

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

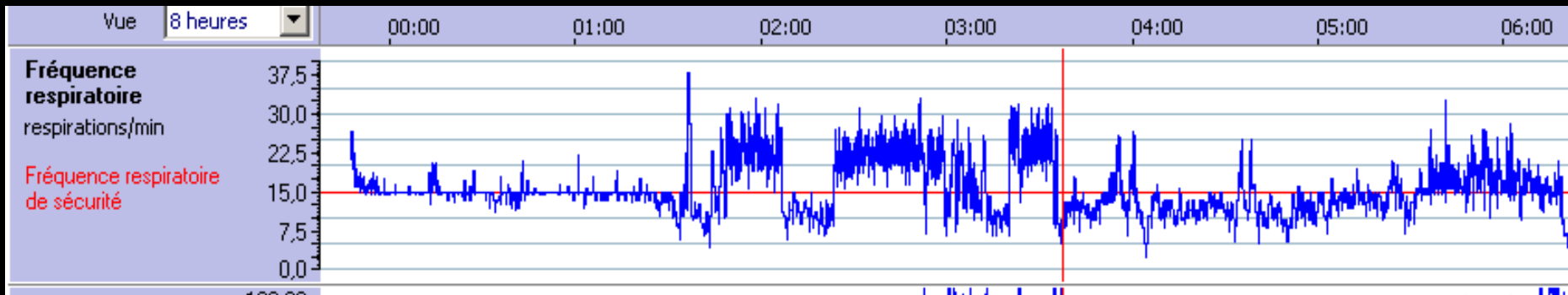
Pourquoi faut-il monitorer la VNI?

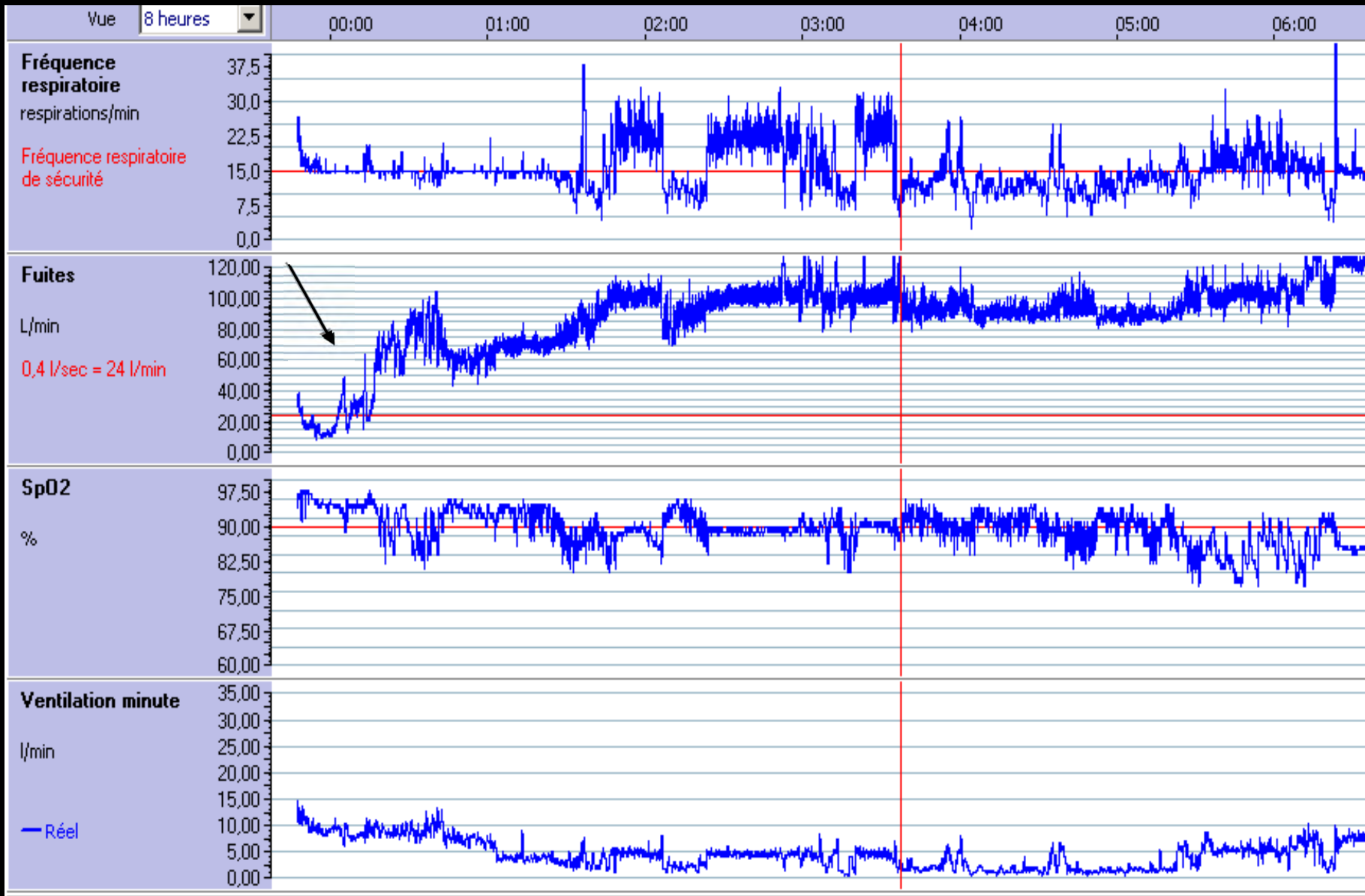
Mais...

➤ 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

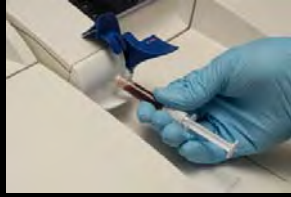
➤ Résultat clinique

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



Gaz du sang

SaO₂



Évaluation systématique

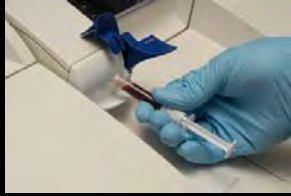
1) Gaz du sang

- 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 PaCO₂ 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



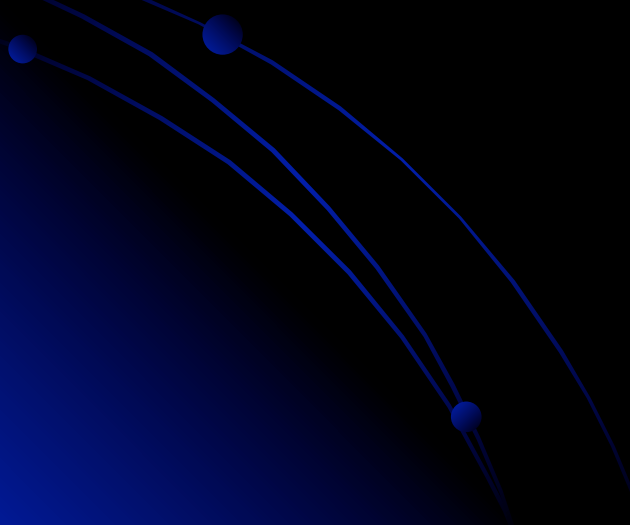
Évaluation systématique

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

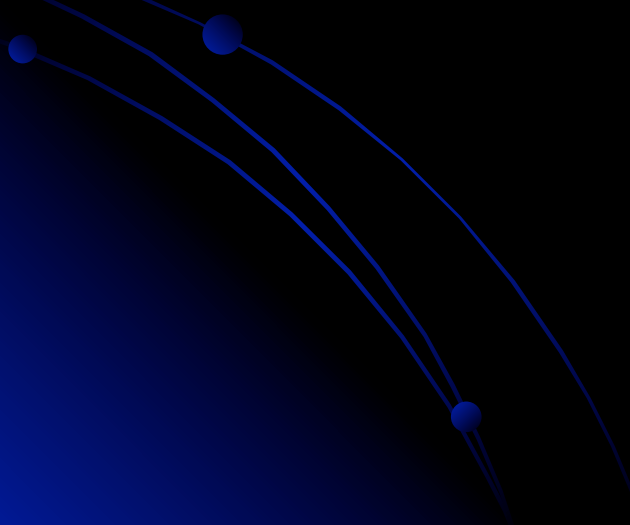


Puisque l'objectif princeps de la VNI est de corriger
l'hypercapnie, si la PaCO₂ reste > 45 mm Hg, on
peut considérer un patient insuffisamment ventilé

NB: Quid des BPCO?

Gaz du sang: scénarios

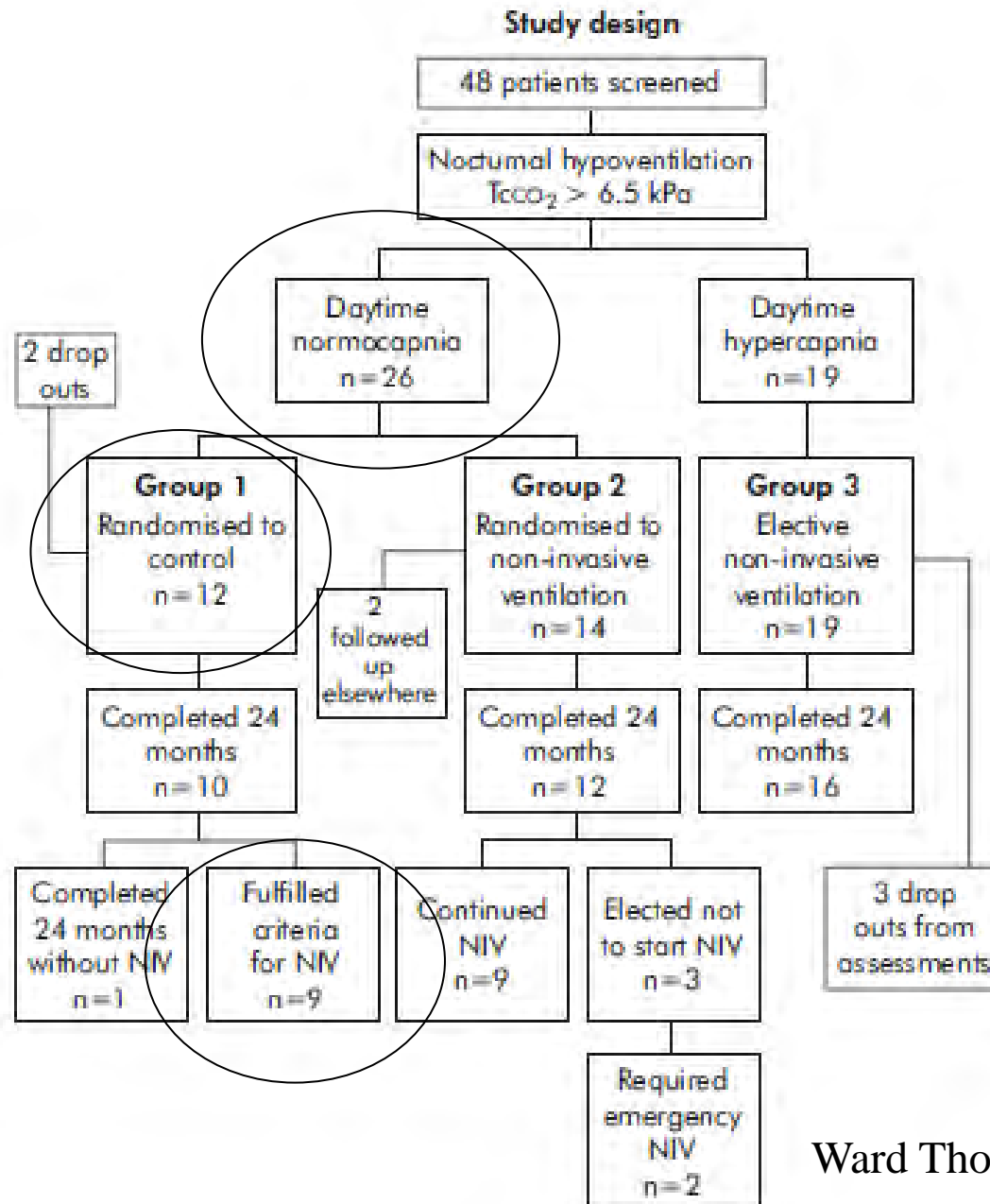
- 1) GDS pathologiques
- 2) GDS normaux



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 PaCO2 chez des sujets ventilés

Table 3 Daytime partial arterial carbon dioxide pressure (PaCO₂) and nocturnal transcutaneous carbon dioxide (PtcCO₂) recording with the combined PtcCO₂/SpO₂ monitor in the 50 patients

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

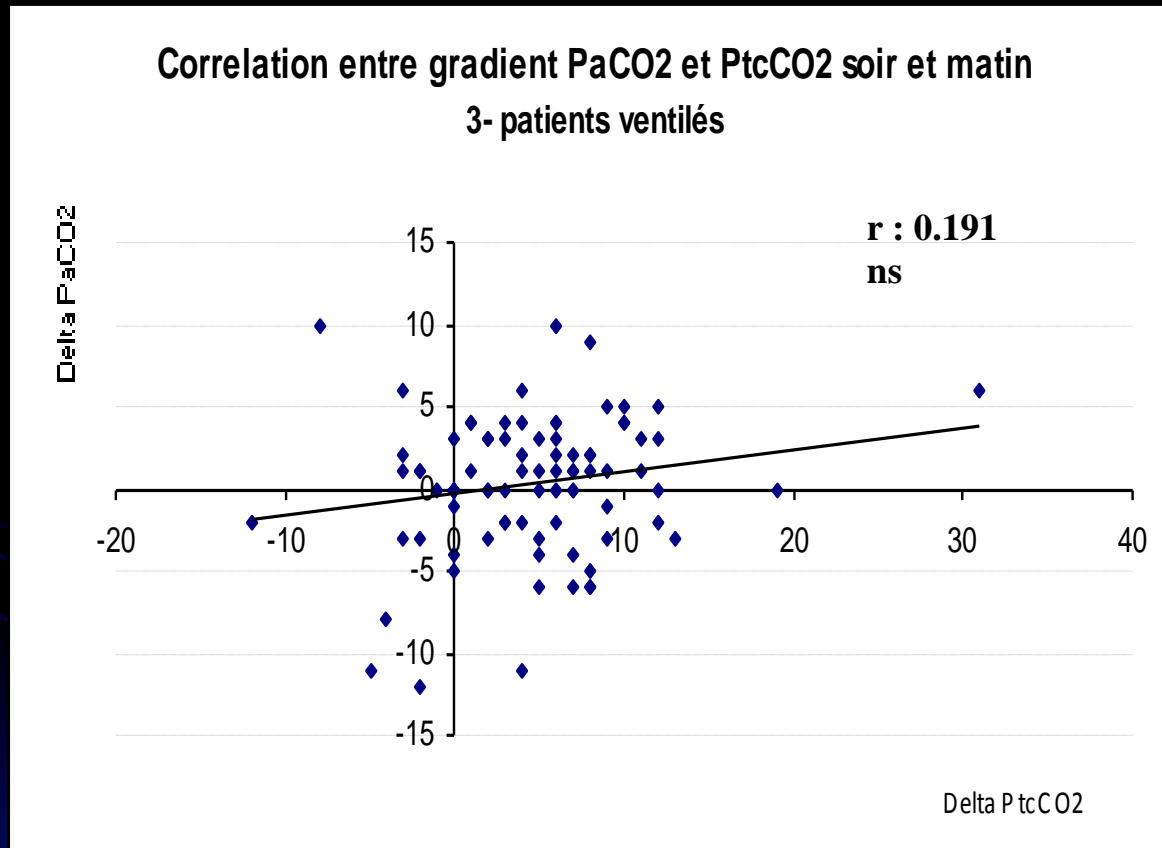
Paiva ICM 2009
(enfants)

Nguyen D,
présenté à l'ERS 2011
(adultes)

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

> 17 % des patients avec une PaCO₂ diurne normale ont une hypercapnie nocturne par des critères « durs » (PtcCO₂ ½ > 50 mm Hg)

Peut le gradient GDS soir et matin sous VS prédire le comportement respiratoire nocturne?



- Patients sous VNI nocturne
- *GDS faits*
 - en début de soirée
 - Une heure après arrêt de la VNI le matin
- Capnographie
 - sous VNI la nuit



Évaluation systématique

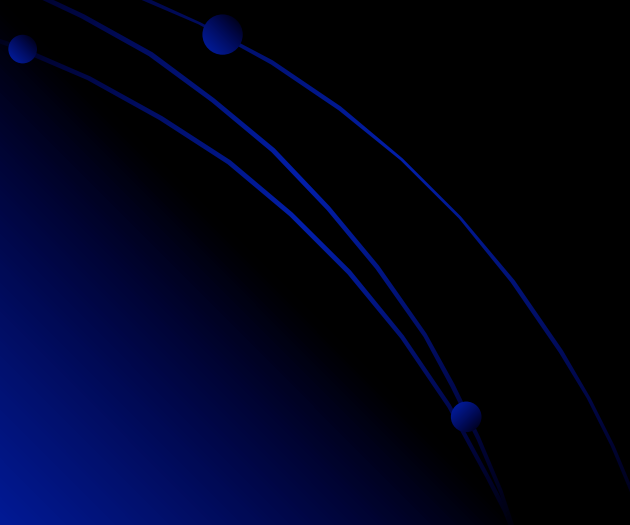
2) SaO₂ nocturne

- 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 SpO₂ 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

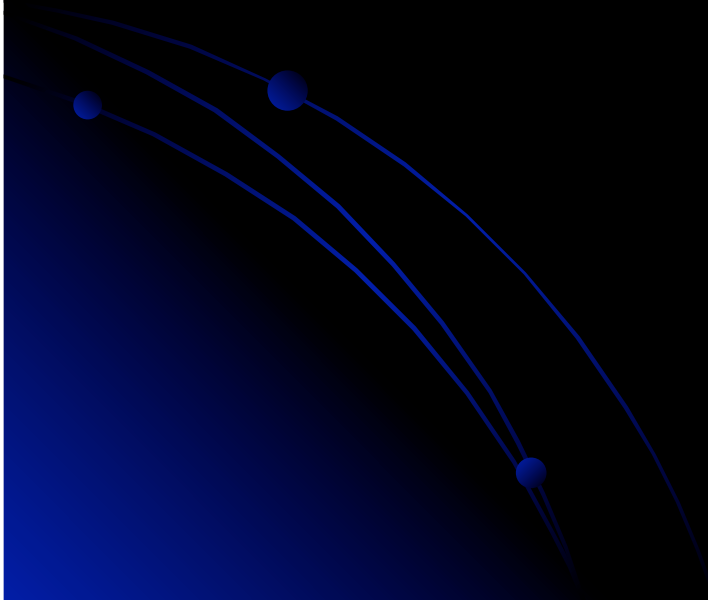
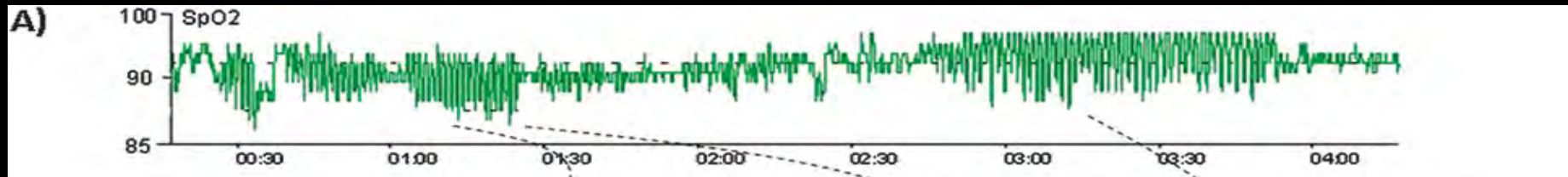
2) GDS normaux



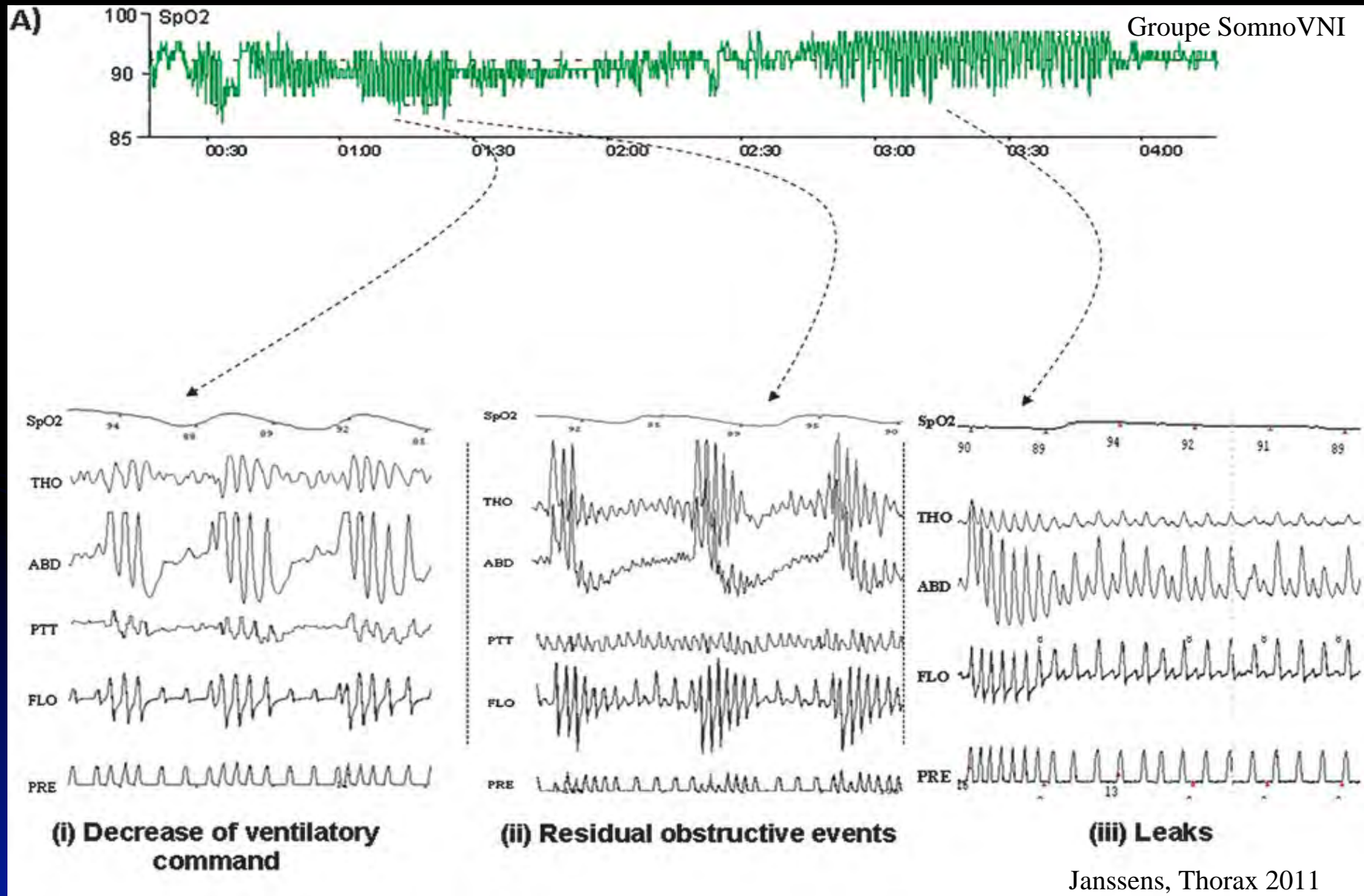
Whole population	PaCO ₂ >< 45			
	Se	Sp	PPV	NPV
SaO ₂ Cut off 5' <88%	17%	86%	32%	72%
Sa ₂ cut off TSaO ₂ <90% >30%	11%	100%	100%	74%
Patients under NIV	PaCO ₂ >< 45			
	Se	Sp	PPV	NPV
SaO ₂ Cut off 5' <88%	19%	86%	31%	76%
Sa ₂ cut off TSaO ₂ <90% >30%	10%	100%	100%	77%
Non ventilated patients	PaCO ₂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

Une SaO₂ anormale (critères de Levi Valensi: TSaO₂ <90% > 30) permet d'affirmer l'existence d'une hypercapnie diurne autant chez les patients sous ventilation spontanée que chez ceux sous VNI

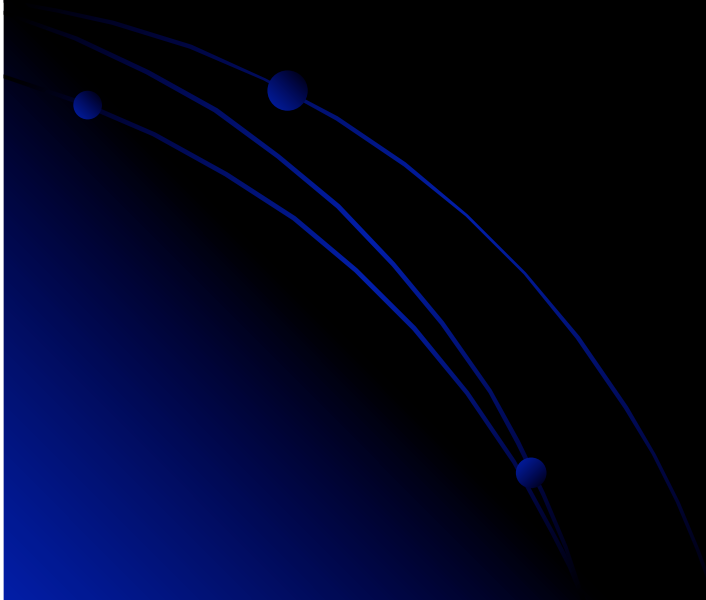
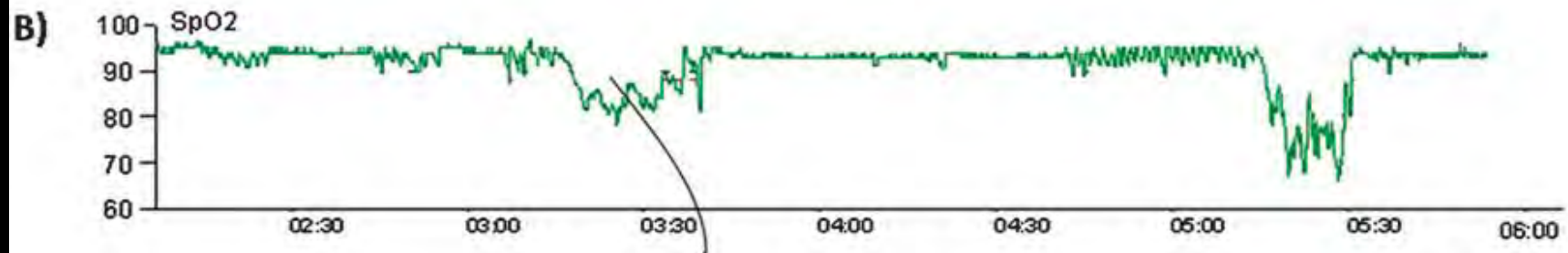
...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente



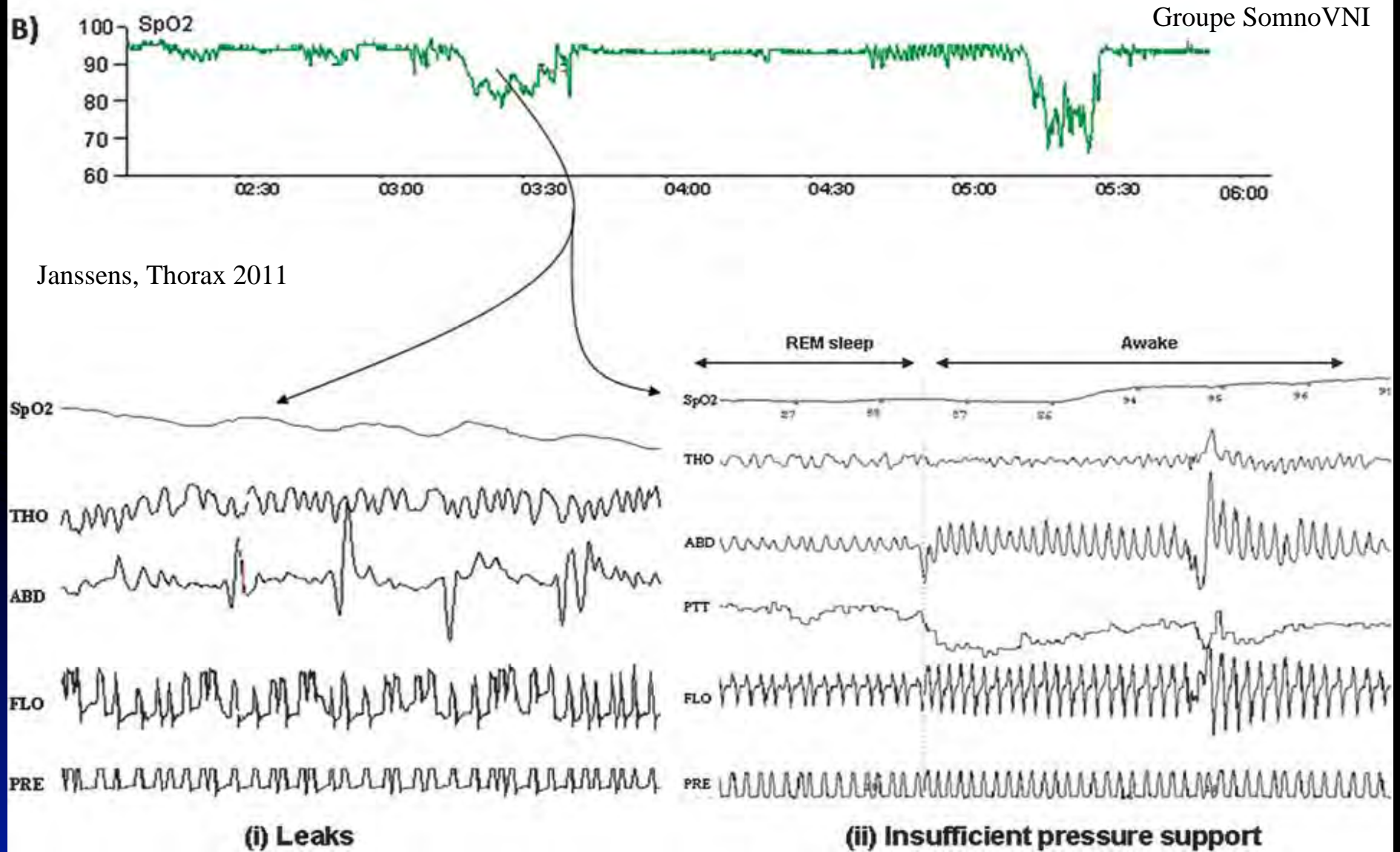
...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente



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

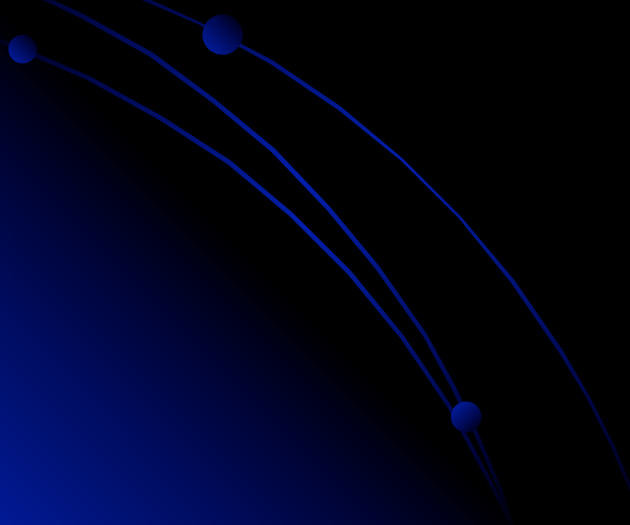
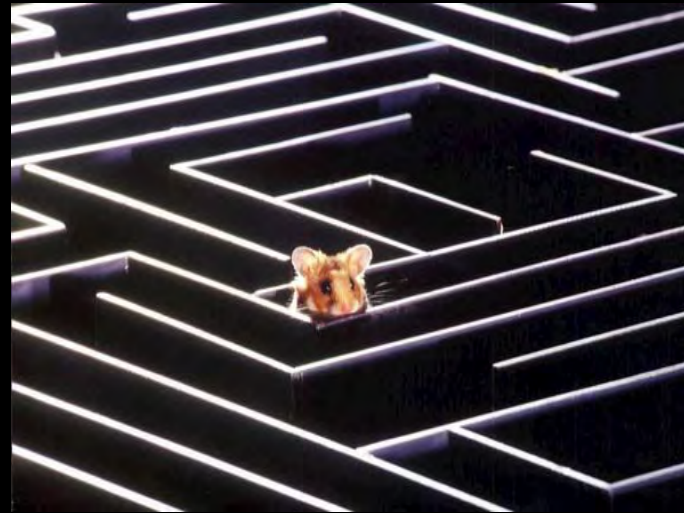


...Mais donne peu d'orientation sur le mécanisme sous jacente



SaO2 nocturne: scénarios

- 1) GDS pathologiques
- 2) SaO2 normale



Alors, une SaO₂ « normale » permet-
elle d'éliminer une hypoventilation
nocturne?



SaO₂ vs PaCO₂ chez des sujets ventilés

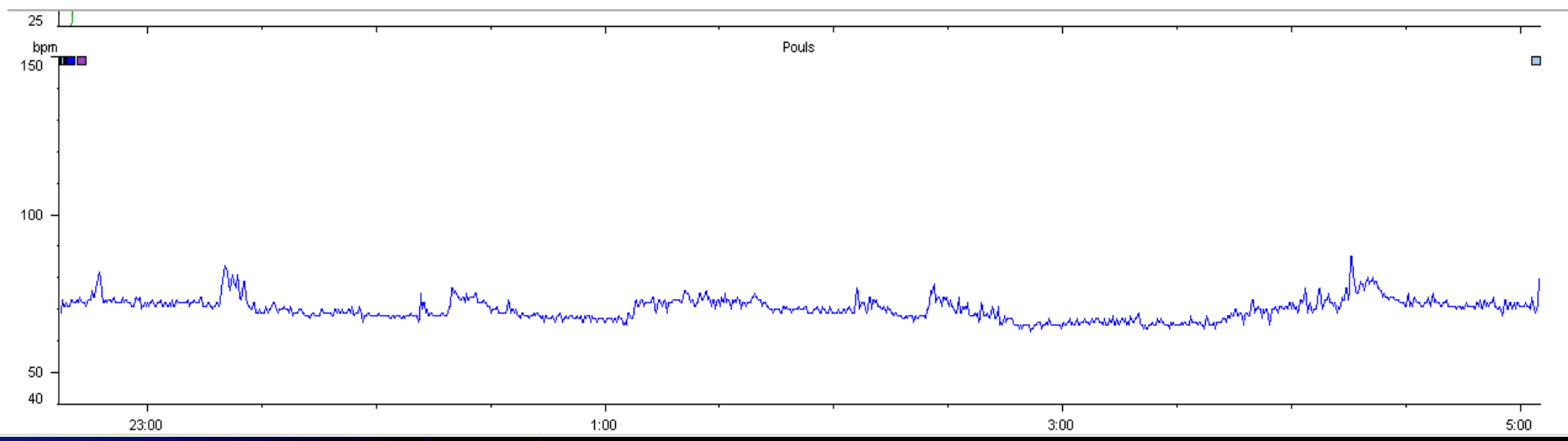
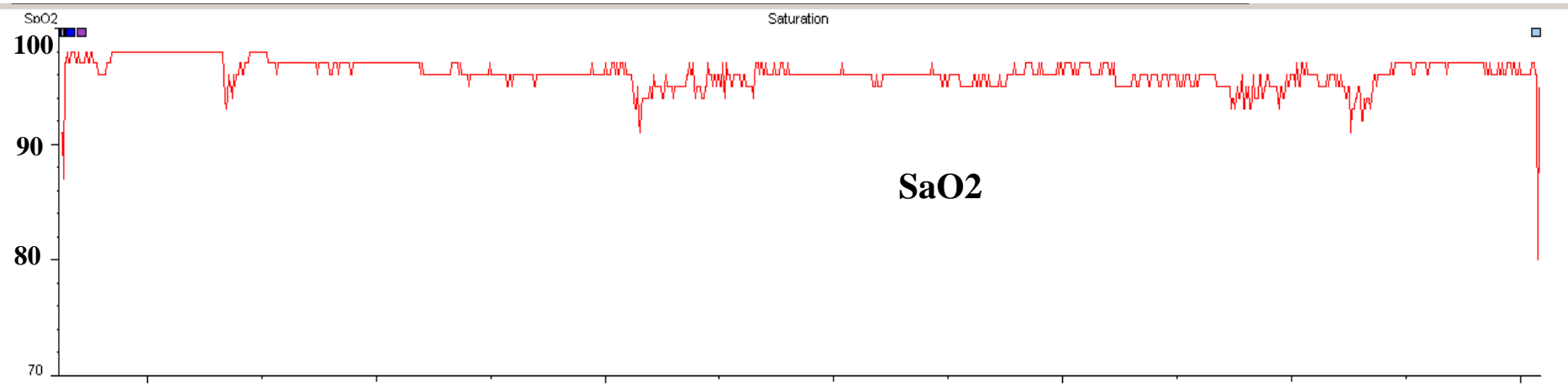
	PtcCO ₂ ½ < 50mmHg	PtcCO ₂ ½ ≥ 50mmHg	Total patients N = 91
≥ 30% temps avec SpO ₂ ≤ 90%	1 (1.1%)	1 (1.1%)	2 (2.2%)
< 30% temps avec SpO ₂ ≤ 90%	63 (69.2%)	26 (28.6%)	89 (97.8%)
≥ 30% temps avec SpO ₂ ≤ 93%	8 (8.8%)	5 (5.5%)	13 (14.3%)
< 30% temps avec SpO ₂ ≤ 93%	56 (61.5%)	22 (24.2%)	78 (85.7%)
≥ 30% temps avec SpO ₂ ≤ 95%	22 (24.2%)	15 (16.5%)	37 (40.7%)
< 30% temps avec SpO ₂ ≤ 95%	42 (46.1%)	12 (13.2%)	54 (59.3%)

20 % des patients avec une SaO₂ nocturne « normal » (même au cut off de 95%) ont une hypercapnie nocturne par des critères « durs » (PtcCO₂ ½ > 50 mm Hg)

Cas clinique N° 1

- Mr VN. 62 ans
- Cyphoscoliose, sous VNI + O₂ 2 lt/min 18/24
- Va bien.
- GDS: (fin de soirée sous O₂) pH 7.39, PaCO₂ 42, PaO₂ 71

→ Voici sa SaO₂ nocturne





Quel est votre attitude?

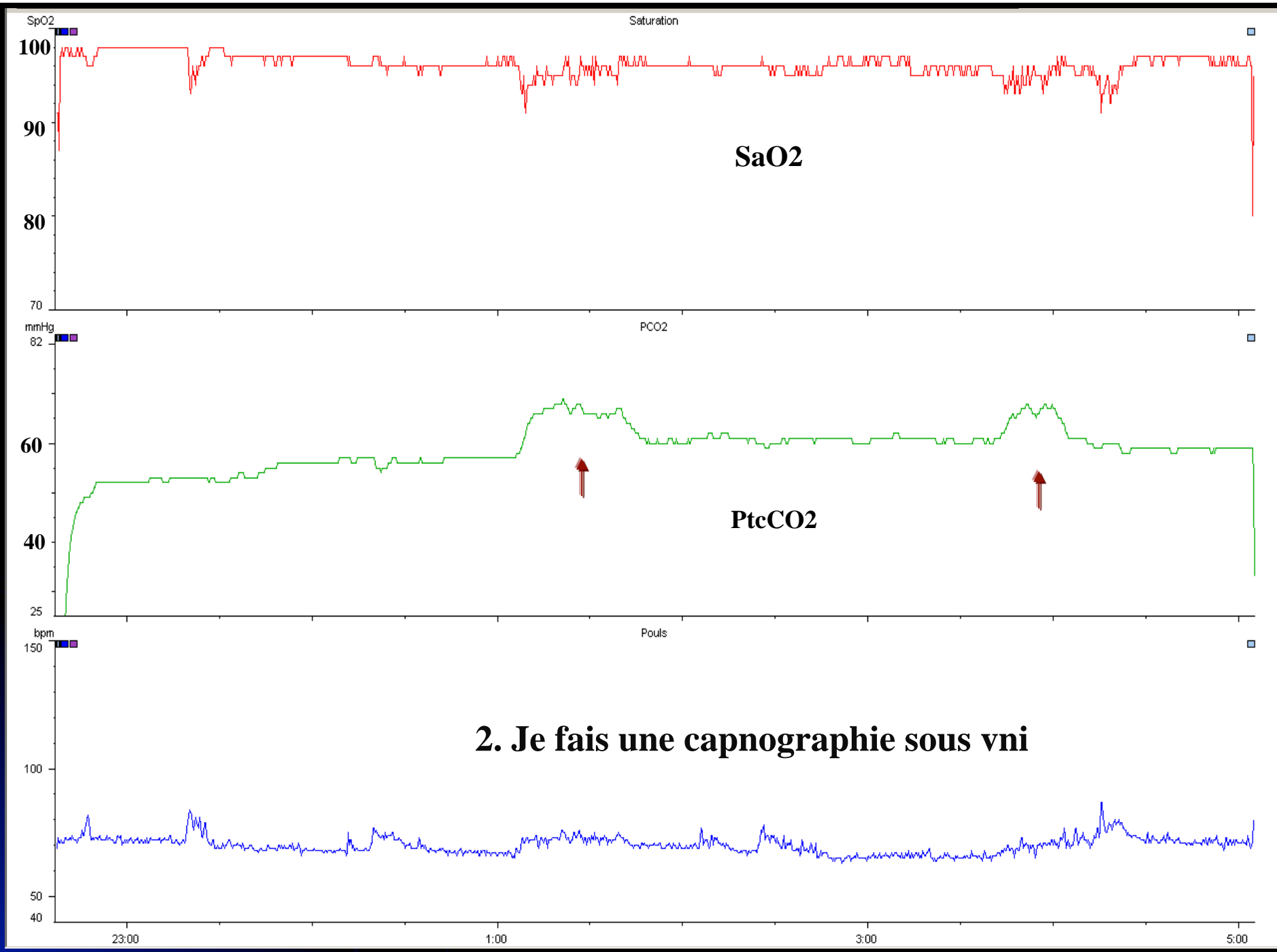
1. Il est bien ventilé et satisfait, je m'arrête là

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

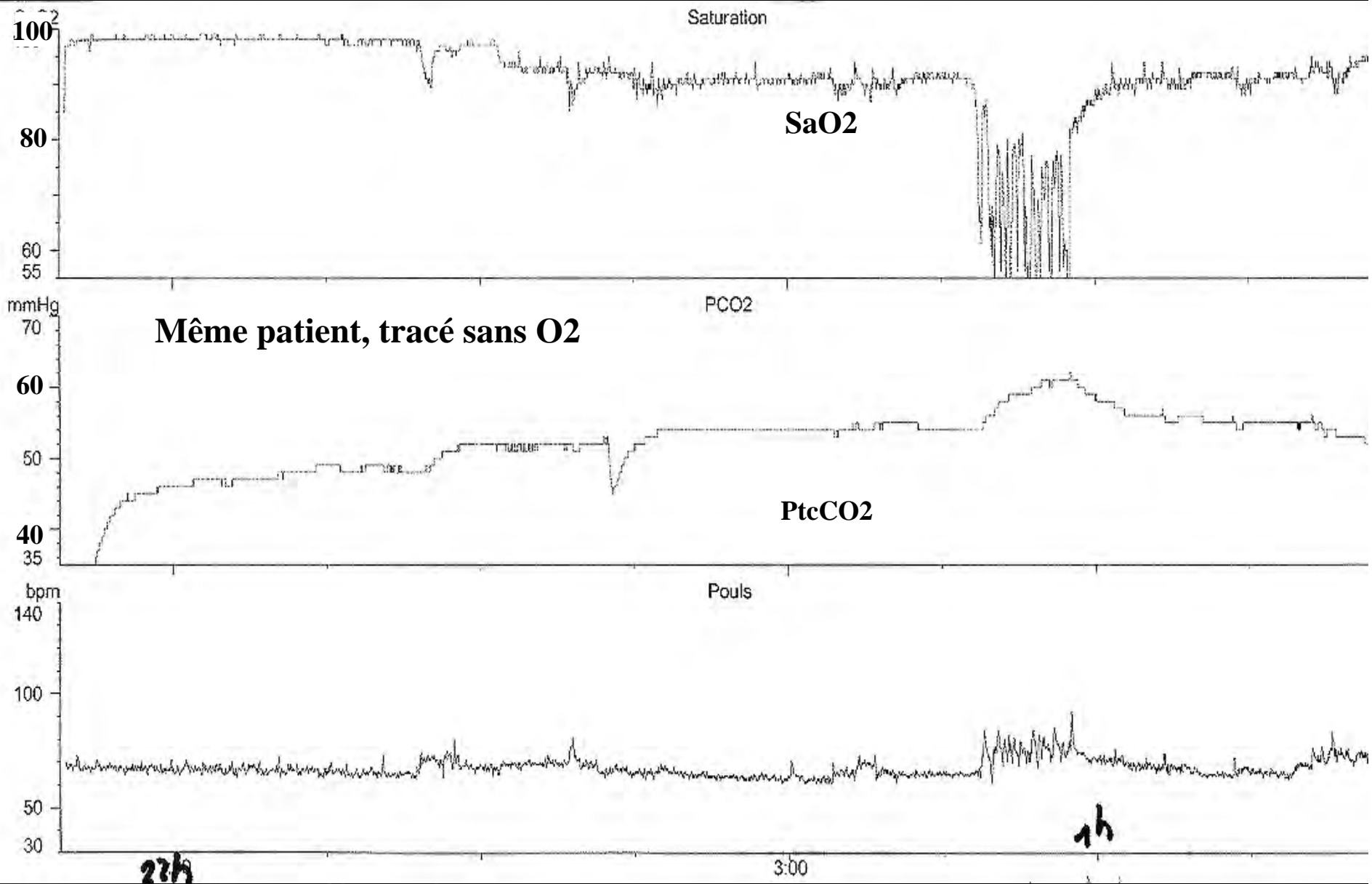
2. Sous vni

3. Sans vni

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



2. Je fais une capnographie sous vni

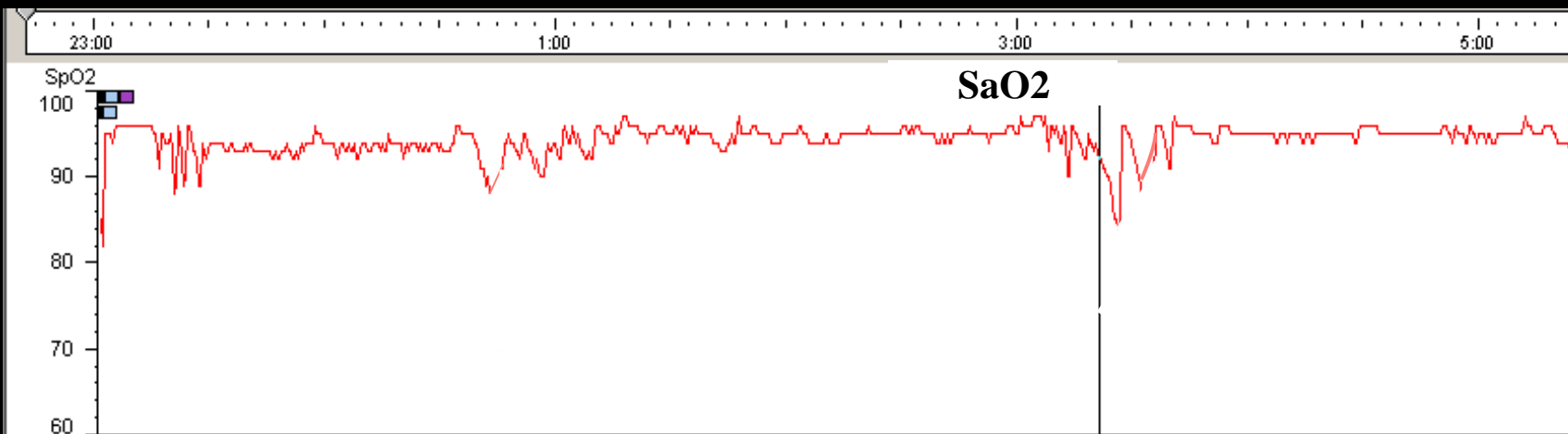


Ba oui... il y avait de l'O2

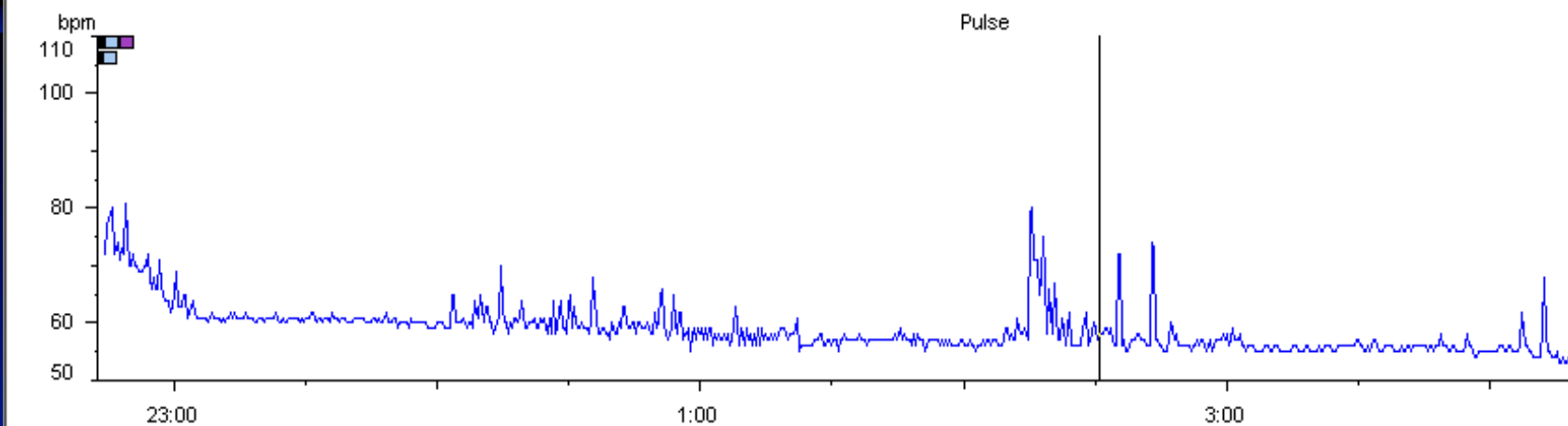
Cas clinique N° 2

- Mr C.V. 22 ans
- Myopathie de Duchenne, sous VNI barométrique seule
- Va bien.
- GDS: (fin de soirée sous air) pH 7.39, PaCO₂ 40, PaO₂ 87

→ Voici sa SaO₂ 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?

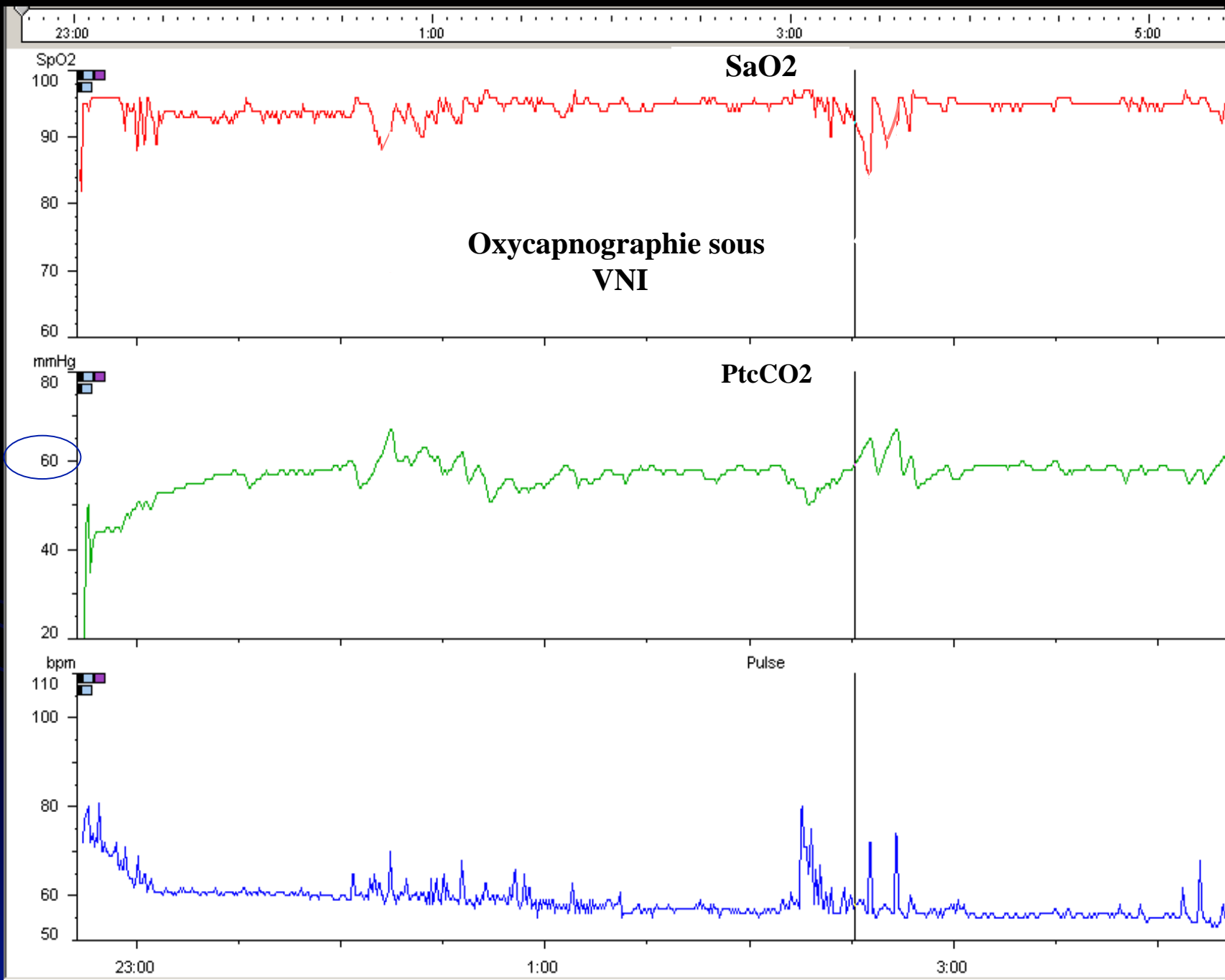
1. Il est bien ventilé et satisfait, je m'arrête là

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

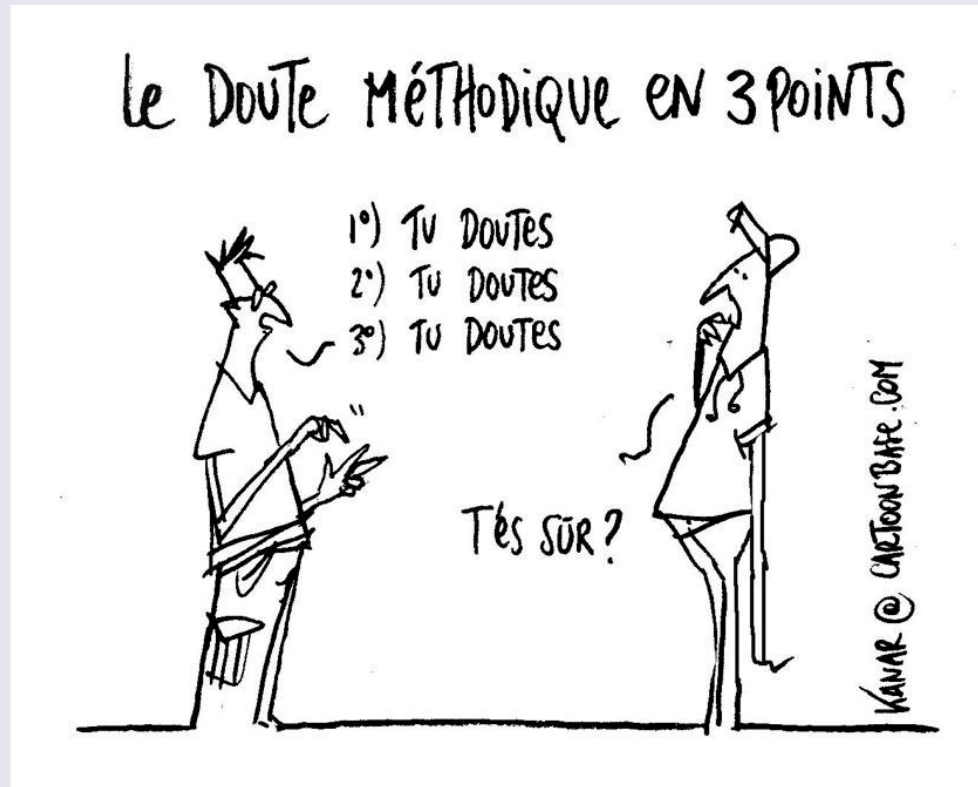
2. Sous vni

3. Sans vni

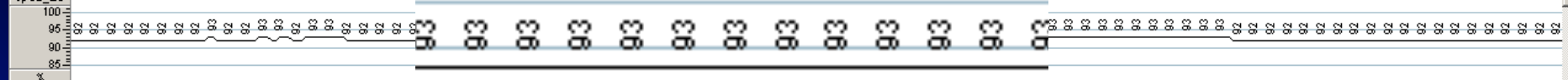
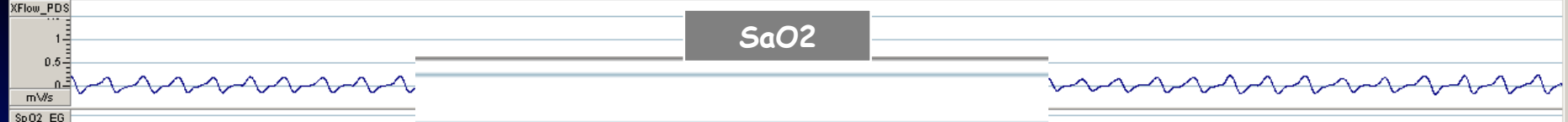
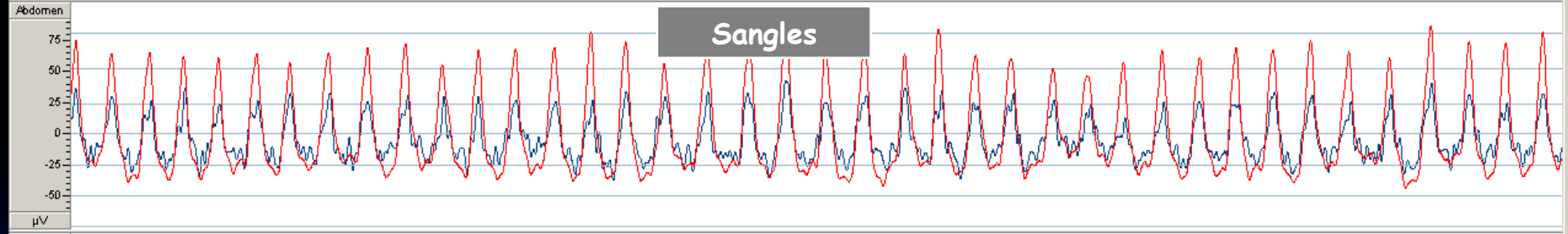
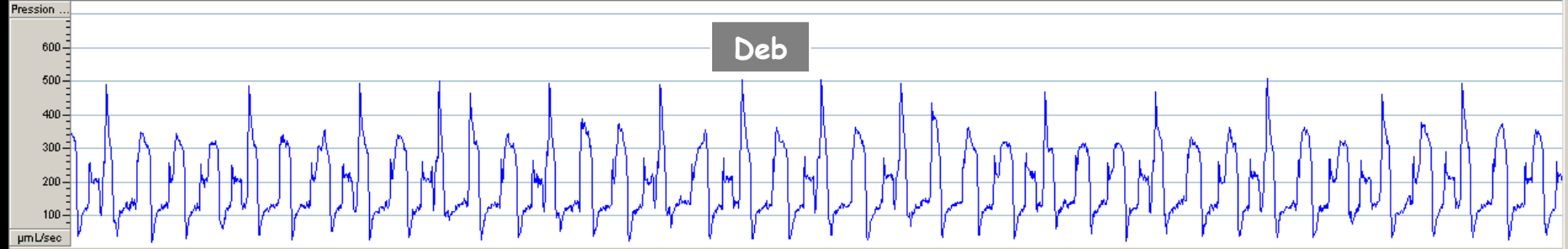
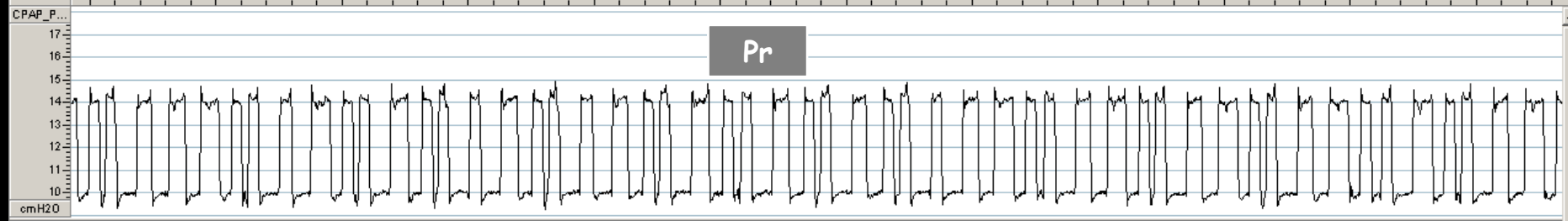
4. Il y a quelques irrégularités dans la tracé. Je fais une polygraphie

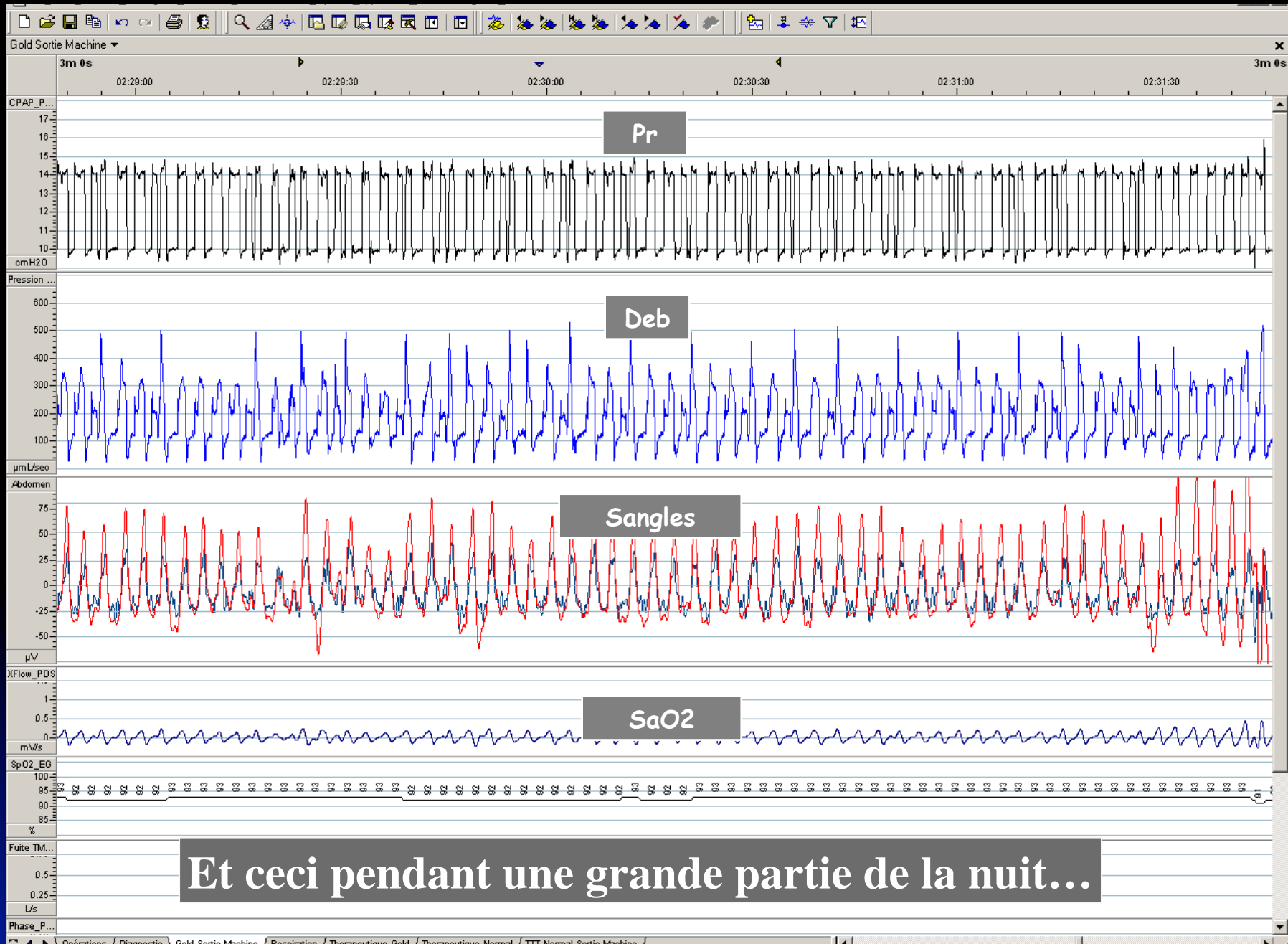


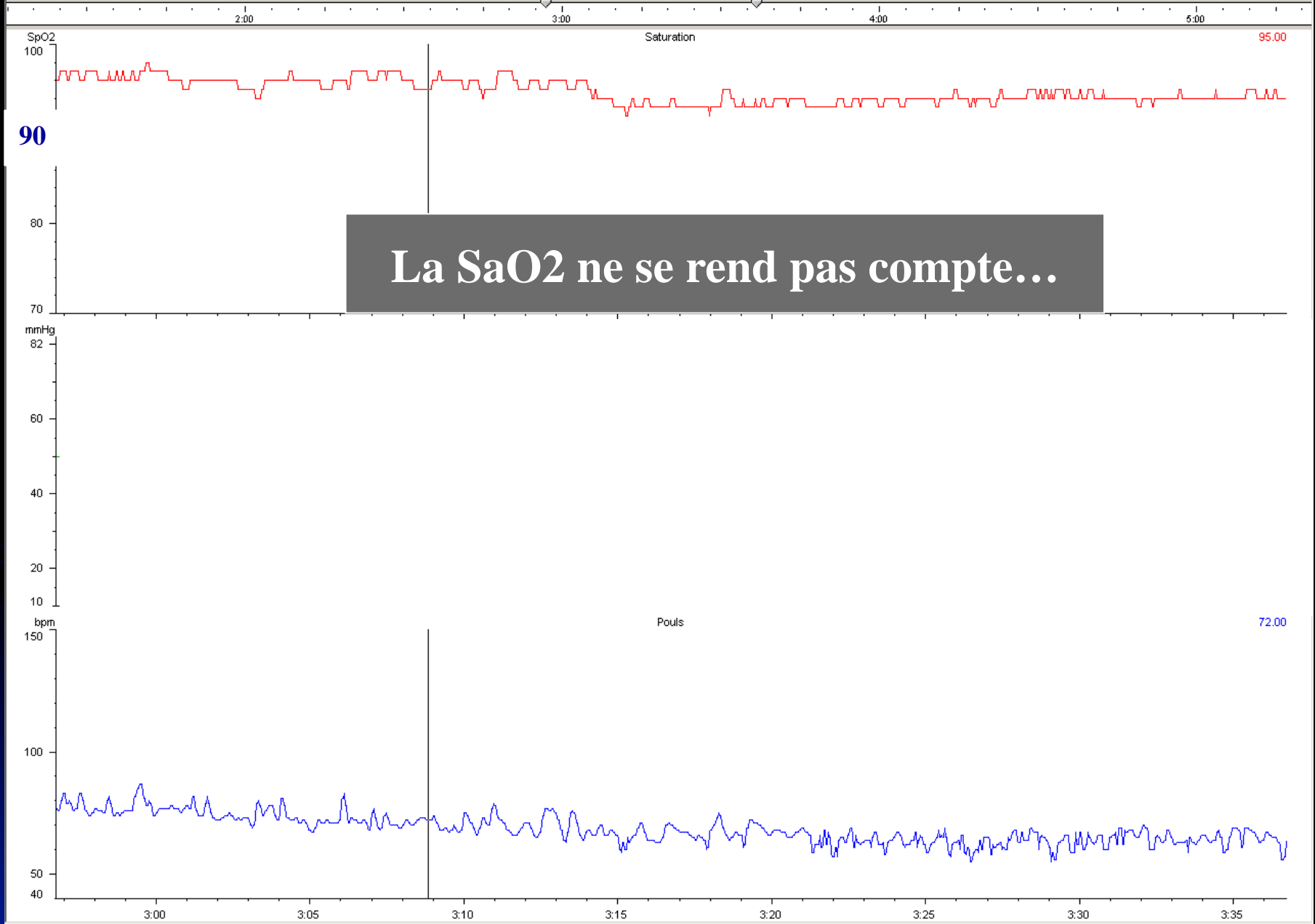
Encore plus de delices...



