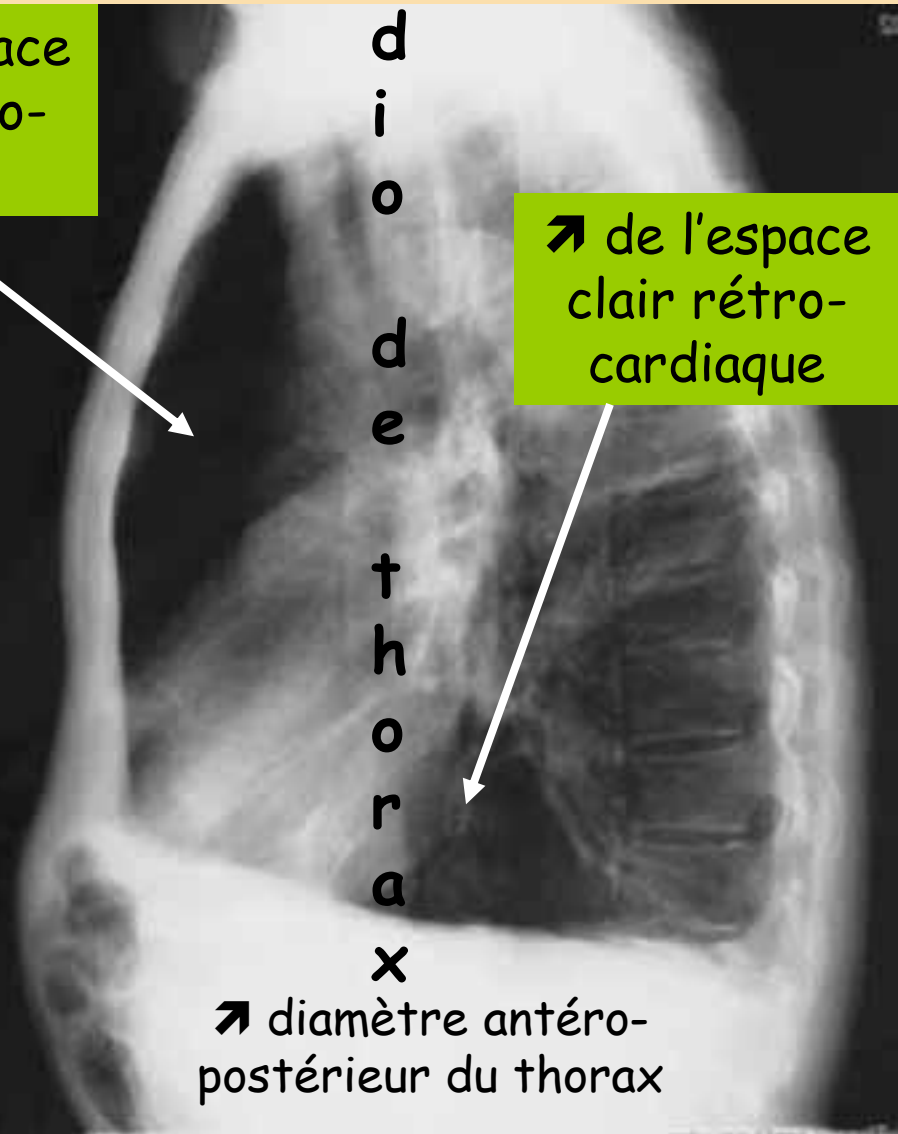
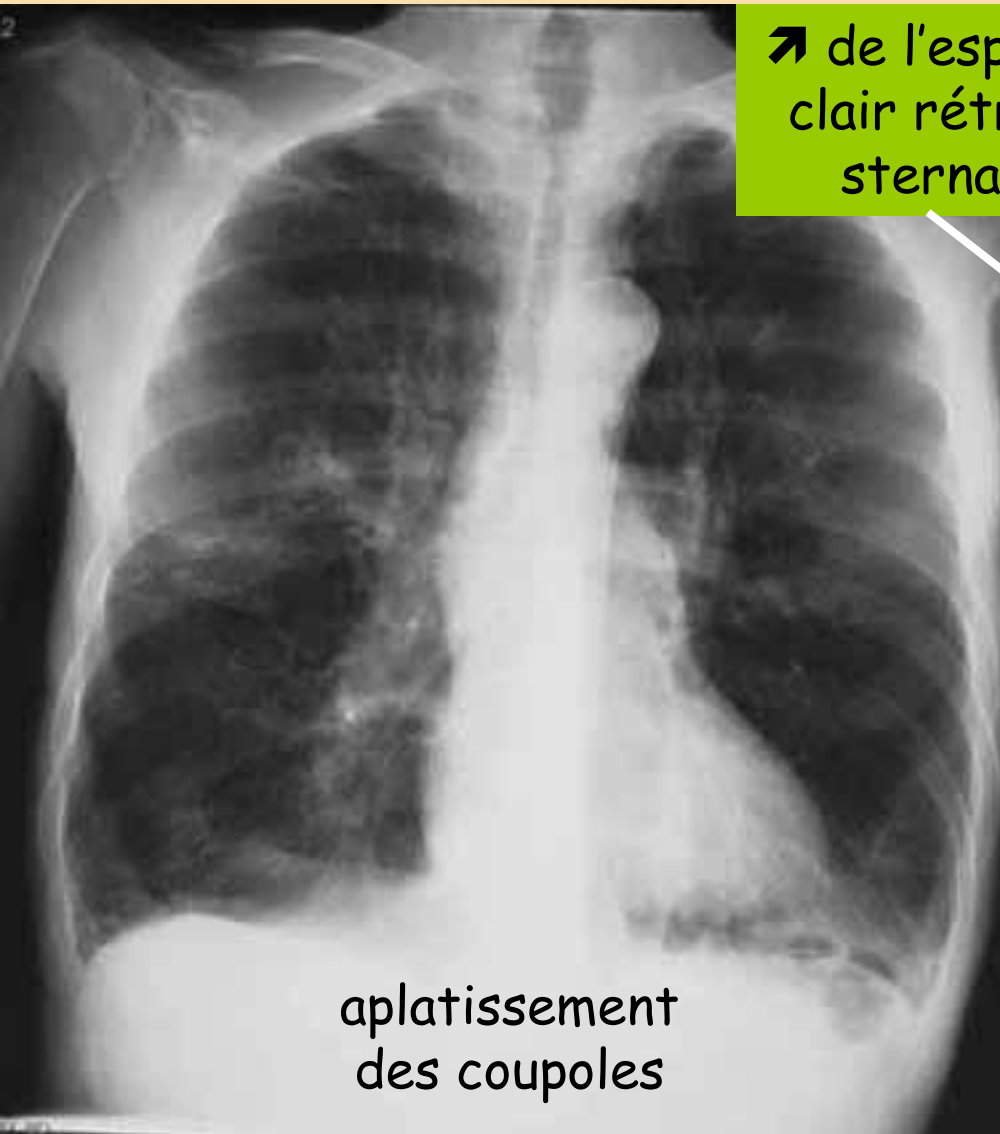


**BILAN PARA-CLINIQUE
EPREUVE D'EFFORT
CARDIORESPIRATOIRE**



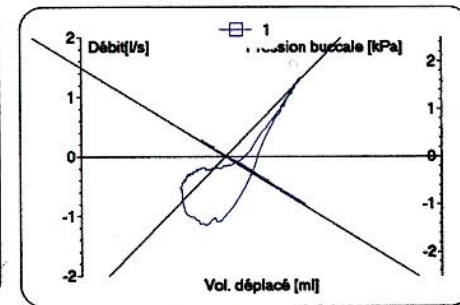
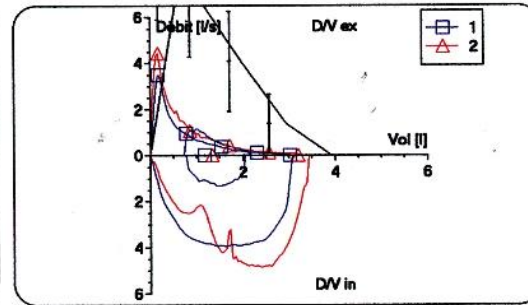
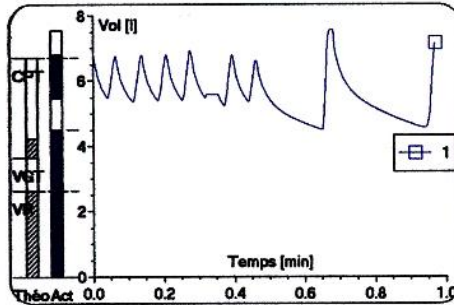
EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

