

Sfax: 8 MAI 2014



Pléthysmographie dans l'Insuffisance Respiratoire Chronique: Intérêt et Interprétation

Helmi BEN SAAD (MD, PhD)

helmi.bensaad@rns.tn

ERS National Delegate (2013-2016)

ERS Spirometry train-the-trainer



Sfax: 8 MAI 2014



Pléthysmographie dans l'IRC: Intérêt et Interprétation

Helmi BEN SAAD (MD, PhD)

helmi.bensaad@rns.tn

ERS National Delegate (2013-2016)

ERS Spirometry train-the-trainer



QUESTION 1

Le diagnostic positif 'un déficit ventilatoire obstructif proximal est retenu devant un rapport:

1. $VEMS/CVF < 0,70$
2. $VEMS/CVF < \text{limite inférieure de la normale}$
3. $VEMS/CVF < 0,70$ et un $VEMS < 80\% \text{théo}$
4. $VEMS/CVF < 88\% \text{théo} (\text{♂})$ ou $< 89\% \text{théo} (\text{♀})$
5. $VEMS/CVL < \text{limite inférieure de la normale}$

1. Viegi et al.2000

2. **ATS** 1981

3. GOLD 2001

4. ERS 1983

5. **ATS/ERS 2005**

QUESTION 2

Le diagnostic positif d'un déficit ventilatoire restrictif est retenu devant une:

1. CPT $< 80\%$
2. CPT $<$ limite inférieure de la normale
3. CVF $< 80\%$ et un VEMS $> 80\%$
4. Baisse proportionnelle du VEMS et la CVF
5. CVF $< 75\%$

1. Non
2. **ATS/ERS 2005**
3. Non
4. Tendence restrictive
5. Non

1^{er} Chapitre:
Pléthysmographie

capacité pulmonaire totale

capacité vitale
(volume maximal mobilisable)

capacité inspiratoire
(muscles inspirateurs)

volume non
mobilisable

muscles
expirateurs

VRI

V_T

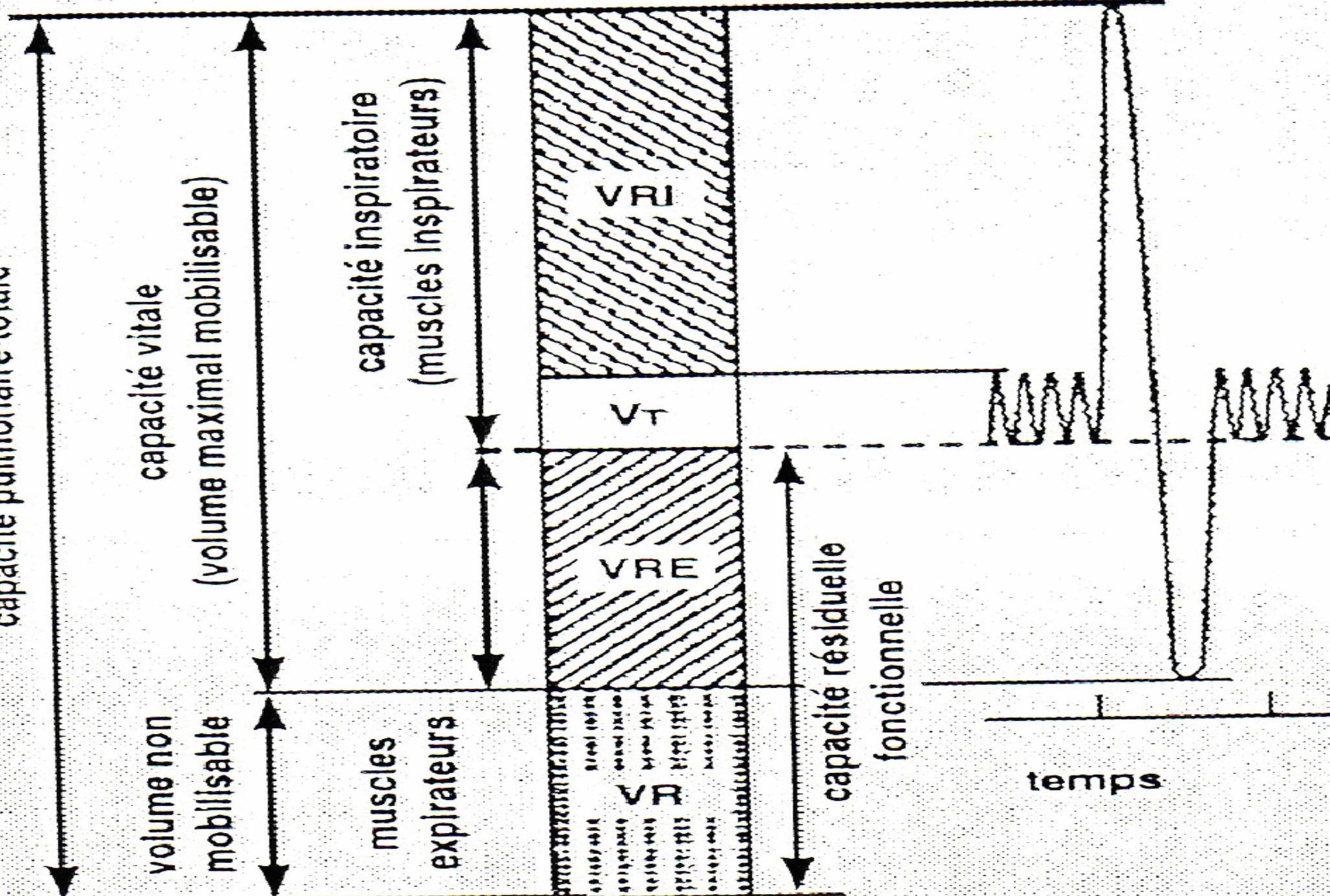
VRE

V_R

capacité résiduelle
fonctionnelle

CV

temps



PRATIQUE

MESURE Capacité Résiduelle Fonctionnelle (**CRF**)

Volume de Réserve Expiratoire (**VRE**)

CALCUL Volume Résiduel (**VR**) = CRF - VRE

Techniques de mesure de la CRF

- Dilution d'un gaz étranger : He
- Élimination d'un gaz résident : N₂
- Pléthysmographie corporelle
(Volume Gazeux Thoracique (**VGT**))

Spirographie Pléthysmographique

Systeme le plus performant
Mesure avec précision tous les volumes

- ✓ Cher
- ✓ Attention
Étalonnage
Maintenance



Principe de mesure

Loi de Boyle et Mariotte

Loi des gaz parfaits

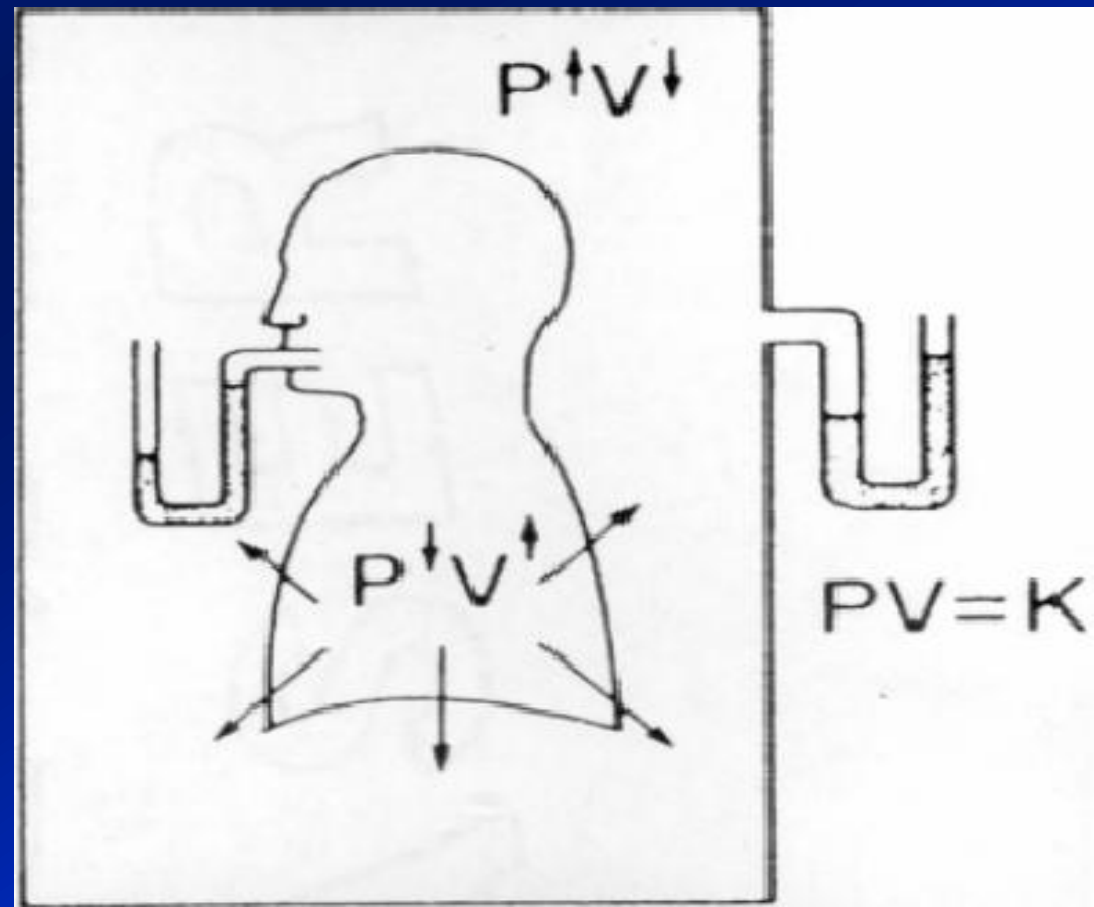
T° cte

Enceinte fermée

$$P \times V = Cte$$

P: pression

V: volume



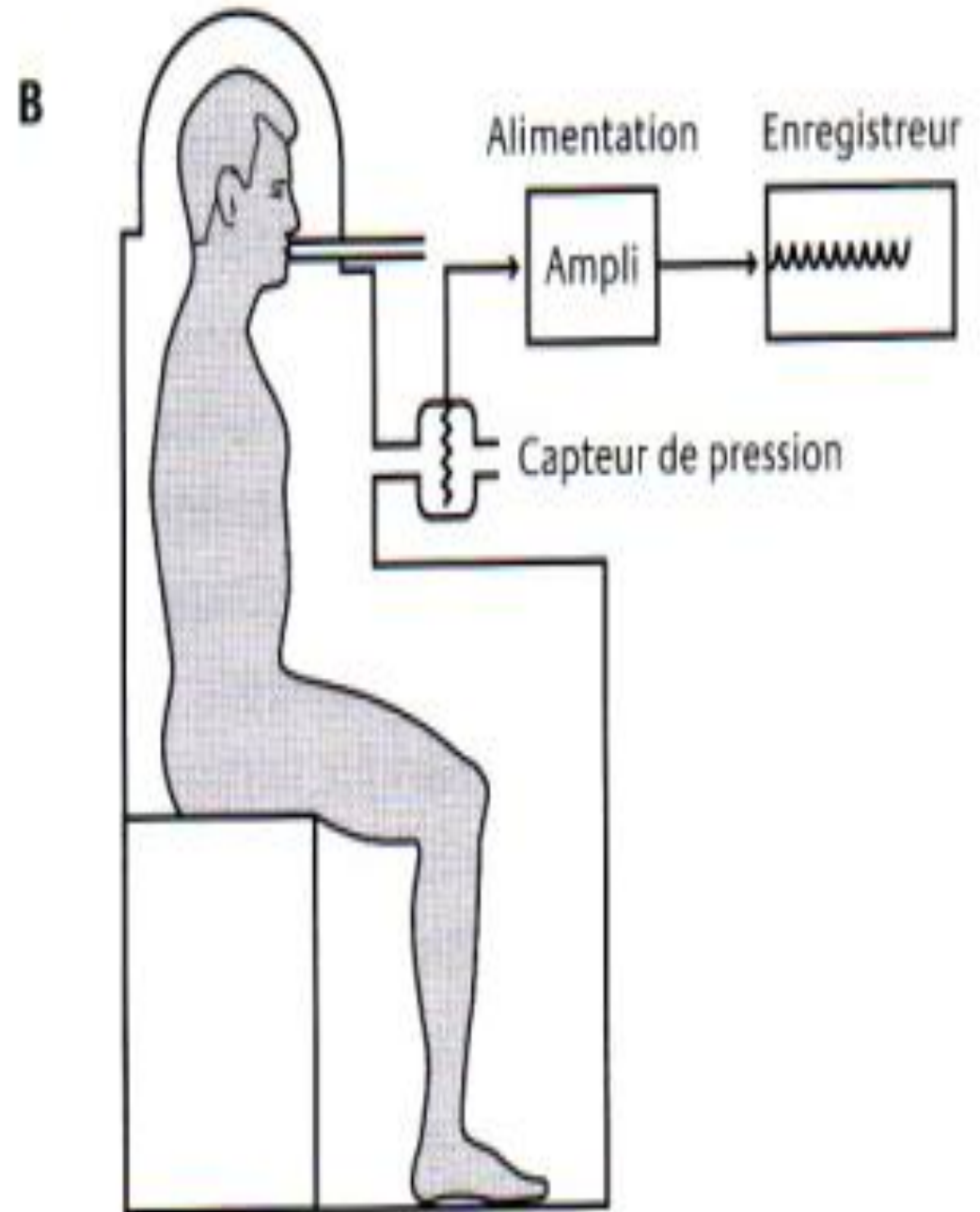
Pléthys. Barométrique

(A volume constant)

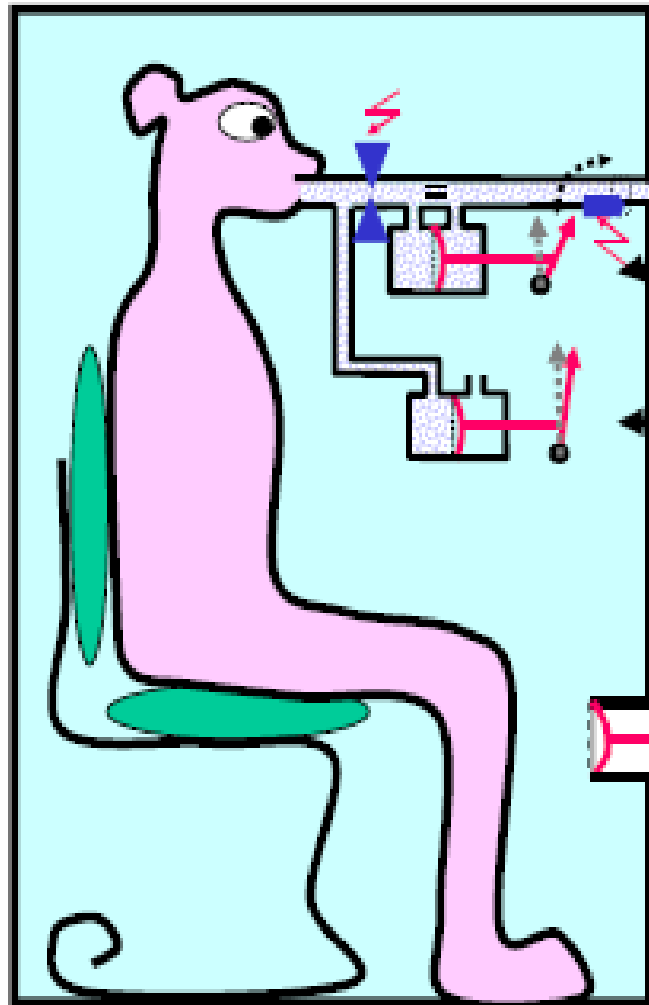
Capteur de pression

Δ Pression - Boite

- Le pléthysmographe barométrique est une boîte totalement étanche.
- Toute variation de Volume (ΔV) est intégralement répercutée en Δ Pression
- Il n'est utilisé que pour mesurer les petites ΔV .



Les capteurs (barométrique)

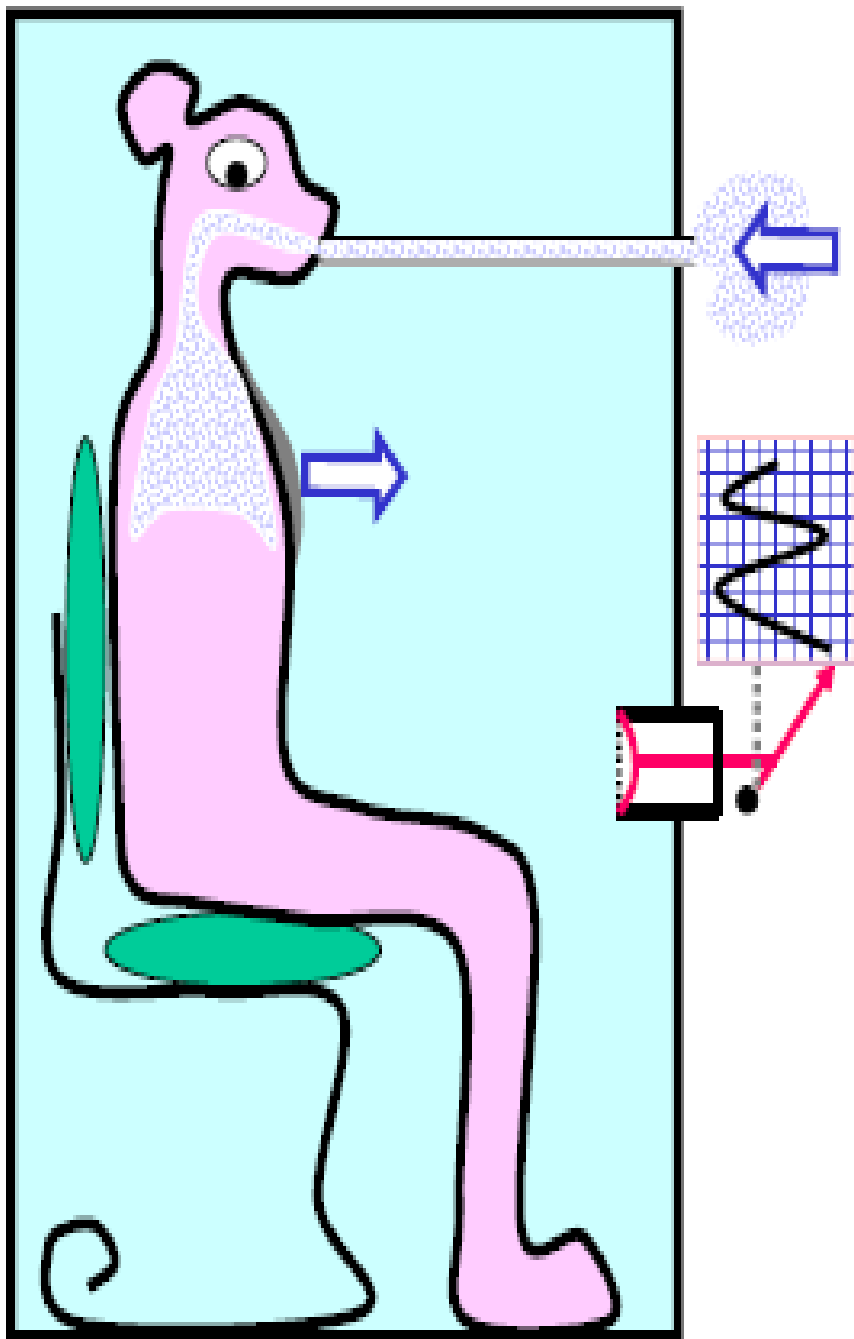


3 capteurs :