120,00s 2:18:50 02:19:00 02:19:10 02:19:20 02:19:30 02:19:40 02:19:50 02:20:00 02:20:10 02:20:20 02:20:30 02:20:40 120,00s



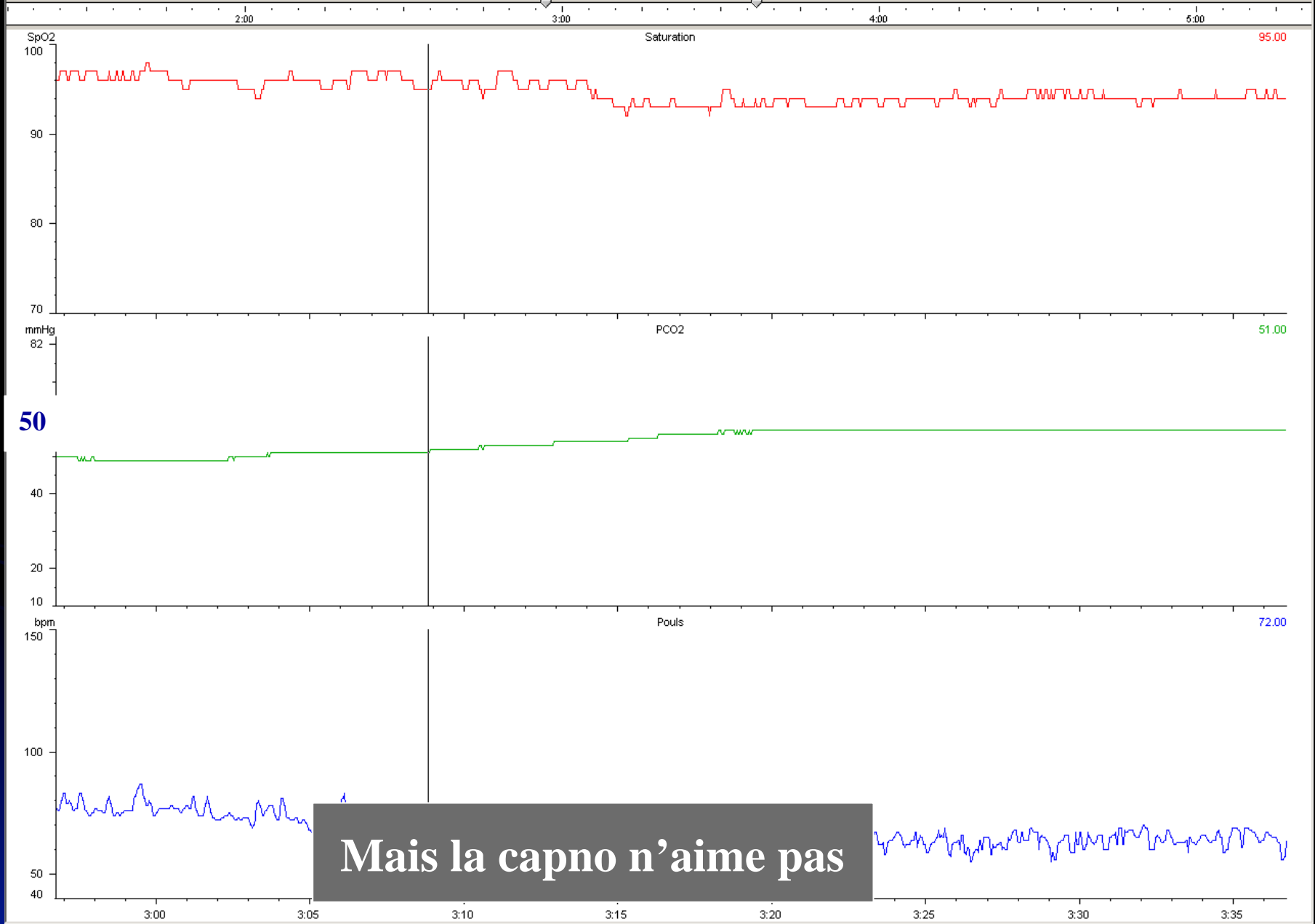




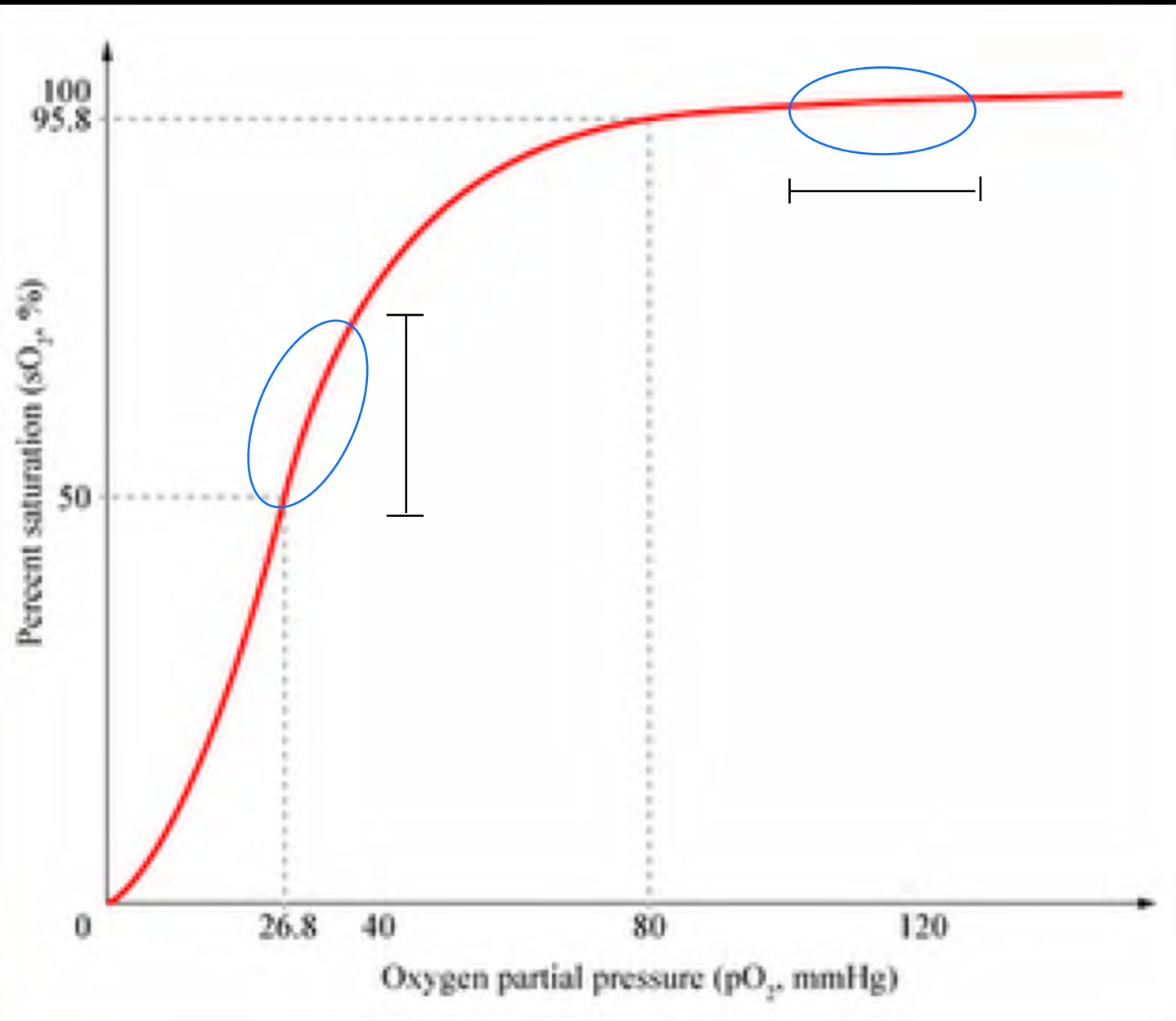
La SaO2 ne se rend pas compte...

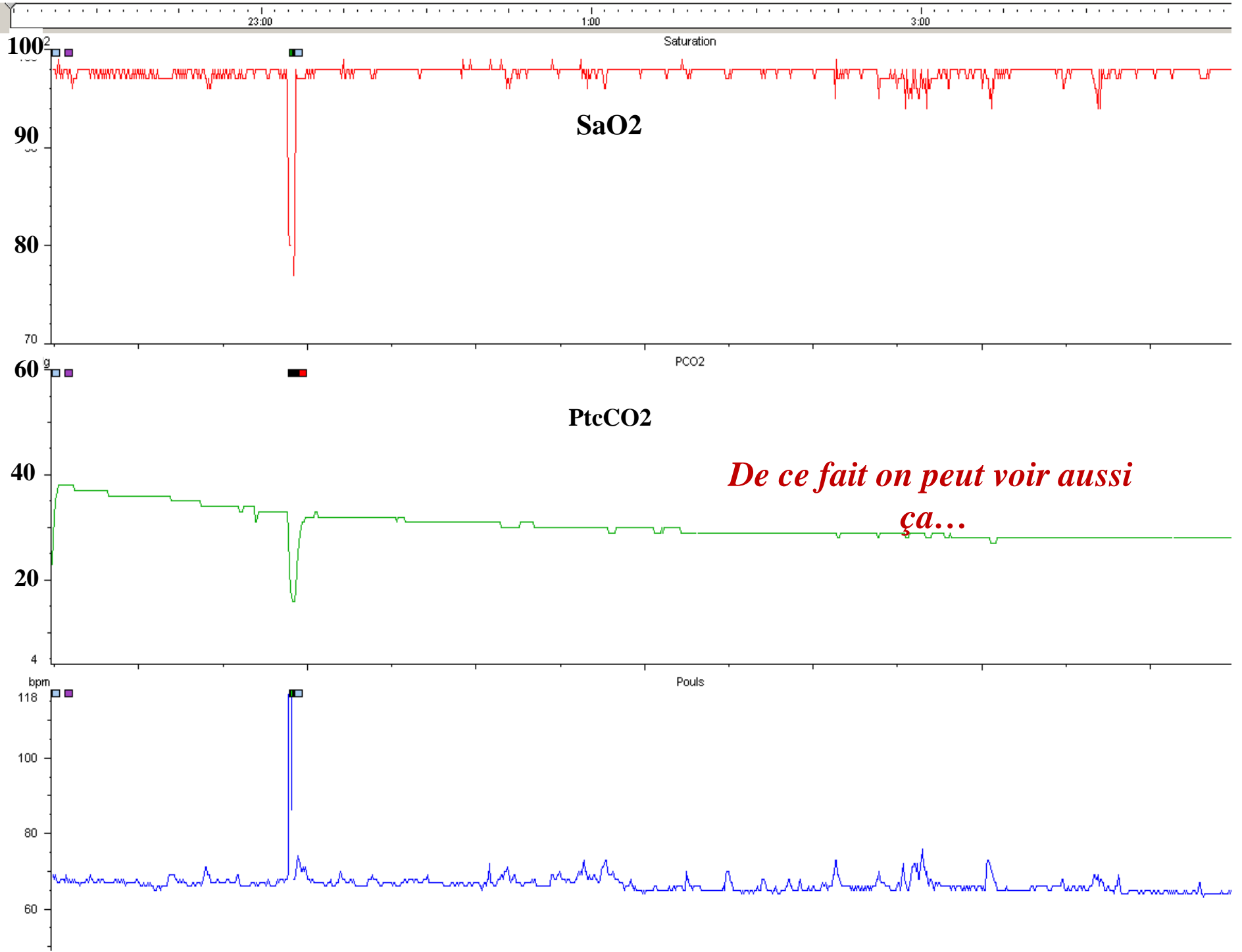
17/03/1933 ... PNEUMO. U2 APPAREILLAGE			
<input type="checkbox"/> Unités <input checked="" type="checkbox"/> Réfs <input type="checkbox"/> Pathol <input type="checkbox"/> Largeur auto			
Analyses	Réfs	2013119182 29/04/2013 16:20 !	
Protéines (PI) (3)	64 - 83	74	
Créatinine (PI) (6)	53 - 115	53	
500001			
- 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	
Oxyhémoglobine	> 04,0	04,0	

Les GDS non plus...



Mais la capno n'aime pas







Évaluation systématique

2) SaO₂ nocturne

→ Outil indéniable mais

➤ Évaluation grossière de l'efficacité de la ventilation

➤ Proposé comme outil de dépistage « *SaO₂ normale → patient bien ventilé* »

✓ Mais SaO₂ normale → chance importante de sous-estimer une hypoventilation alvéolaire. En particulier:

- En absence d'anomalies parenchymateuses
- Jeune age
- Patient sous O₂th

✓ En outre, une SaO₂ anormale donne peu d'orientation sur le mécanisme sous-jacent (fuites, événements centraux ou obstructifs, asynchronisme)

Le pack basique mise en défaut

SaO₂ 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 SaO₂ 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

➤ $SaO_2 + PtcCO_2$



Intérêt de la PtcCO₂ 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 SaO₂ détecter des modifications de la ventilation est faible:

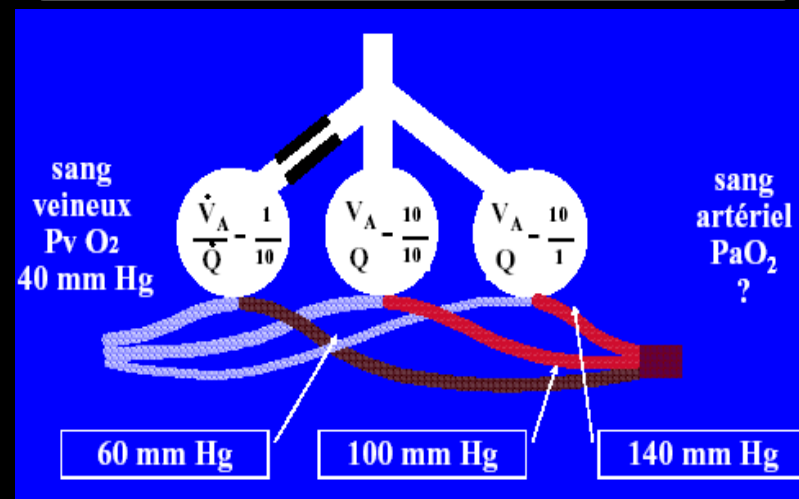
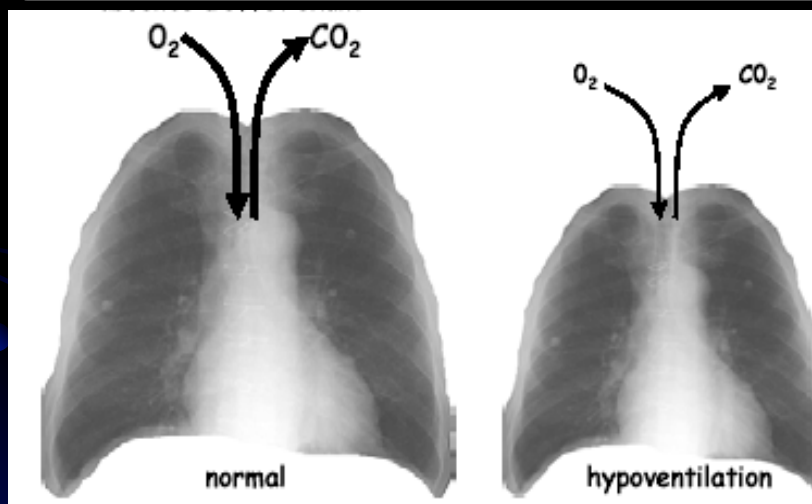
- Pathologies caractérisées par qui ont un niveau de SaO₂ élevé à l'état de base
- Patient sous O₂th.

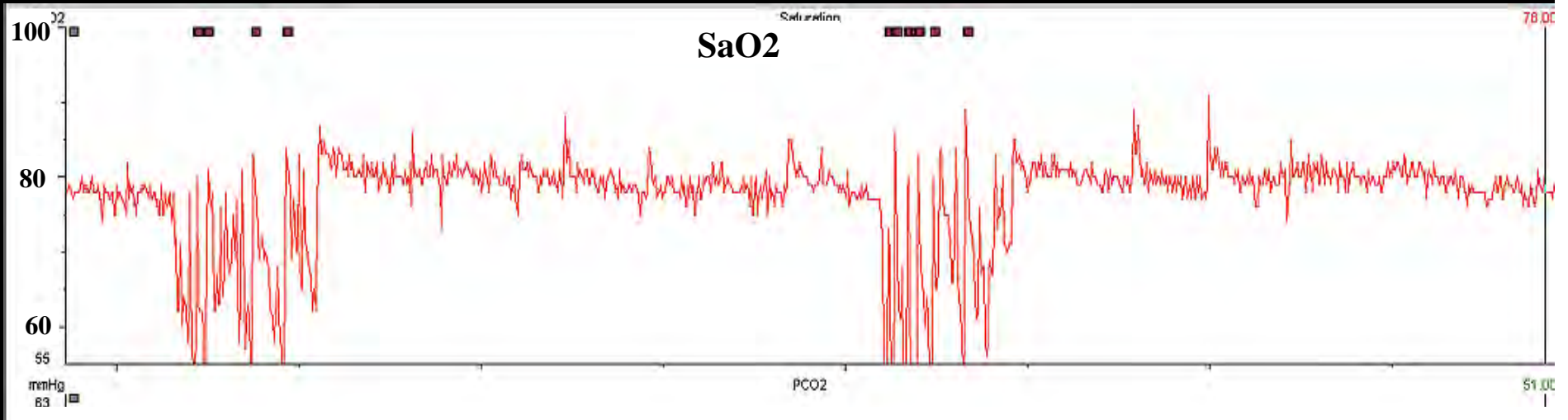


Hypoxémie due à une majoration

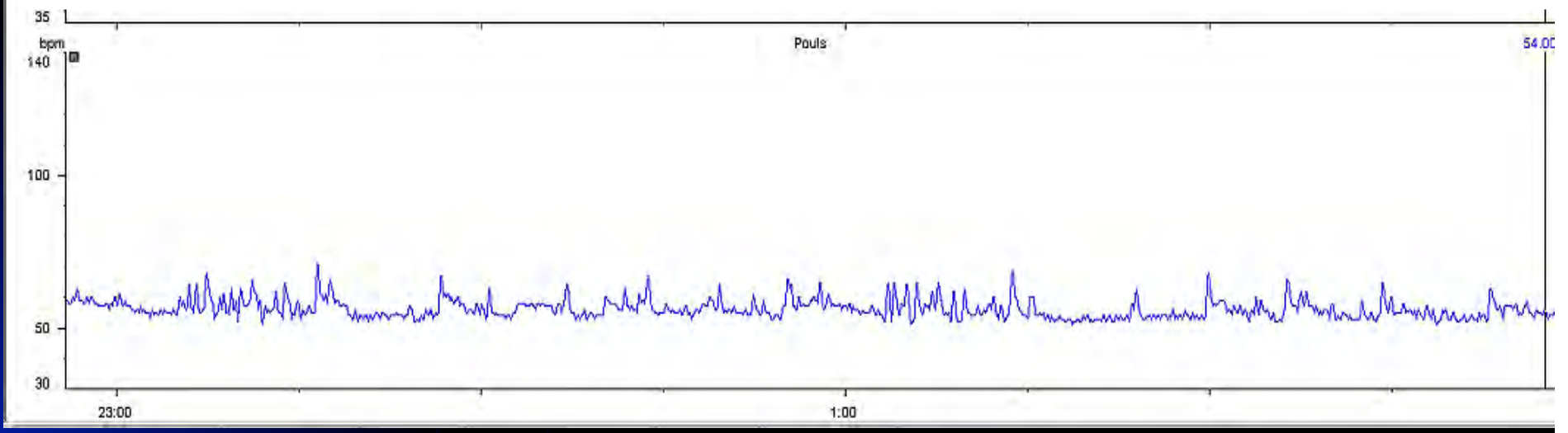
de l'hypoventilation alvéolaire?

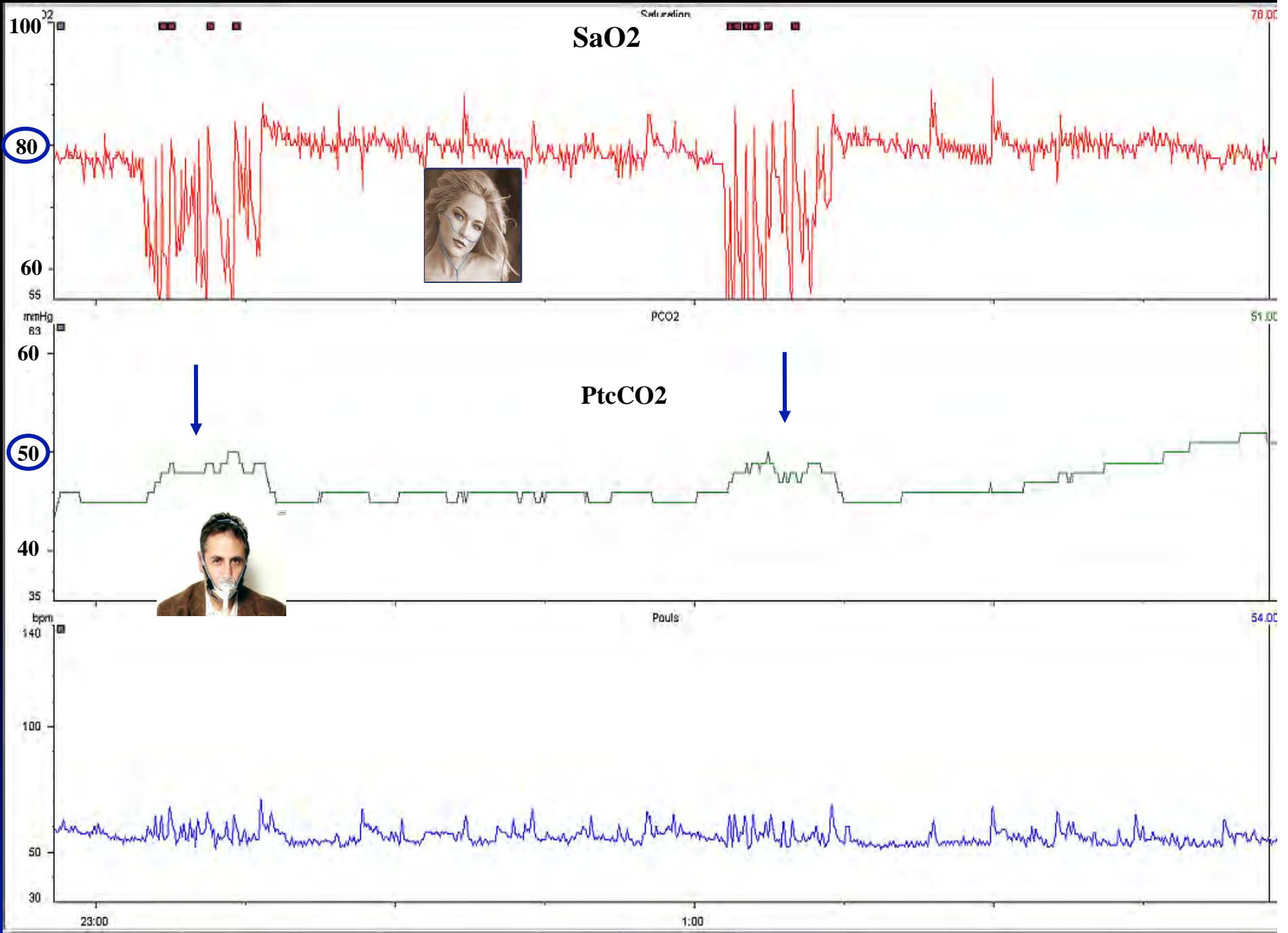
ou des inégalités V/Q??

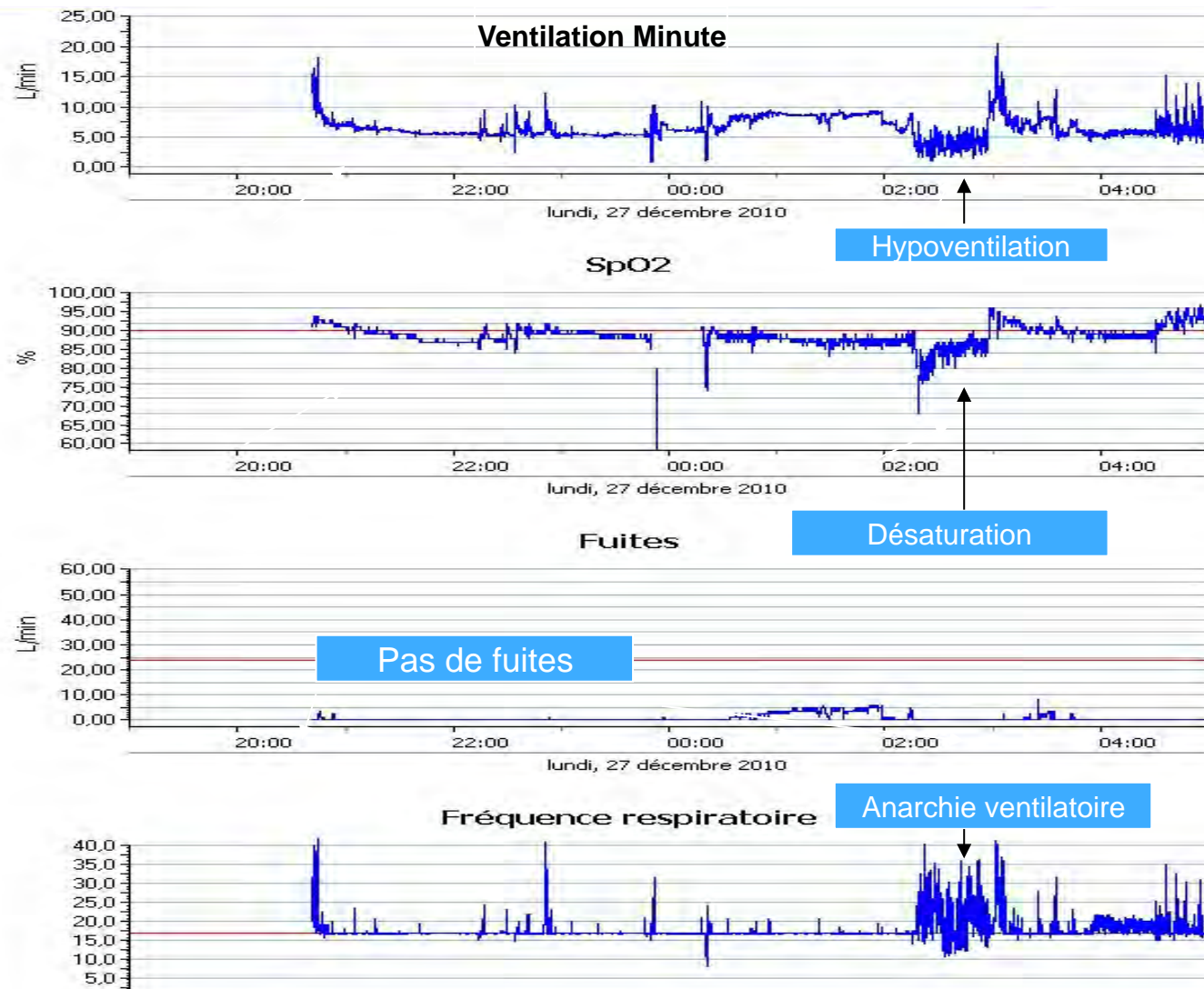




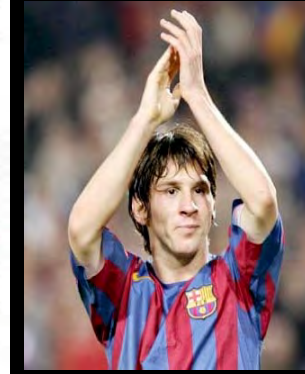
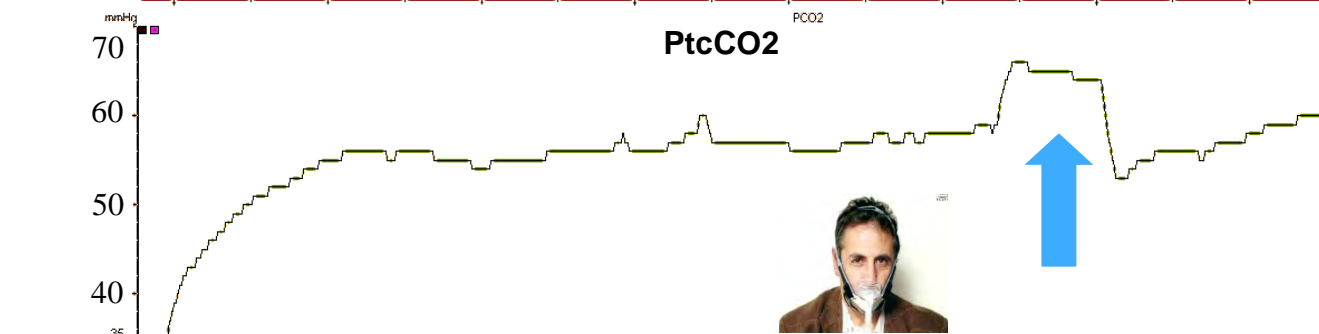
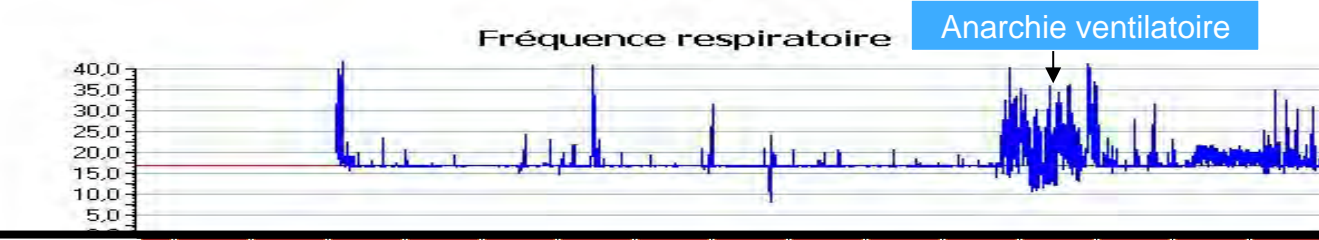
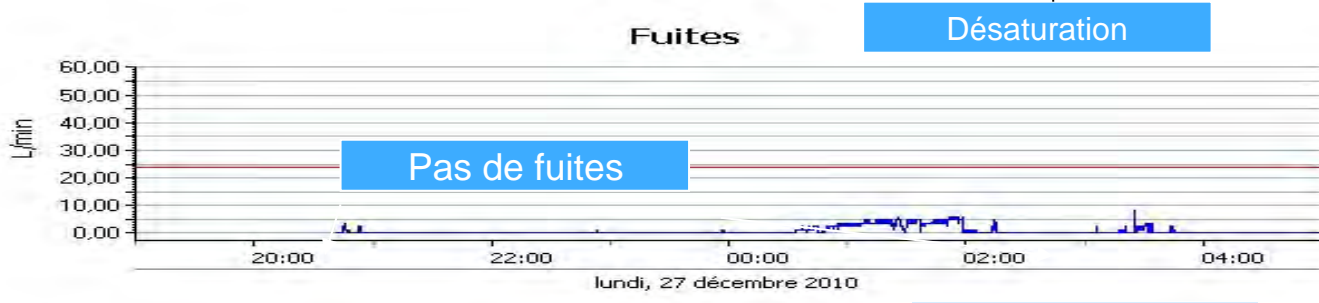
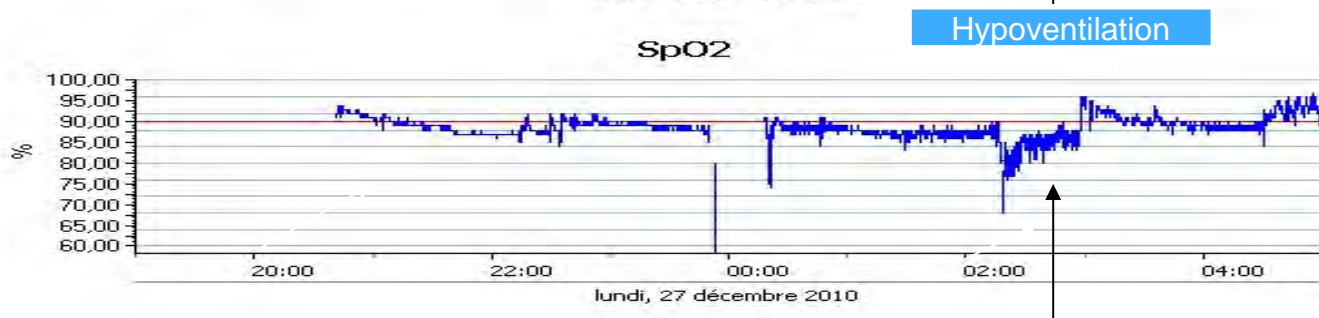
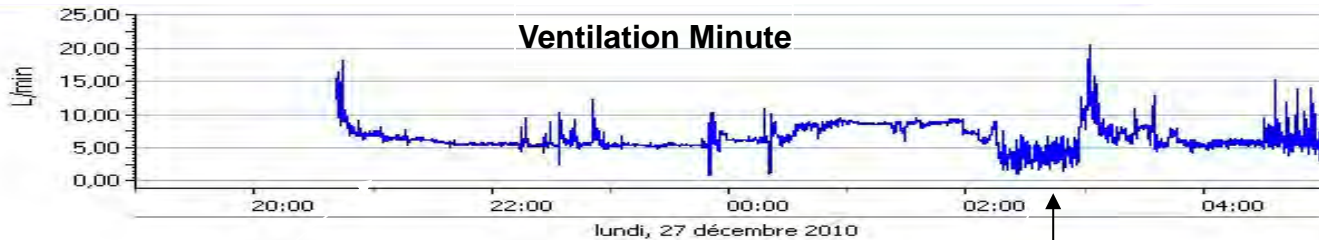
Et ici?

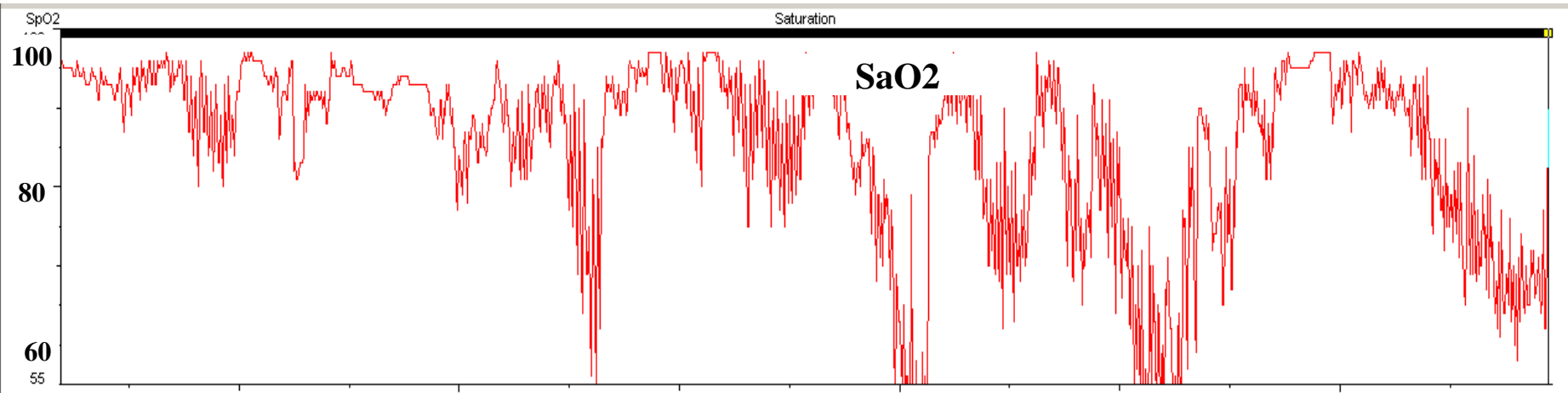




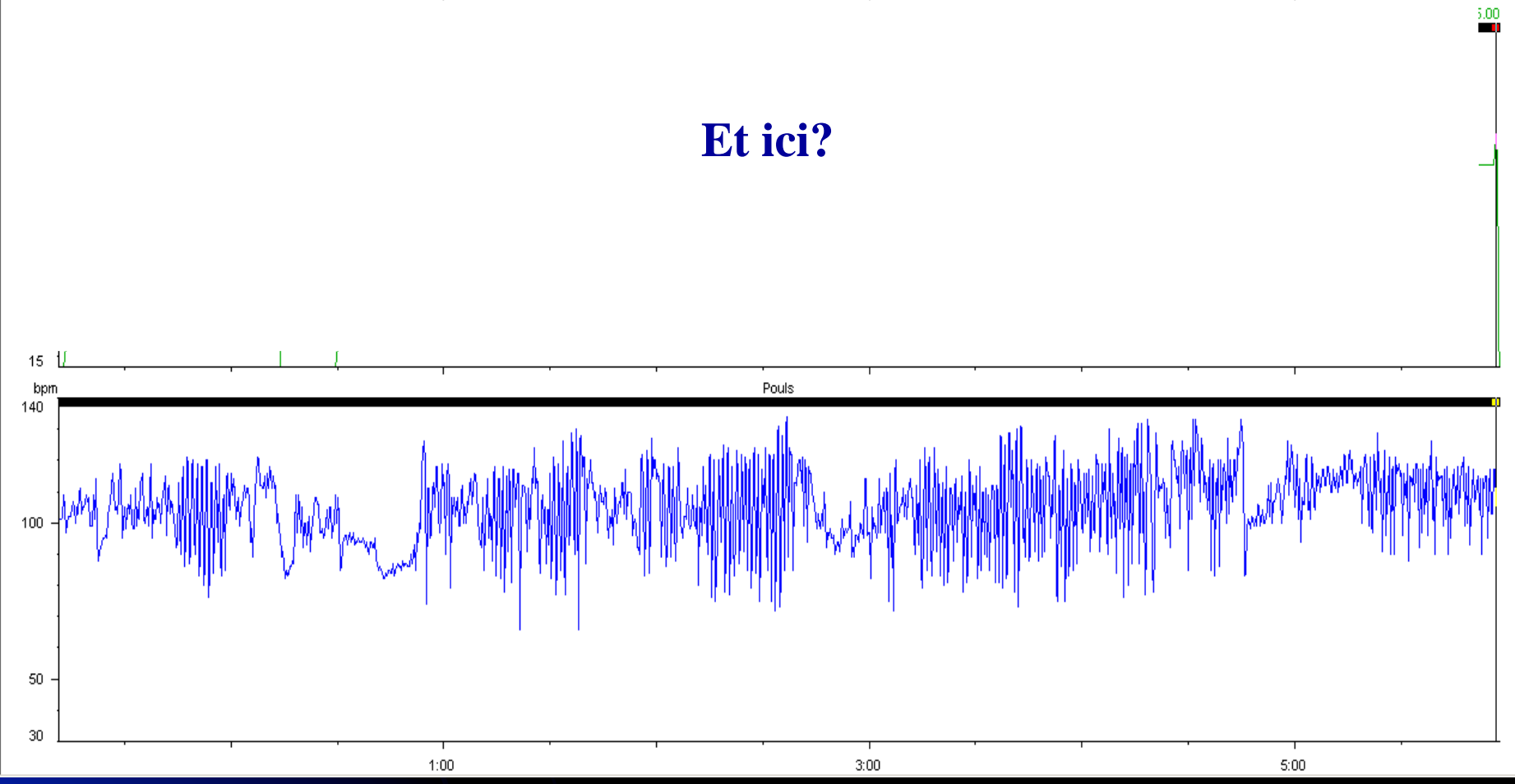


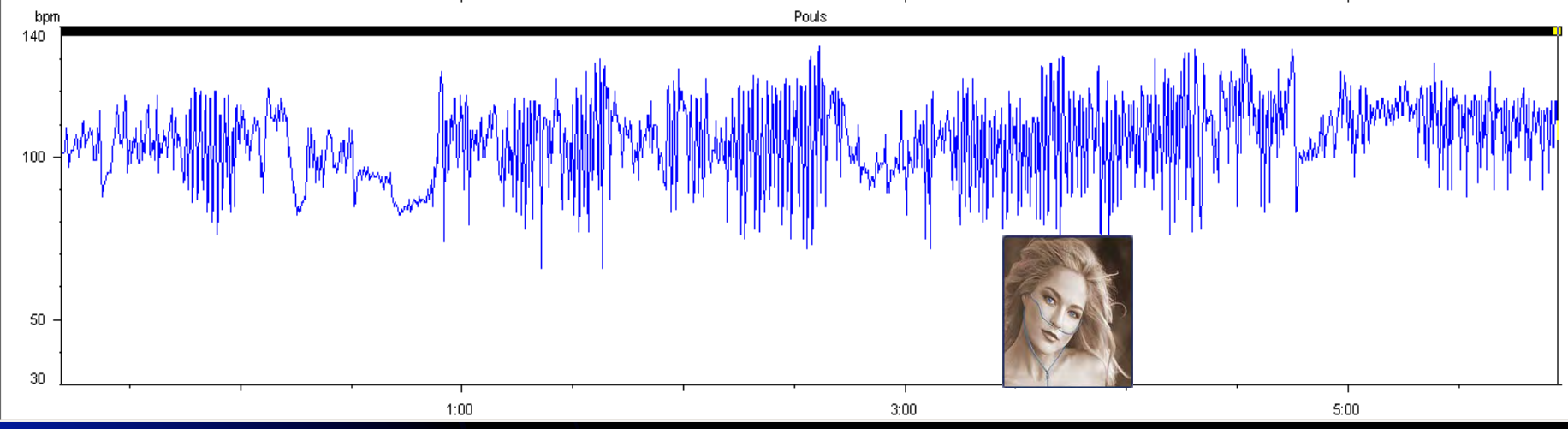
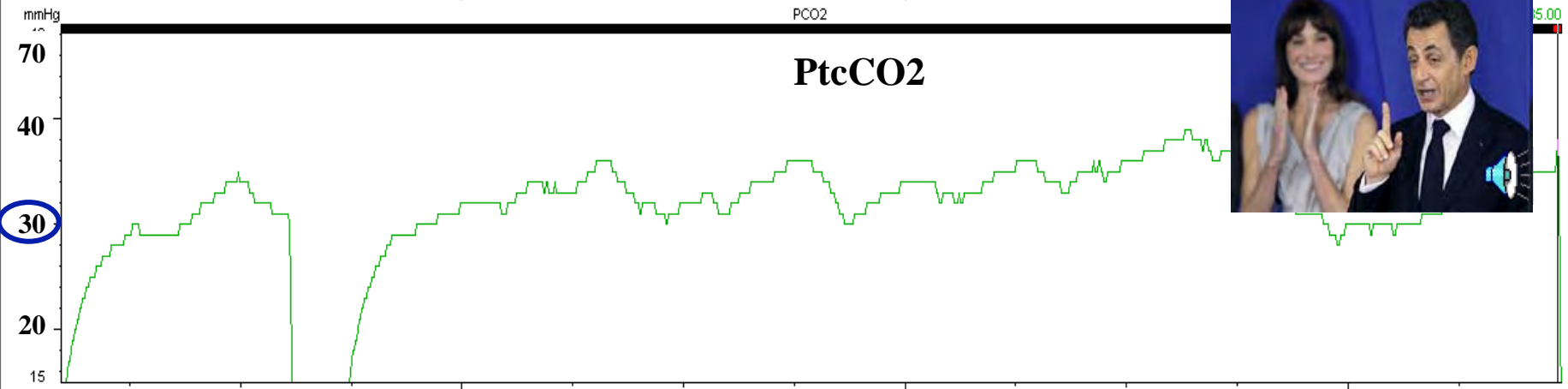
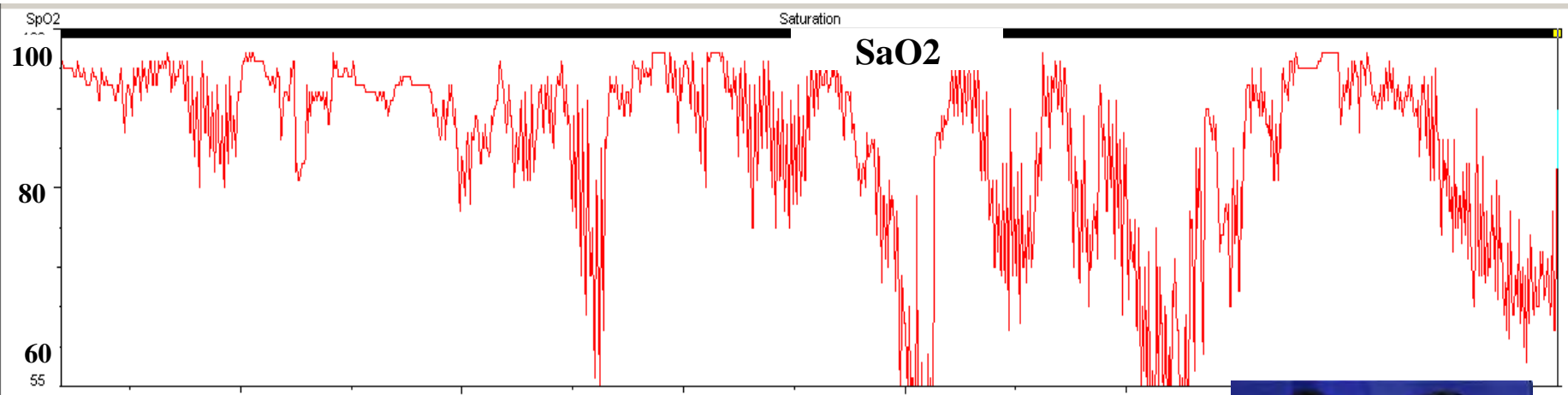
Quel est le mécanisme de la désaturation?

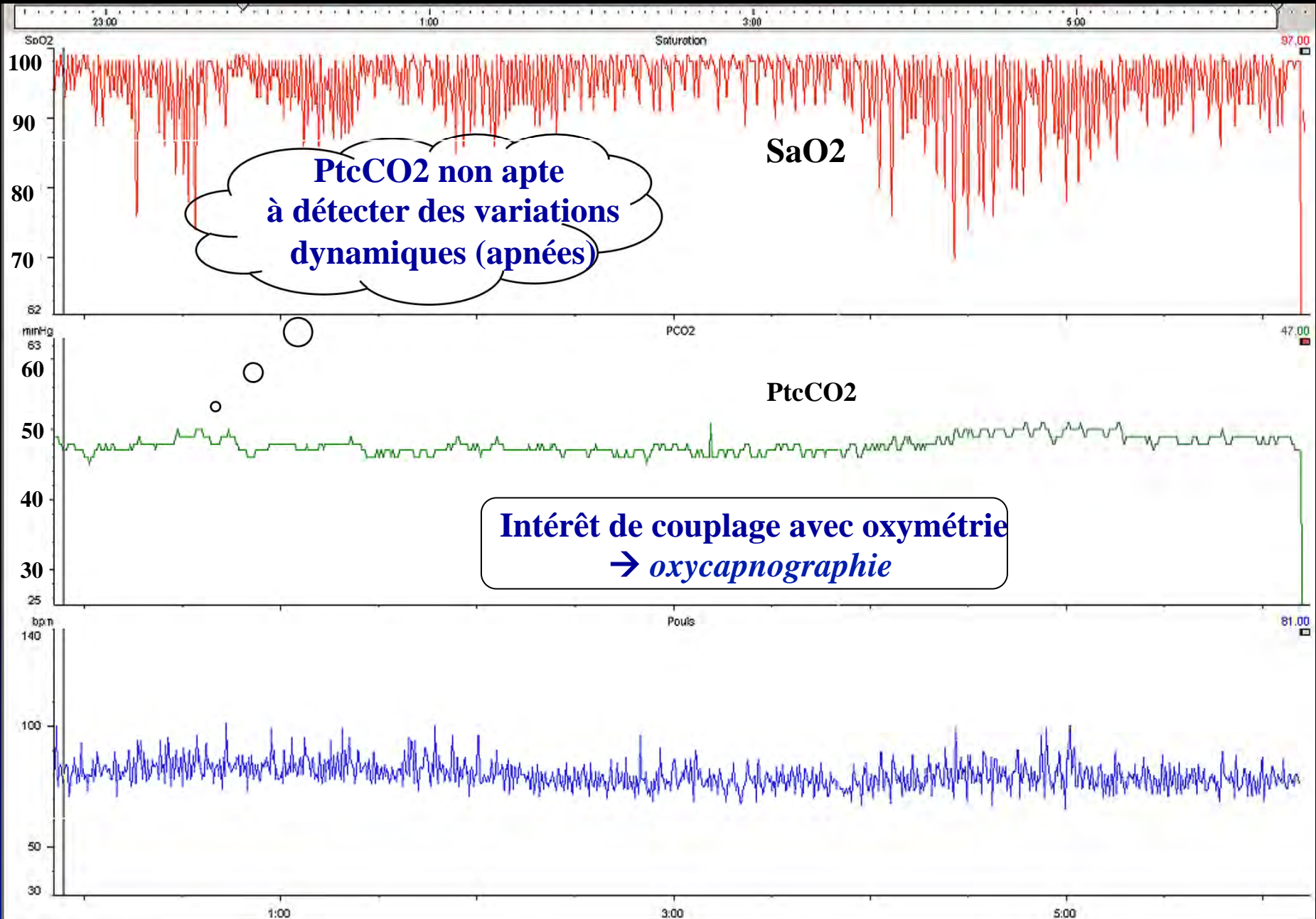




Et ici?







Quel seuil pour une PtcCO₂ « pathologique »

- PtcCO₂ max > 49 (Ward, Thorax 2005)
- > 10% avec PaCO₂ > 50 (Paiva, ICM 2009)
- PtcCO₂ moyenne > 50 mm Hg? (Simonds, Eur Resp Mon 2013, Georges Respiriology 2016, Recommandations HAS)
- PtcCO₂ > 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

Seuil de PtcCO ₂	PaCO ₂ matin < 45 mmHg	PaCO ₂ matin ≥ 45 mmHg
<i>PtcCO₂ ½ 50 mm Hg</i>		
PtcCO ₂ ½ < 50 mm Hg	50 p	12 p
PtcCO ₂ ½ ≥ 50 mm Hg	3 p	33 p
<i>30% temps passé avec PtcCO₂ > 50 mm Hg</i>		
< 30 % t avec PtcCO ₂ < 50 mm Hg	41p	6 p
≥ 30% t avec PtcCO ₂ ≥ 50 mm Hg	12 p	39 p
<i>Seuil: 10% temps passé avec PtcCO₂ > 50 mm Hg (Paiva ICM 2009)</i>		
< 10% t avec PtcCO ₂ < 50 mm Hg	33 p	4 p
<i>Seuil PtcCO₂ maximale 49mmHg (Ward Thorax 2005)</i>		
PtcCO ₂ maximale < 49mmHg	26 p	1 p
PtcCO ₂ maximale ≥ 49mmHg	27 p	44 p

Seuil de PtcCO ₂	PaCO ₂ matin < 45 mmHg	PaCO ₂ matin ≥ 45 mmHg
<i>PtcCO₂ ½ 50 mm Hg</i>		
PtcCO ₂ ½ < 50 mm Hg	50 p	12 p
PtcCO ₂ ½ ≥ 50 mm Hg	3 p	33 p

Si un patient a une PtcCO₂ ½ > 50 il y a des fortes chances d'être hypercapnique la journée (VPP 92%)

Interpretation du "seuil de Georges": Seulement 3 pts sur 36 avec une PtcCO₂ ½ > 50 étaient normocapniques la journée



Si un patient a une PtcCO₂ (pic) < 49 il y a des fortes chances qu'il soit normocapnique la journée



Intérpretation du “seuil de Ward”: Seulement 1 pt sur 27 avec une PtcCO₂ pic > 49 étaient hypercapnique la journée

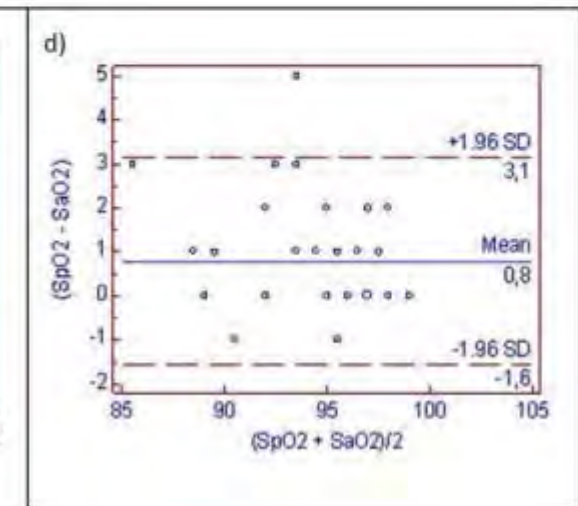
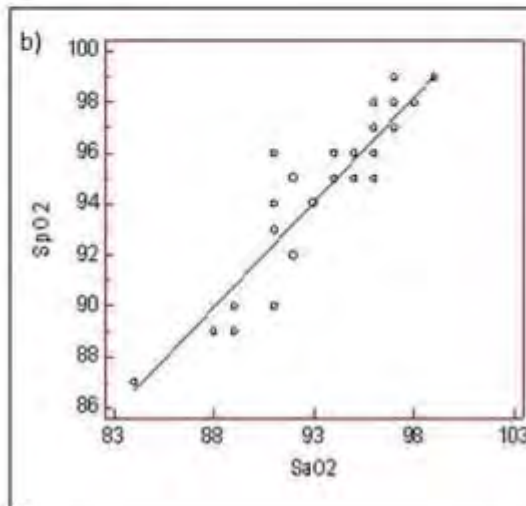
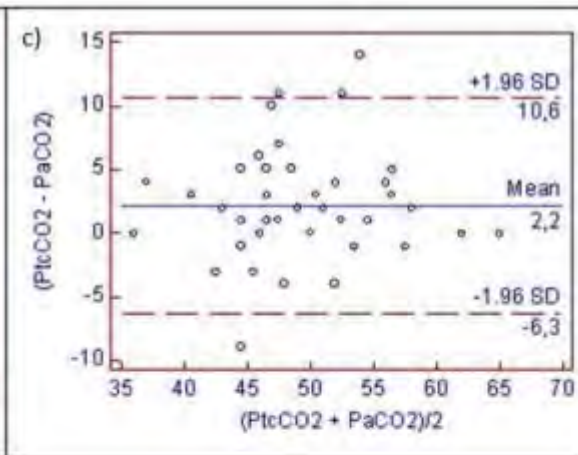
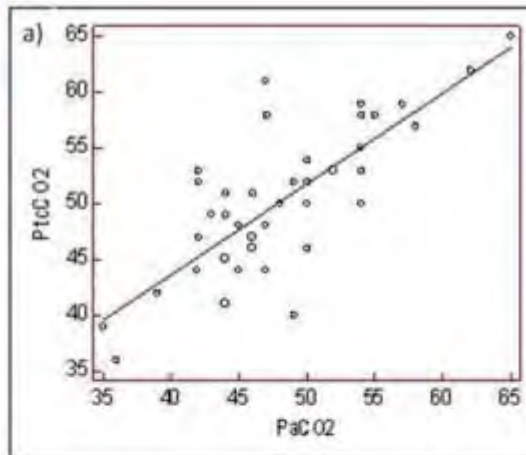
Seuil PtcCO₂ maximale 49mmHg (Ward Thorax 2005)

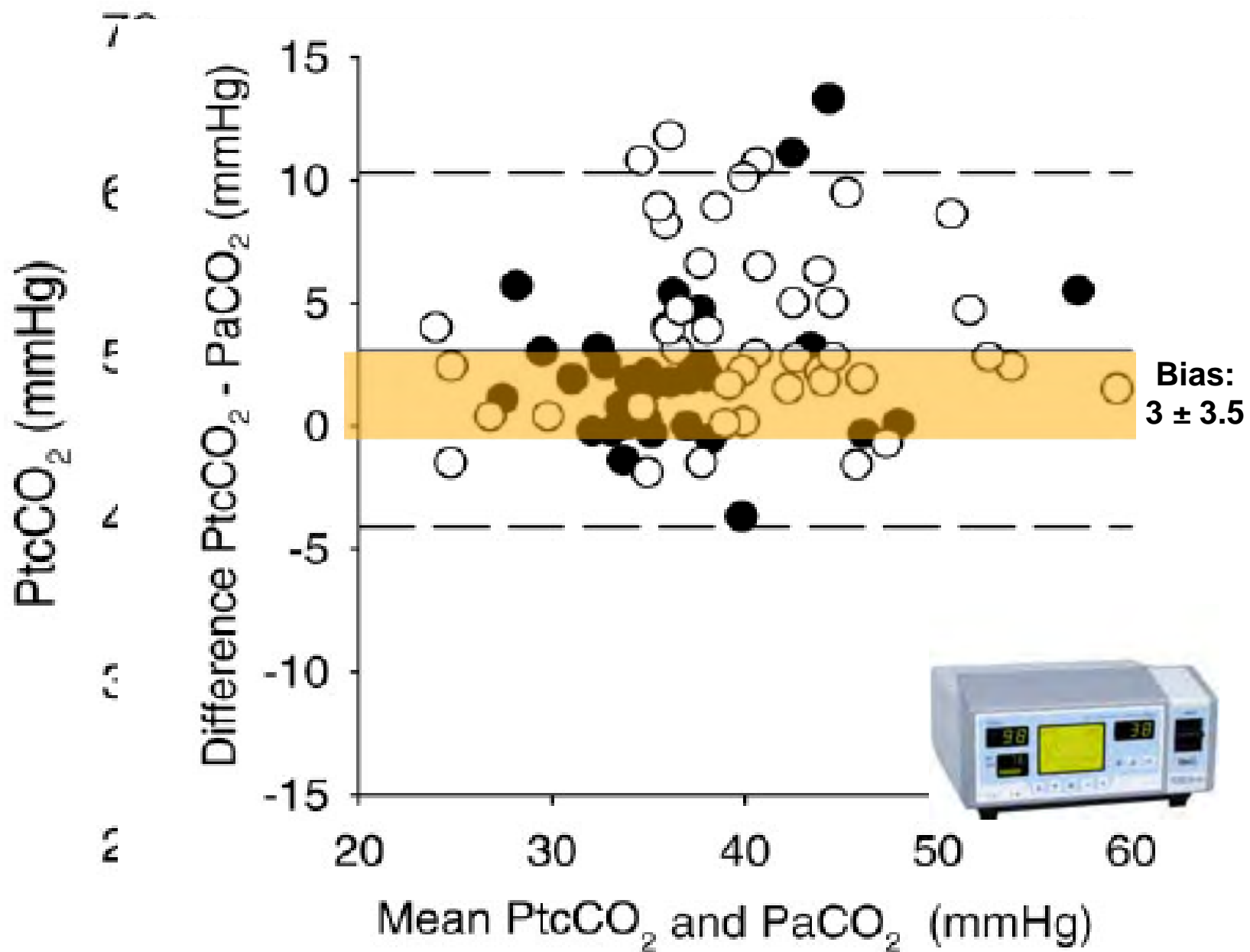
PtcCO ₂ maximale < 49mmHg	26 p	1 p
PtcCO ₂ maximale ≥ 49mmHg	27 p	44 p

Peut on faire confiance aux capnographes?