- Radio pulmonaire +/- TDM (TDM non recommandé en routine)
- EFR de repos : pléthysmographie + test de réversibilité (+ éventuellement TCO)
- GDS au repos si VEMS < 50 % th, dyspnée de repos, signe d'IVD, SpO₂<92 %, SAS...
- TM6 dès le stade II (VEMS post bd < 80 %th)
- « Eventuellement » : SpO₂ nocturne, polygraphie, PSG, épreuve d'effort cardiorespiratoire intégrée...



Date naissance: 18/06/1934
 Identification: ANGE180634
 Taille: 176,0 cm
 Médecin: H 3 SEMAINE

Sexe: masculin
 Age: 72 Années
 Poids: 85,0 kg
 Opérateur: CG



	Théo	Pré	%/Th	Post	%/Th	%Post/Pré
Date		03/10/2006		03/10/2006		
Heure		09:24:18		09:47:22		
Substance				VENTOLINE		
Dose						

VT.....[L]	0.61	1.36	224			
VRE.....[L]	1.02	0.98	96			
CV IN.....[L]	4.07	3.07	76	3.42	84	11
CV MAX.....[L]	4.07	3.07	76	3.42	84	11
CI.....[L]	3.05	2.10	69			
CVF.....[L]	3.93	3.01	77	3.21	82	6
VEMS.....[L]	2.99	1.17	39	1.33	45	14
VEMS & CV MAX.....[%]	74.25	37.97	51	39.00	53	3
DEP.....[L/s]	7.86	3.48	44	4.41	56	27
DEM 75.....[L/S]	7.05	0.93	13	1.05	15	13
DEM 50.....[L/S]	4.09	0.35	9	0.40	10	16
DEM 25.....[L/S]	1.38	0.11	8	0.12	9	10
DEMM 25/75.....[L/S]	3.02	0.28	9	0.28	9	3
CVF IN.....[l]	4.07	3.07	76	3.42	84	11
RAW.....[KPA*S/L]	0.30	0.61	203			
SR AW.....[KPA*S]	1.18	3.76	320			
SG AW.....[1/(KPA*S)]	0.85	0.27	31			
VGT.....[L]	3.68	5.49	149			
VR.....[L]	2.66	4.51	170			
CPT.....[L]	6.98	7.59	109			
VR & CPT.....[%]	42.04	59.50	142			
VGT & CPT.....[%]	58.92	72.36	123			

GDS : ÉVOLUTION AU COURS DE LA MALADIE

- **Hypoxémie :**
 - exercice, exacerbations, \pm sommeil
 - puis permanente, aggravation progressive
- **Puis hypercapnie :**
 - exacerbations, sommeil
 - puis permanente, aggravation progressive
- **pH +++**

GDS

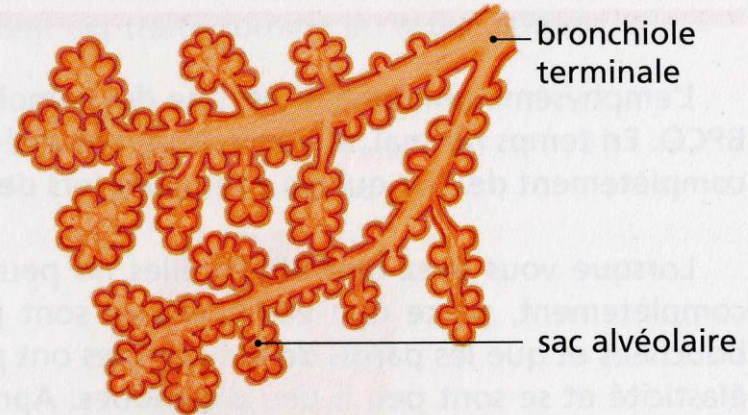
$O_2 \neq CO_2$

VA, VA/Q,
diffusion...

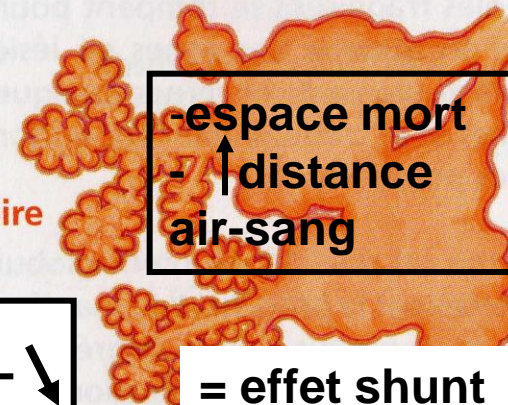
Anomalies
échanges
gazeux \rightarrow IRC

(aggravation en
cas d'exercice,
d'exacerbation,
au cours du
sommeil...)

Lobule
normal



Emphysème
centrolobulaire



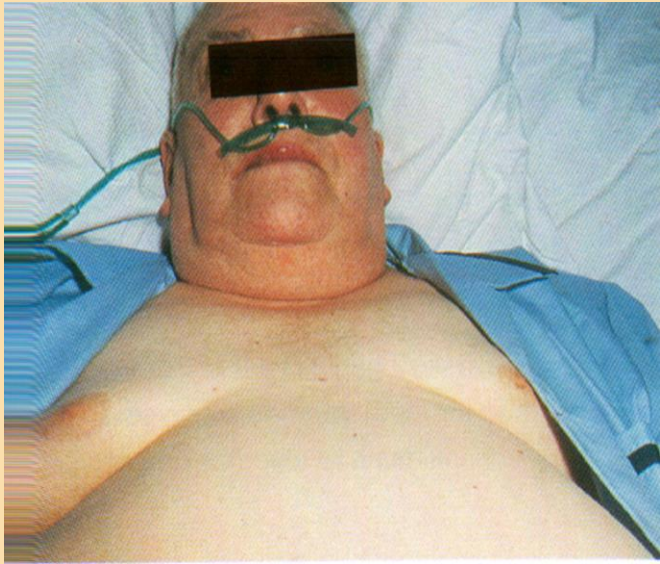
Les bronchioles distendues et fragilisées fusionnent.

La destruction du tissu élastique aboutit à une expiration plus lente (baisse des débits expiratoires).