Débit (\dot{V}) (pneumotach) ► mesure des RVA

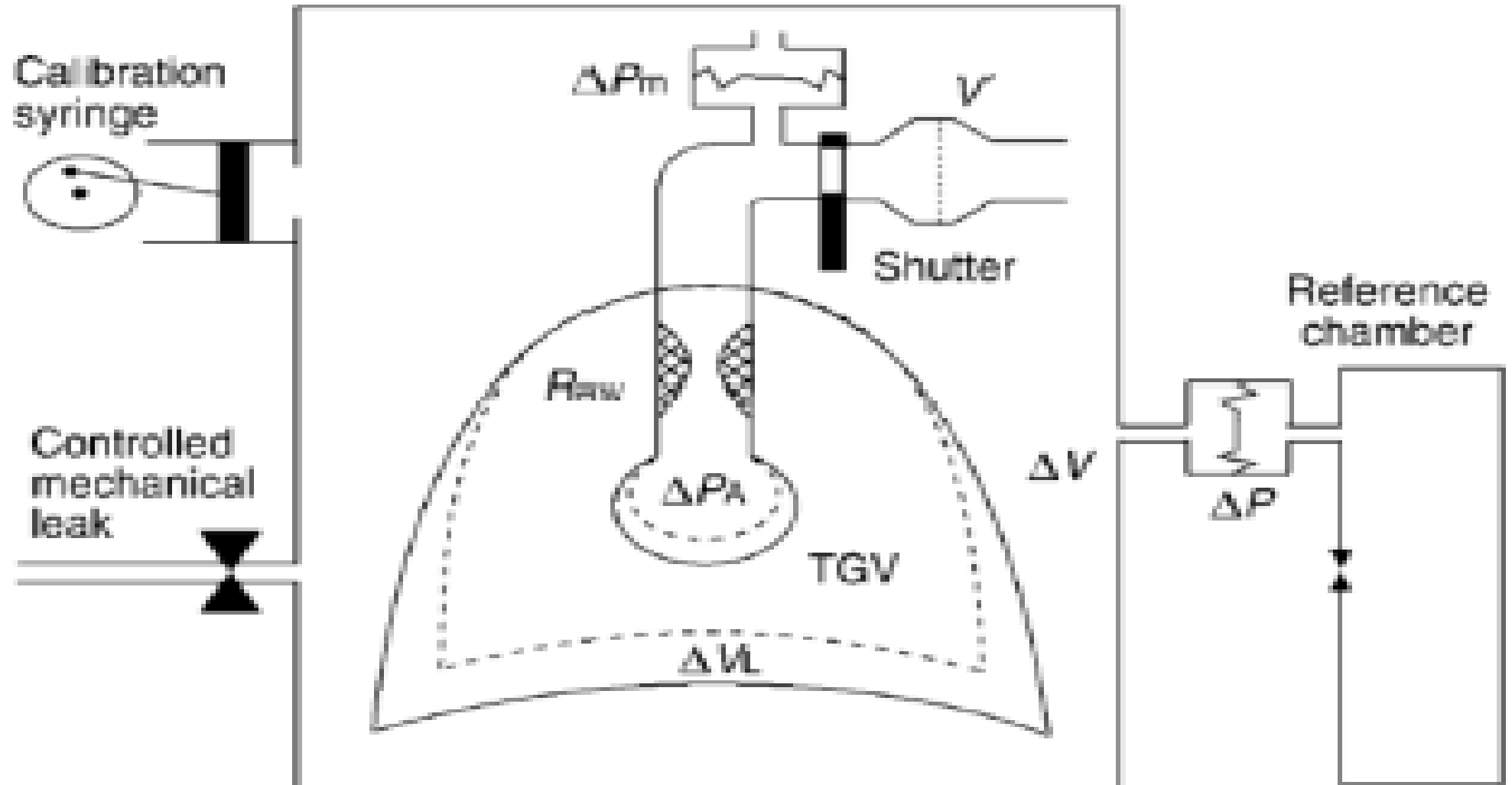
$\Delta P_{\text{buccale}}$ ► mesure du VGT

ΔP_{Boite} ► toutes mesures



- Augmentation du volume du sujet à l'inspiration
 - Mesurée à partir de la surpression provoquée dans la boîte

Pléthysmo barométrique (le plus courant)



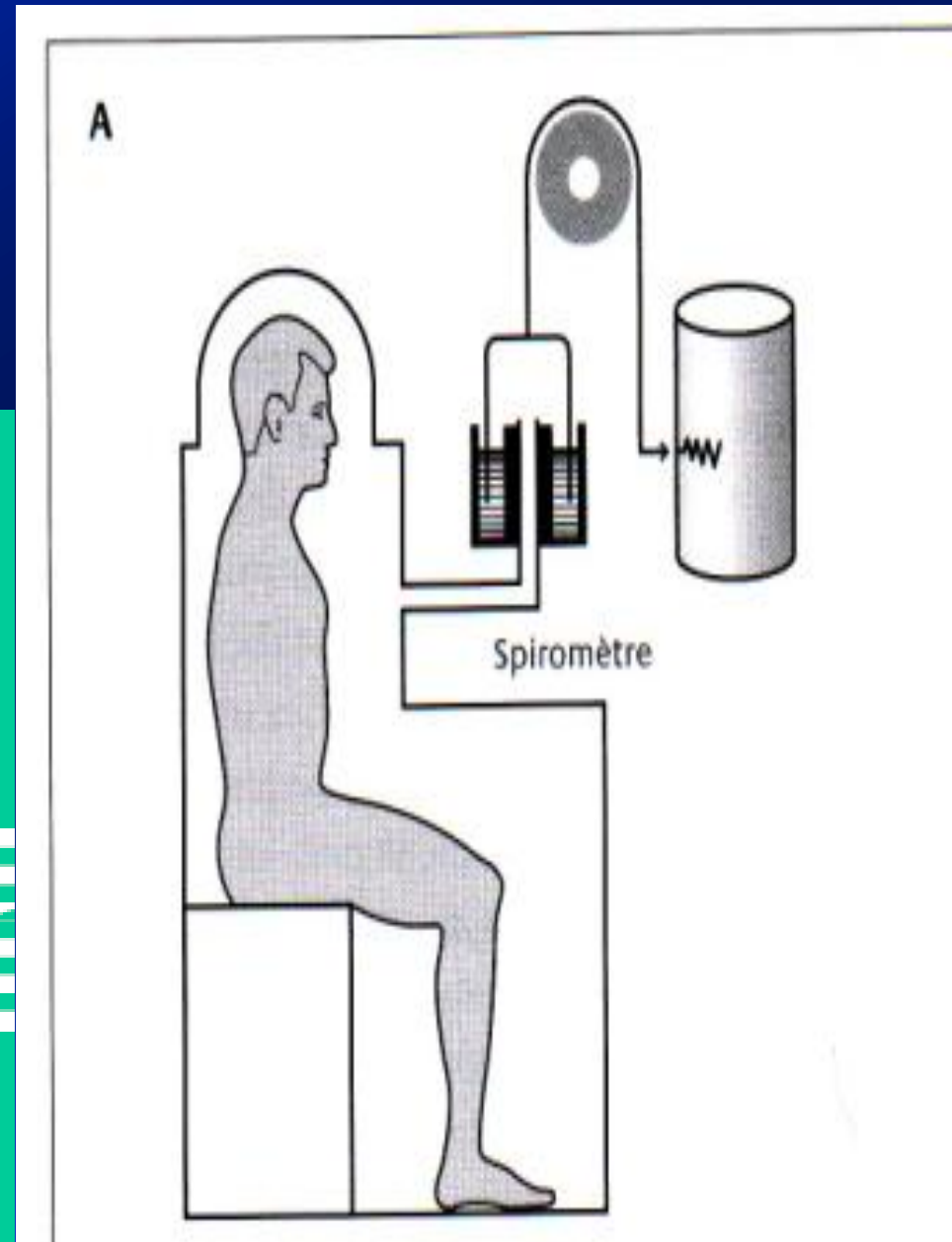
Pléthys. Débitométrique (Volumétrique)

Spiromètre ou pneumotachographe

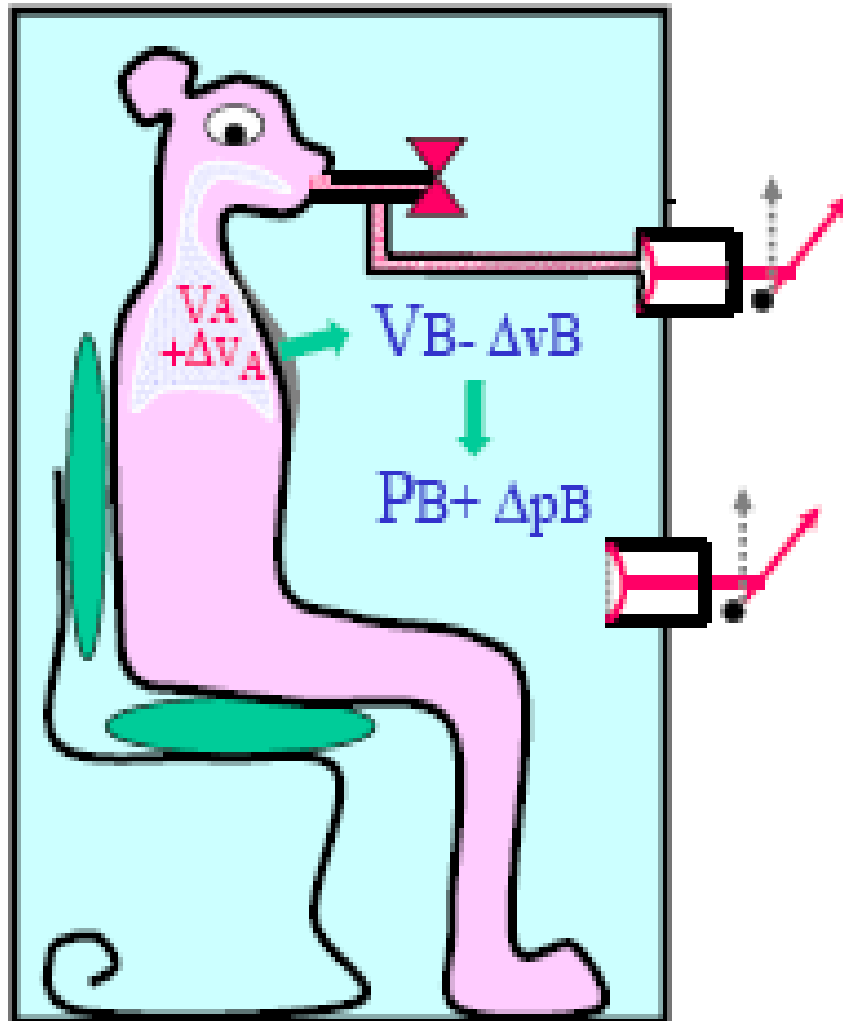
Intégration du signal

Δ Volume - Boite

- Le pléthysmographe débitométrique est ouvert sur l'extérieur par l'intermédiaire d'une grille résistante.
- Les ΔP sont moindres.
- Il est utile pour mesurer les grandes ΔV .



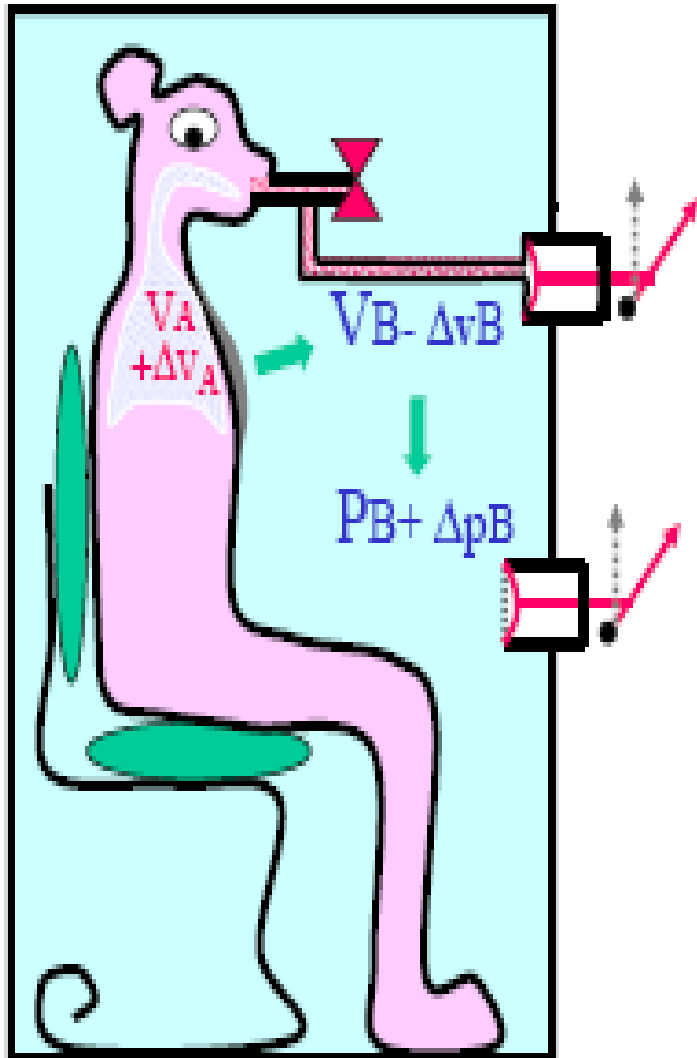
Le Pléthysmographe



- Le pléthysmographe est une boîte de volume gazeux V_B .
- V_A est le volume pulmonaire.
- ΔV_A est la variation de V_A , elle entraîne une variation égale mais opposée ΔV_B qui se répercute sur la variation de pression ΔP_B que l'on mesure

$$\Delta V_A = - \Delta V_B$$

Mesure du VGT



$$P_{alv} \cdot V = (P_{alv} + \Delta P_{alv}) \cdot (V + \Delta V)$$

Avec $V = VGT$

~~$$P_{alv} \cdot VGT = P_{alv} \cdot VGT + P_{alv} \Delta V + VGT \Delta P_{alv} + \Delta P_{alv} \Delta V$$~~

Variations de pression faibles donc ΔP , ΔV négligeable

$$P_{alv} \cdot \Delta V = VGT \cdot \Delta P_{alv}$$

$$VGT = P_{alv} \cdot \Delta V / \Delta P_{alv}$$

P_{alv} = pression alvéolaire = P barométrique moins la pression de vapeur d'eau (47 mmHg)

$$VGT = (\Delta V / \Delta P) \times P_{atm} - 47 \text{ mmHg}$$

ΔP_{alv} = Si on obture les voies aériennes, ΔP_{alv} est égale aux variations de pression mesurées à la bouche

ΔVGT = Pleth débitmétrique: mesure directe
Pleth barométrique ΔP à l'intérieur

ETAPES DE L'EXPLORATION

1. Repos de 10-15 minutes
2. Sujet assis confortablement
3. Explication claire des manœuvres respiratoires demandées
4. Fermeture de la porte

Temps de la stabilisation - température + pression

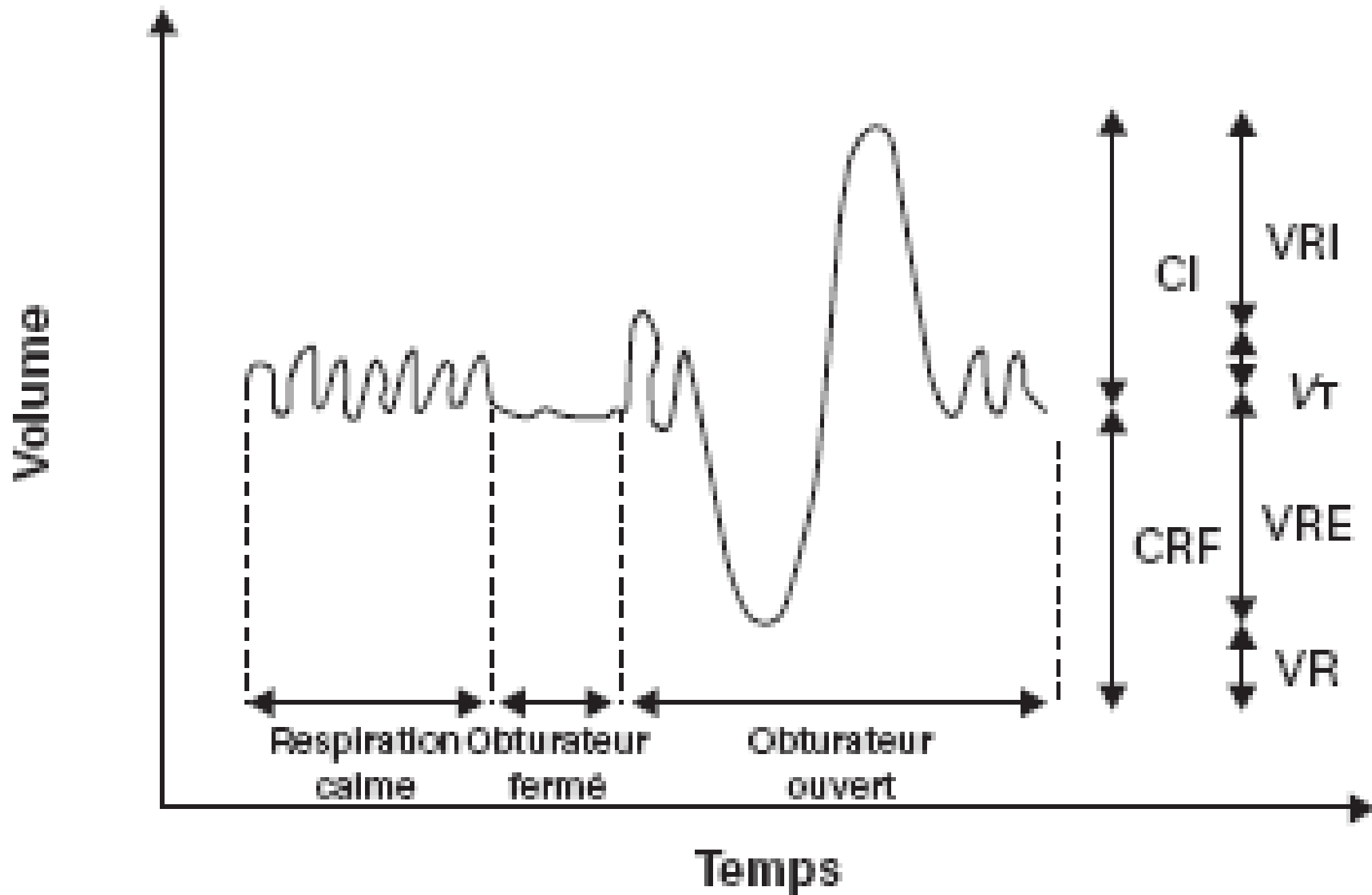
5. Branchement - embout buccal et pince-nez
6. Joues maintenues par les 2 mains
7. Respiration calme: 3 - 10 VT
8. En fin d'expiration, fermeture de l'électro-vanne: 2-3 s
⇒ **Obturation des voies aériennes**
9. 3-5 séries d'halètements - fréquence: 0,5-1,0 Hz

