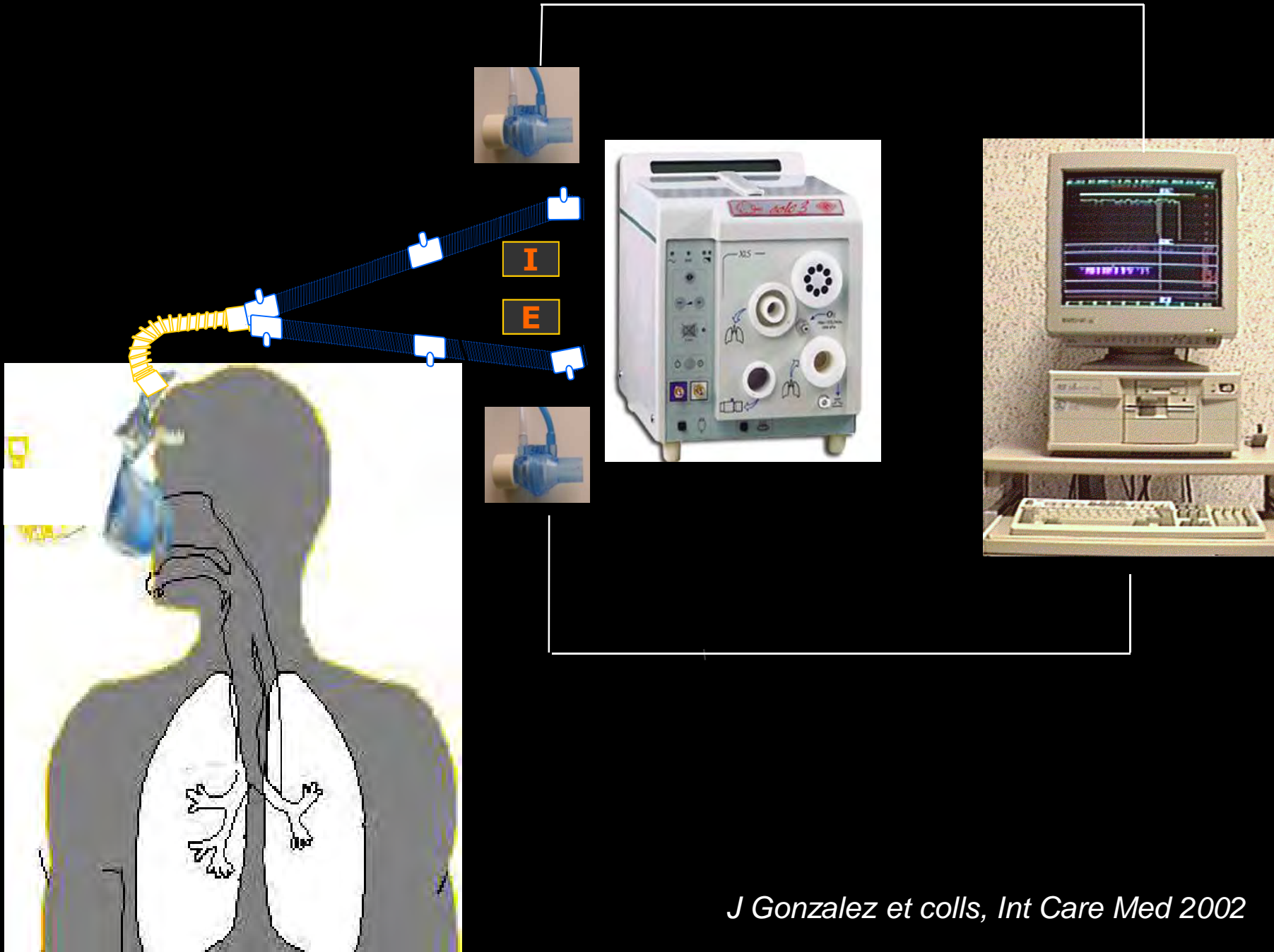


*VPAP 4-Reslink™ (1' page)*

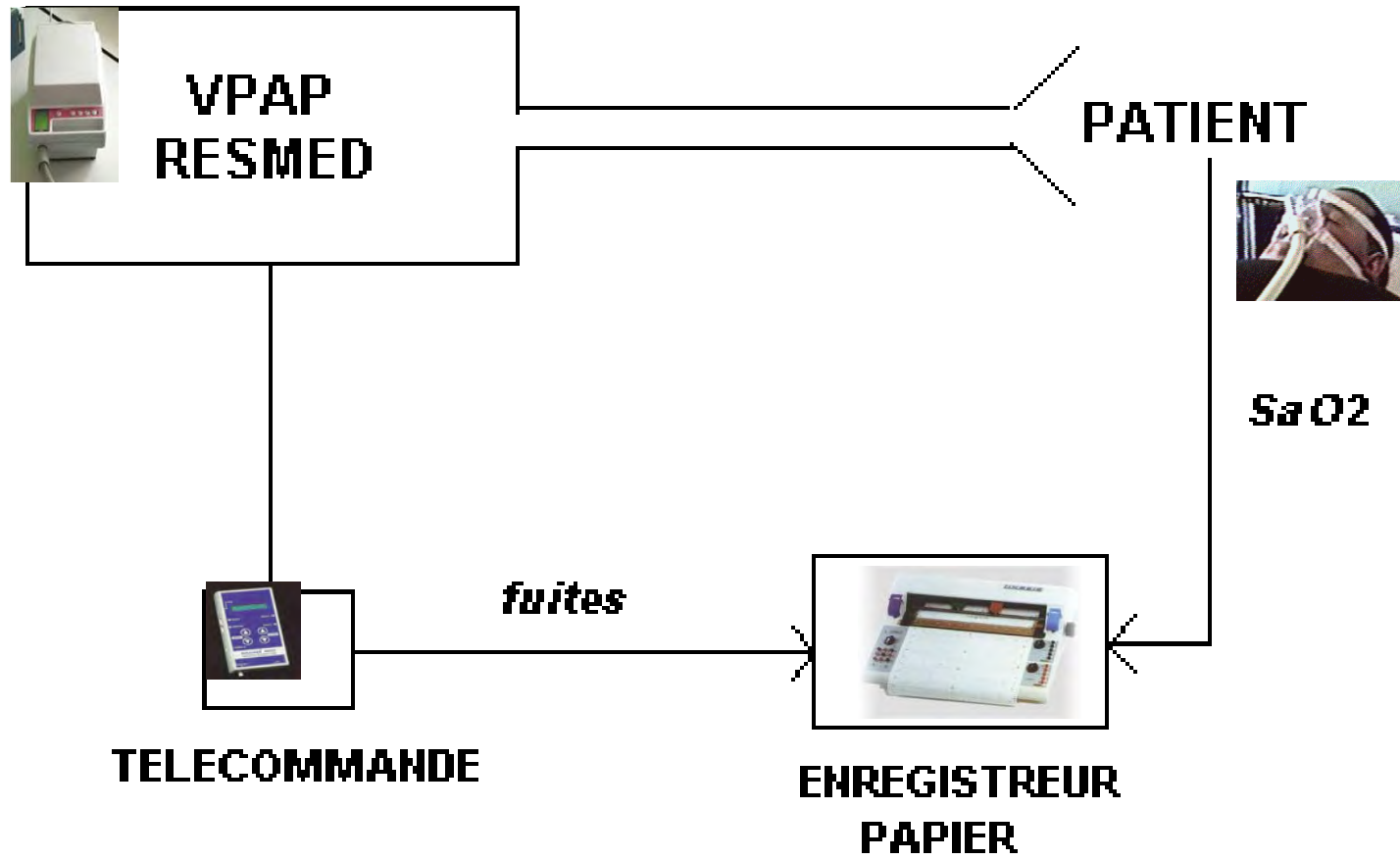


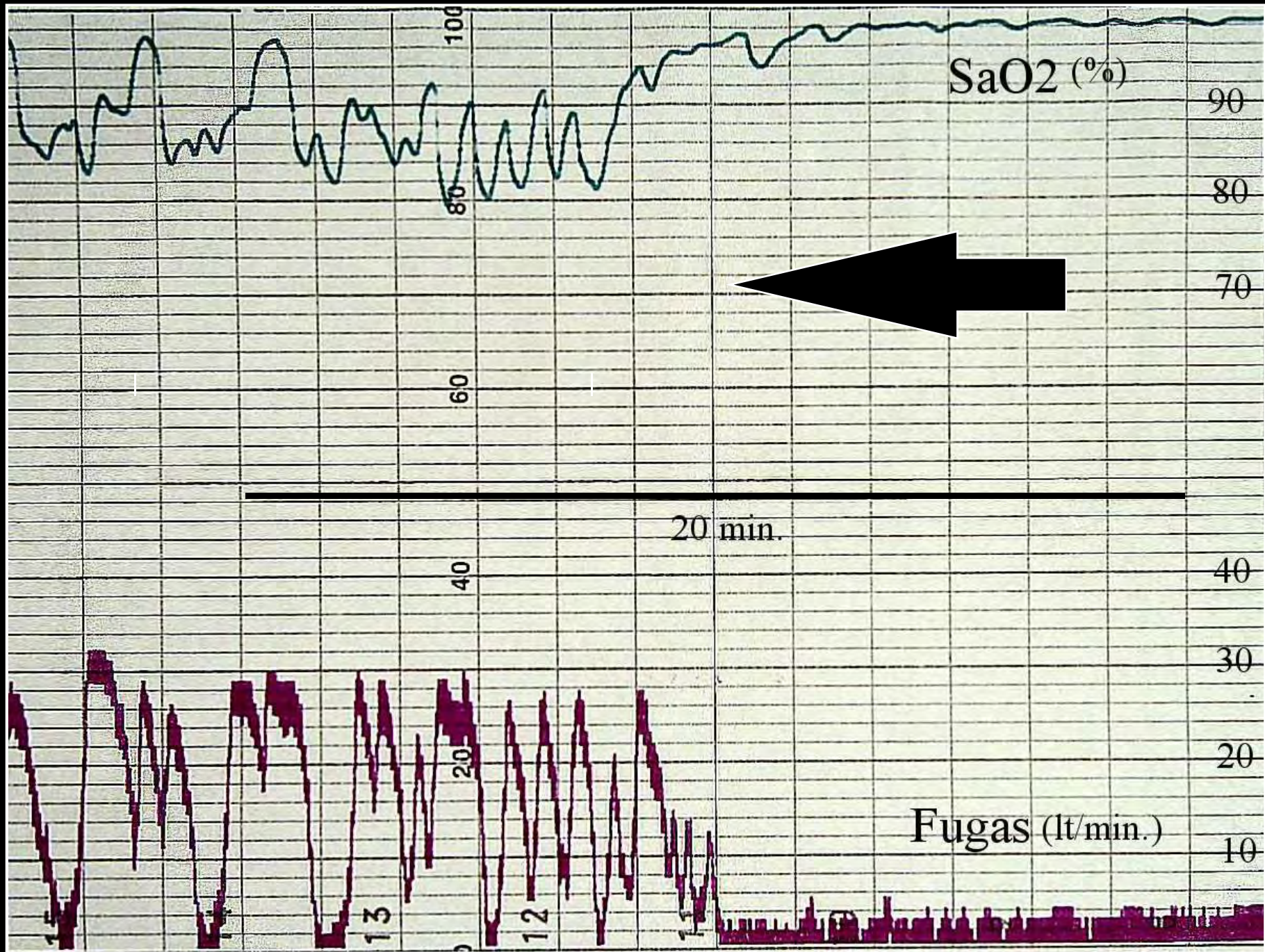
# Mesure directe de fuites





*J Gonzalez et colls, Int Care Med 2002*

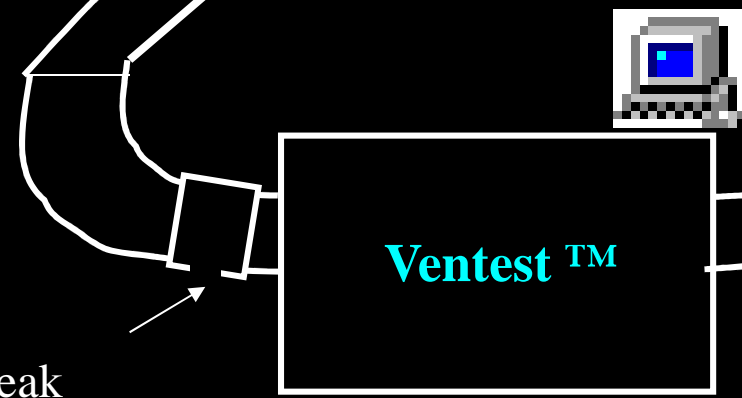
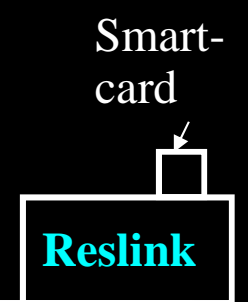
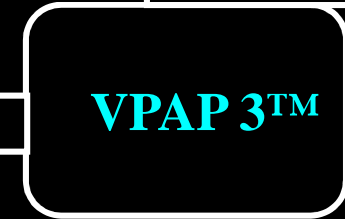




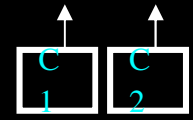
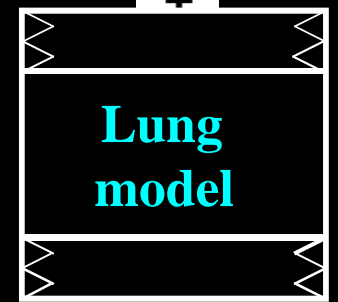
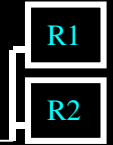
# Bench