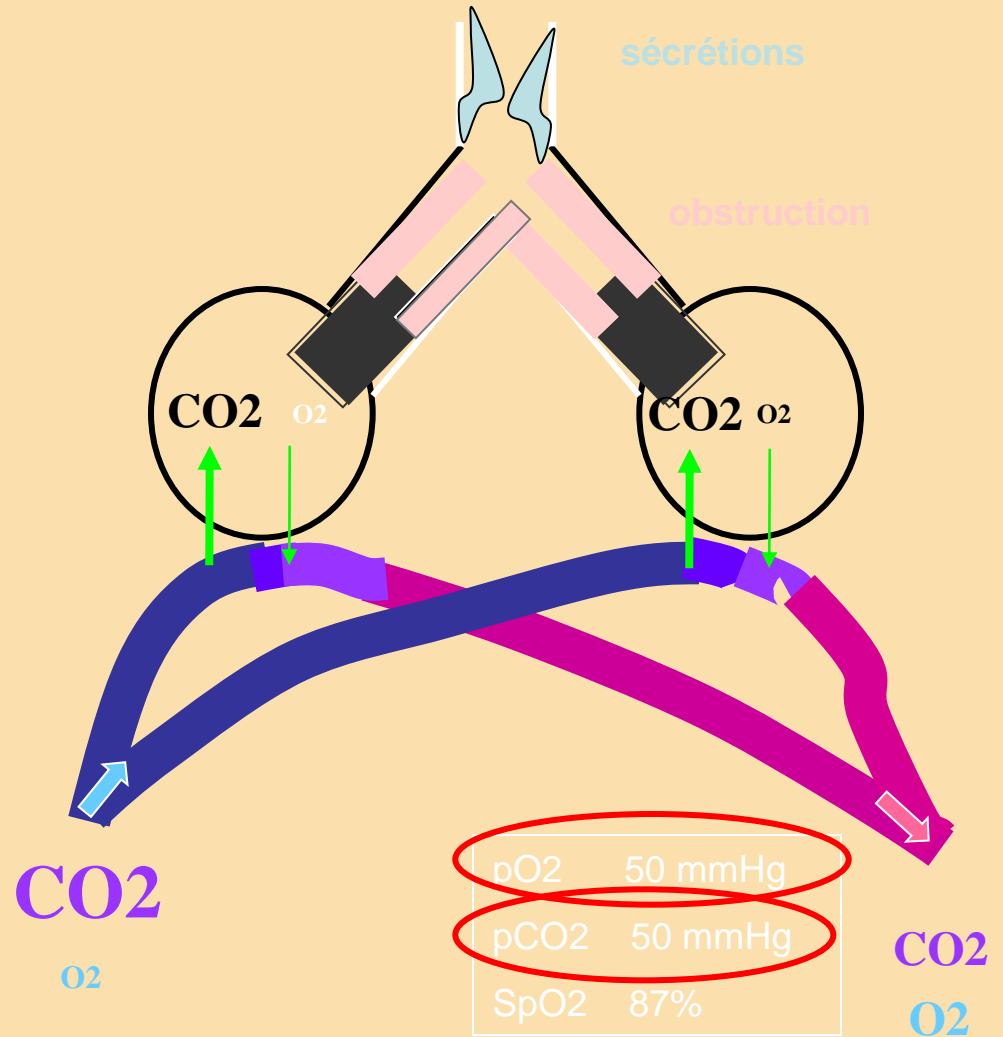
Emphysème
panlobulaire



Tout le lobule est atteint.

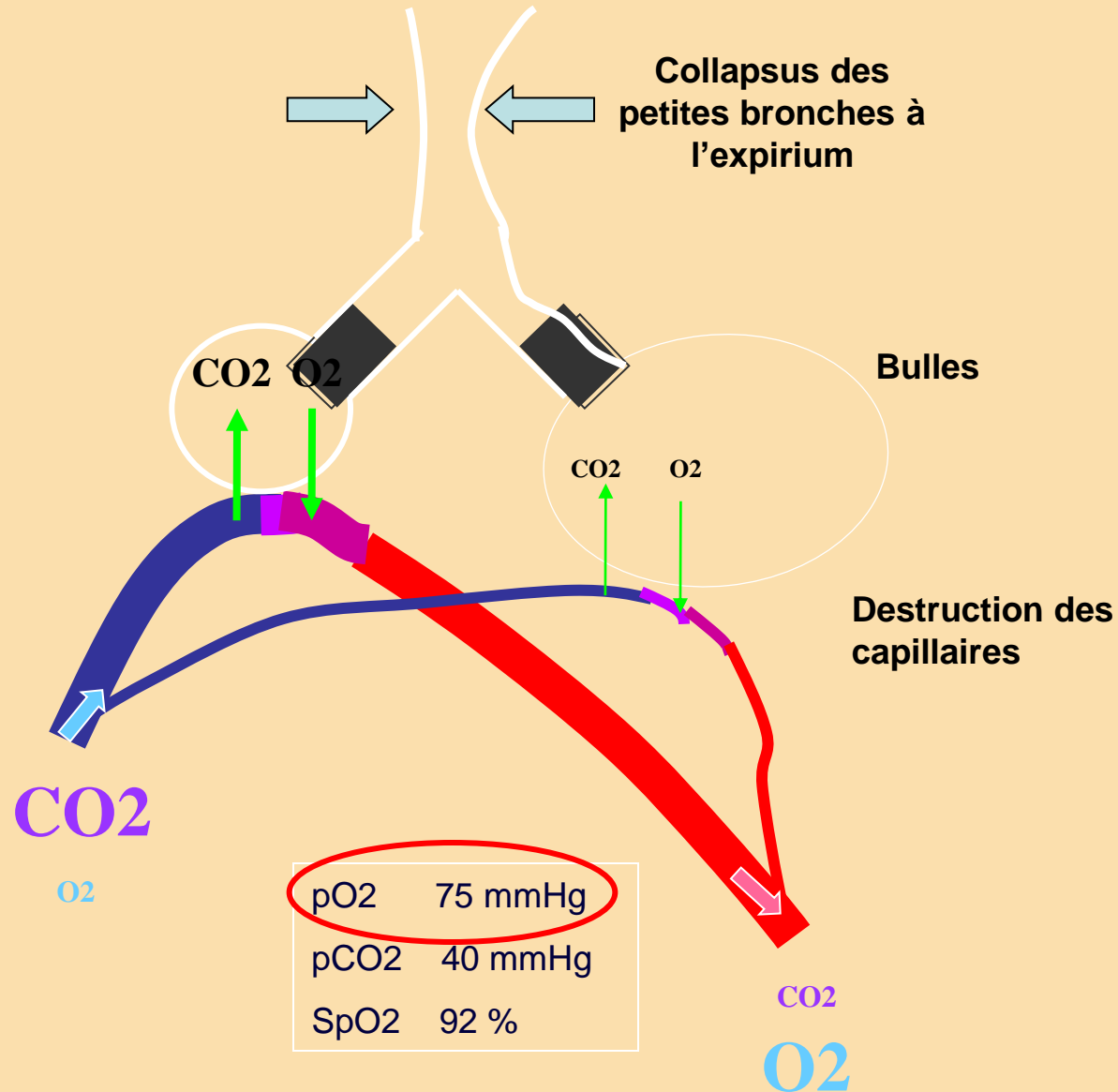
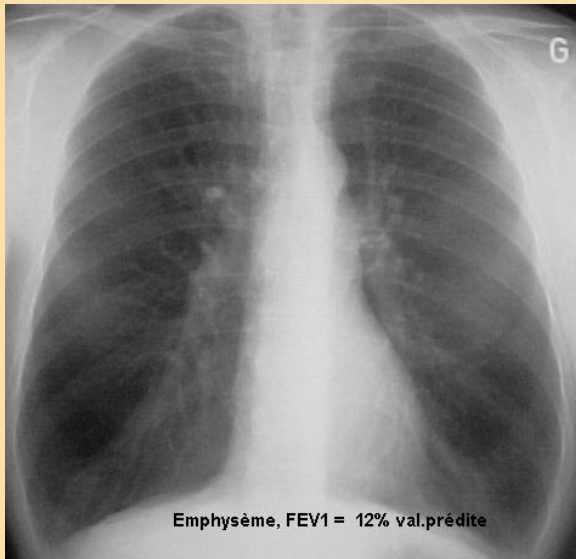