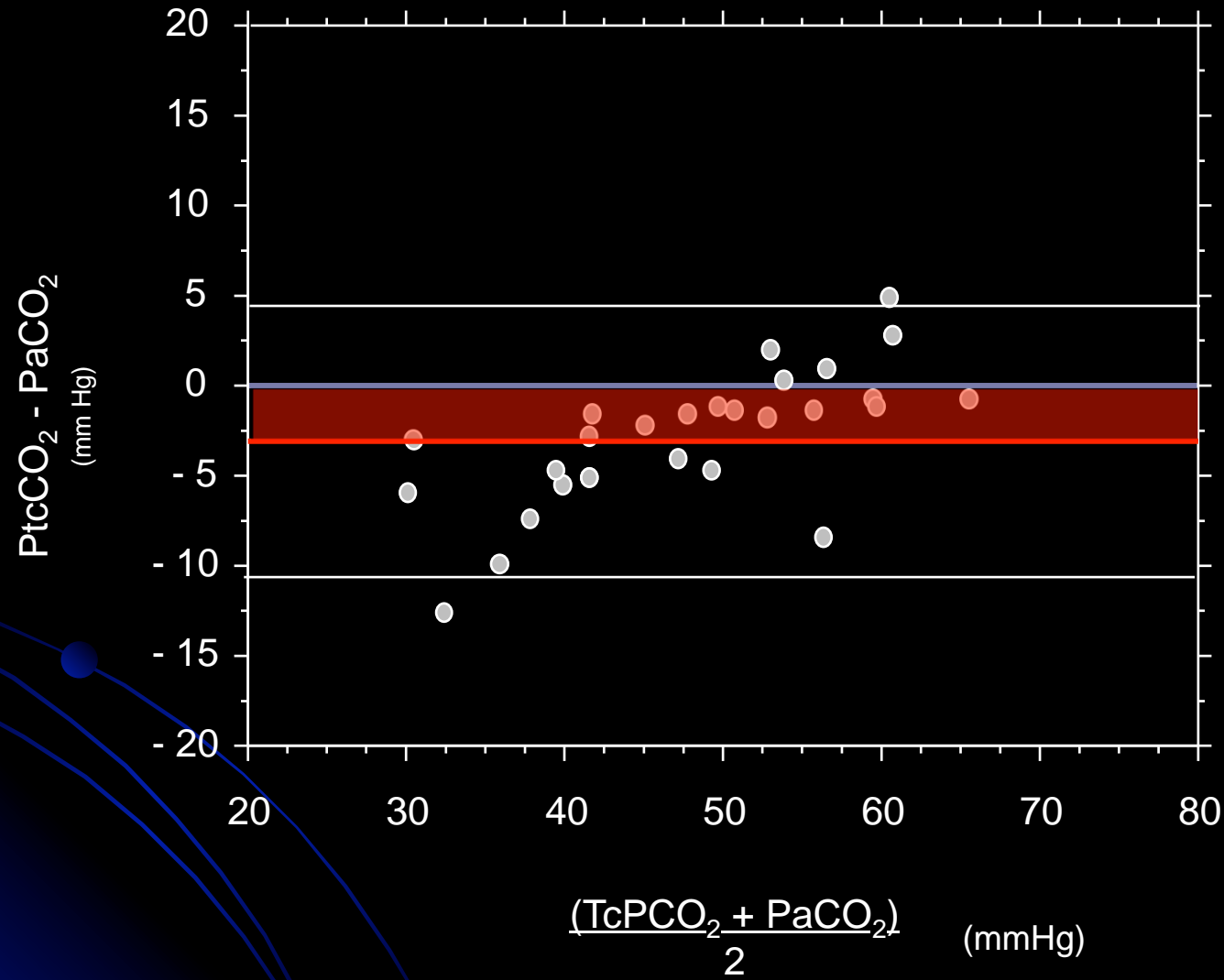


A-t-il une concordance entre $P_{tc}CO_2$
et valeurs artérielles ($PaCO_2$)?





Seen, Chest 2005



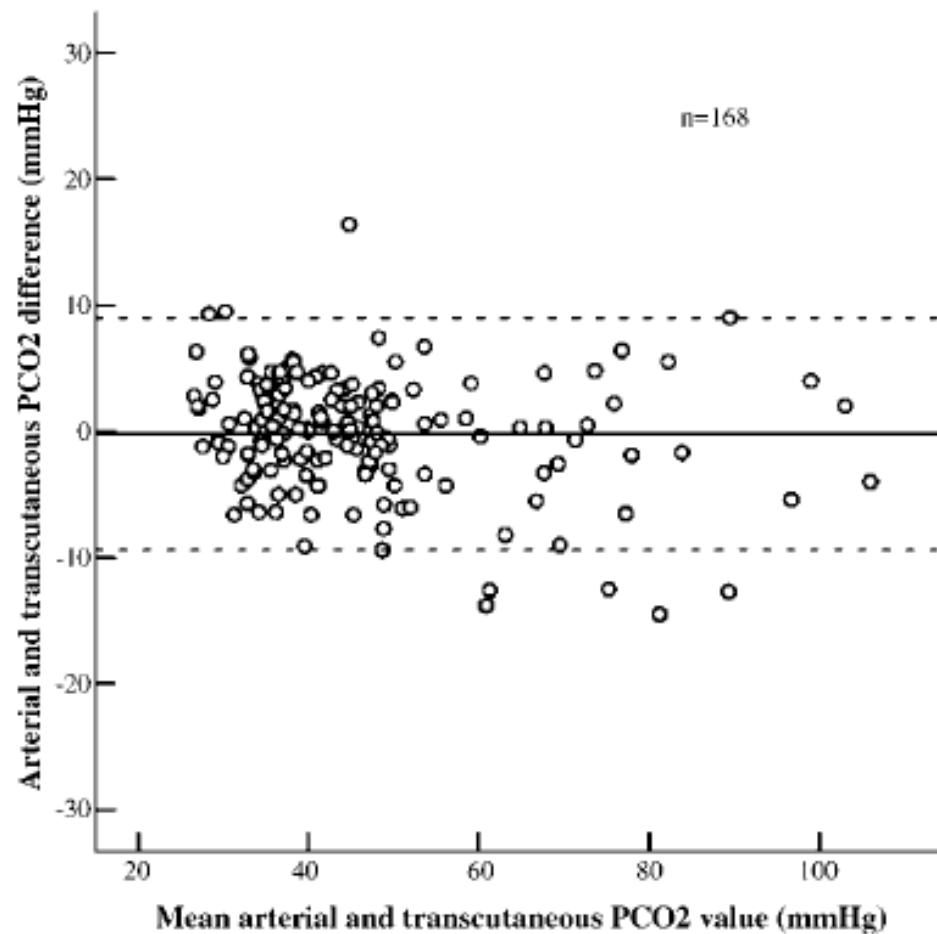


Fig. 2 Arterial to transcutaneous PCO₂ difference versus the mean of two values (Bland and Altman graph). The *solid line* represents the mean PCO₂ bias. The *broken lines* represent the limits of agreement (mean bias ± 2 standard deviations). Measurements done in the presence of profound vasoconstriction were not used for analysis



Bias: -0.2 ± 4.6

Pour mémoire

→ *Sentec* et *Tina* tendance à sous-estimer légèrement la PaCO₂



(-1 à -3 mm Hg)

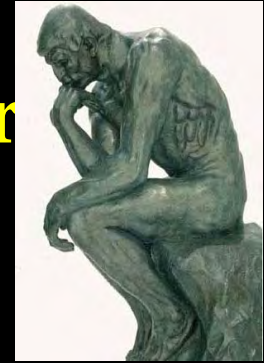
→ *Tosca* tendance à surestimer légèrement la PaCO₂



(+ 3 mm Hg)



Alors...est la “mono-évaluation par une PtcCO₂ la bonne solution?



- Si la PtcCO₂ est normale, le patient est “bien ventilé”
- Et si elle est pathologique il est “mal ventilé”

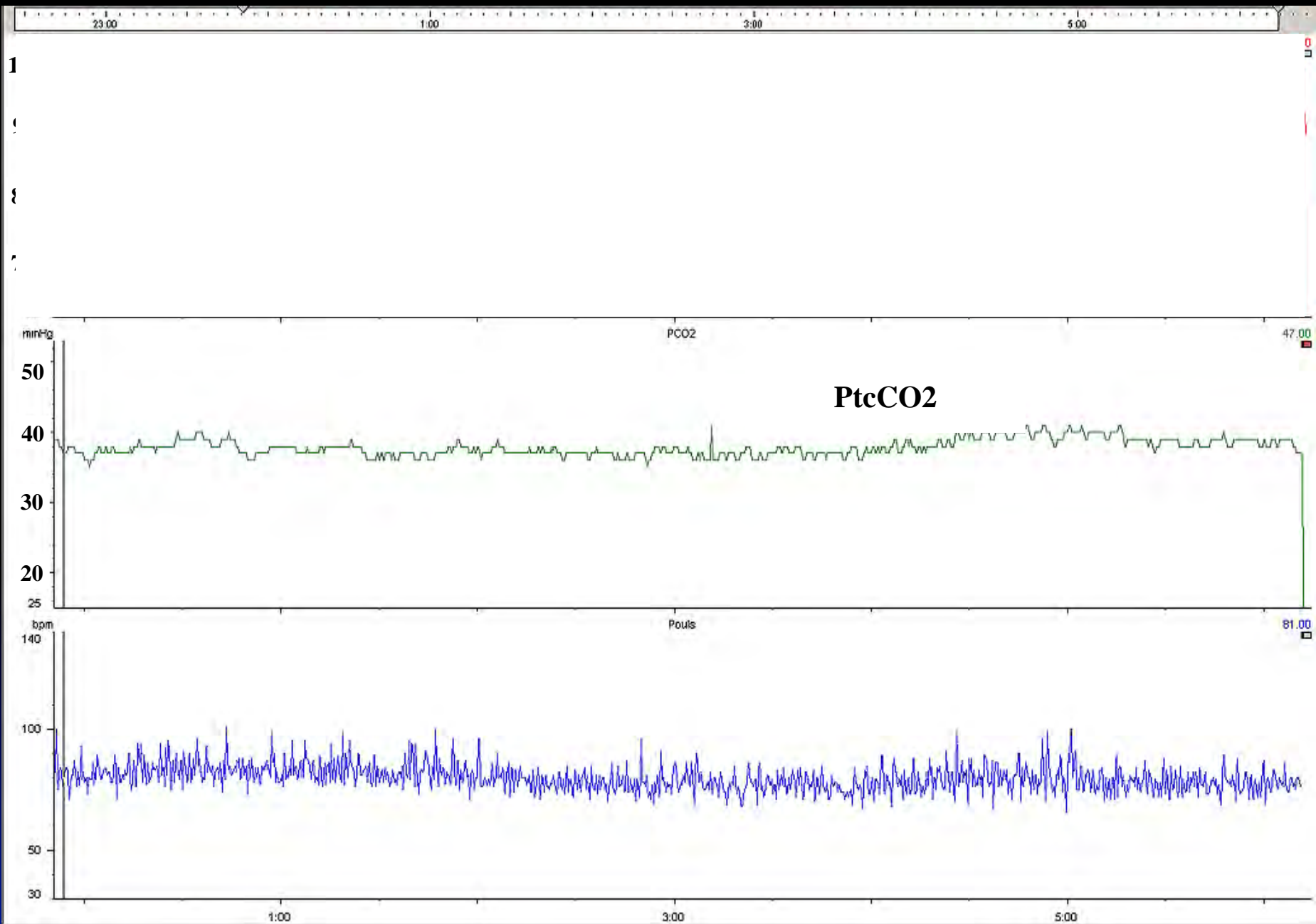
→ Or, la PtcCO₂ nous permet-elle de nous passer de la SaO₂?

En d'autres termes, le comportement de la SaO₂ et de la PtcCO₂ 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, PaCO₂ 41, PaO₂ 69
- La somnolence va mieux. L'ESS à 8/24
- Elle se plaint d'une sécheresse buccale occasionnelle
- Voici sa capnographie nocturne sous VNI

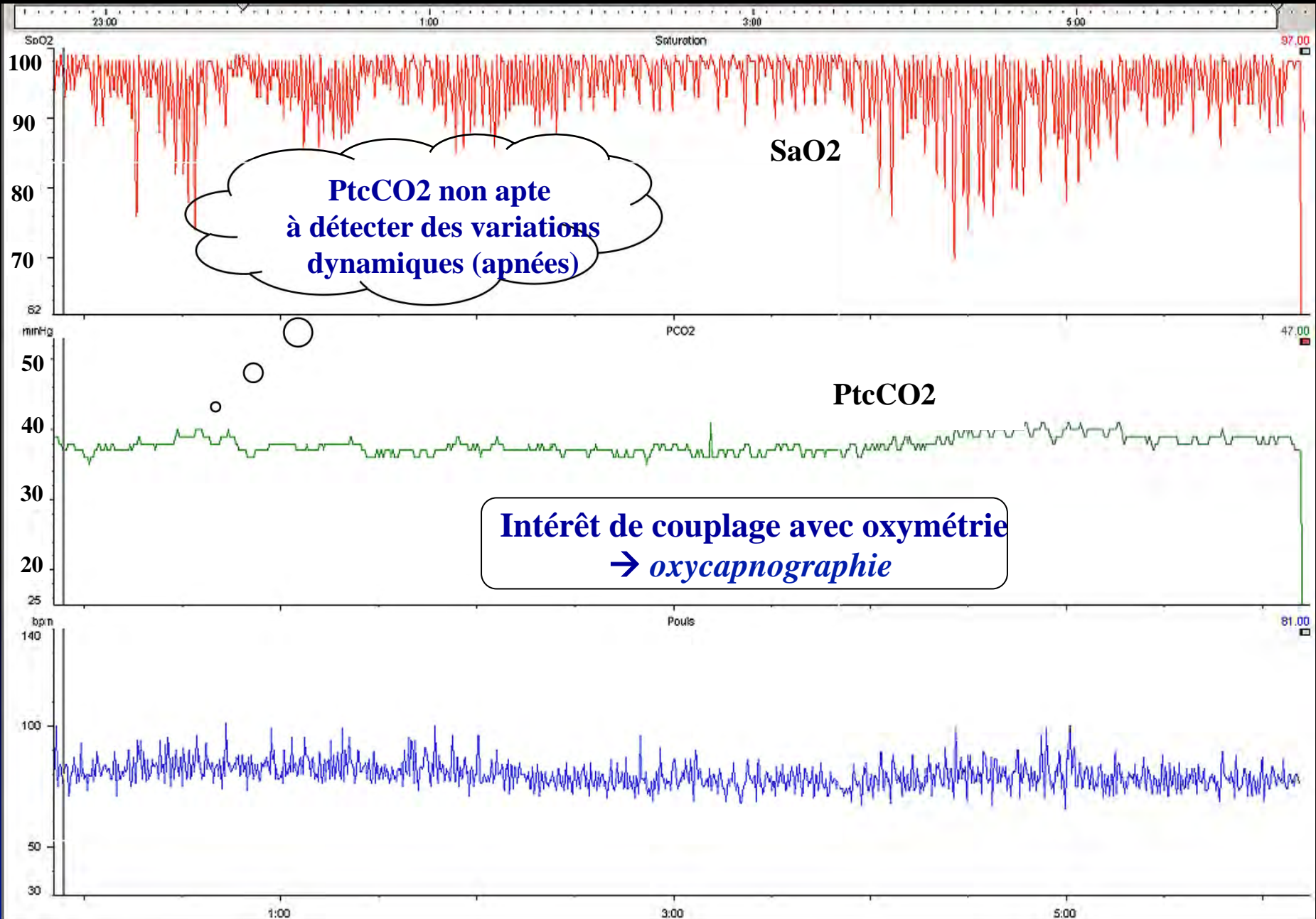
(Quizz n° 4)





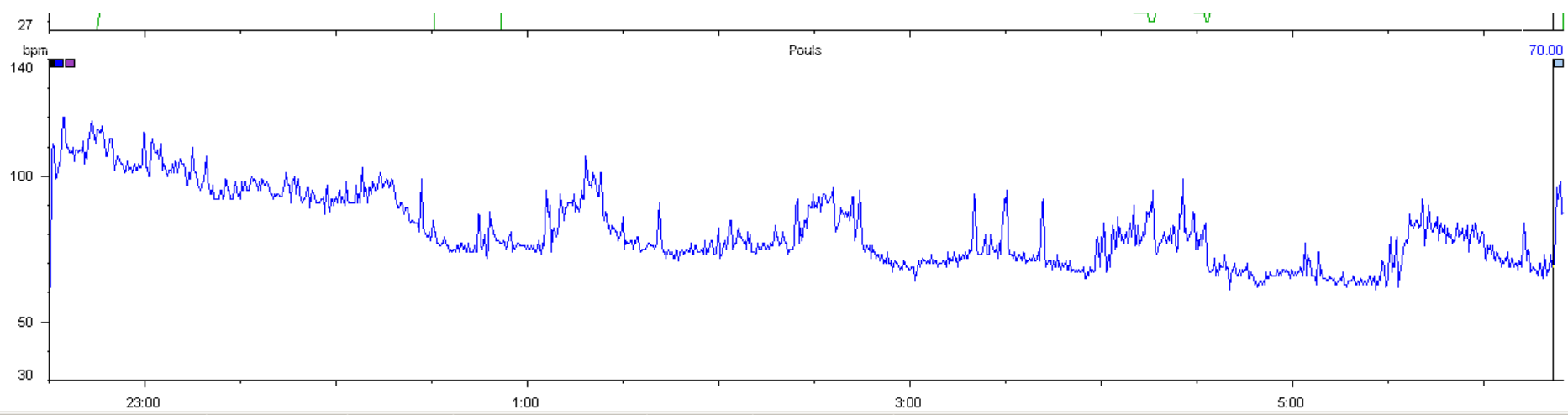
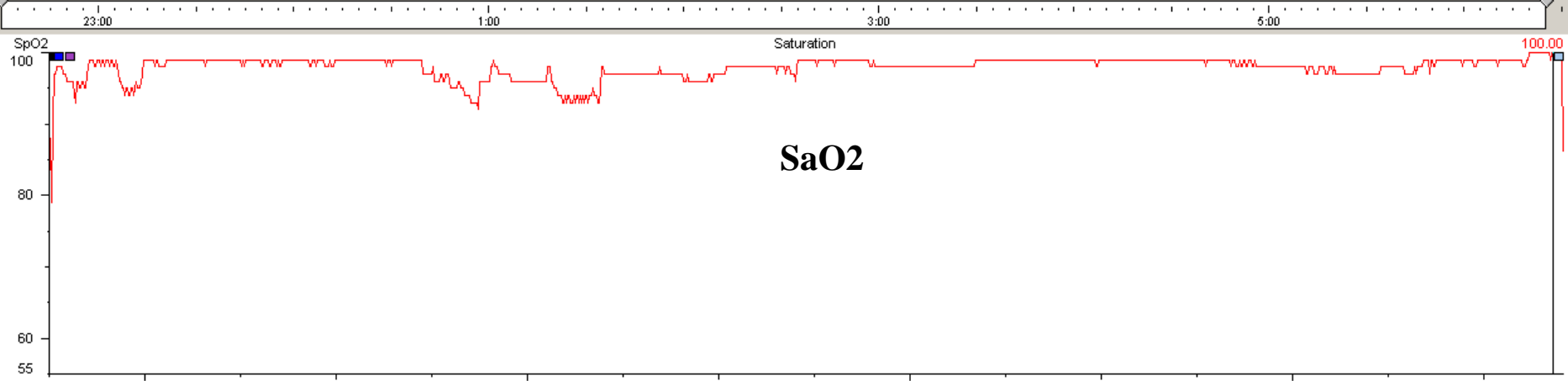
Vous proposez

- 1) Rien d'autre. Elle est bien ventilée
- 2) Elle a une PaO₂ un peu basse. Faire une SaO₂ nocturne me semble judicieux dans ce contexte
- 3) Elle à un SAS. Faire une SaO₂ me semble judicieux dans ce contexte
- 4) Elle reste un peu somnolente, je fais une PSG afin d'éliminer une autre cause de somnolence



Cas clinique Nro 4

- Mr S.O. Syndrome d'Ondine
- Ventilé en volumétrie par trachéotomie, 24/24. Canule sans ballonnet.
- GSA sous VA en fin d'AM: pH 7.47, paCO₂ 29, PaO₂ 119 (donc bonne compensation des fuites)
- Dort bien, pas de symptômes
- Vous faites une SaO₂ pour voir si la ventilation est efficace et régulière au cours de la nuit malgré la ventilation à fuite





- 1) La SaO₂ est assez rectiligne, et il est asymptotique, on peut juger que la ventilation est régulière et satisfaisant
- 2) Je ne peux pas me contenter de ce résultat. Je fais des GDS au petit matin, au réveil pour juger du comportement ventilatoire nocturne
- 3) Je lui fais bénéficier d'une capnographie afin d'y voir plus clair

(Quizz n° 6)



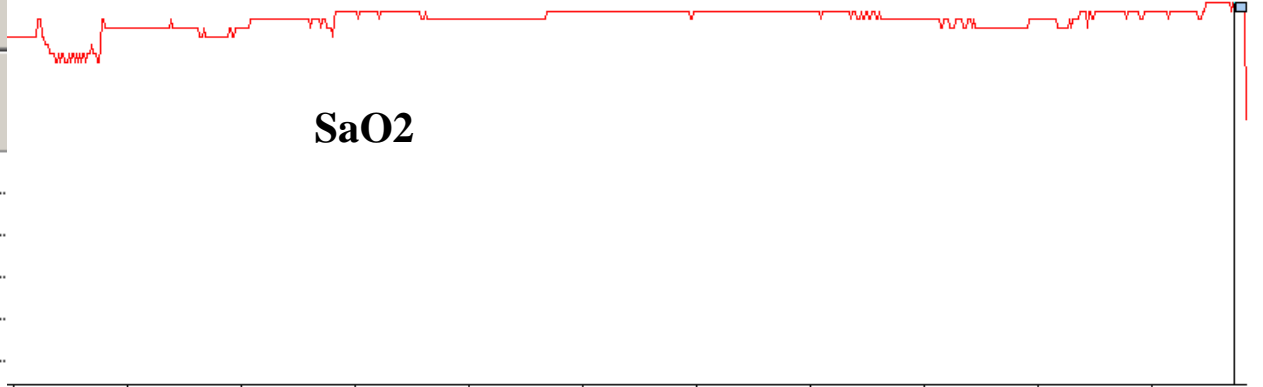
23:00 1:00 3:00 5:00

Unités Réfs Pathol

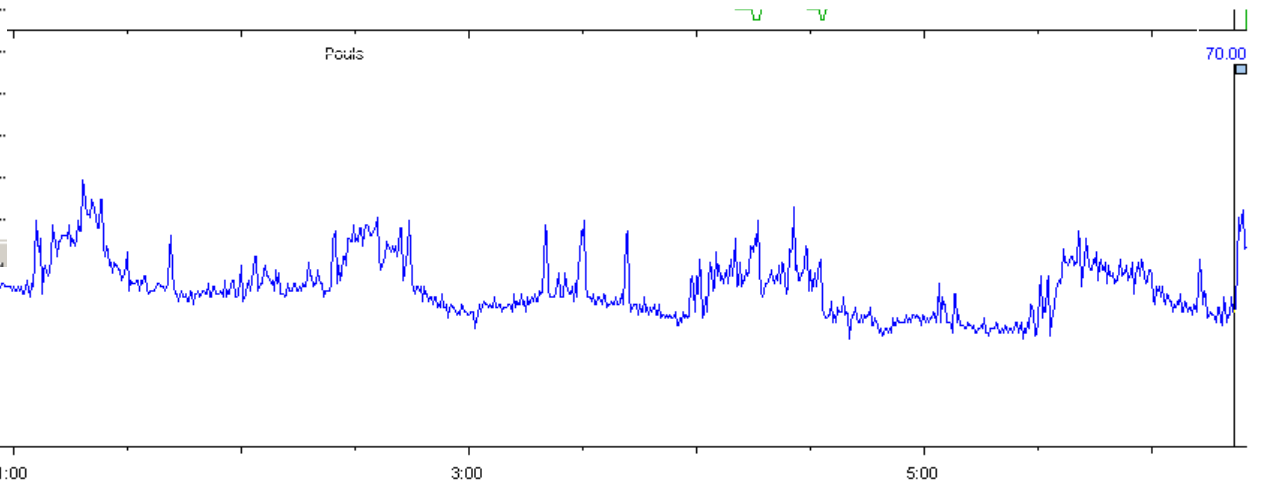
Analyses	Réfs	201101009 10/01/2011 06:30
500001		
- RENSEIGNEMENTS CLINIQUE		
Température Patient		37,0
FiO2		:
- GAZ DU SANG ARTERIEL		
- - GDS ET EQUILIBRE ACIDOB		
pH artériel	7,370 - 7,430	7,476
PaCO2	35,0 - 45,0	29,4
PaO2	76,0 - 98,0	119,0
Bicarbonates réels	20,0 - 26,0	21,4
Bicarbonates standards	20,0 - 26,0	23,9
CO2 total	20,0 - 26,0	22,3
Excès de base	-3,0 - +3,0	-0,6
- - ETAT D'OXYGENATION		
SaO2 (calculée)	> 95,0	99,1
Hémoglobine totale	13,0 - 18,0	14,4
Hématocrite		44,1
Oxyhémoglobine		97,4
Carboxyhémoglobine %	< 1,50	0,70
MethHb	< 2,00	1,00
DésoxyHb	< 5,0	0,0

SaO2

Saturation



Pouls



50
30

23:00

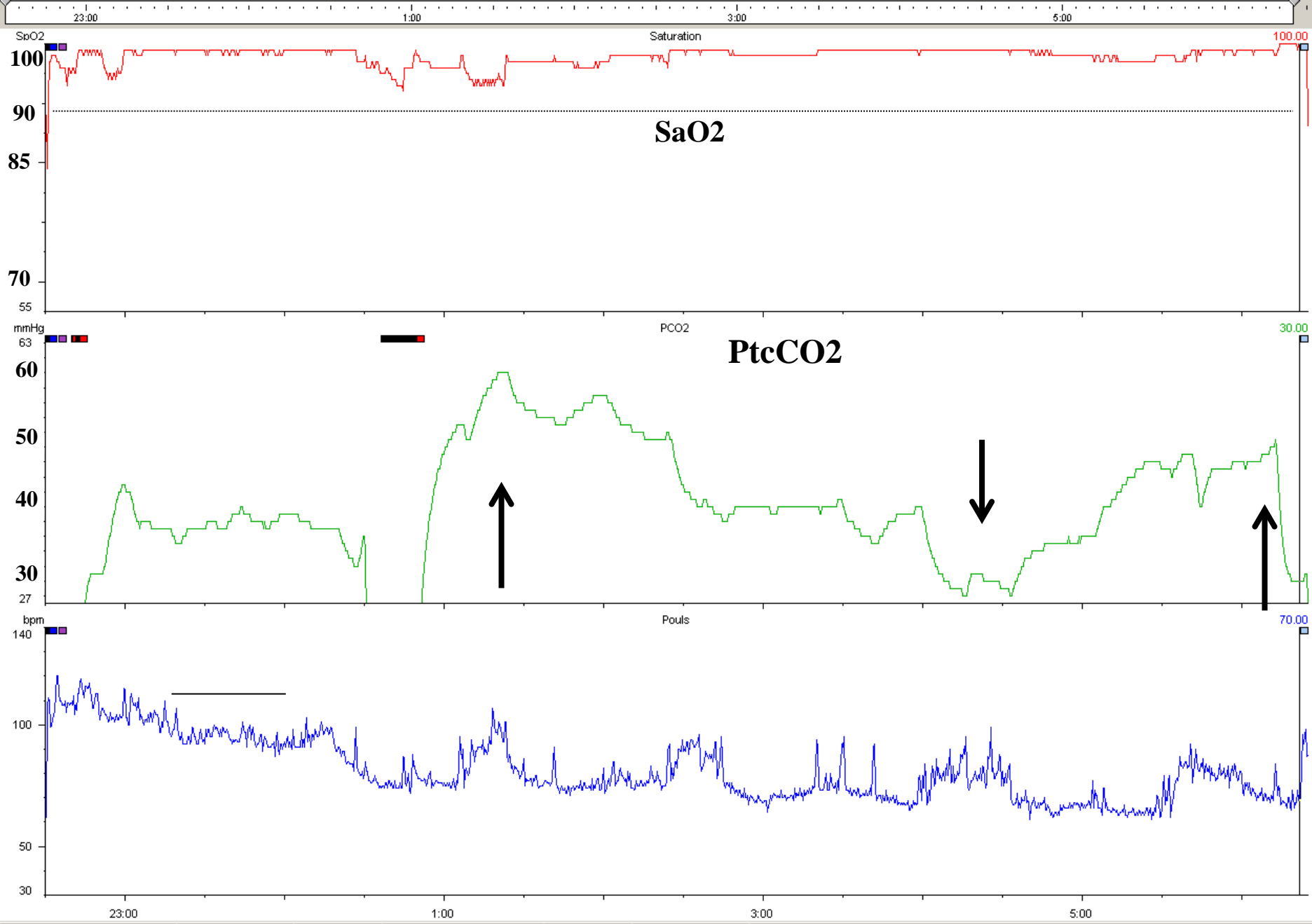
1:00

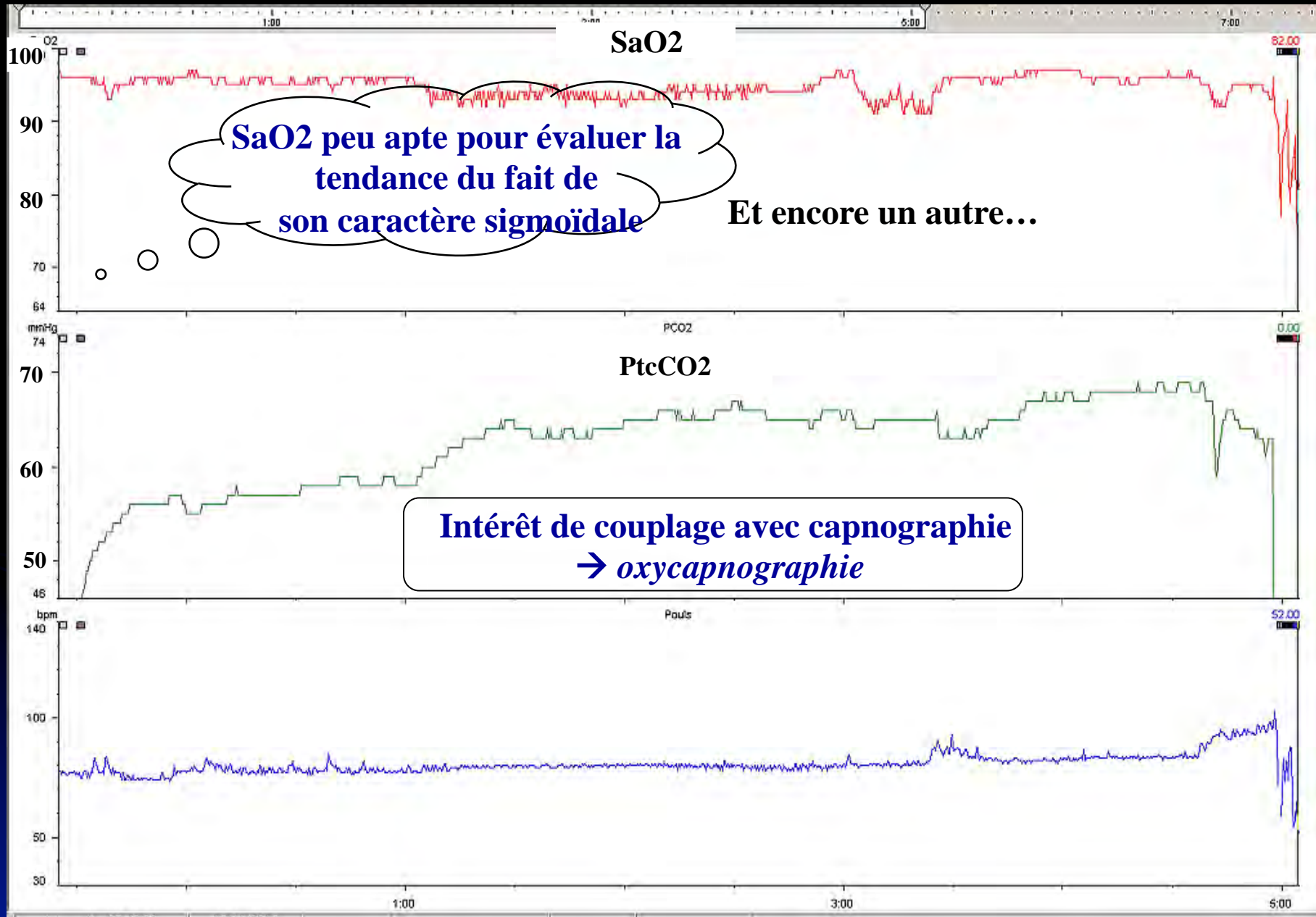
3:00

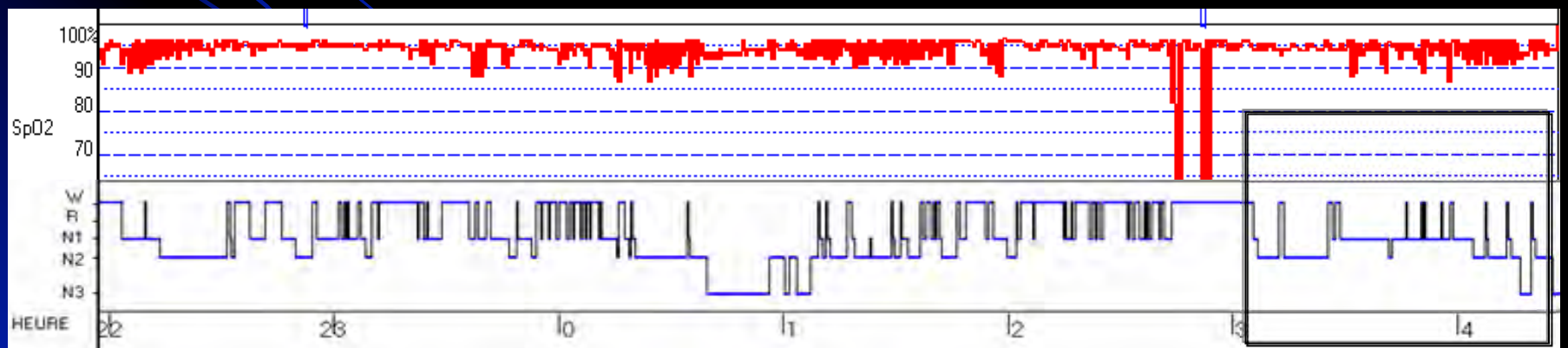
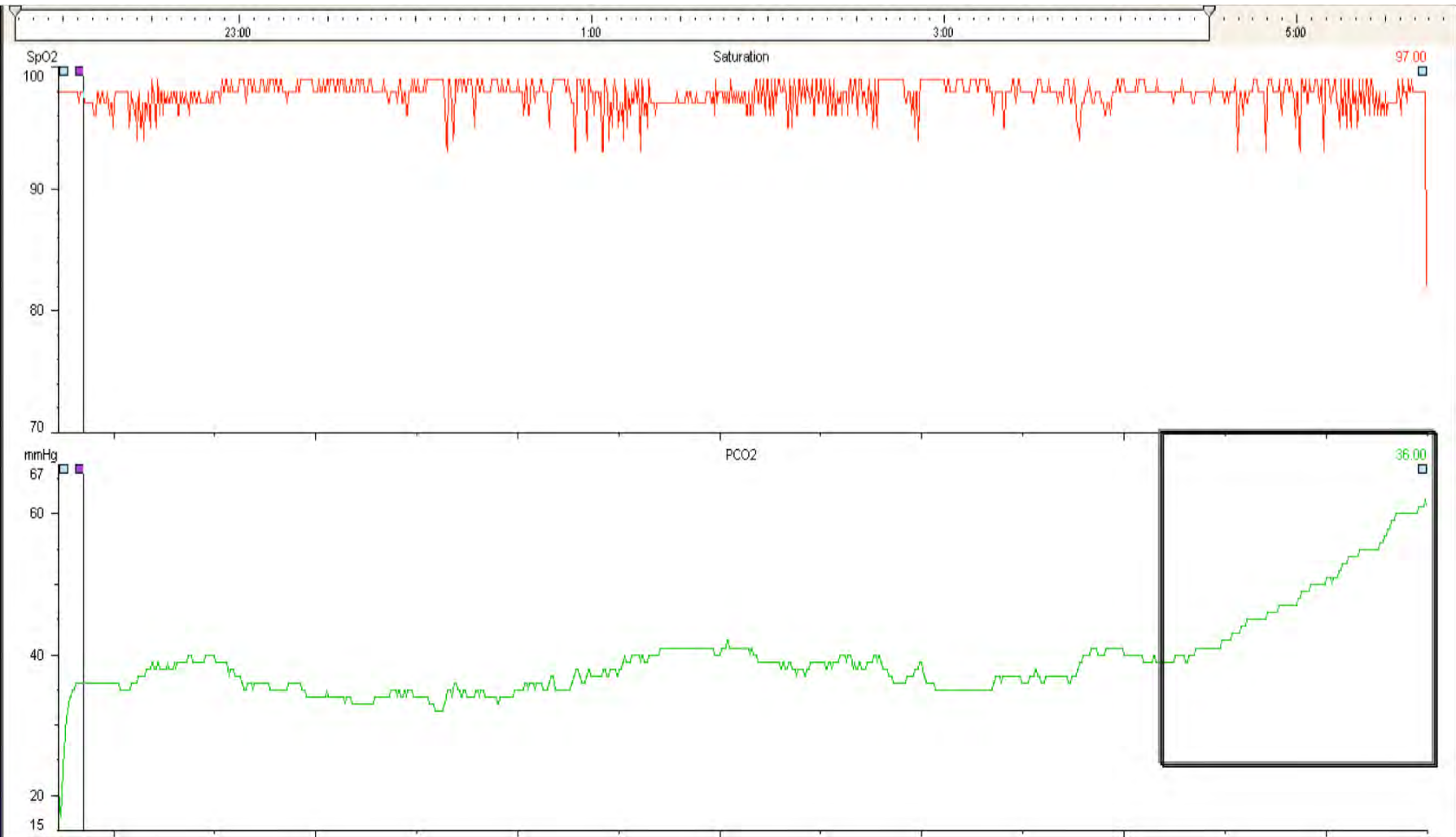
5:00

Intervalle: 07:55:21

10/01/2011







Cas clinique N° 5

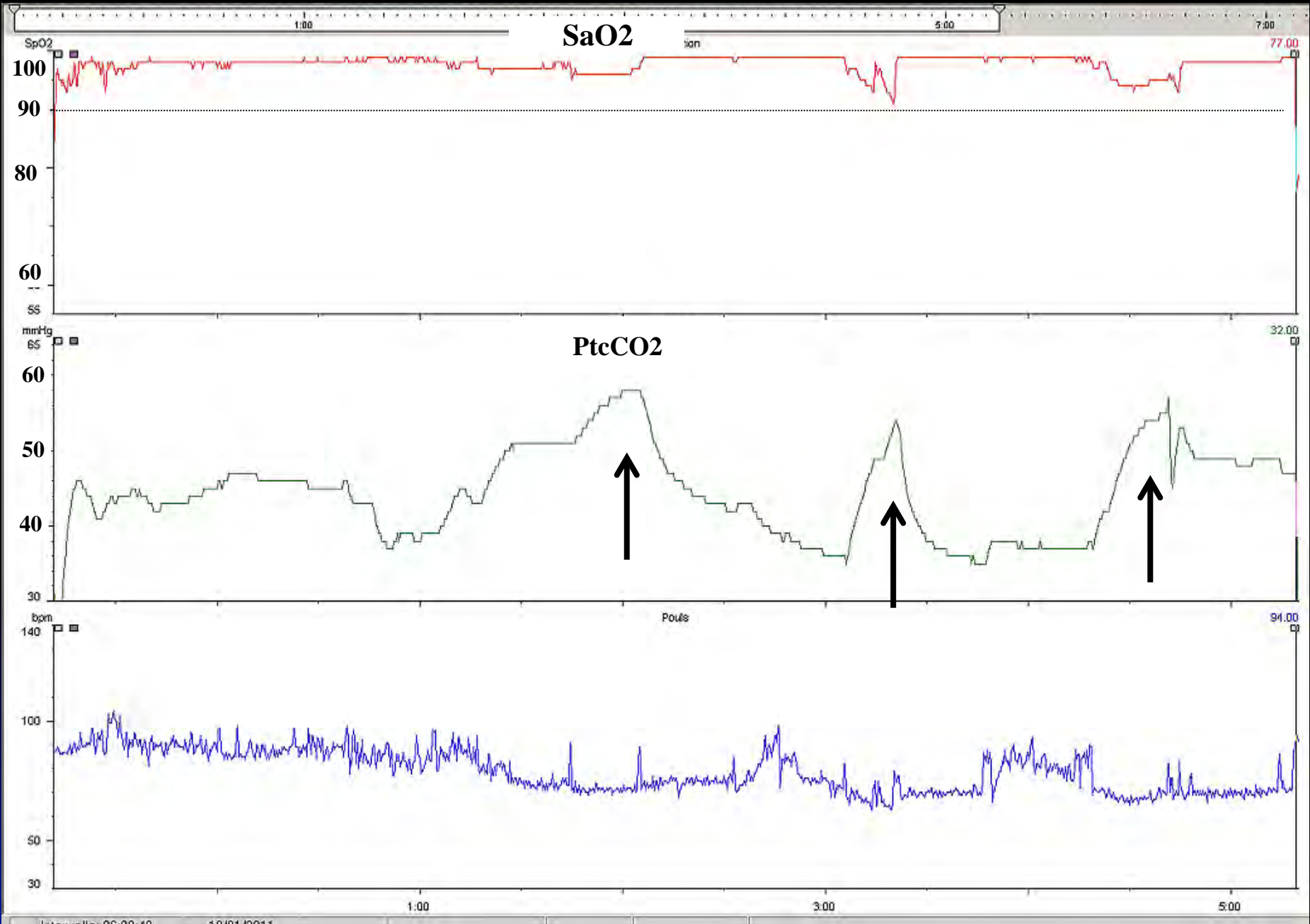
Mr. JGB

Séquelle de pachypléurite (grippe espagnole)

Ventilé par masque nasal

Mode ST PIP 20, PEP 5 FR sécurité 17

Se plaint de céphalée matinale



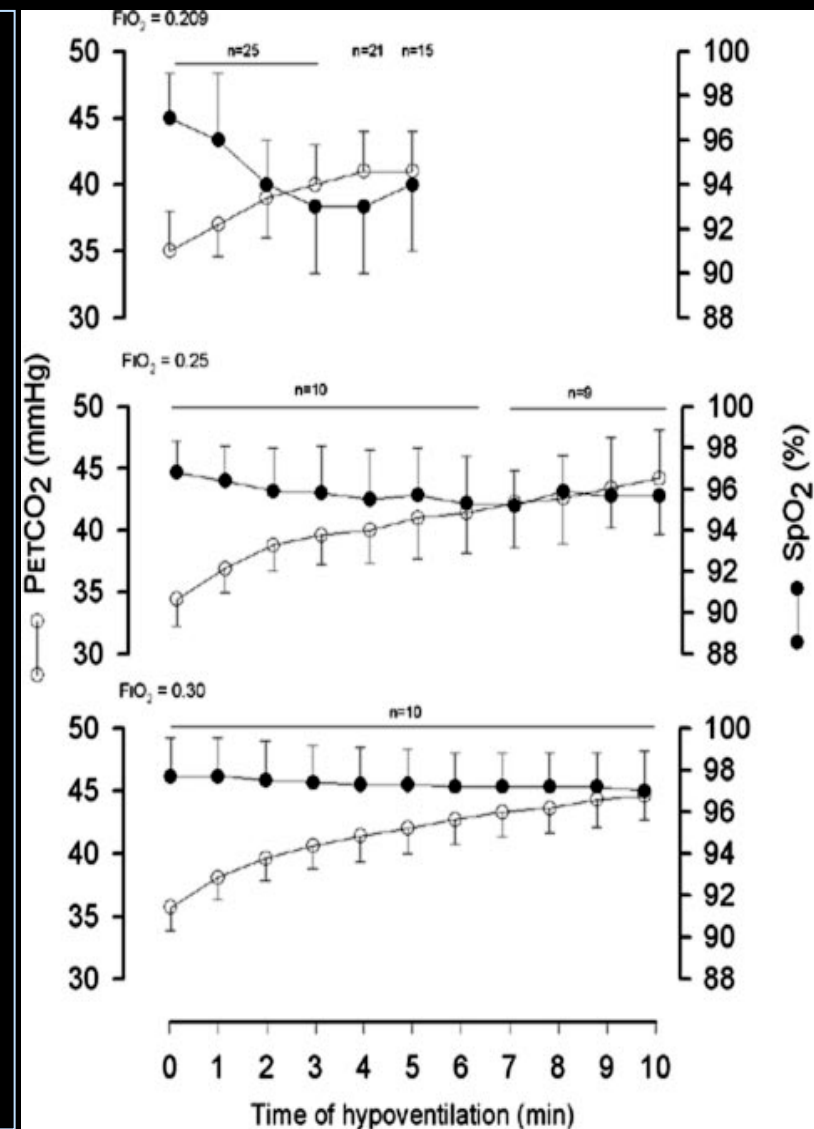
Capnographie et modifications dynamiques (temps d'équilibration)

Fu, Chest 2004

- Cinétique différente PaO₂ et PaCO₂
- Moyennage et échantillonnage différent SaO₂ et PtcCO₂

→ PtcCO₂: Non détection des modifications dynamiques (apnées, hypopnées)

→ SaO₂: Non détection des variations de la ventilation si la SaO₂ de base est élevée



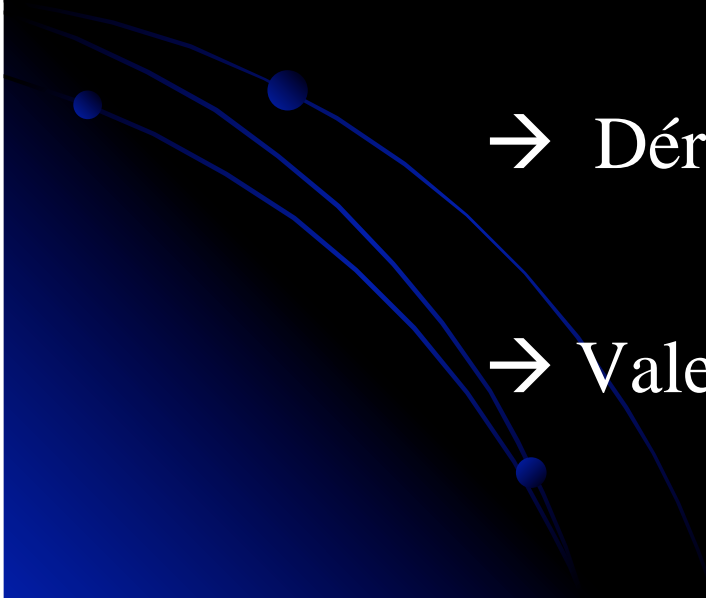
Quelques limites de la capnographie transcutanée

→ Temps de réaction (Lagtime)

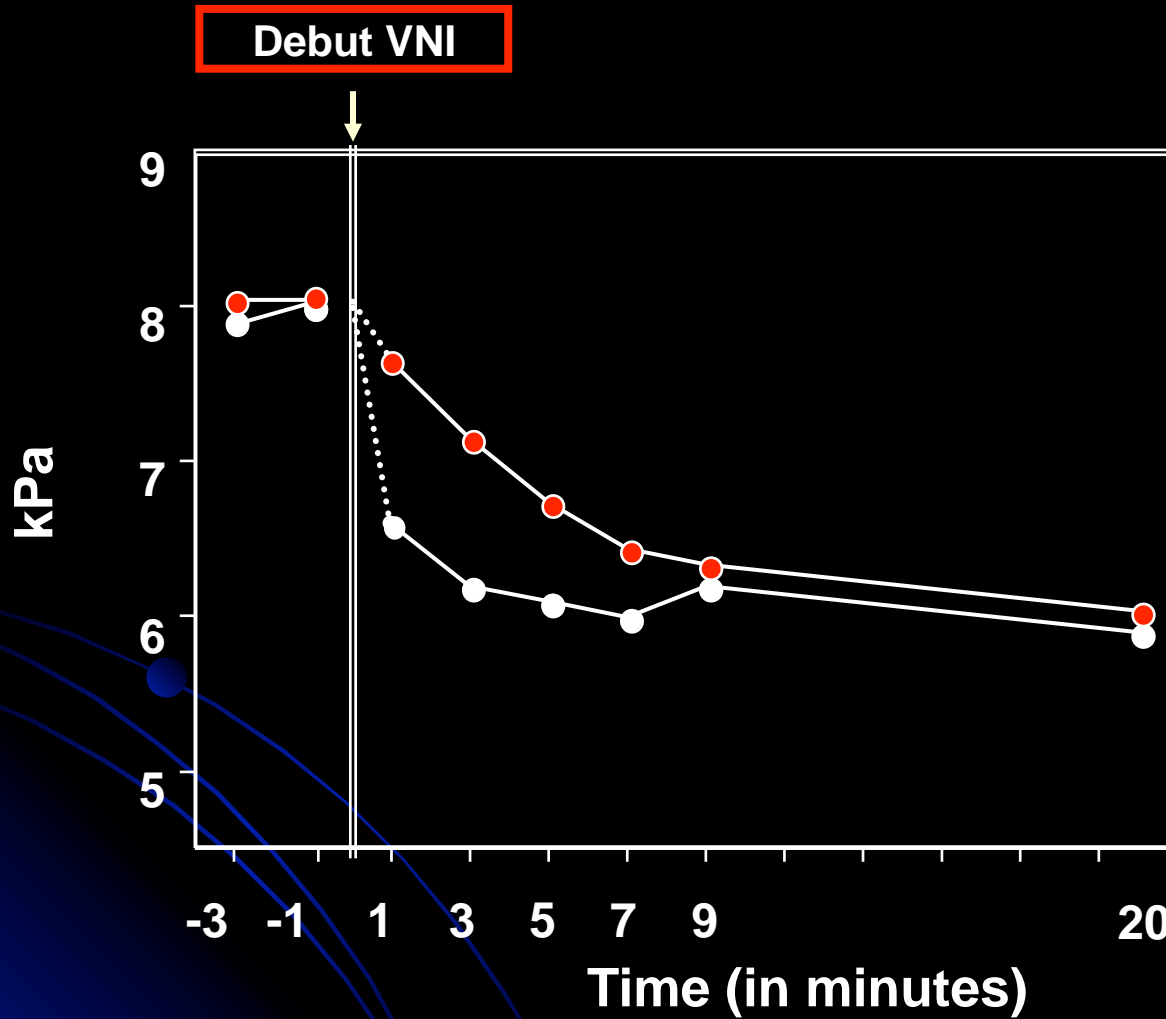
→ Delai de stabilisation

→ Dérive

→ Valeurs aberrantes

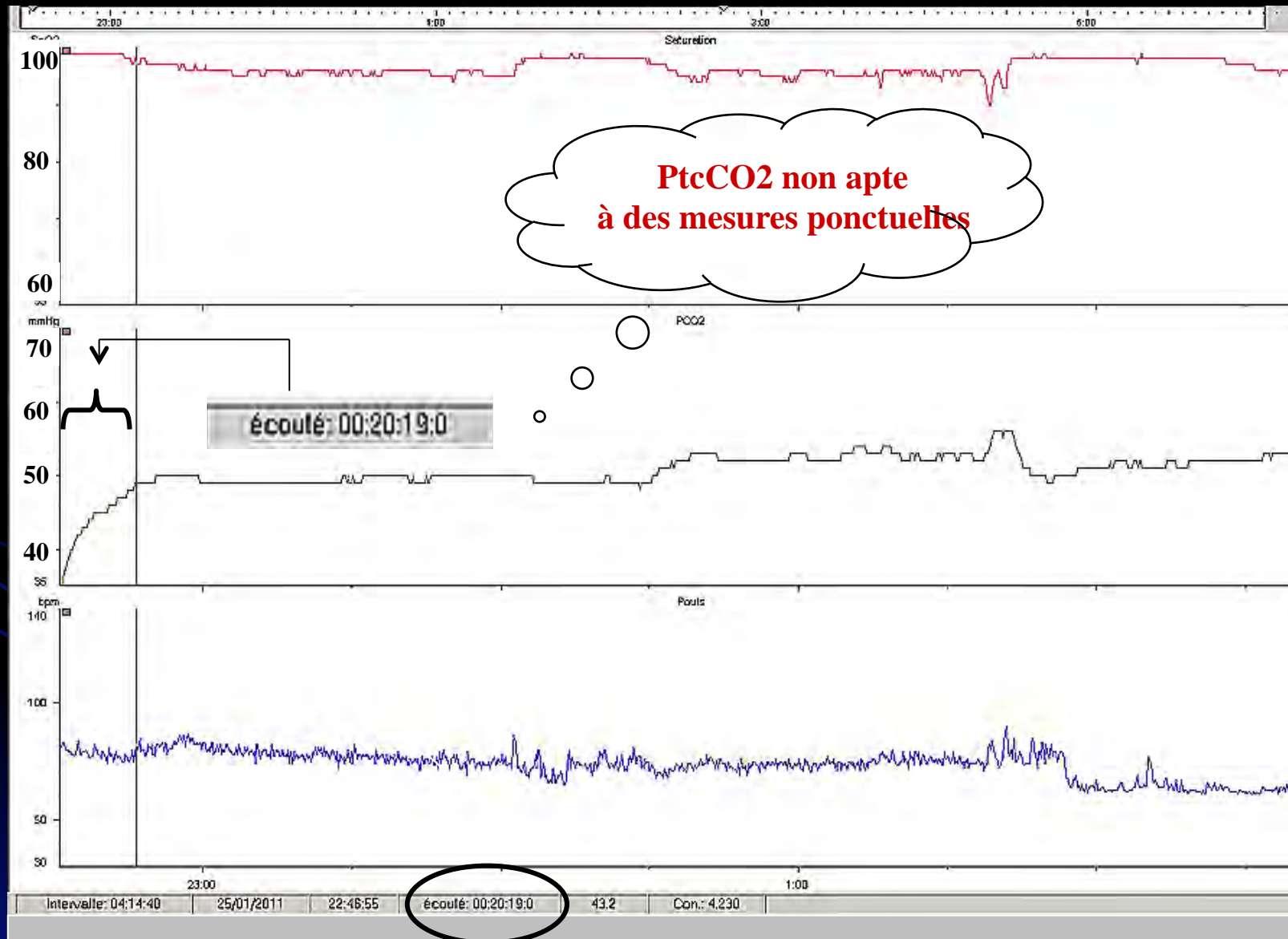


Lagtime PtcCO₂ vs PaCO₂



Délai de **2 à 5 minutes**
entre les variations
réelles de la PaCO₂
et sa
manifestation au
niveau
de la PtcCO₂

Délai de stabilisation PtcCO2



Néanmoins, la capnographie permet de suivre la cinétique de la PaCO₂

A Cuvelier et al; Chest 2005; 127: 17

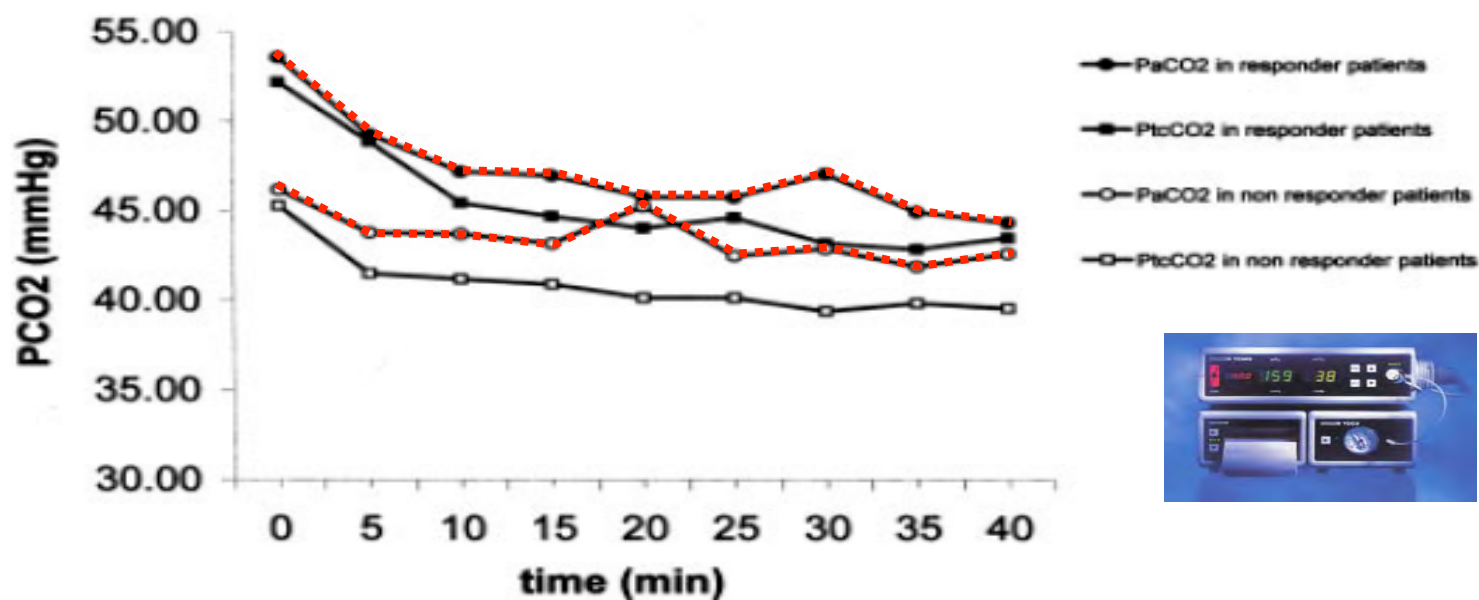


FIGURE 3. Parallel evolution of PaCO₂ and PtcCO₂ among responders (n = 7) and nonresponders (n = 5) to mechanical ventilation. Responder patients were defined as patients whose PaCO₂ decreased by ≥ 4 mm Hg between T0 and T35, and also between T0 and T40 during mechanical ventilation (n = 7).

SenTec capnograph, Therwil, CH

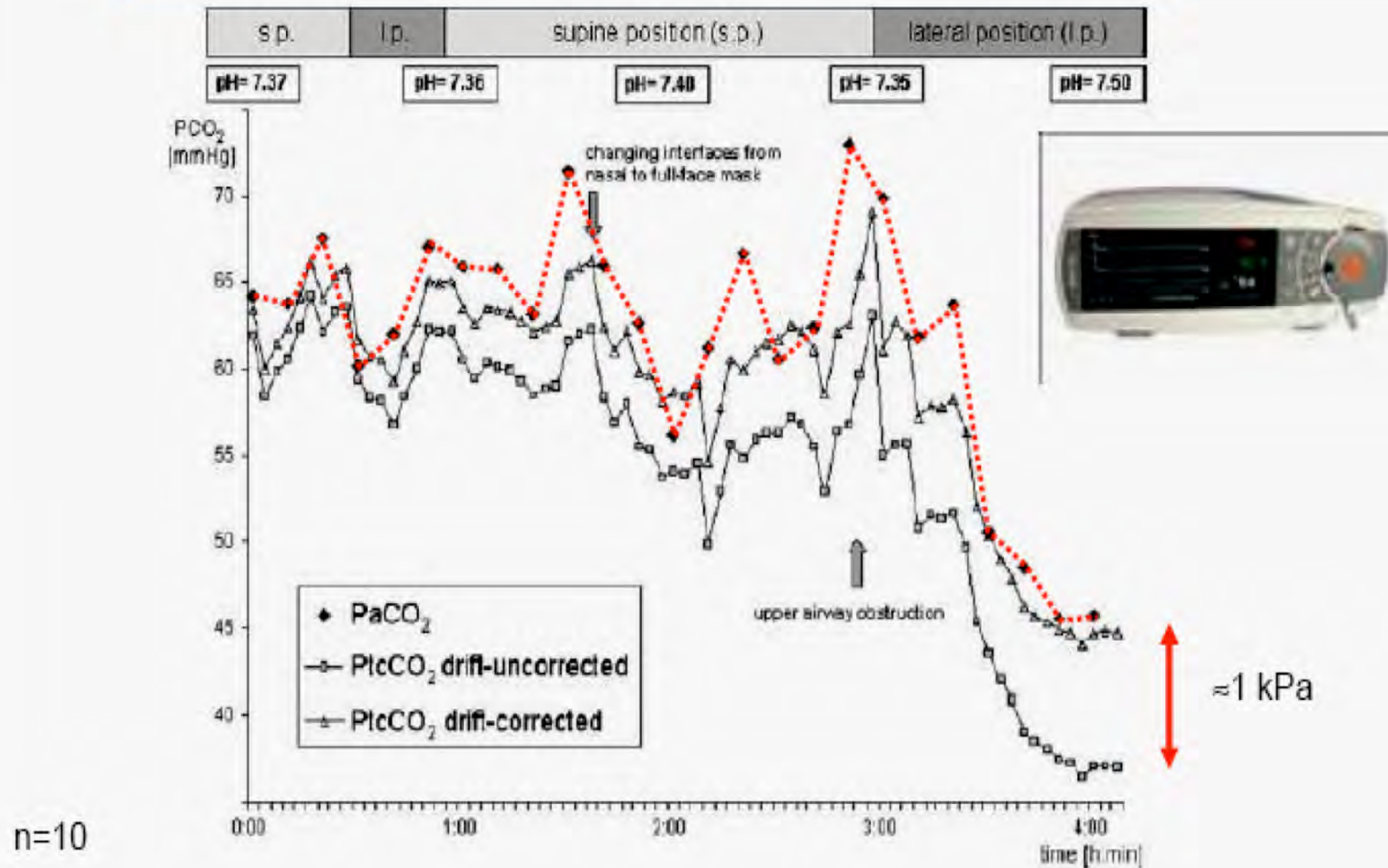
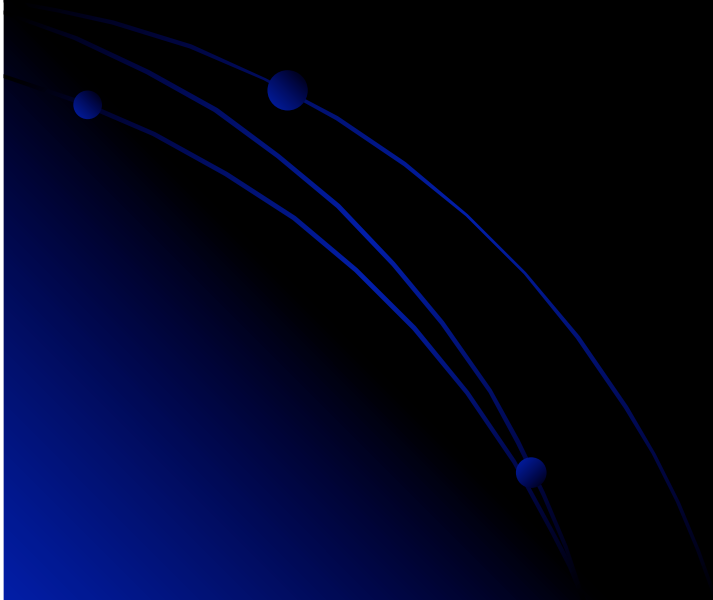
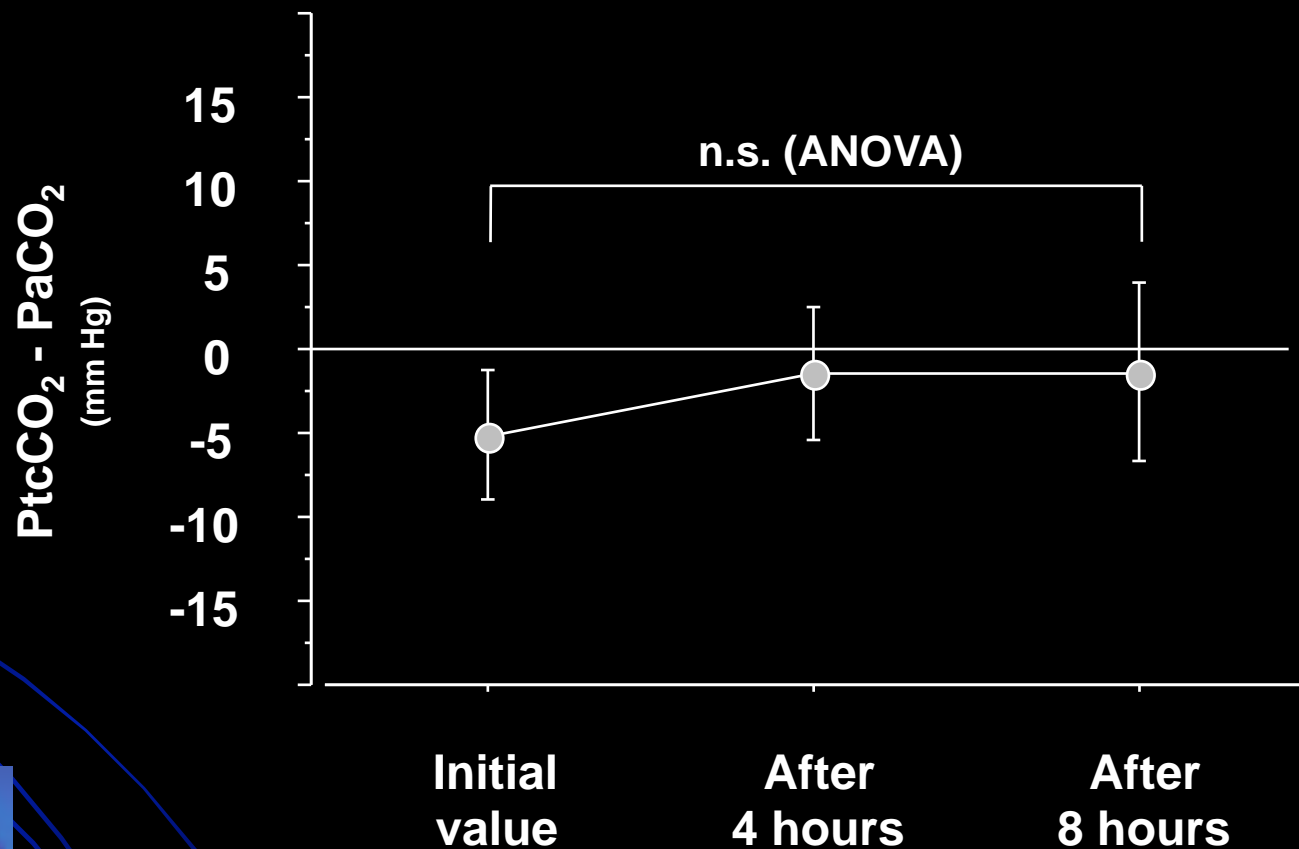


FIGURE 1. Trends of PaCO₂ and PtcCO₂ at T0 during 4 h of NPFV in a COPD patient (60 years of age; body mass index, 35.4 kg/m²).