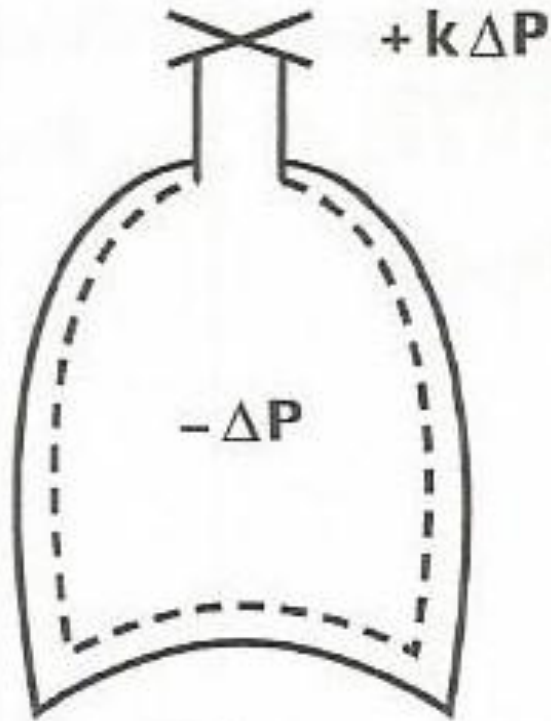
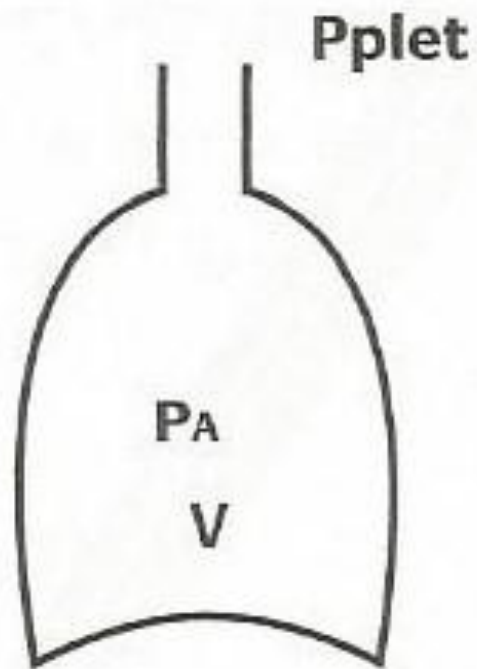
Comprimer/Décompresser le gaz/thorax

10. Manœuvre d'expiration forcée: mesure VRE

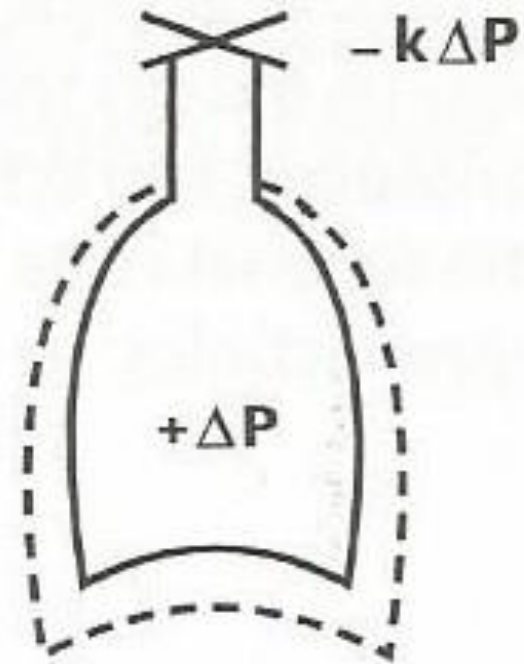
$$VR = VGT - VRE$$

$$CPT = CV + VR$$





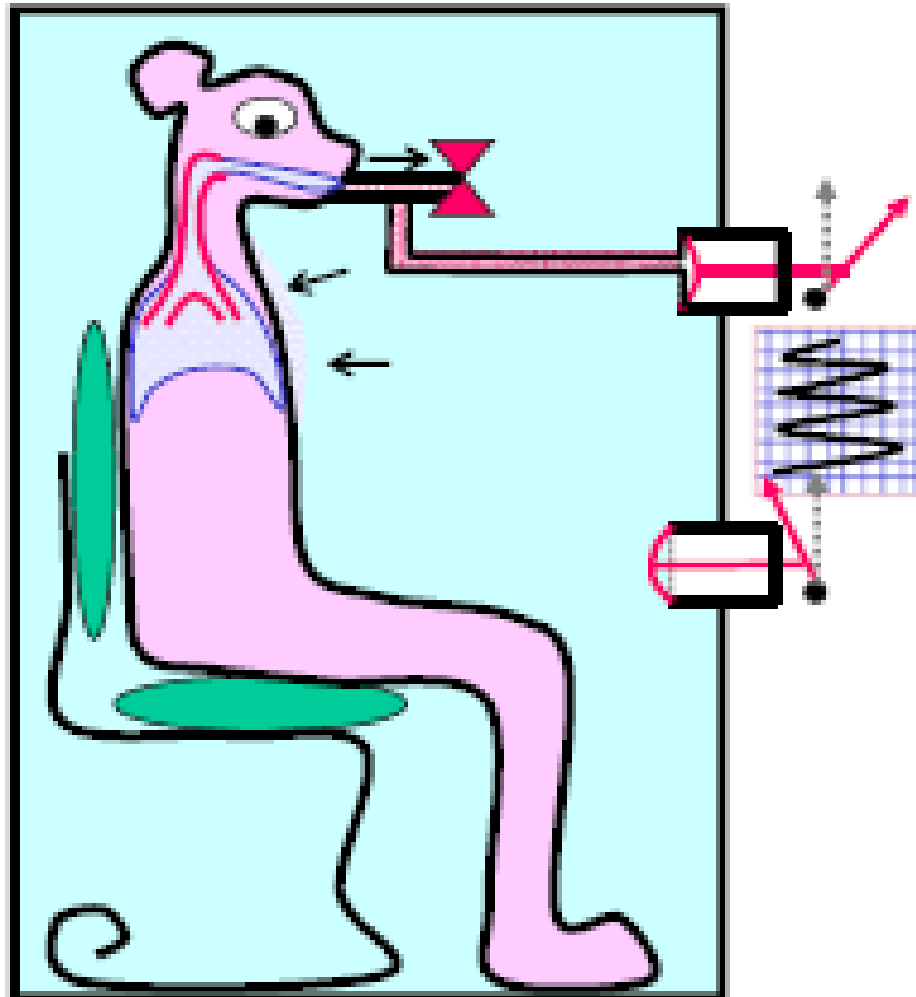
Efforts
inspiratoires



Efforts
expiratoires

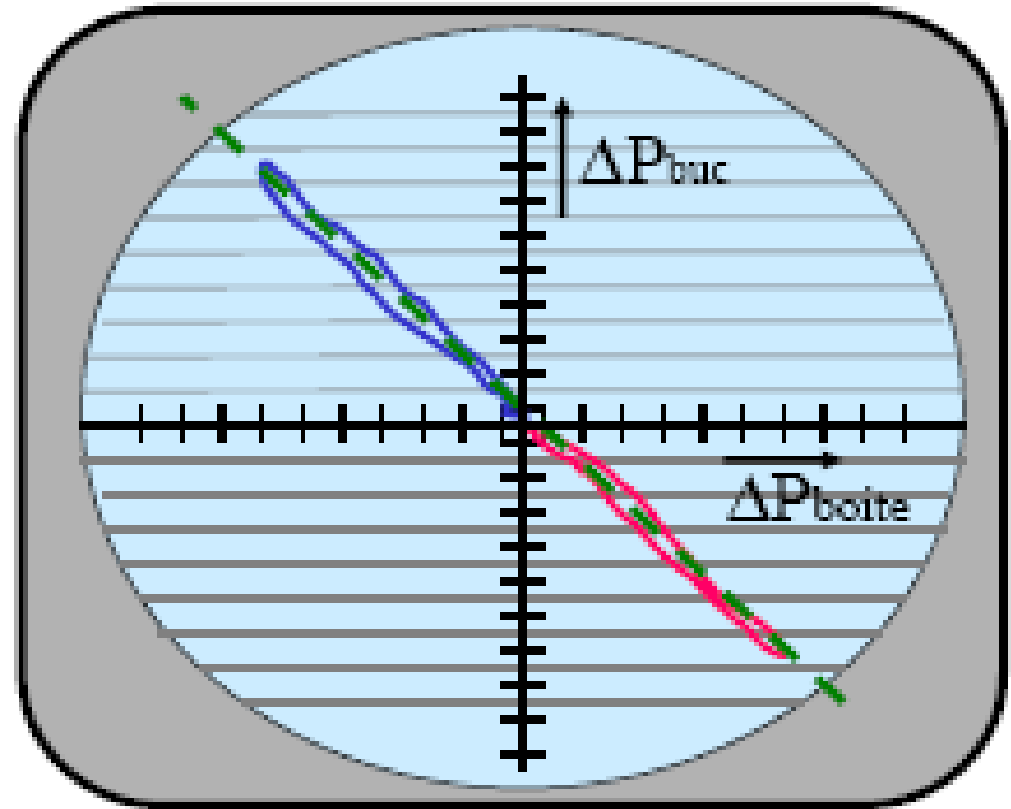
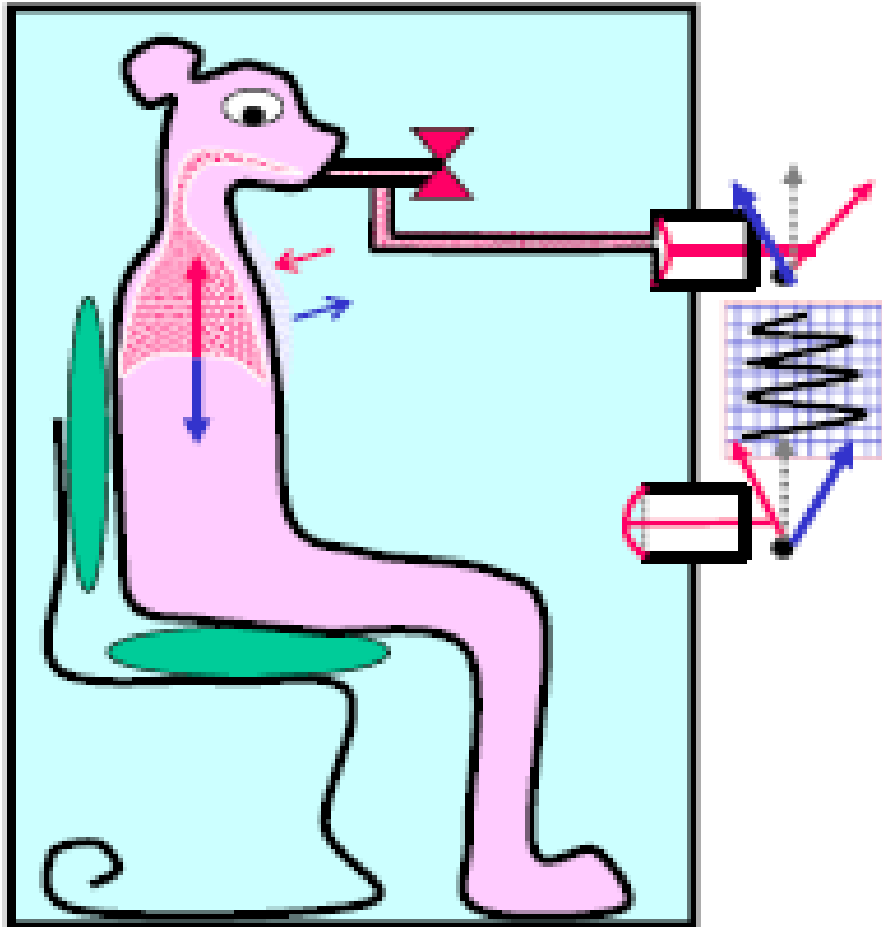
Effectués voies aériennes fermées

Mesure du VGT



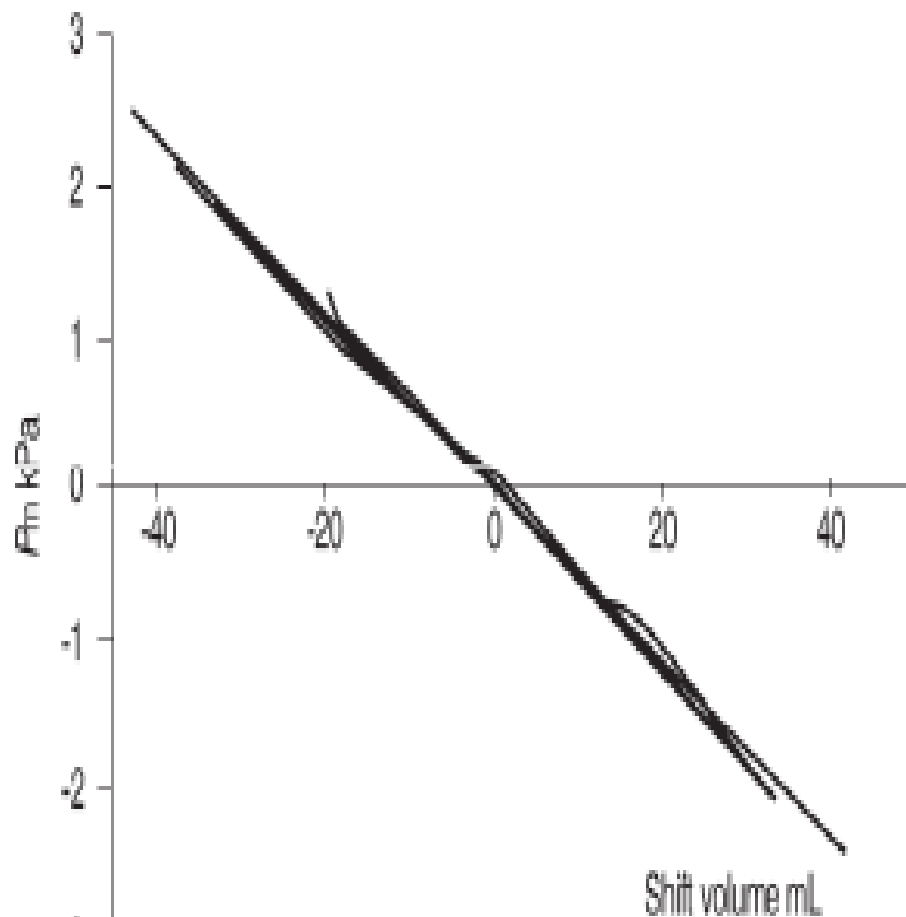
- La respiration est bloquée à la bouche. Des efforts successifs de compression-détente du **Volume gazeux thoracique** (VGT) sont réalisés
- La pression buccale et le volume comprimé sont mesurés. VGT est calculé (Mariotte)
- Les Δ de P_{buc} en circuit fermé sont équivalentes aux Δ de P_{alv}

Mesure du VGT



ΔP_{buc} représente ΔP_{alv}
 ΔP_{boite} proportionnel à ΔV_{alv}

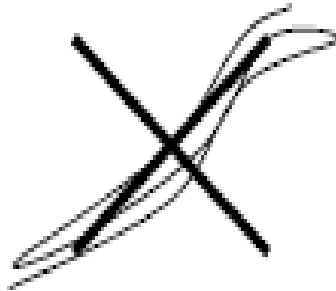
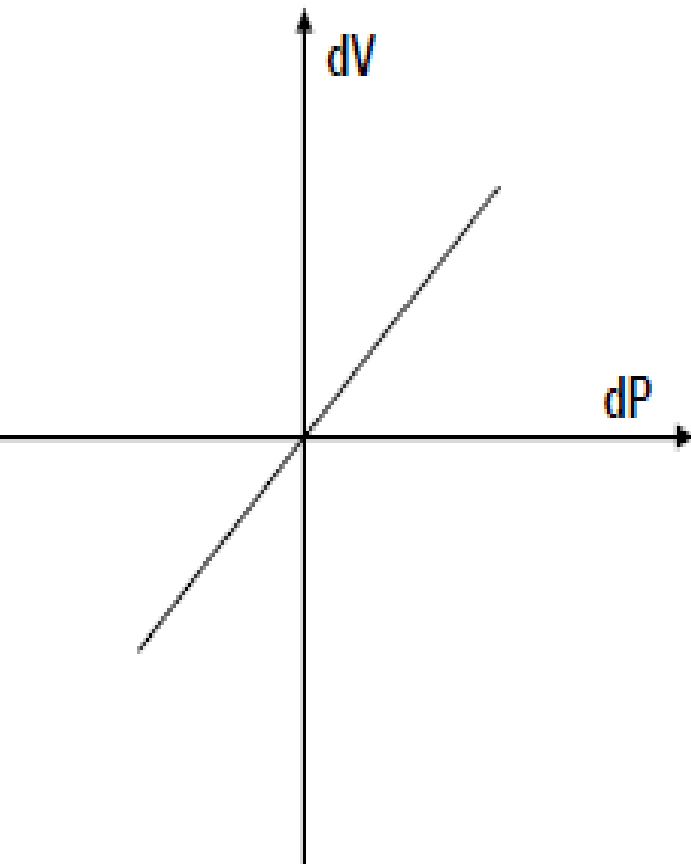
VGT « idéal »



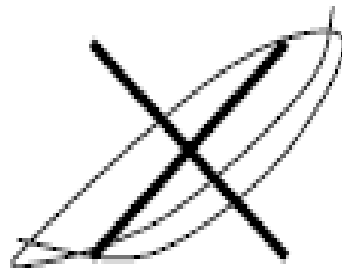
3 à 5 manœuvres

- Effort respiratoire sur le clapet fermé qui montre la pression buccale (P_m pour mouth) en fonction de la variation de volume
- Effort expiratoire P_m positive et inversement
- La pente P_m vs ΔV est proportionnelle à la CRF_{pleth}
- Bonne coordination des efforts inspiratoires et expiratoires

VGT « pas idéal »



Calcul de pente « pifométrique »



Mesure des résistances des voies aériennes: Raw

2^{ème} intérêt majeur

Raw = différence de «Pression/Débit »

- Δ pression: bouche-alvéole (pléthysmographe)
- Δ débit: bouche (respiration calme ou halètement)

Résistance

P₁
cmH₂O



P₂

$$R = (P_1 - P_2) / \text{débit}$$

cmH₂O / (L/s) ou kPa/L/s

Reproductibilité : 10-15%

Valeurs normales : 1,5-2

Raw: variation non linéaire avec le volume pulmonaire
Niveau de volume pulmonaire?