L'emphysème centolobulaire (blue bloater) : hétérogénéité VA/Q +++

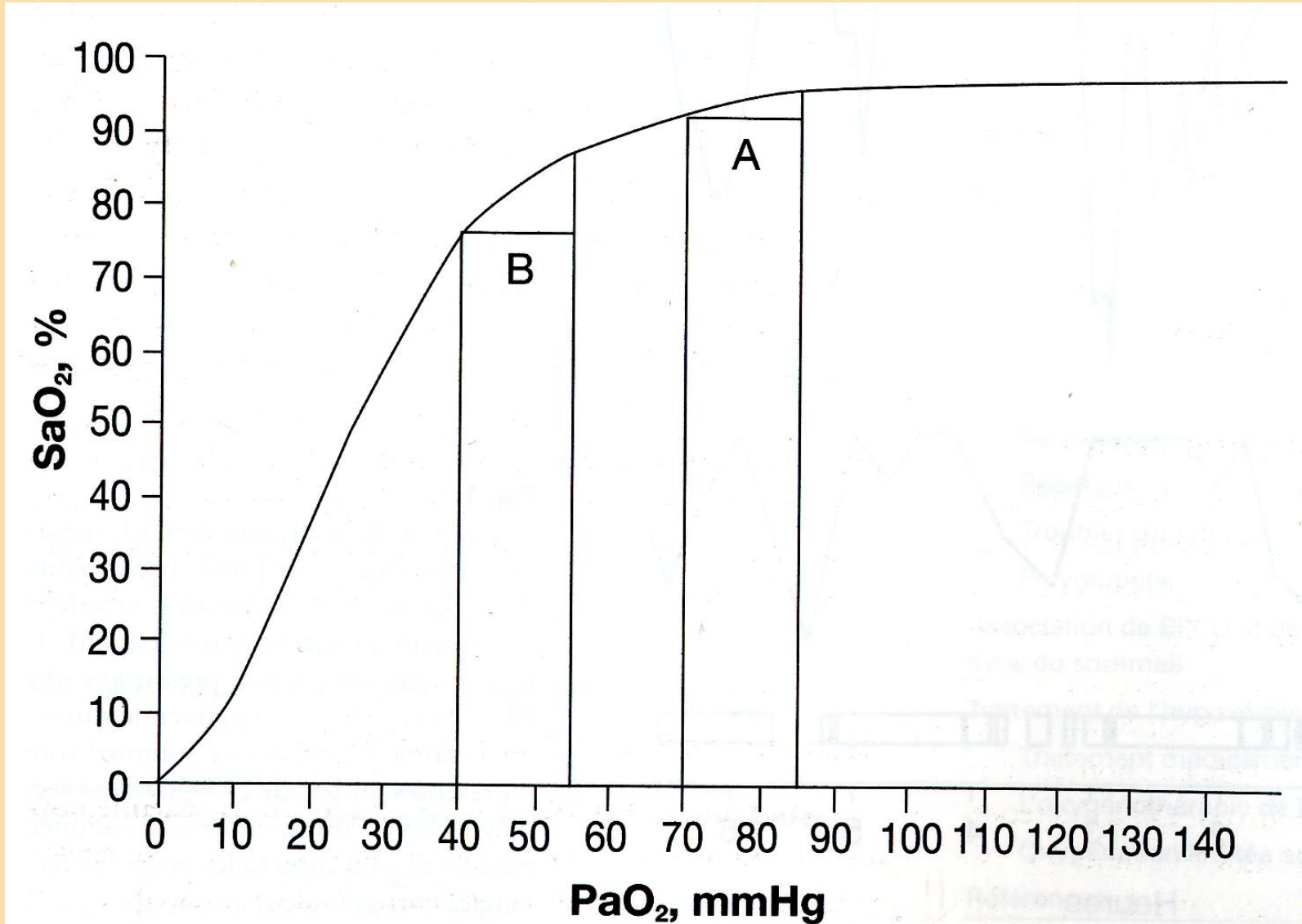


L'emphysème panlobulaire

(pink puffer) : trouble de diffusion +++



COURBE DE DISSOCIATION DE HB



TM6

- = distance maximale parcourue en 6 min
- + évolution dyspnée (Borg)
- + évolution fréquence cardiaque
- + évolution SpO2
- +/- gazométrie artérielle

- Très reproductible si qualité +++
- Intérêt +++ pour la prescription d'une O2 de déambulation et pour le suivi des patients

TEST DE MARCHE DE 6 MINUTES

Identification du patient (étiquette)

FINI	F (74A)
FINL	...4/02/34
MARGUERITE	E : 24/04/08
	
H	82 081774504 13:45

Echelle de BORG

- 0 Nulle
- 0,5 Très, très discrète (à peine perceptible)
- 1 Très discrète
- 2 Discrète
- 3 Modérée
- 4 Légèrement intense
- 5 Intense
- 6
- 7 Très intense
- 8
- 9 Très, très intense
- 10 Maximale

Date du test : 25/04/2008

Opérateur : HENRY

Supplément en O₂ : ~~OUI~~ NON

Débit d'O₂ : ___ L / min

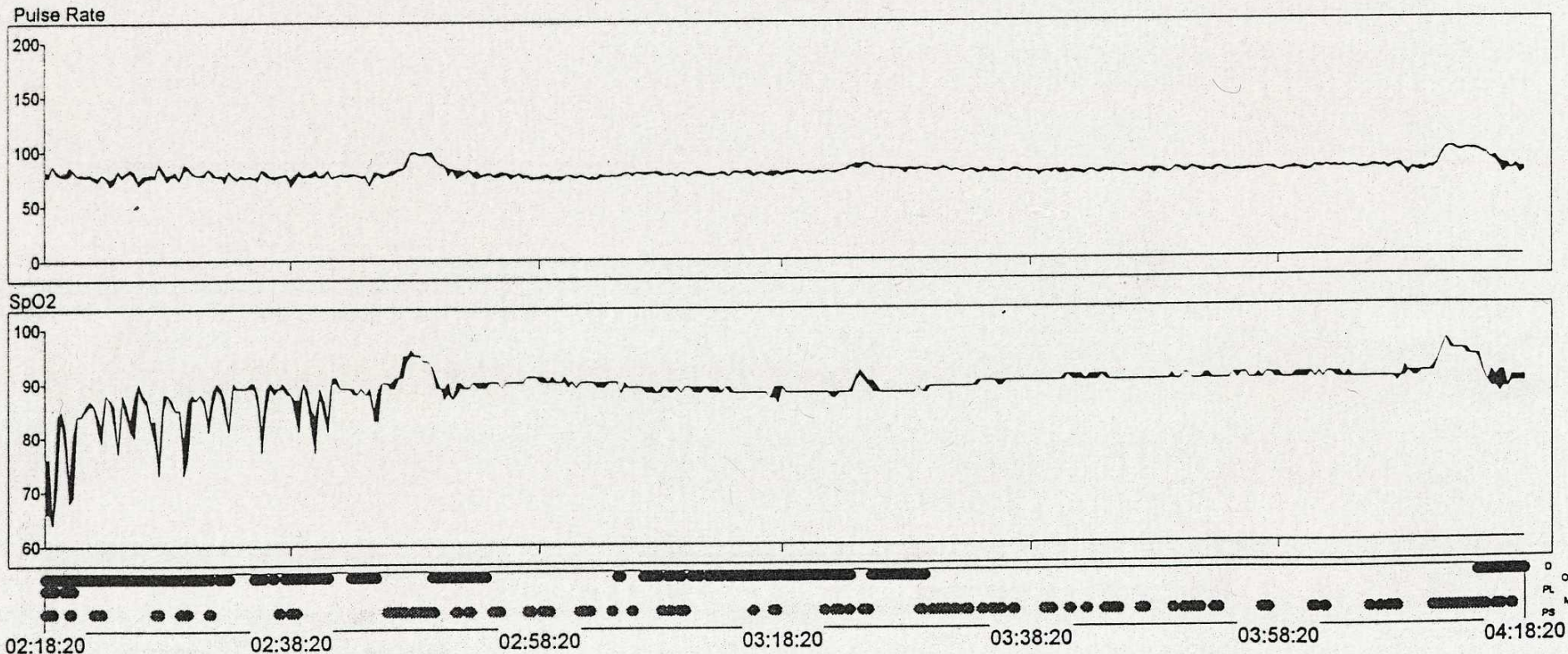
	DEBUT	FIN
Heure	10 h 00	10 h 06
Fréquence cardiaque	91 / min	112 / min
SpO ₂	98 %	98 %
Dyspnée (échelle de Borg)	1	4
Fatigue des membres inf. (échelle de Borg)	-	-
Arrêt pendant l'épreuve : NON OUI (combien :)		
Autres symptômes ? (douleur thoracique, douleurs articulaires, etc ...)		