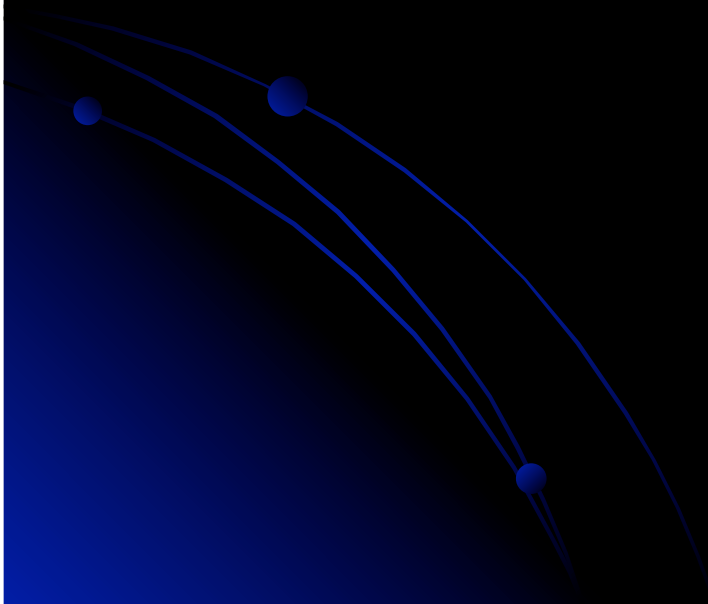
Derive (drift)



PtcCO₂ vs. PaCO₂: dérive sur une période de 8 heures

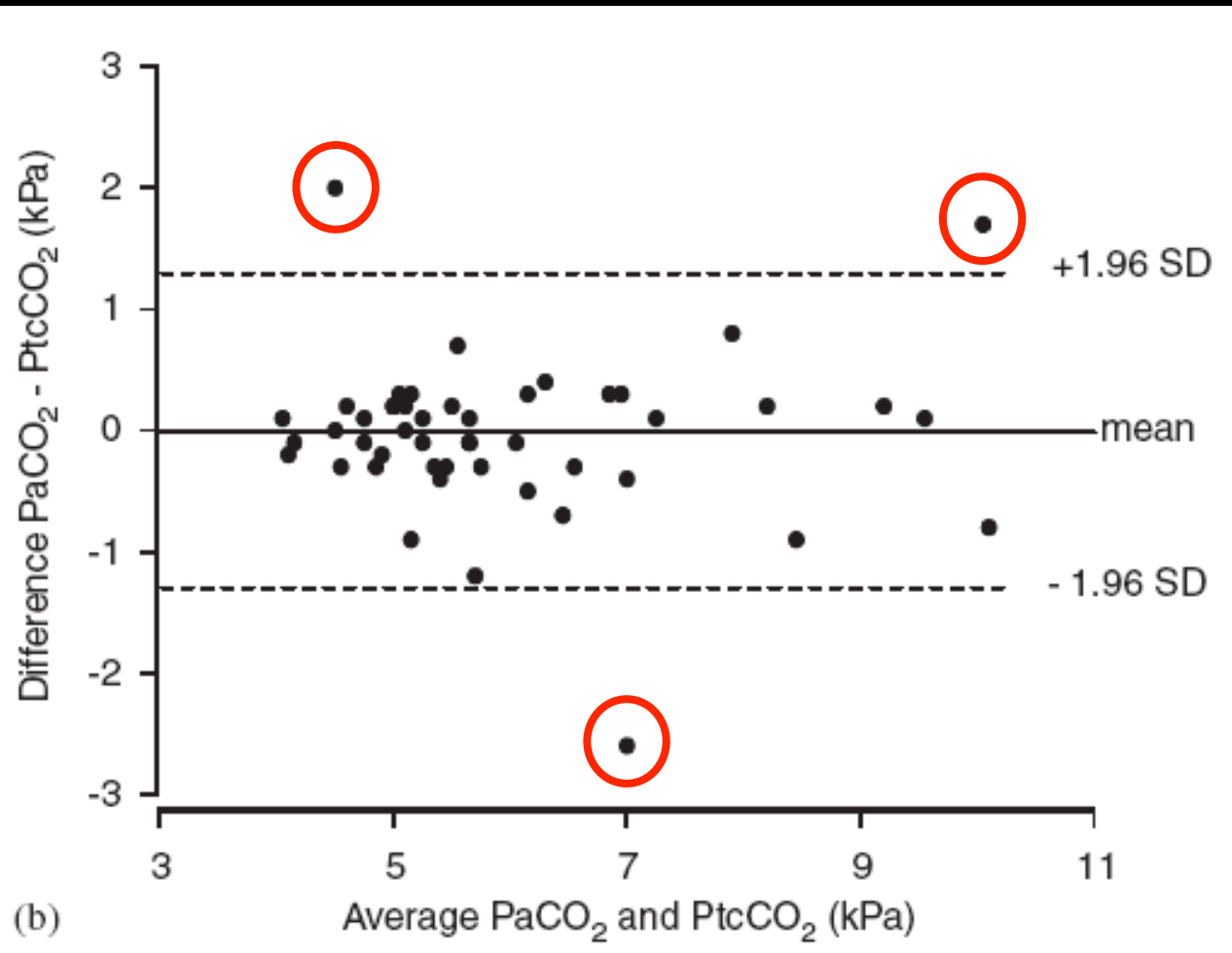


Valeurs aberrants



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 (SaO₂ nocturne GDS) mis en défaut en tant que screening, plutôt examen de confirmation d'une mauvaise qualité de ventilation
- *Intérêt de la PtcCO₂ couplée à une SaO₂*
 - Meilleure sensibilité pour la détection d'une hypoventilation (en particulier chez des patients « peu désaturateurs »)
 - Assez bonne corrélation entre PtcCO₂ y PaCO₂
 - 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

tcPCO2

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*

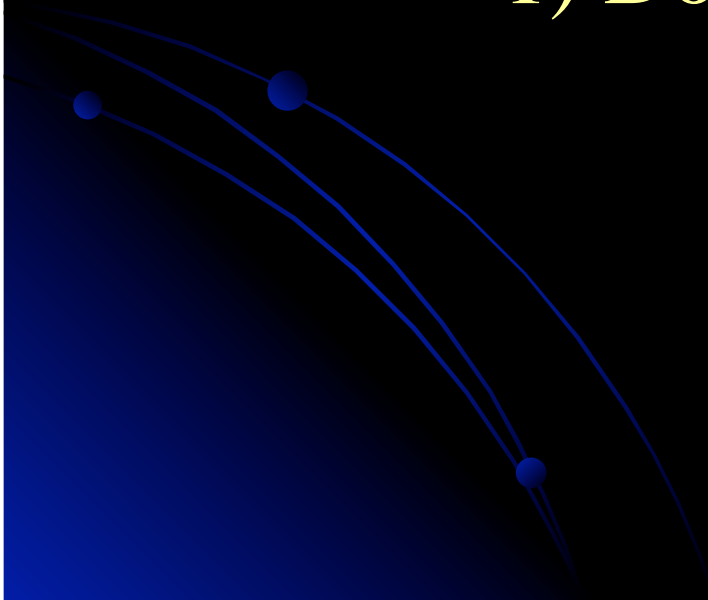
- Integra™, Ultra™ et gamme Élysée™ (Resmed)
- Legendair™ et Smartair Plus™ (Covidien)
- VIVO™ (Breas)
- Ventimotion™ (Weinmann)

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

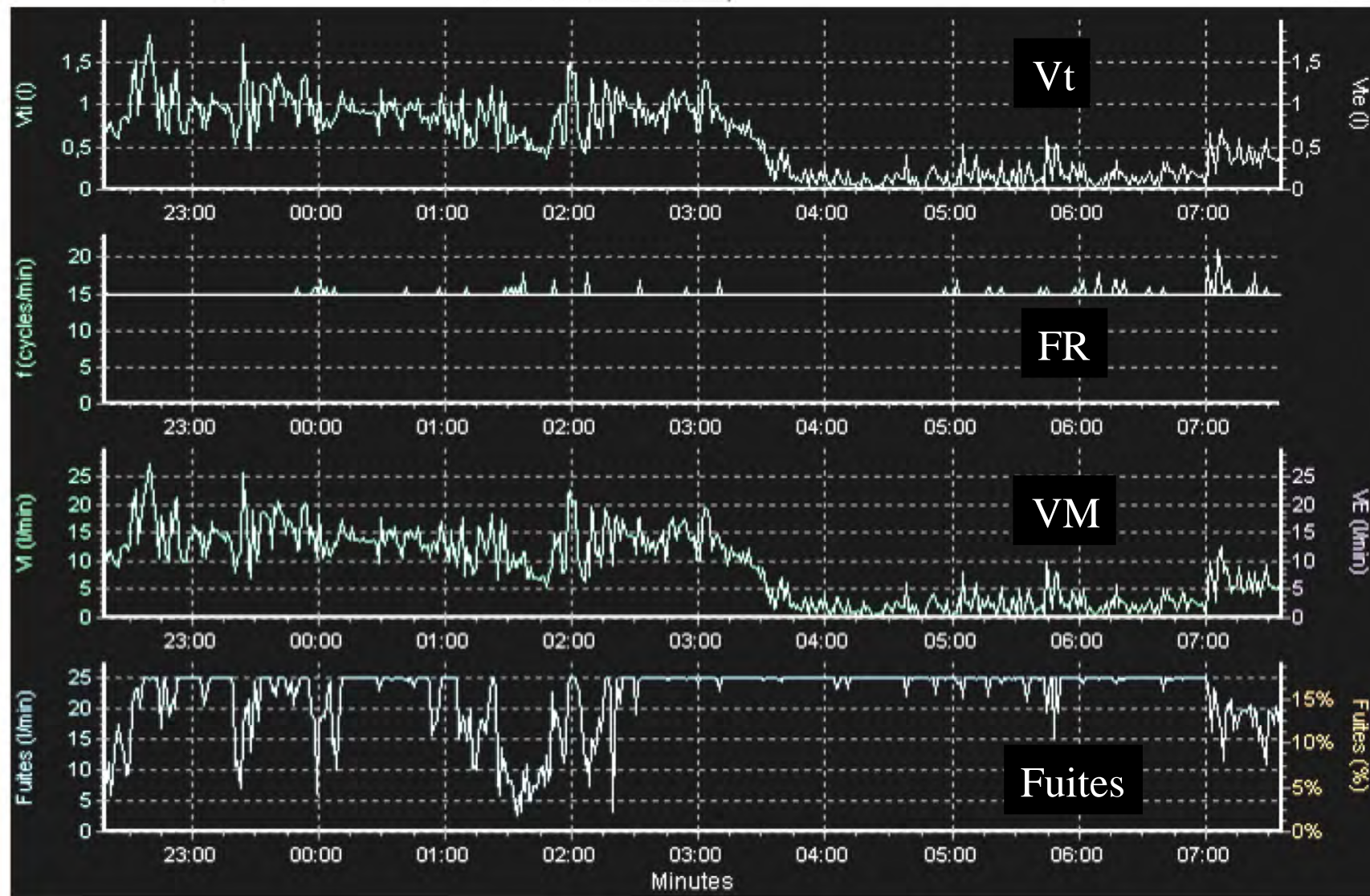
- VPAP 3 et VPAP 4 Reslink™ (Resmed)
- Synchrony™ et Trilogy™ (Philips Respironics)

Systemes de recueil de données machine

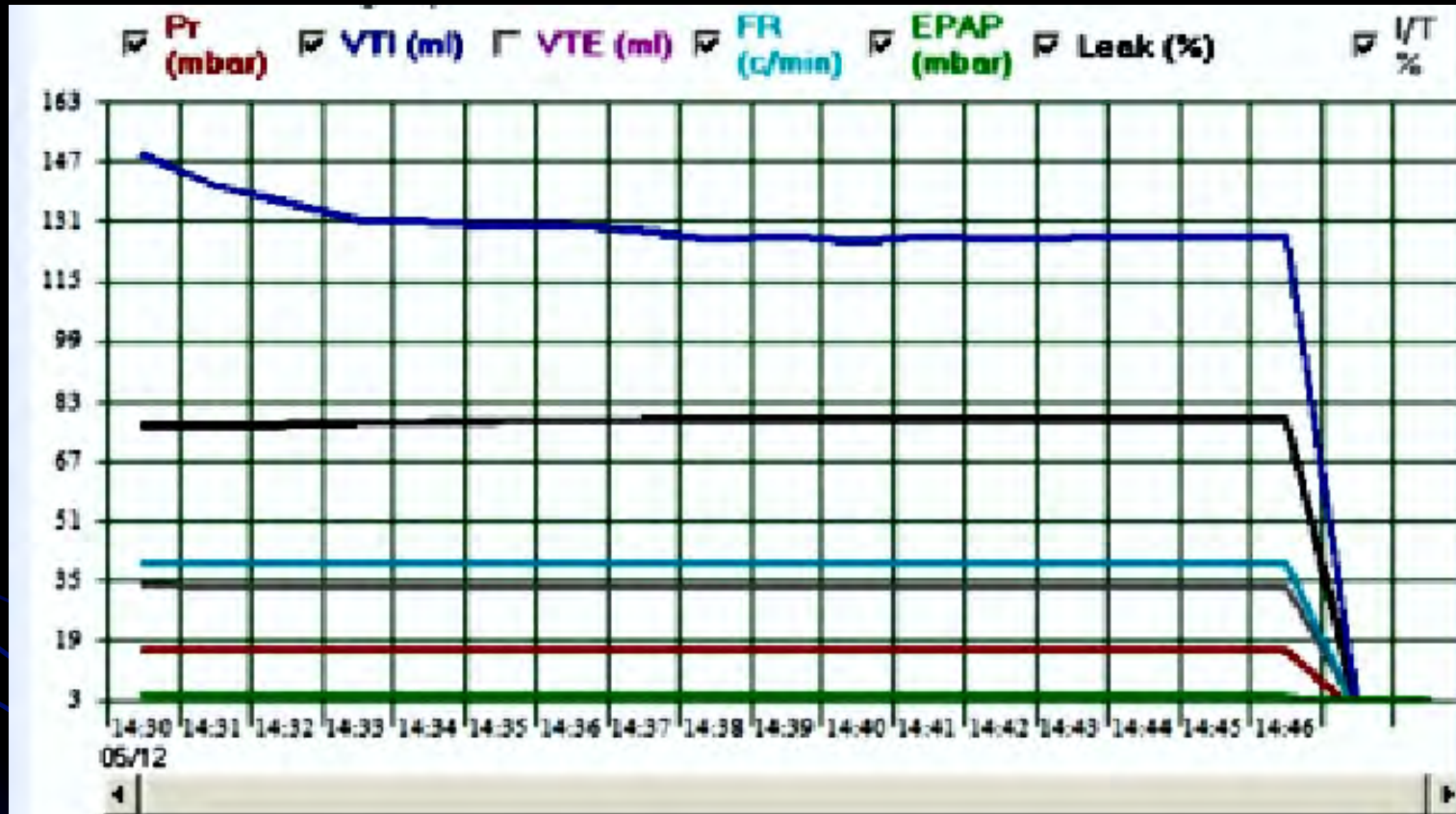
1) Données de tendance



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. 16,29	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 0,57	σ 0,00

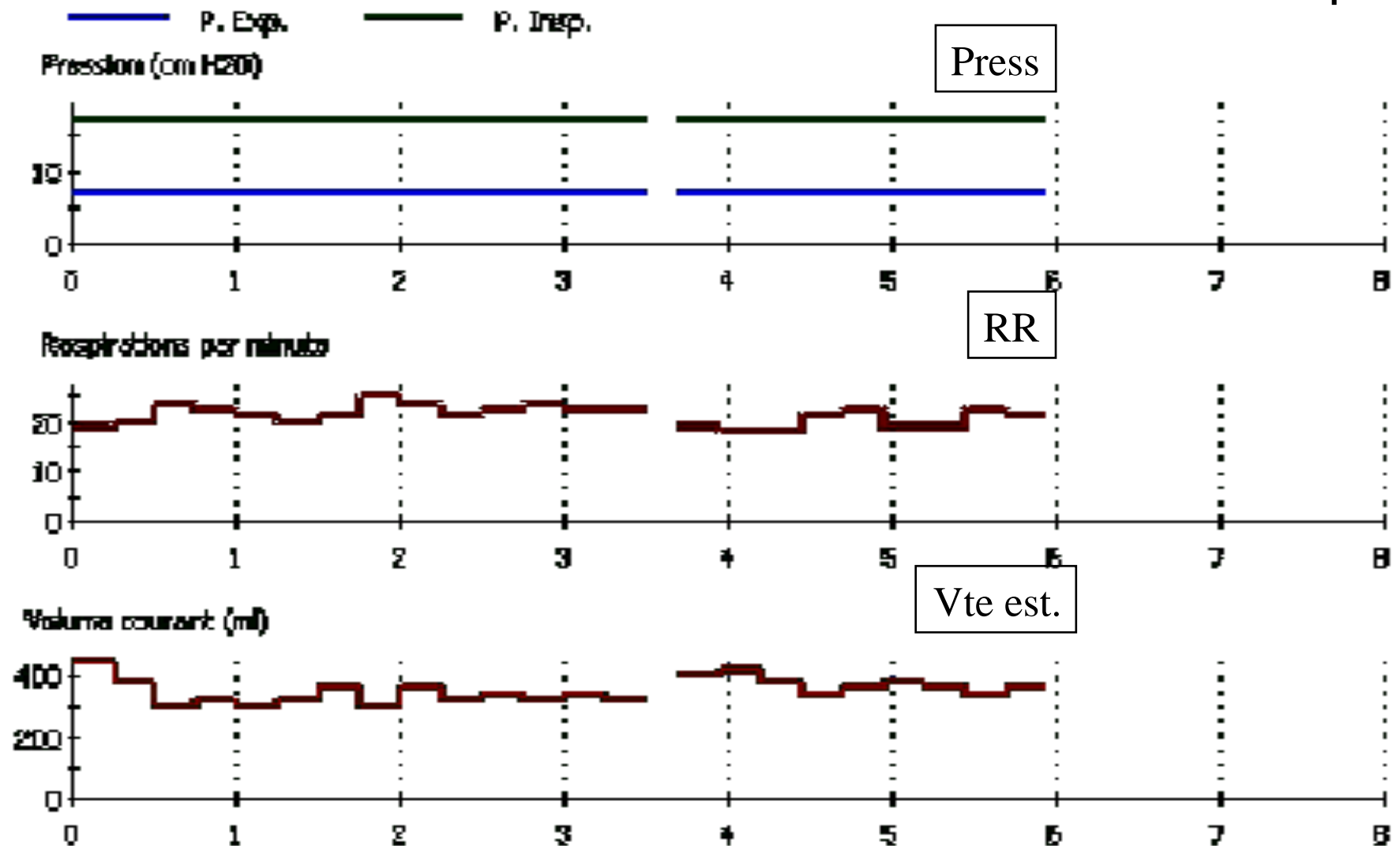
Synchrony™ avec software Encore Pro™ (Philips Respironics)



Détails journaliers de Synchrony BPAP

14/01/2006

-1-

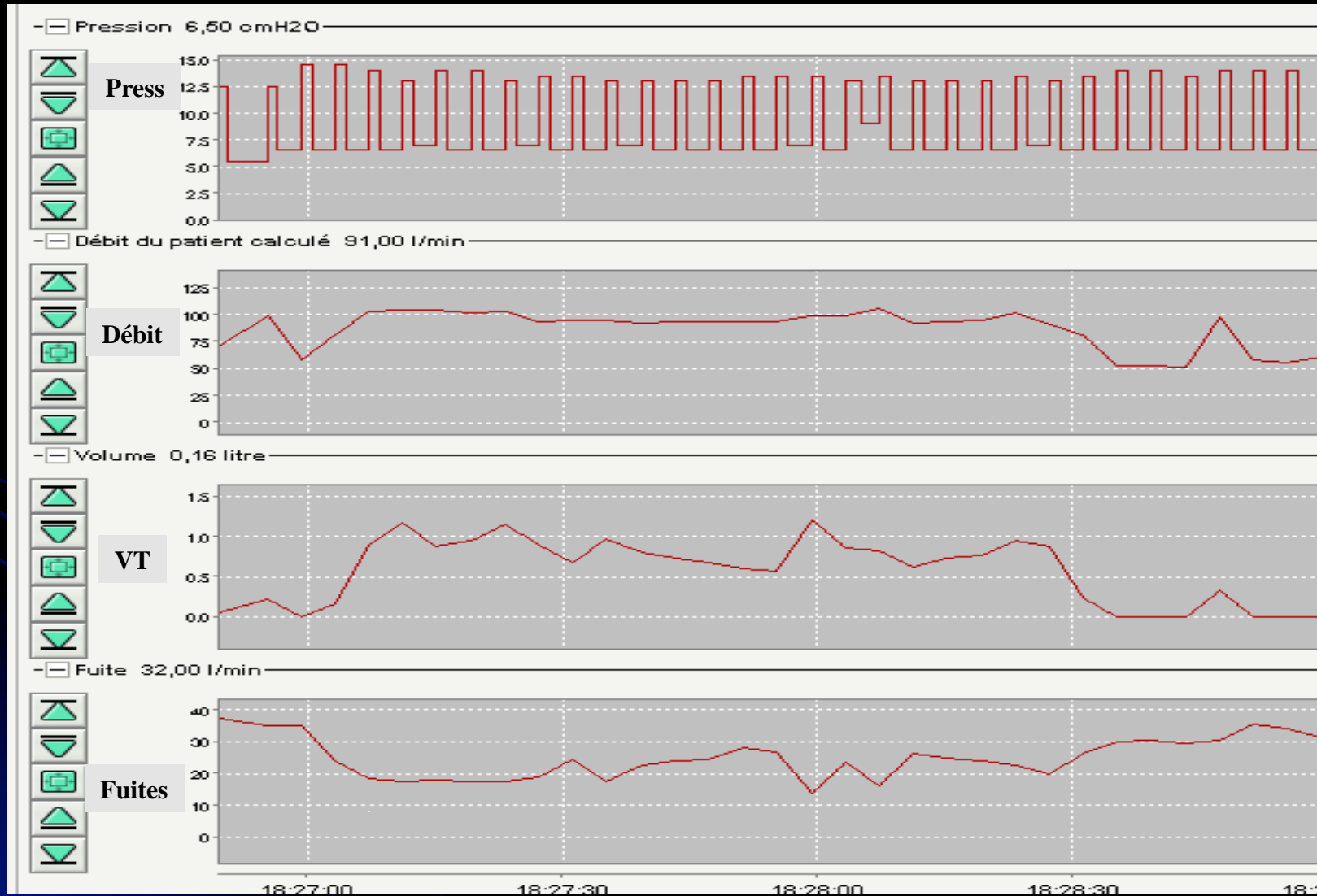


Systemes de recueil de données machine

2) Données brutes

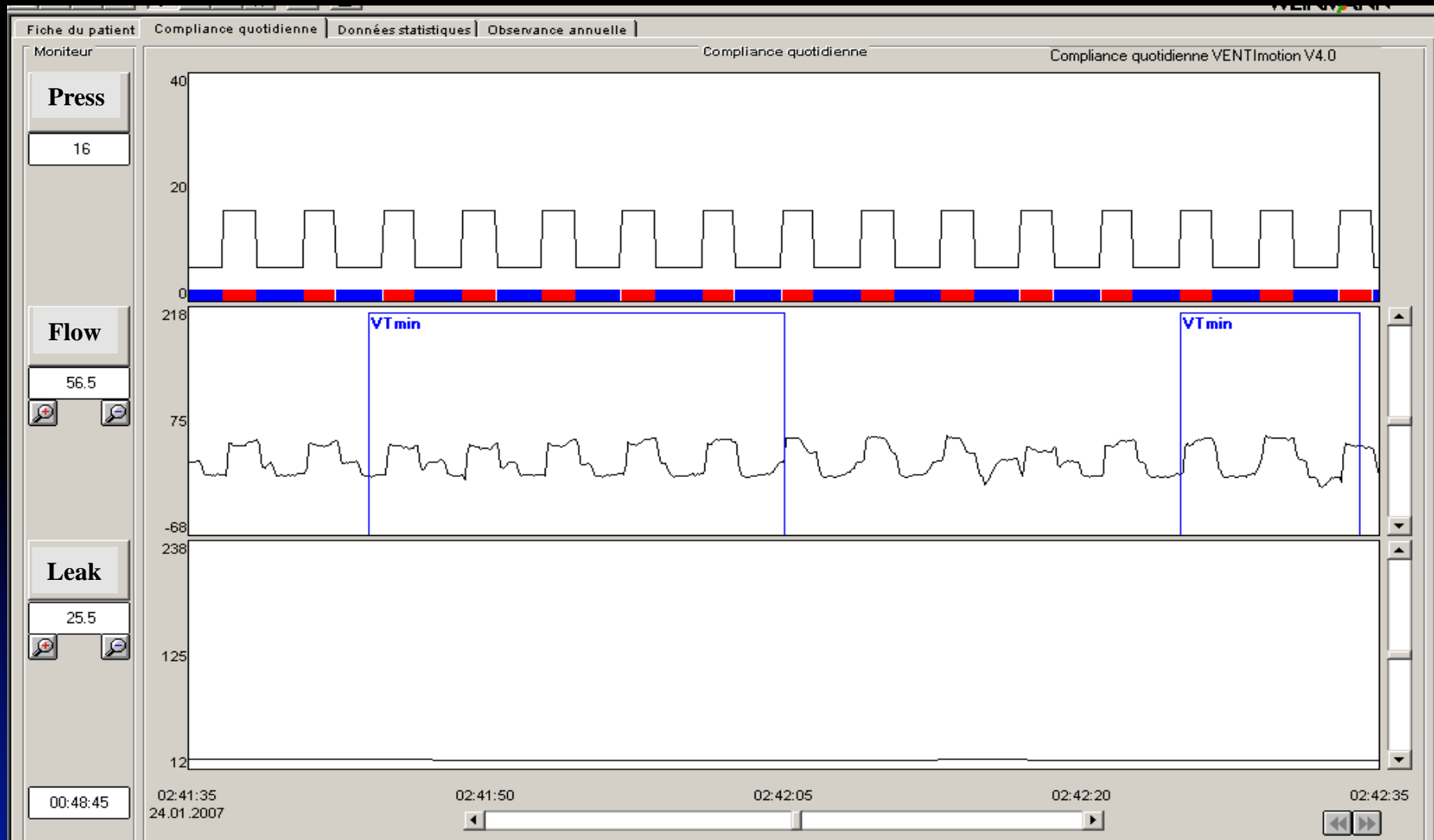


Vivo™ avec Vivo PS™ software (Breas)



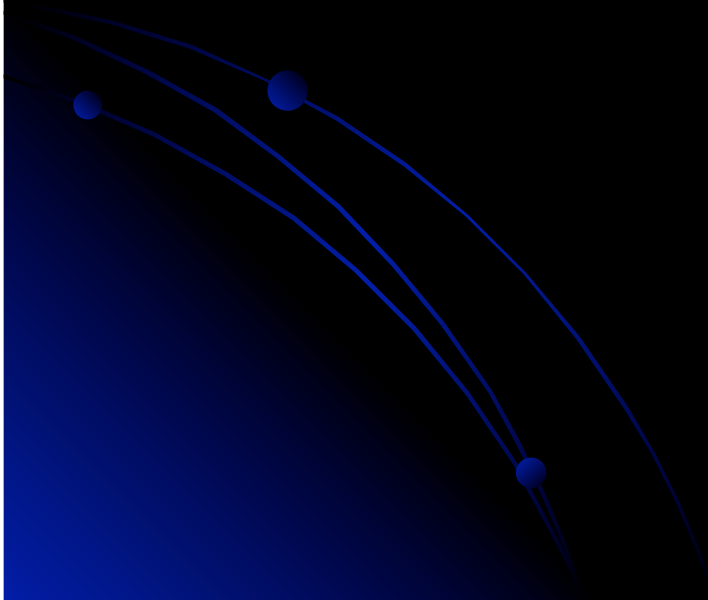
Ventimotion™

with software Ventiscan™ (Weinmann)



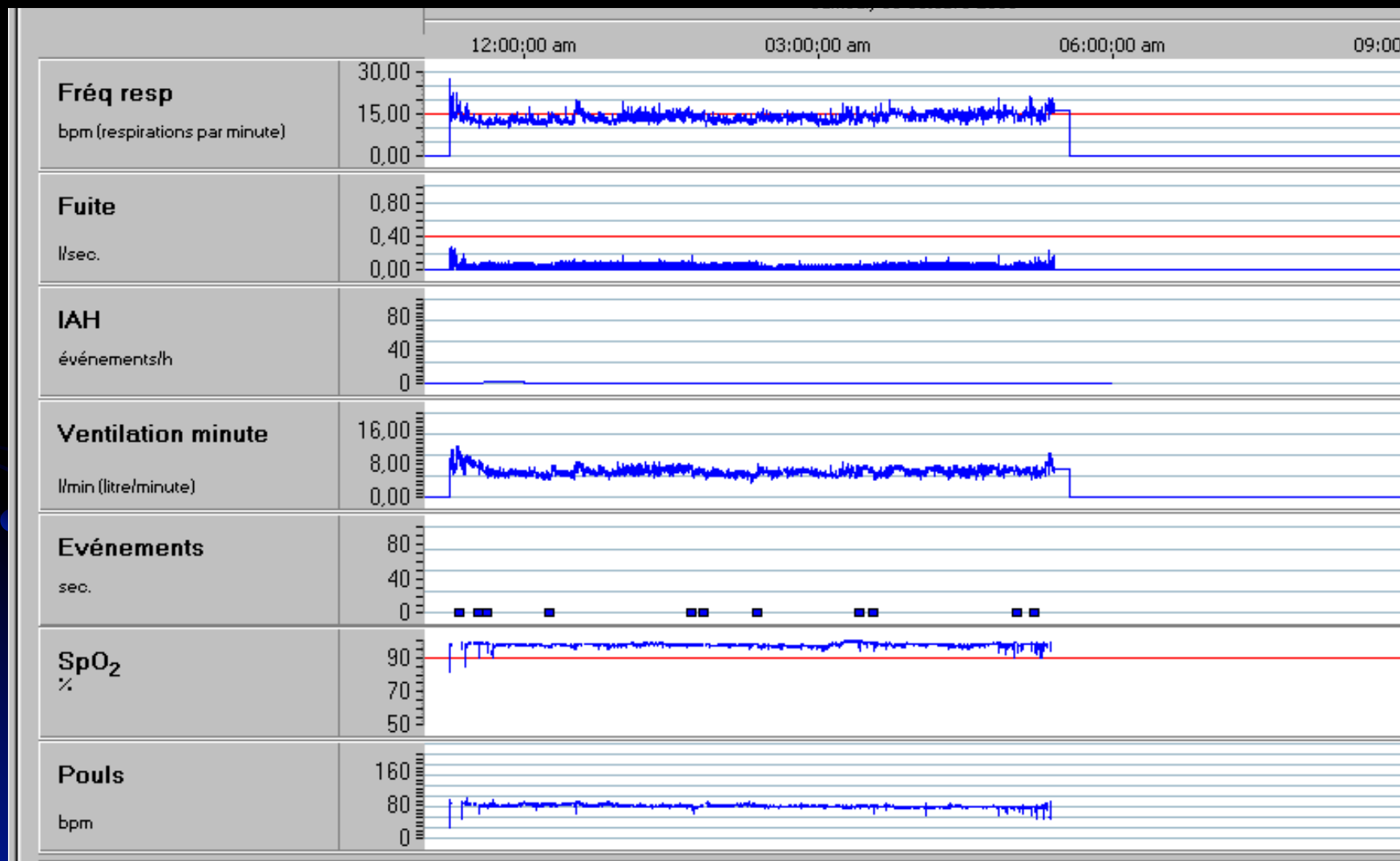
Systemes de recueil de données combinées

(machine + patient)



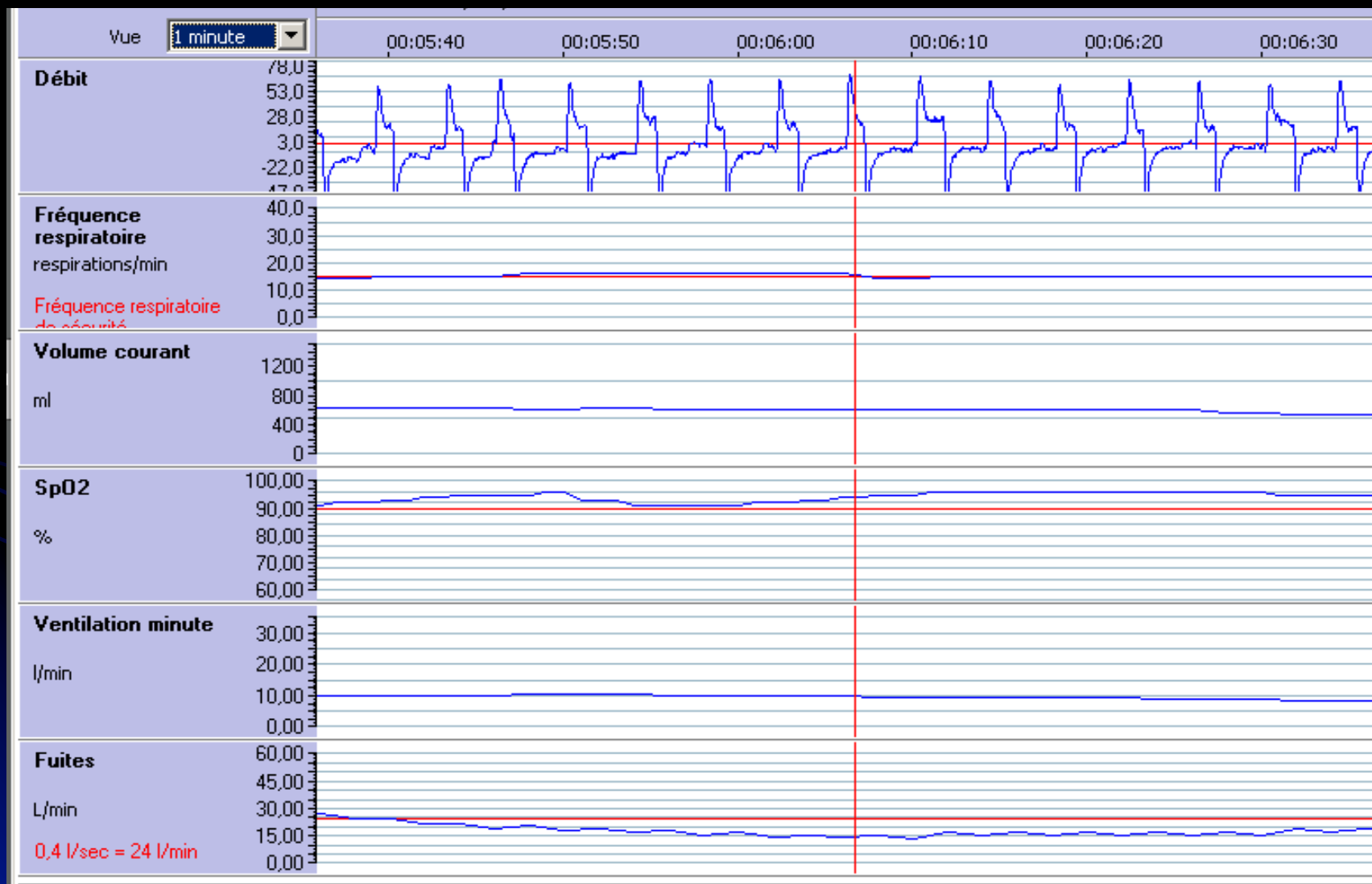
VPAP 4 / S9 – module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



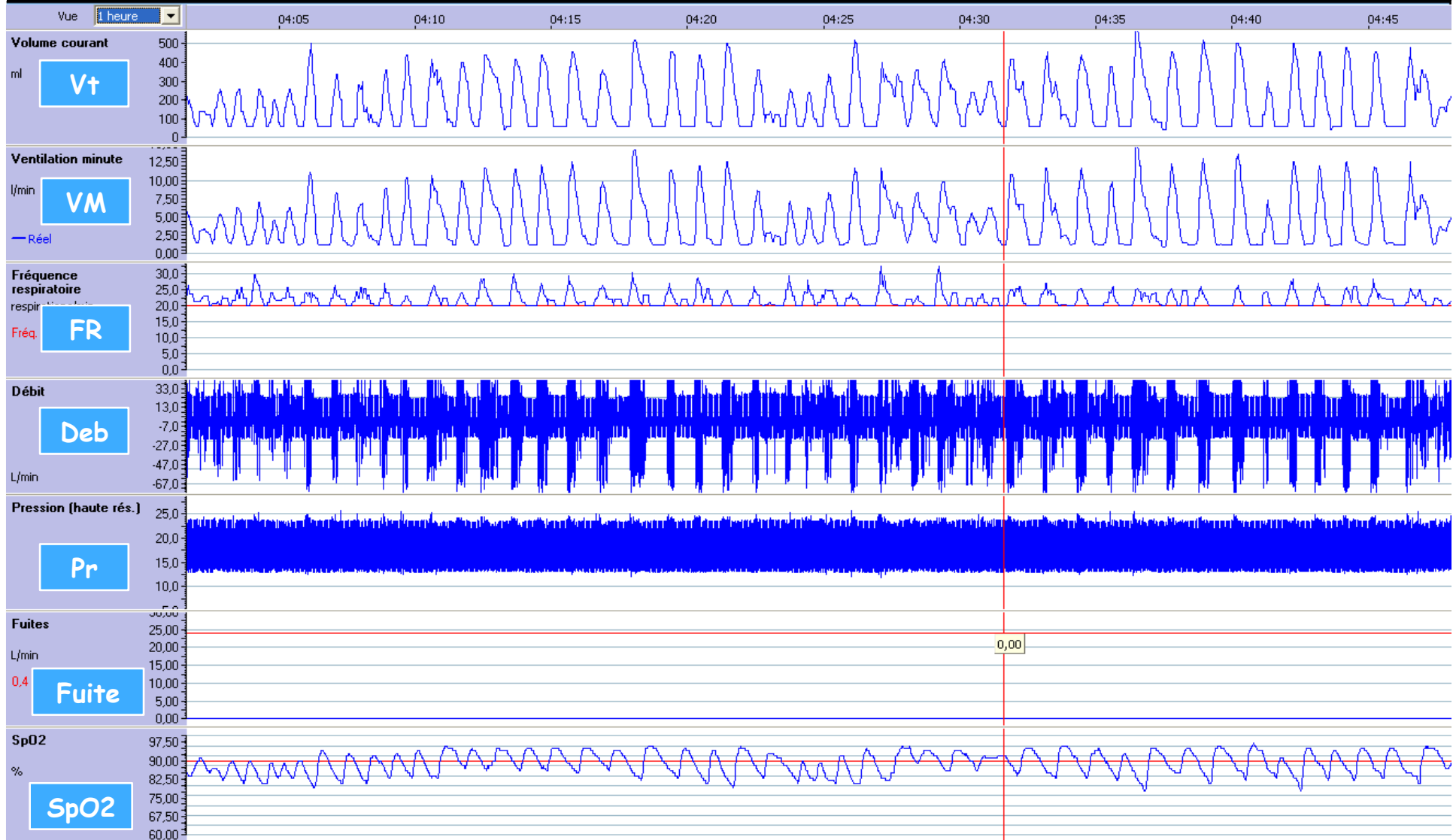
VPAP 4 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



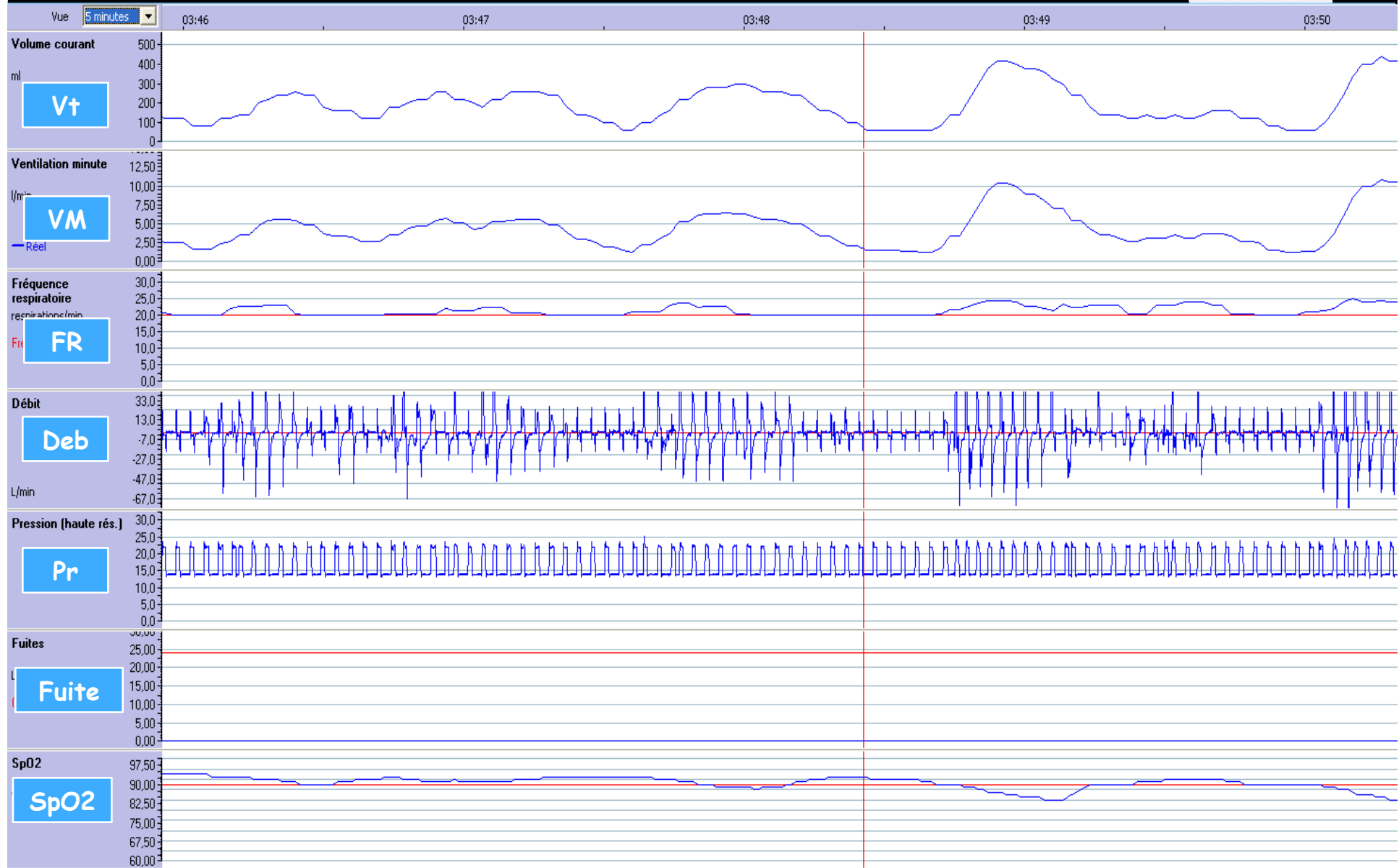
VPAP 4 / S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)

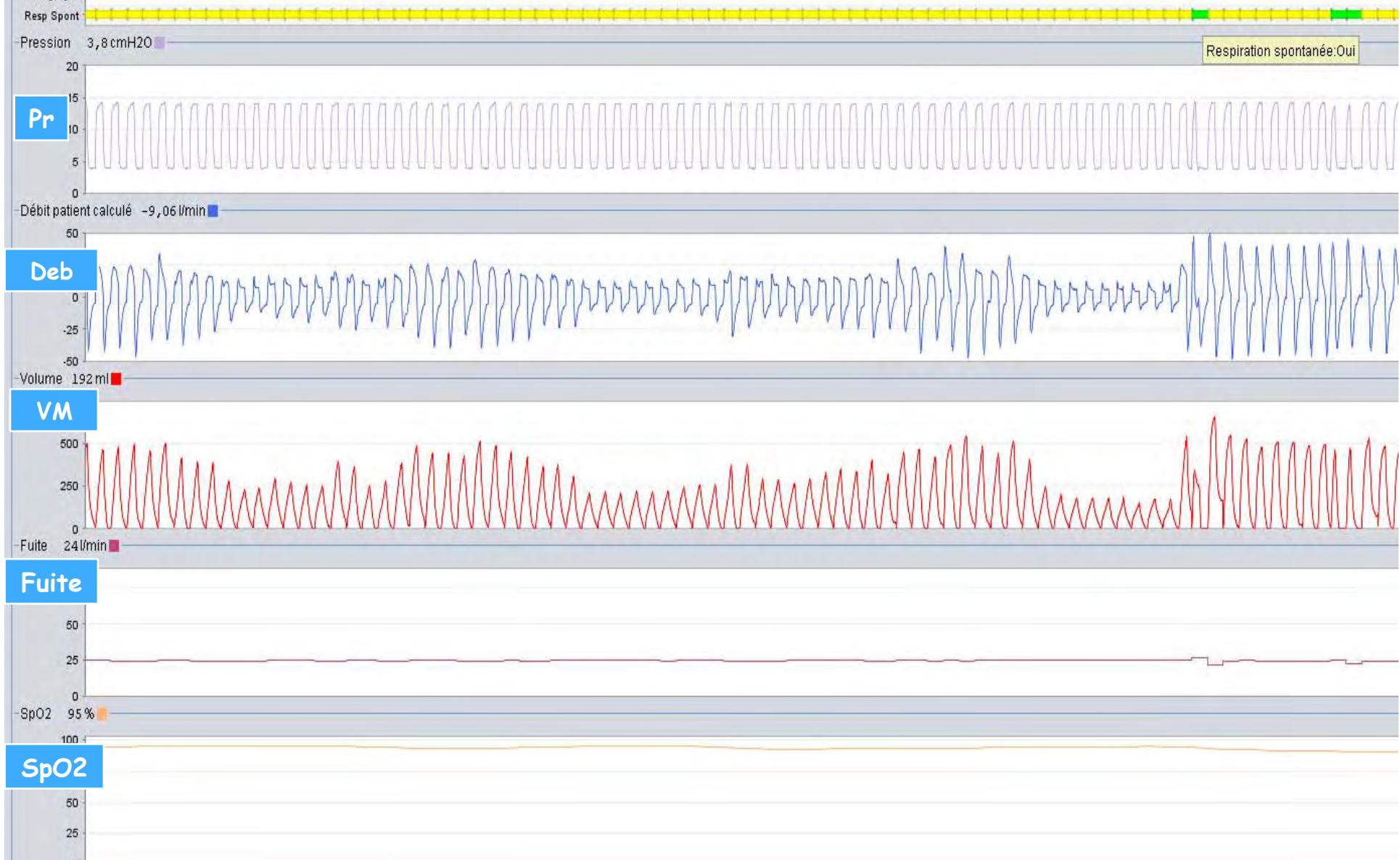


VPAP 4/ S9 –module Reslink™

Avec software Rescan™ (Resmed)



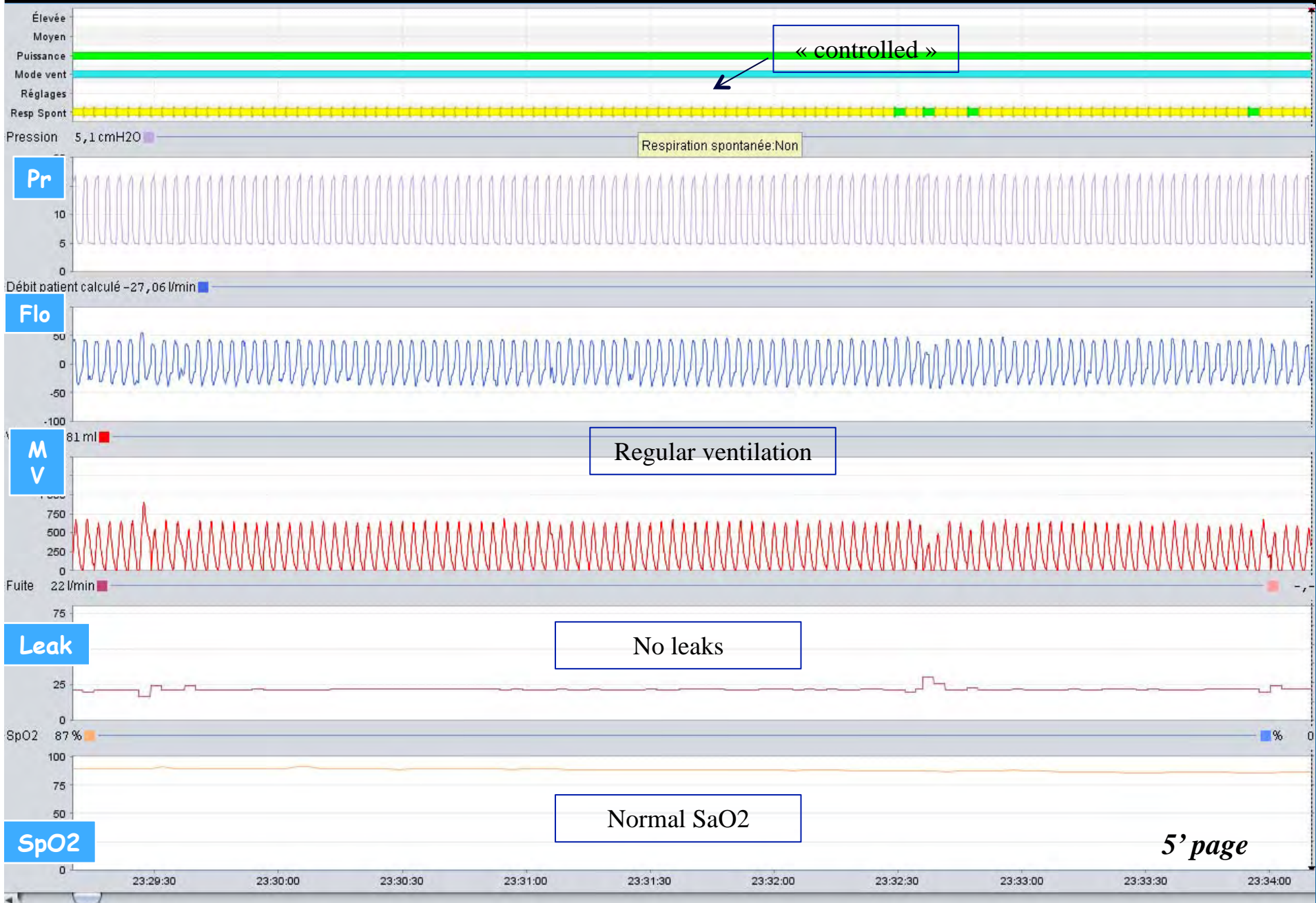
Vivo™ avec Vivo PS™ software (Breas)

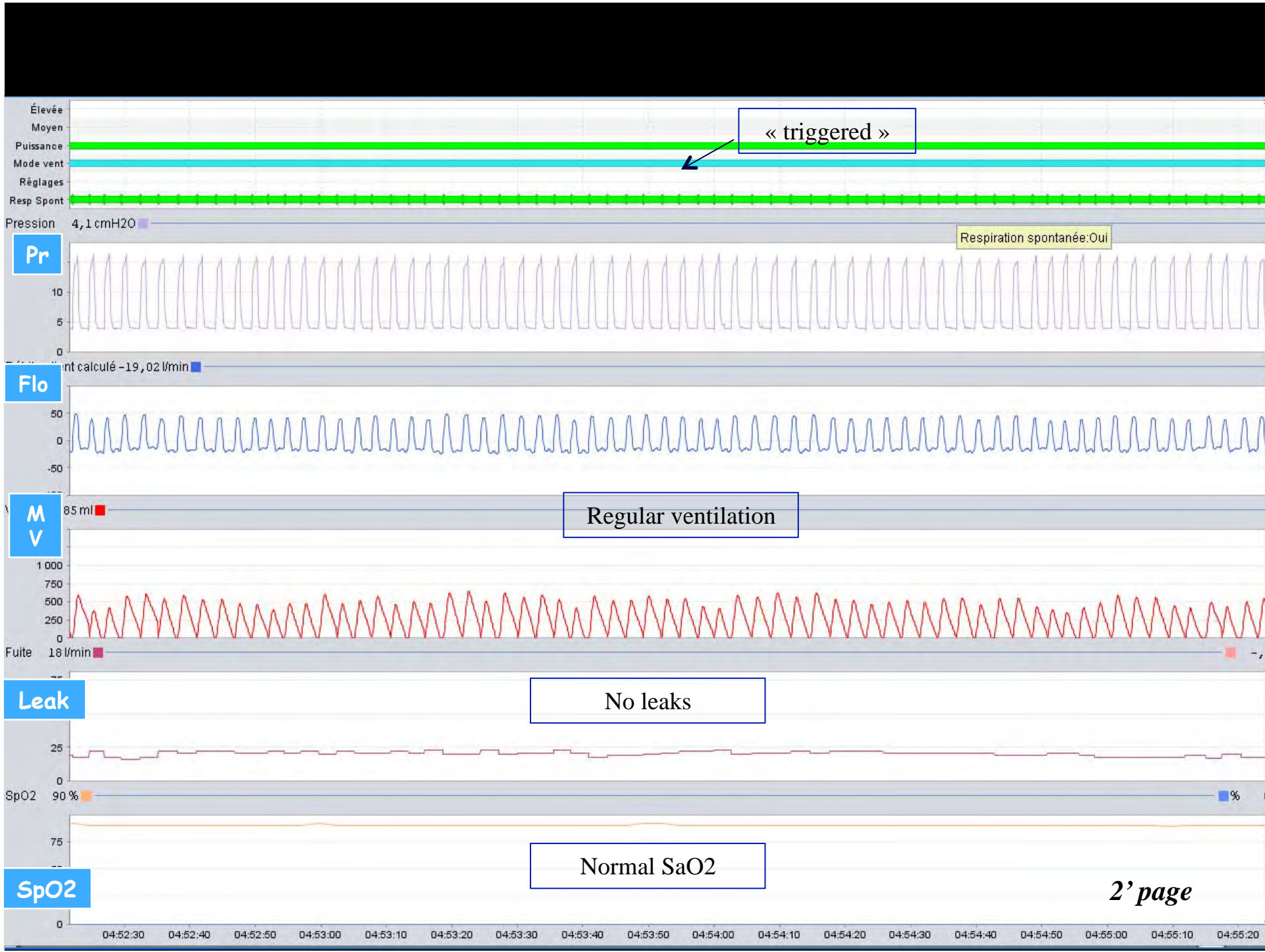


Trilogy™

Avec software Direct View™ (Philips Respironics)

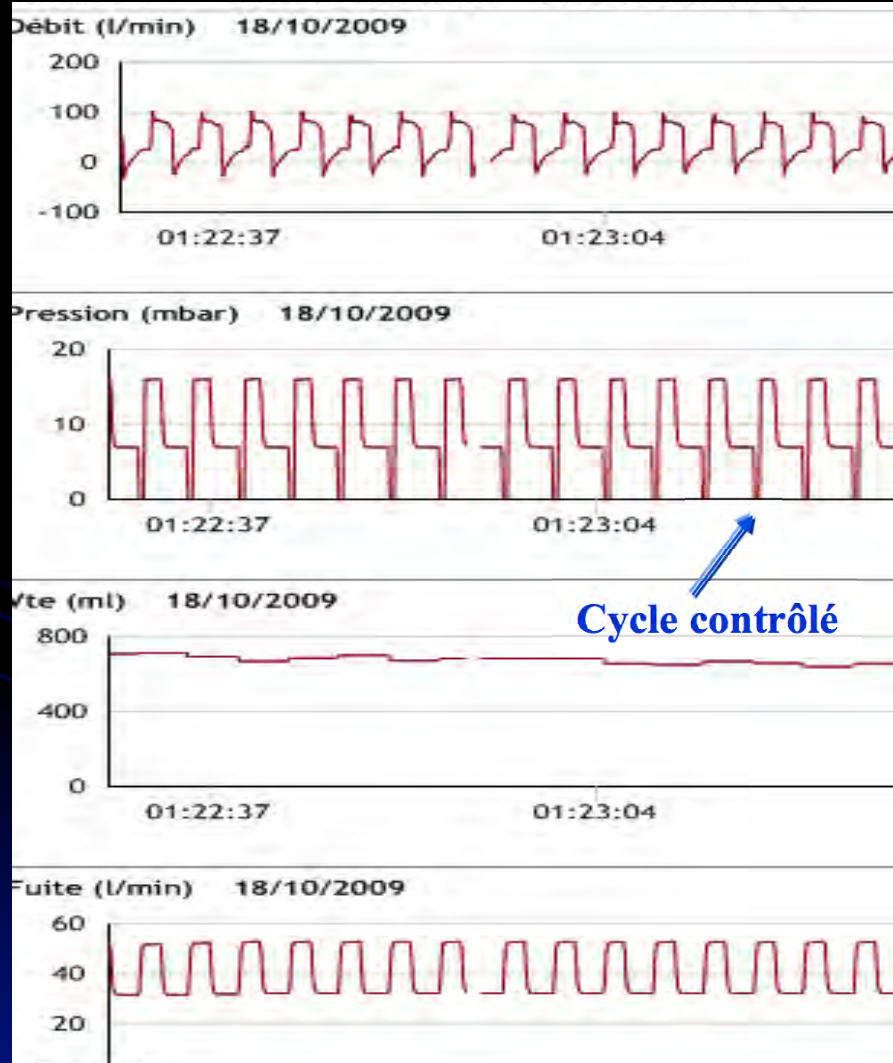






Trilogy™

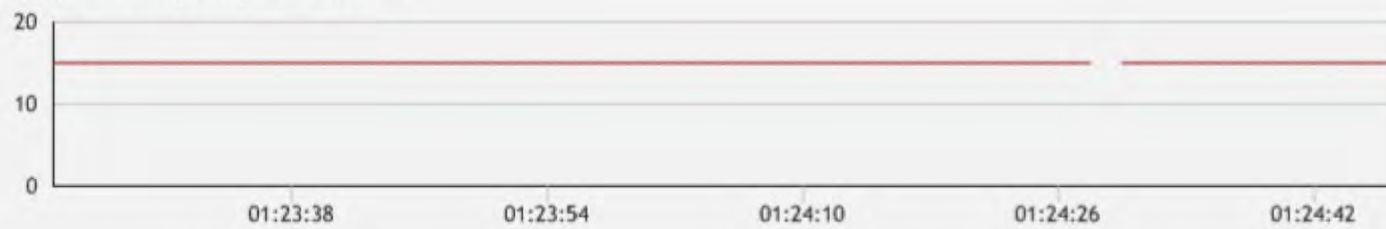
Avec software Direct View™ (Philips Respironics)