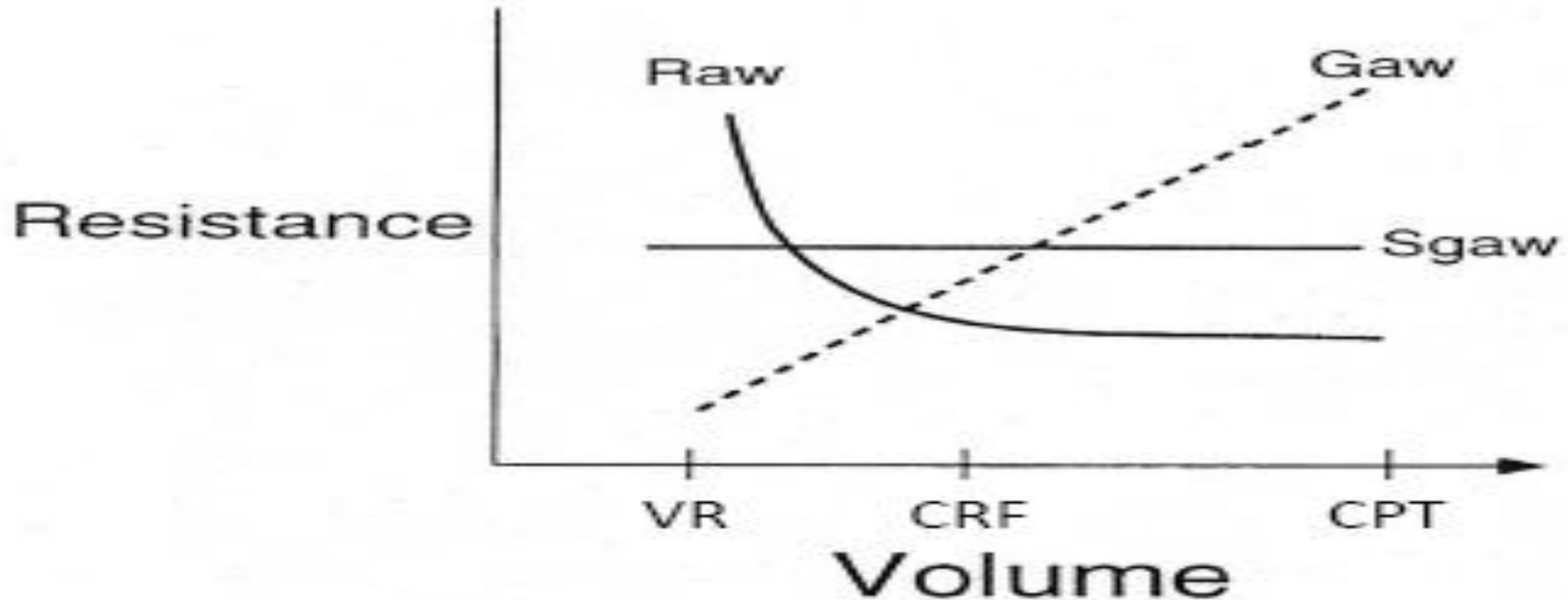
: ↑ Obstruction bronchique

Conductance (**Gaw**): 1/résistance

: variation linéaire avec le volume

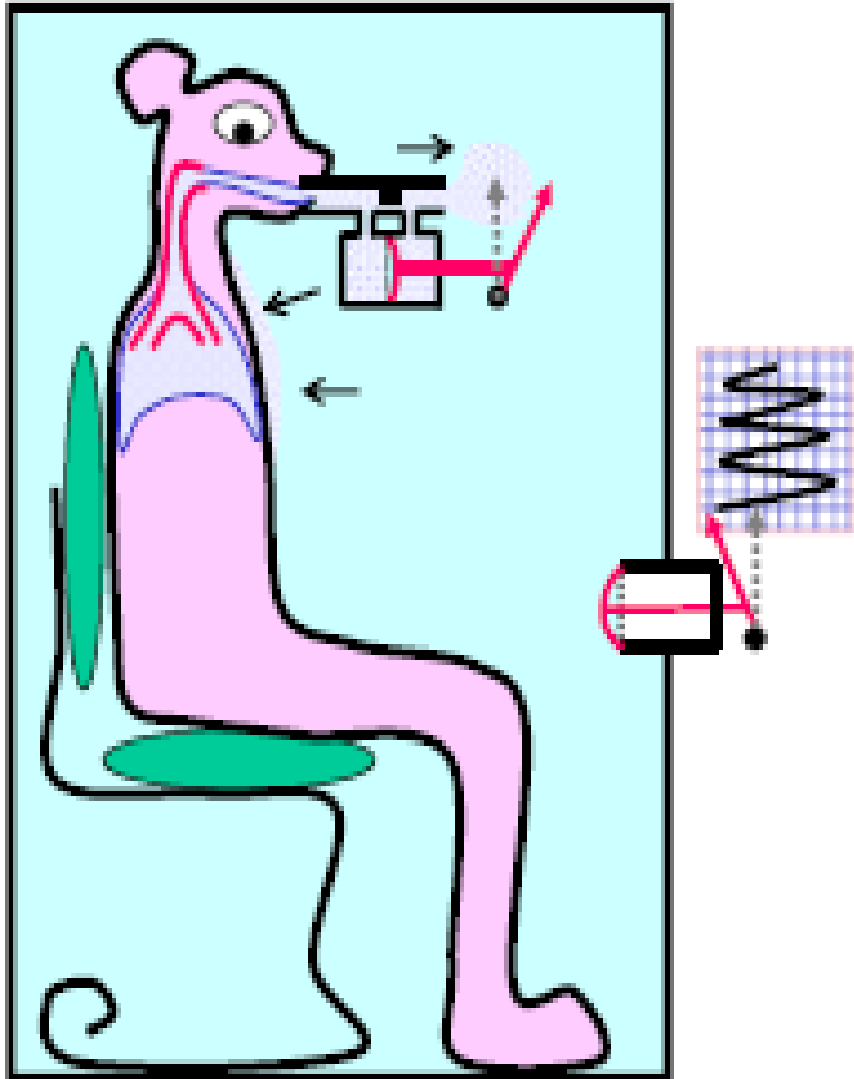
Conductance spécifique (**sGaw**): $Gaw/volume$ de mesure

SGaw ou Raw?



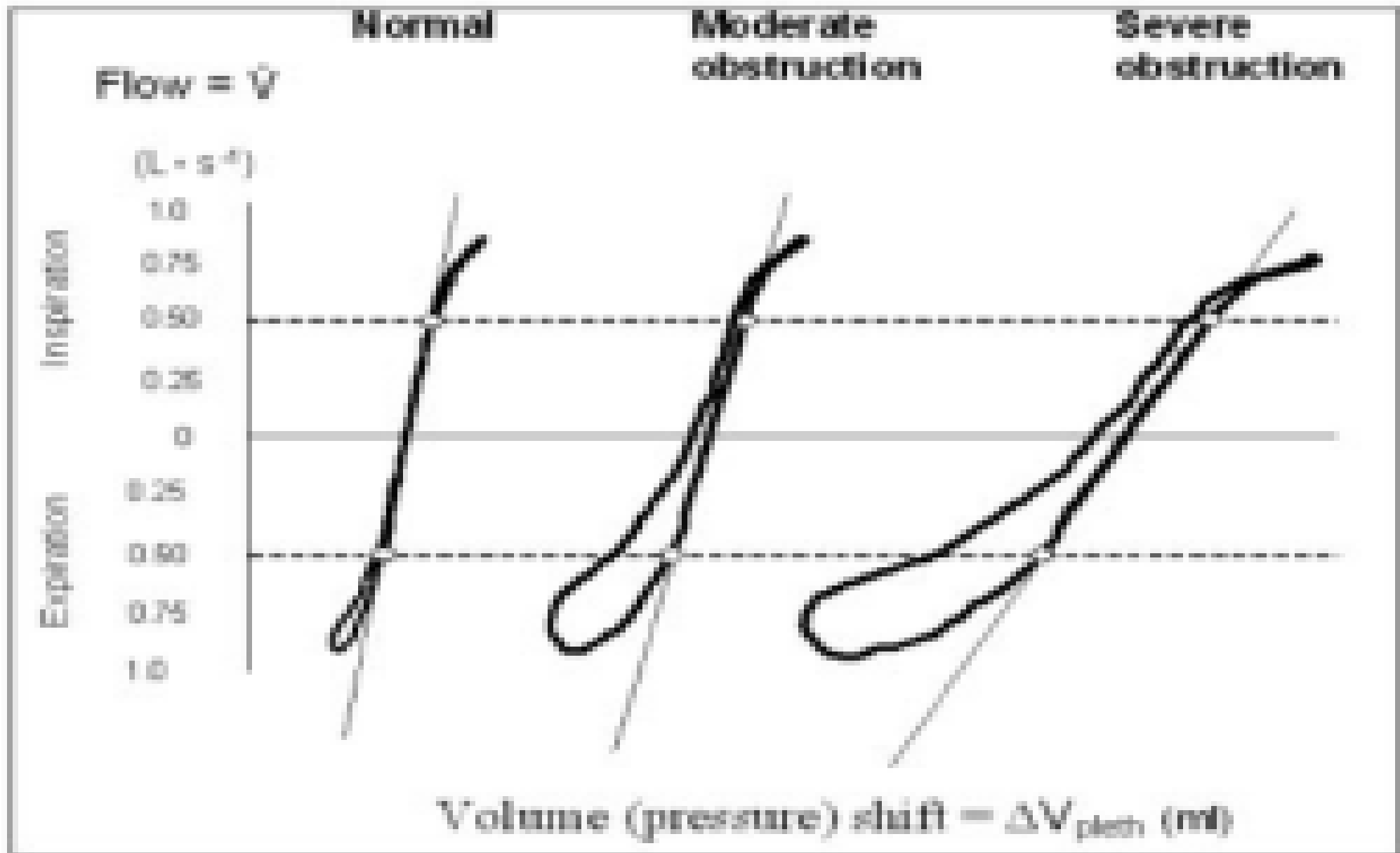
SGaw: le plus adapté si volumes très anormaux

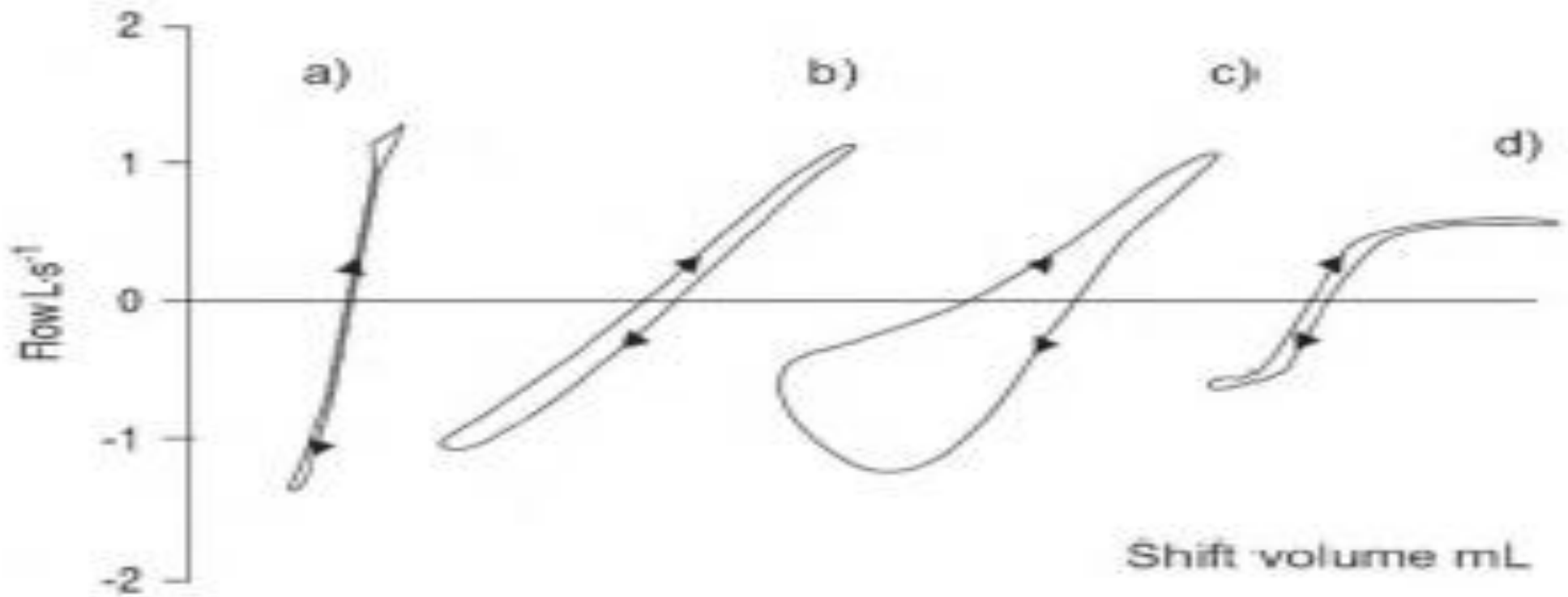
Les Résistances pléthysmographiques



- Le Sujet respire dans le pneumotach, rapport entre la valeur de ΔP_{alv} et le débit buccal définit les résistances des voies aériennes
- $R_{aw} = \Delta P_{alv} / \text{débit buccal}$
- On mesure facilement les débits buccaux à l'aide du pneumotach mais on ne peut mesurer facilement la P_{alv} en présence d'un débit

sRaw0.5





a) Sujet normal

b) $\uparrow R^{\text{ces}}$ des VA proximales (aucune atteinte distale)

c) DVO (inhomogénéité de ventilation distale)

d) Sténose fixée ou fonctionnelle des VAS

xxx Mesures – Temps court

3 mesures reproductibles (< 5%)

SUJET NORMAL:

Résultats plethysmographiques: ~ autres techniques

SUJET OBSTRUCTIF:

Résultats pléthysmographiques > autres techniques

Air «trappé»: territoires très mal ventilés ou exclus

(certaines bulles)

2^{ème} chapitre:

**Insuffisance Respiratoire
Chronique**

IRC:

Anomalie de l'hématose ($\text{PaO}_2 < 70 \text{ mmHg}$):

- Retrouvée à plusieurs reprises**
- A plusieurs semaines d'intervalle**
- En état stable (pas d'effort)**
- En l'absence ou à distance de facteur
aggravant temporaire (infection
bronchopulmonaire, pneumothorax,...)**

IRC GRAVE:

$\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$ ou

$\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ associée à une complication:

- HTAP
- Insuffisance ventriculaire droite
- Polyglobulie

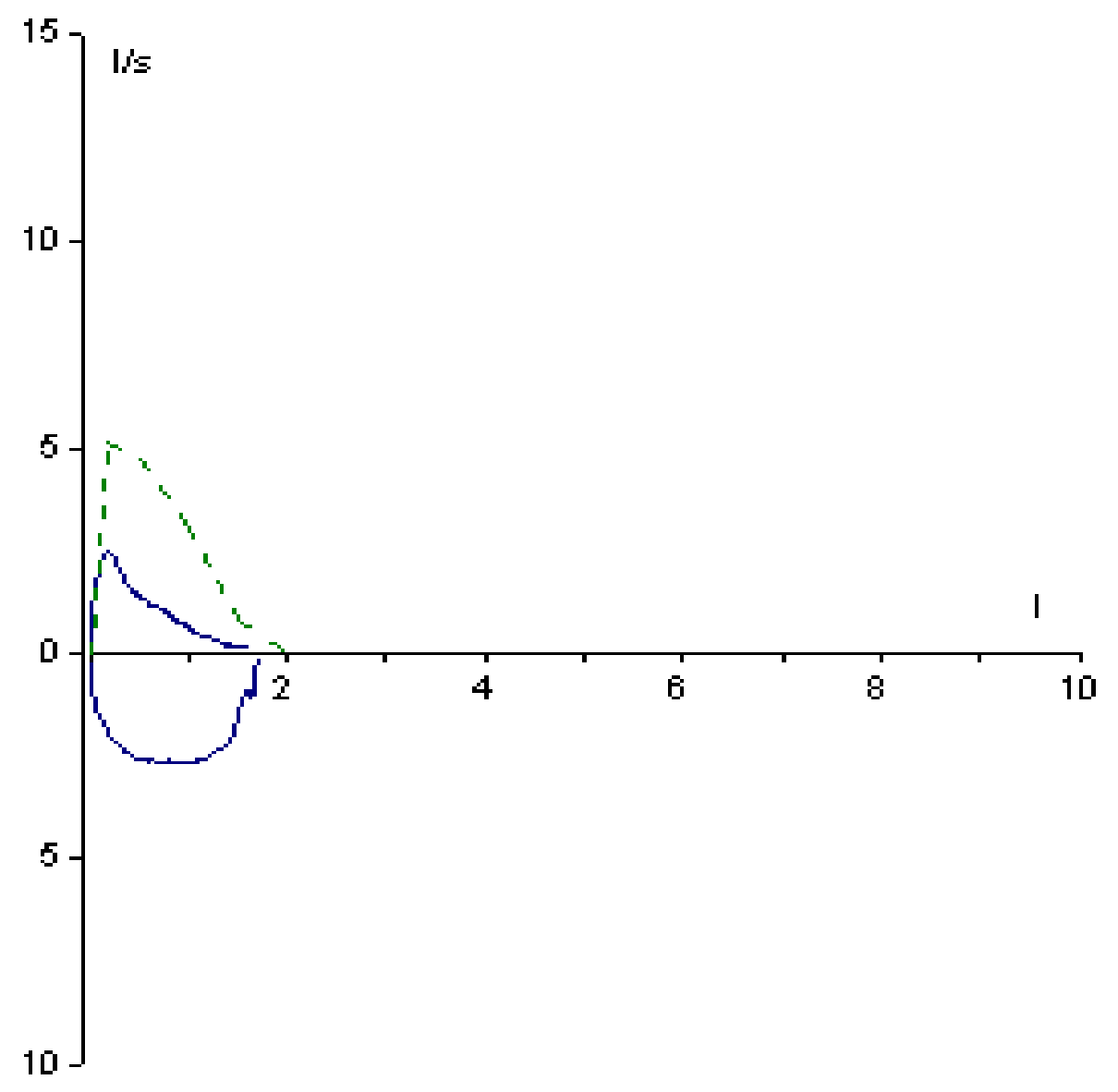
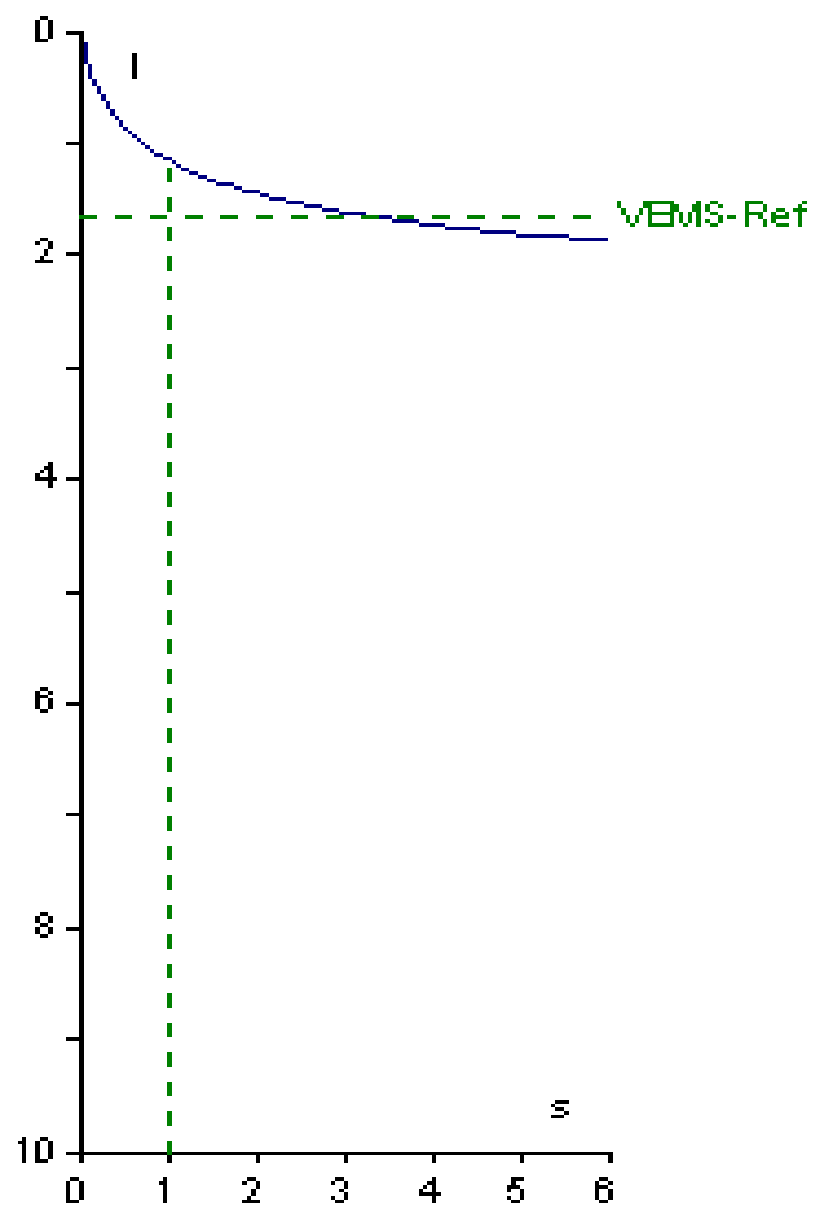
IRC

- **IRCO:** IRC **O**bstructive
- **IRCR:** IRC **R**estrictive
- **IRCM:** IRC **M**ixte

1^{er} message:

**Définition des déficits
ventilatoires obstructifs (DVO)**

DVO PROXIMAL



DVO PROXIMAL

Quelle définition faut-il choisir
pour le déficit ventilatoire obstructif ?