Nombre d'allers retours : 2,5 x 75 m

Distance finale parcourue en 6 minutes : 380 mètres

CHEZ L'HOMME Distance (m) parcourue en 6 minutes = (7,57 x Taille (cm)) - (5,02 x Age) - (1,76 x Poids (kg)) - 309
 Limite inférieure de la normale = Distance calculée - 153 mètres
 CHEZ LA FEMME Distance (m) parcourue en 6 minutes = (2,11 x Taille (cm)) - (2,29 x Poids (kg)) - (5,78 x Age) + 667
 Limite inférieure de la normale = Distance calculée - 139 mètres

Monitoring de la SpO2 nocturne



02:18:20 02:38:20 02:58:20 03:18:20 03:38:20 03:58:20 04:18:20

Event Settings

Desaturation detection is enabled and is oxygen saturation below 89% and/or a drop of 3% below the baseline oxygen saturation for at least 10 seconds.

Analysis Results

Pulse Rate

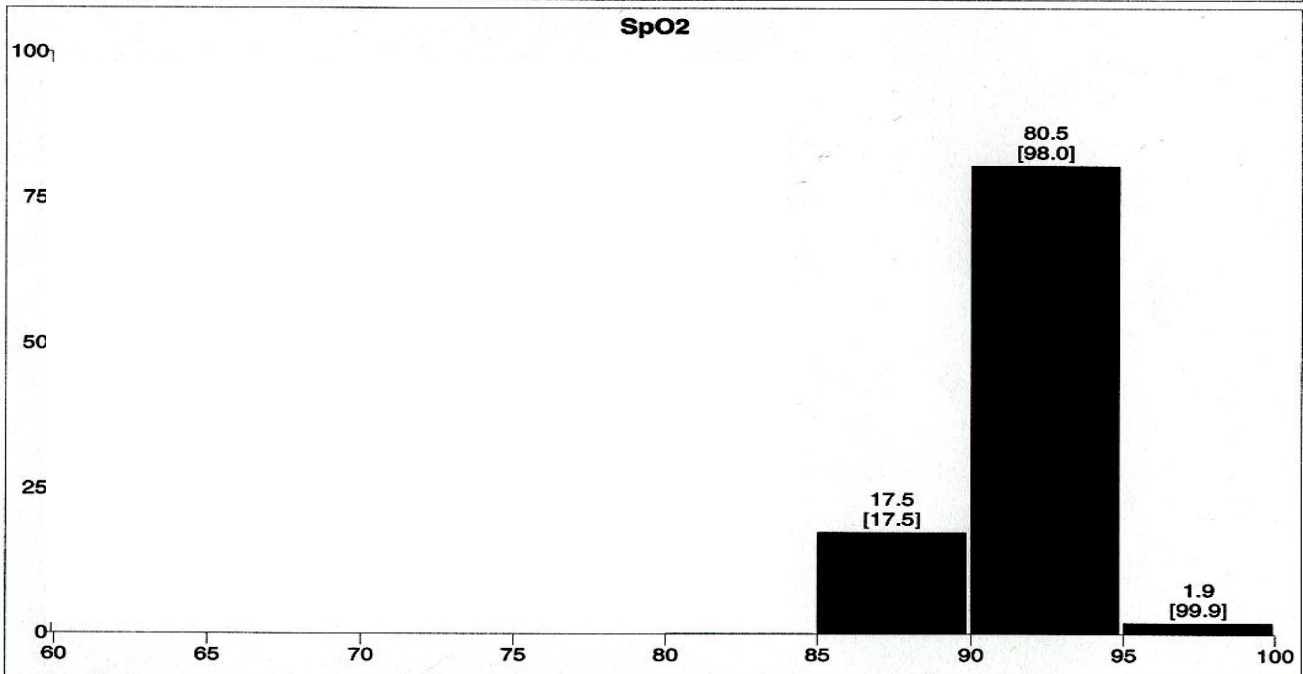
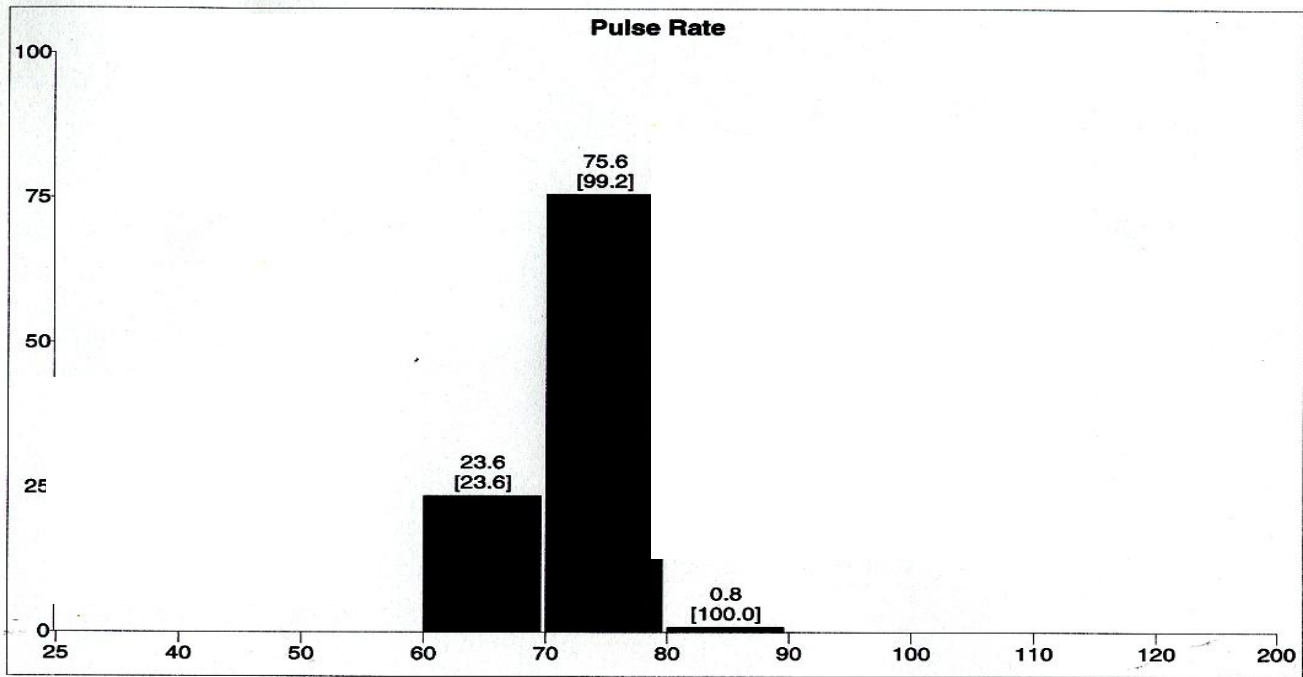
Average = 72 BPM
Standard Deviation = 3