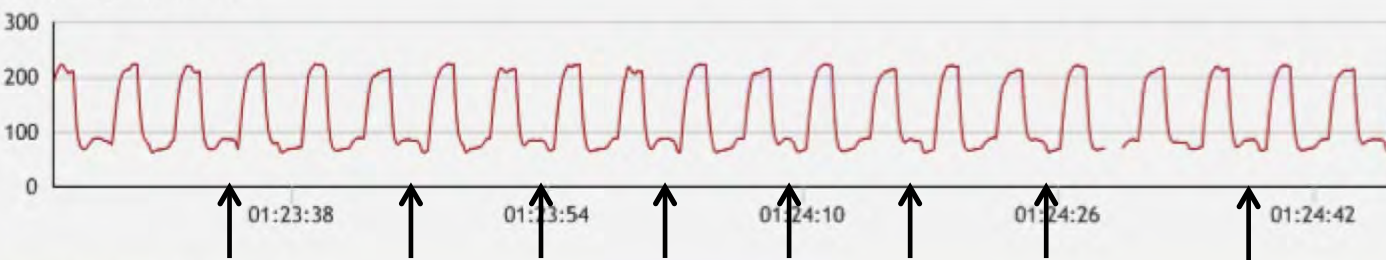
% des cycles déclenchés



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



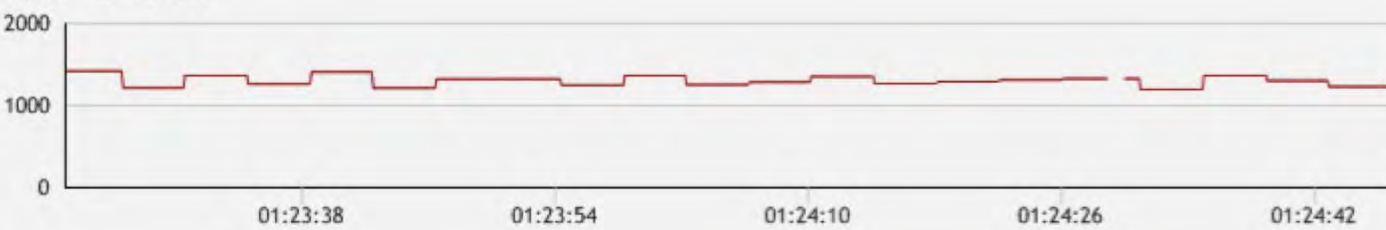
Débit (l/min) 10/04/2011



Pression (mbar) 10/04/2011

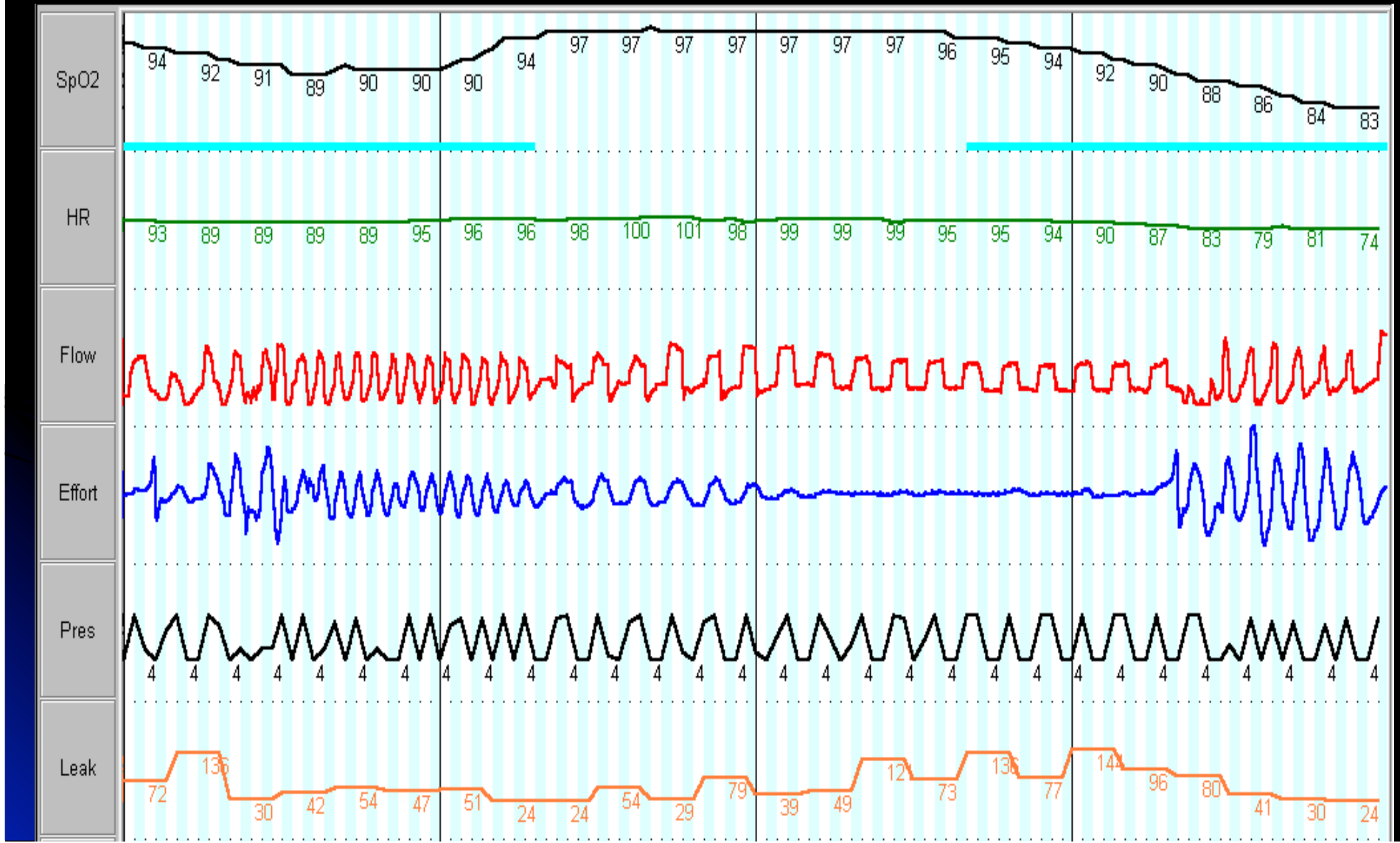


Vte (ml) 10/04/2011

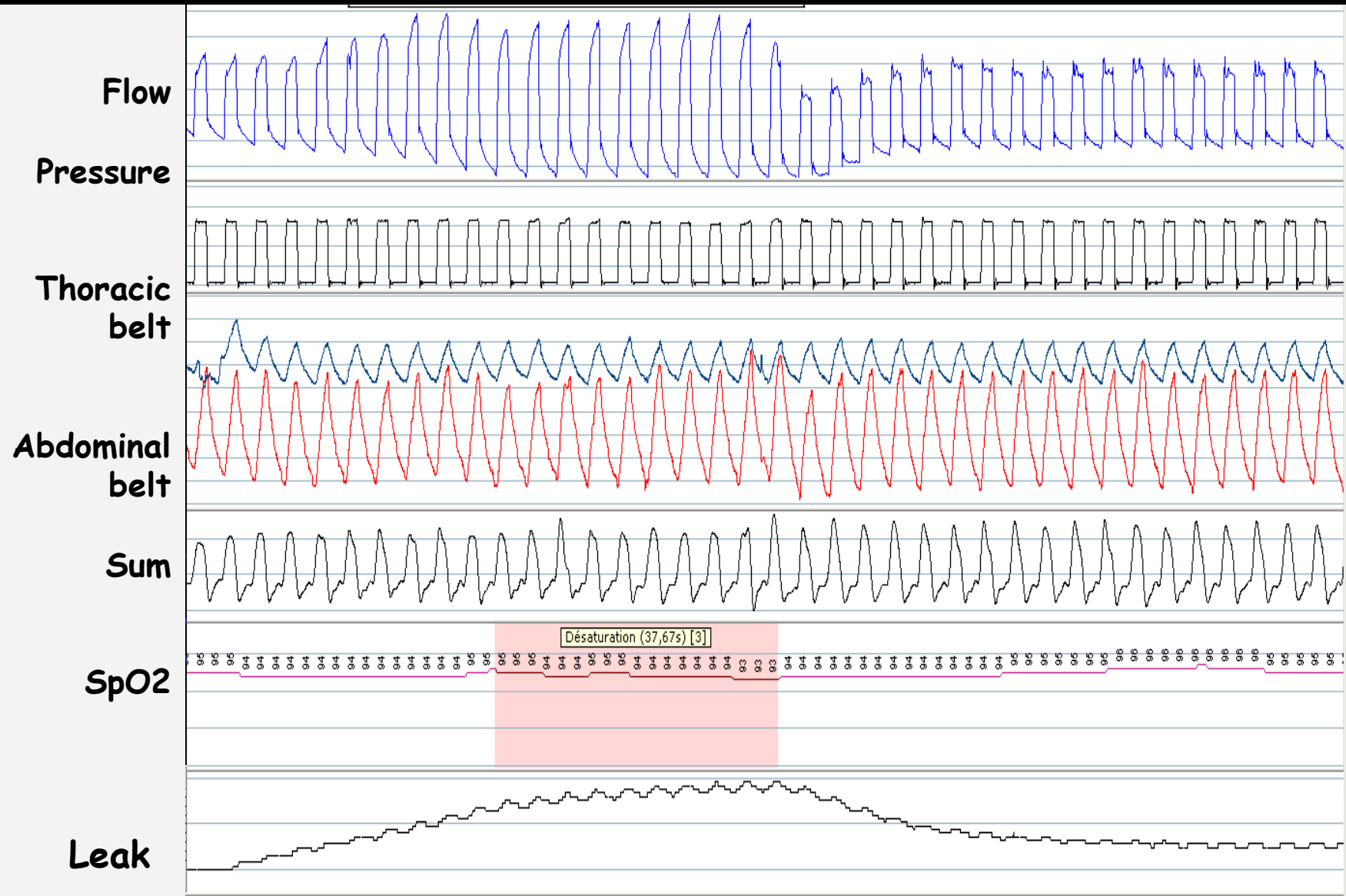


Fuite (l/min) 10/04/2011

Synchrony™ couplé au polygraphe Stardust™ (Philips Respironics)

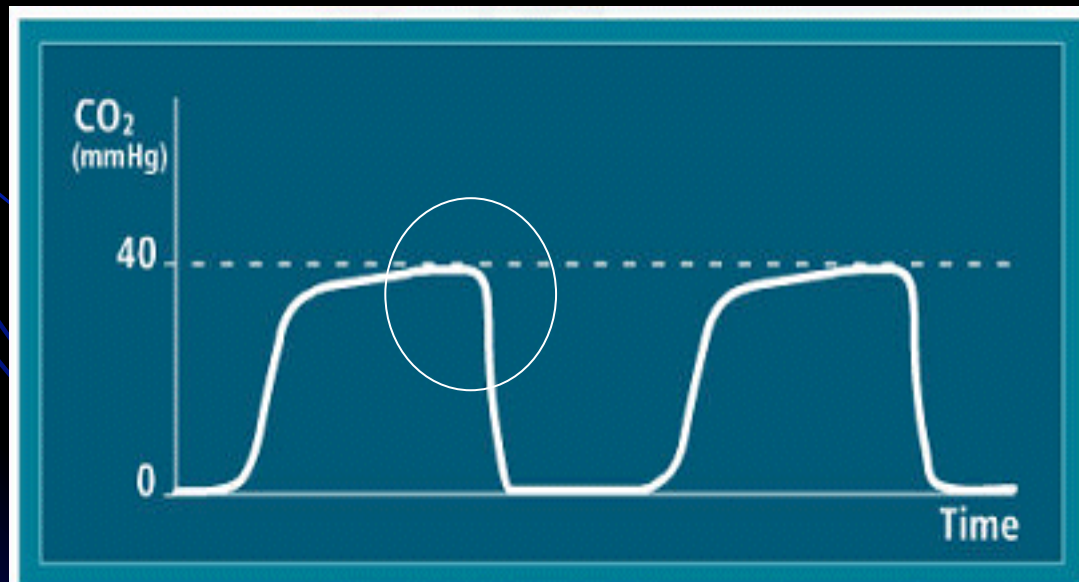
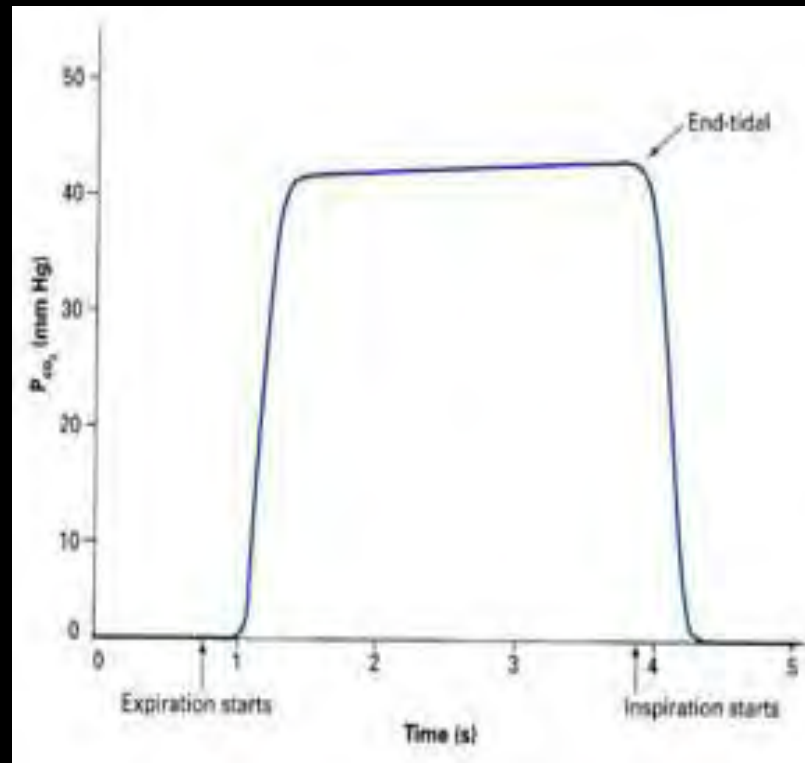


Embletta™ couplé au données Rescan™ (Resmed)

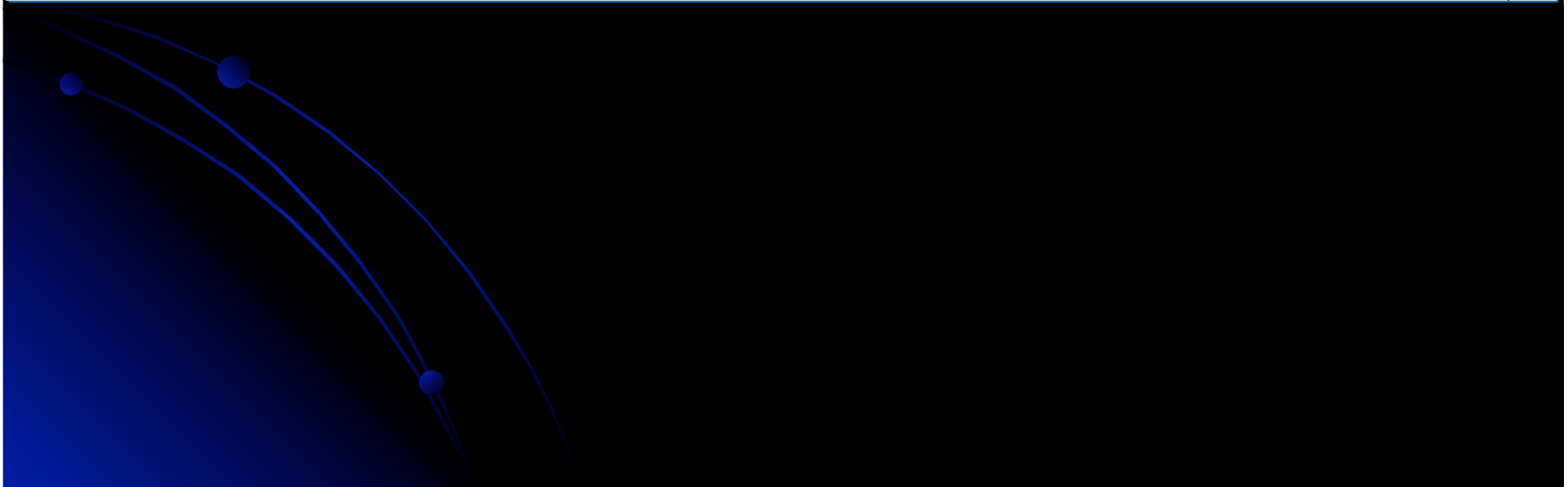
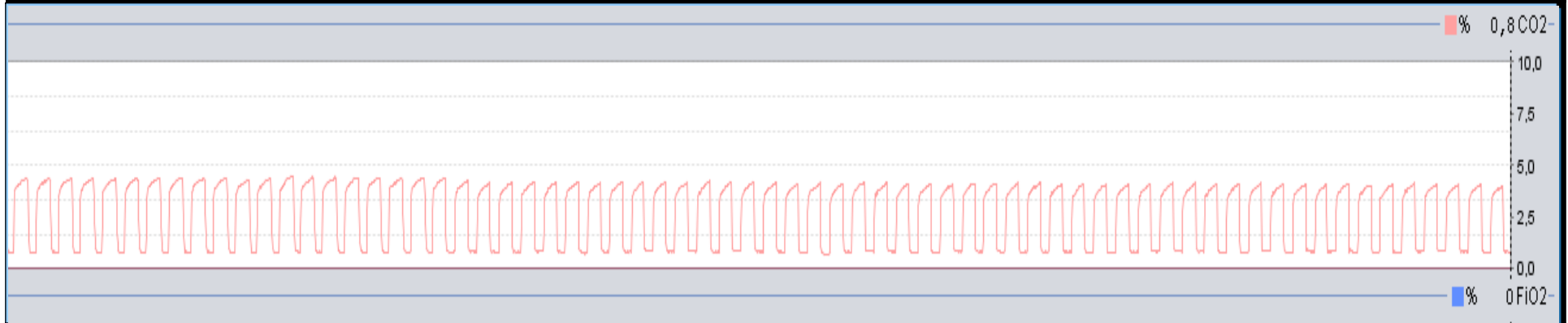




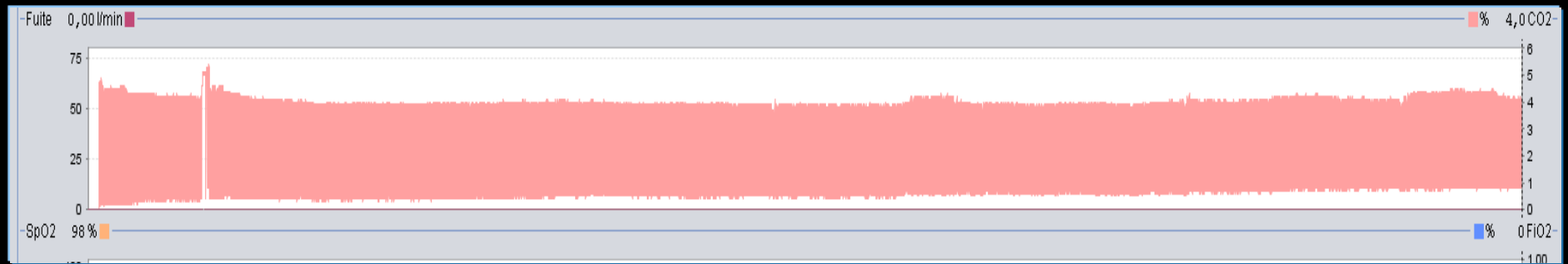


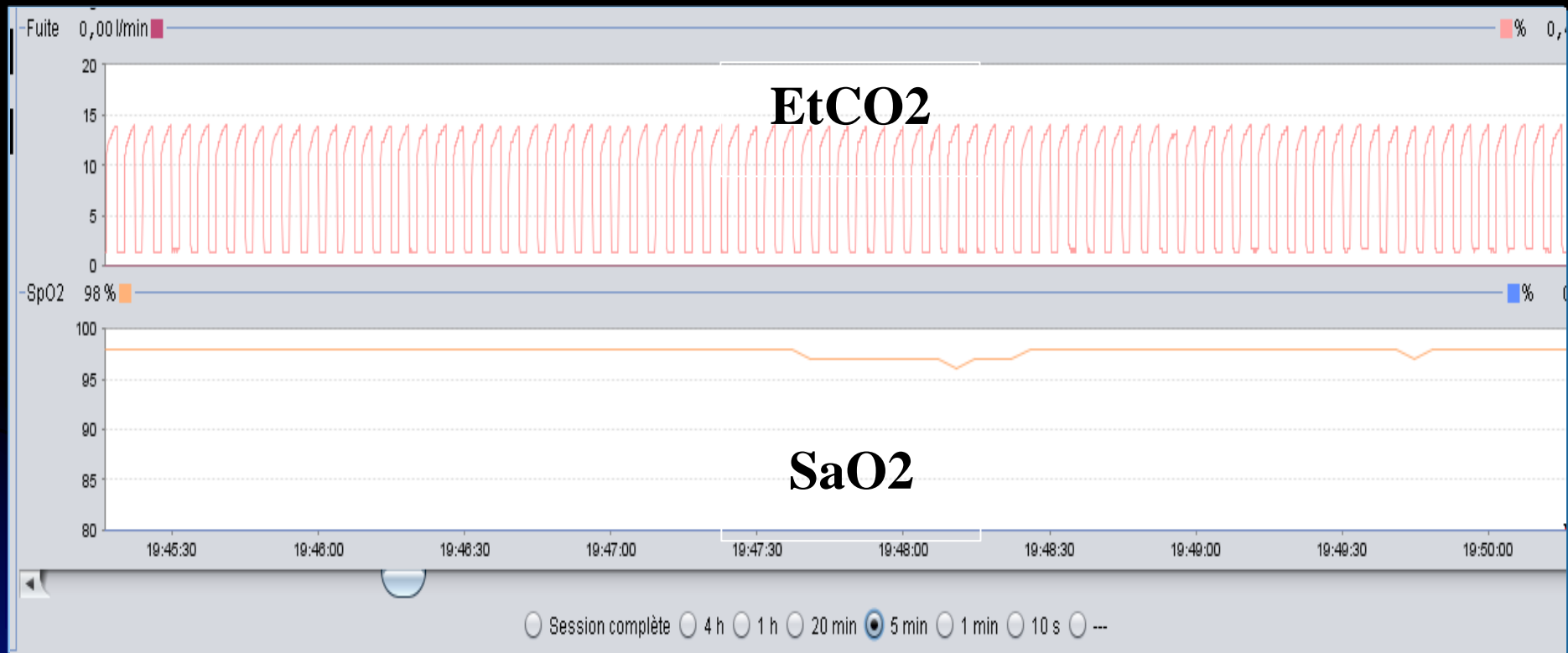


Raw EtCO₂



EtCO2 trend





Analyse des données de la SaO2

Produit	VPAP ST (S9)	No. de série	22111472770			
IDO	IDO pour l'enregistrement:	55				
Pouls bpm	Minimum:	46	Médian(e) :	66	Maximal(e) :	79
SpO2 %	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

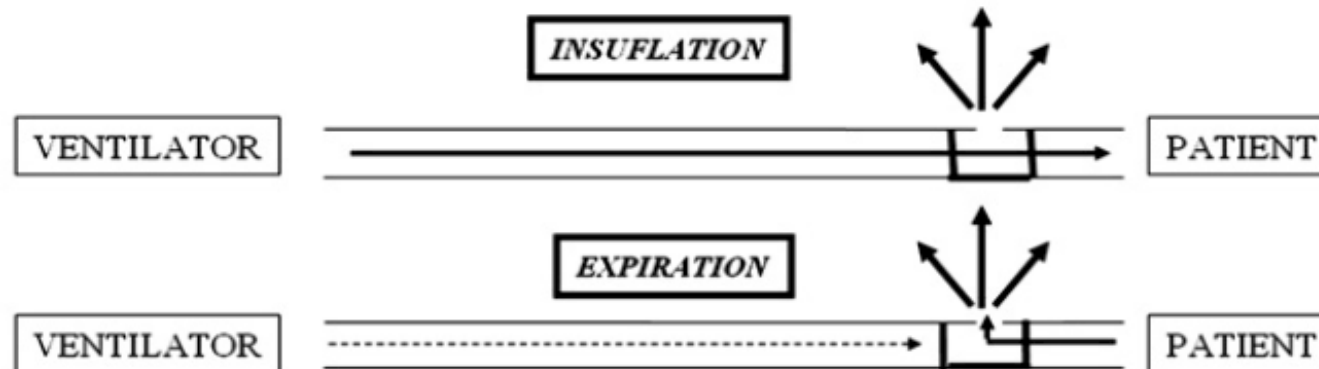
○ Intentionnelles



○ Non intentionnelles



b



La fuite intentionnelle

Est-il important de connaître son niveau

et de la soustraire du calcul?



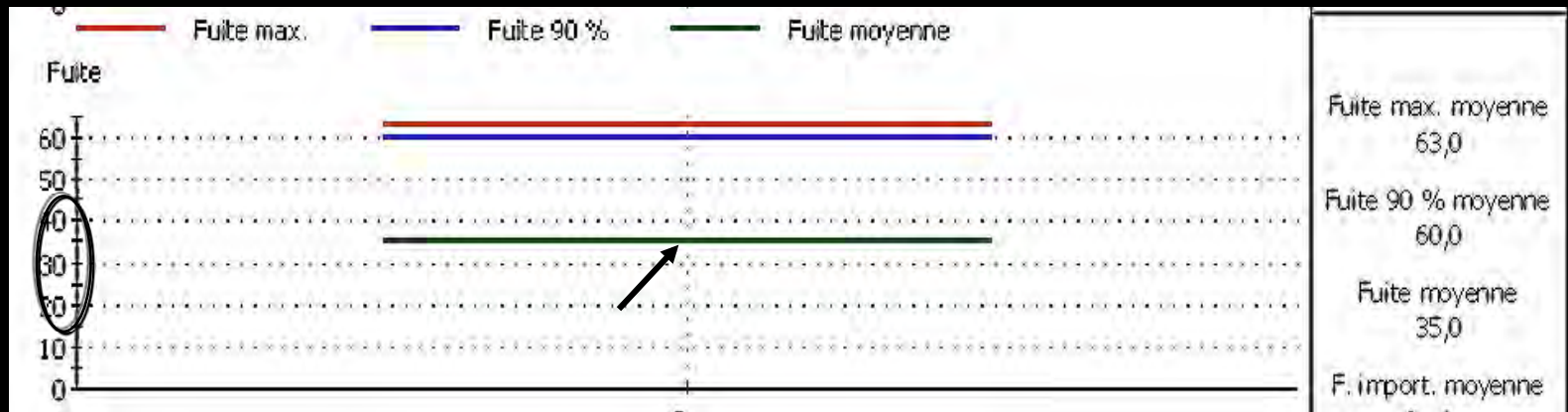
Monitoring Ventilator	Software	Leaks
Monnal T30™	Bora Soft V.6™	Average leak ¹
Synchrony™	Encore Pro 2™	Average leak ¹
Trilogy™	Direct View™	Average leak ¹
Ventimotion™	Ventisupport™	Average leak ¹
Vivo 40™	Vivo PS Software 3™	Average leak at expiratory pressure (EPAP) ²
VPAP III™	ReScan 3.10™	Average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

Types de masque	Débit de fuite	Pression à 10 cm H₂O
	L/min	cmH ₂ 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

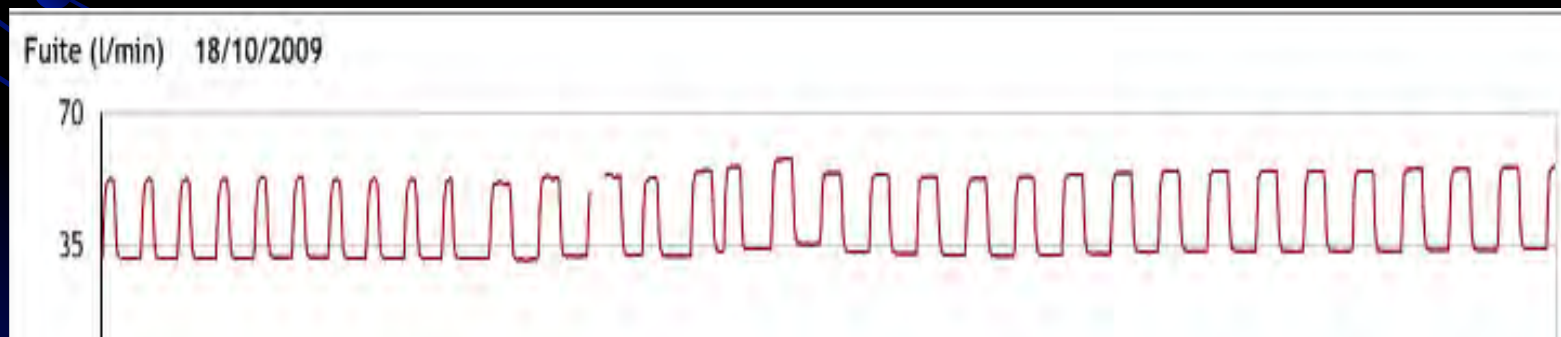
Valeurs obtenues avec une chaine de mesure RT 200

Remerciements à B. Bodoignet (Agevie)

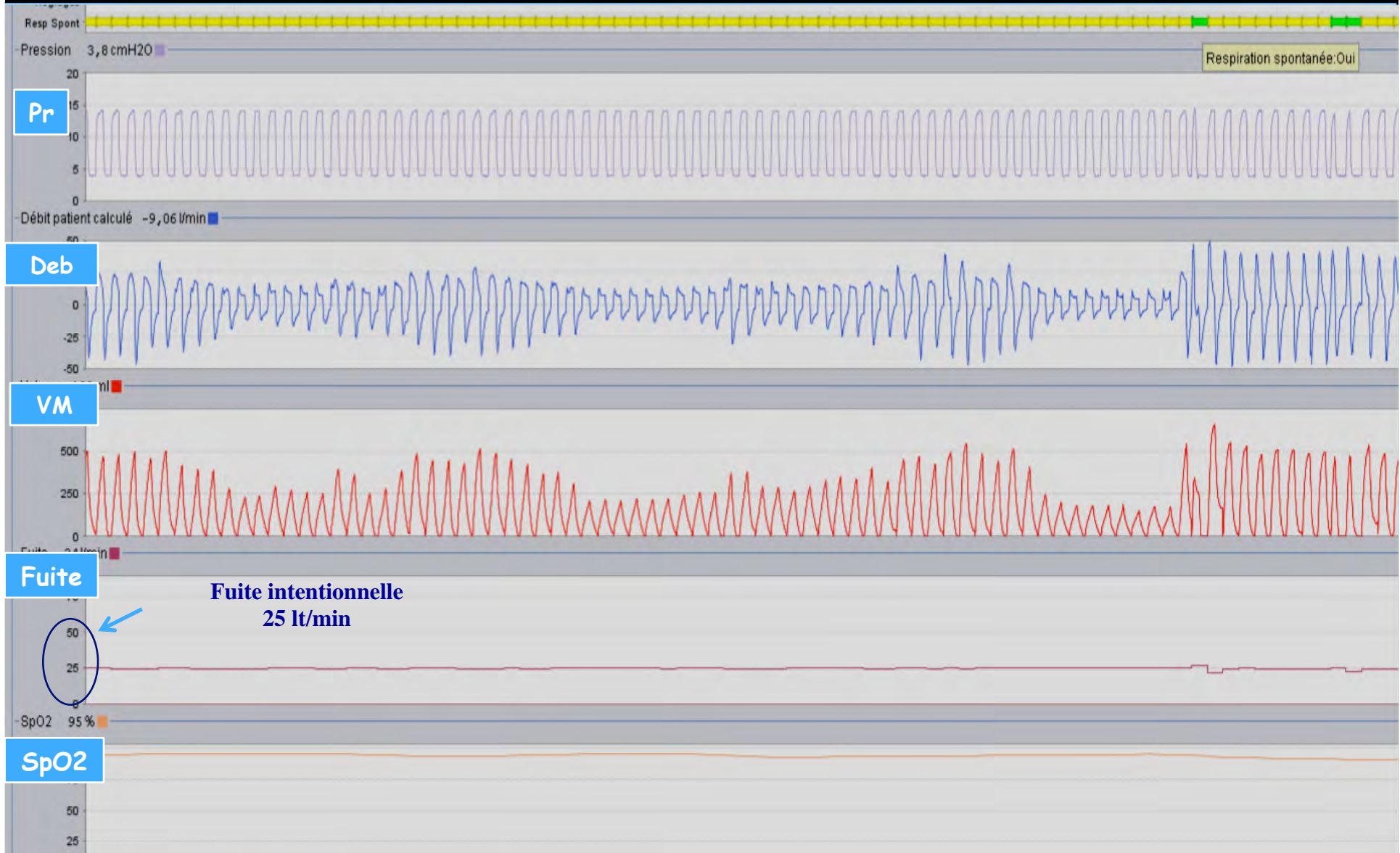
PPC



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

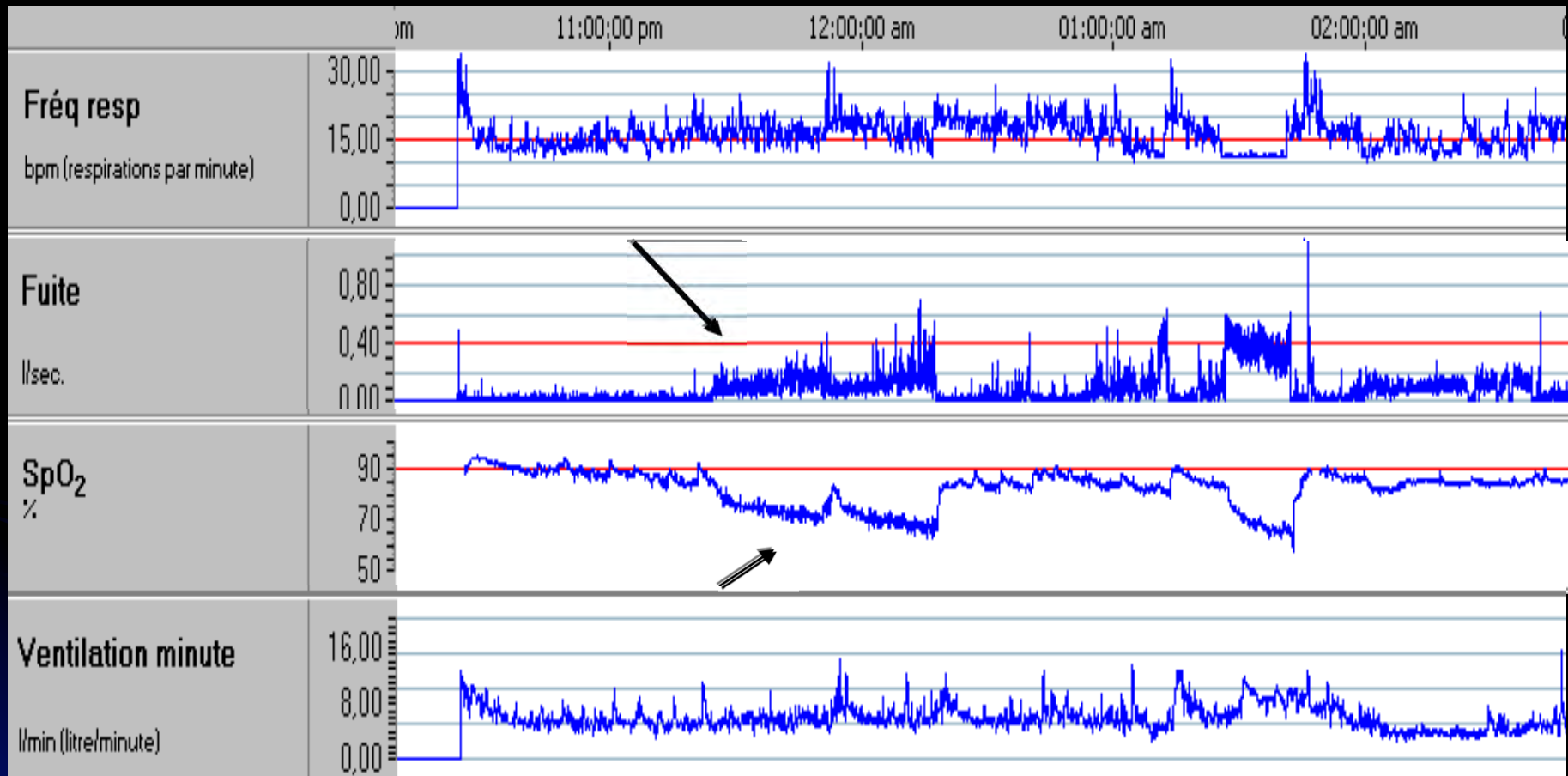
Respir Mon, 2001, 16, 274-280.

Leak

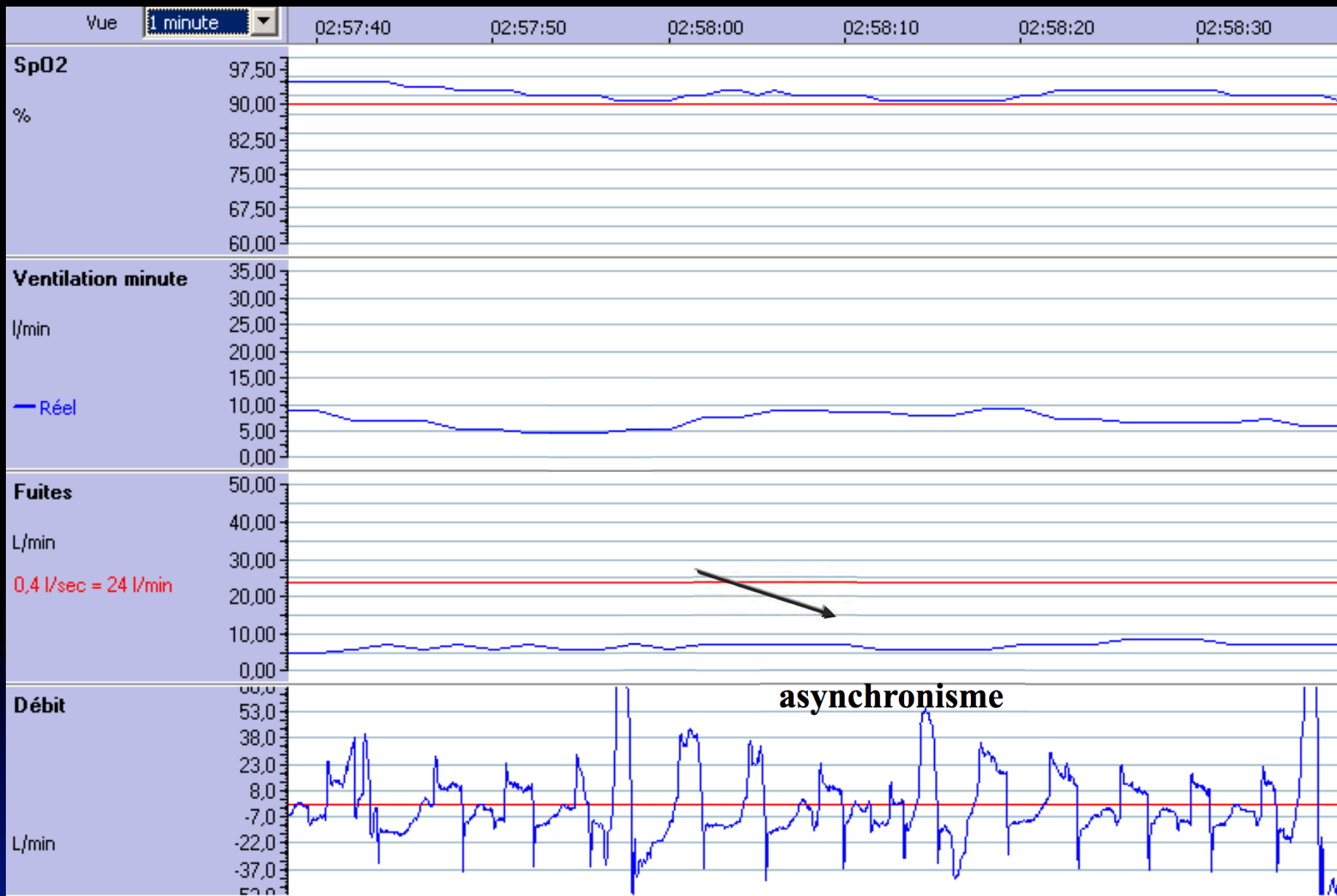
The largest single problem with NIV via nose mask or face mask is leak. Both the presence of leak and its deleterious effects tend to go unrecognized, so these will be described in some detail.

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???

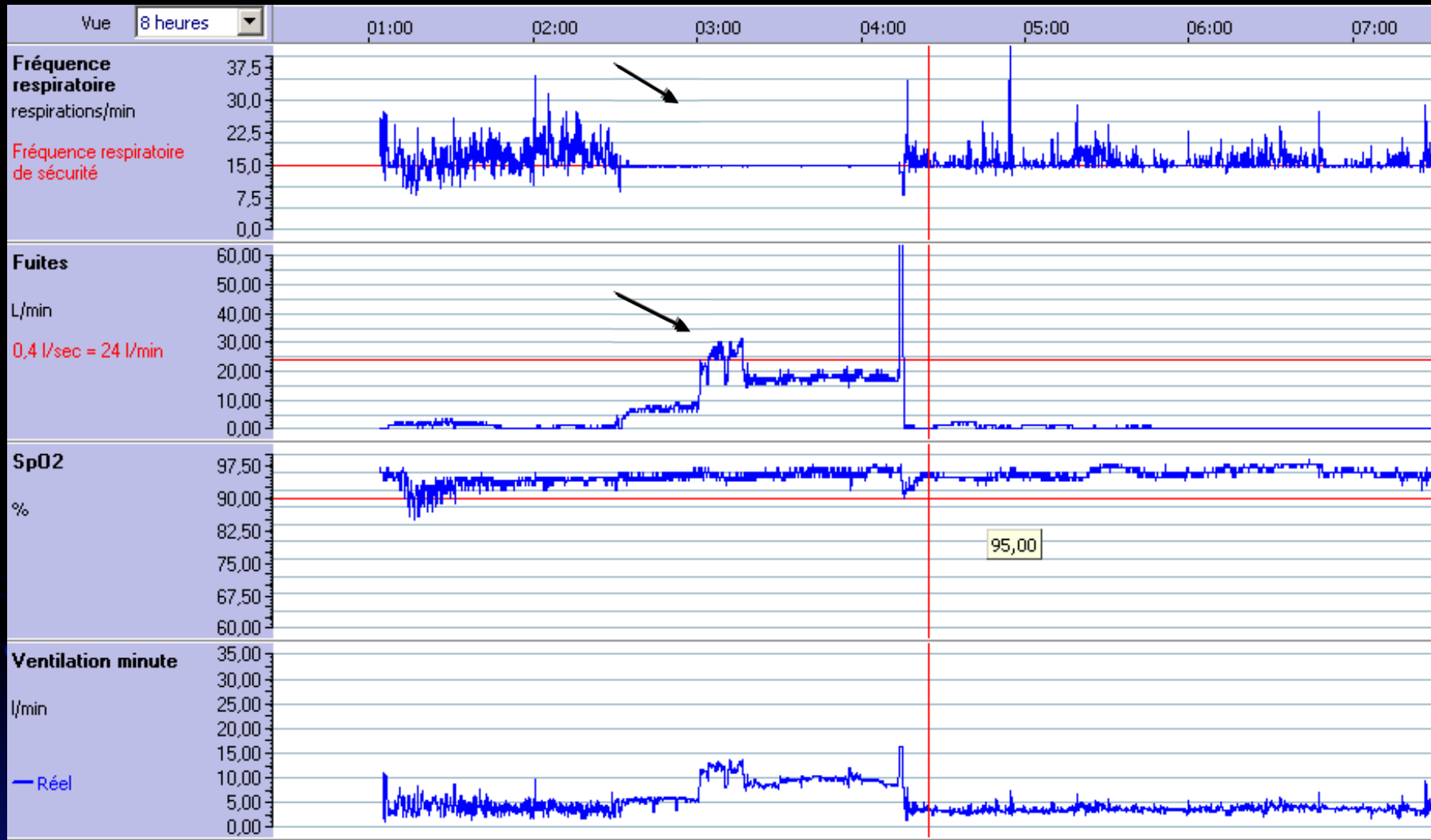


0.40 l/sec?????



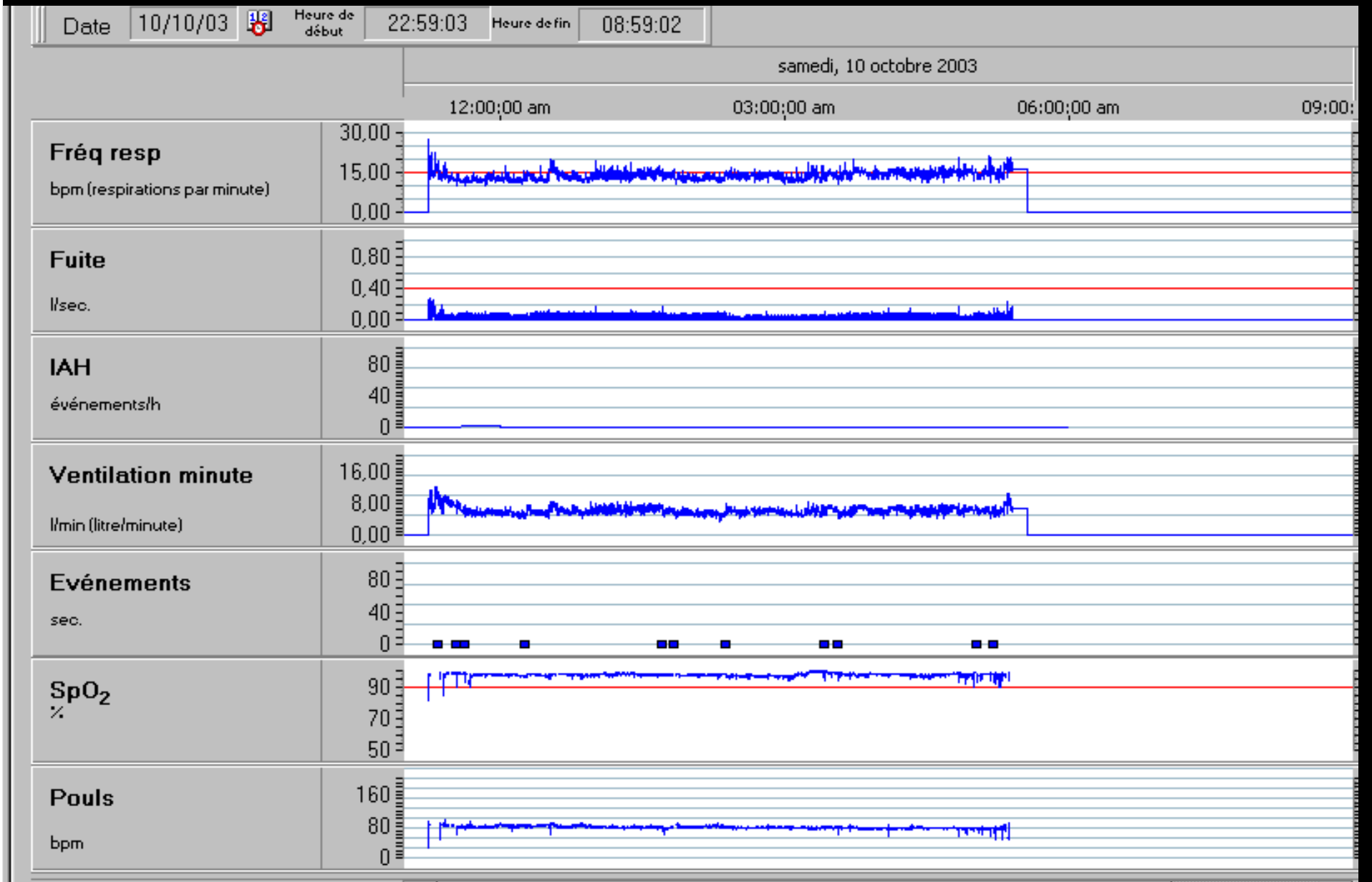
0.40 l/sec?????

Rescan™



0.40 l/sec?????

Ventilation efficace



Fuites « épisodiques » ...

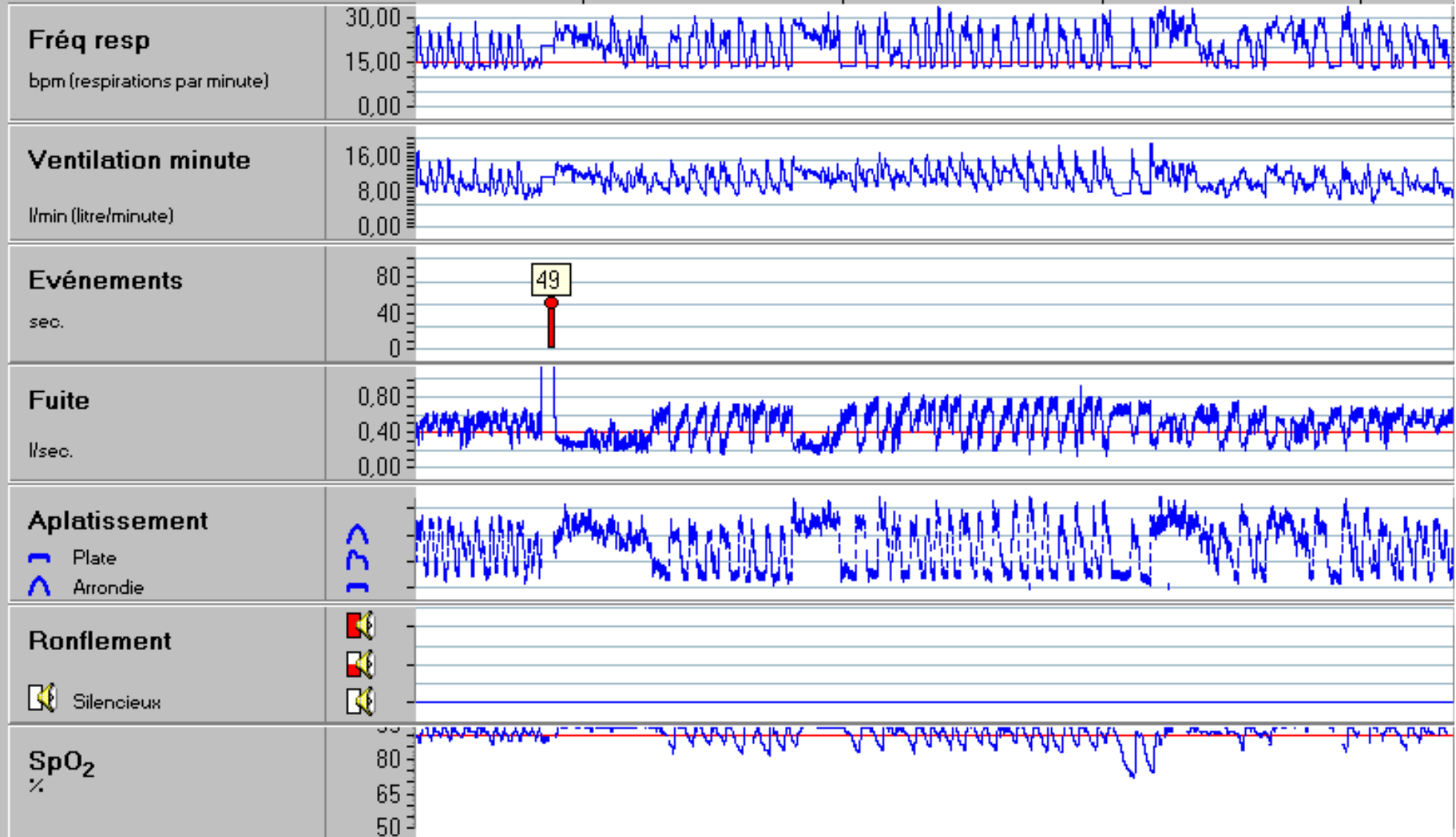
mardi, 15 septembre 2003

01:30:00 am

02:00:00 am

02:30:00 am

03:00:00 am

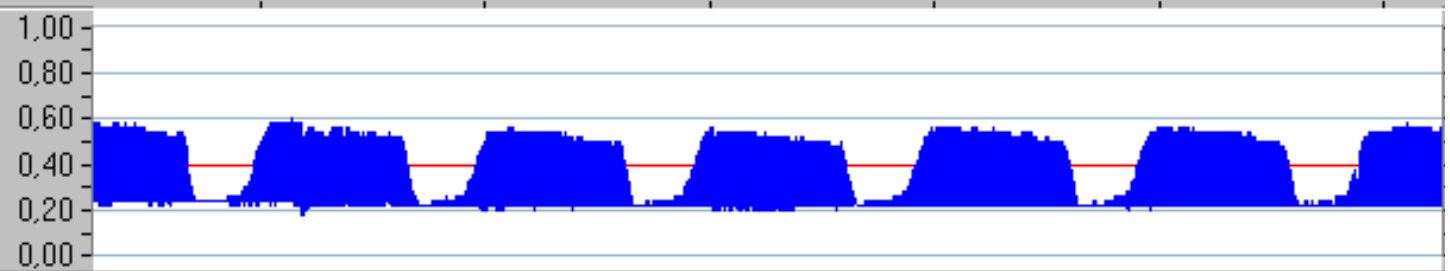


dimanche, 29 novembre 2000

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

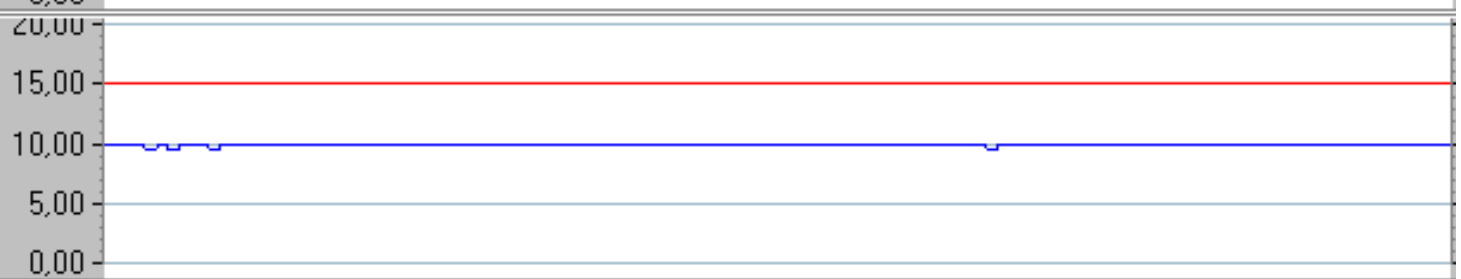
Fuite

l/sec.



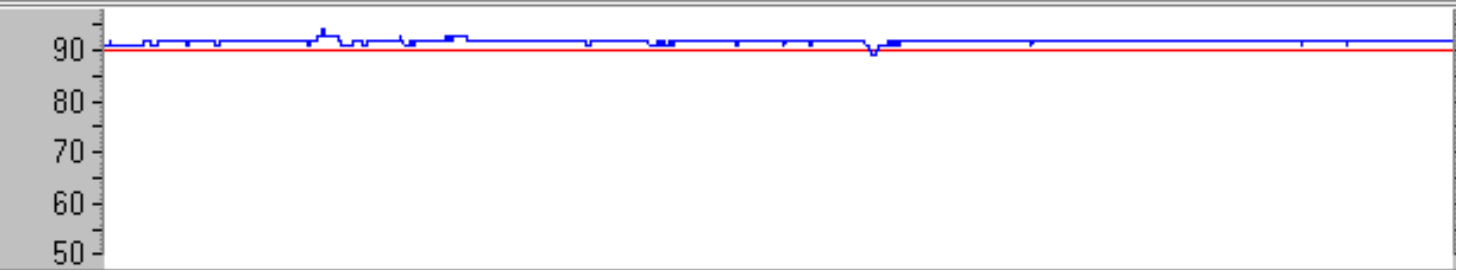
Fréq resp

bpm (respirations par minute)



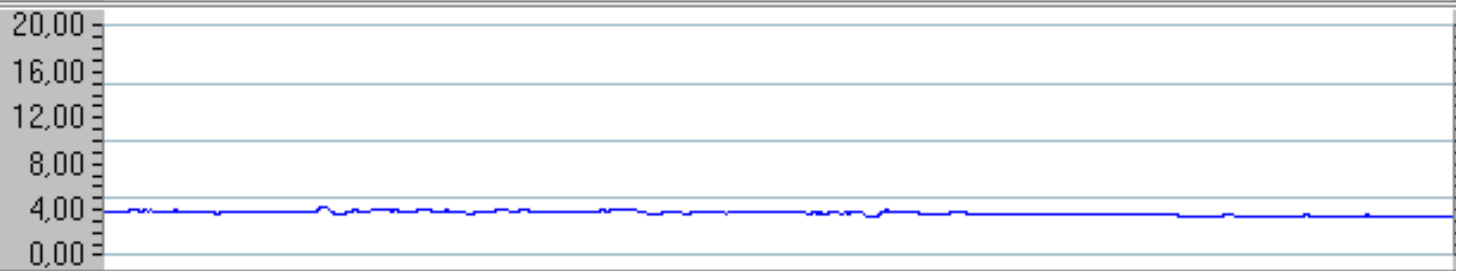
SpO₂

%

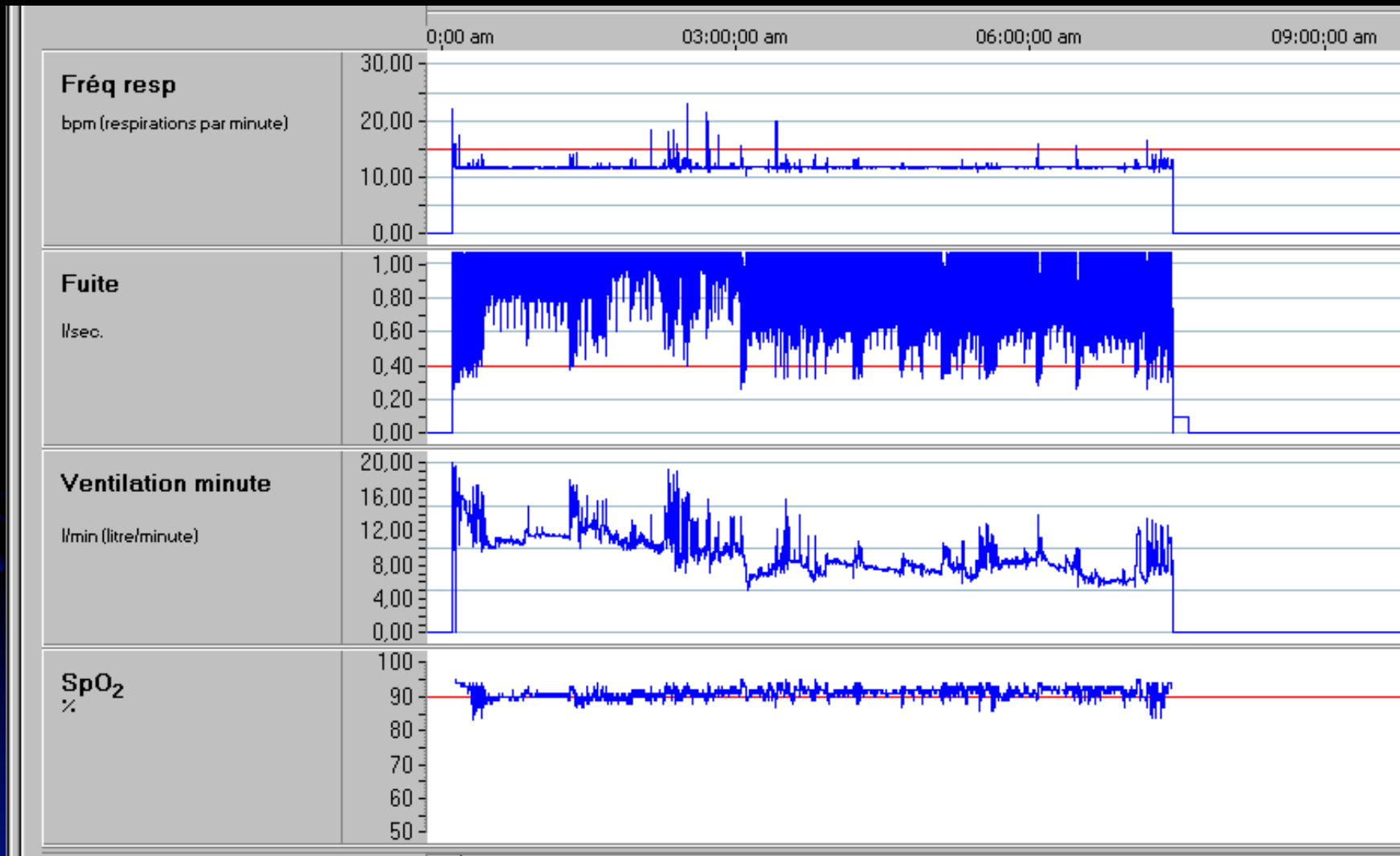


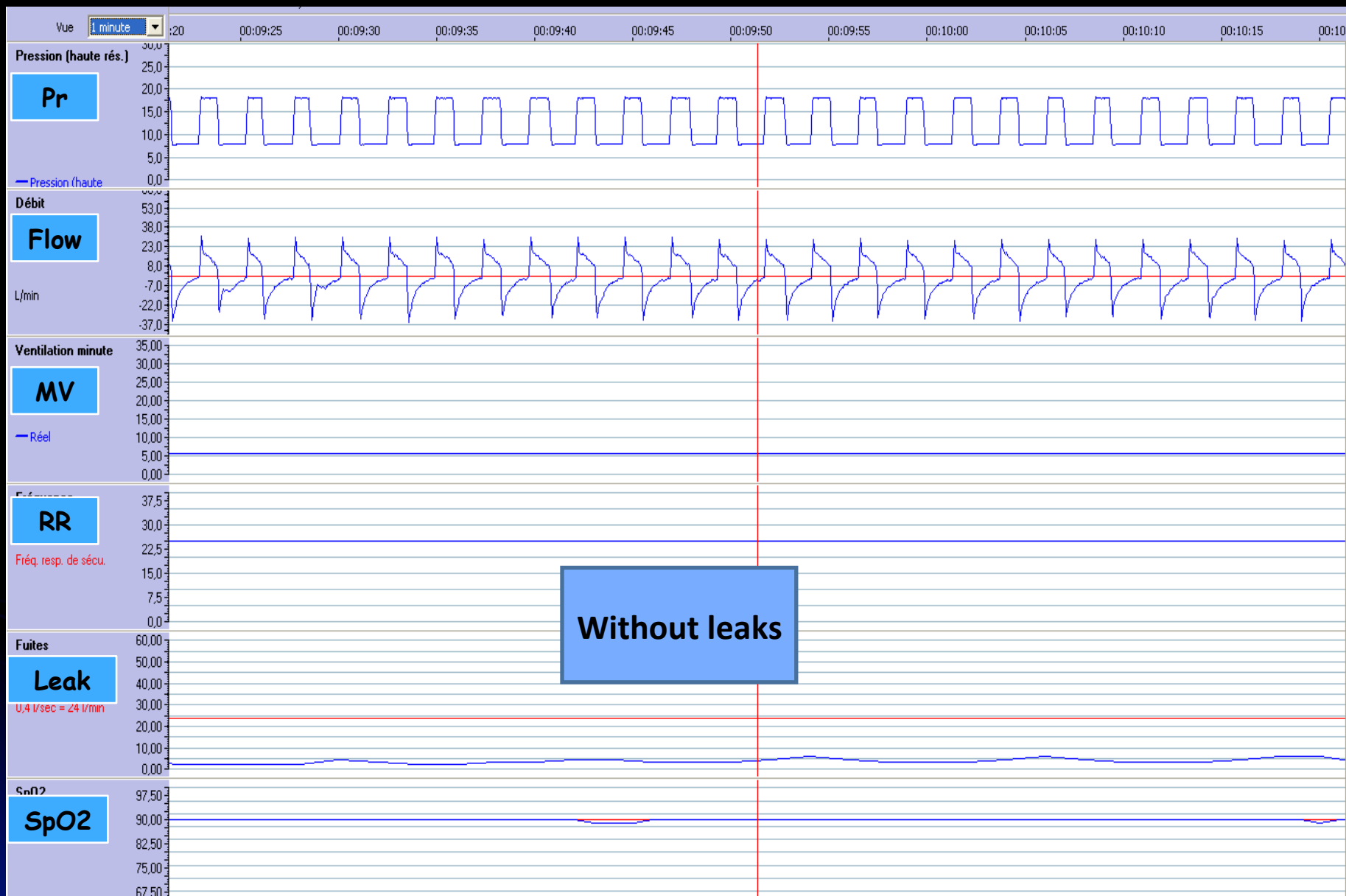
Ventilation minute

l/min (litre/minute)