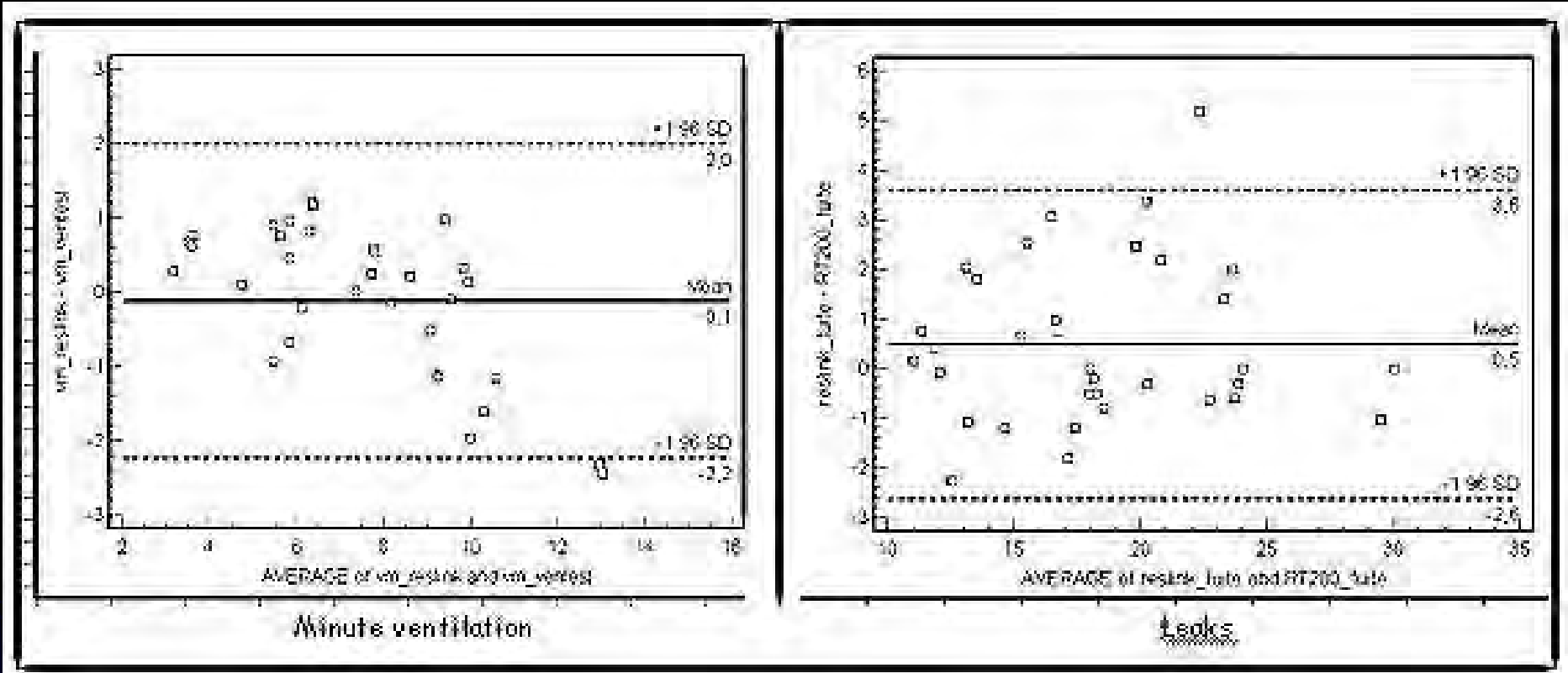
Variable-opening valve  
(Variable leak:  
18, 24 and 30 l/min)

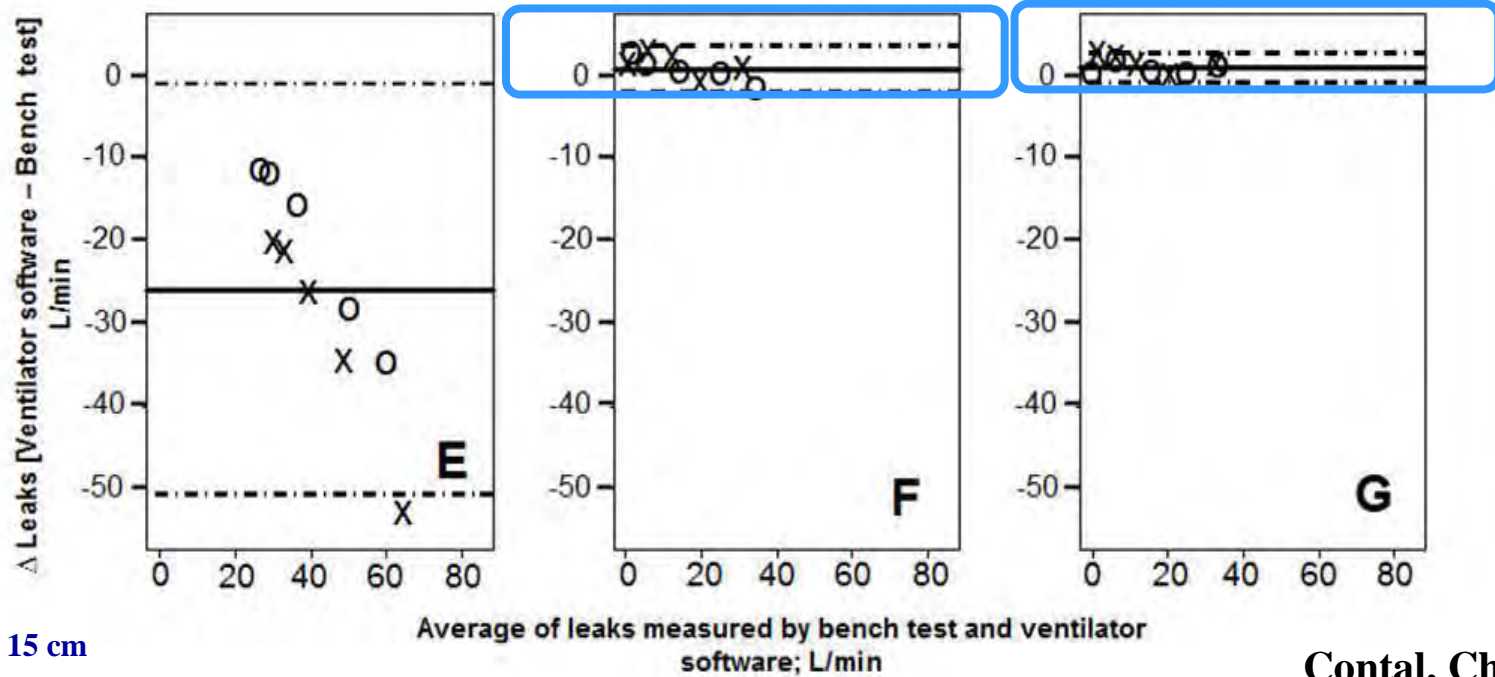
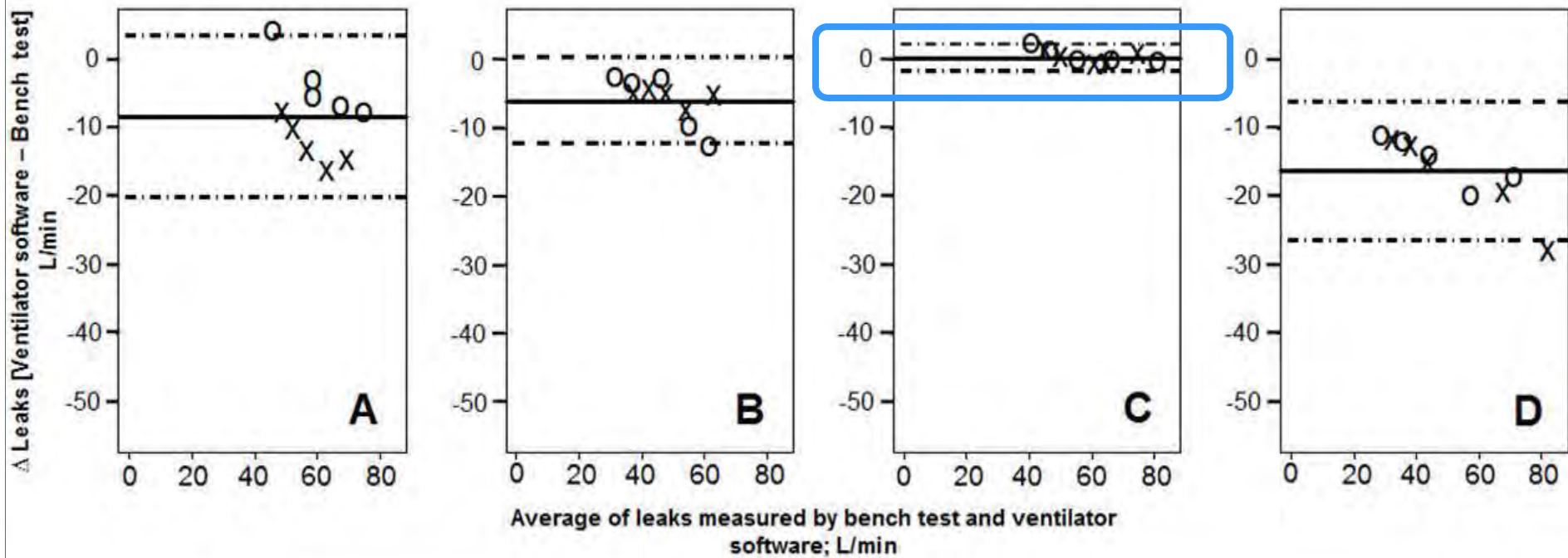


Calibrated leak  
(simulating intentional leak)