SpO2

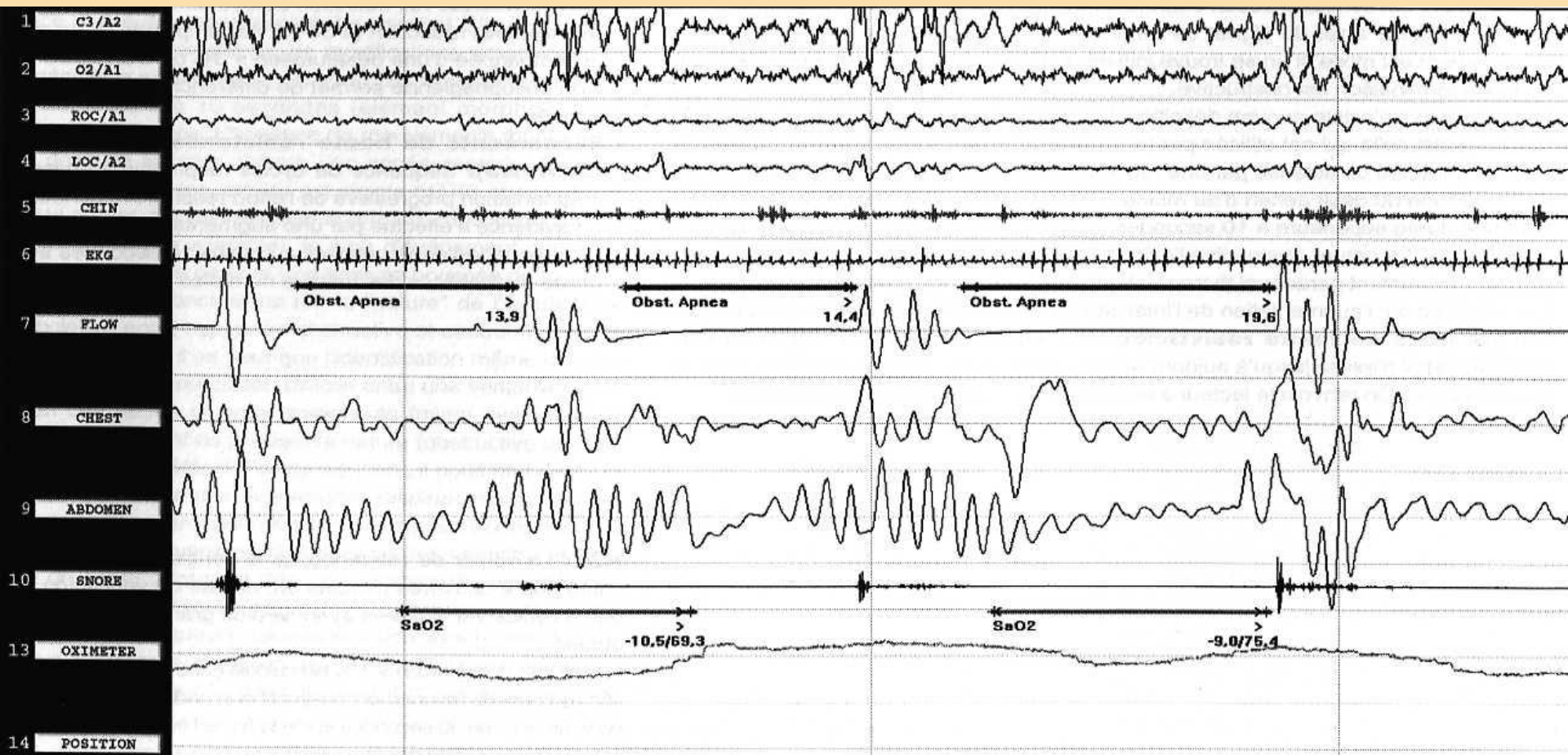
Desaturations = 126
Average = 91%
Low = 84%

Study Statistics

Study date range = 03/18/04 - 03/19/04
Total study duration = 06 hrs 33 min 20 sec
Total duration of SpO2 below 89% = 00 hrs 20 min 10 sec
Percent of time spent in motion = 22%
Percent of time spent in pulse search = 1%

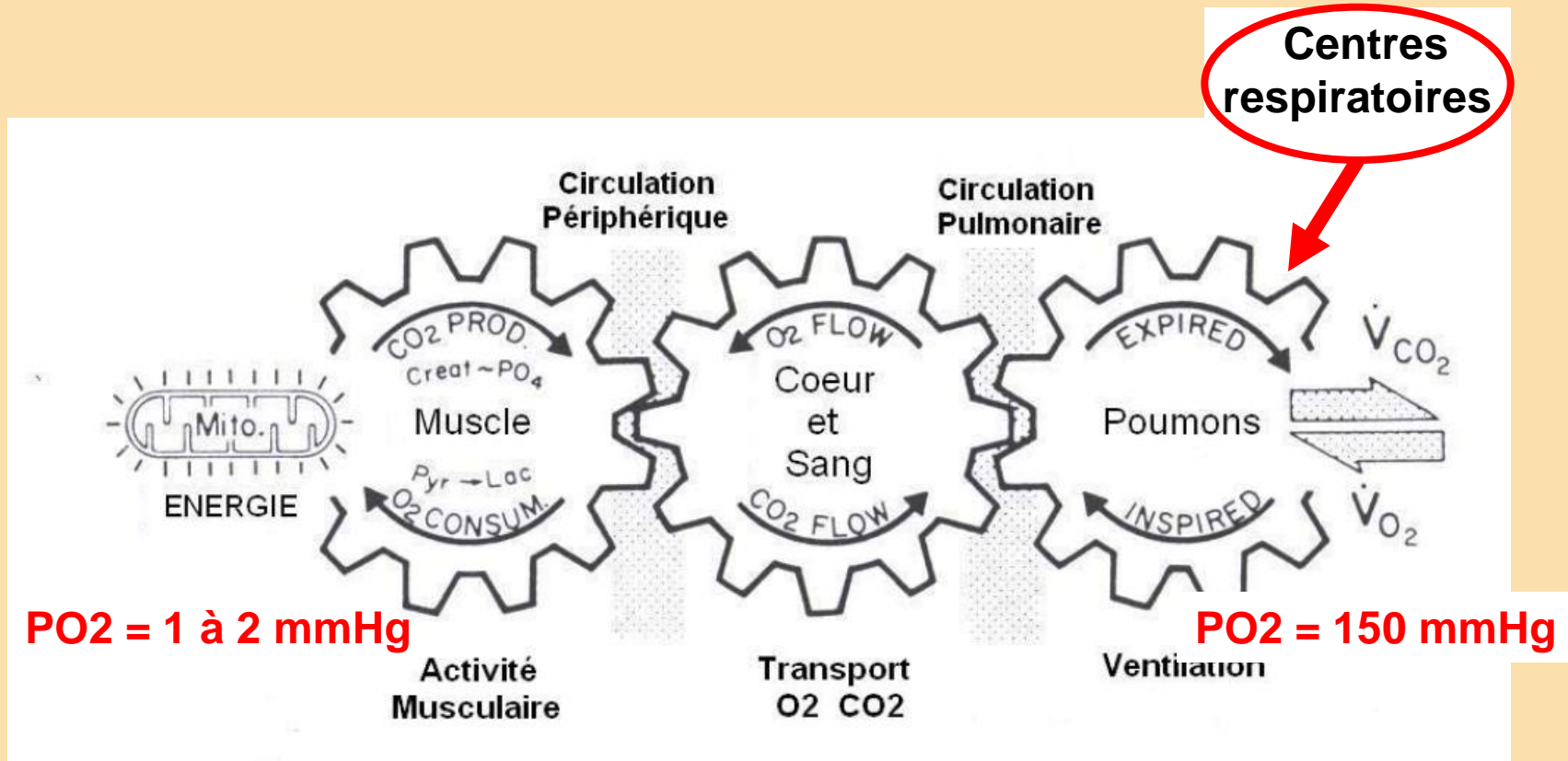


Apnées obstructives (+ BPCO = « overlap syndrome »)



**L'ÉPREUVE D'EFFORT
CARDIORESPIRATOIRE
INTÉGRÉE À CHARGE
CROISSANTE (EFX)**

VISION SIMPLIFIÉE DES TRANSFERTS D'ÉNERGIE



Méthodologie

- I – Le patient :** - Indication ? Contre-indication ? traitement ?
- Possibilités d'exercice ? clinique, tests fonctionnels de repos...