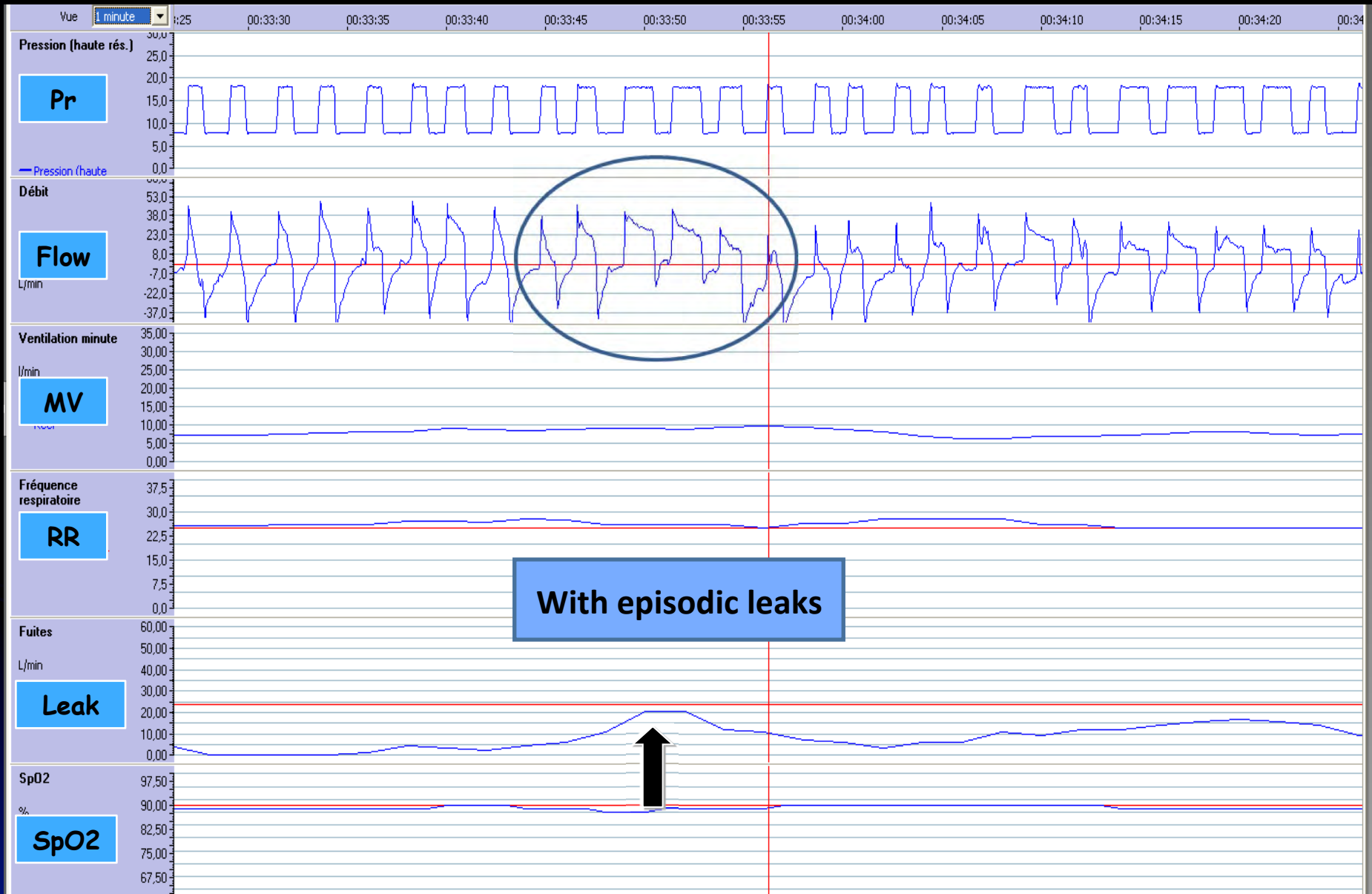


Fuites permanentes

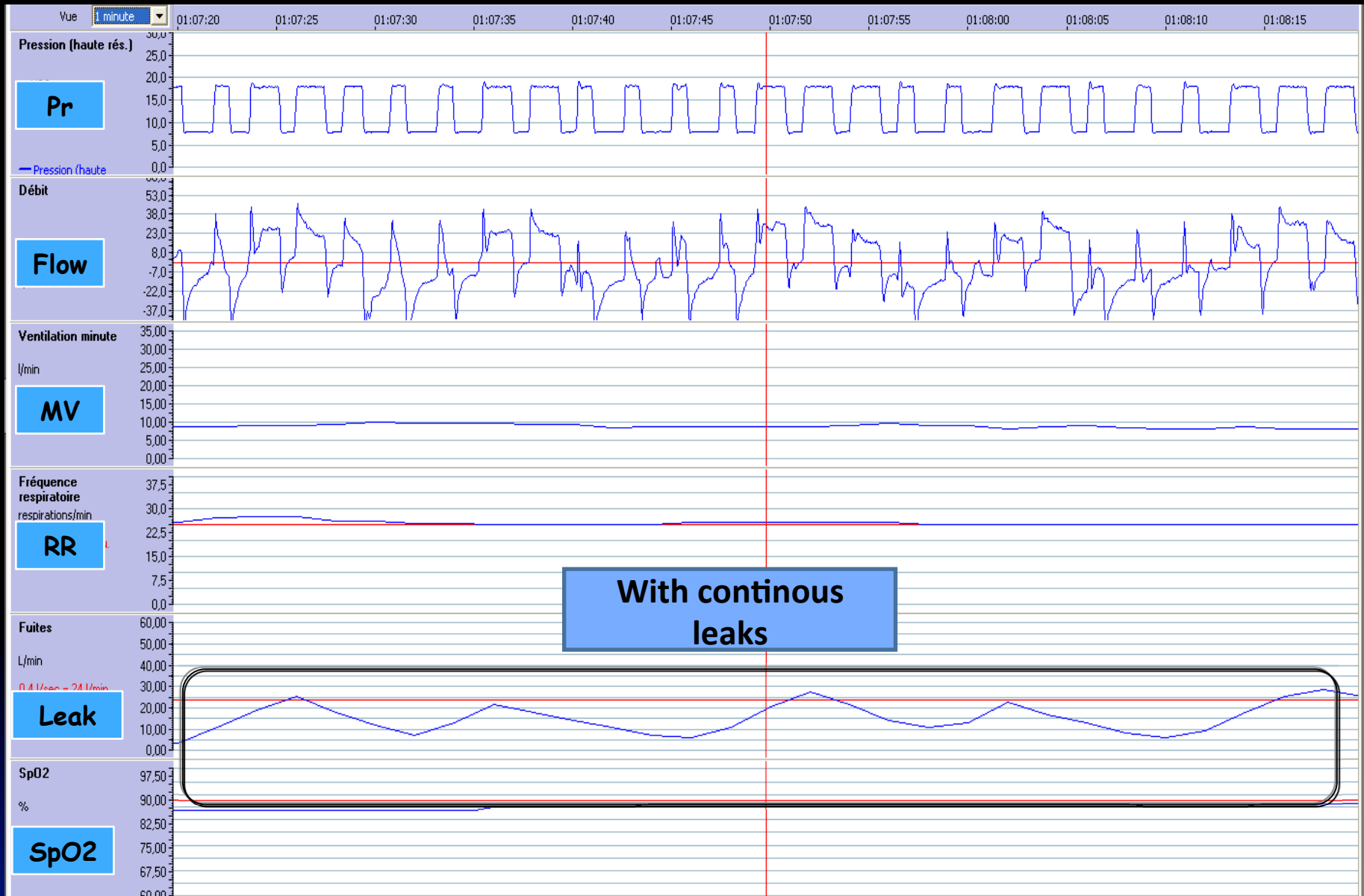




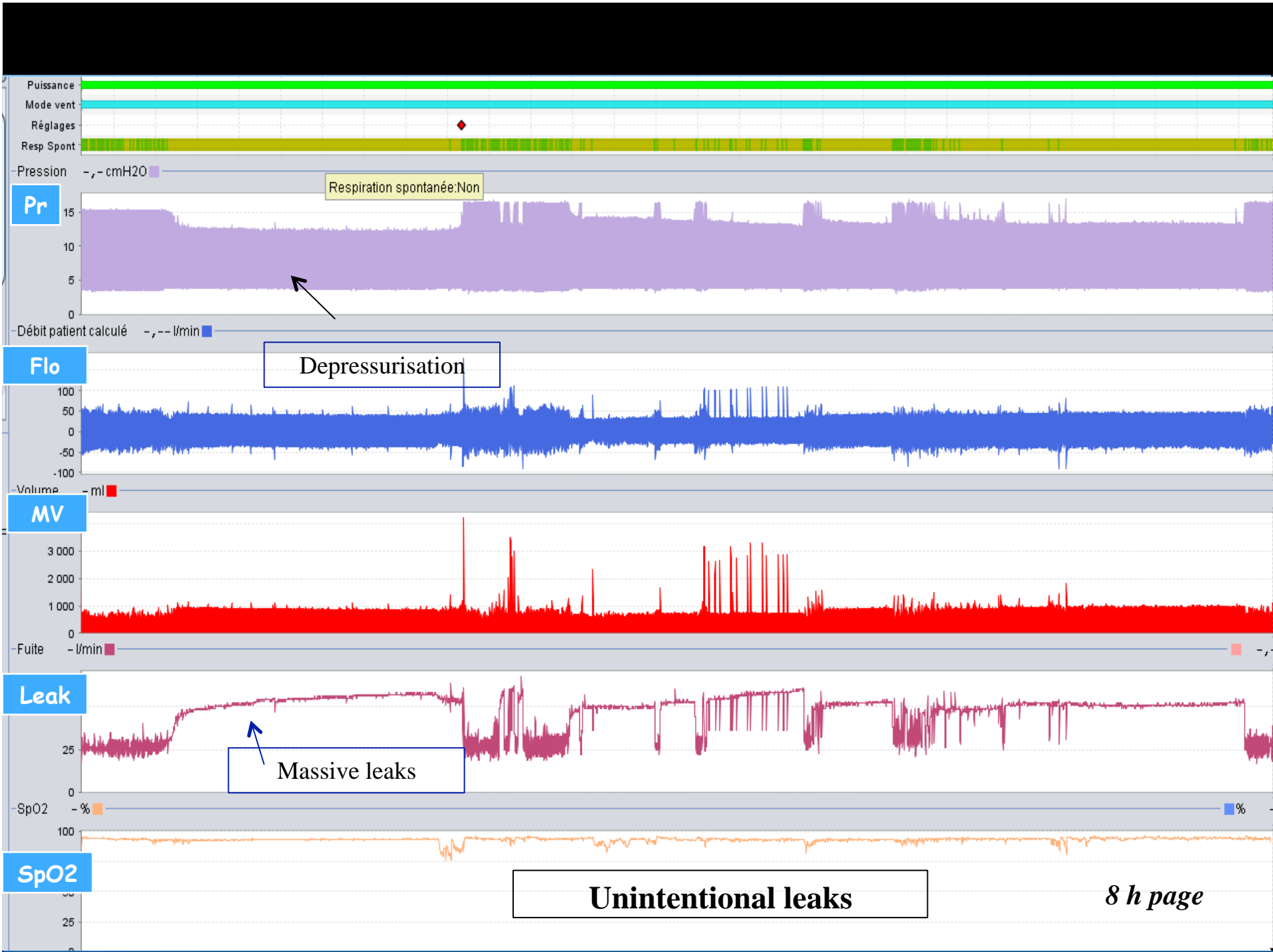
VPAP 4-Reslink™ (1' page)



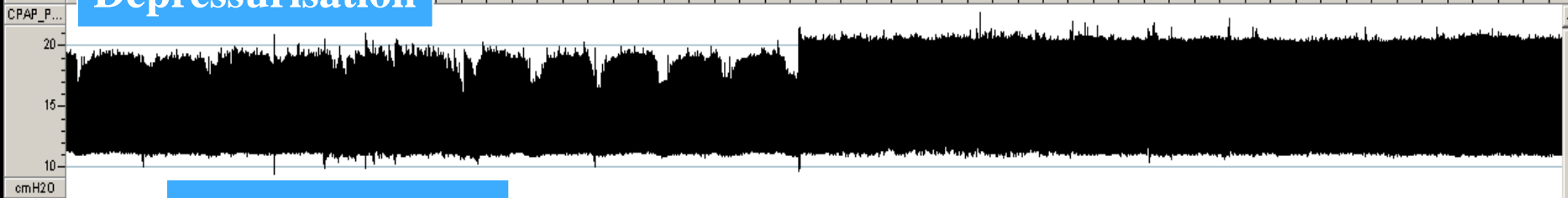
VPAP 4-Reslink™ (1' page)



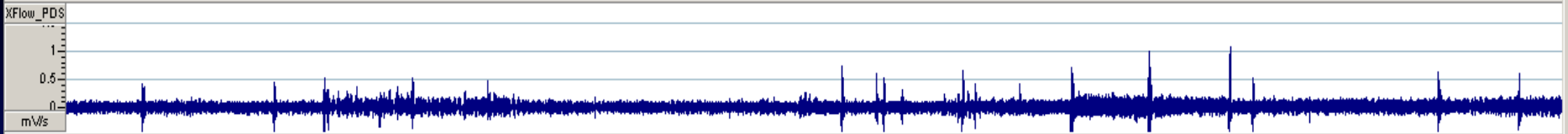
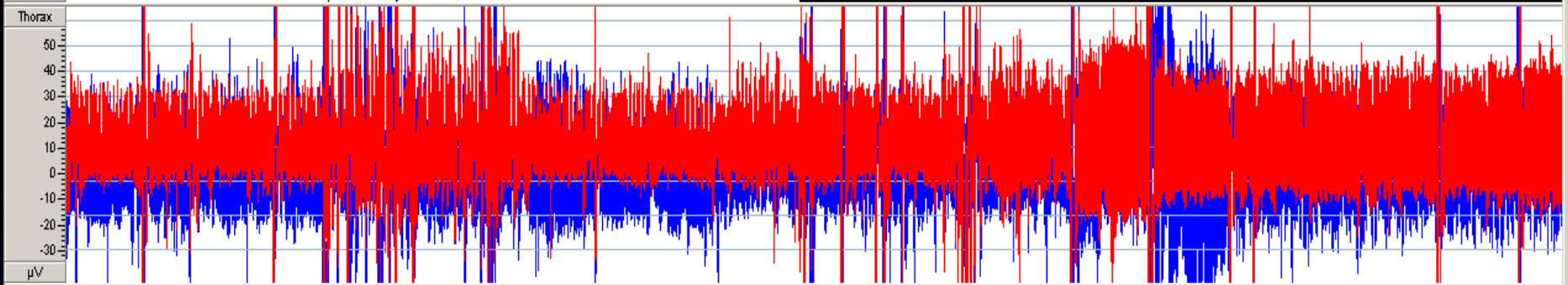
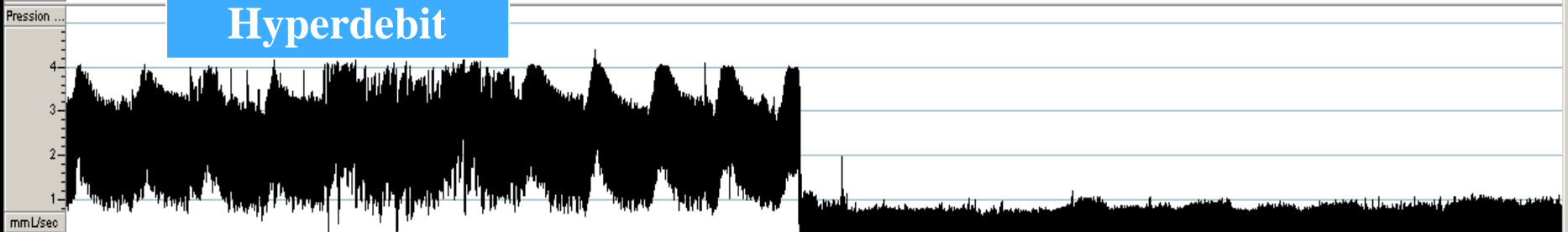
With continuous leaks



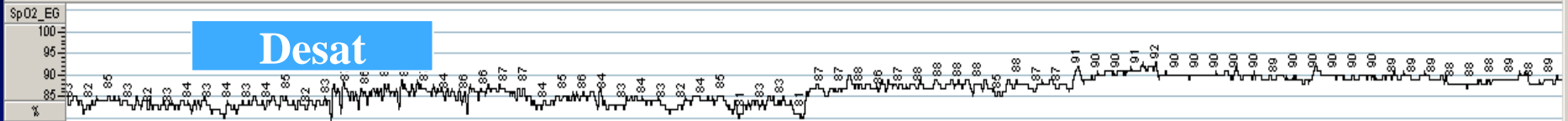
Dépressurisation



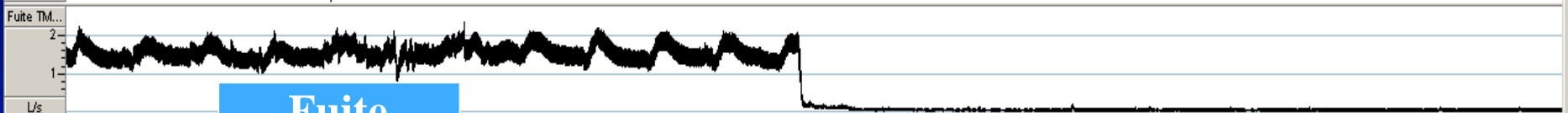
Hyperdebit



Desat

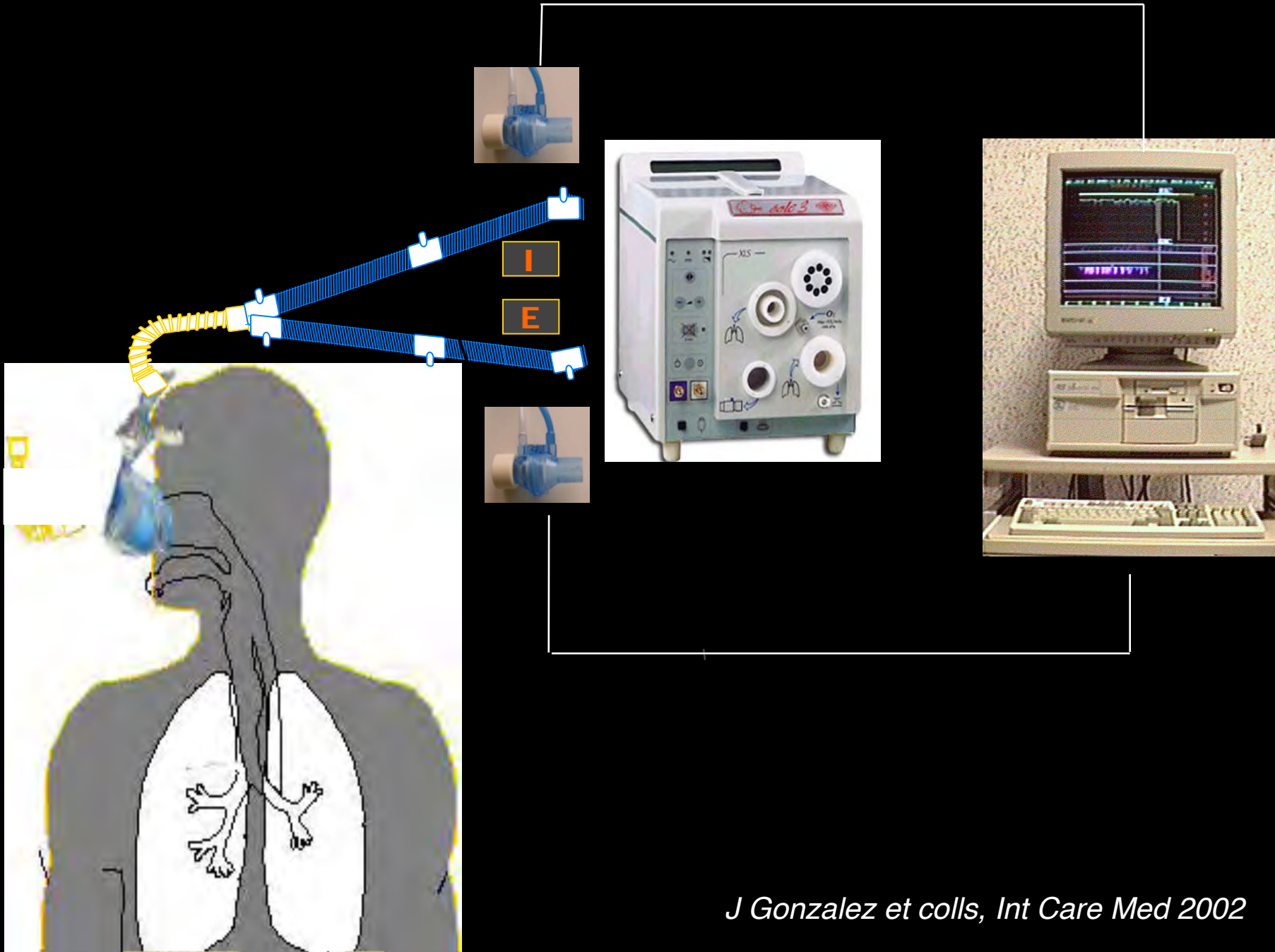


Fuite

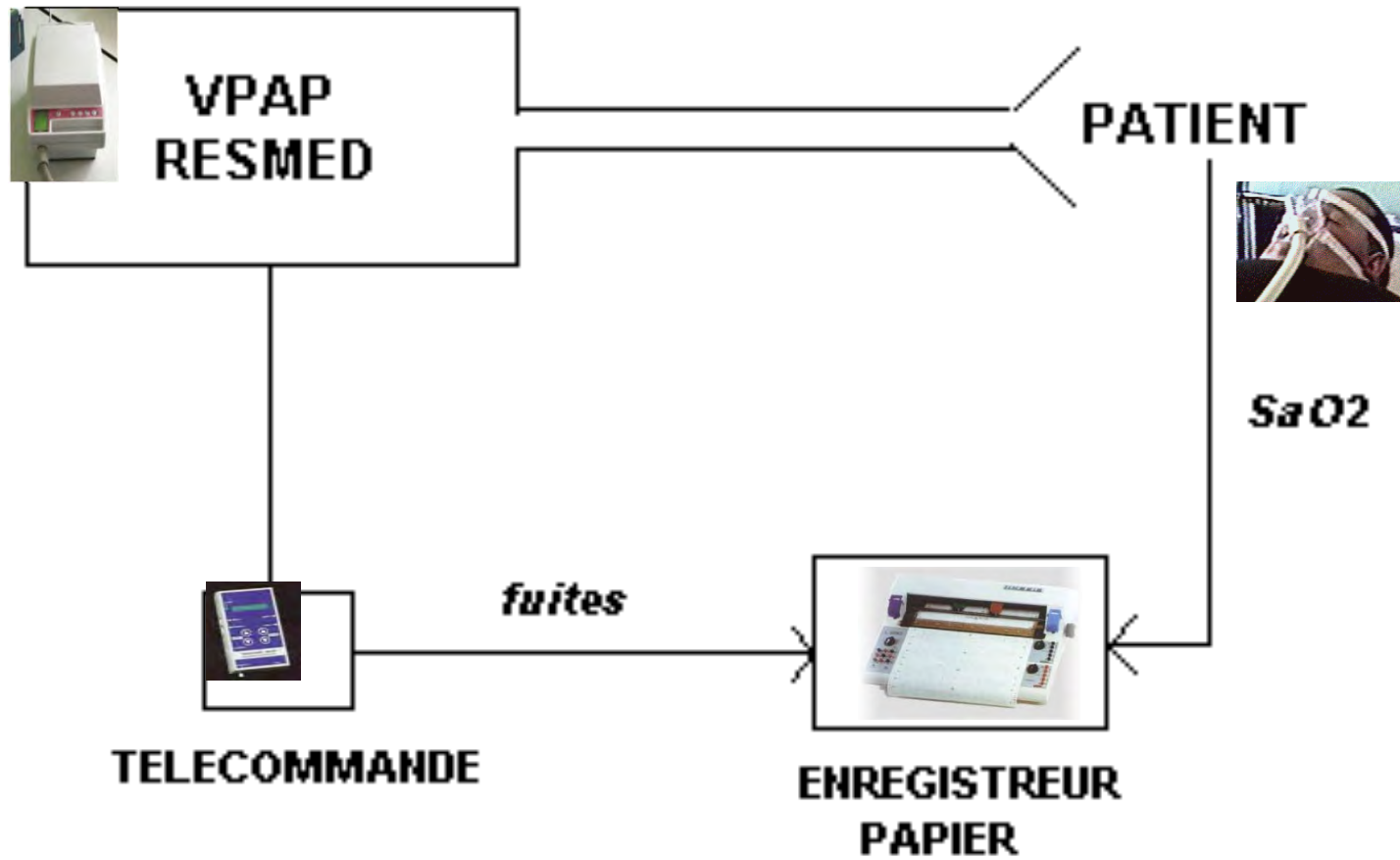


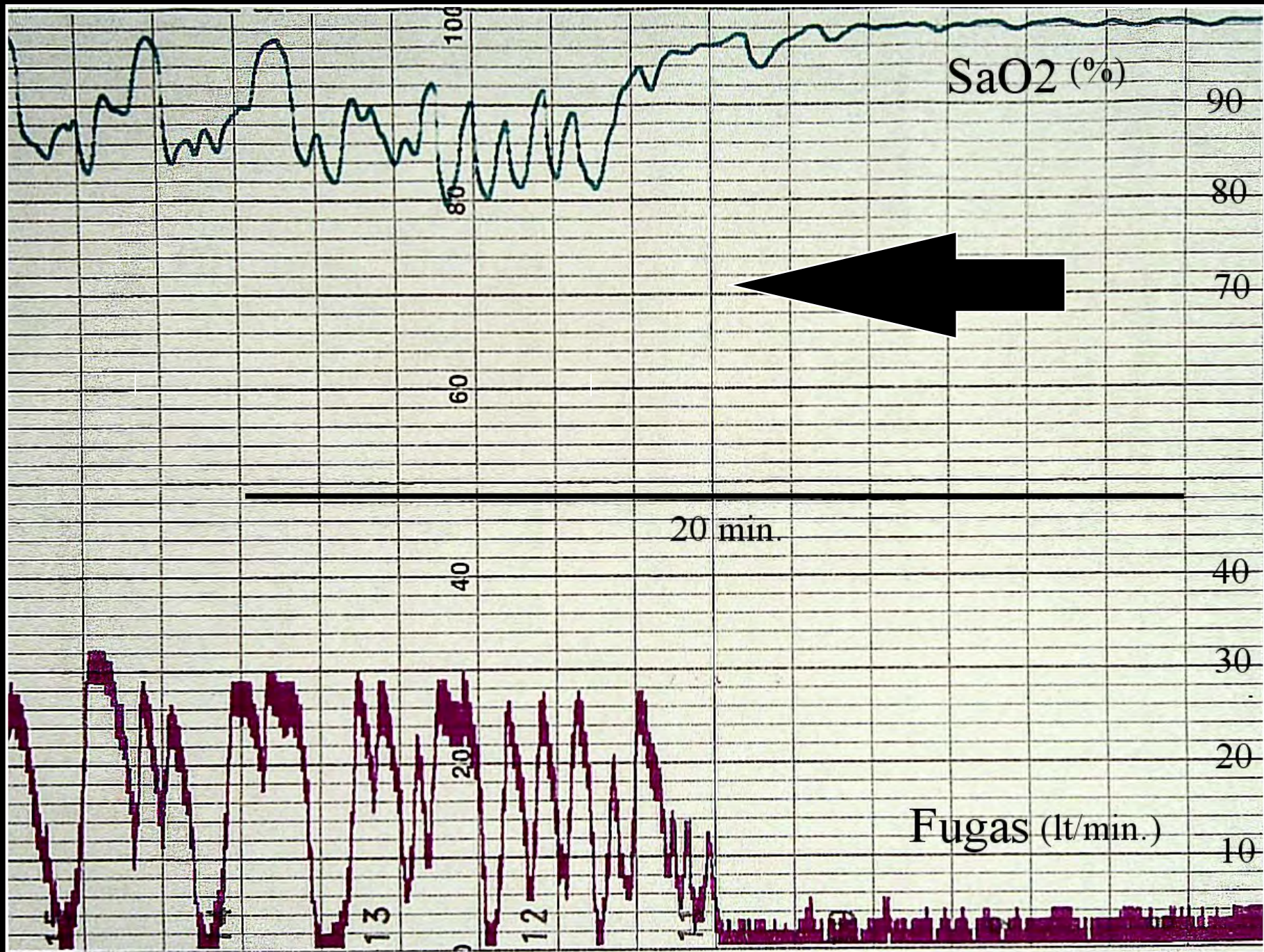
Mesure directe de fuites





J Gonzalez et colls, Int Care Med 2002





Variable-opening valve

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

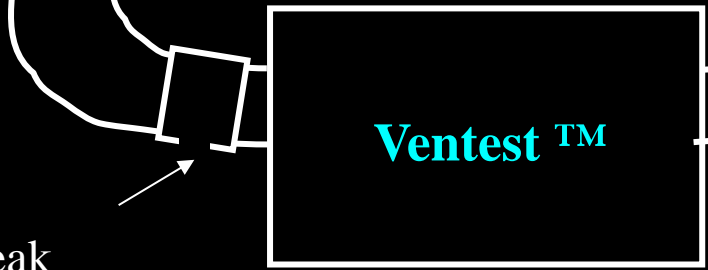
Bench



Smart-card

Reslink

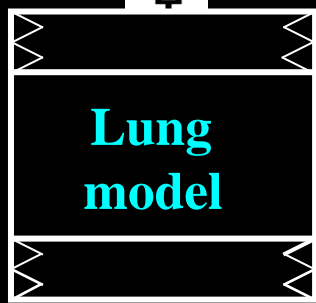
VPAP 3™



Calibrated leak
(simulating intentional leak)

R1

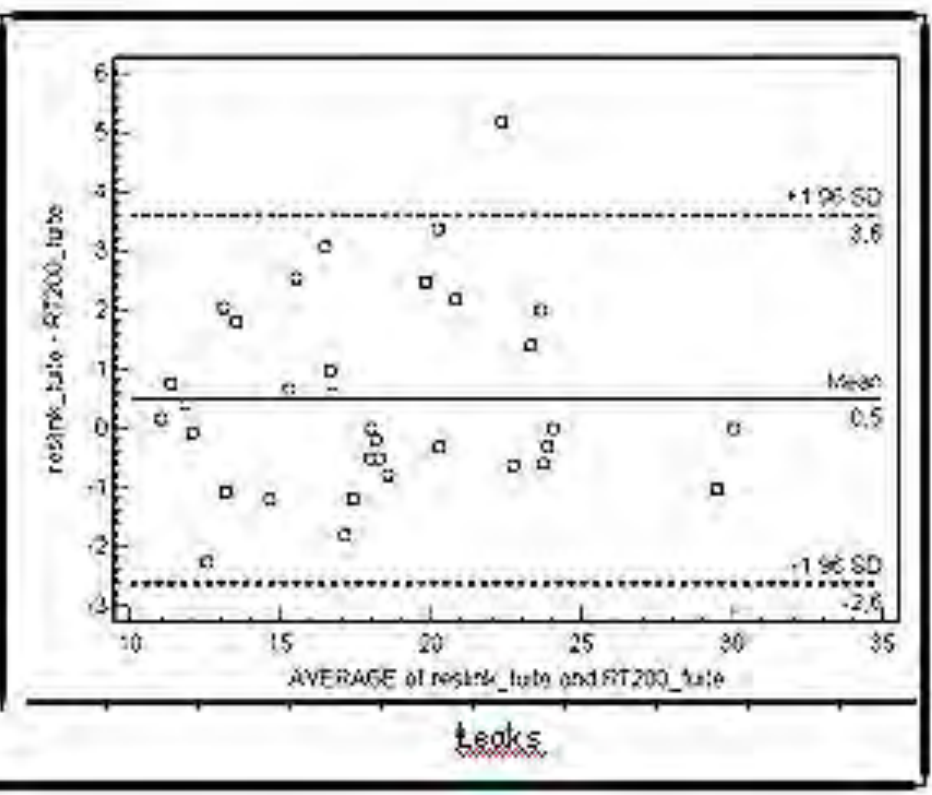
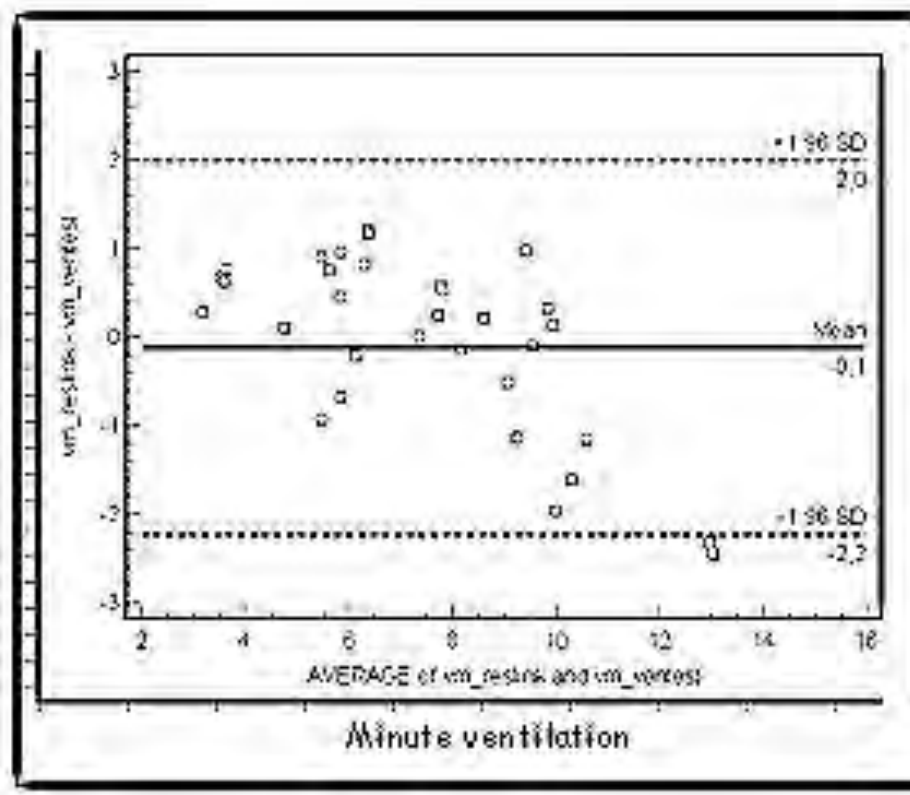
R2



C1

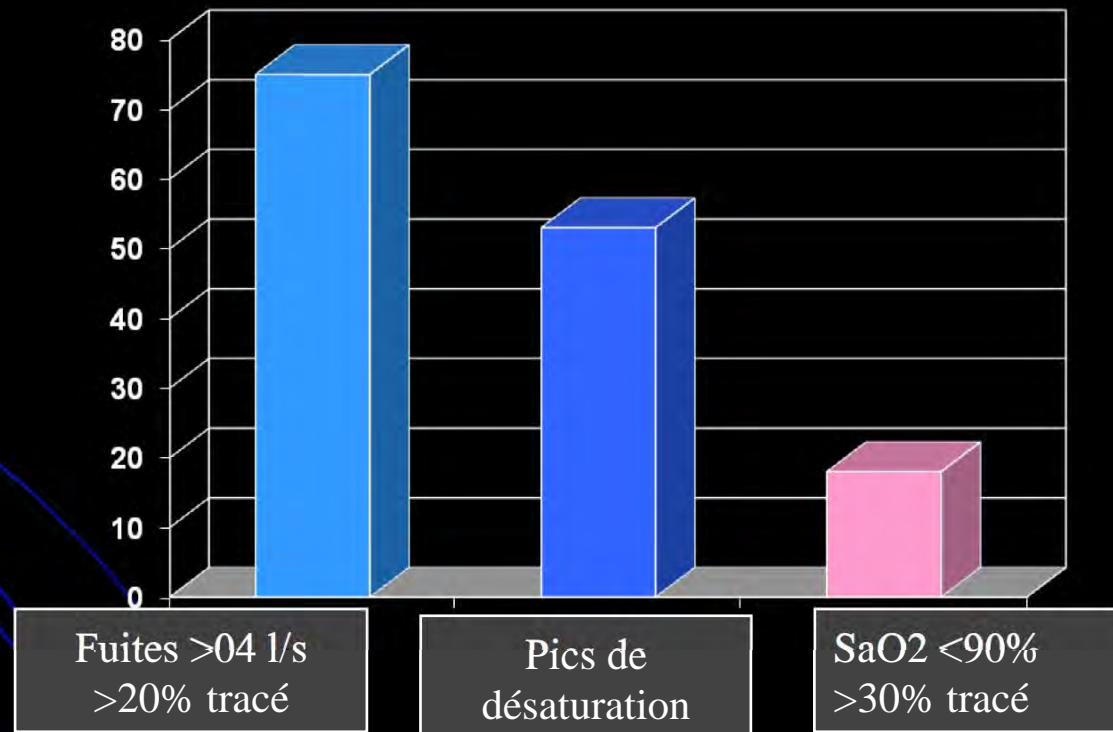
C2

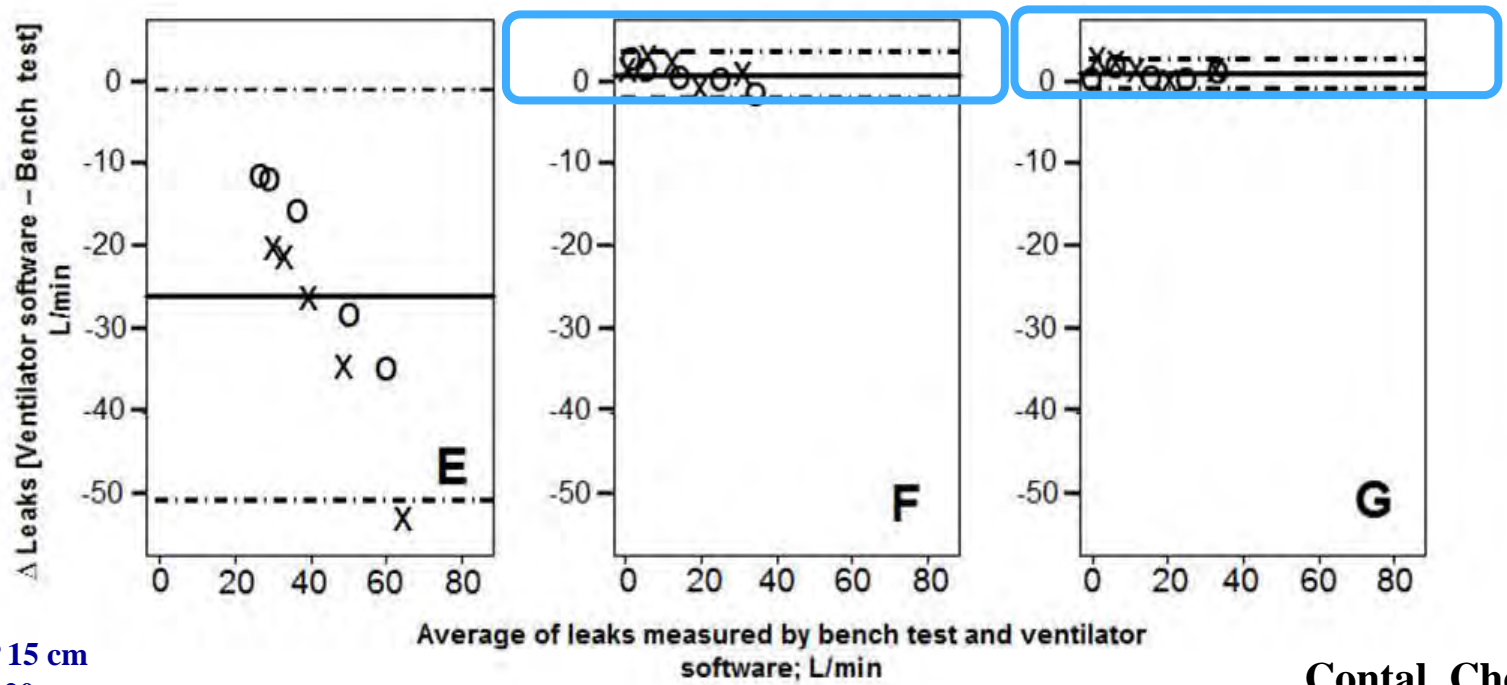
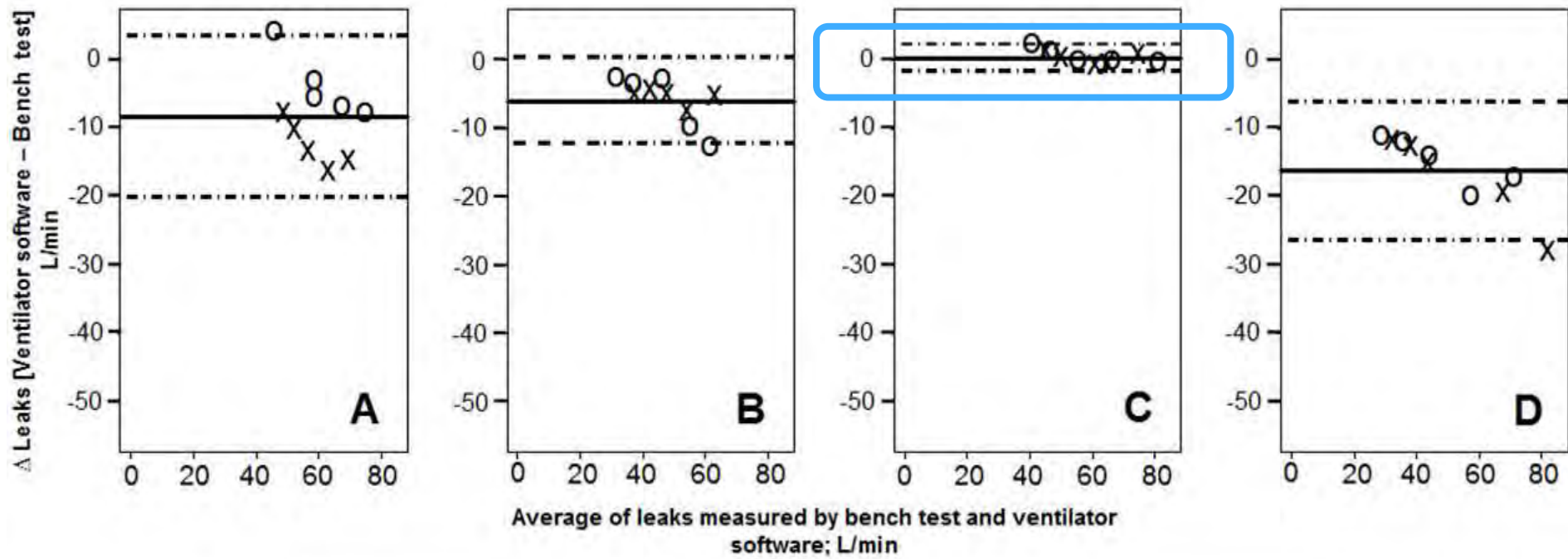
Rabec et al, ERJ 2009



Bedside

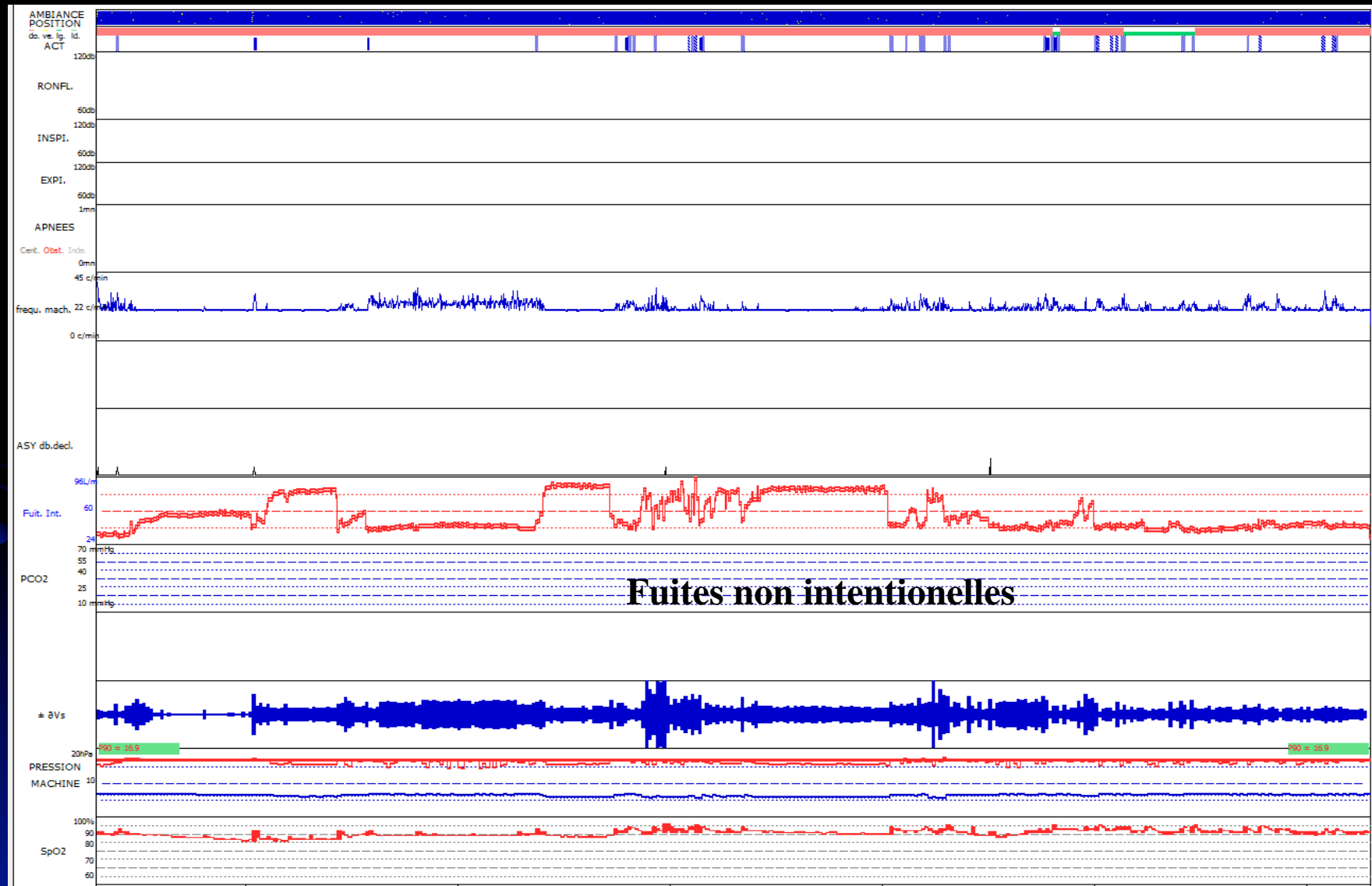
222 évaluations (169 pts). 69 en situation aiguë, 53 lors de la mise en route de la VNI, 100 chez des patients ventilés au long cours. Au moins une anomalie chez 66% des patients



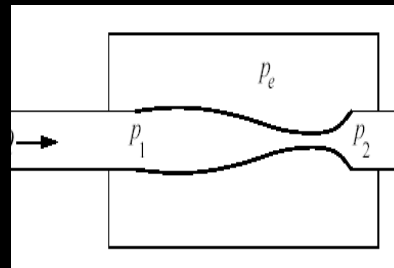


O: IPAP 15 cm
 X: IPAP 20 cm

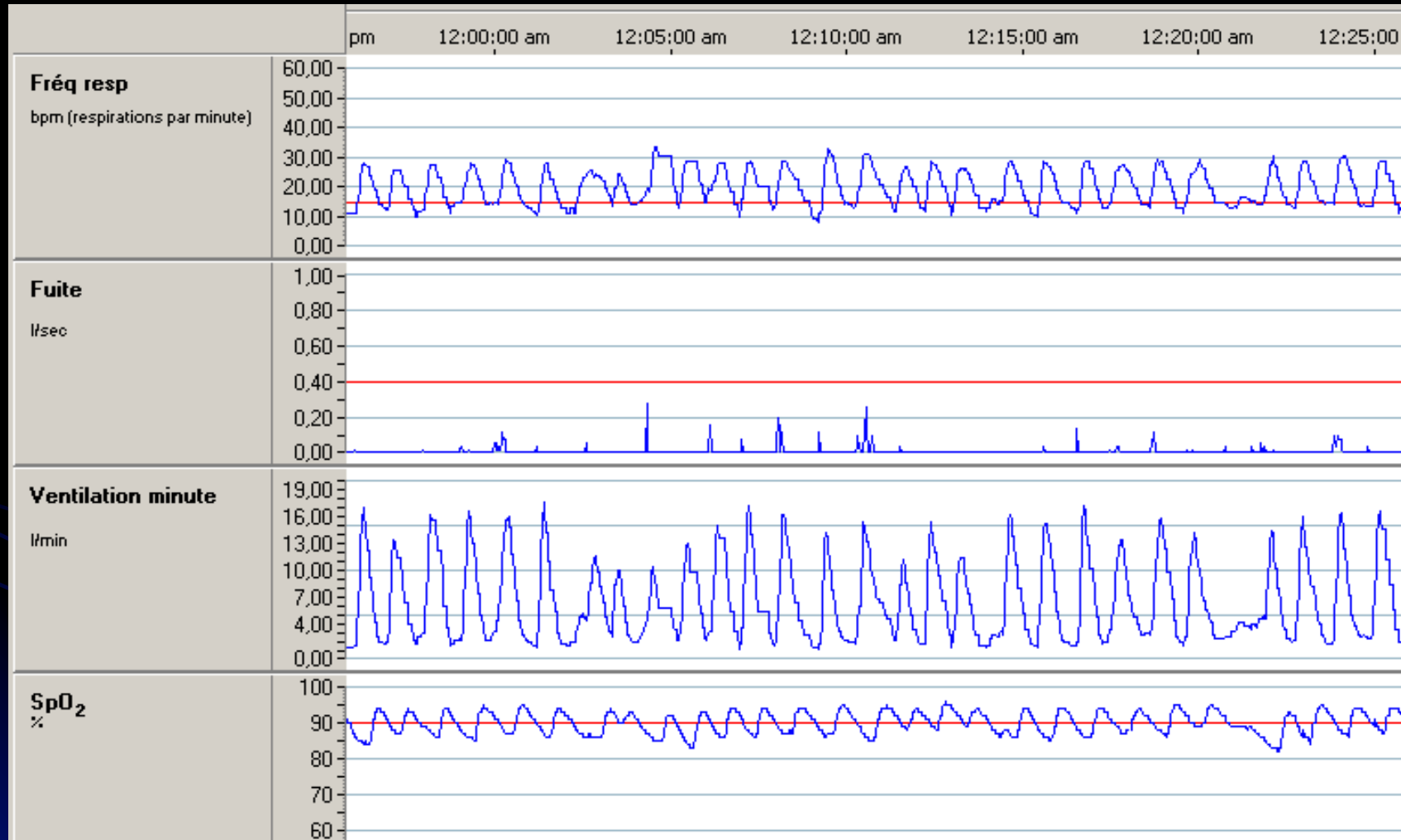
Evolution des logiciels des PSG (Cidelec™)



Diminution de la perméabilité de la VAS

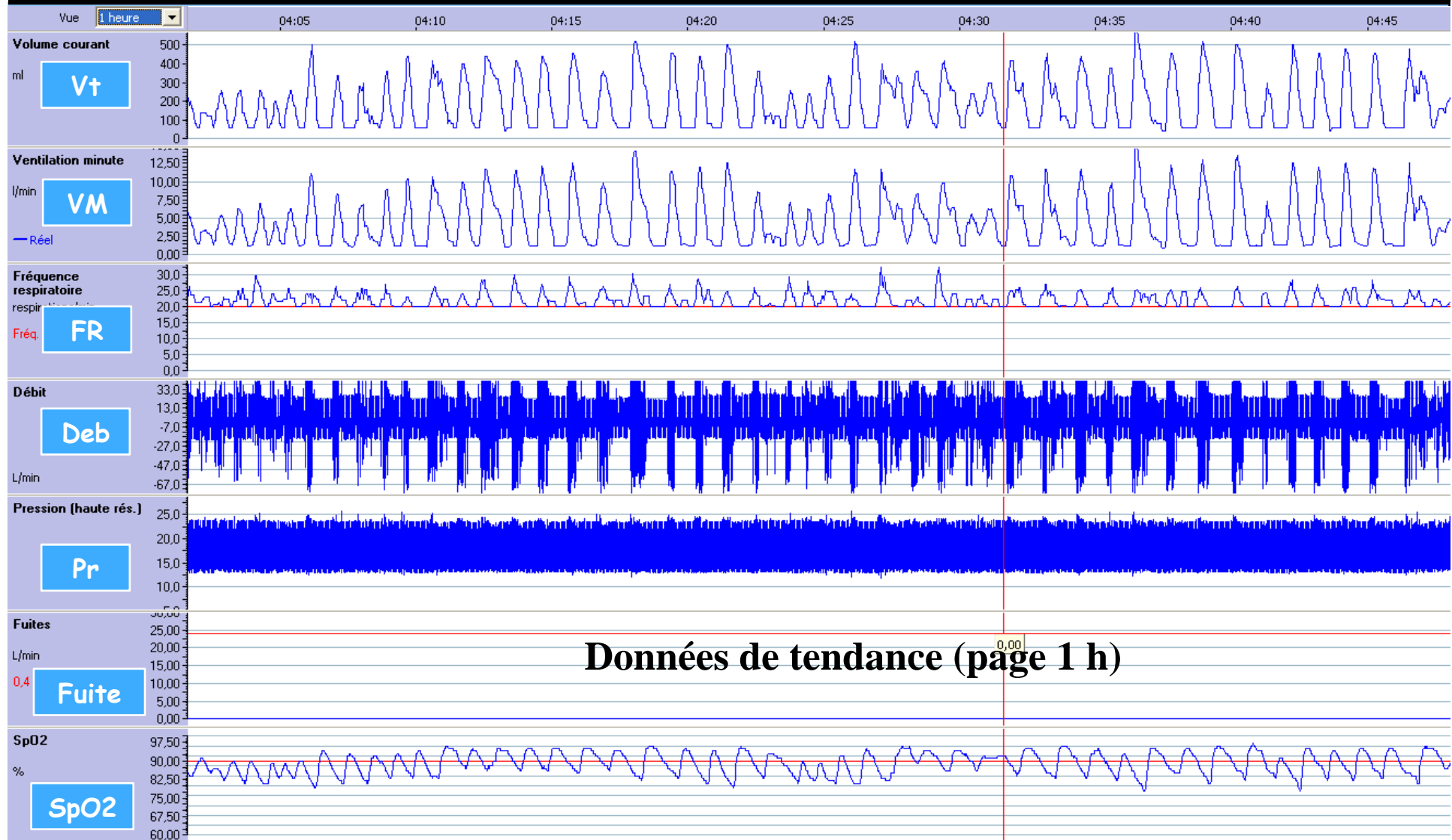


Apnées sous ventilation



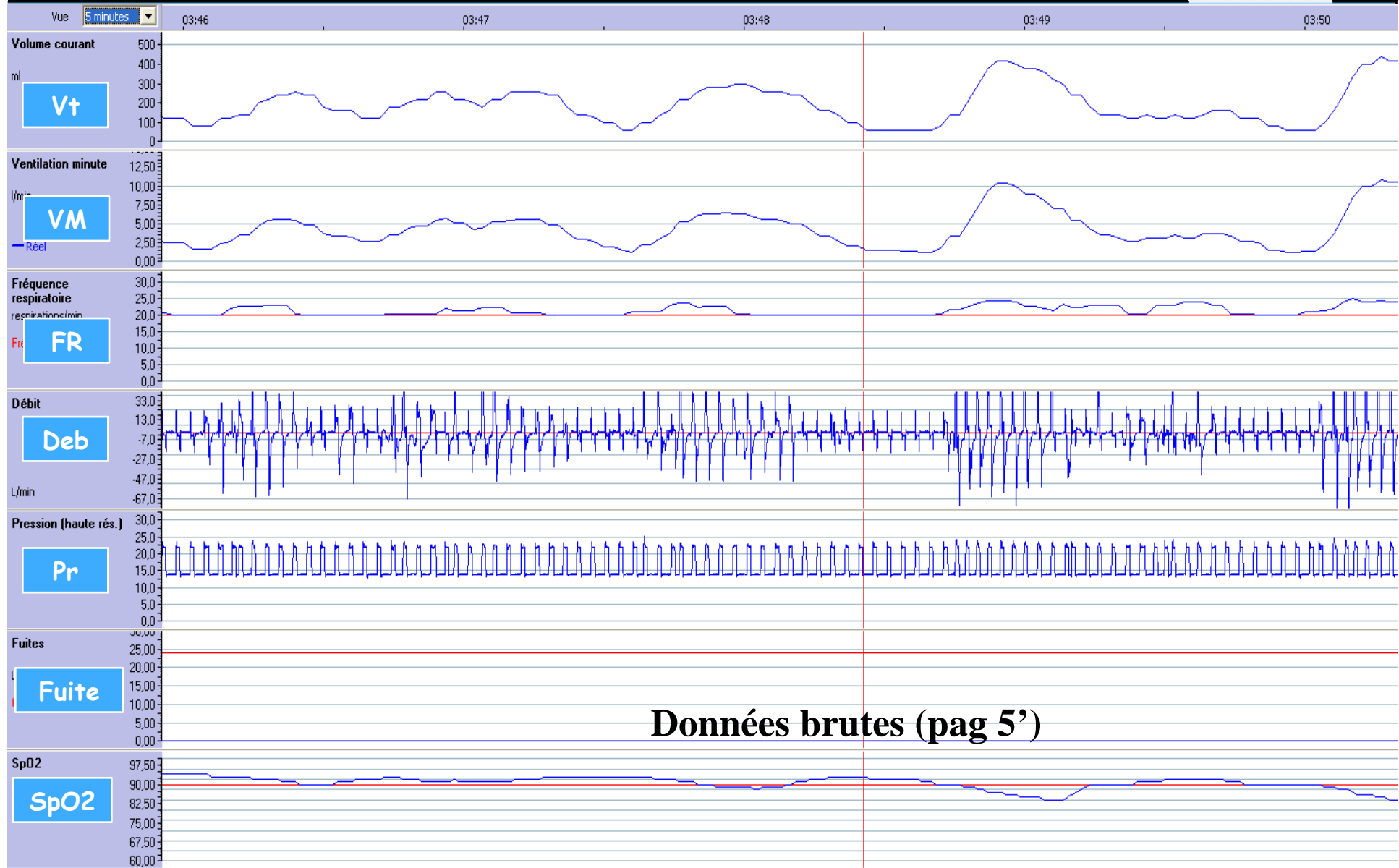
Mode ST. Page 30'

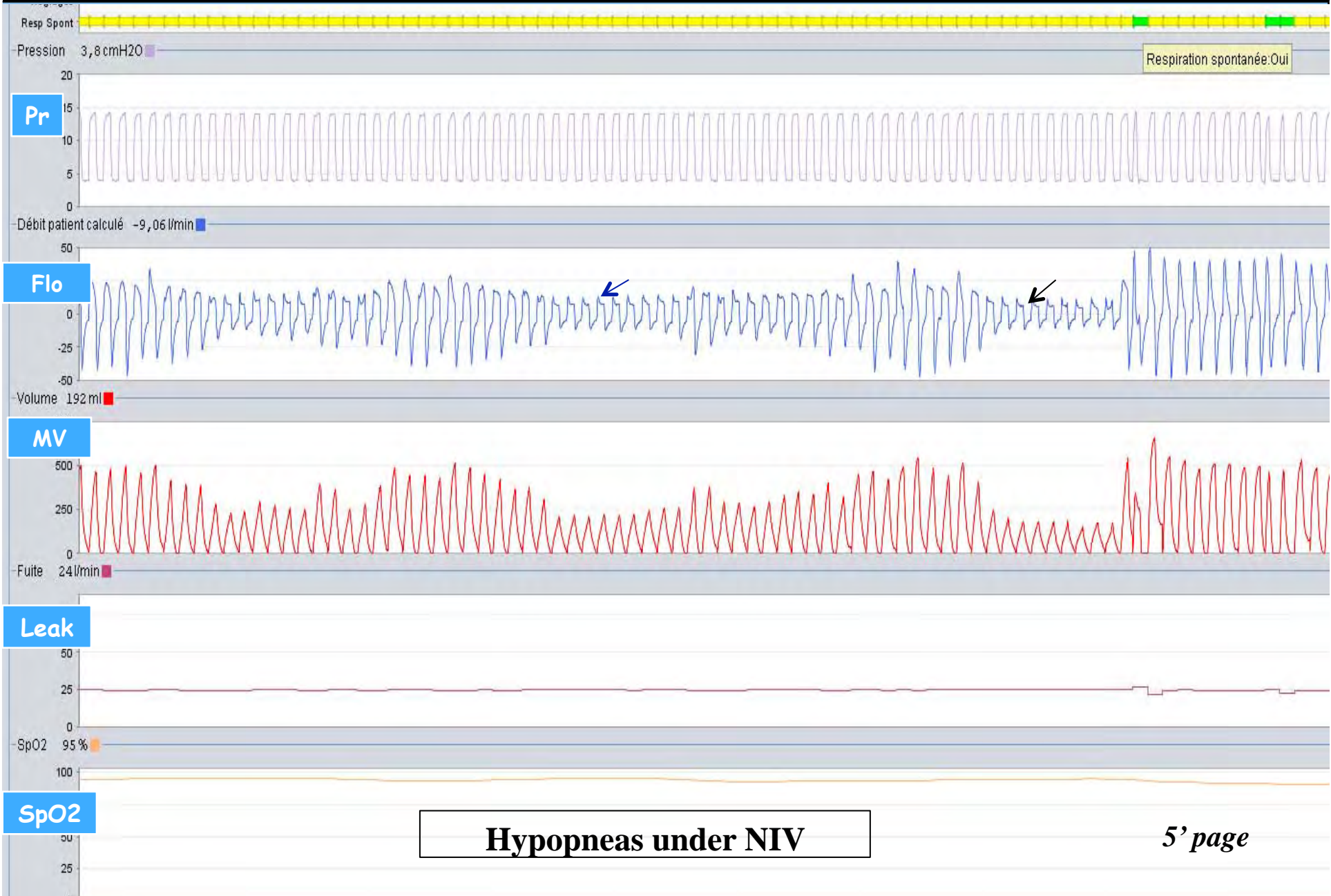
VPAP 4 / S9 –module Reslink™ Avec software Rescan™ (Resmed)

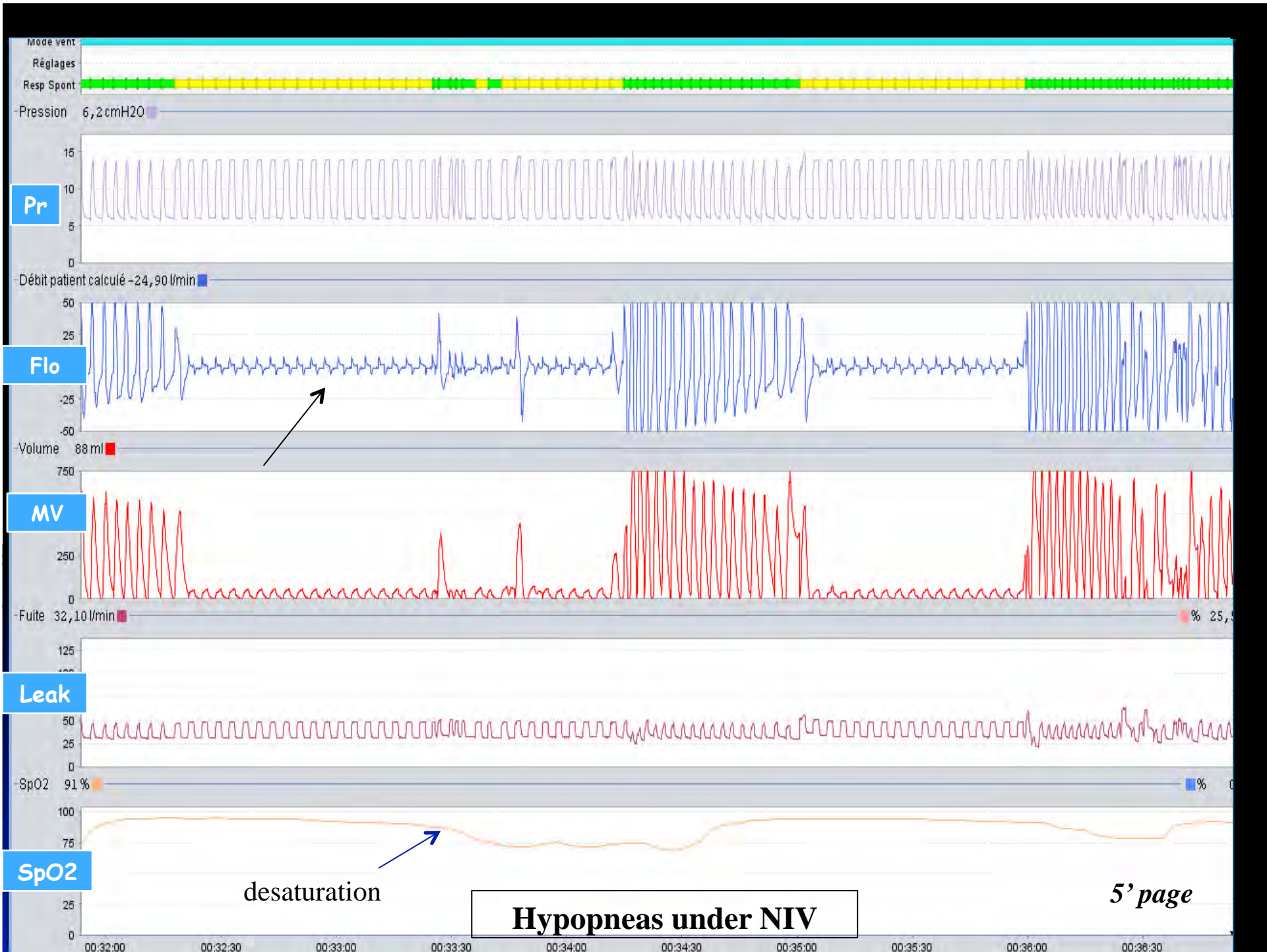


VPAP 4/ S9 –module Reslink™

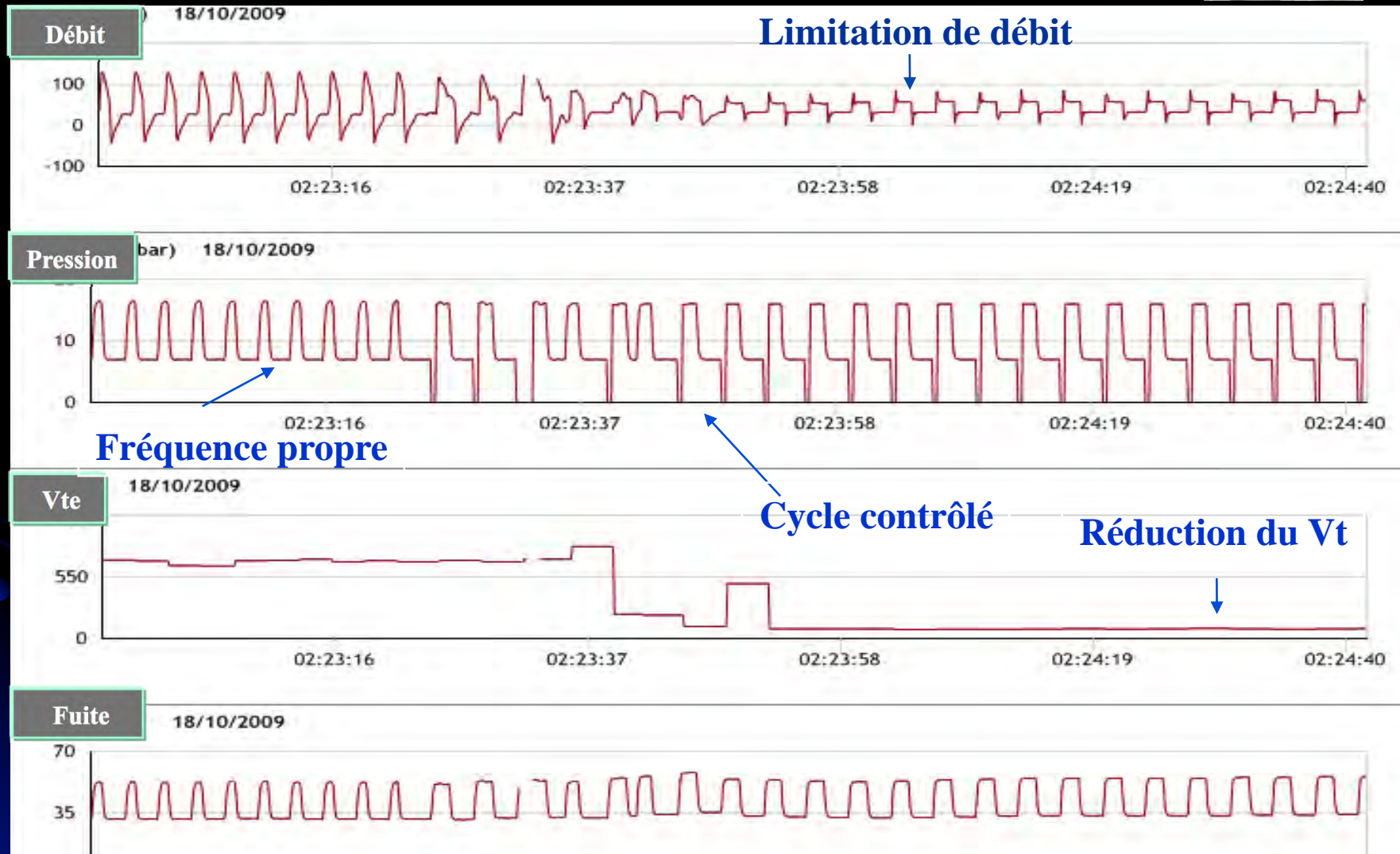
Avec software Rescan™ (Resmed)