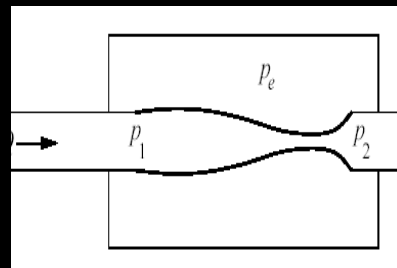




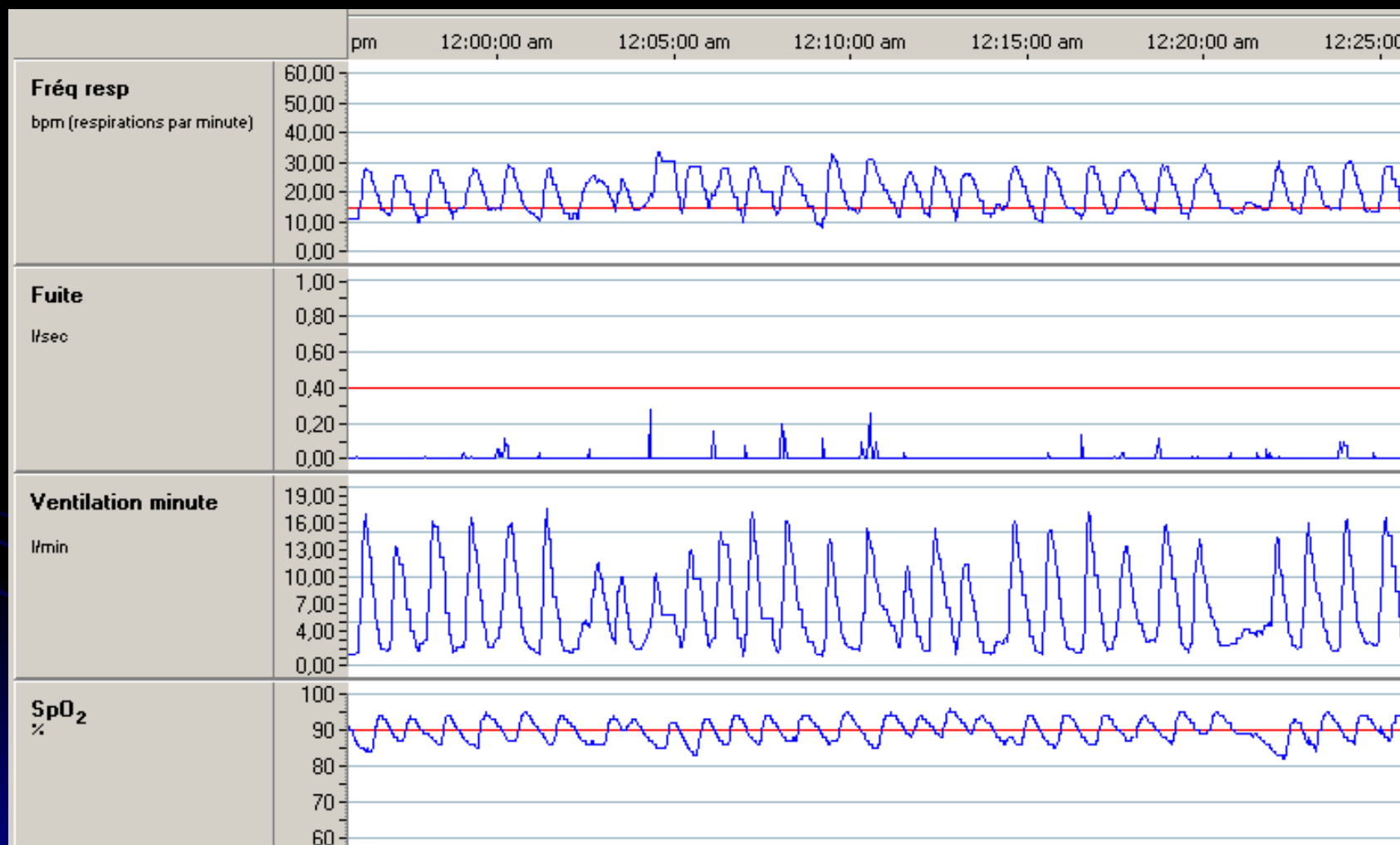


O: IPAP 15 cm  
 X: IPAP 20 cm

# Diminution de la perméabilité de la VAS



# Apnées sous ventilation

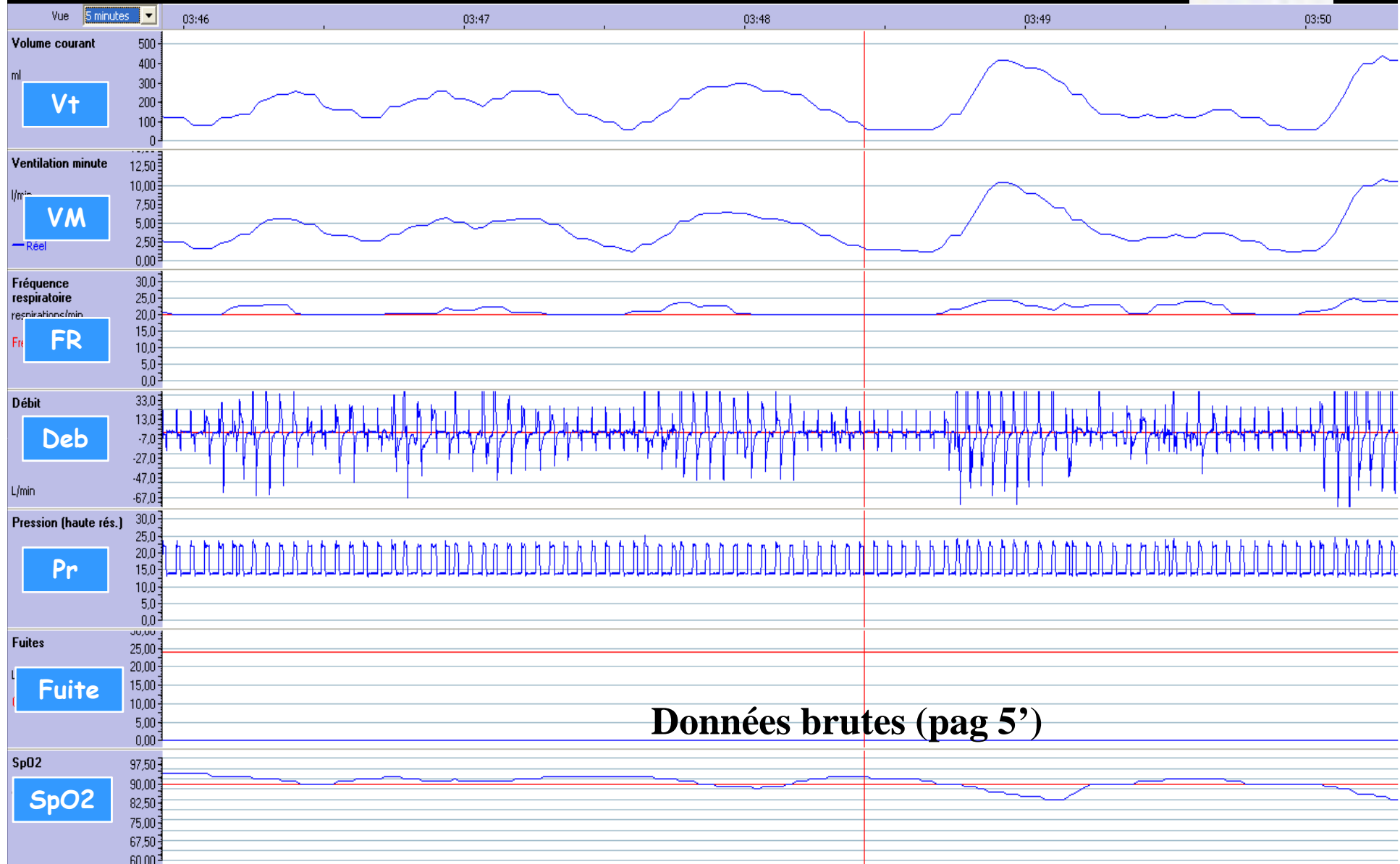


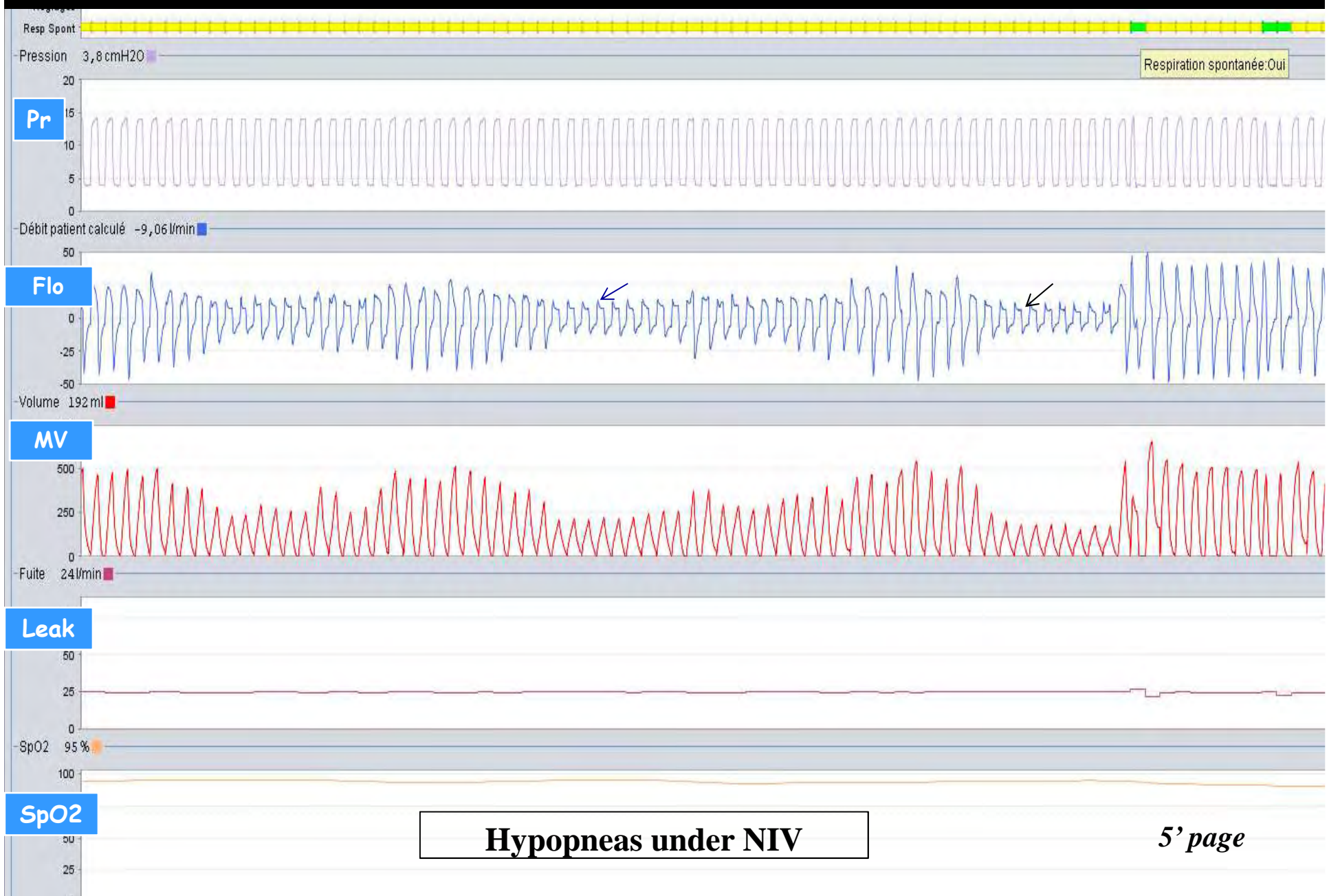
Mode ST. Page 30'

Autoscan™

# VPAP 4/ S9 –module Reslink™

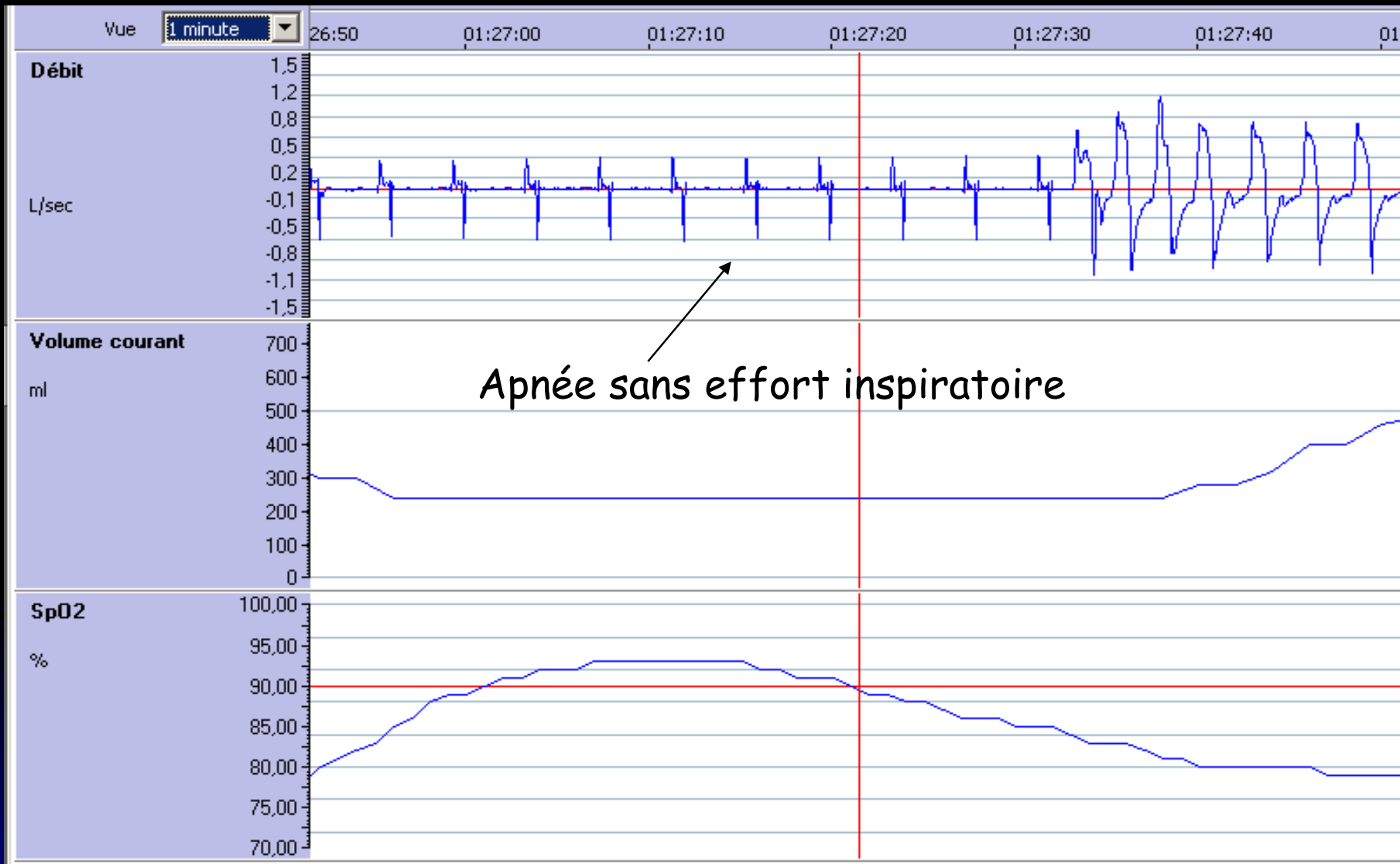
## Avec software Rescan™ (Resmed)