Rev Mal Respir 2007 ; 24 : 323-30

H. Ben Saad¹, R. Ben Attia Saafi¹, S. Rouatbi¹, S. Ben Mdella¹, A. Garrouche², A. Zbidi¹,
M. Hayot³, Z. Tabka¹

Rapport **VEMS/CV** avant la prise de bronchodilatateur < **LIN**

A défaut,

Rapport **VEMS/CVF** avant la prise de bronchodilatateur < **LIN**

DVO PROXIMAL

Gravité des anomalies de la spirométrie en fonction du volume expiratoire maximal pendant la première seconde (VEMS).

Degré de gravité	VEMS % v. réf
Léger	> 70
Modéré	60-69
Assez grave	50-59
Grave	35-49
Très grave	< 35

% v. réf. = en % de la valeur de référence.

DVO DISTAL

Obligatoirement les 3 conditions suivantes:

Rapport $VEMS/CV$ (ou $VEMS/CVF$) $> LIN$ et

$CVF > LIN$ et

Débits périphériques

($DEM_{x\%}$ surtout $DEMM$) $< LIN$

2^{ème} message:

**Définition du déficit ventilatoire
restrictif (DVR)**

DV Restrictif

Définie par une baisse de la CPT

< 80%: non

< 75%: non

Définie par une baisse de la CVF

< 80%: non

< 75%: non

- Peut débuter par une ↓ du VR et de la CRF avec une CV relativement conservée
- Neuromusculaire: CRF plus réservée que la CV

Capacité pulmonaire totale (CPT) calculée < LIN

Degré de gravité (ATS. Am Rev Respir Dis 1991)	
Degré de gravité	Définition
Léger	$70\% \leq \text{CPT} < \text{LIN}$
Modéré	$60\% \leq \text{CPT} < 70\%$
Grave	$\text{CPT} < 60\%$
Pourcentage de la valeur de référence	

DVR origine pariétale ou parenchymateuse

DLCO: rôle xxxx

↓ **VR**: origine parenchymateux

↑ **VR**: atteinte des muscles expiratoires

3^{ème} message:

**Définition du déficit ventilatoire
mixte (DVM)**

Déficit ventilatoire mixte

CPT

< LIN

ET

VEMS/CV (VEMS/CVF) < LIN

Question.

Comment quantifier la gravité de l'obstruction bronchique en cas de déficit ventilatoire mixte?

Grading the severity of obstruction in mixed obstructive-restrictive lung disease.

Chest. 2011 Sep;140(3):598-603. Epub 2011 Mar 17.

Gardner ZS, Ruppel GL, Kaminsky DA.

Rationnel: Déficit ventilatoire mixte:

VEMS (%) – Classification

Gravité de l'obstruction bronchique

Surestimation du degré de gravité

Proposition:

VEMS (%)/CPT(%)

Degré de gravité

VEMS /CPT % v. réf

Léger

> 70

Modéré

60-69

Assez grave

50-59

Grave

35-49

Très grave

< 35

% v. réf. = en % de la valeur de référence.

Grading the severity of obstruction in mixed obstructive-restrictive lung disease.

Degré de Gravité		VEMS (%)	VEMS/CPT (%)
Léger ou modéré	$> 60\%$		
Grave ou Très grave	$< 49\%$		

4^{ème} message:

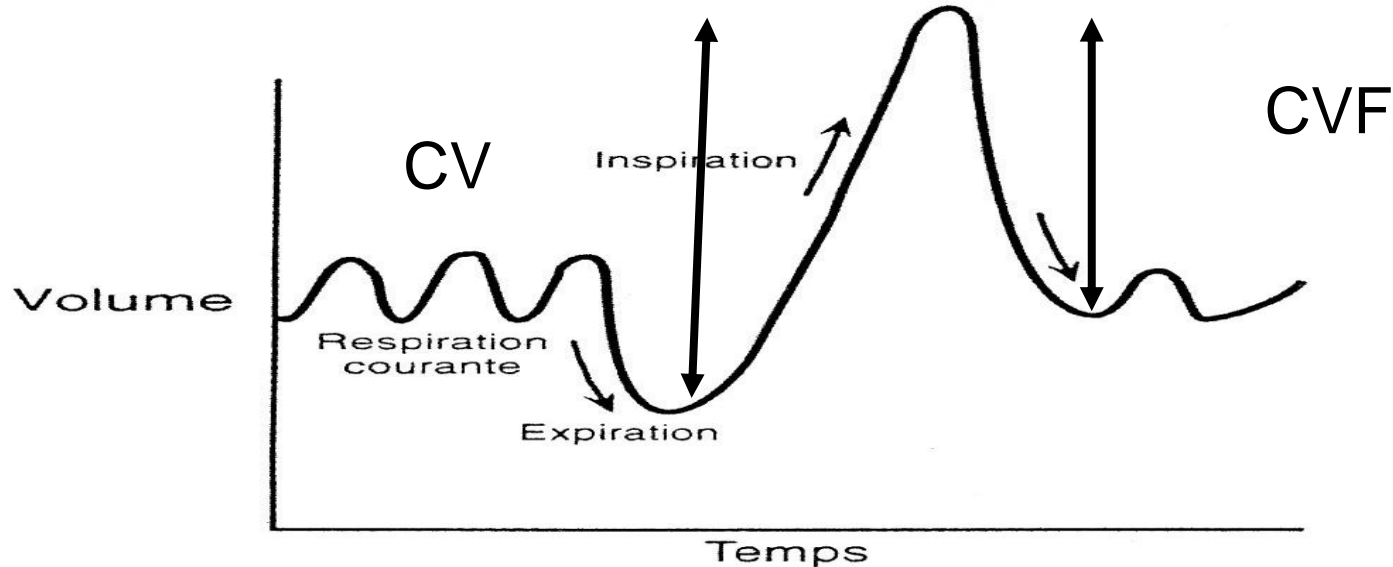
Piégeage aérien

«Trapping phenomena»

Piégeage aérien

Pratique (ERS₂₀₀₁)

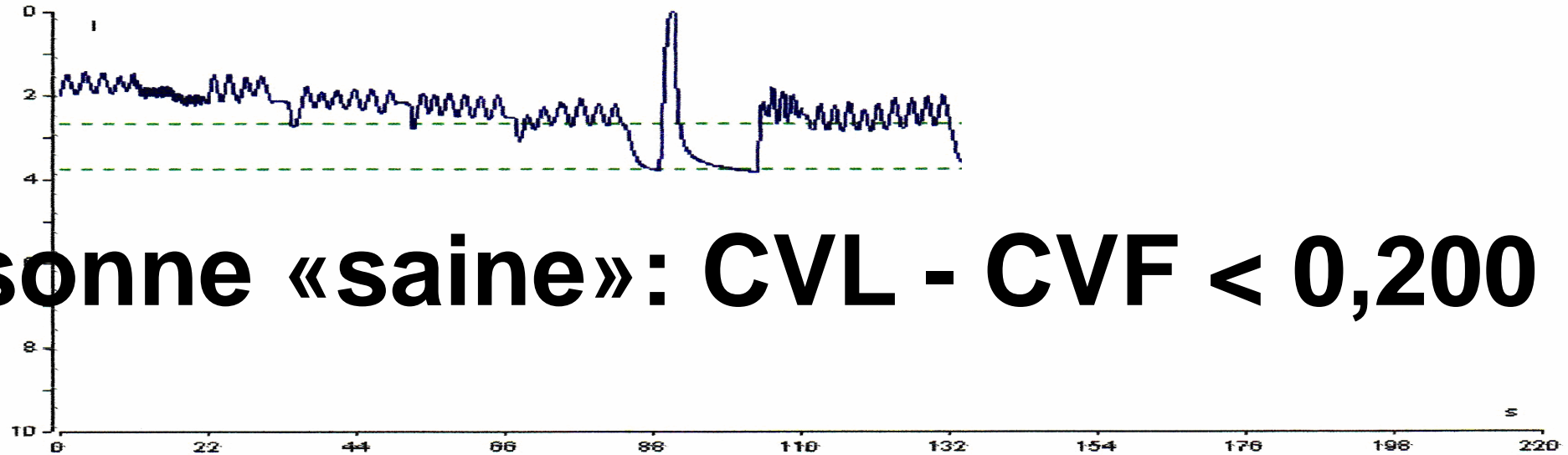
Δ^{ic} : Capacité vitale « lente-forcée » > 0,200 L
Témoin: obstruction bronchique



Piégeage aérien

161 cm, 61 kg, fém. *18.08.1958 =46ans
mesuré le 07.04.2005 à 10:42 h

Capacité Vitale Lente



Paramètre	Valeur	%Théor.	Théor.	Unité
CV	3.75	124	3.03	l
VRE	1.04	103	1.00	l
VRI	1.57			l
VC	1.14			l
CI	2.71	123	2.21	l

Commentaires:

5^{ème} message:

**Définition de la distension
pulmonaire**

(hyperinflation alvéolaire)

Distension pulmoanire

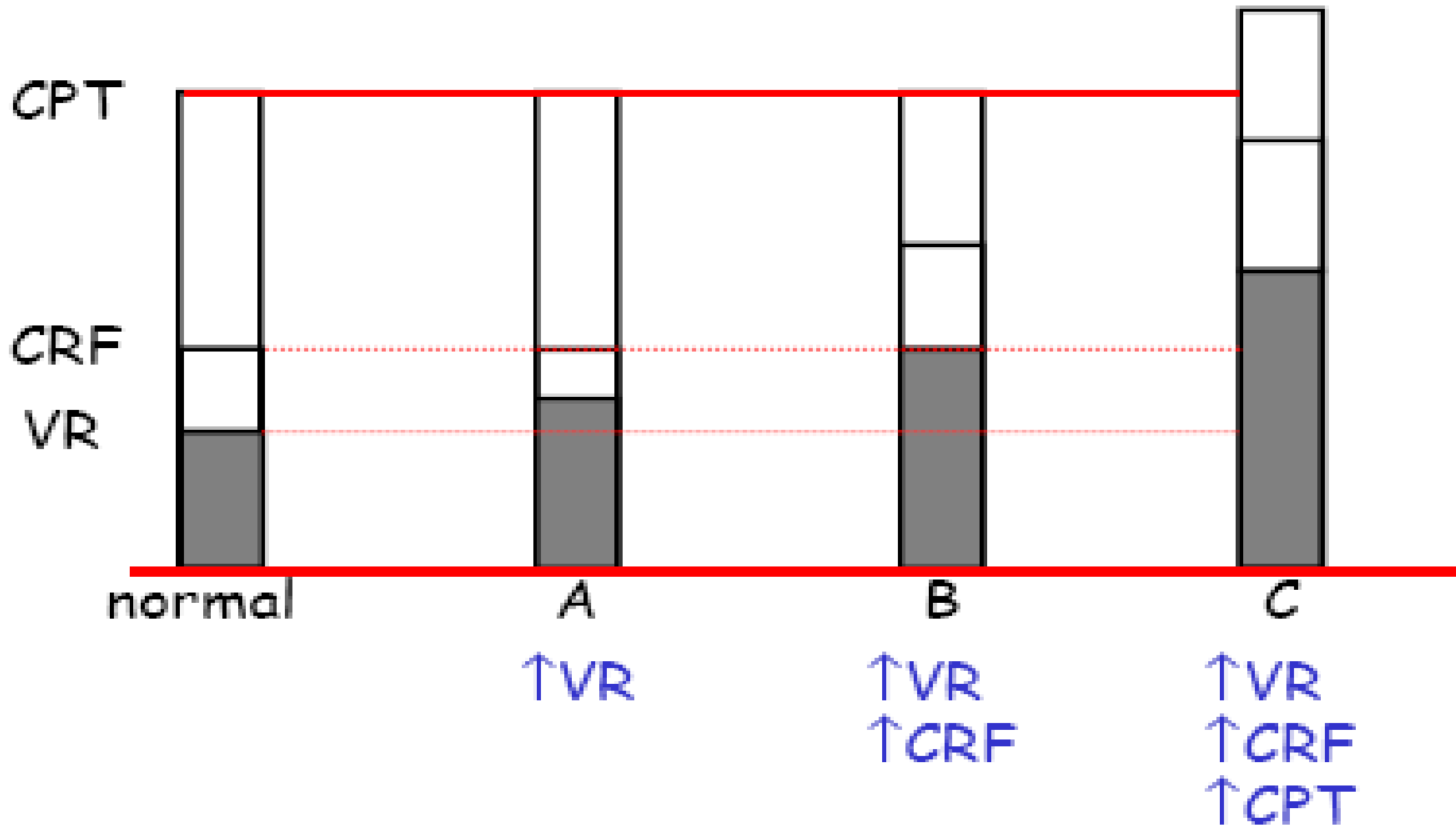
VR > limite supérieure de la normale

CRF > 120% (Gibbons, ERJ₁₉₉₃)

Capacité inspiratoire (**CI**) < 80%



Histoire naturelle de la distension



6^{ème} message: Place de la distension pulmonaire dans le Δ^{ic} positif de la BPCO?