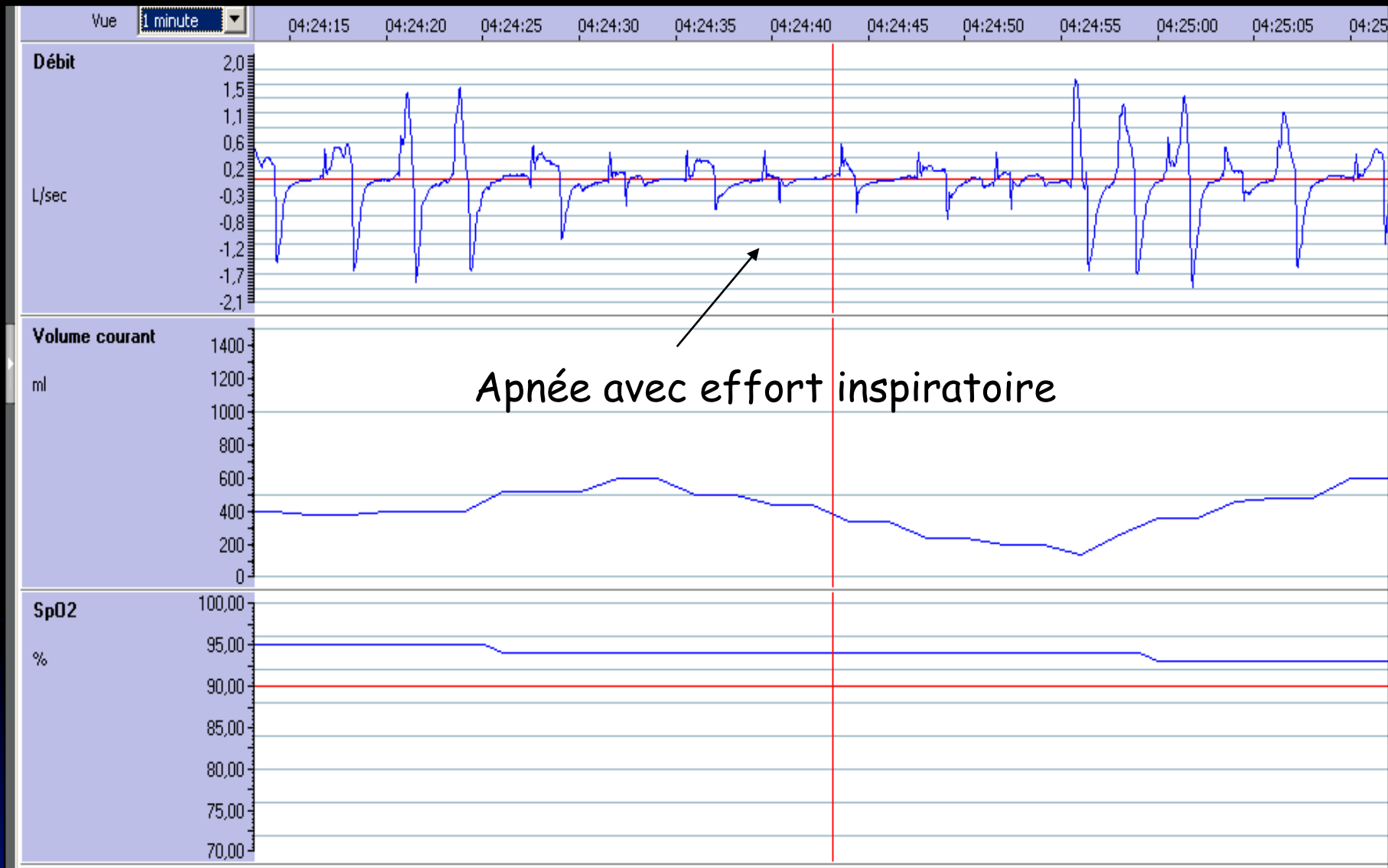
Apnée sous VNI





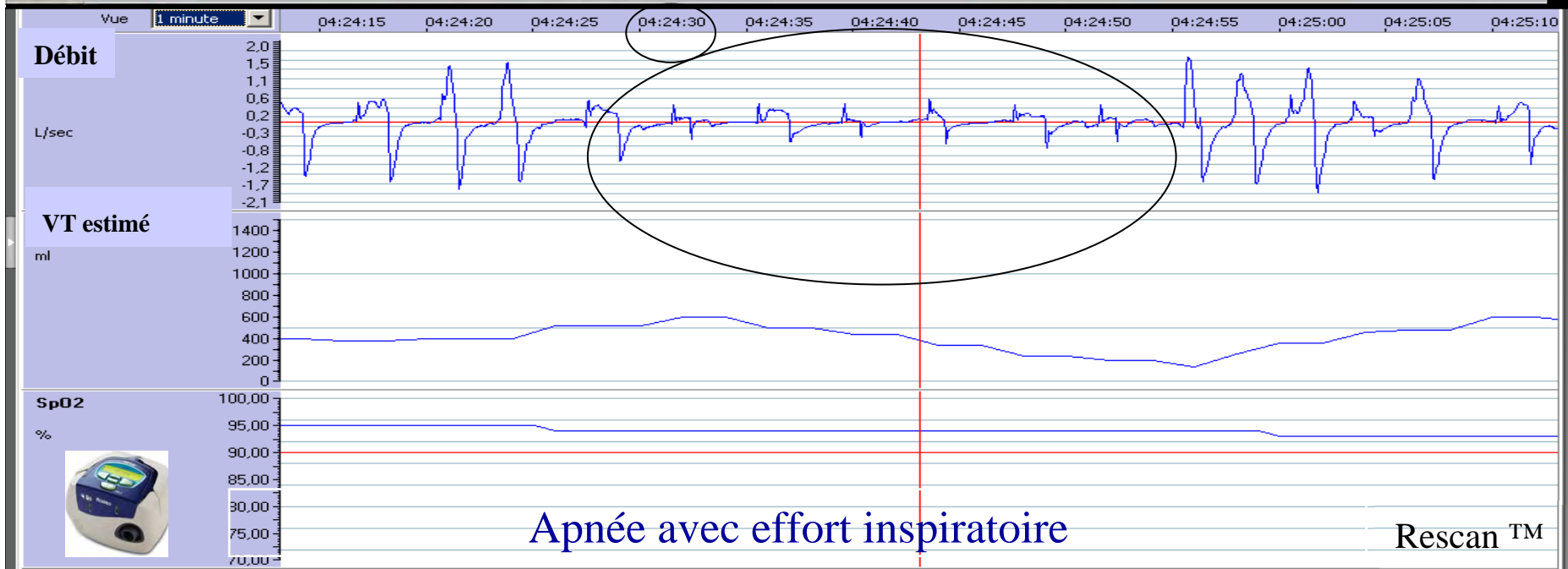
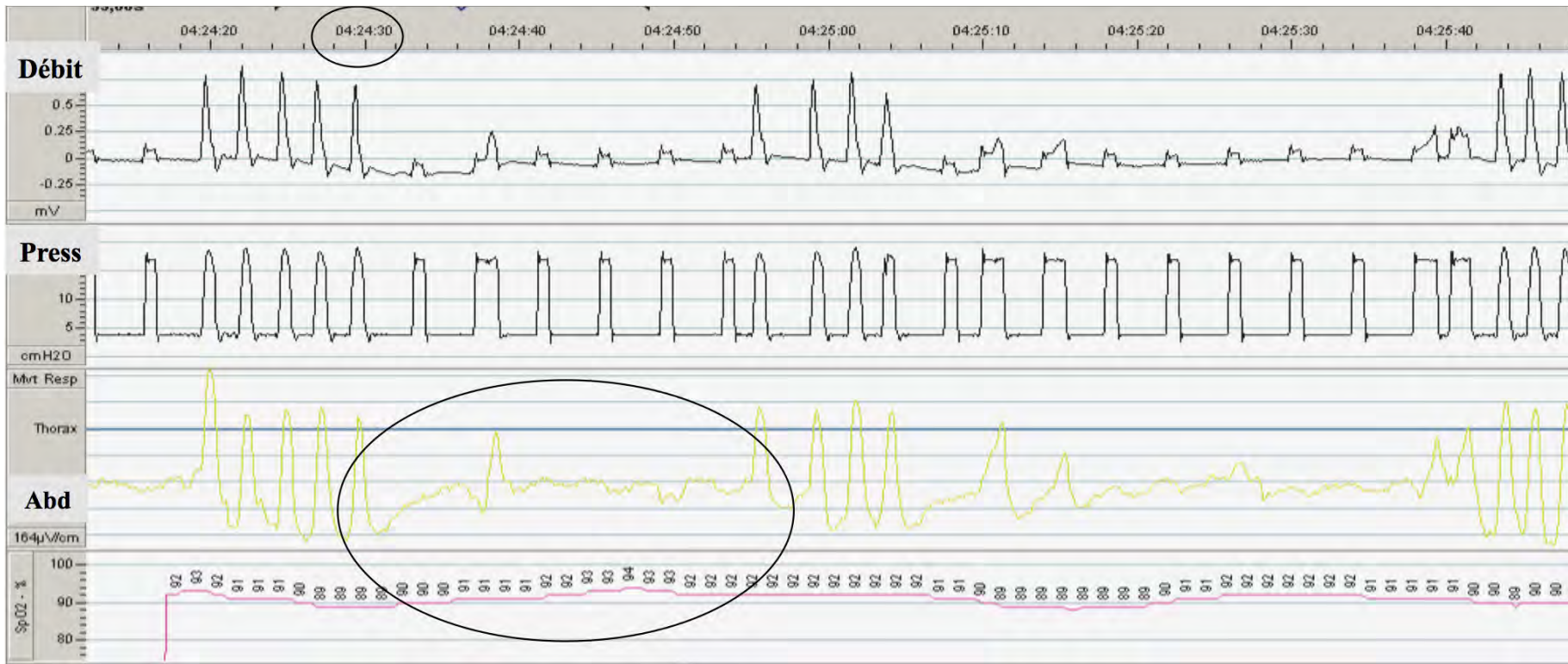
Mode ST. Page 1'. Masque facial

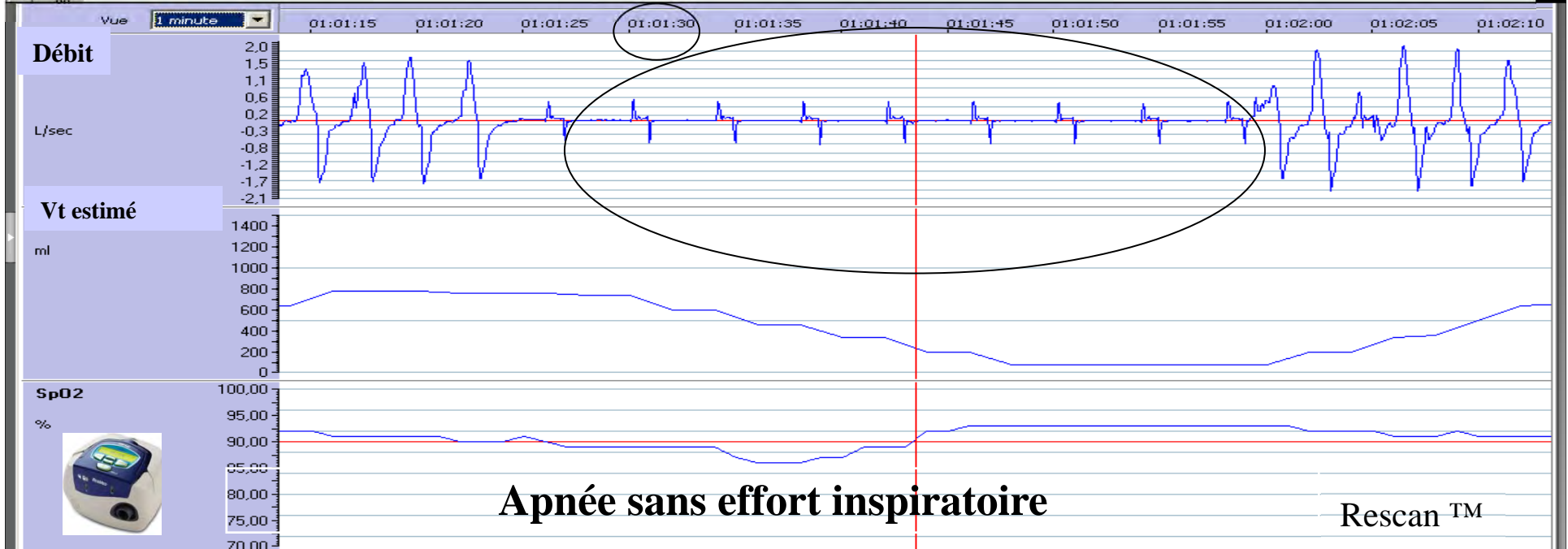
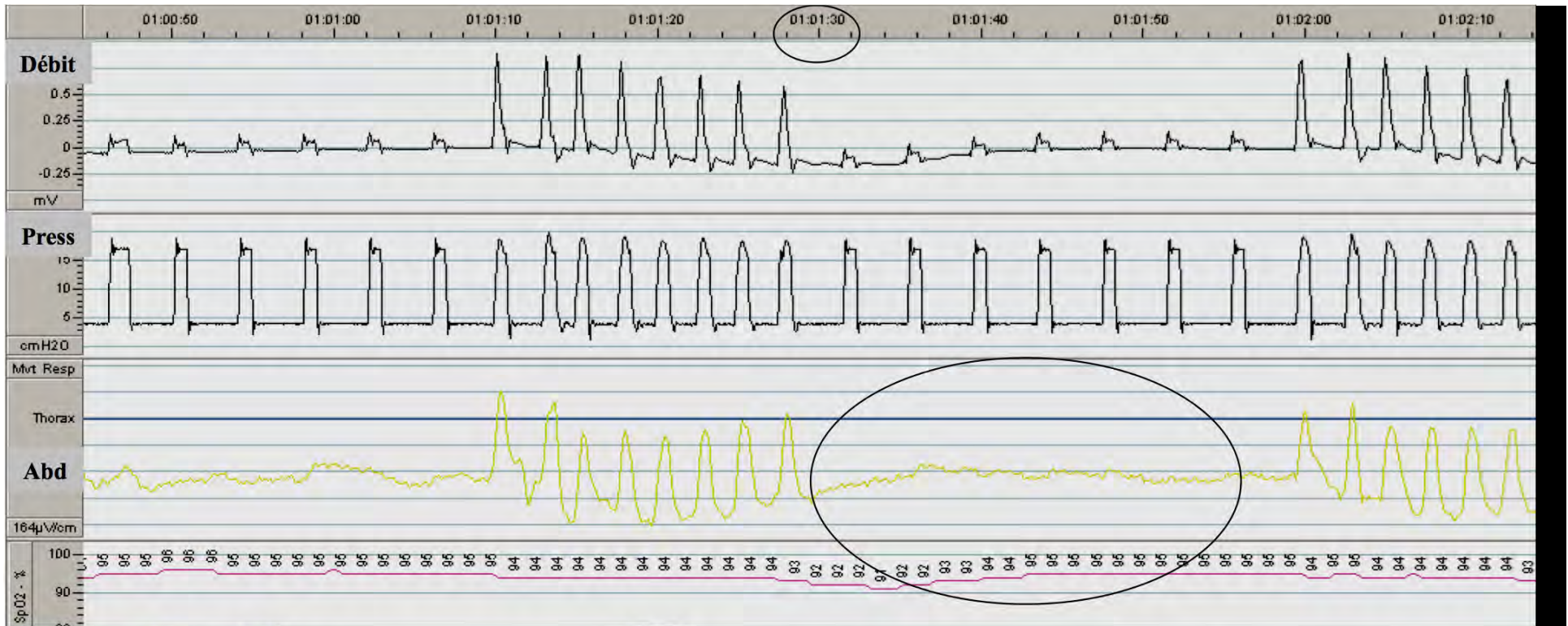
Rescan™



Mode ST. Page 1'. Masque facial

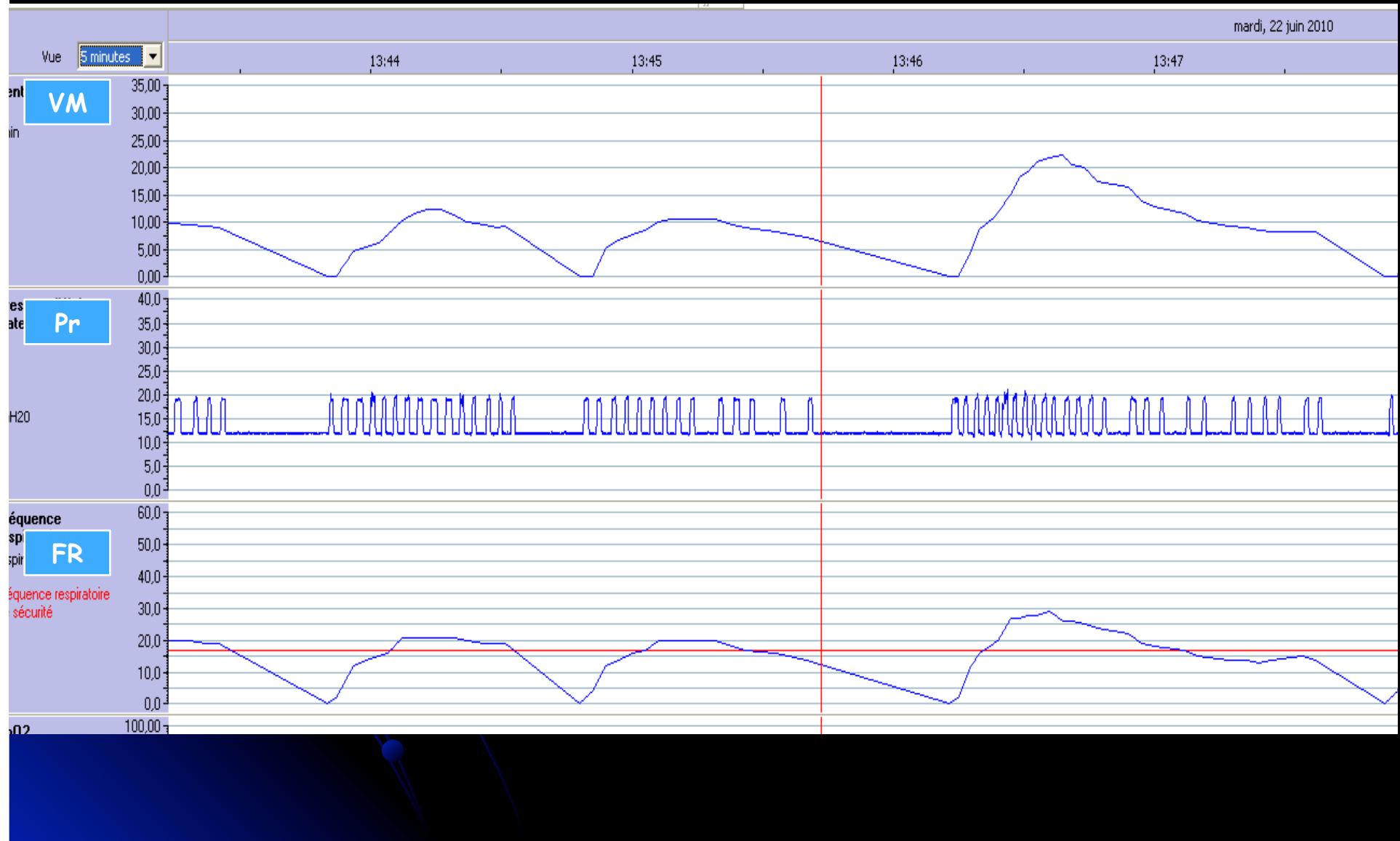
Rescan™



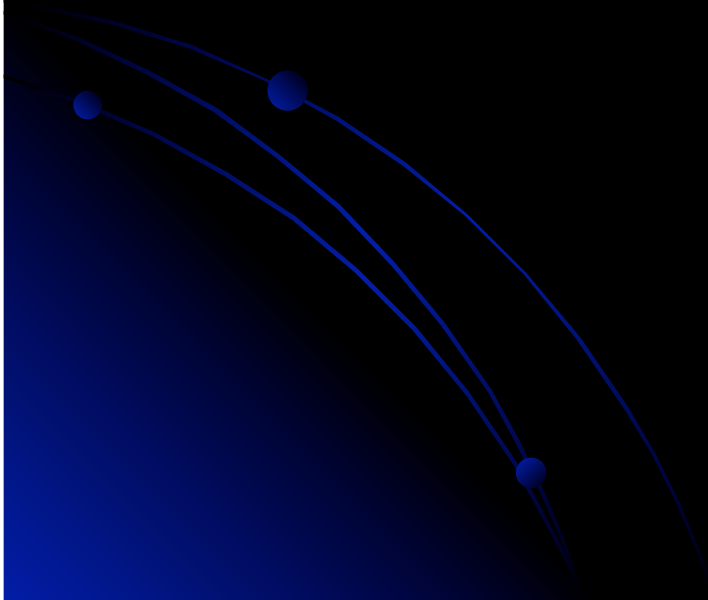


En mode S est plus facile...

(mais plus facile n'est souvent pas mieux)

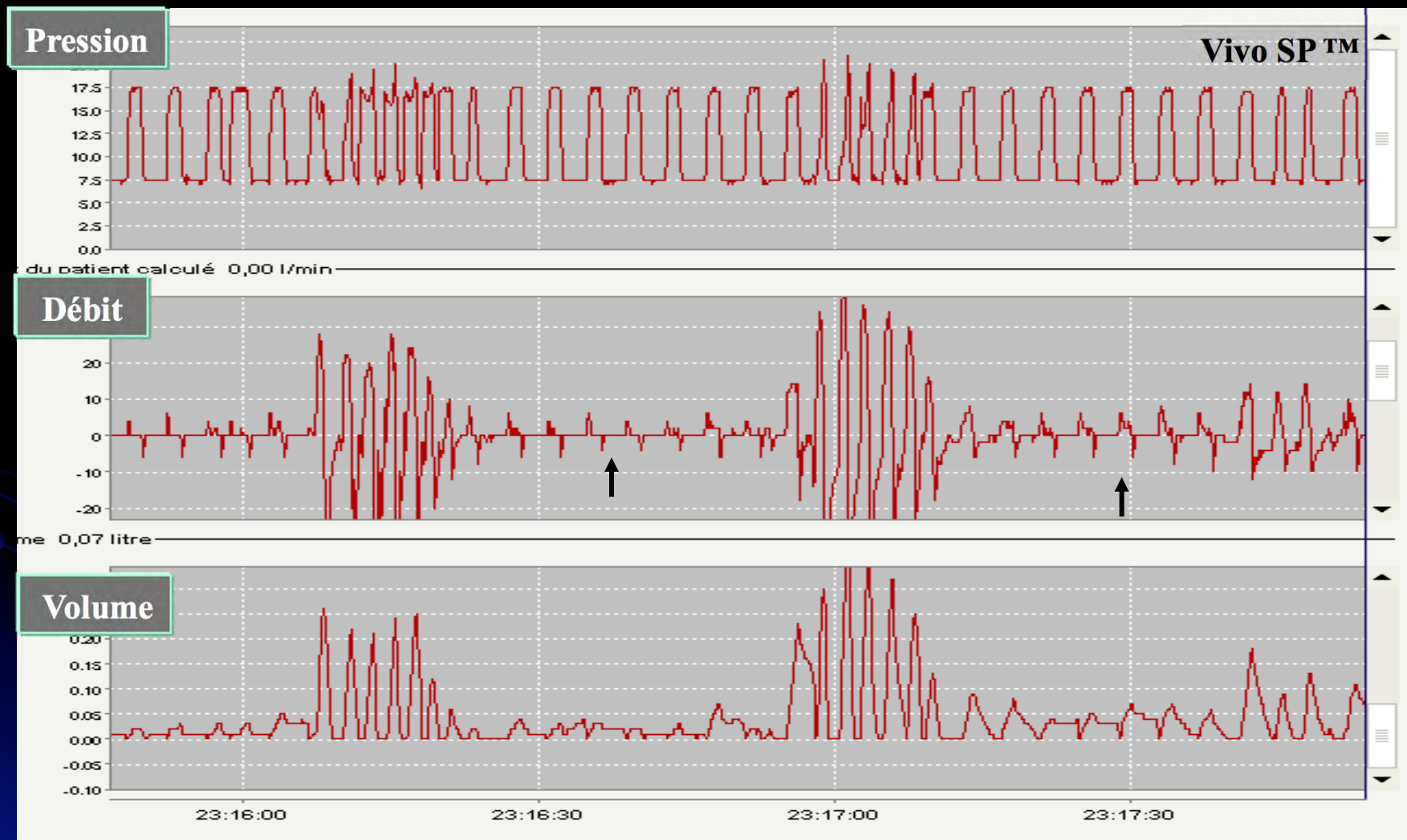


Et parfois cela ne suffit pas...

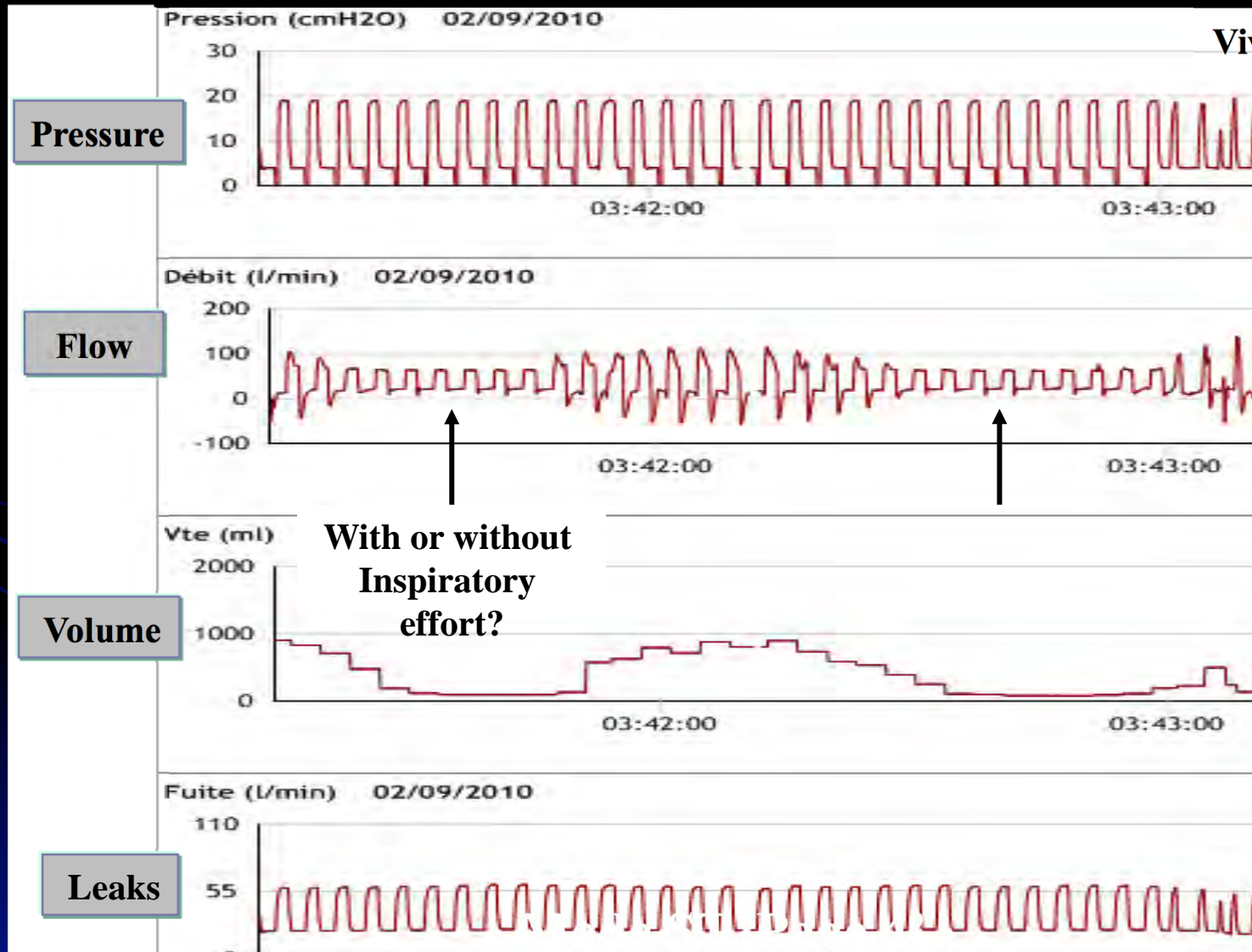


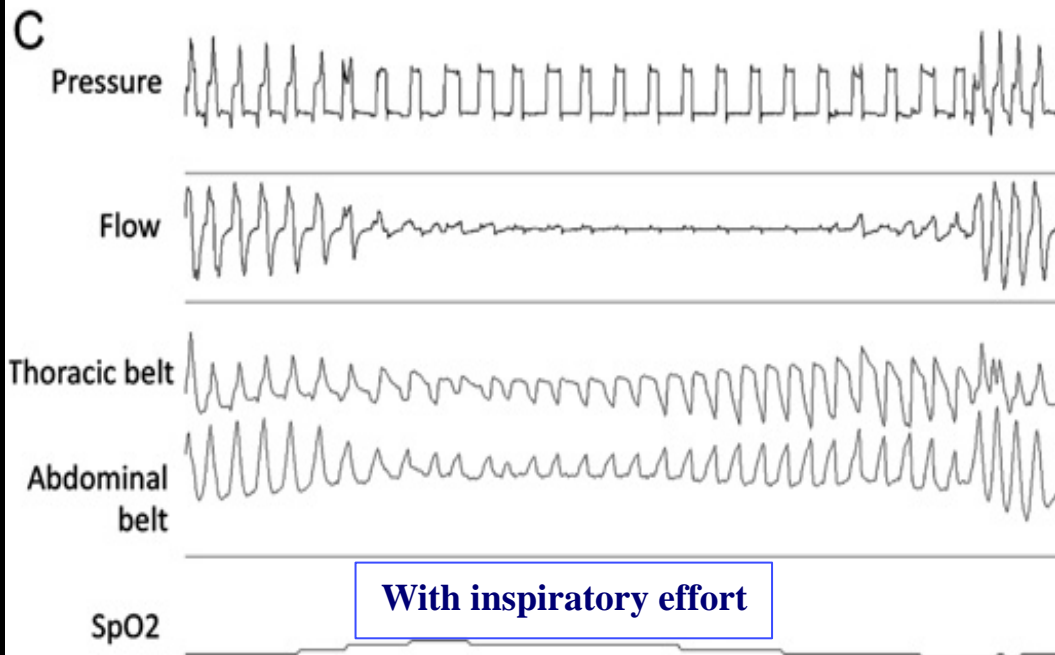
Apnées sous vni: avec ou sans effort?

(Aspect de respiration périodique)



Inconvenients: Lack of thoraco abdominal belts

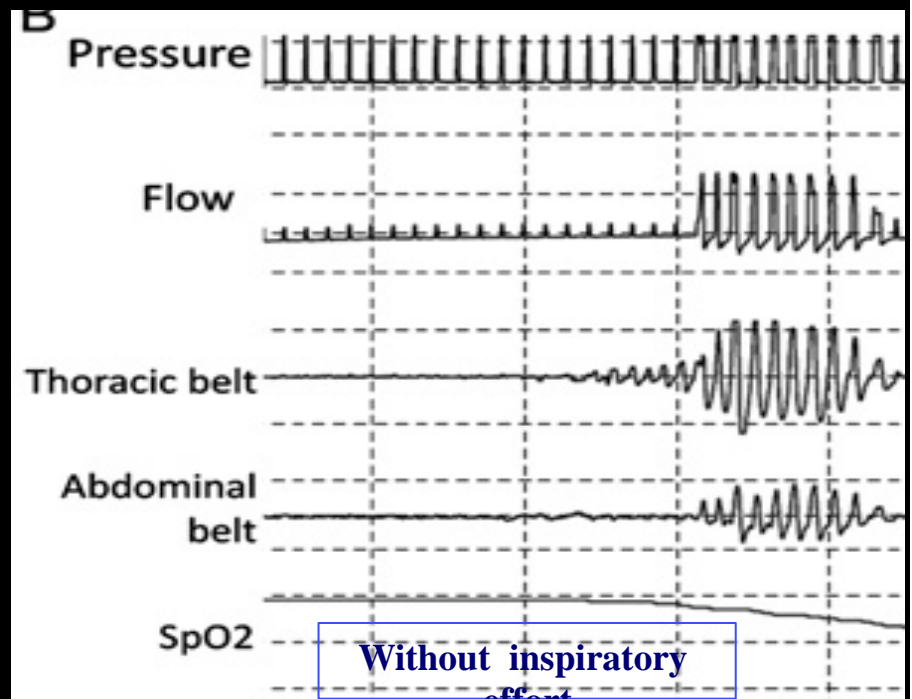




**Hypopneas
under NIV**

**Thoraco abdominal belts:
a crucial issue**

Gonzalez et al, Thorax 2012
SomnoNIV group

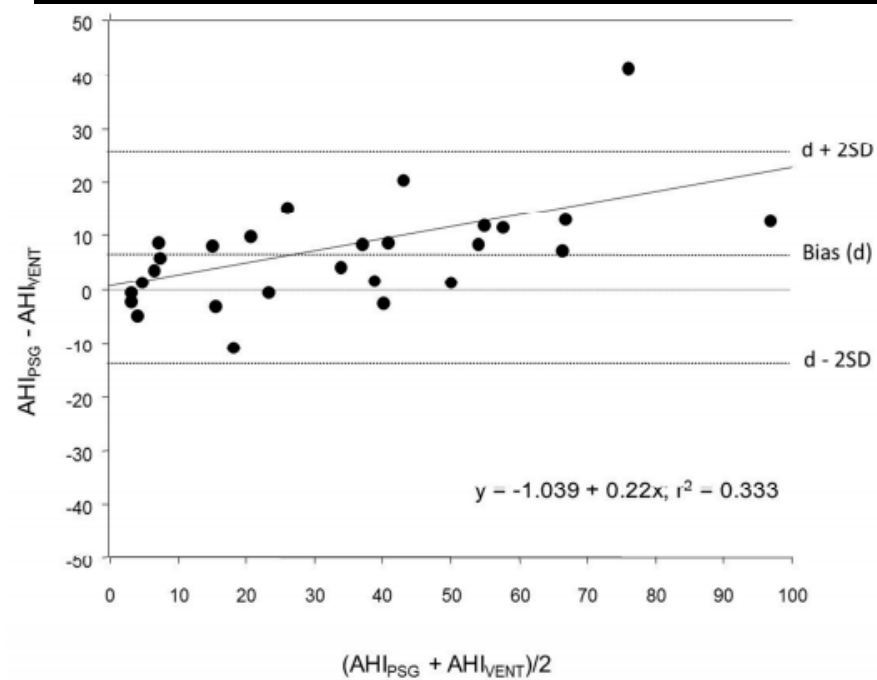
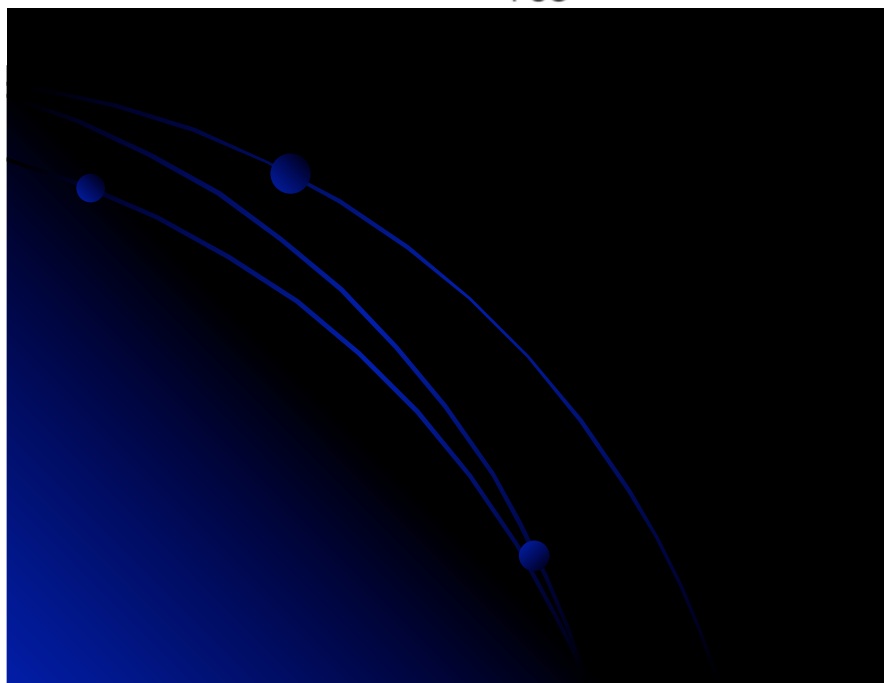
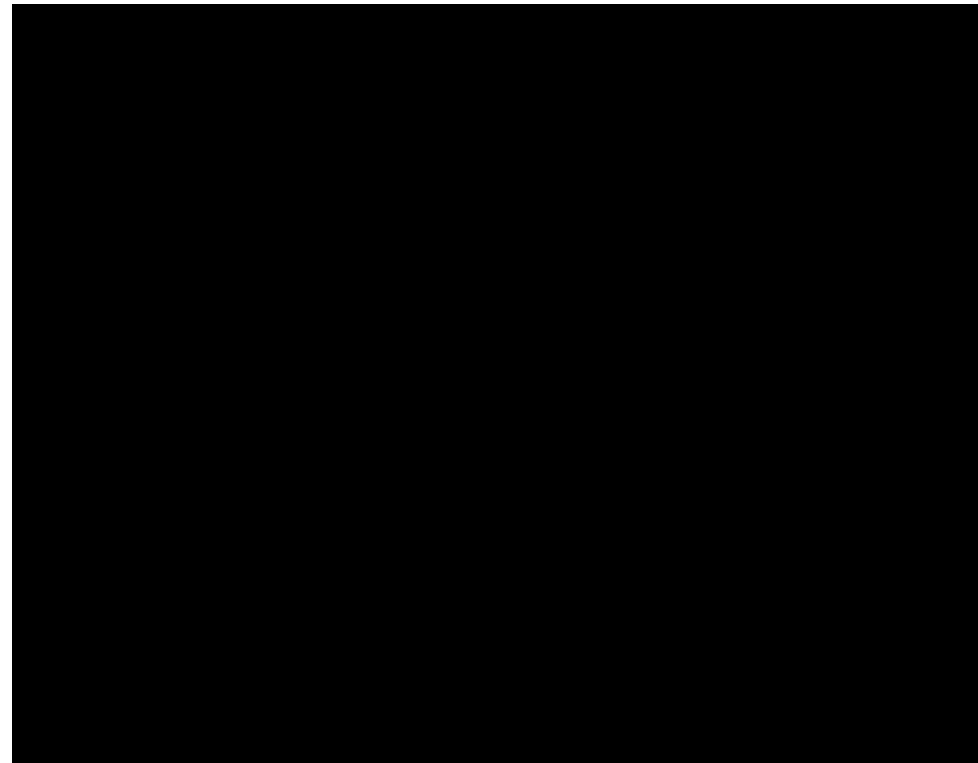
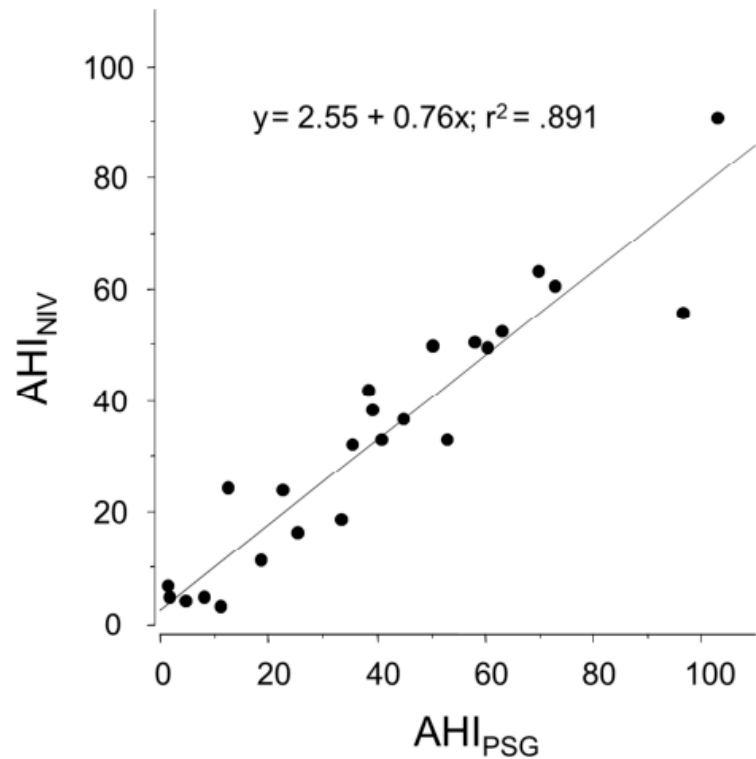


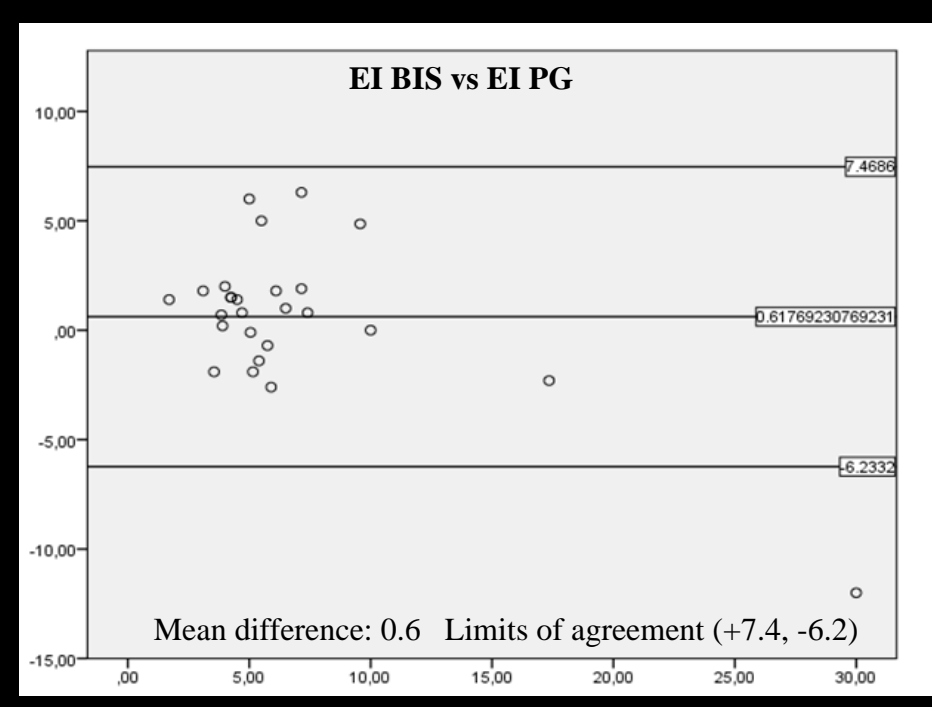
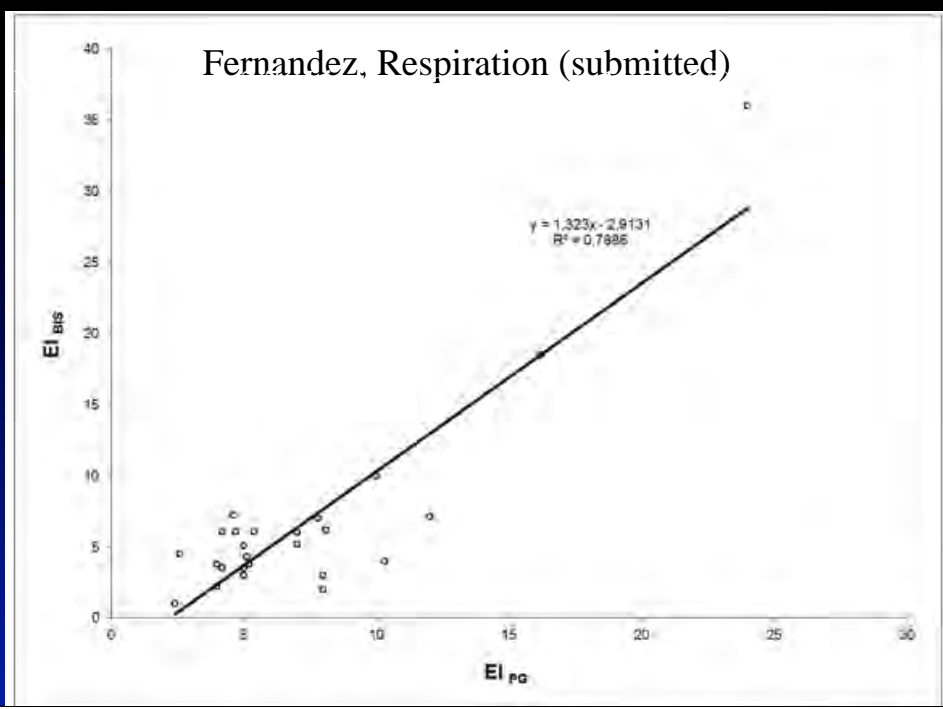
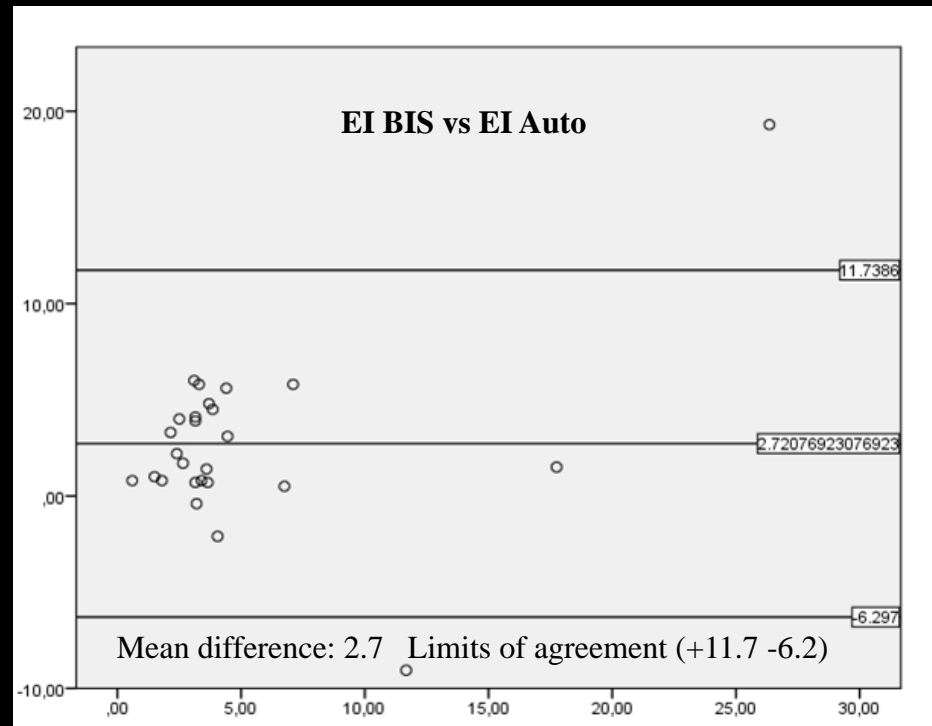
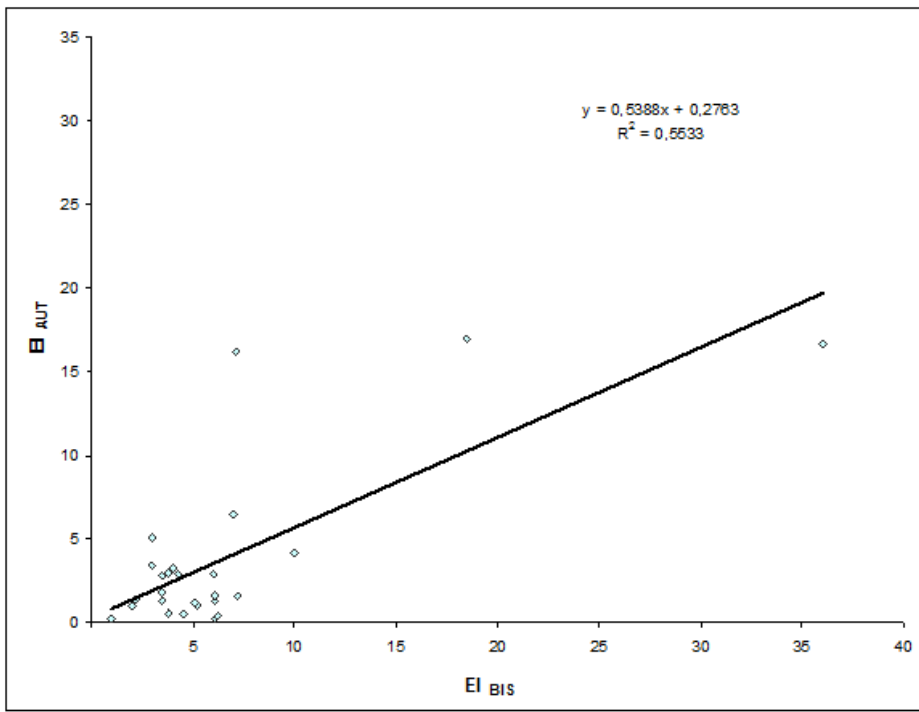
“Index d’apnées hypopnées”



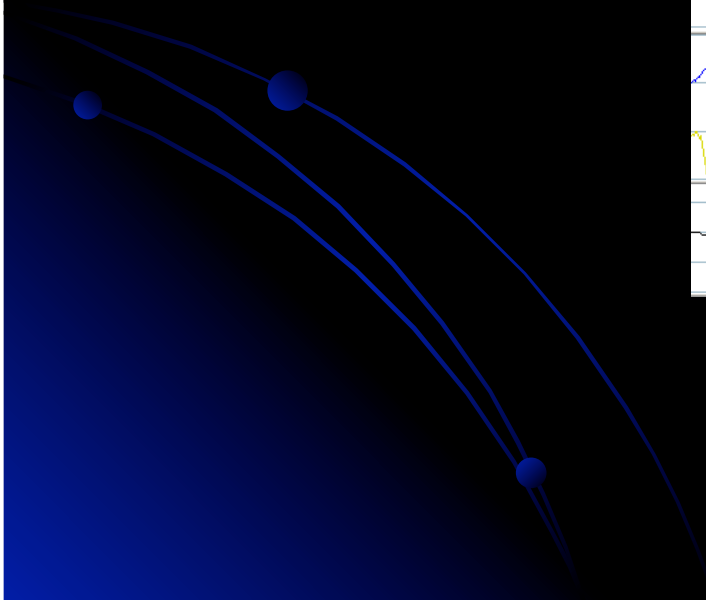
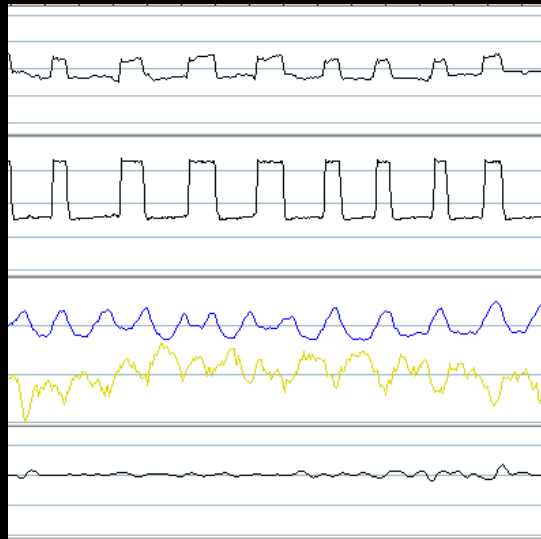
Table 2. Data downloaded from ventilator software

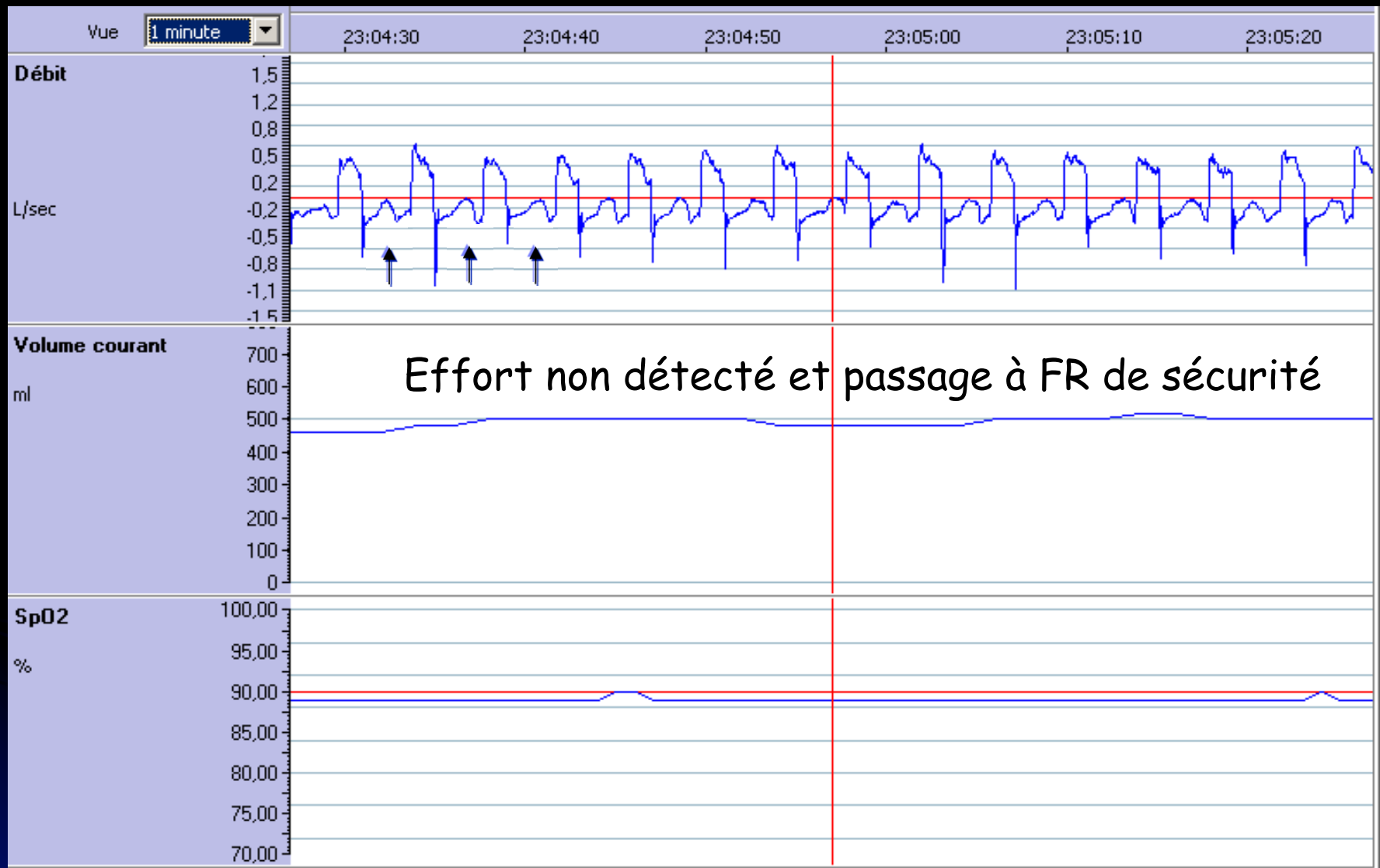
	COPD	Overlap syndrome	Obesity hypoventilation	Neuromuscular disorders	Restrictive disorders ¹	CSAS	p value
Patients, n	32	29	38	19	21	11	
ResMed ventilator/Philips Respironics ventilator, n	25/7	19/10	21/17	17/2	16/5	7/4	
Compliance, min/24 h	478 (362–599)	433 (289–527)	436 (348–490)	518 (327–591)	359 (300–448)	314 (283–458)	0.098
Leaks, median, liters/min ²	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 ²	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 _T , 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 _E , 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 ²	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 ²	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™