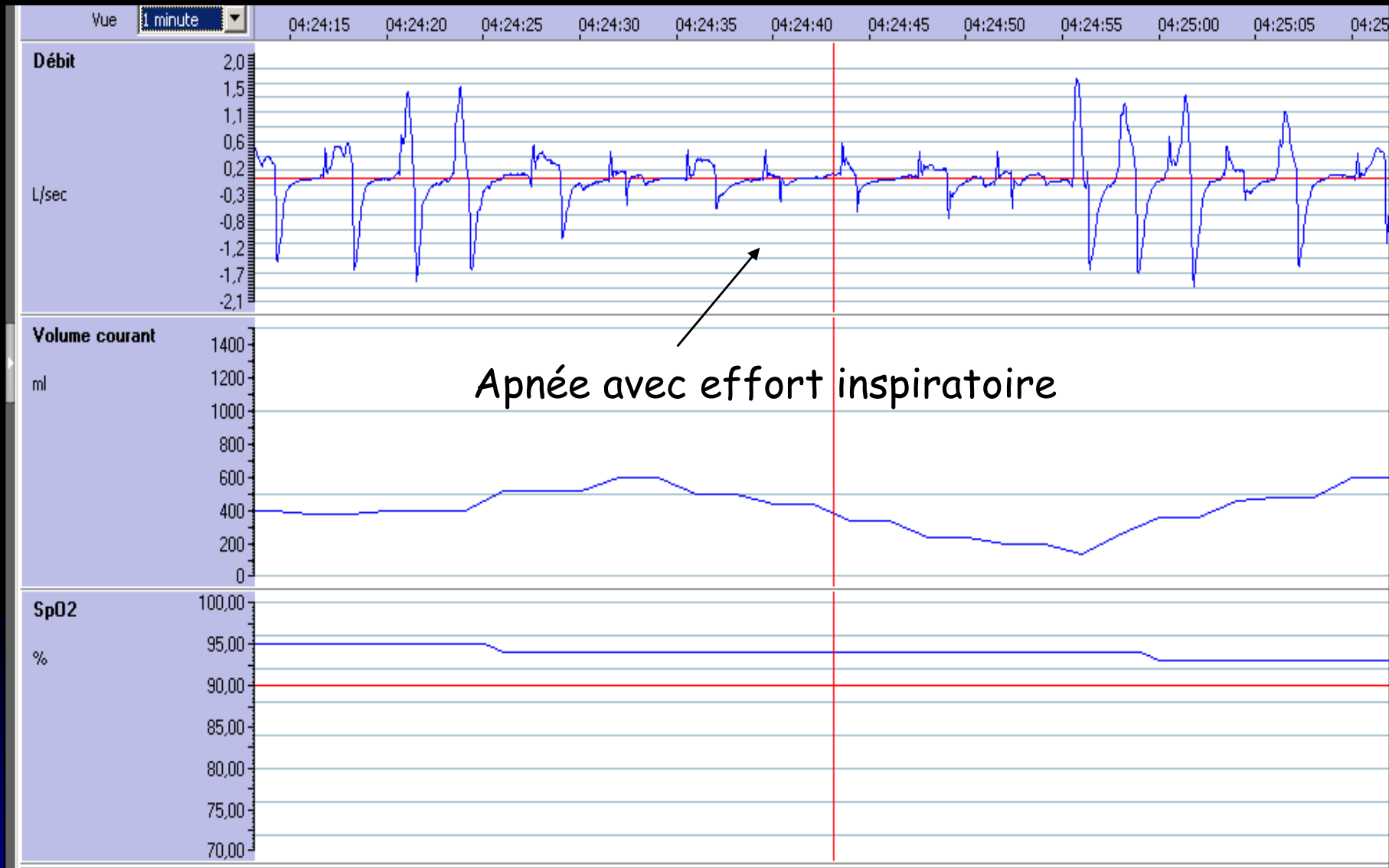
**Hypopneas under NIV**

*5' page*



Mode ST. Page 1'. Masque facial

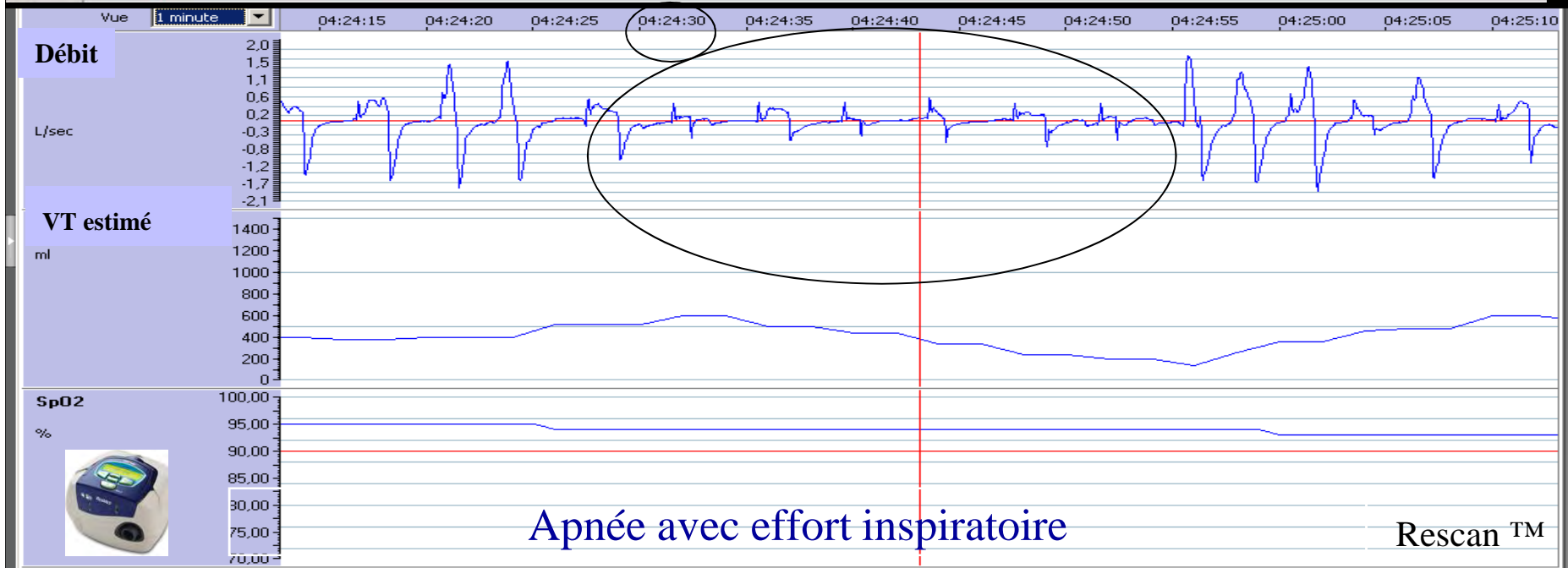
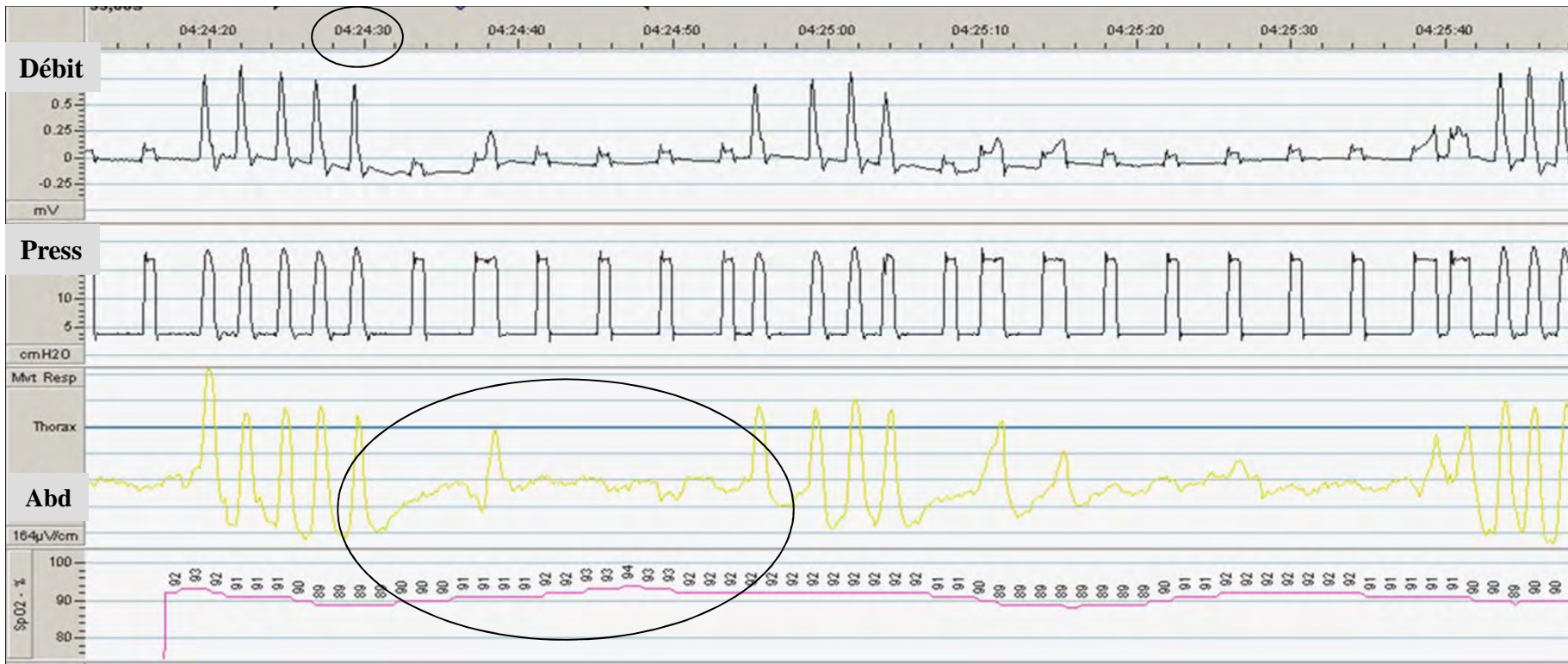
Rescan™



Mode ST. Page 1'. Masque facial

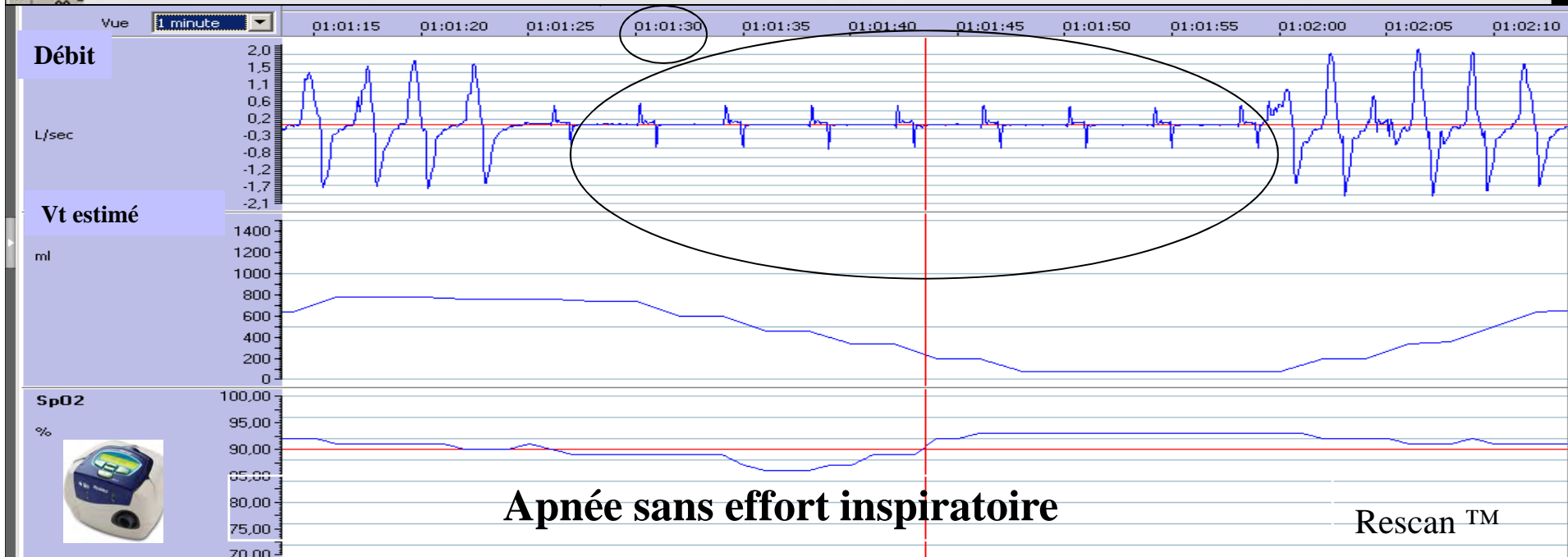
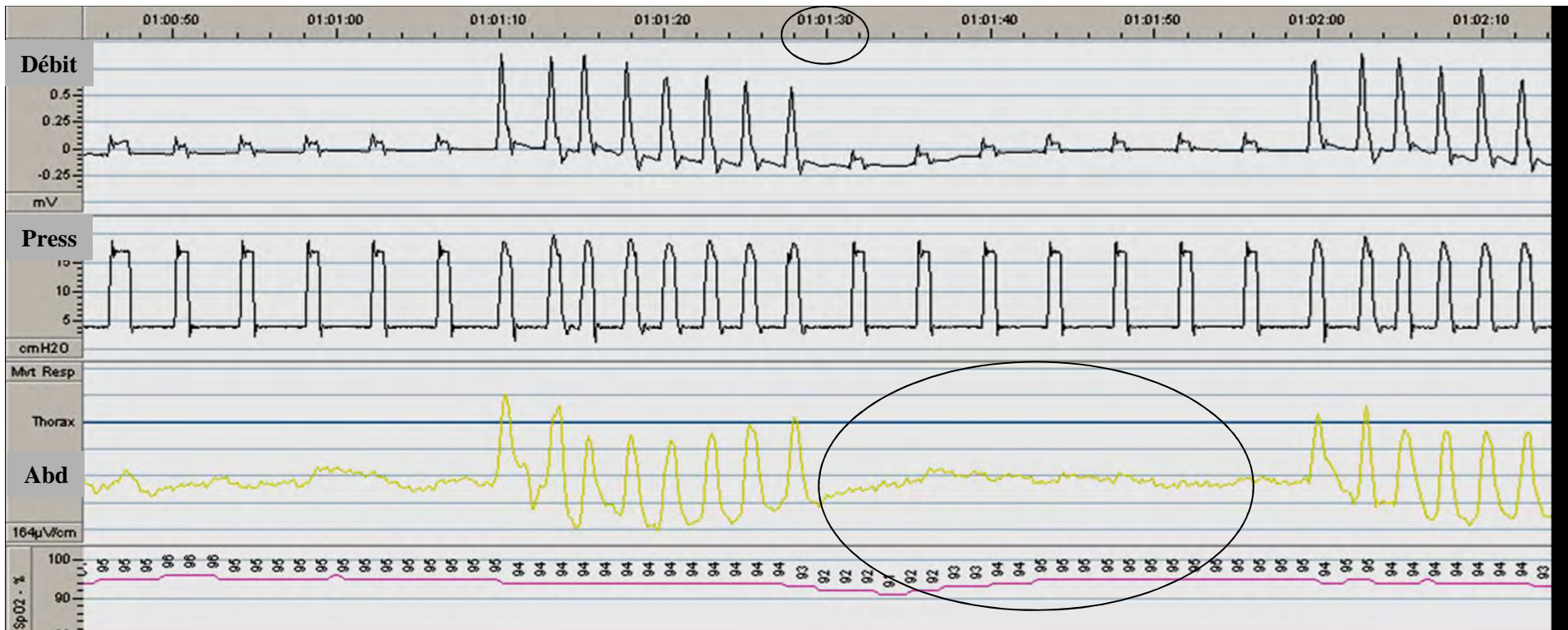
Rescan™



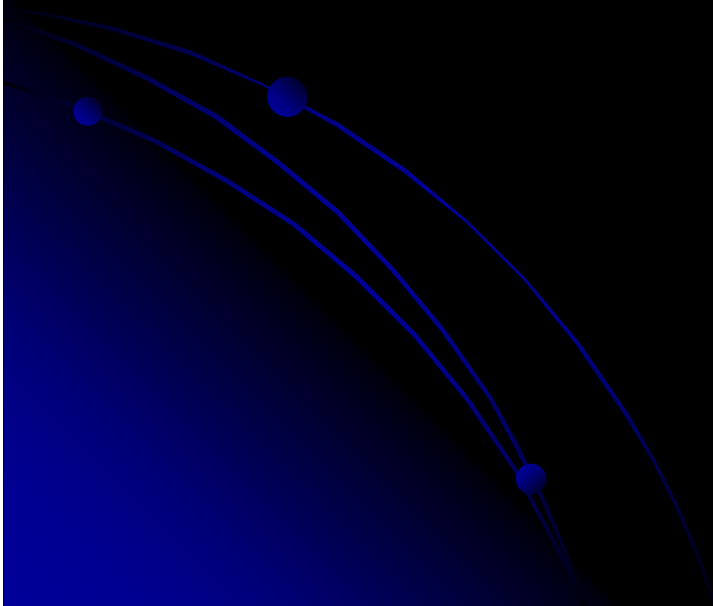


Apnée avec effort inspiratoire

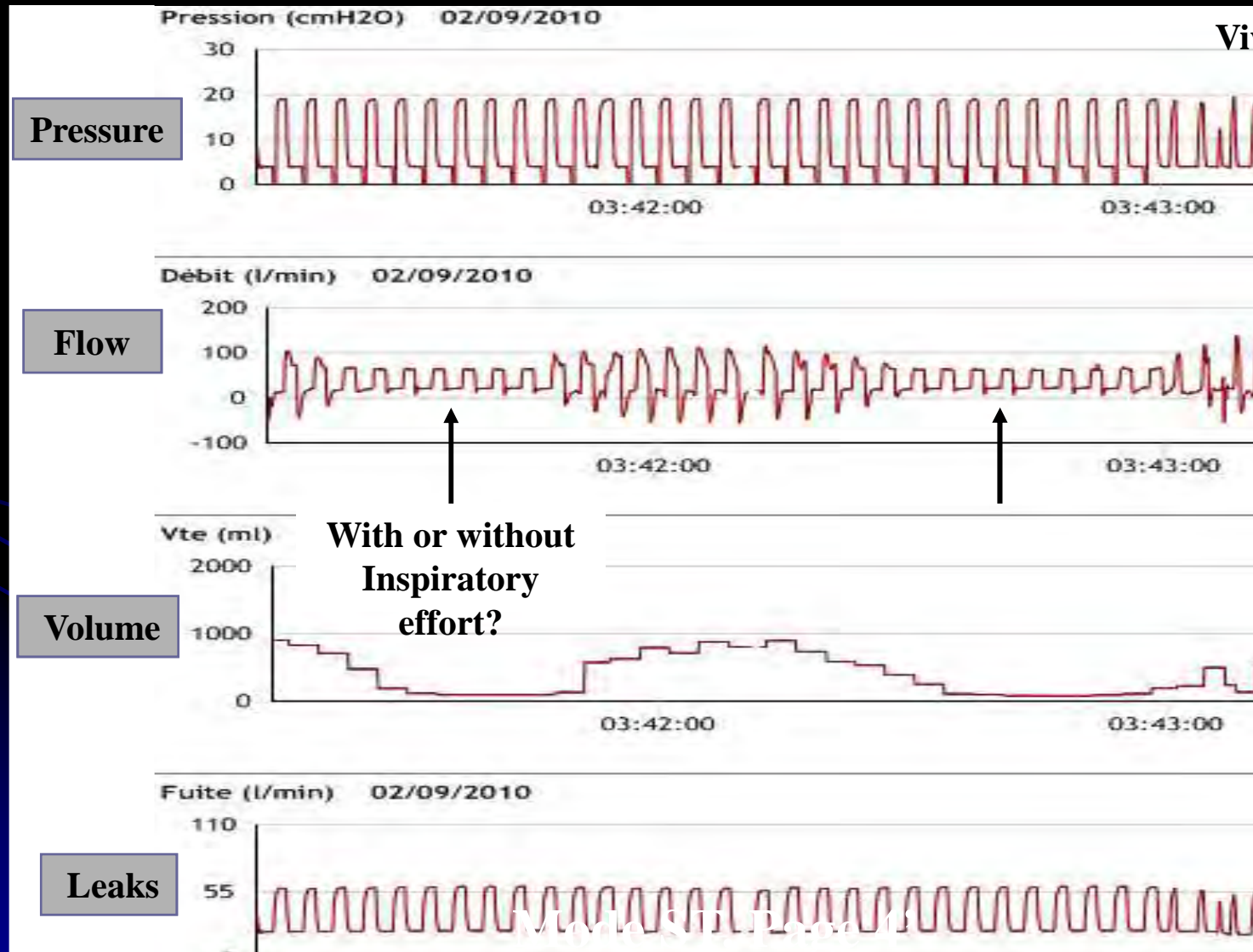
Rescan™

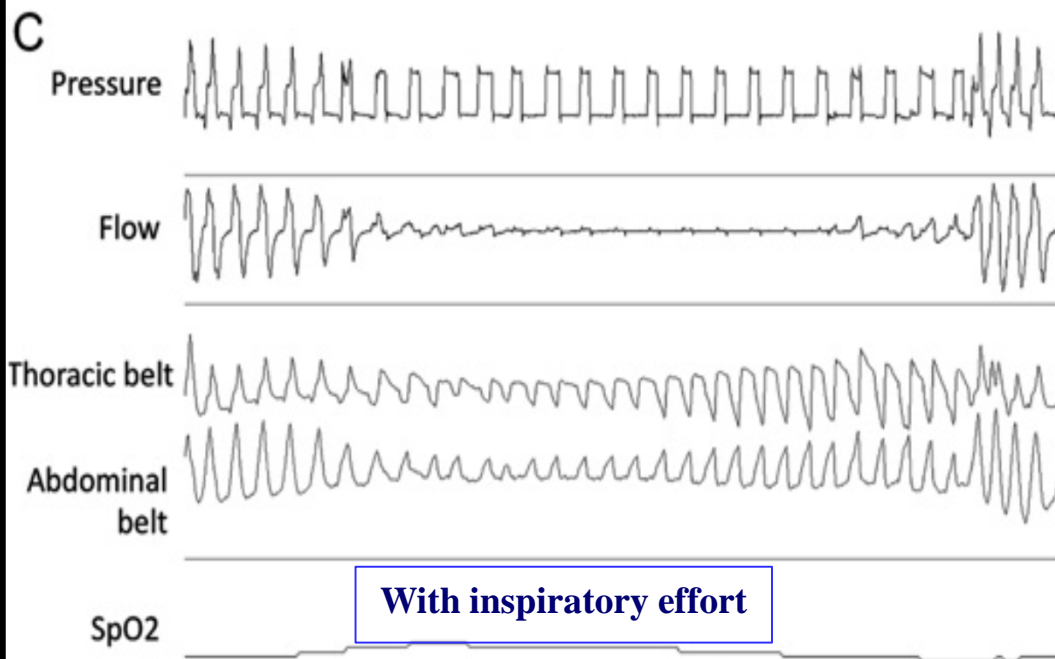


Mais parfois cela ne suffit pas...