Revue des Maladies Respiratoires (2014) 31, 29–40



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur

SciVerse ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte

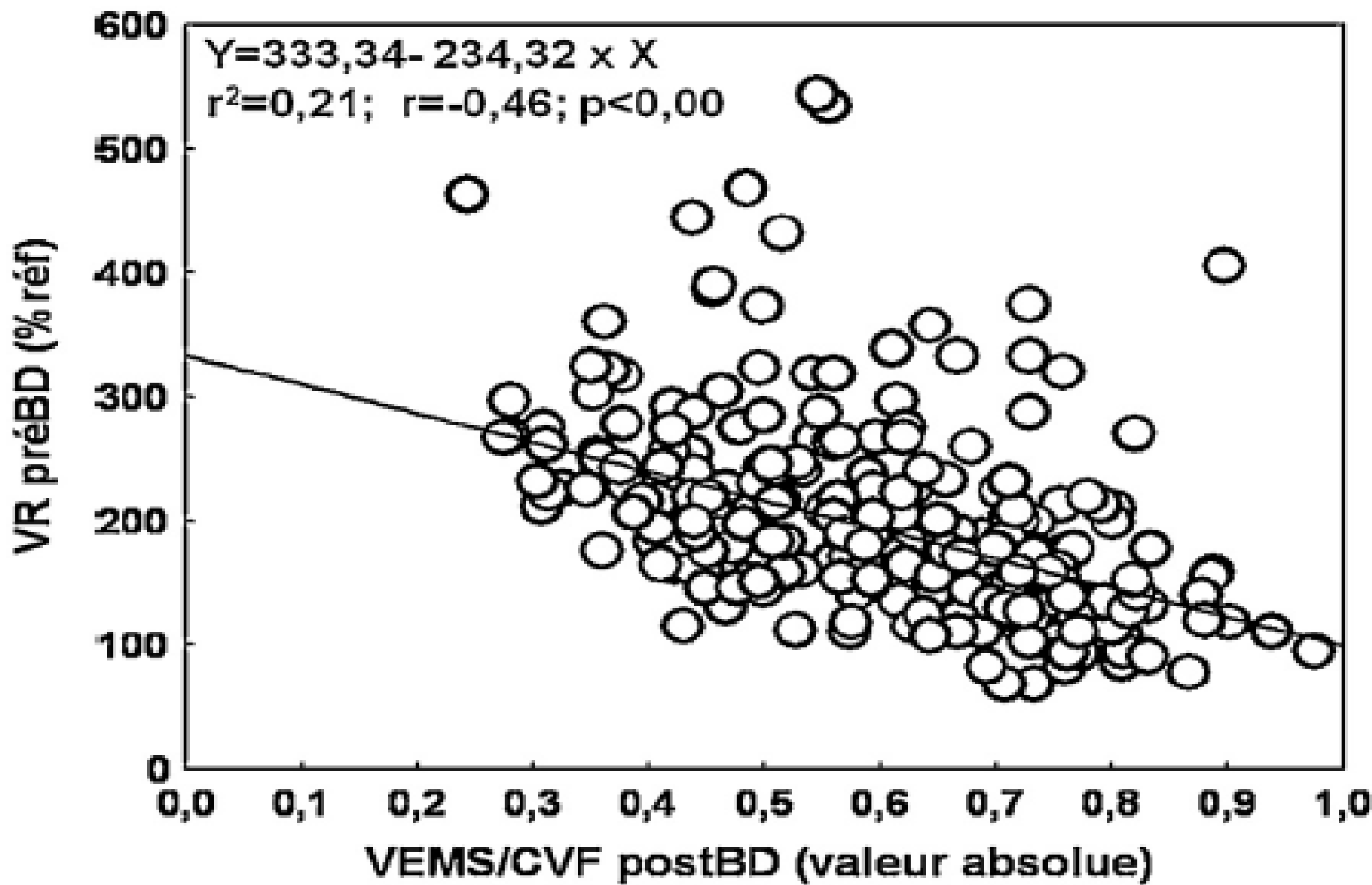
www.em-consulte.com

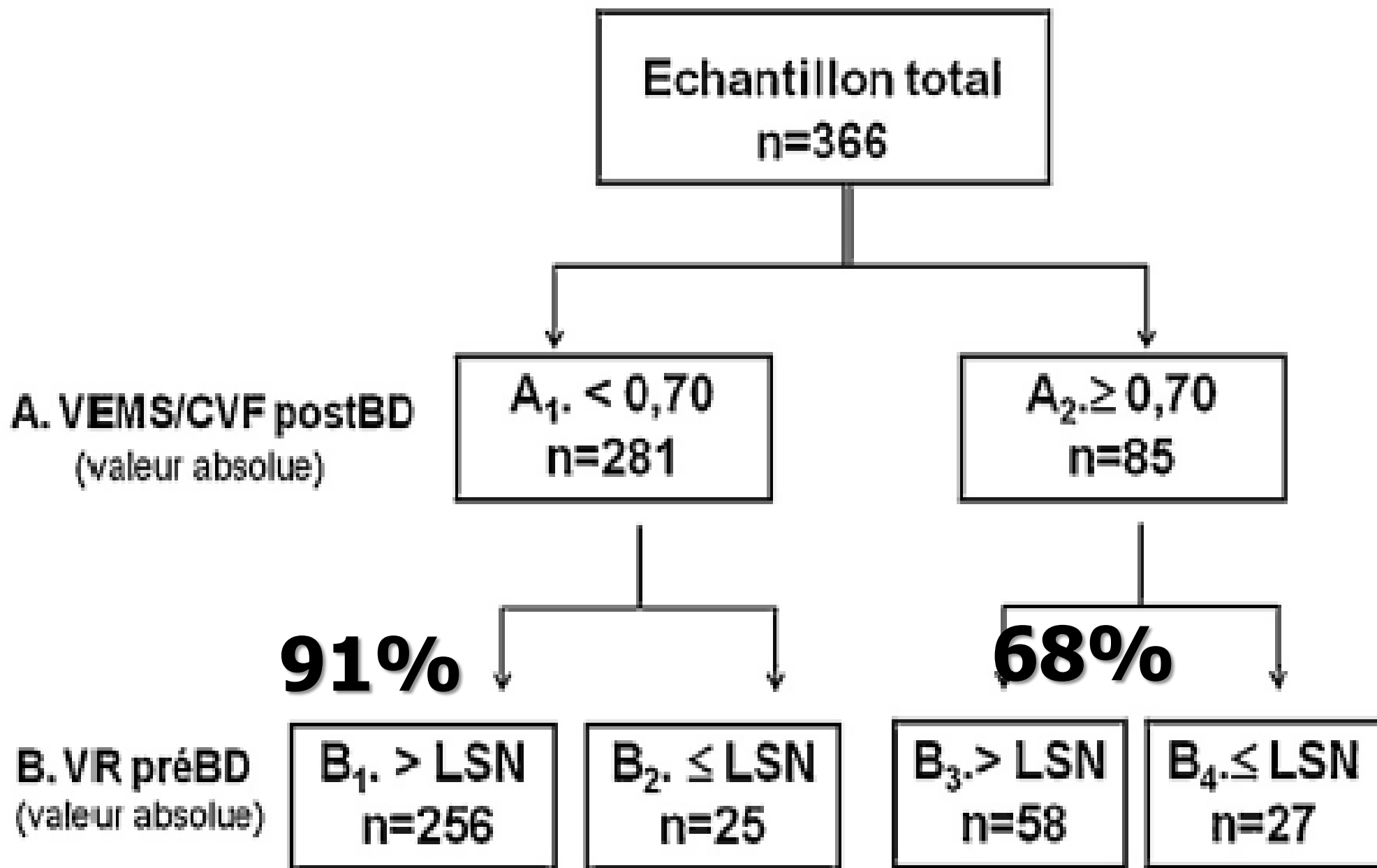


ARTICLE ORIGINAL

Place de la distension pulmonaire dans l'exploration des gros fumeurs de cigarettes

The importance of lung volumes in the investigation of heavy smokers





7^{ème} message: Distension pulmonaire et réversibilité?

Revue des Maladies Respiratoires (2014) 31, 29–40



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur

SciVerse ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte

www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

Place de la distension pulmonaire dans l'exploration des gros fumeurs de cigarettes

The importance of lung volumes in the investigation of heavy smokers

Intérêt de la distension pulmonaire comme paramètre de réversibilité

↓ VR \geq 300 ml ou
 \geq 10% théorique

Cliniquement significatif
Distension dynamique

Tableau 3 Réponses, au test de réversibilité, des variables ventilatoires des 58 gros fumeurs ayant une distension pulmonaire mais indemnes de BPCO.

	pré-BD (%)	post-BD (%)	Δ (l)	Δ %init (%)	Δ %réf (%)
<i>Données pléthysmographiques avant/après la prise de bronchodilatateur (pré-BD/post-BD)</i>					
VEMS (%ref)	68 ± 15	72 ± 16^a	$0,14 \pm 0,21$	6 ± 9	4 ± 6
CVF (%ref)	79 ± 16	81 ± 17^a	$0,09 \pm 0,28$	3 ± 9	3 ± 8
CVL (%ref)	74 ± 14	76 ± 15^a	$0,12 \pm 0,35$	4 ± 10	3 ± 7
VGT (%ref)	210 ± 36	117 ± 32^a	$-0,66 \pm 1,17$	-12 ± 20	-18 ± 32
VR (%ref)	182 ± 60	148 ± 55^a	$-0,72 \pm 1,11$	-17 ± 24	-33 ± 52
CPT (%ref)	104 ± 18	96 ± 15^a	$-0,64 \pm 1,02$	-8 ± 12	-10 ± 14
VEMS/ CVF (valeur absolue)	$0,74 \pm 0,07$	$0,76 \pm 0,05^a$			
VEMS/ CVL (valeur absolue)	$0,72 \pm 0,08$	$0,74 \pm 0,07$			

Nombre (%) des grands fumeurs ayant les caractéristiques suivantes

« $\Delta \geq 12\%$ init et $\Delta \geq 0,200\text{L}$ pour le VEMS et/ou la CVF »	14 (24%)
$\Delta VR \% \text{réf} \geq -10\%$	41 (71%)
$\Delta VGT \% \text{réf} \geq -10\%$	35 (60%)
$\Delta CPT \% \text{réf} \geq -10\%$	27 (47%)

IRCO: IRC Obstructive

BILAN SPIROGRAPHIQUE

↓ Débits: VEMS, DEMx%, DEMM

↓ VEMS/CV < LIN

Maintien ou ↓ CVL

BILAN PLETHYSMOGRAPHIQUE

- ↑ VR: distension pulmonaire
- Maintien ou ↑ CPT (jamais de ↓)
- ↑ Indice de Motley ($VR/CPT > 35$ (distension))
- ↑ VGT
- ↑ Toujours des Raw
- Piégeage aérien

BILAN PLETHYSMOGRAPHIQUE

Mécanique ventilatoire:

Poumon: tend en permanence à se fermer

Thorax: tend en permanence à s'ouvrir

→ pression pleurale négative

IRCO: IRC Obstructive **Etiologies**

- **BC: bronchite chronique**
- **BPCO**
- **Emphysème**
- **Asthme à dyspnée continue**
- **DDB: dilatation des bronches**

IRCO: IRC Obstructive
Bronchite chronique

↑ **Raw**

Pas d'obstruction proximale

IRCO: IRC Obstructive **BPCO**

Δ^{ic} positif: VEMS/CVF postBD < 0,70

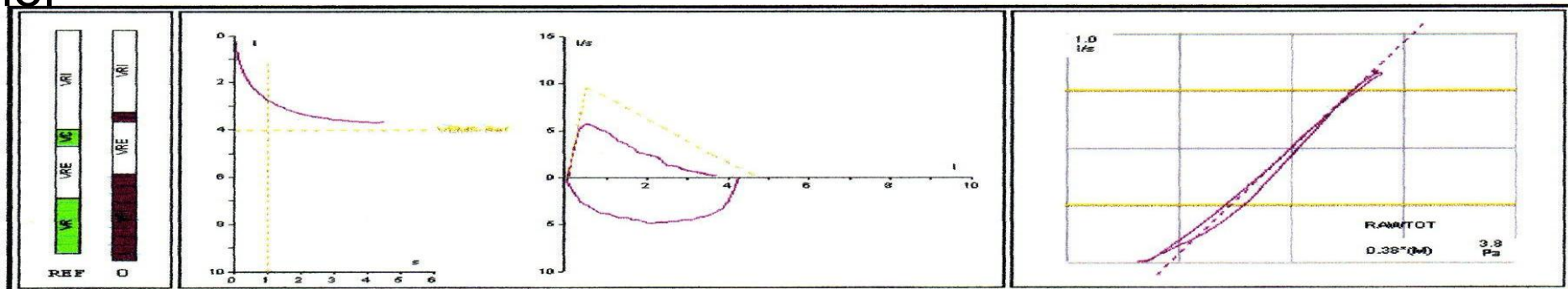
Δ^{ic} gravité obstruction: VEMS postBD %

Réversibilité partielle: 60% cas

Distension pulmonaire: 60-90% cas

Piégeage aérien

Pléthysmographie



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred	LLN	act.	%pred
CV	l	5.00	4.08	4.24	85
CI	l	3.41		2.70	79
CVF	l	4.78	3.78	3.87	81
VEMS	l	4.05	3.21	2.81	69
VEMS/CV	%	82	70.37	66	81
VEMS/CVF	%	82	75.00	73	88
FEV1/FEV6	%				
DEP	l/s	9.45	7.46	5.62	59
DEM75	l/s	8.05	6.34	4.84	60
DEM50	l/s	5.26	3.94	2.51	48
DEM25	l/s	2.40	1.62	0.88	37
DEMM25-75	l/s	4.81	3.77	2.09	43

Résistances

RAWtot	kPa/(l/s)	0.30	0.38	126
sRAWtot	kPa*s	0.95	1.54	162
Gawtot	l/kPa*s	5.26	2.65	50

Volumes

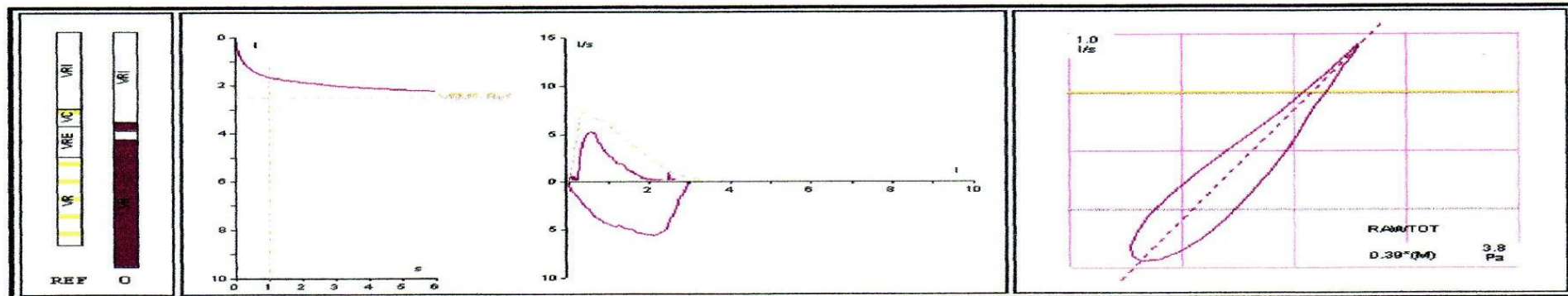
VGT	l	3.16	2.17	4.08	129
CPT	l	6.58	5.43	6.78	103
CV	l			4.24	
VRE	l	1.54		1.54	100
VR	l	1.63	0.96	2.54	156
VGT/CPT	%	50	38.58	60	121
VR/CPT	%	25	15.88	37	150

ID-Nr:
Remarques:

HarAbd180334
BPCO

166 cm, 86 kg, masc. *18.03.1934 =73ans
mesuré le 05.11.2007 à 08:32 h

Pléthysmographie



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred	LLN	act.	%pred
CV	l	3.43	2.51	3.14	92
CI	l	2.72		2.88	106
CVF	l	3.32	2.32	2.63	79
VEMS	l	2.53	1.69	1.85	73
FEV3	l			2.25	
FEV6	l			2.48	
VEMS/CV	%	74	62.27	59	79
VEMS/CVF	%	74	66.90	70	95
FEV1/FEV6	%			74	
DEP	l/s	7.20	5.21	5.20	72
DEM75	l/s	6.48	4.77	4.95	76
DEM50	l/s	3.68	2.36	1.80	49
DEM25	l/s	1.09	0.31	0.24	22
DEMM25-75	l/s	2.78	1.74	1.04	37
		2.82		2.95	105

BPCO post-tabagique (45 PA, sous SERETIDE)

Volumes

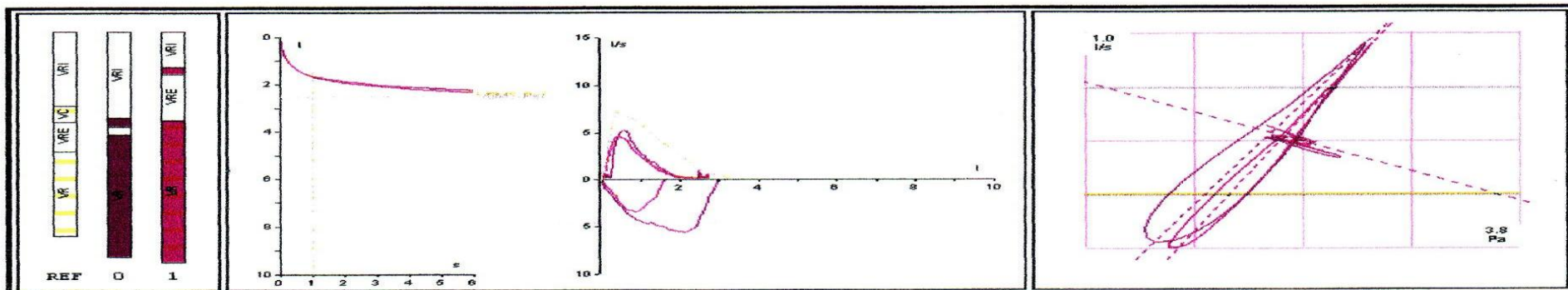
VGT	l	3.45	2.46	3.94	114
CPT	l	6.18	5.03	6.82	110
CV	l			3.08	
VRE	l	0.90		0.26	29
VR	l	2.55	1.88	3.68	144
VGT/CPT	%	59	48.03	58	98
VR/CPT	%	42	33.43	54	127

ID-Nr:
Remarques:

HarAbd180334
BPCO

166 cm, 86 kg, masc. *18.03.1934 =73ans
mesuré le 05.11.2007 à 08:47 h

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

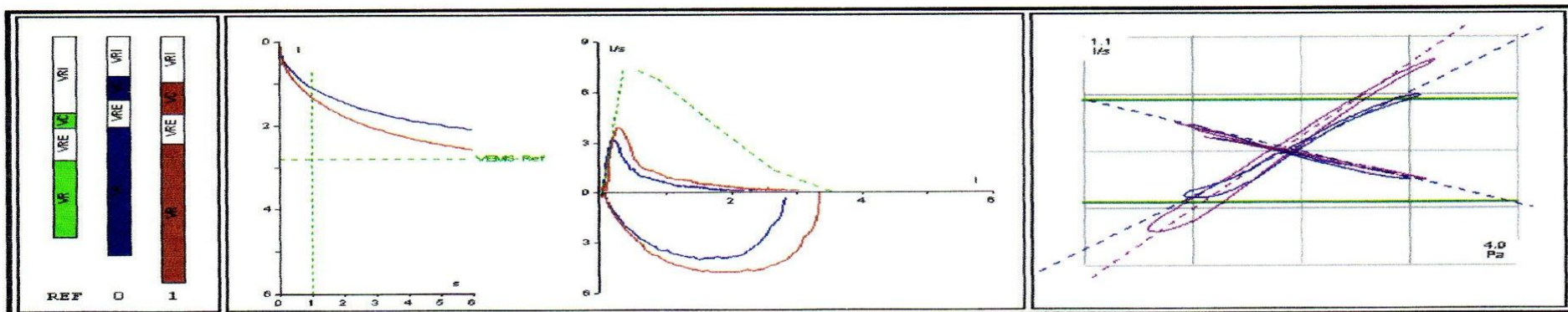
time	medicament	parameter	unit	pred.	LLN	08:32	pre	%pred.	08:47	post	%pred.	post%pre
		CV	l	3.43	2.51	3.14	3.14	92	2.72	2.72	79	-13
		CI	l	2.72		2.88	2.88	106	1.32	1.32	49	-54
		CVF	l	3.32	2.32	2.63	2.63	79	2.72	2.72	82	4
		VEMS	l	2.53	1.69	1.85	1.85	73	1.76	1.76	69	-5
		FEV3	l			2.25	2.25		2.20	2.20		-2
		FEV6	l			2.48	2.48		2.47	2.47		-0
		VEMS/CV	%	74	62.27	59	59	79	65	65	87	10
		VEMS/CVF	%	74	66.90	70	70	95	65	65	87	-8
		FEV1/FEV6	%			74	74		71	71		-5
		DEP	l/s	7.20	5.21	5.20	5.20	72	4.58	4.58	64	-12
		DEM75	l/s	6.48	4.77	4.95	4.95	76	3.84	3.84	59	-22
		DEM50	l/s	3.68	2.36	1.80	1.80	49	1.18	1.18	32	-34
		DEM25	l/s	1.09	0.31	0.24	0.24	22	0.22	0.22	20	-5
		DEMM25-75	l/s	2.78	1.74	1.04	1.04	37	0.74	0.74	27	-28
									1.61	1.61	57	-45

Test de réversibilité

Volumes

VGT	l	3.45	2.46	3.94	114	5.69	165	44
CPT	l	6.18	5.03	6.82	110	7.02	113	3
CV	l			3.08		2.72		-12
VRE	l	0.90		0.26	29	1.40	155	435
VR	l	2.55	1.88	3.68	144	4.30	168	17
VGT/CPT	%	59	48.03	58	98	81	137	40
VR/CPT	%	42	33.43	54	127	61	144	13

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred.	LLN	pre	%pred.
CV	l	3.72	2.80	2.82	76
CI	l	2.85		1.97	69
CVF	l	3.59	2.59	2.37	66
VEMS	l	2.81	1.97	1.11	40
VEMS/CV	%	76	63.71	39	52
VEMS/CVF	%	76	68.34	47	62
DEP	l/s	7.61	5.62	3.27	43
DEM75	l/s	6.76	5.05	1.01	15
DEM50	l/s	3.96	2.64	0.39	10
DEM25	l/s	1.33	0.55	0.19	14
DEM25-75	l/s	3.14	2.10	0.40	13

Tabagique 10 PA,
Toux, Expectoration

Volumes

VGT	l	3.40	2.41	4.82	142
CPT	l	6.26	5.11	6.80	108
CV	l			2.82	
VRE	l	1.02		0.85	83
VR	l	2.39	1.72	3.98	167
VGT/CPT	%	57	46.35	71	124
VR/CPT	%	39	30.31	59	149