II – Le matériel **→ en temps réel :**

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Ergomètre | PMS | ⊕ ? | - GDS, P (A-a)O ₂
(PAO ₂ = PiO ₂ -PaCO ₂ /R)
- VD/VT = $\frac{(PaCO_2 - PE_{CO_2})}{PaCO_2}$?
- P (a-ET) CO ₂ (??)
? |
| - Pneumotachographe... | VE (< -- > VVM)
--FC (< -- > FMT) | | |
| - Moniteur cardio-vasc.. | --TA
--ECG | | |
| - S. analyse gaz expirés.. | --VO ₂ → PMA
--VCO ₂
--Seuils → CE | | |
| - Oxymètre de pouls..... | Stc O ₂ | | |
| | | | |

III – Protocoles :

- épreuves à charges croissantes
- charges adaptées (durée environ 10-12 mn)
- **Qualité** +++ étalonnage, surveillance clinique (participation, dyspnée), évolution différents paramètres ...

CONTRE-INDICATIONS DES ÉPREUVES D'EFFORT

ABSOLUES :

- Infarctus du myocarde datant de moins de 5 jours
- Maladies fébriles aiguës
- Insuffisance cardiaque mal contrôlée
- Angor instable
- Myocardite ou péricardite aiguë
- Hypertension artérielle non contrôlée (TAsys > 250 mmHg, TAdias > 120 mmHg)
- Sténose aortique serrée
- Cardiomyopathie obstructive sévère

RELATIVES :

- Infarctus myocardique récent (< 4 semaines)
- Maladie valvulaire aortique
- Tachycardie de repos (HR > 120/min)
- Troubles électrolytiques sévères
- Maladies thromboemboliques
- Anomalies ECG au repos
- Diabète mal contrôlé
- Epilepsie
- Maladies vasculaires cérébrales
- Insuffisance respiratoire aiguë
- Asthme mal contrôlé

**EXAMEN CARDIAQUE DE REPOS PREALABLE
INDISPENSABLE (CLINIQUE, ECG)**

INDICATIONS D'INTERRUPTION DE L'ÉPREUVE D'EFFORT

ATTENTION :

Toute épreuve d'effort doit se faire dans des conditions de sécurité médico légales absolues

SIGNES ET SYMPTOMES GÉNÉRAUX

- Douleurs thoraciques évocatrices d'angor
- Dyspnée sévère
- Vertige ou faiblesse
- Appréhension marquée, confusion mentale, manque de coordination
- Pâleur et transpiration soudaine
- Cyanose

SIGNES ECG

- Signes d'ischémie : sous décalage de ST supérieur ou égal à 0,1 mV (1 mm) avec ST descendant ou horizontal
- ESV polymorphes, tachycardie ventriculaire paroxystique
- FA survenant en cours d'effort
- Bloc AV du deuxième ou du troisième degré
- Apparition d'un bloc de branche

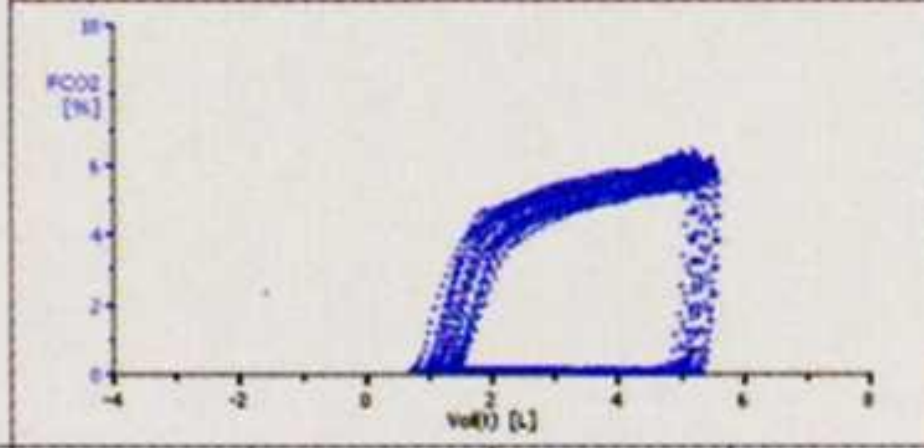
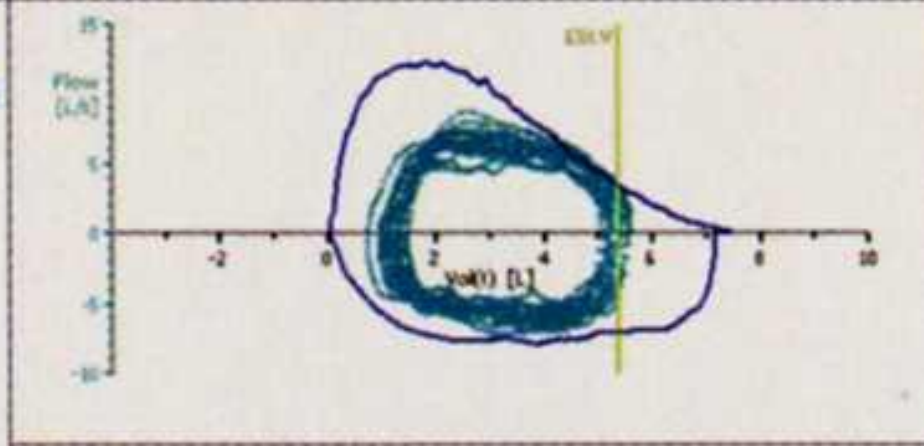
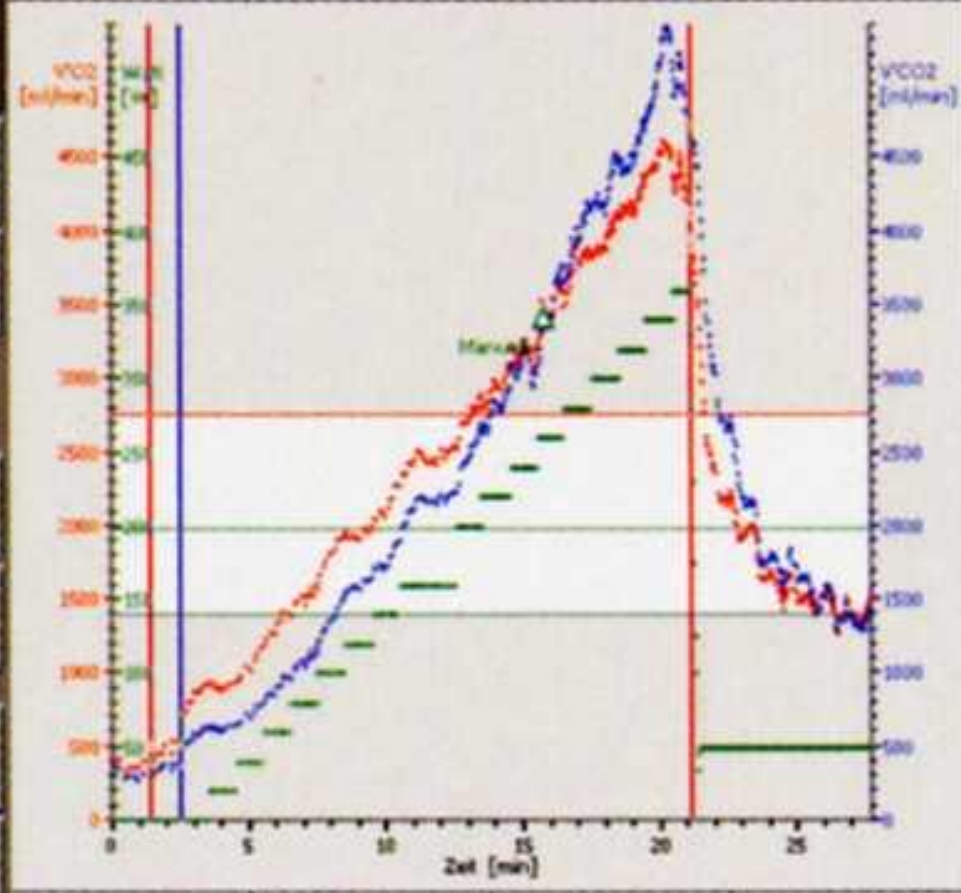
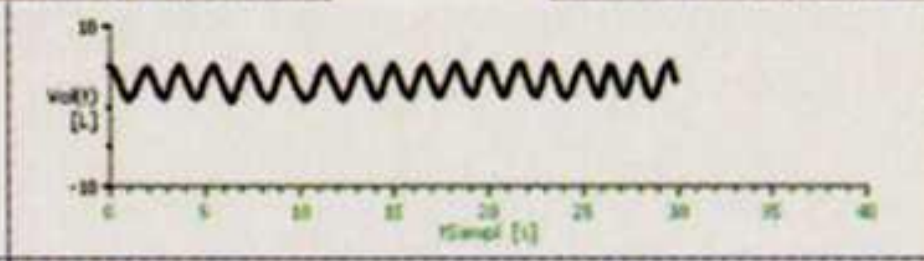
TENSION ARTÉRIELLE