# Inconvenients: Lack of thoraco abdominal belts

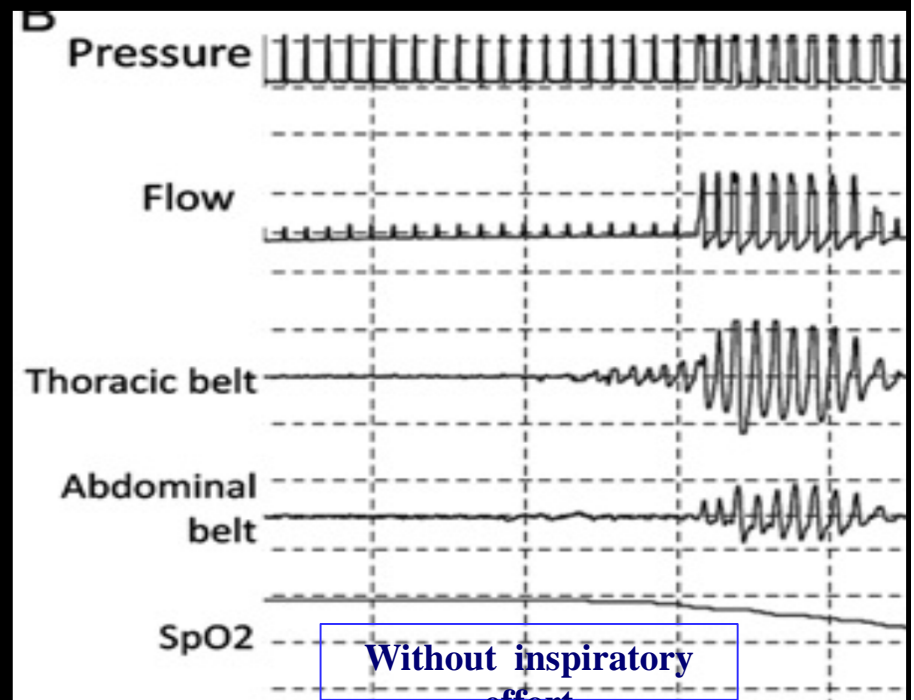




Hypopneas  
under NIV

Thoraco abdominal belts:  
a crucial issue

Gonzalez et al, Thorax 2012  
SomnoNIV group

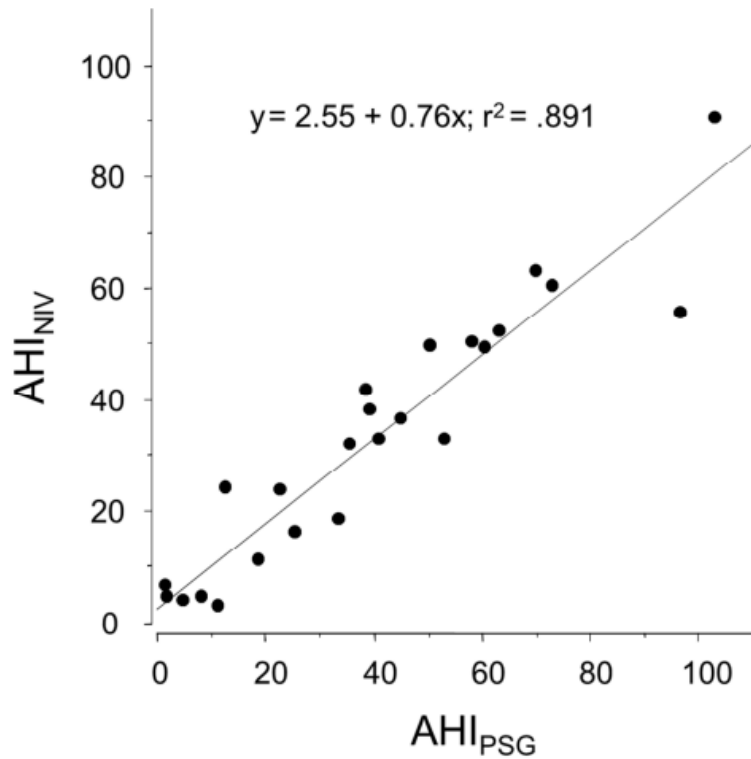


# “Index d’apnées hypopnées”

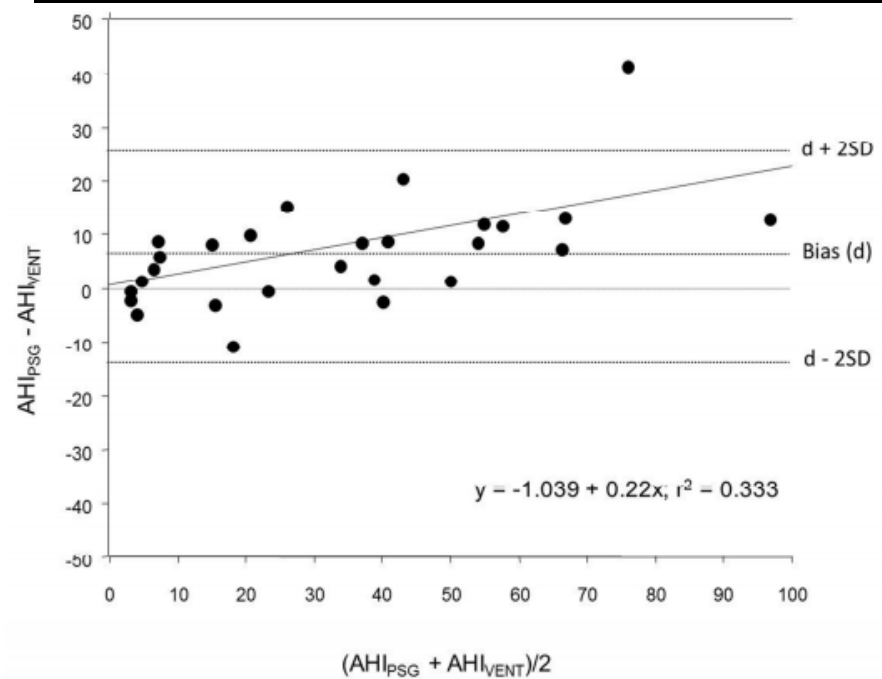
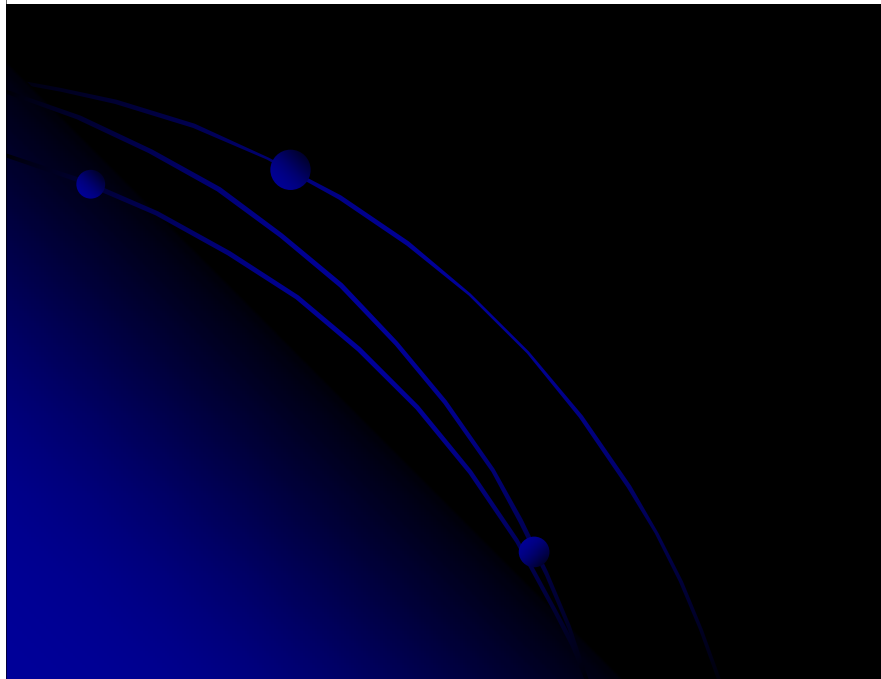


**Table 2.** Data downloaded from ventilator software

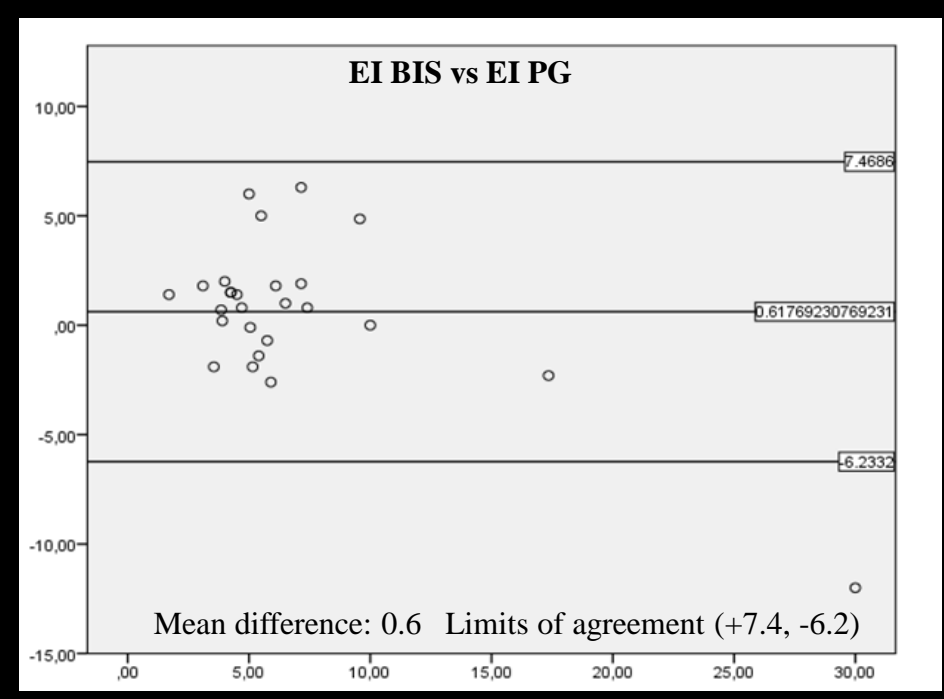
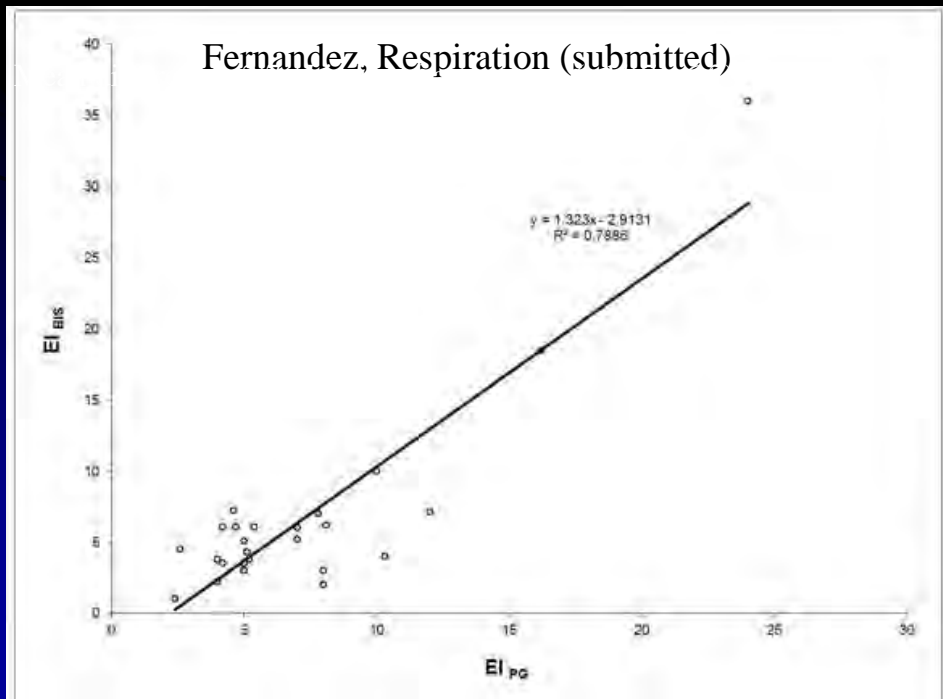
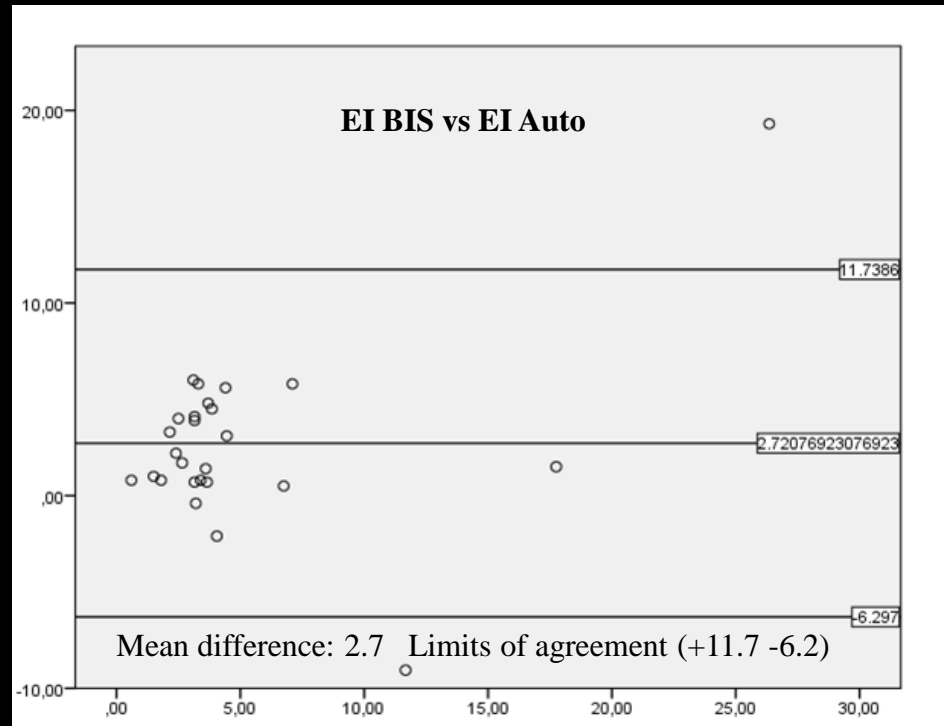
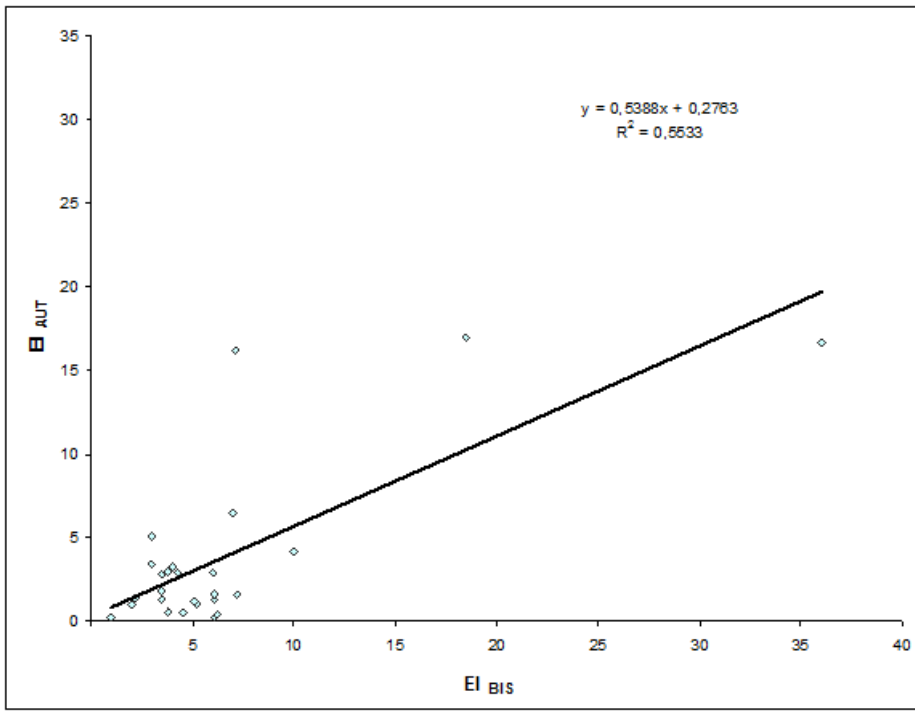
	COPD	Overlap syndrome	Obesity hypoventilation	Neuromuscular disorders	Restrictive disorders <sup>1</sup>	CSAS	p value
Patients, n	32	29	38	19	21	11	
ResMed ventilator/Philips Respironics ventilator, n	25/7	19/10	21/17	17/2	16/5	7/4	
Compliance, min/24 h	478 (362–599)	433 (289–527)	436 (348–490)	518 (327–591)	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