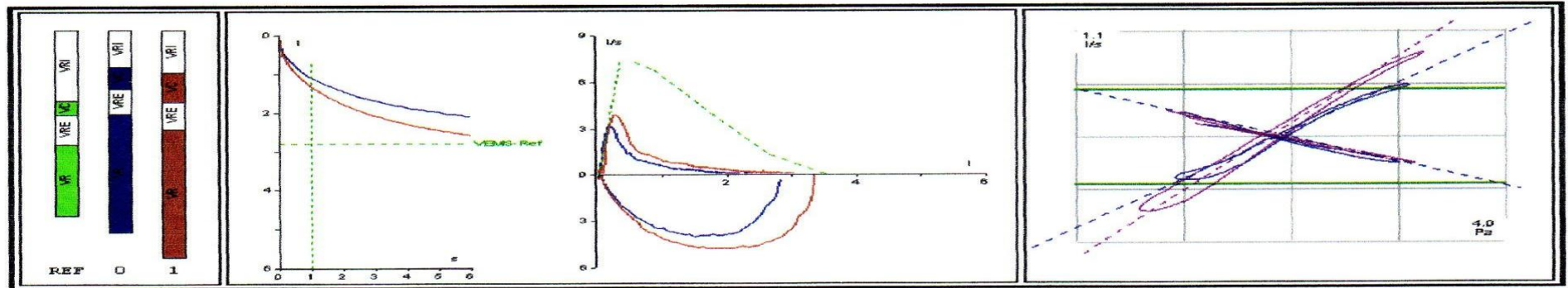
Test de réversibilité

ID-Nr:
Remarques:

AMIMOH020540

167 cm, 80 kg, masc. *02.05.1940 =65ans
mesuré le 17.01.2006 à 11:01 h

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred.	LLN	pre	%pred.	post	%pred.	post%pre
CV	l	3.72	2.80	2.82	76	3.35	90	19
CI	l	2.85		1.97	69	2.42	85	23
CVF	l	3.59	2.59	2.37	66	3.06	85	29
VEMS	l	2.81	1.97	1.11	40	1.38	49	24
VEMS/CV	%	76	63.71	39	52	41	55	5
VEMS/CVF	%	76	68.34	47	62	45	60	-4
DEP	l/s	7.61	5.62	3.27	43	3.89	51	19
DEM75	l/s	6.76	5.05	1.01	15	1.29	19	28
DEM50	l/s	3.96	2.64	0.39	10	0.50	13	27
DEM25	l/s	1.33	0.55	0.19	14	0.24	18	23
DEMM25-75	l/s	3.14	2.10	0.40	13	0.47	15	17

Volumes

VGT	l	3.40	2.41	4.82	142	5.22	153	8
CPT	l	6.26	5.11	6.80	108	7.64	122	12
CV	l			2.82		3.35		19
VRE	l	1.02		0.85	83	0.93	92	10
VR	l	2.39	1.72	3.98	167	4.29	180	8
VGT/CPT	%	57	46.35	71	124	68	119	-4
VR/CPT	%	39	30.31	59	149	56	143	-4

IRCO: IRC **O**bstructive

Emphysème

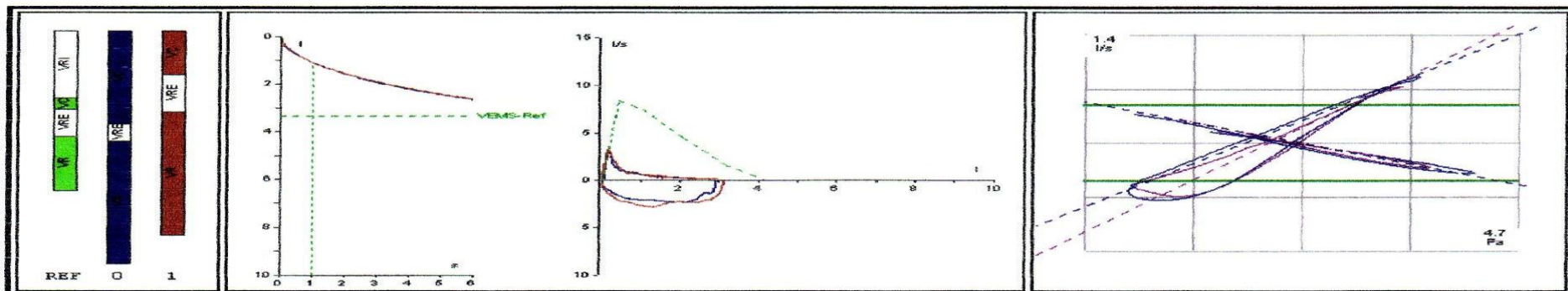
- Δ^{ic} positif: scanner thoracique
- **Pléthysmographie:** «coup de hache»
de la courbe débit/volume
- Obstruction bronchique proximale
- Distension pulmonaire
- Piégeage aérien
- Baisse marquée du VRE
- Pas de réversibilité

ID-Nr:
Remarques:

SASABD280347

175 cm, 62 kg, masc. *28.03.1947 =58ans
mesuré le 18.10.2005 à 09:02 h

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

Paramètre	Unité	Théor.	Pré	%Théor
CV	l	4.40	2.89	66
CI	l	3.37	2.11	63
CVF	l	4.23	2.81	66
VEMS	l	3.35	1.11	33
VEMS/CV	%	77	38	50
VEMS/CVF	%	77	39	51
DEP	l/s	8.40	2.95	35
DEM75	l/s	7.40	0.95	13
DEM50	l/s	4.48	0.42	9
DEM25	l/s	1.72	0.29	17
DEMM25-75	l/s	3.60	0.46	13

Tabagique 50 PA

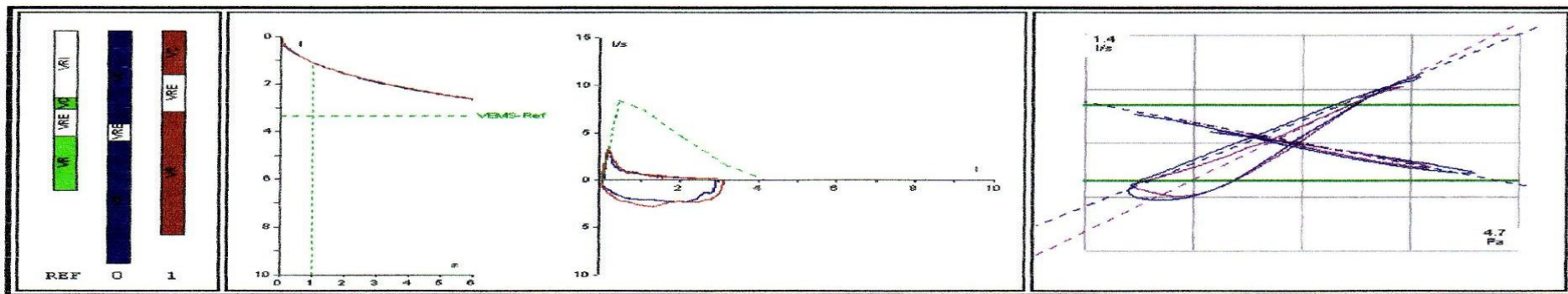
Légère dyspnée

Toux -

Volumes

VGT	l	3.53	6.02	171
CPT	l	6.90	8.12	118
CV	l		2.91	
VRE	l	1.19	0.79	66
VR	l	2.34	5.23	224
VGT/CPT	%	56	74	132
VR/CPT	%	37	64	176

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

Paramètre	Unité	Théor.	Pré	%Théor	Post	%Théor	Post%Pré
CV	l	4.40	2.89	66	3.18	72	10
CI	l	3.37	2.11	63	1.57	47	-25
CVF	l	4.23	2.81	66	3.08	73	10
VEMS	l	3.35	1.11	33	1.10	33	-1
VEMS/CV	%	77	38	50	35	46	-9
VEMS/CVF	%	77	39	51	36	47	-9
DEP	l/s	8.40	2.95	35	3.21	38	9
DEM75	l/s	7.40	0.95	13	0.81	11	-15
DEM50	l/s	4.48	0.42	9	0.45	10	8
DEM25	l/s	1.72	0.29	17	0.25	15	-13
DEMM25-75	l/s	3.60	0.46	13	0.40	11	-14

Test de réversibilité

Volumes

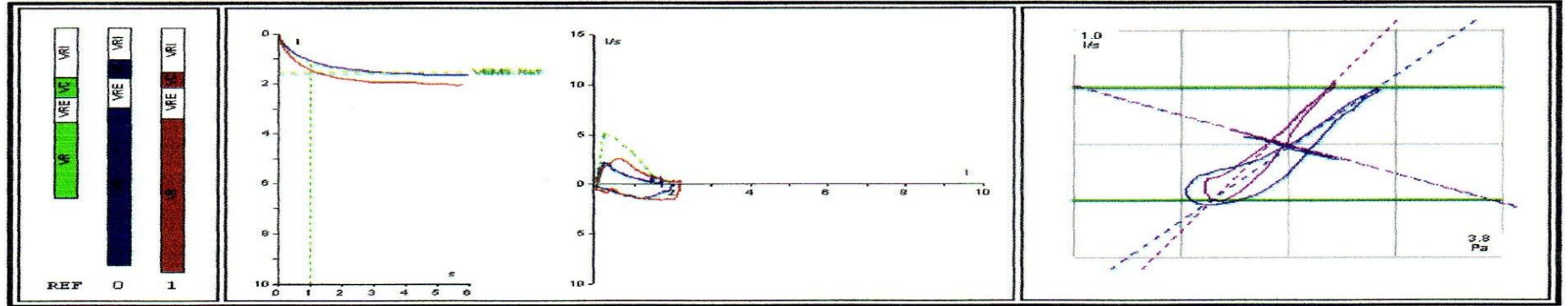
VGT	l	3.53	6.02	171	6.91	196	15
CPT	l	6.90	8.12	118	8.48	123	4
CV	l		2.91		3.12		7
VRE	l	1.19	0.79	66	1.61	135	105
VR	l	2.34	5.23	224	5.30	227	1
VGT/CPT	%	56	74	132	81	146	10
VR/CPT	%	37	64	176	63	171	-3

IRCO: IRC Obstructive **Asthme à dyspnée continue**

Asthme qui évolue vers la détérioration
bronchique équivalente à celle des
BPCO

Provoque un spasme au niveau de la
paroi bronchique ce qui va entraîner une
↑ des Raw

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred.	LLN	pre	%pred.
CV	l	1.89	1.20	1.94	103
CI	l	1.71		1.22	71
CVF	l	1.93	1.22	1.72	89
VEMS	l	1.58	0.96	1.10	70
VEMS/CV	%	76	65.10	57	75
VEMS/CVF	%	76	69.29	64	85
DEP	l/s	5.04	3.56	2.14	42
DEM75	l/s	4.68	3.33	1.49	32
DEM50	l/s	3.09	1.98	0.77	25
DEM25	l/s	0.93	0.24	0.32	34
DEMM25-75	l/s	2.41	1.56	0.69	29

Asthme vieilli?

Résistances

RAWtot	kPa/(l/s)	0.30		0.62	205
sRAWtot	kPa*s	0.73		2.78	382
Gawtot	l/kPa*s	5.00		1.63	33

Volumes

VGT	l	2.43	1.61	4.52	186
CPT	l	4.11	3.12	5.74	140
CV	l			1.94	
VRE	l	0.60		0.72	121
VR	l	1.83	1.25	3.80	207
VGT/CPT	%	56	46.50	79	140
VR/CPT	%	43	33.16	66	155

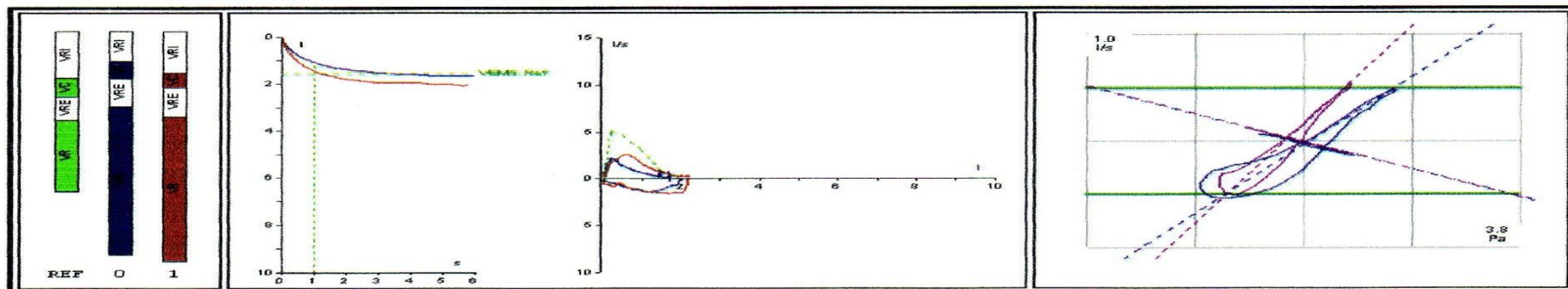
Test de réversibilité

ID-Nr:
Remarques:

000000001429

150 cm, 50 kg, fém. *09.07.1936 =70ans
mesuré le 04.07.2007 à 09:27 h

Pléthysmographie Pré/Post



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred.	LLN	pre	%pred.	post	%pred.	post%pre
CV	l	1.89	1.20	1.94	103	2.20	116	13
CI	l	1.71		1.22	71	1.44	85	18
CVF	l	1.93	1.22	1.72	89	2.20	114	28
VEMS	l	1.58	0.96	1.10	70	1.53	97	39
VEMS/CV	%	76	65.10	57	75	70	92	23
VEMS/CVF	%	76	69.29	64	85	70	92	9
DEP	l/s	5.04	3.56	2.14	42	2.52	50	17
DEM75	l/s	4.68	3.33	1.49	32	2.50	53	68
DEM50	l/s	3.09	1.98	0.77	25	1.29	42	69
DEM25	l/s	0.93	0.24	0.32	34	0.51	54	58
DEMM25-75	l/s	2.41	1.56	0.69	29	1.10	46	59

Résistances	unit	pred.	LLN	pre	%pred.	post	%pred.	post%pre
RAWtot	kPa/(l/s)	0.30		0.62	205	0.43	143	-30
sRAWtot	kPa*s	0.73		2.78	382	1.90	261	-32
Gawtot	l/kPa*s	5.00		1.63	33	2.34	47	44

Volumes

parameter	unit	pred.	LLN	pre	%pred.	post	%pred.	post%pre
VGT	l	2.43	1.61	4.52	186	4.45	183	-2
CPT	l	4.11	3.12	5.74	140	5.89	143	3
CV	l	1.93	1.22	1.94	103	2.20	114	13
VRE	l	0.60		0.72	121	0.76	127	5
VR	l	1.83	1.25	3.80	207	3.69	201	-3
VGT/CPT	%	56	46.50	79	140	75	134	-4
VR/CPT	%	43	33.16	66	155	63	147	-5

IRCO: IRC Obstructive

DDB: dilatation des bronches

Pas de profil fonctionnel typique:

- **DVO partiellement réversible**
- **DVO restrictif**

IRCR: IRC Restrictive

BILAN PLETHYSMOGRAPHIQUE et SPIROMETRIQUE

- ↓ CPT (paramètre essentiel pour le Δ^{ic})
- ↓ CV Lente
- ↓ Proportionnelle VEMS et CVF
- Maintien et parfois ↑ du VR
- Rapport VEMS/CV: normal ou ↑
- Indice de Motley (VR/CPT): ↑

IRCR: IRC Restrictive Etiologies

- **Pariétale:**

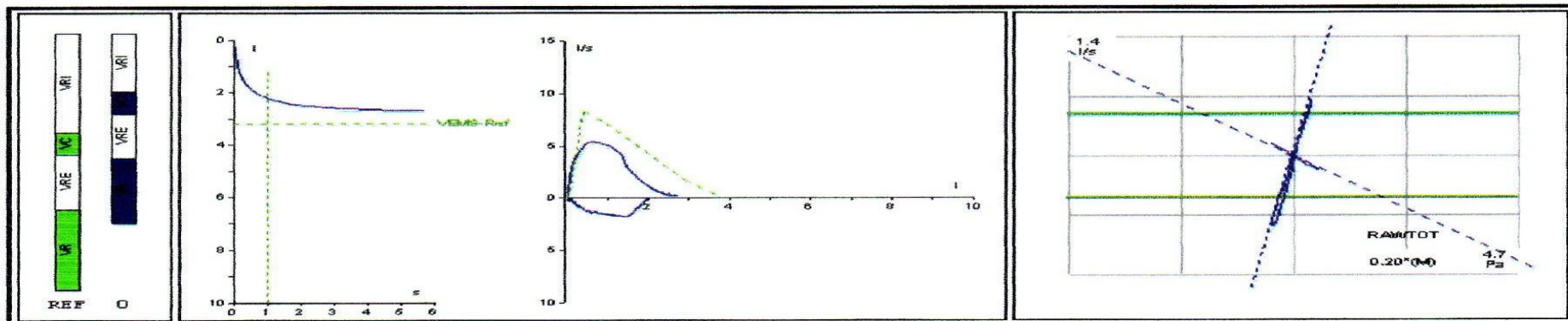
 - Neuromusculaire

 - Obésité morbide

 - Déformation thoracique

- **Pleurale et parenchymateuse**

Pléthysmographie



Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred	LLN	act.	%pred
CV	l	3.99	3.07	2.83	71
CI	l	2.72		1.83	67
CVF	l	3.84	2.84	2.83	74
VEMS	l	3.22	2.38	2.31	72
VEMS/CV	%	80	67.85	82	102
VEMS/CVF	%	80	72.48	82	102
DEP	l/s	8.23	6.24	5.37	65
DEM75	l/s	7.10	5.39	5.35	75
DEM50	l/s	4.45	3.13	3.42	77
DEM25	l/s	1.77	0.99	0.80	45
DEMM25-75	l/s	4.02	2.98	2.41	60

Médecine du travail, fumeur de narghilé, exposition aux poussières

Volumes

VGT	l	3.06	2.07	2.47	81
CPT	l	5.78	4.63	4.30	74
CV	l			2.83	
VRE	l	1.25		1.00	80
VR	l	1.80	1.13	1.47	81
VGT/CPT	%	53	41.52	57	109
VR/CPT	%	30	21.34	34	113

Date: 07/12/99

Testé par

Demandé par Dr.

Age: 8 ans

Taille : 142 cm

Sexe : Masc.