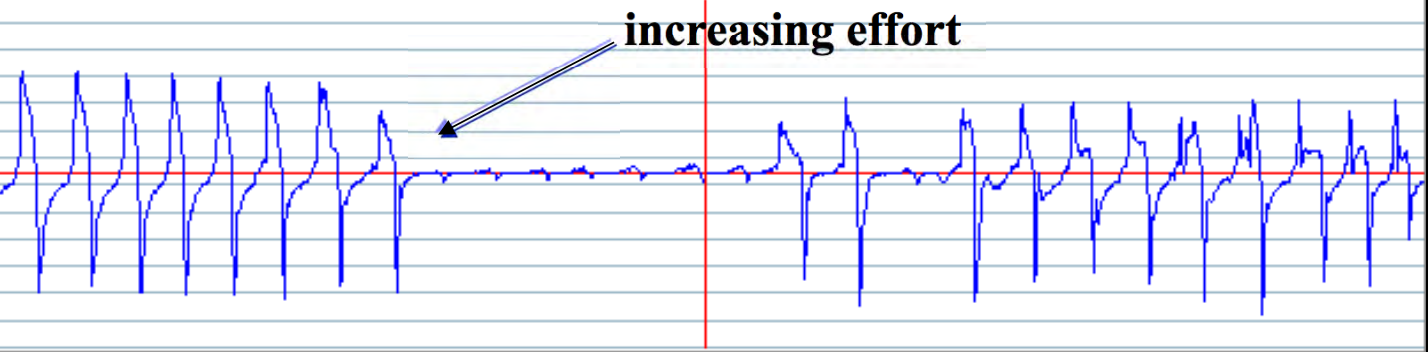


lundi, 18 août 2008

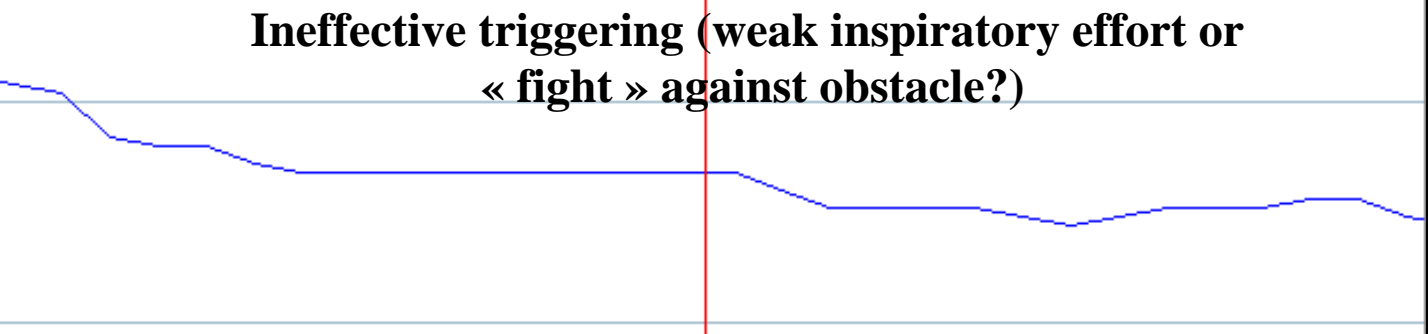
Vue 1 minute

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

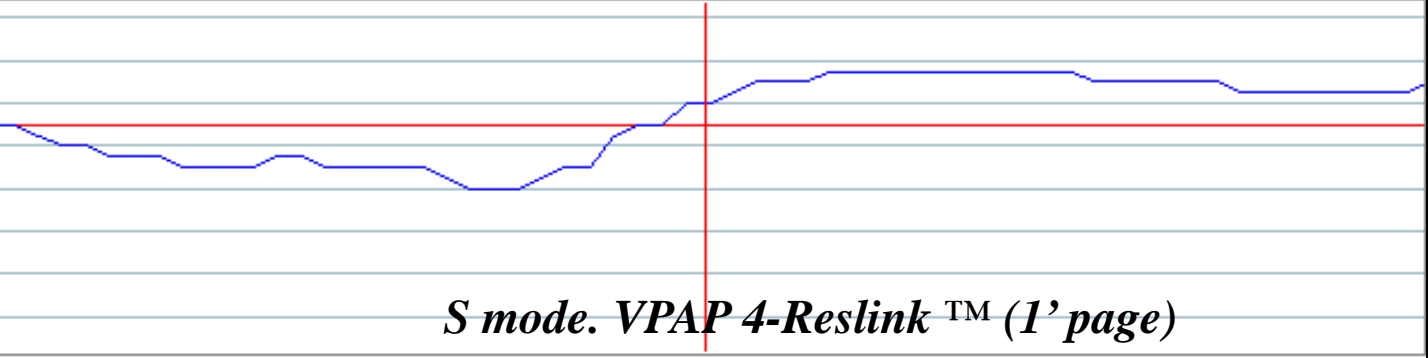
Flow
L/sec



Estimated VT
ml

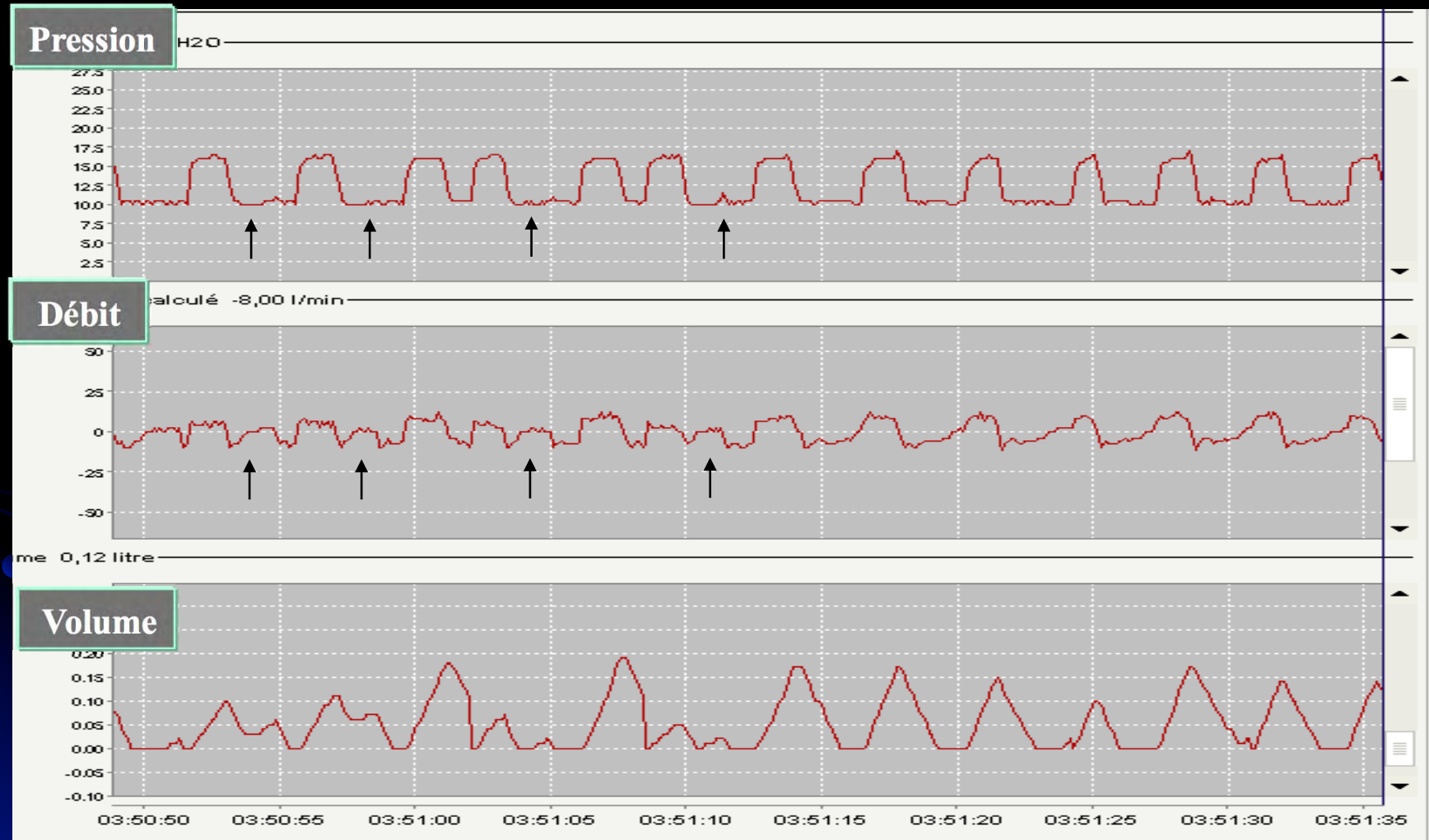


SpO2
%



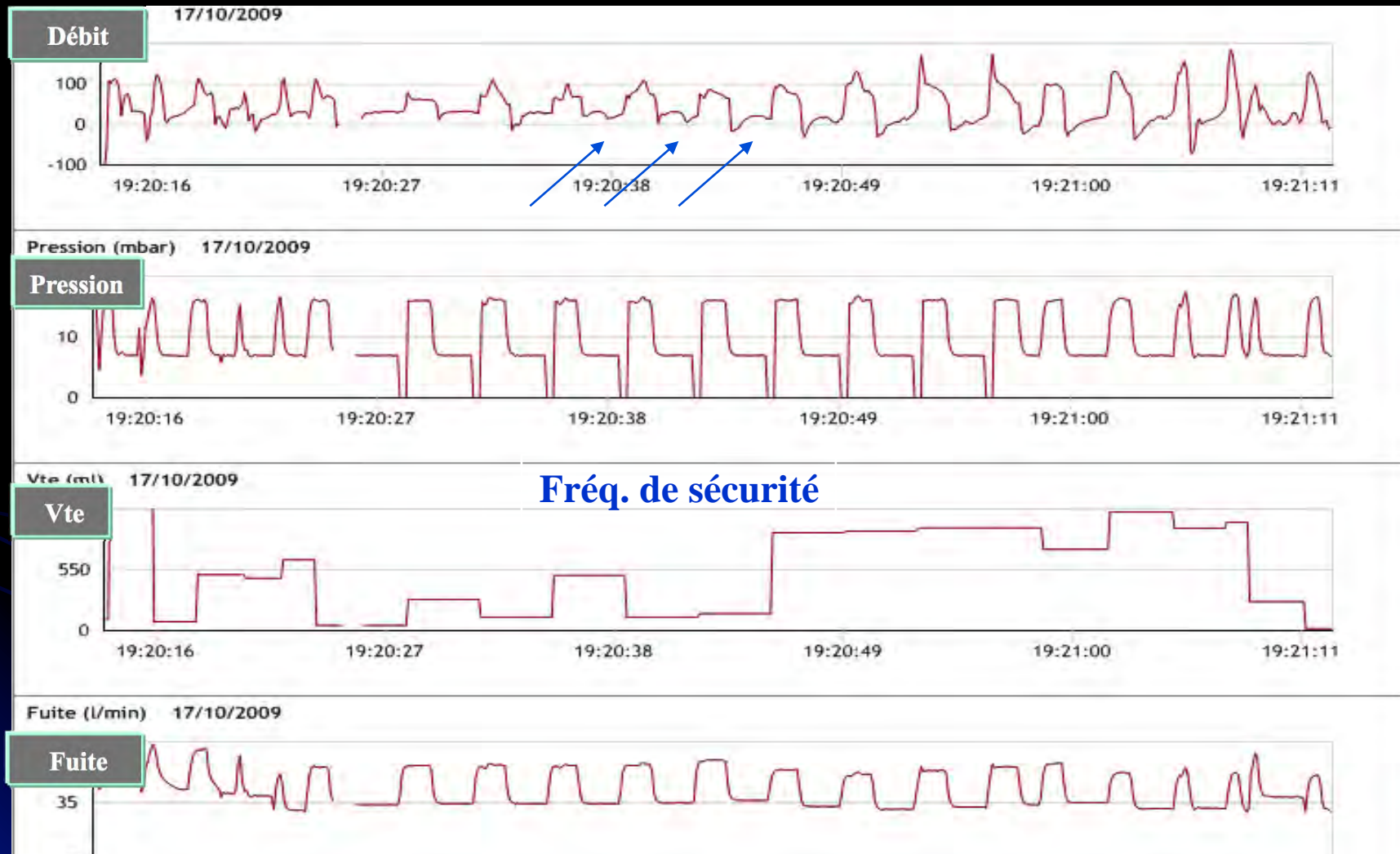
S mode. VPAP 4-Reslink™ (1' page)

Asynchronisme Cycles non déclenchés



Asynchronisme

Cycles non déclenchés

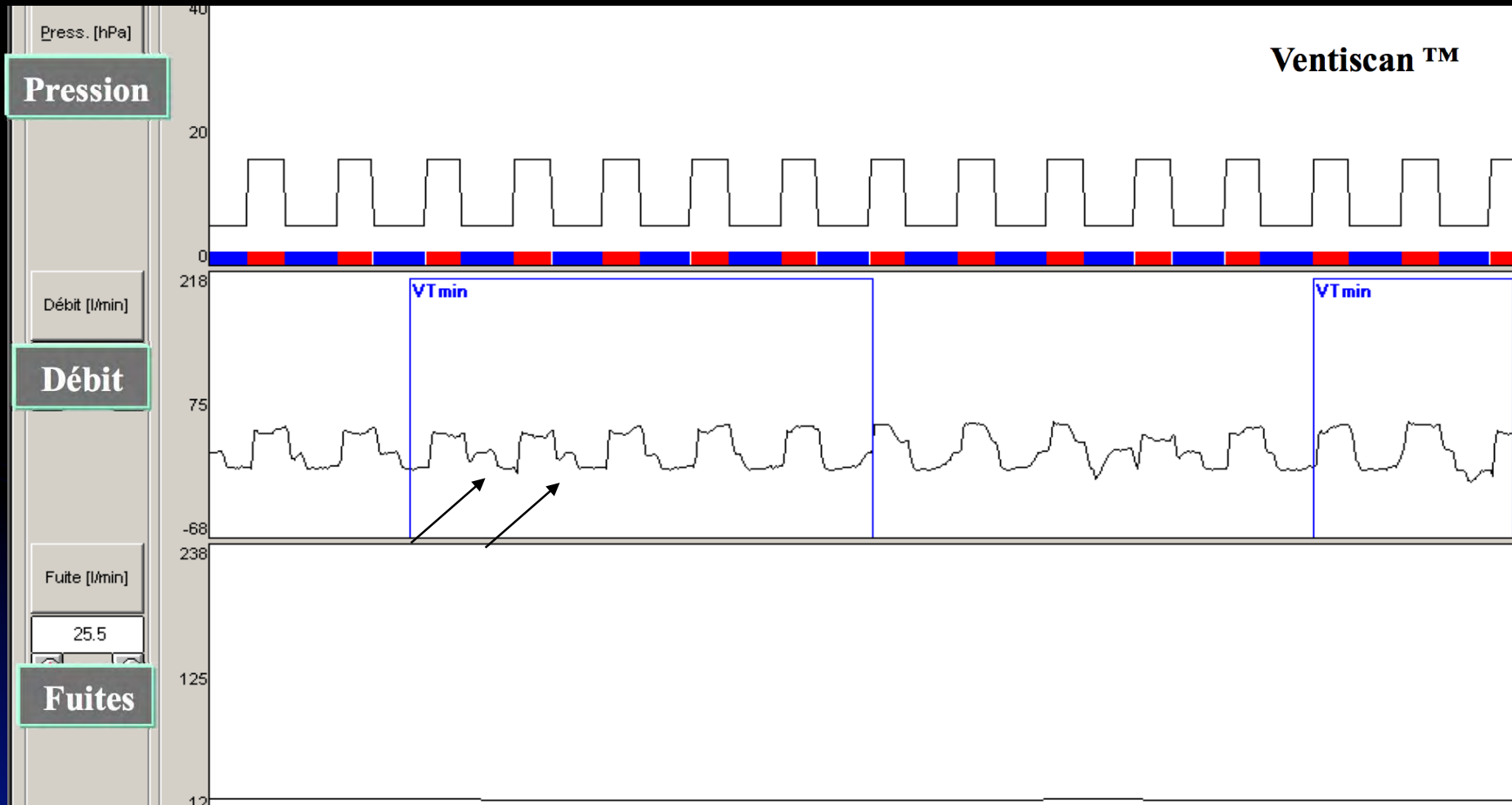


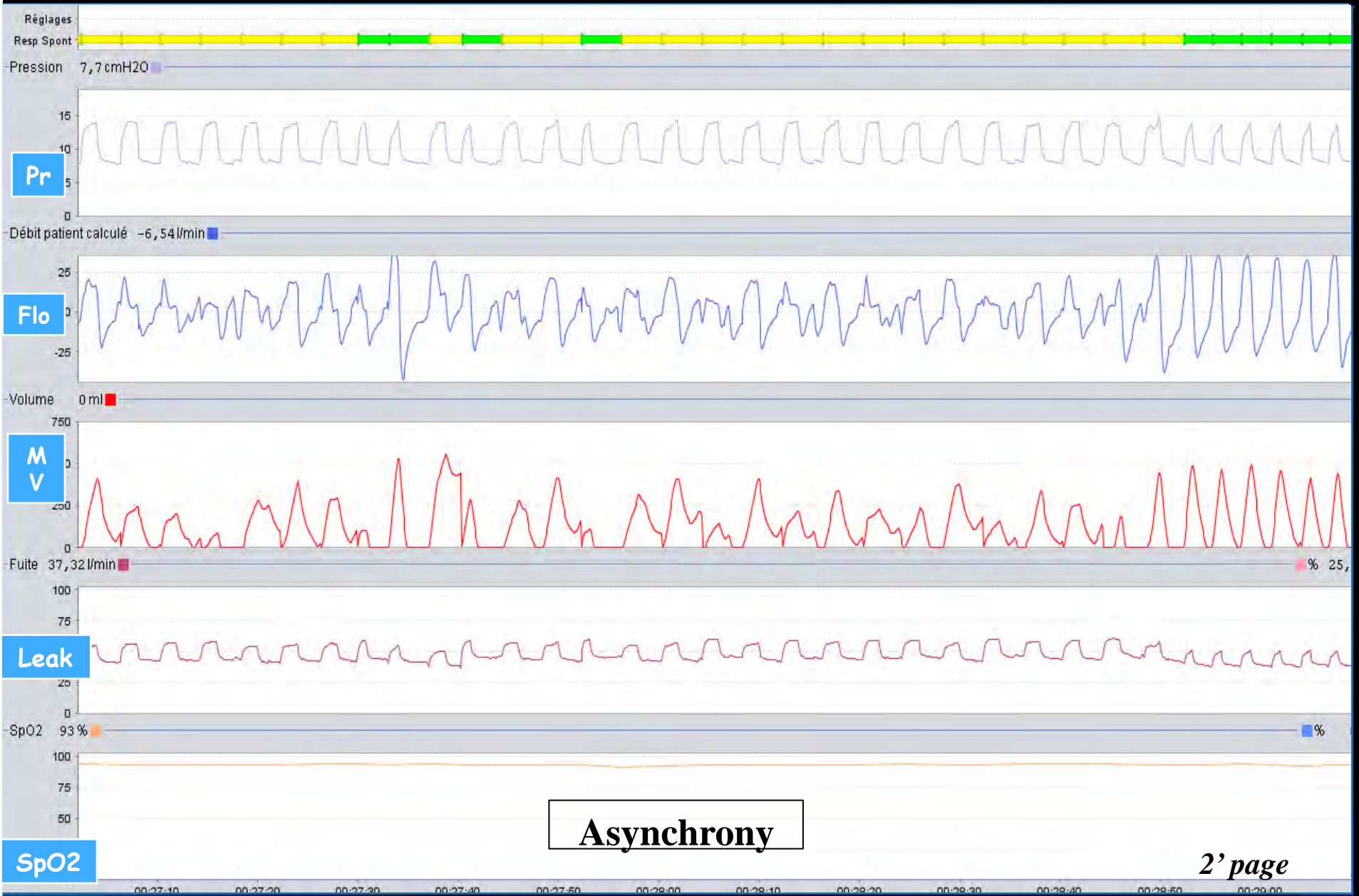
Mode ST. Page 1'

Direct View™

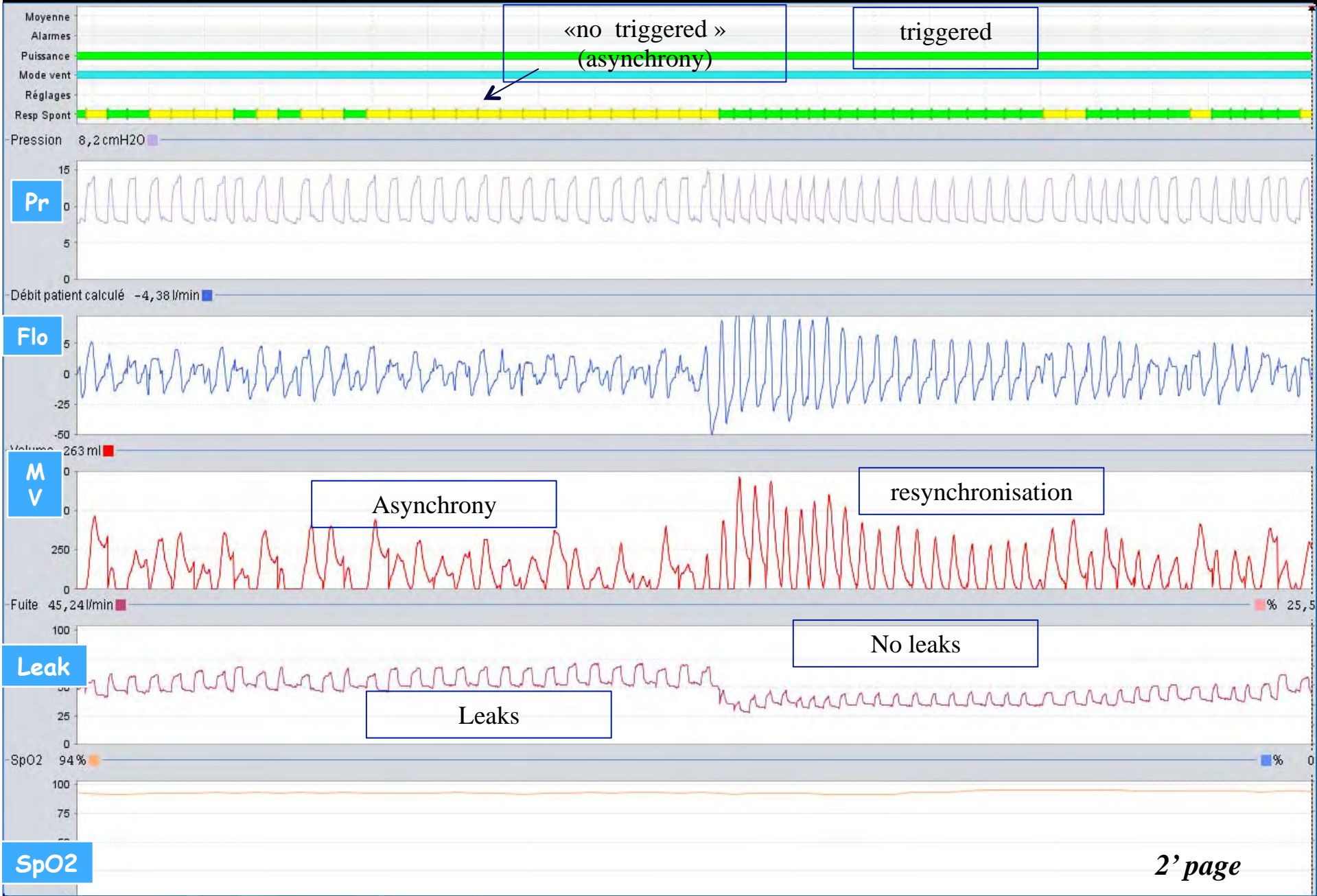
Asynchronisme

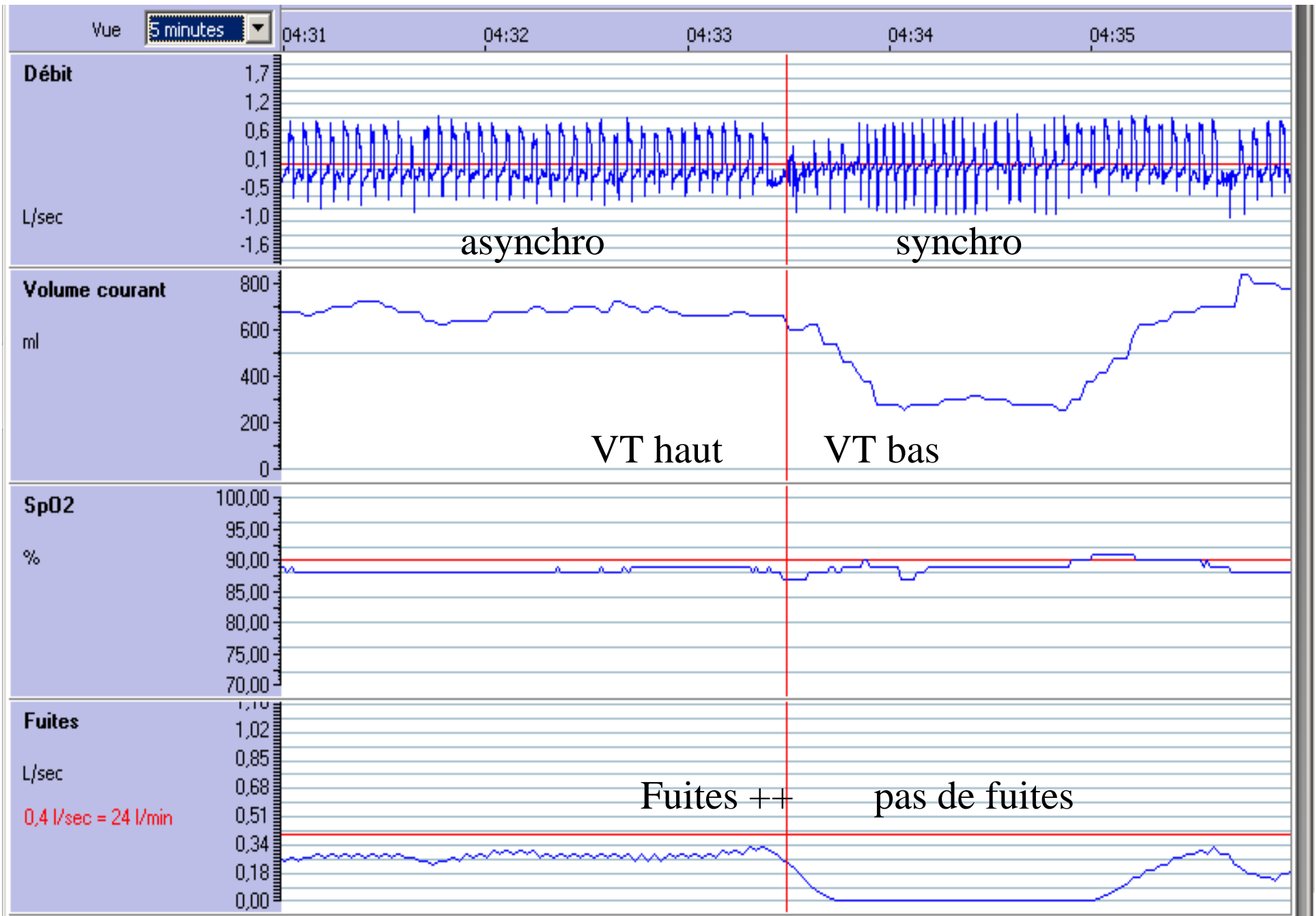
Cycles non déclenchés

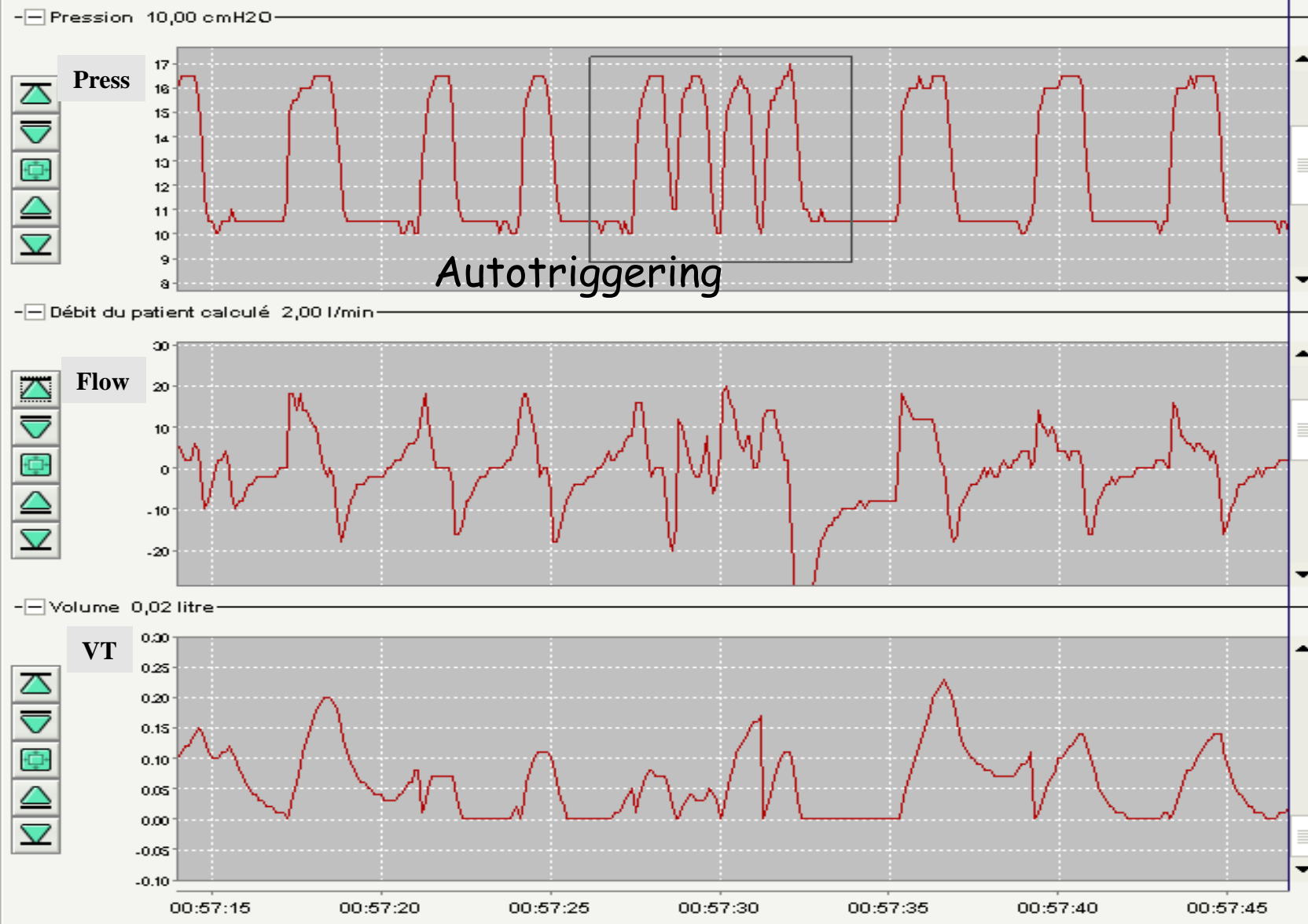




Asynchrony







Mode ST. Page 30''

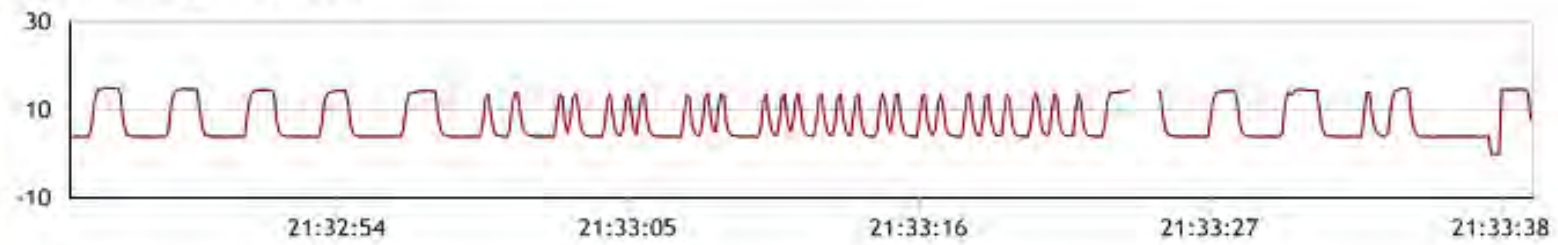
Vivo SP™

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

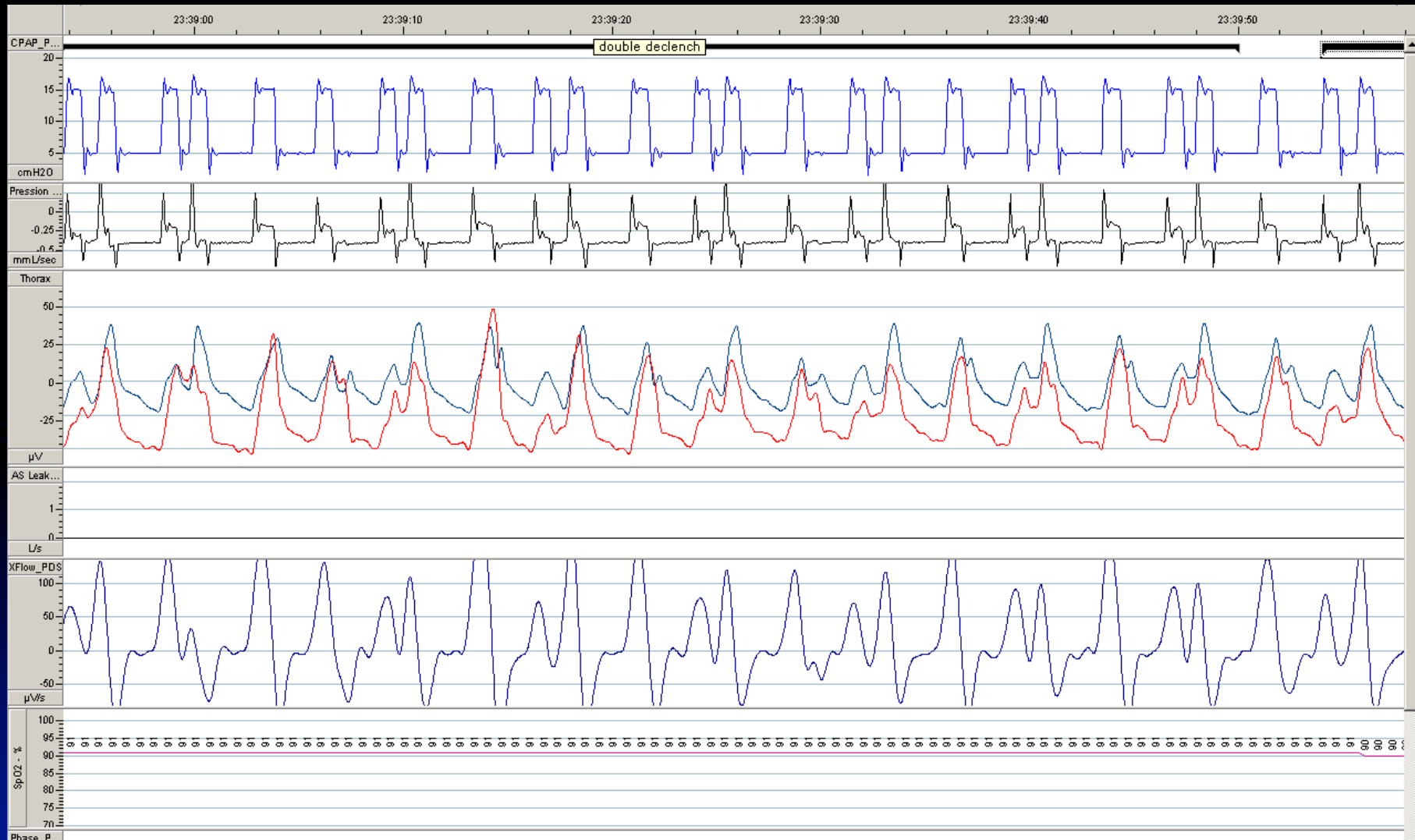


Fuite (l/min) 14/04/2010

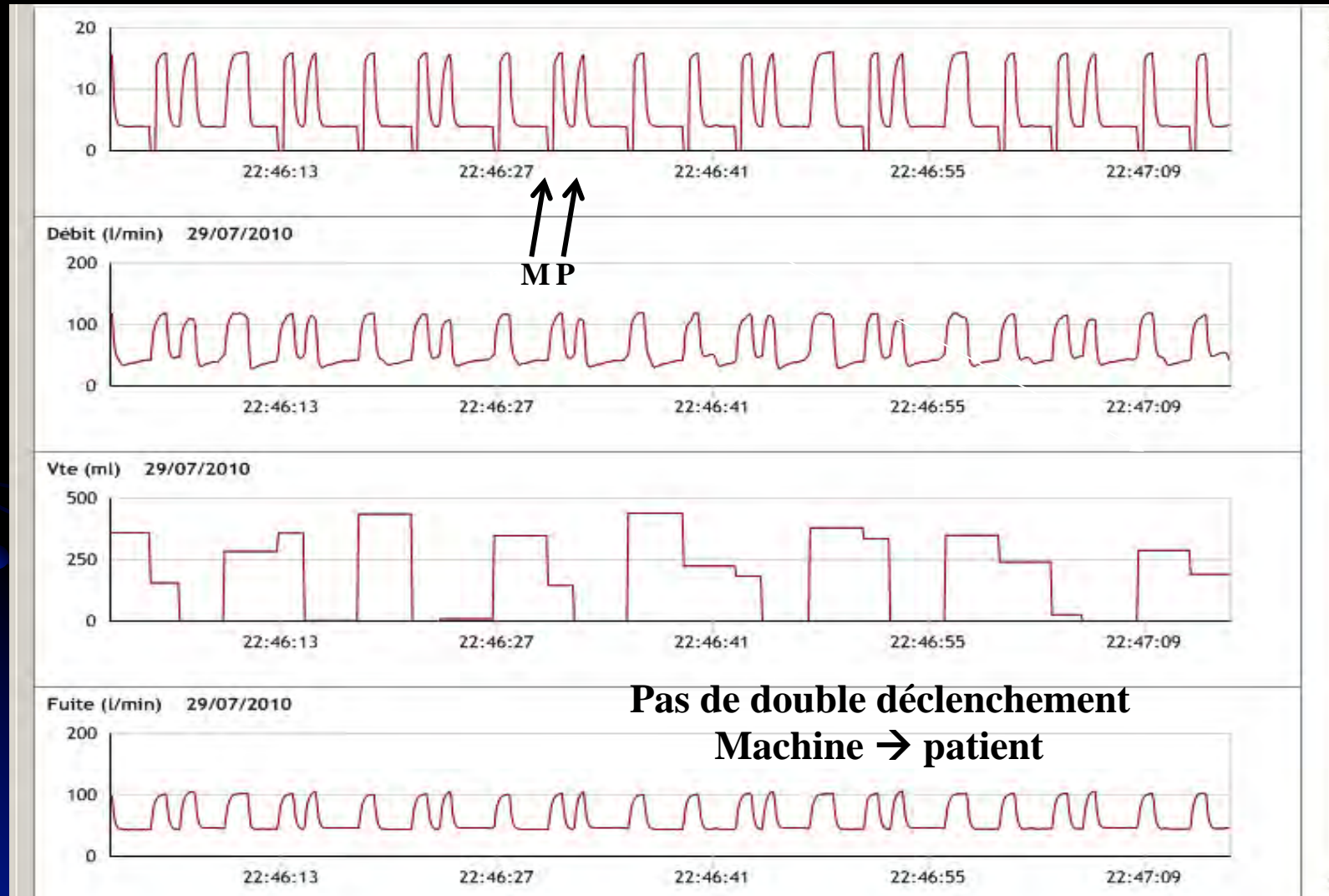


Asynchronisme

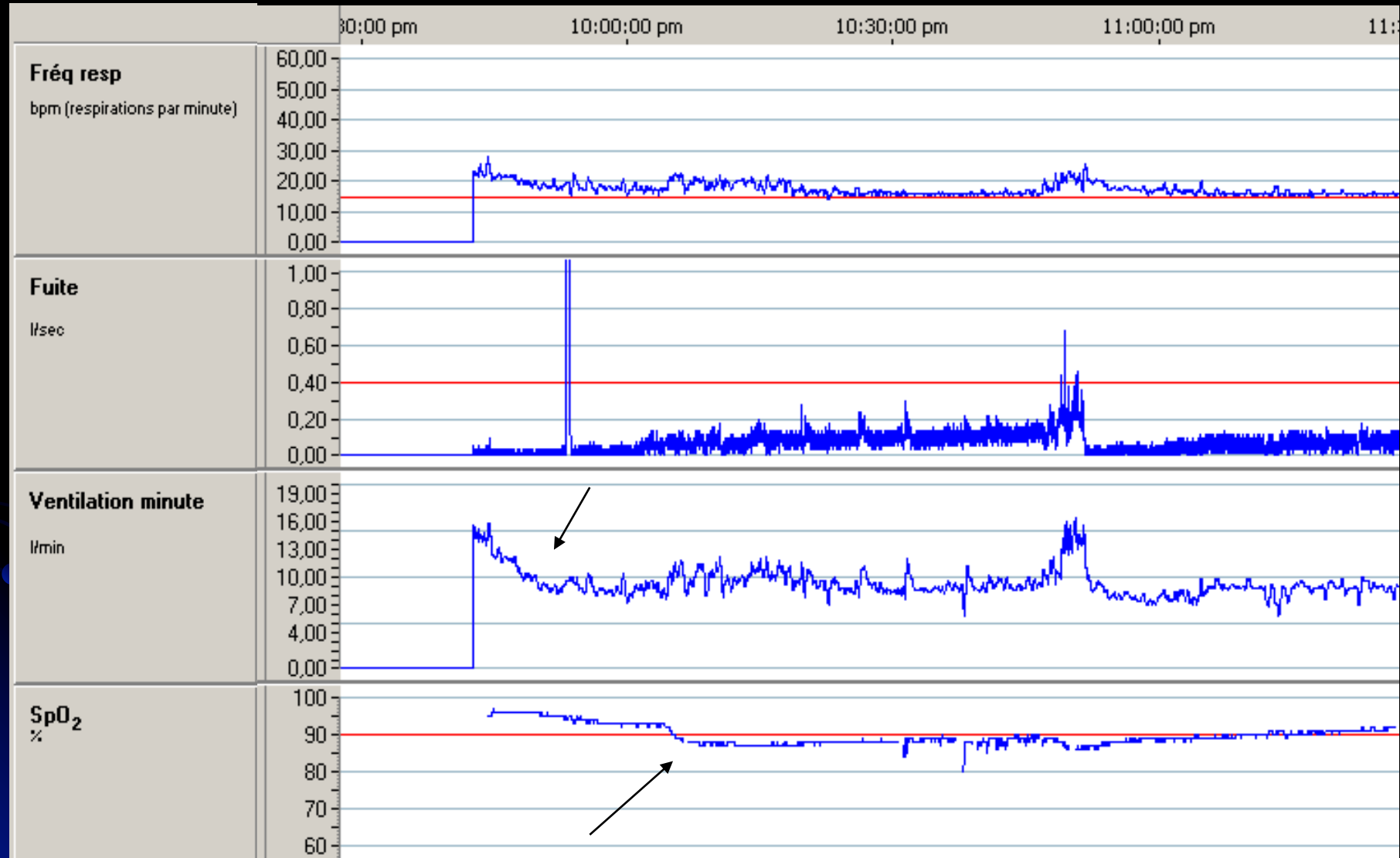
Double déclenchement "typique"



Parfois ils font mieux que la polygraphie



Hypoventilation résiduelle

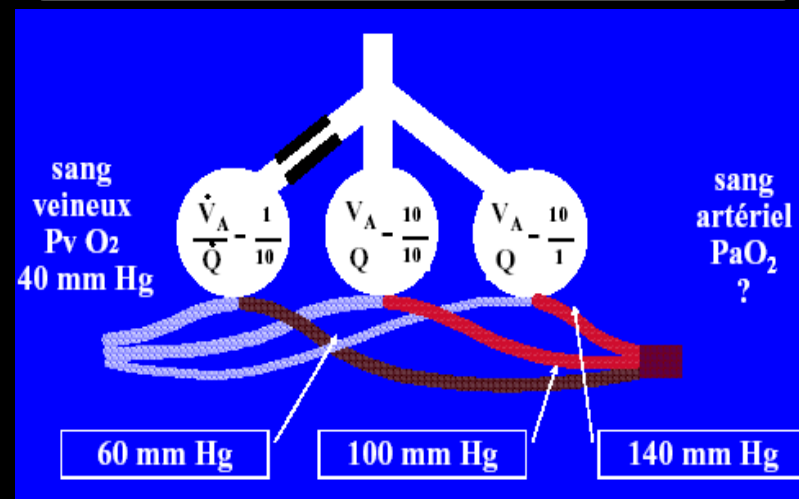
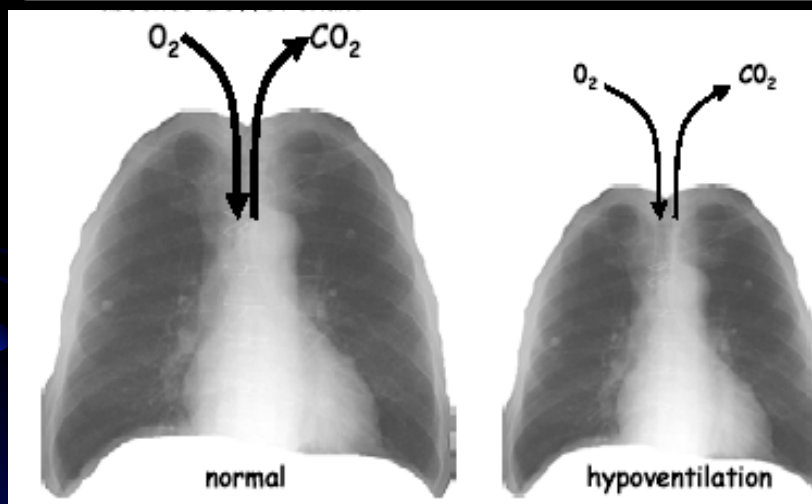




Hypoxémie due à une majoration

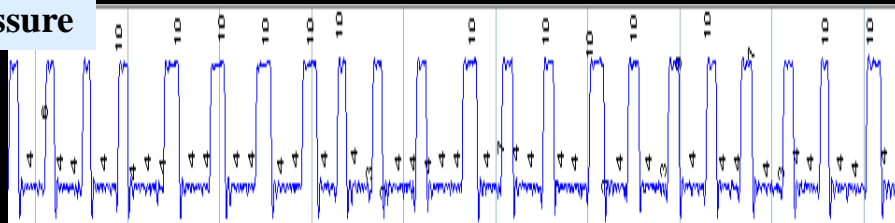
de l'hypoventilation alvéolaire?

ou des inégalités V/Q??

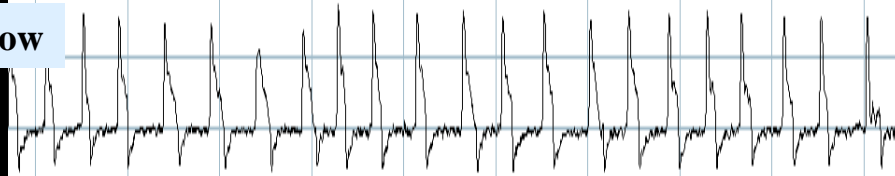


Mesure du Vt: le problème..

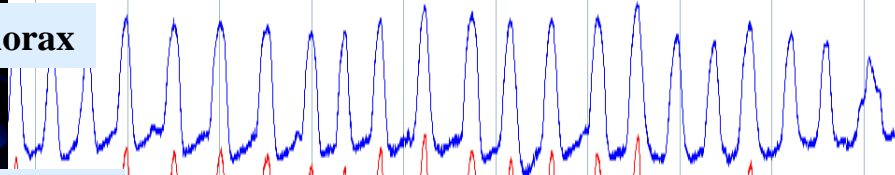
Pressure



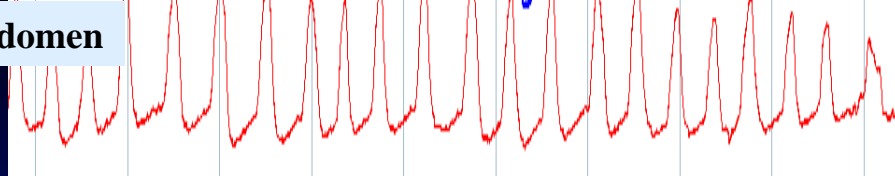
Flow



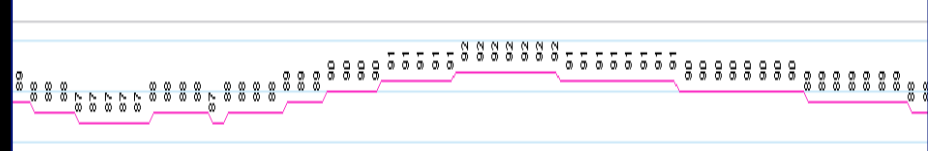
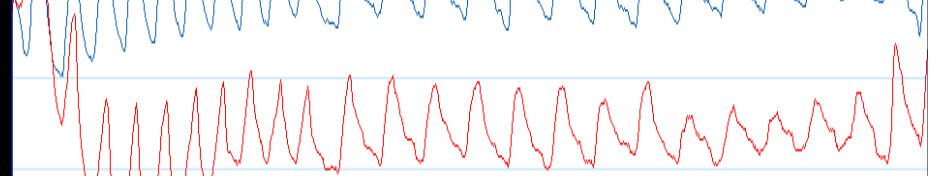
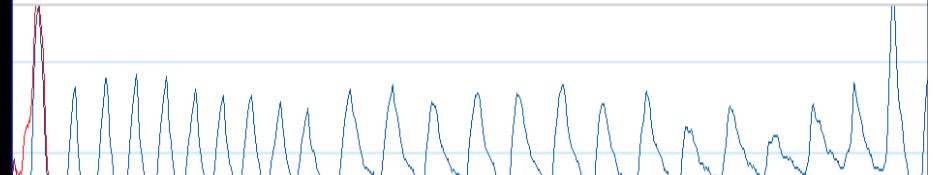
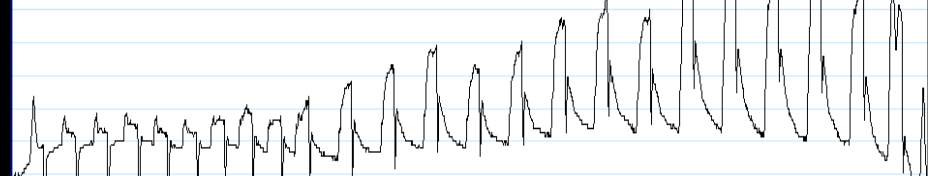
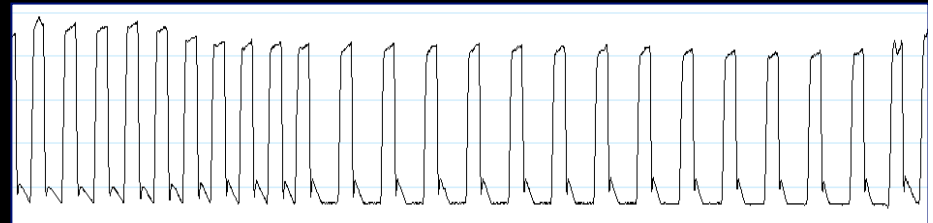
Thorax

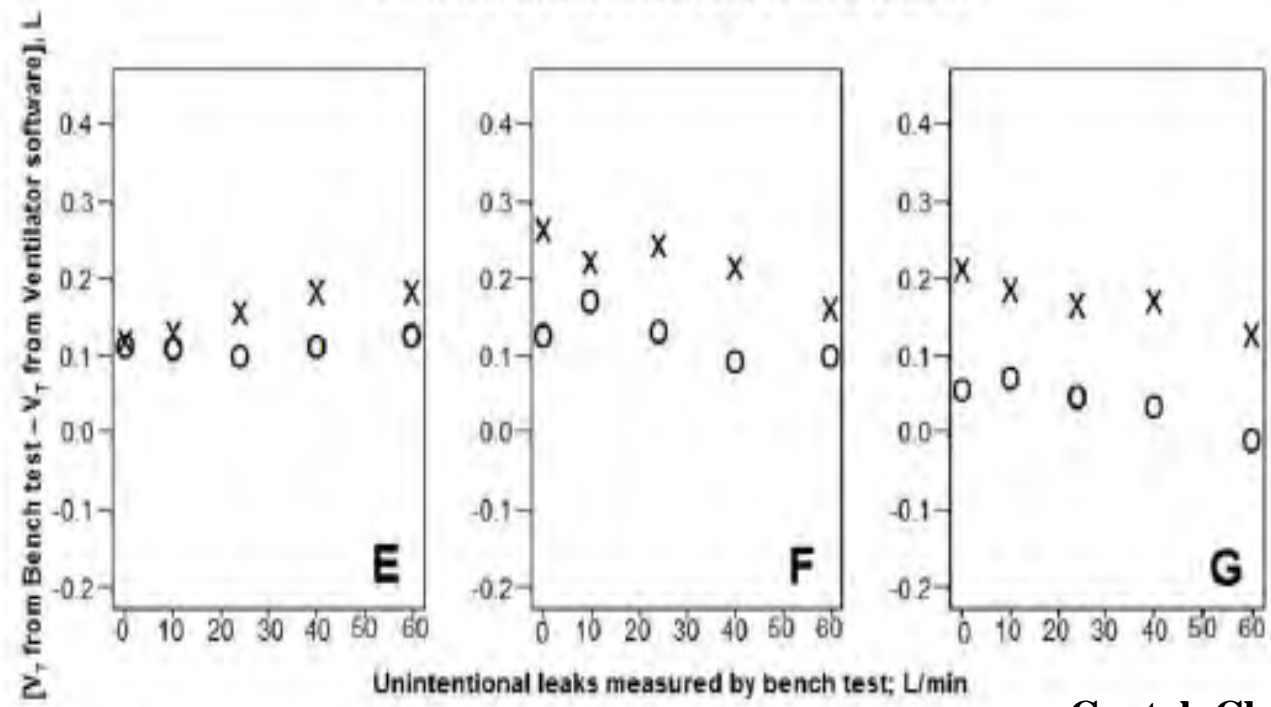
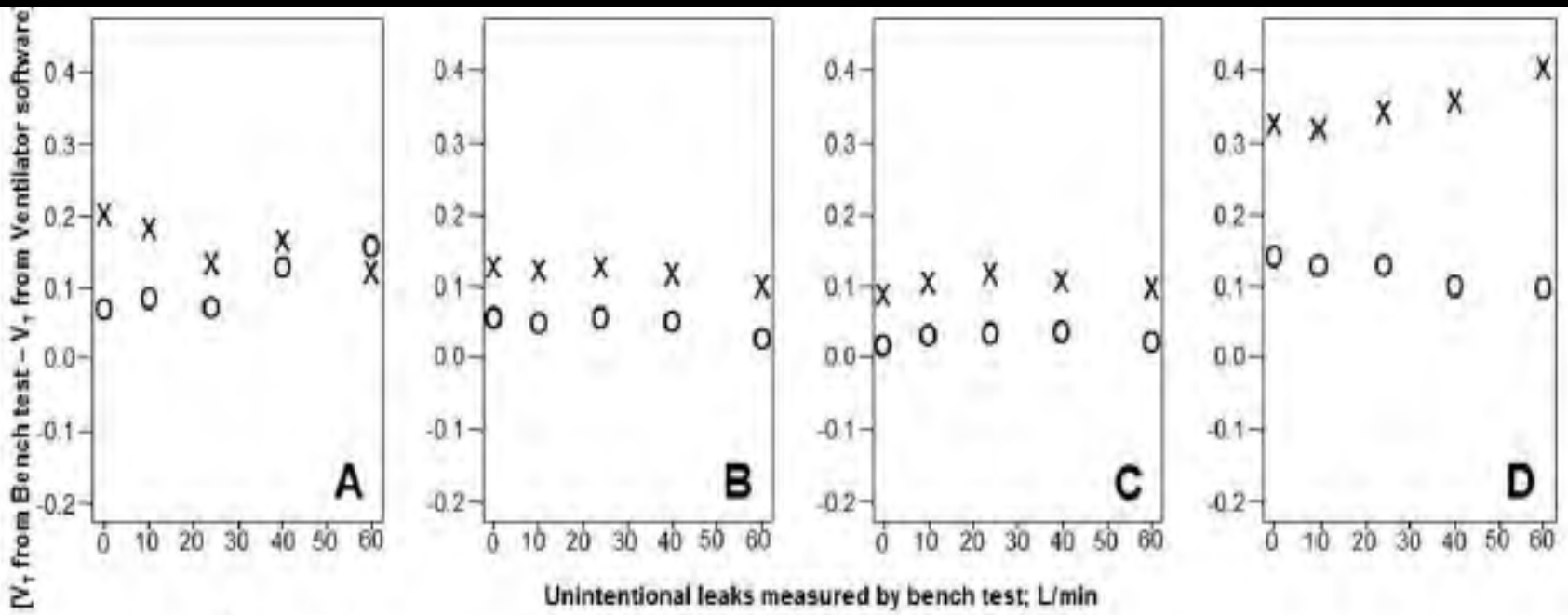


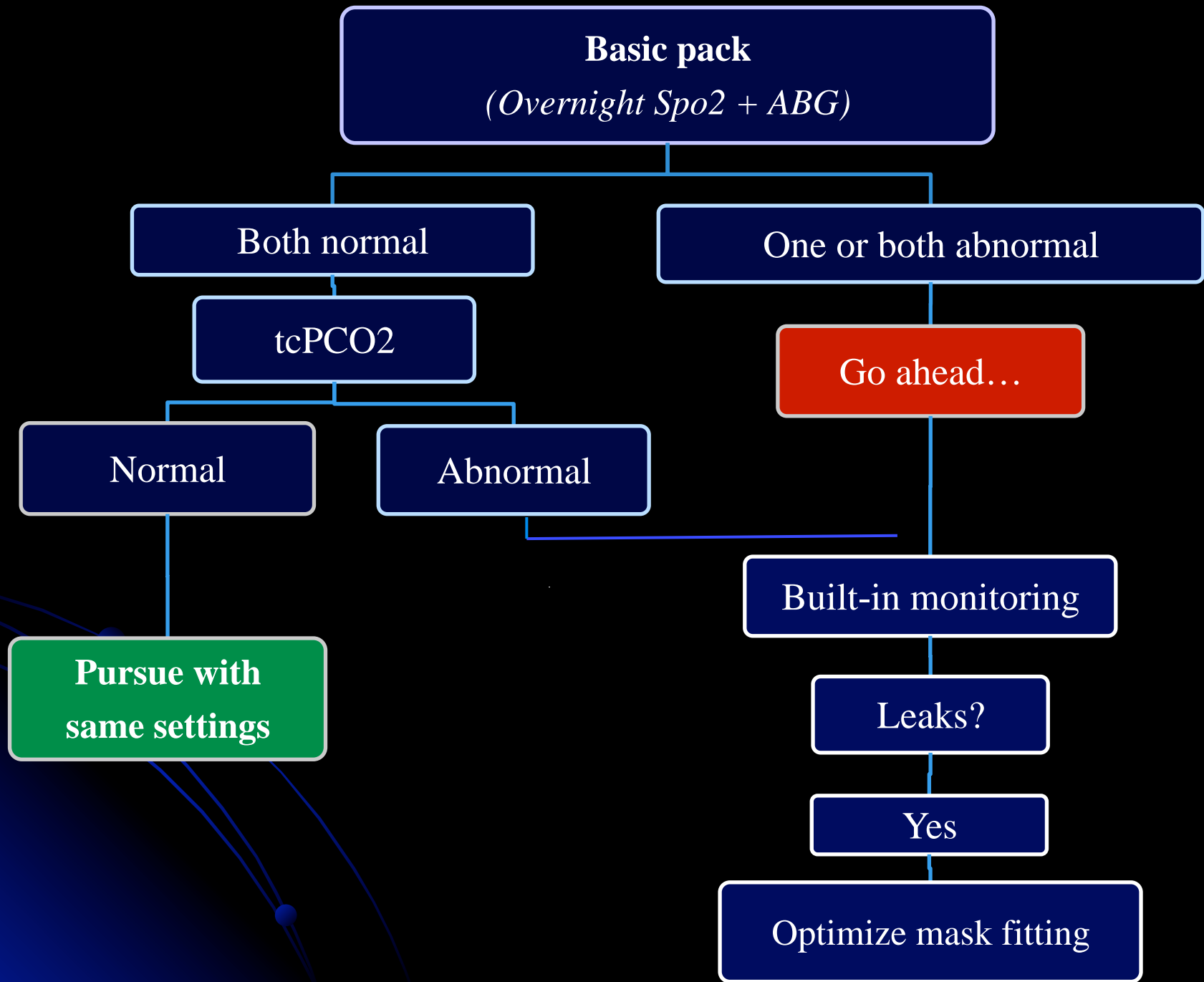
Abdomen



SpO2







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

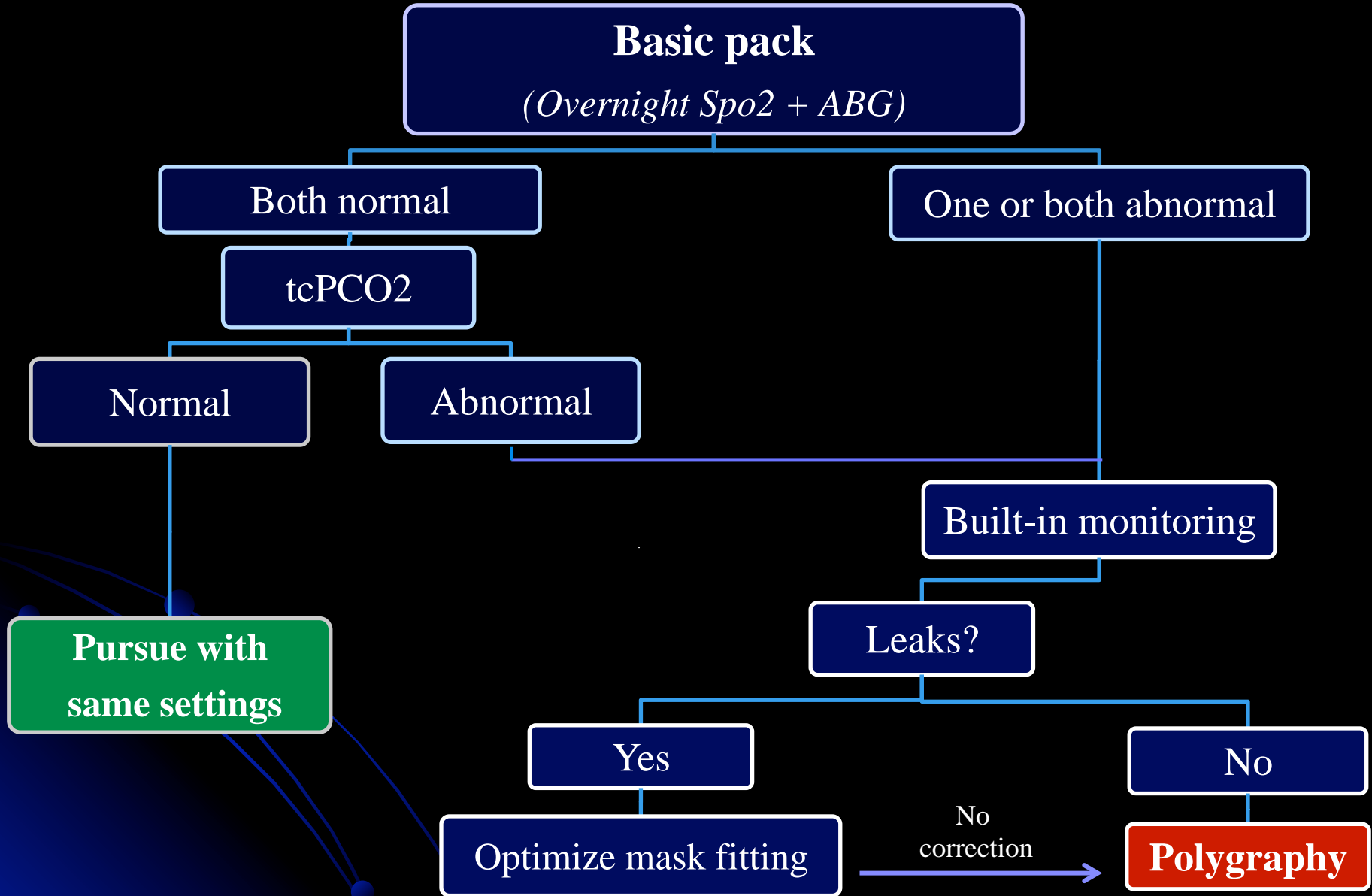


	Patients with optimal NIV
Reslink	34
Transcutaneous capnography	61
Usual strategy (Oximetry + ABG)	42
Usual strategy + Reslink	22
Usual strategy + Capnography	42
Noninvasive strategy (Reslink + Capnography)	24
Full strategy (Oximetry + ABG + Reslink + Capnography)	22

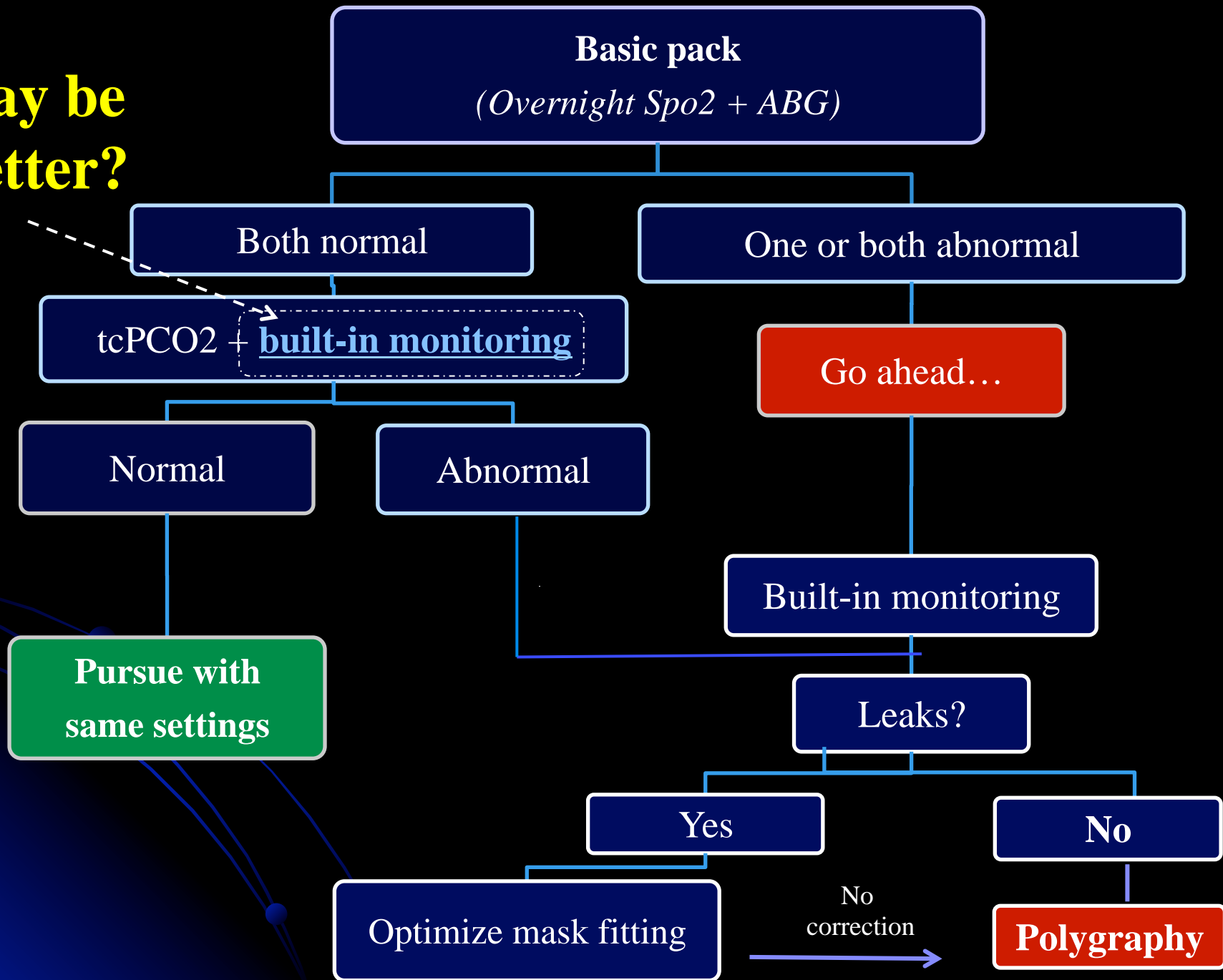
Among them, only 2 (3%) had pathological ABG and were badly classified

The « non invasive » strategy





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