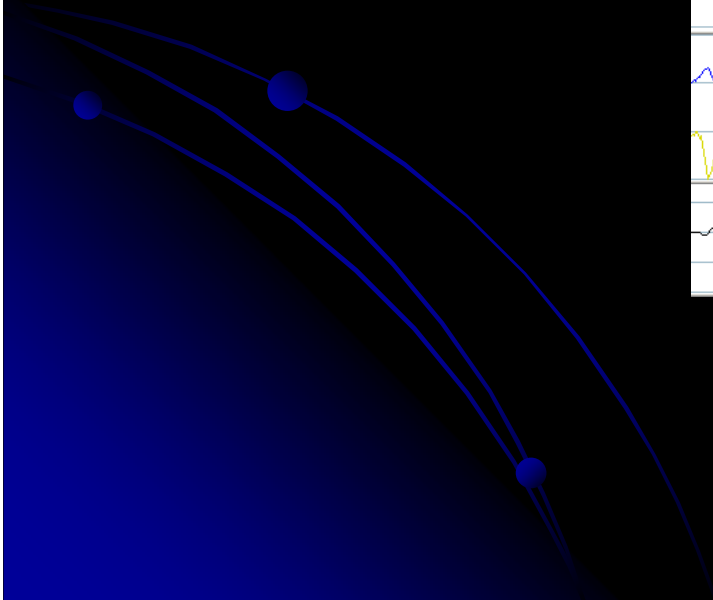
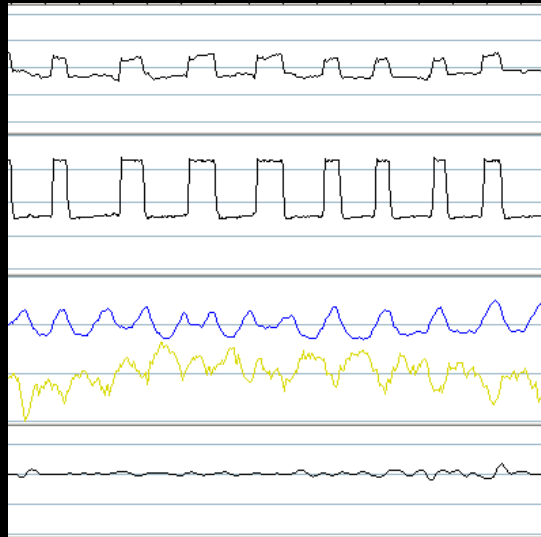
Georges, Resp Care 2015

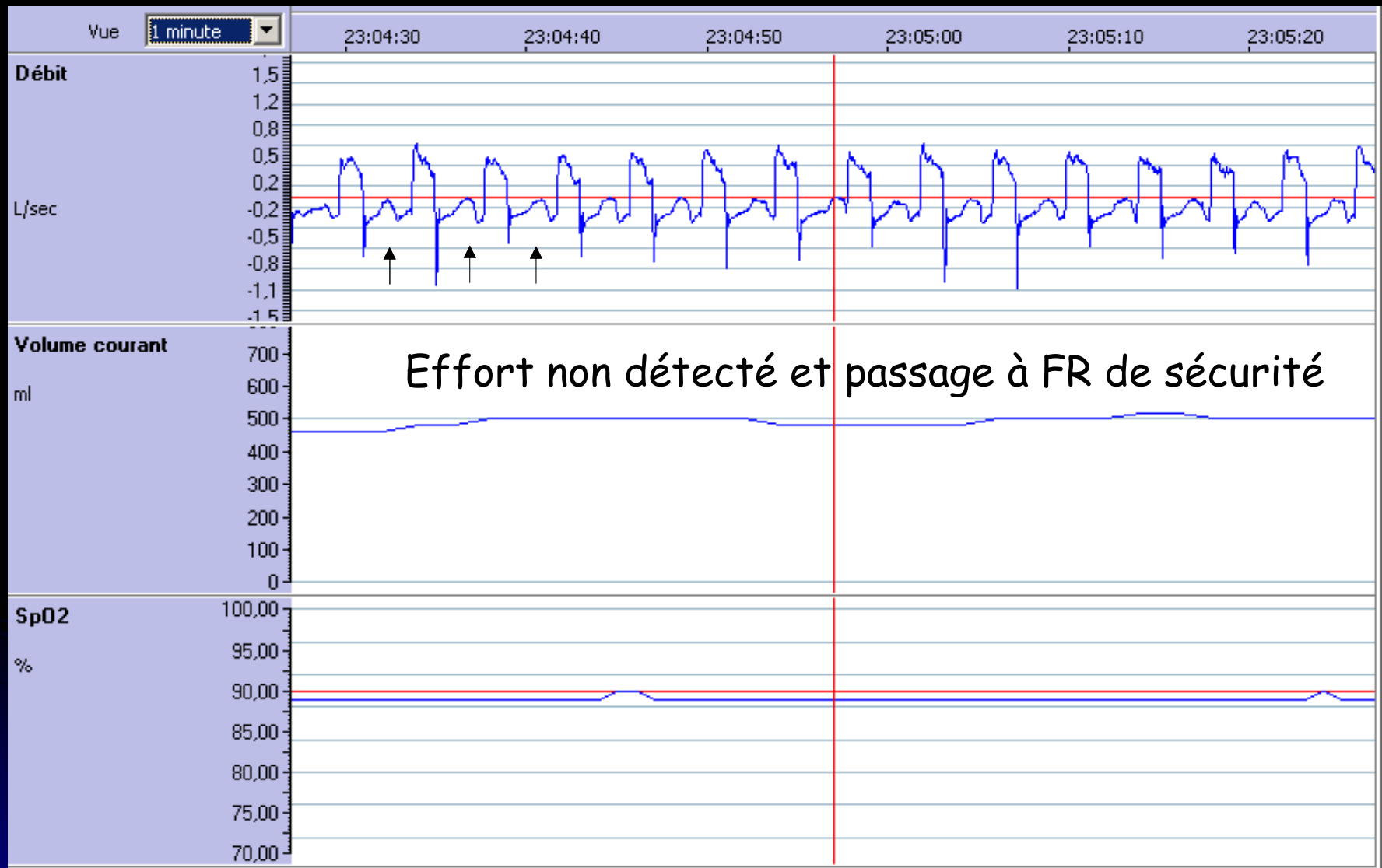






# Asynchronisme





Mode ST. Page 1'

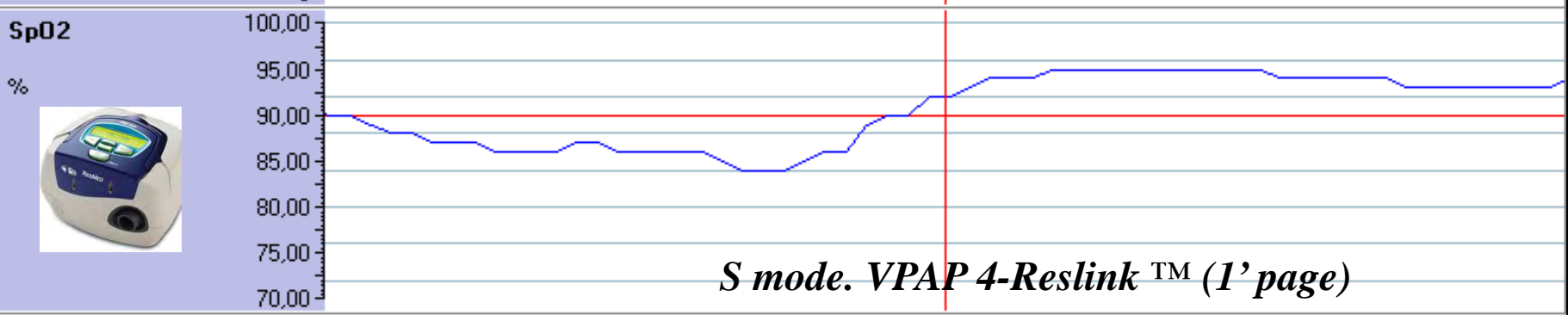
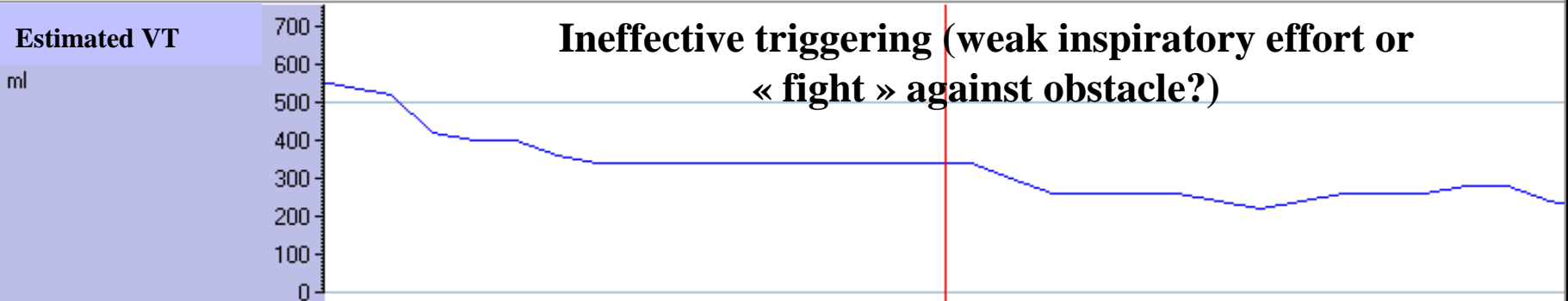
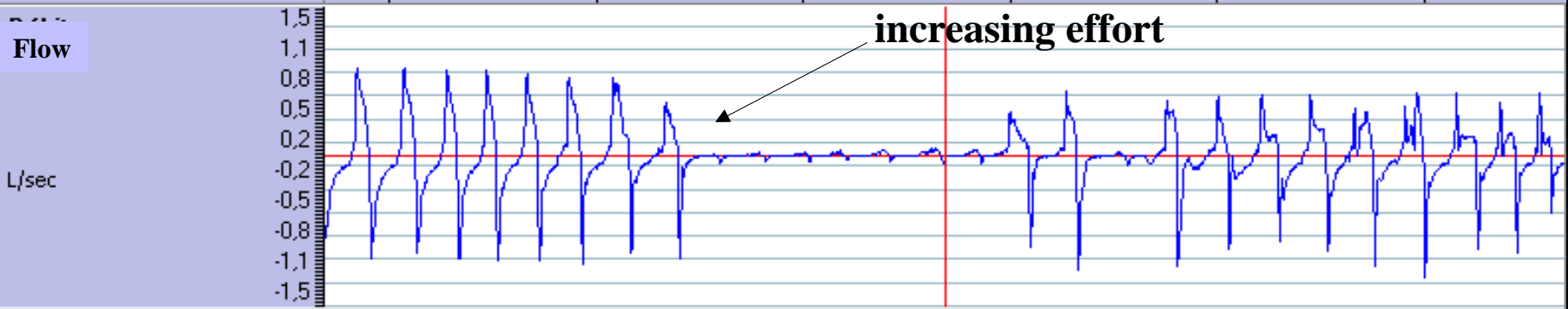
Rescan™