Poids : 32.0 Kg

ETUDE PLETHYSMOGRAPHIQUE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE

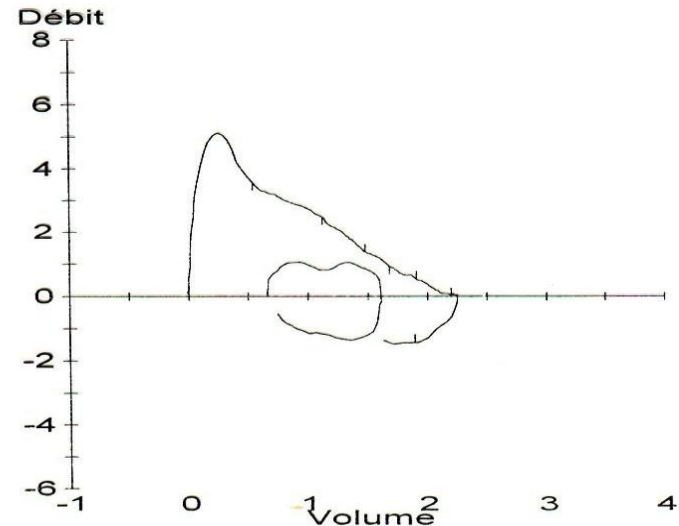


			Pré		Post		
			Mes.	%Théo.	Mes.	%Théo.	% Chg.
CVF	Litres	2.49	2.26	91			
VEMS	Litres	2.08	1.94	93			
VEMS/CVF%		85	86				
DEM25/75	L/sec	4.38	(2.16)	(49)			
Vmax75	L/sec	4.17	3.58	86			
Vmax50	L/sec	2.94	2.47	84			
Vmax25	L/sec	1.51	(0.93)	(61)			
DEP	L/sec	4.67	5.11	109			



CV	Litres	2.55	2.32	91			
CPT	Litres	3.38	(2.92)	(86)			
VR	Litres	0.81	0.60	74			
VR/CPT	%	25	(20)				
CRF PI	Litres	1.65	1.74	105			

Pré médication
Post Médication



Cardiomégalie

Date: 07/02/02

Testé par
Demandé par Dr.

Age: 41 ans

Taille : 171 cm

Sexe : Masc.

Poids : 74.0 Kg

ETUDE PLETHYSMOGRAPHIQUE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE

Médication:



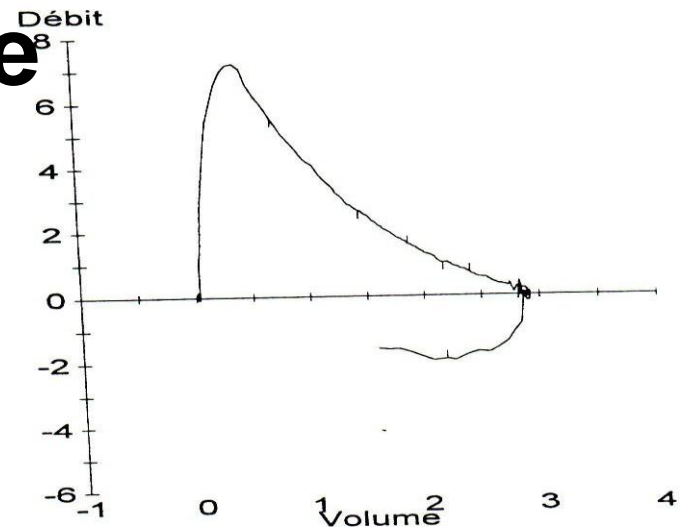
				Pré		Post		
				Mes.	%Théo.	Mes.	%Théo.	% Chg.
CVF	Litres	4.44	(2.93)	(66)				
VEMS	Litres	3.67	(2.42)	(66)				
VEMS/CVF%		80	83					
DEM25/75	L/sec	4.25	(2.33)	(55)				
DEM75	L/sec	7.68	5.51	72				
DEM50	L/sec	4.86	(2.63)	(54)				
DEM25	L/sec	2.06	1.00	49				
DEP	L/sec	8.89	7.21	81				



CV	Litres	4.63	(2.93)	(63)				
CPT	Litres	6.58	(4.83)	(73)				
VR	Litres	1.91	1.91	100				
VR/CPT	%	30	(39)					
CRF PI	Litres	3.28	2.83	86				

Spondylarthrite ankylosante

Pré médication



IRCM: IRC Mixte

BILAN PLETHYSMOGRAPHIQUE

Chute des débits: VEMS ↓

Chute du VEMS/CVF

Chute de la CPT

IRCM: IRC Mixte

Exemples

- BPCO + Lobectomie
- Obésité + Asthme
- Obésité + BC
- Cyphoscoliose + Asthme
- Cyphoscoliose + BC



HOPITAL FARHAT HACHED SOUSSE

Service de Physiologie

Pulmonary Function Analysis

Patient: |
 Id: 2263
 Date: 26/11/07
 Medecin : BEN SAAD HELMI

Diagnostic :

Age: 66 Taille : 170 cm Poids : 73.0 kg Gender: Masculin Race: Caucasian



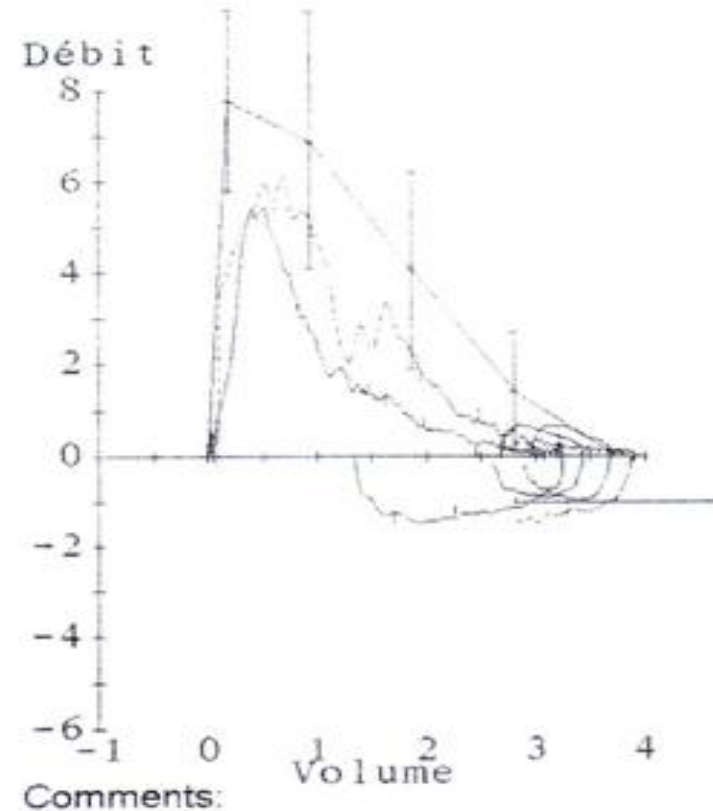
Spirometrie Simple

	Ref	Pre Meas	Pre % Ref	Post Meas	Post % Ref	Post % Chg
CVF Liters	3.74	3.26	87	3.90	104	20
VEMS Liters	2.91	(1.98)	(68)	2.52	87	27
VEMS/CVF%	75	(61)		64		
DEM25/75 L/sec	3.16	(0.91)	(29)	(1.13)	(36)	25
DEM50 L/sec	4.05	(1.32)	(33)	(1.87)	(46)	42
DPE L/sec	7.75	(5.57)	(72)	6.31	81	13
VMM L/min						



Volumes Pulmonaires

CPT Liters	6.50	(8.79)	(135)
VR Liters	2.45	(5.53)	(226)
VR/CPT %	40	(63)	
CRF Dil Liters	3.48	(5.32)	(153)



IRC: Pléthysmographie
normale?

Fonction Pulmonaire

Spirométrie, Débit-Volume

parameter	unit	pred	LLN	act.	%pred
CV	l	4.01	3.09	3.39	85
CI	l	3.02		2.83	94
CVF	l	3.86	2.86	3.39	88
VEMS	l	3.07	2.23	2.57	84
VEMS/CV	%	77	64.79	76	99
VEMS/CVF	%	77	69.42	76	99
DEP	l/s	7.99	6.00	5.66	71
DEM75	l/s	7.05	5.34	5.66	80
DEM50	l/s	4.23	2.91	3.04	72
DEM25	l/s	1.54	0.76	0.64	41
DEMM25-75	l/s	3.44	2.40	2.01	59

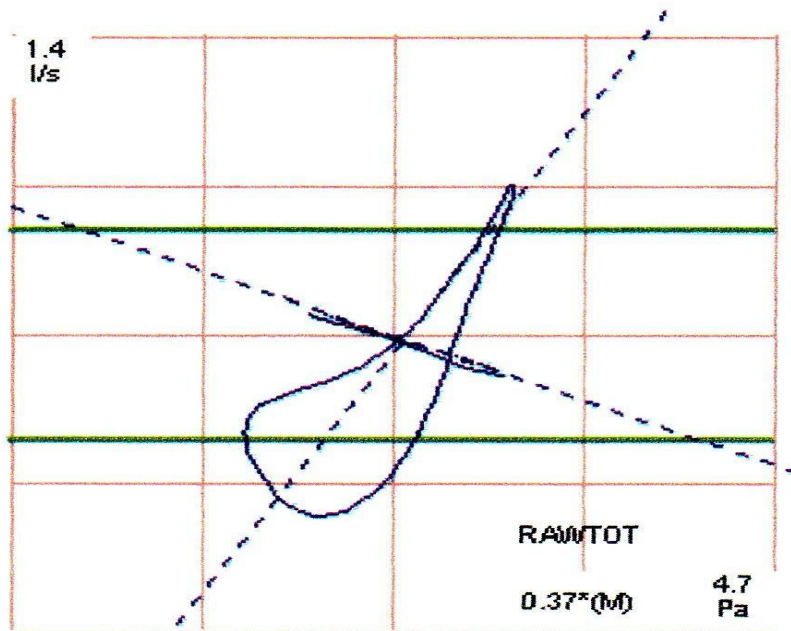
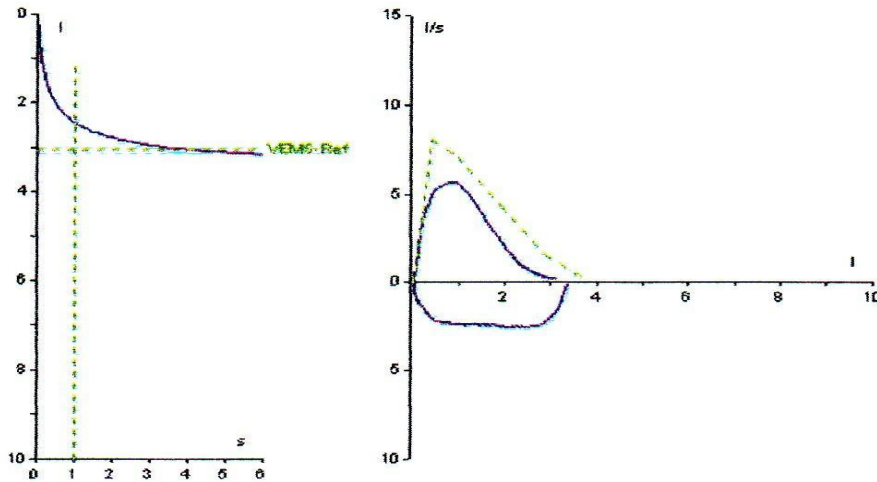
SAOS sous CIPAP

Obésité morbide (IMC à 45 kg.m⁻²)

Ex tabagique (35 PA)

Volumes

VGT	l	3.40	2.41	4.69	138
CPT	l	6.42	5.27	7.52	117
CV	l			3.39	
VRE	l	1.11		0.56	50
VR	l	2.28	1.61	4.13	181
VGT/CPT	%	56	45.09	62	111
VR/CPT	%	37	27.97	55	148



Evidence Based Medicine: pléthysmographie

G1

**«il faut faire» ou
«il ne faut pas faire»**

G2

**«il faut probablement faire» ou
«il ne faut probablement pas faire»**



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur



www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France



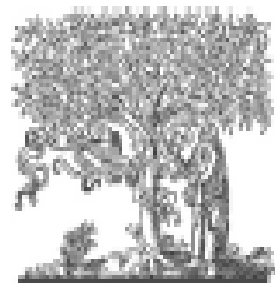
www.em-consulte.com



RECOMMANDATIONS

Recommandations pour la pratique clinique concernant les explorations fonctionnelles respiratoires 2008–2010

Société de pneumologie de langue française



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur

ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte

www.em-consulte.com



RECOMMANDATIONS

Société de pneumologie de langue française. Recommandation pour la pratique clinique. Prise en charge de la BPCO. Mise à jour 2012. Thème mis à jour : exploration fonctionnelle respiratoire (Texte court)



Place des EFR dans le diagnostic et le suivi de l'asthmatique

Place des EFR dans le diagnostic

- Faut-il réaliser une spirométrie ou une pléthysmographie pour mettre en évidence l'obstruction bronchique chez l'asthmatique?

- **Mesure CVL:** VEMS/CVL plus approprié - Δ^{ic} DVO
- **Mesure de la CVL** peut être associée à une mesure des volumes pulmonaires non mobilisables lors du Δ^{ic} d'asthme (précisions sur le ° de distension pulmonaire)

(G2)

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi de l'asthmatique

Place des EFR dans le diagnostic

- Faut-il mesurer la distension thoracique dans le suivi d'un asthmatique?

Mesure de la distension thoracique dans le suivi de l'asthmatique, notamment chez les patients:

- Sévères
- Présentant des exacerbations fréquentes
- Dont la dyspnée n'est pas expliquée par le seul ° d'obstruction bronchique

(G2)

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi des pathologies interstitielles

Quel bilan fonctionnel respiratoire initial réaliser dans les pneumopathies interstitielles ?

Bilan diagnostique initial

Devant toute PID ou FPI, une mesure des volumes statiques et dynamiques est recommandée lors du bilan initial **(G1)**

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi des pathologies interstitielles

Quel bilan fonctionnel respiratoire réaliser pour le suivi évolutif des pneumopathies interstitielles ?
Quelle est la valeur pronostique des explorations fonctionnelles respiratoires dans les pneumopathies interstitielles ?

Au cours du suivi évolutif des patients atteints de FPI:

- Une \downarrow d'au moins 10% de la CVL par rapport à la valeur basale (au moment du Δ^{ic}) au cours des 6-12 premiers mois de suivi a une valeur pronostique négative sur la survie, et permettent d'identifier les patients avec un haut risque de mortalité et/ou qui peuvent bénéficier d'une transplantation **(G1)**

- Une surveillance de la CVL chez les patients atteints de FPI peut être recommandée au minimum tous les 6 mois **(G1)**

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi des pathologies interstitielles

Quel bilan fonctionnel respiratoire réaliser pour le suivi évolutif des pneumopathies interstitielles ?
Quelle est la valeur pronostique des explorations fonctionnelles respiratoires dans les pneumopathies interstitielles ?

Chez les patients présentant une sarcoïdose:

- La répétition des mesures (VEMS, CV) pourra être trimestrielle pour les types II-IV et semestrielle pour les sarcoïdoses de type I durant les 2 premières années

(G2)

- La surveillance peut être moins rapprochée ultérieurement pour rester annuelle. Elle devrait durer au moins 3 ans pour les patients traités et guéris et indéfinie

pour les formes persistantes **(G2)**

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi des pathologies interstitielles

Quel bilan fonctionnel respiratoire réaliser pour le suivi évolutif des pneumopathies interstitielles ?
Quelle est la valeur pronostique des explorations fonctionnelles respiratoires dans les pneumopathies interstitielles ?

Chez les patients présentant une sclérodermie systémique:

- La mesure initiale de la CV a une valeur pronostique dans l'atteinte interstitielle **(G1)**
- L'intérêt d'une mesure répétée des volumes peut être discuté. On peut proposer une surveillance rapprochée (6 mois) dans les 3 premières années qui peut s'espacer ensuite à une exploration annuelle **(G2)**

Place des EFR dans le diagnostic et le suivi des pathologies neuromusculaires

Sur quels arguments EFR évoquer une maladie neuromusculaire (MNM) ?

- Il faut évoquer une atteinte des muscles respiratoires devant une ↓ de la CVL (sans obstruction associée) ou une restriction non expliquées par une pathologie parenchymateuse ou pariétale.
- Devant une suspicion d'atteinte diaphragmatique liée à une MNM, il faut rechercher une chute de la CV (CVF ou CVL) en décubitus **(G1)**

Bilan initial et modalités de suivi

- Les EFR sont systématiques, compte tenu du risque d'atteinte respiratoire dans les MNM (**G1**)

Il est recommandé d'associer lors du **bilan initial**:

- Une spirométrie (avec si possible mesure de la CRF)
- Une mesure de CV en décubitus

Bilan initial et modalités de suivi

- **Le rythme de surveillance est en règle annuel pour la plupart des pathologies hors SLA (3 mois) et la dystrophie de Duchenne chez l'adulte (6 mois). Il peut être plus espacé dans certaines pathologies lentement évolutives ou à moindre risque respiratoire**
- **Le suivi EFR doit être rapproché en cas d'anomalie significative, de détérioration rapide des paramètres par rapport au bilan antérieur ou de signe clinique d'alerte.**

Valeur pronostique des EFR

- La spirométrie (CVL et CVL en décubitus) a une valeur pronostique significative **(G1)**
- Concernant la CVL, le seuil d'intervention thérapeutique (mise en œuvre d'une ventilation) est variable en fonction de l'étiologie

Place de l'EFR dans le diagnostic et le suivi du sujet obèse, après exérèse parenchymateuse ou lors d'un syndrome restrictif d'origine pariétale

Quelles sont les conséquences de l'obésité sur la fonction mécanique ventilatoire et les échanges gazeux ?

Les anomalies rencontrées le plus fréquemment avec l'obésité sont une **↓ du VRE et de la CRF**

La position couchée aggrave les anomalies

- Une EFR chez l'obèse doit comporter la mesure des **volumes**, des débits et des GDS au repos **(G1)**

Place de l'EFR dans le diagnostic et le suivi du sujet obèse, après exérèse parenchymateuse ou lors d'un syndrome restrictif d'origine pariétale

Quels effets de la perte de poids ?

- Il est recommandé de refaire l'EFR si le poids se modifie de $\pm 10\%$ **(G2)**
- En cas de SAOS, il est recommandé de faire une EFR si l'IMC $> 35 \text{ kg/m}^2$

Place de l'EFR dans le diagnostic et le suivi du sujet obèse, après exérèse parenchymateuse ou lors d'un syndrome restrictif d'origine pariétale

Syndrome restrictif consécutif à une exérèse pulmonaire

Syndrome restrictif secondaire à des anomalies osseuses

- Il est recommandé d'utiliser l'**envergure** comme appréciation de la **taille** pour les valeurs de référence pour les sujets scoliotiques **(G1)**

Apport des EFR pour le diagnostic de BPCO

Intérêt de la mesure des volumes pulmonaires dans le diagnostic de BPCO

- **Mesure de la CVL:** rapport VEMS/CVL plus sensible que le rapport VEMS/CVF pour affirmer le DVO
- **Mesure des volumes pulmonaires (VR, CRF, CPT):** n'a pas au sens strict de valeur Δ^{ic}
- **La distension pulmonaire** peut précéder une obstruction bronchique, apporte un argument supplémentaire en faveur d'une BPCO lorsque le rapport VEMS/CV est entre la LIN et 0,70

Intérêt des EFR dans l'évaluation de la sévérité dans la BPCO

Mesure des volumes pulmonaires

- **Mesure des volumes pulmonaires (VR, CRF, CPT):** doit être réalisée pour rechercher une distension pulmonaire très fréquemment associée à la BPCO **(G1)**

Intérêt des EFR dans la surveillance d'un patient BPCO

Intérêt de la surveillance régulière des débits et des volumes pulmonaires

- **Evolution naturelle de la distension** reste mal connue chez les BPCO
- **Le suivi de la distension peut être utile:**
 - En cas d'aggravation des symptômes
 - Pour évaluer la réponse à la thérapeutique
 - Avant chirurgie pulmonaire (CRVP)



Merci