lundi, 18 août 2008

Vue 1 minute

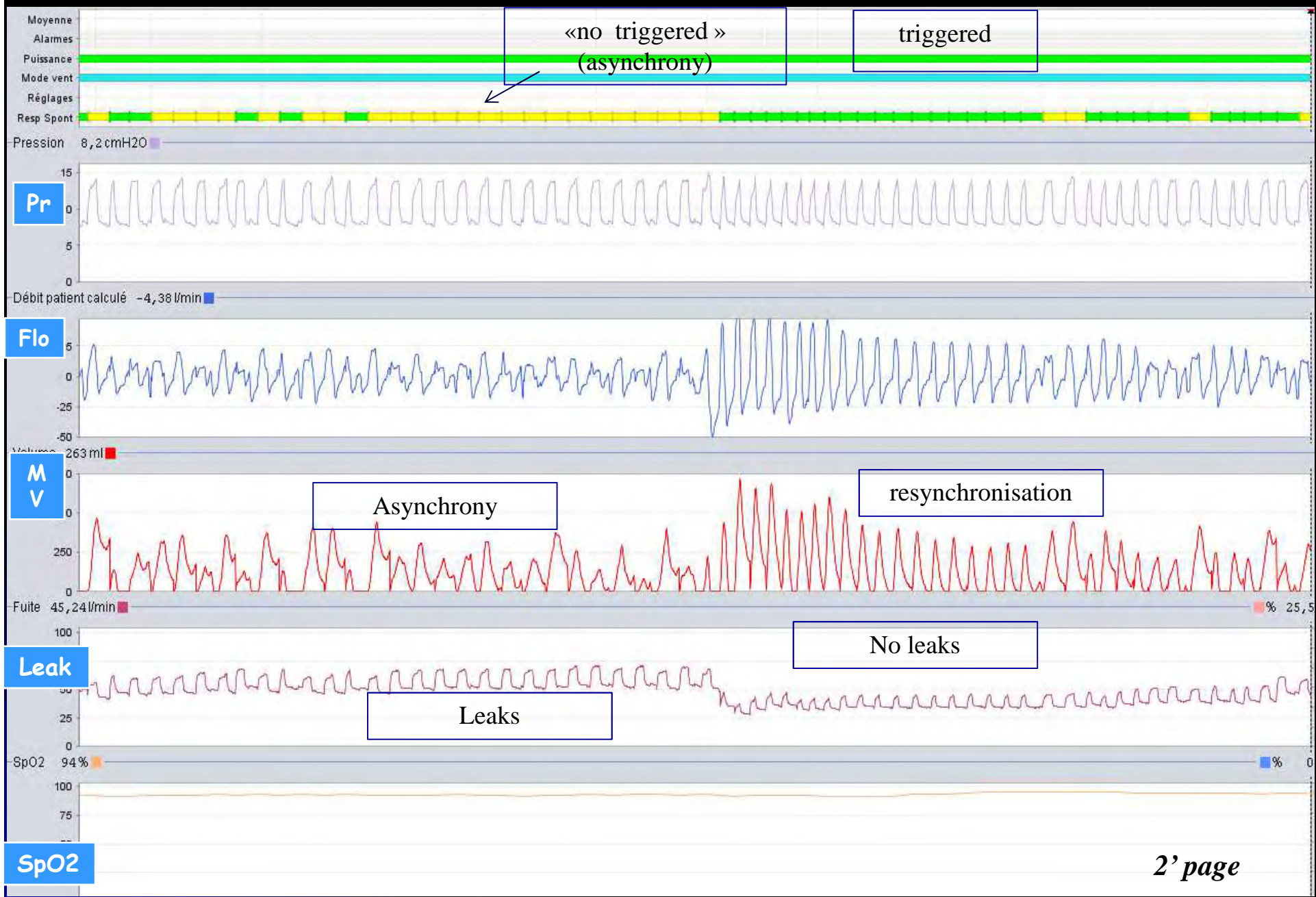
03:51:00 03:51:10 03:51:20 03:51:30 03:51:40 03:51:50



# Asynchronisme

## Cycles non déclenchés



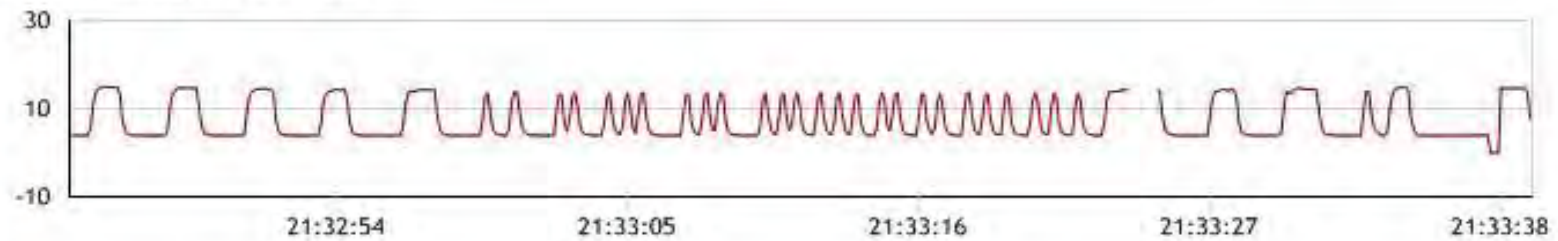


Courbes 12/04/2010 00:00 - 15/04/2010 08:13

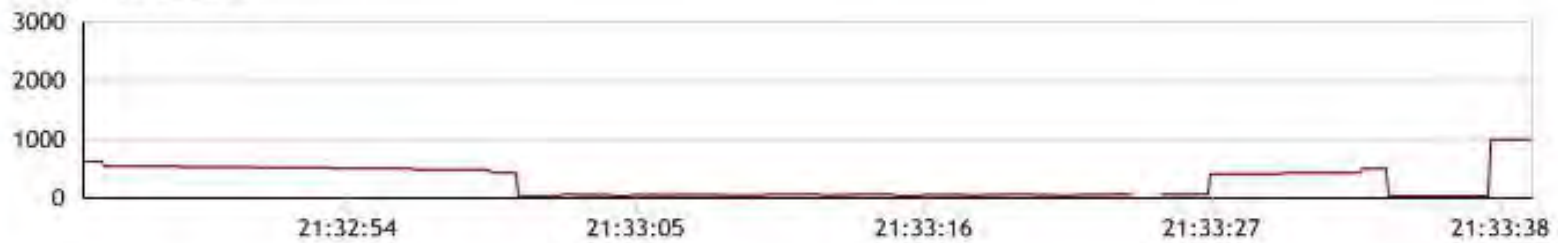
Débit (l/min) 14/04/2010



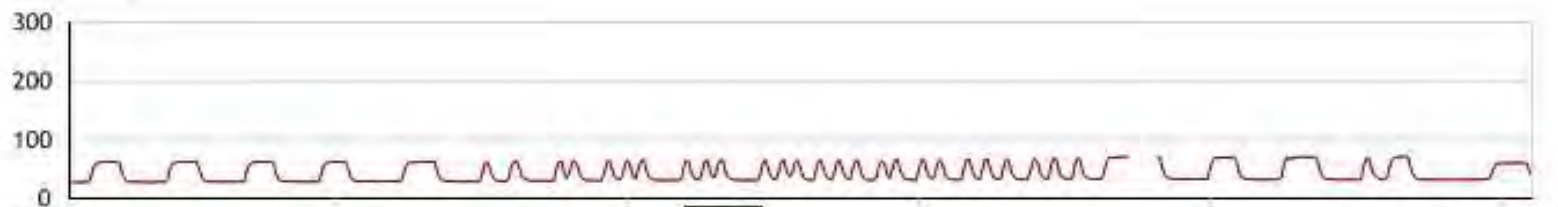
Pression (cmH2O) 14/04/2010



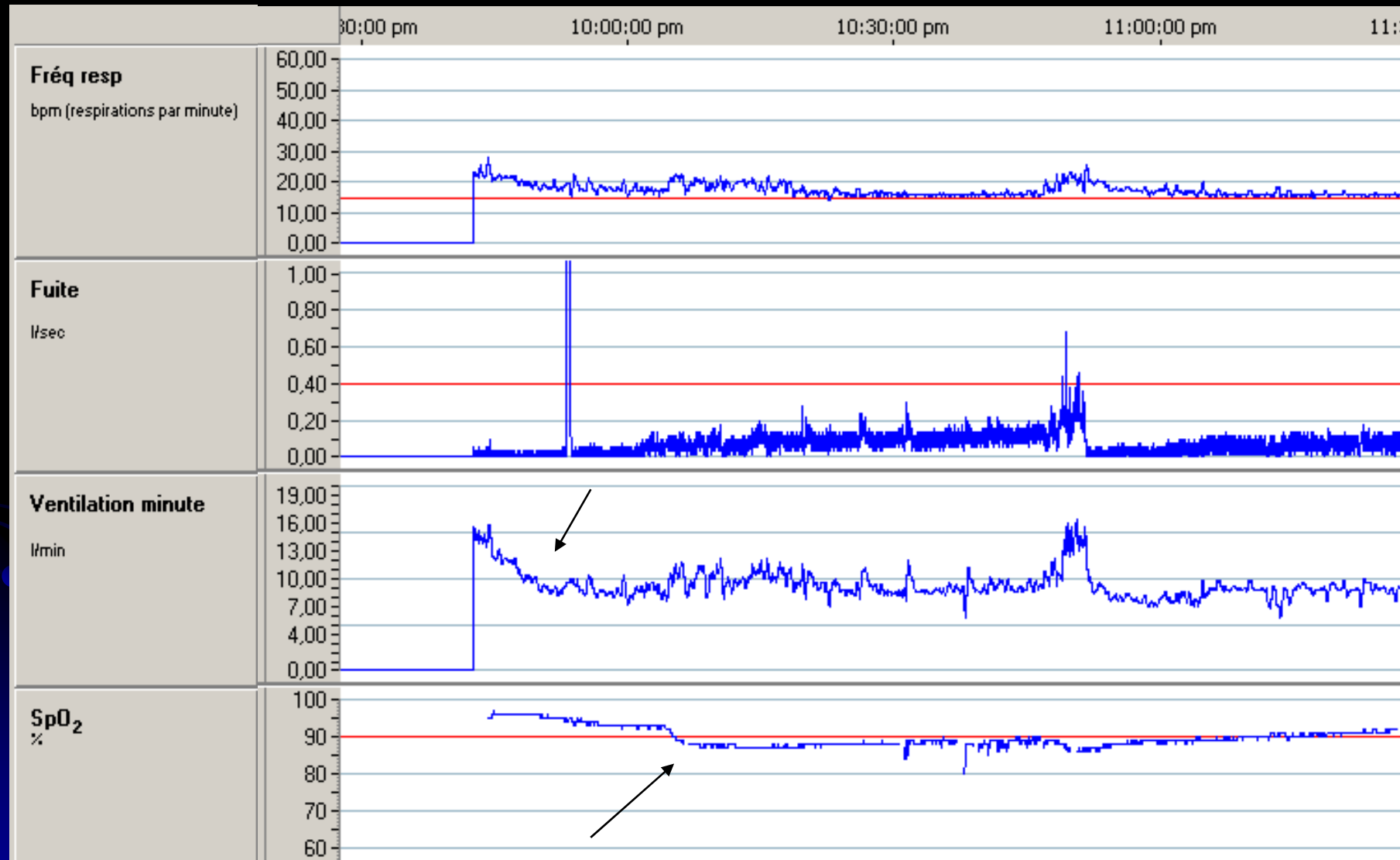
Vte (ml) 14/04/2010



Fuite (l/min) 14/04/2010



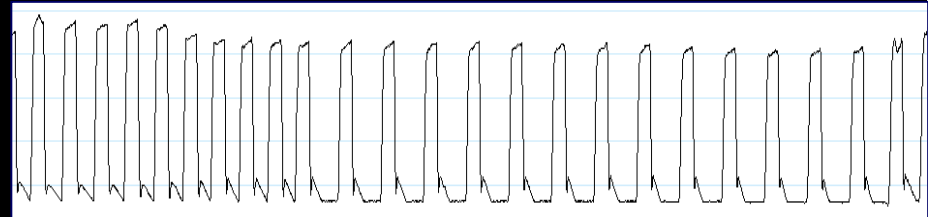
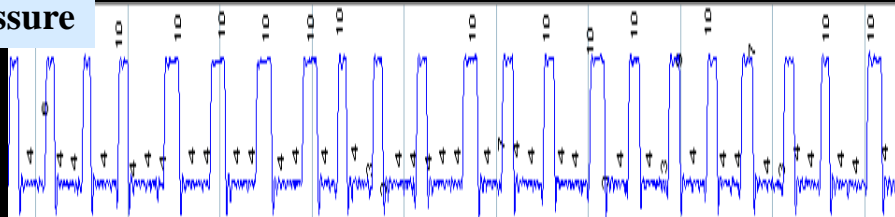
# Hypoventilation résiduelle



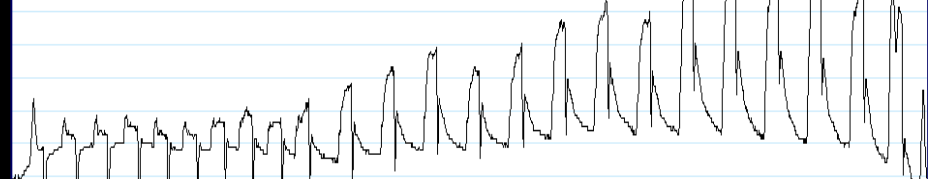
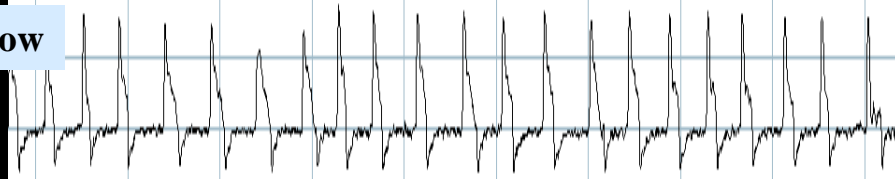


# Mesure du Vt: le problème..

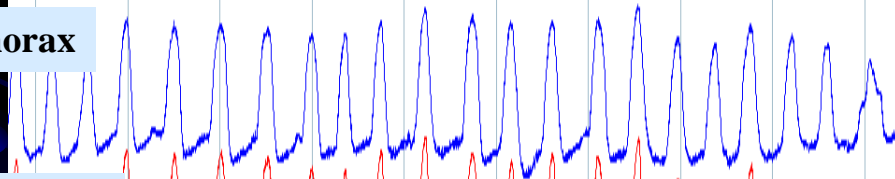
Pressure



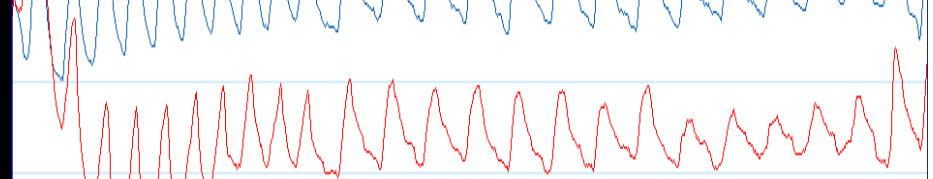
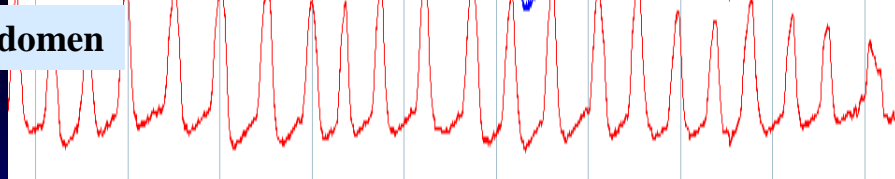
Flow



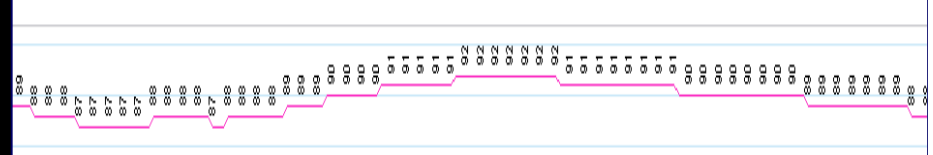
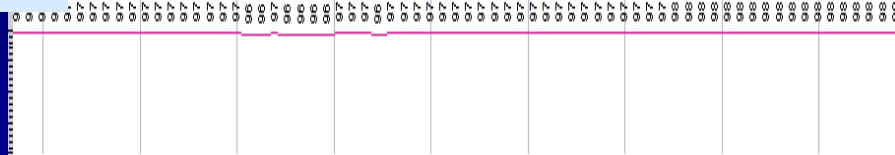
Thorax

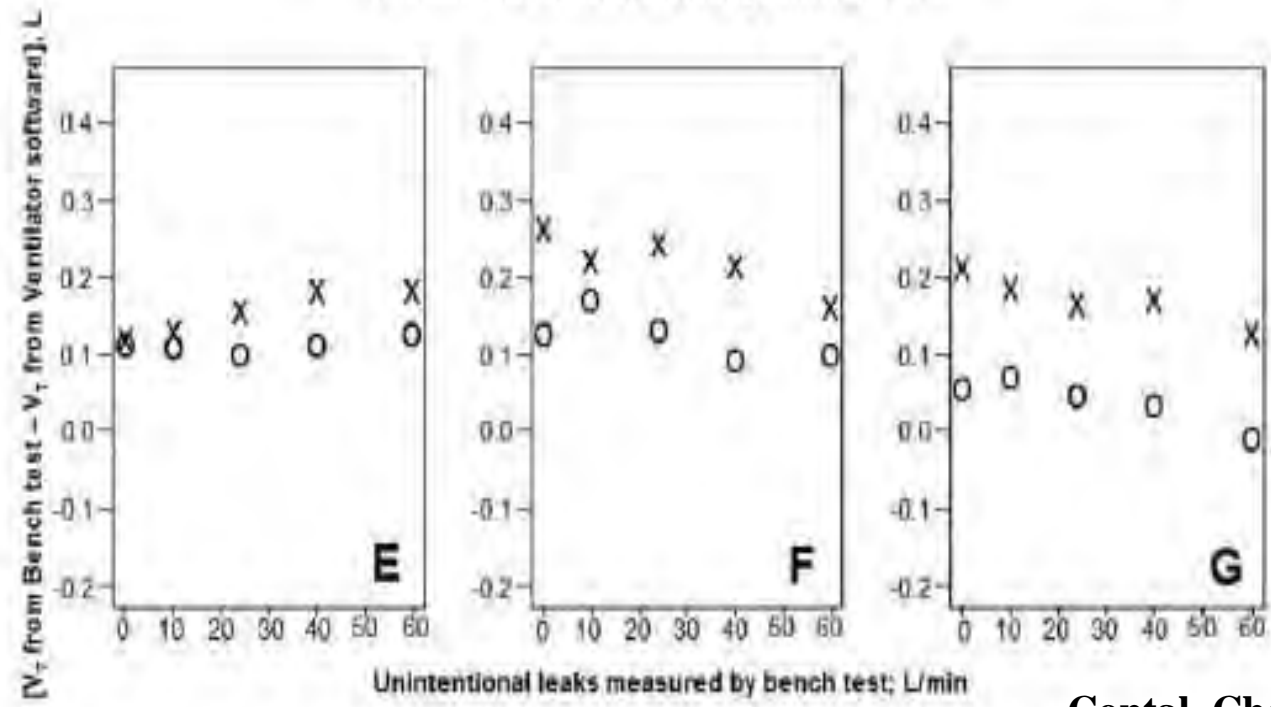
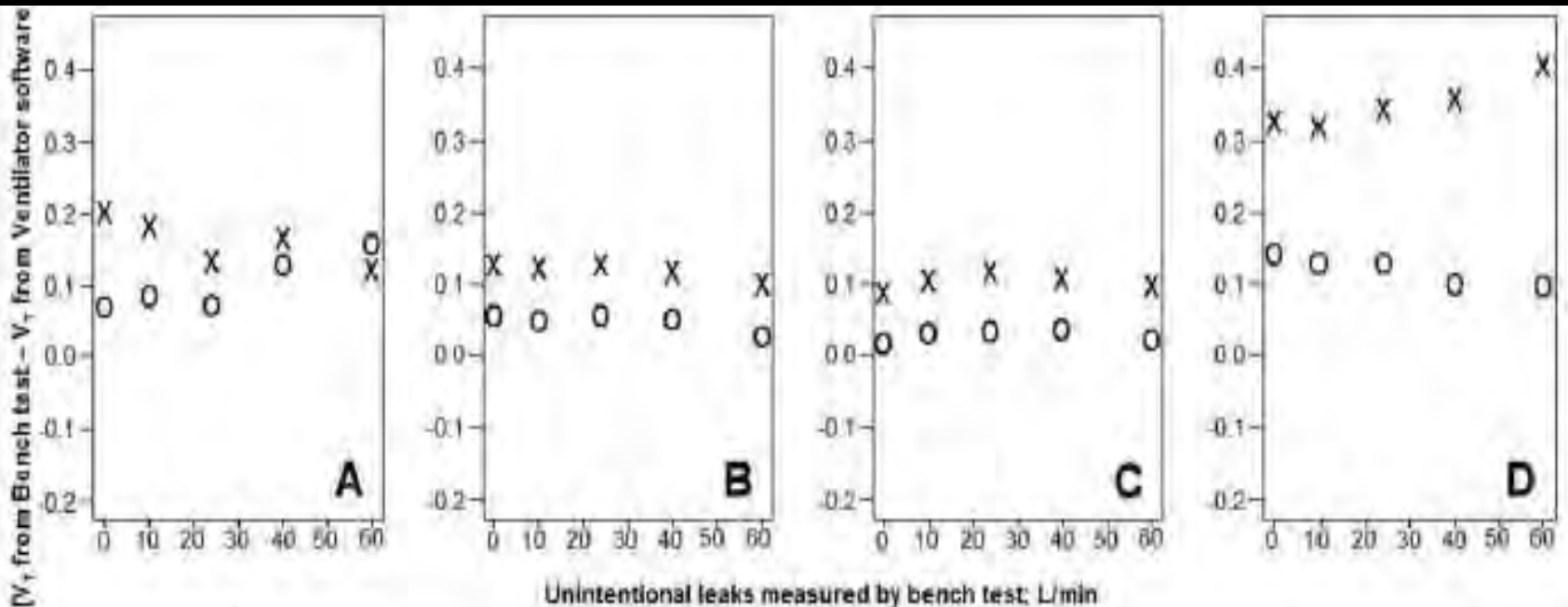


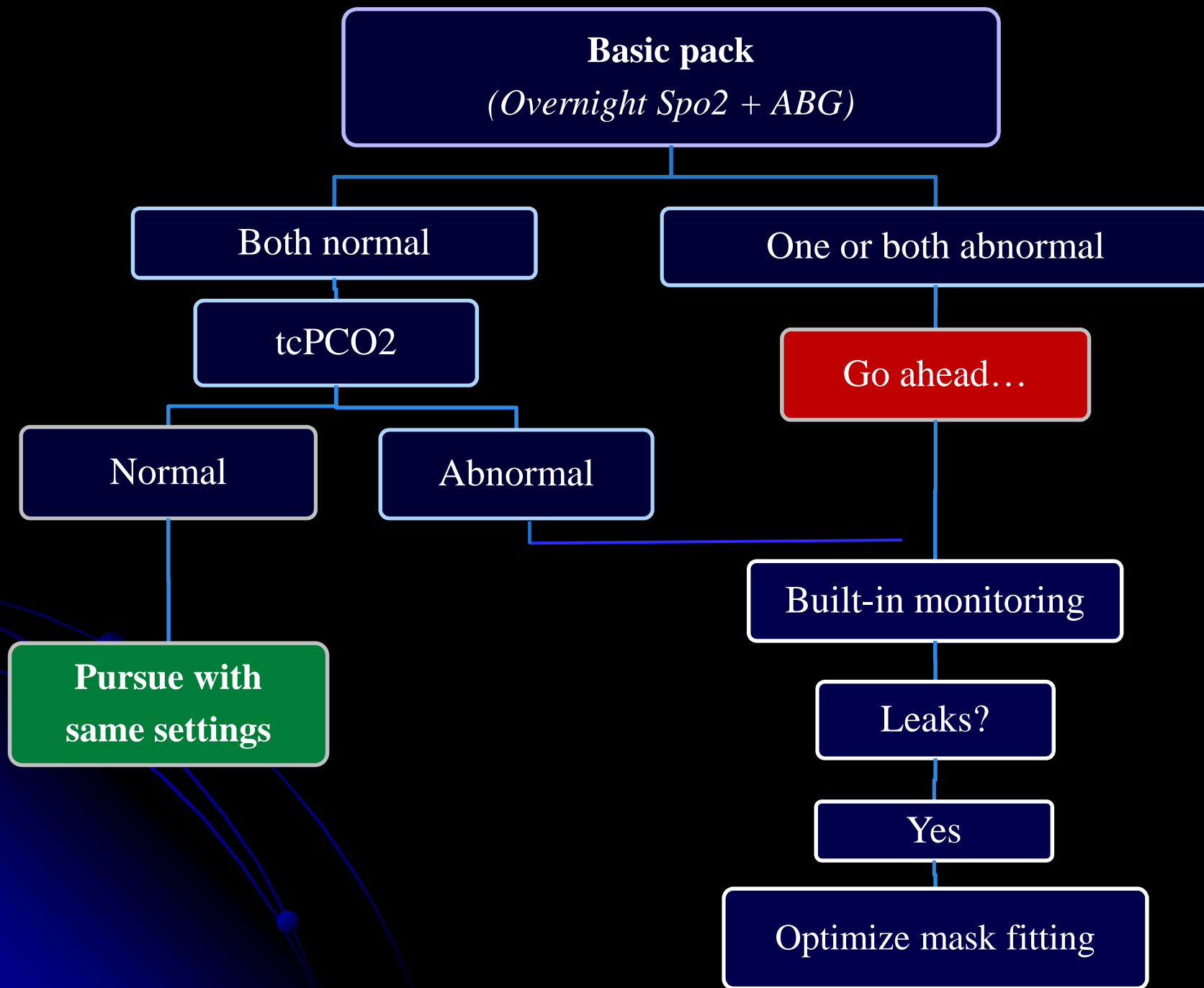
Abdomen



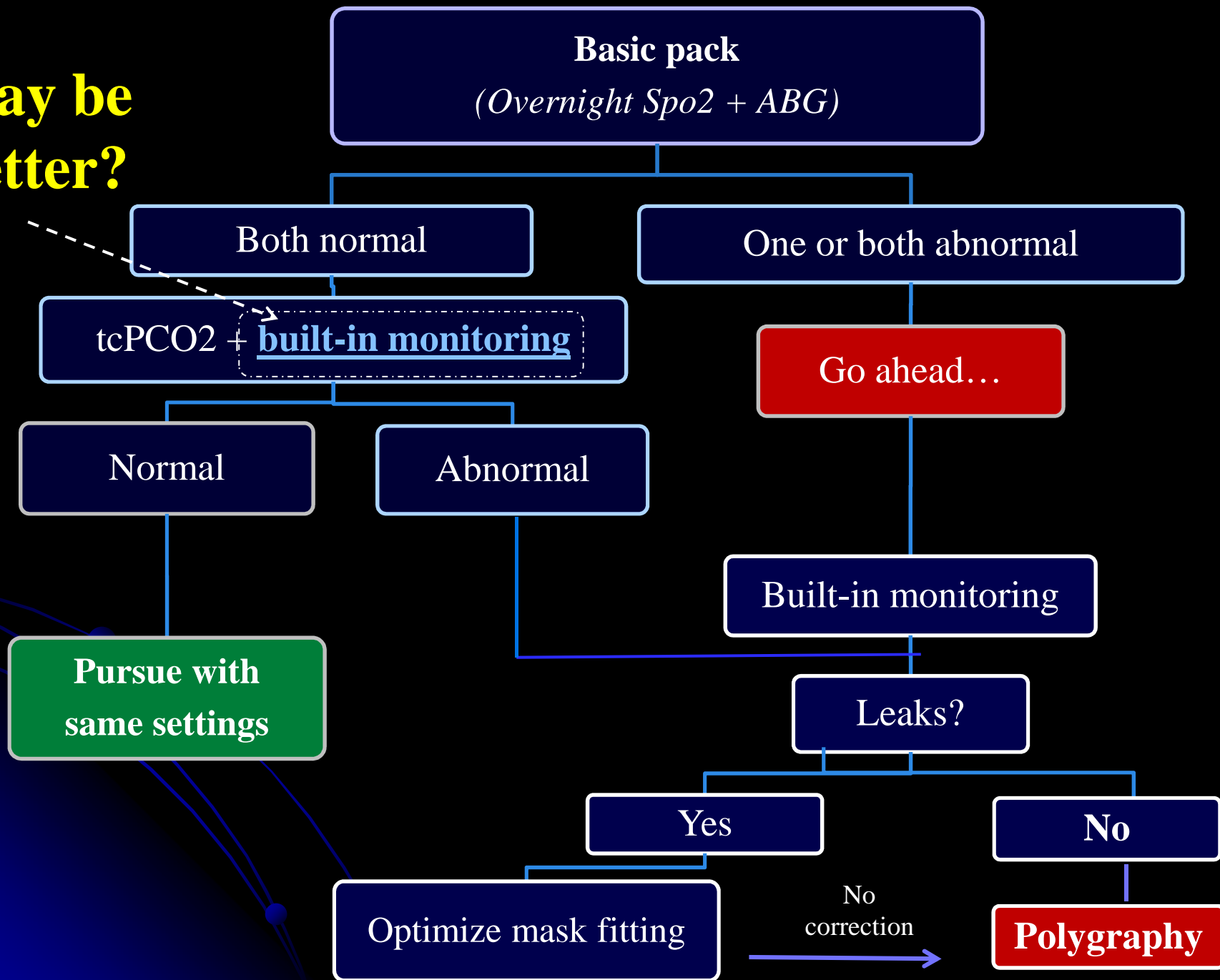
SpO2







**May be better?**





# Systemes de monitoring couplé aux ventilateurs.



Optimisme mais 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

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

Albert Einstein