- Toute baisse de la TAsys < TAsys de repos
- Une chute > à 20 mmHg après un accroissement normal
- TAsys > 300 mmHg ou TAdyas > 140 mmHg

LE BON SENS CLINIQUE AVANT TOUT !!!

ERGO-ER EKG Wasserman-9 AT Endtidal CO2-RB Intrabreath Calorimetry Resp-D 4

HR	HRR	O2/HR	BR
153	18	29.1	41



V'O2	RER	VE	BF	VTex	EELV	t-Ph	Zeit
4449	1.12	132	31	4.111	4.17	17:25	19:50

INTÉRÊTS DE L'EFX

- Evaluation des possibilités d'exercice des patients : VO_2 pic, PMS, seuil ventilatoire...
- Evaluation des facteurs limitants de l'exercice musculaire :
 - ventilatoires (VE/VVM, hyperinflation dynamique) \pm échangeur (SPO2 \pm GDS)
 - cardio-circulatoire (FCpic/FMT, ECG, TA)
 - musculaires (échelle de fatigue musculaire, lactate...)
 - échelles de dyspnée et de fatigue
- Préalable au réentraînement à l'exercice
- (examen clé pour le diagnostic physiopathologique des dyspnées de diagnostic « difficile »)

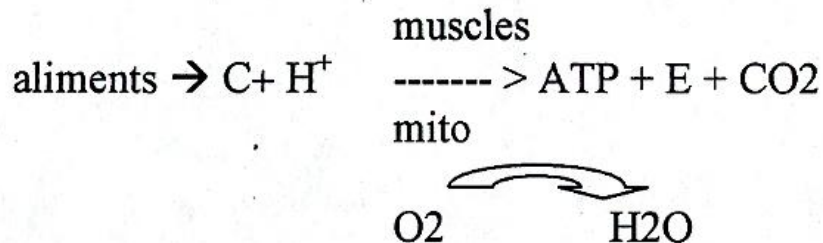
ADAPTATION À L'EXERCICE

- Métabolique :

* métabolisme aéro/anaérobie :

* seuil(s)

* "non limitant"



- Cardio-circulatoire :

* $Q_E = 7,8 \text{ VO}_2 + Q_R = \text{VEMS} \times \text{Fc}$

* "limitant"

* TA - noradrénaline

- vasodilatation locale (cholinergique, NO...)

- redistribution

- Echangeur pulmonaire :

* (A - a) O₂ \nearrow après 50 % PMA

* "non limitant"

- Ventilatoire :

* $VE = 4,54 + 0,221 \text{ VCO}_2 = V_T \times \text{FR}$

* V_D/V_T

* "non limitant"

Résultats : Interprétation (1)

I – Qualité du test d'effort :

- Epreuve maximale ? "VO₂ max."
 - plateau de VO₂
 - FMT atteinte

- Epreuve quasi-maximale ? "VO₂ pic" ou "VO₂ SL"
 - QR > 1.1
 - VE/VO₂ > 35
 - PH < 7.35, bicar. < 21 meq/l

- Effort pauvre ? – clinique
 - dyspnée ?
 - fatigue musculaire ? | (échelles).

« VO₂ max » ?

- **Critères :**
 - Plateau de VO₂ ?
 - **Tolérance clinique :** échelle de Borg 9 ou 10
 - Critère de maximalité cardiaque (facteur limitant « physiologique »)
 - Critère de maximalité ventilatoire (ce n'est pas normalement un facteur limitant)
 - RER > 1,15
 - pH < 7,30 - [La] > 7 mmol/L
- **Interprétation des résultats / “normes théoriques” :** <85%th ? <60%th ?
- **VO₂ max = « Fitness »** dépend du potentiel génétique, de l'âge et du dynamisme moteur
- **VO₂ > 15 ml/Kg/min** nécessaire au maintien de l'autonomie

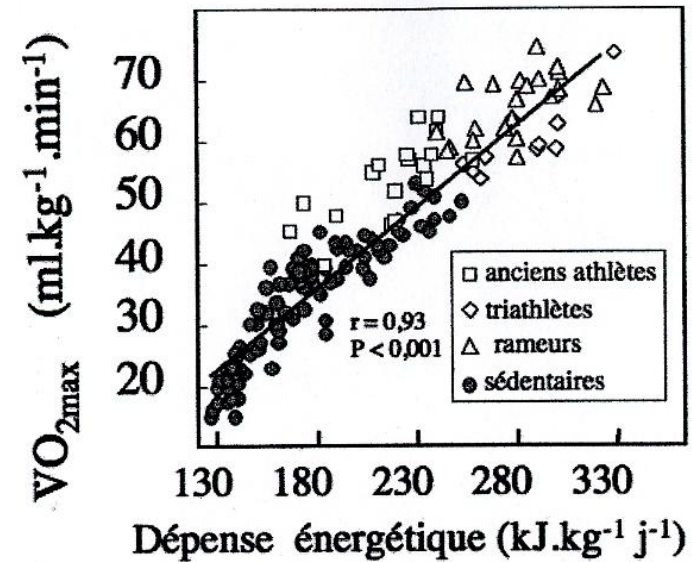


Figure 7
Relation entre la consommation maximale d'oxygène (VO₂max) et la dépense d'énergie quotidienne, observée dans une population d'individus sédentaires des deux sexes (symbole pleins) et d'athlètes et anciens athlètes (symboles vides). D'après Berthouze et al, 1995 ; 27 : 1170-9.

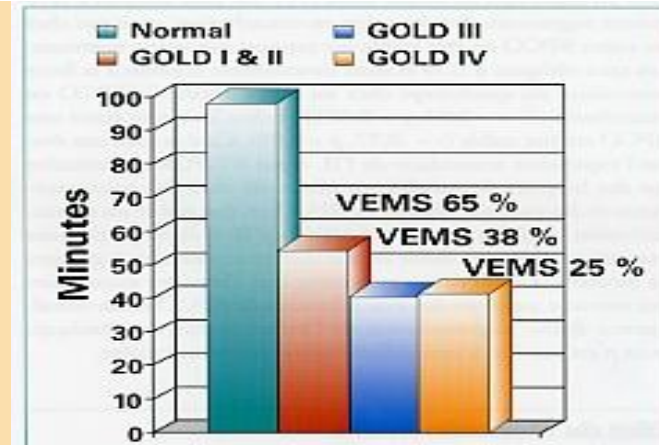
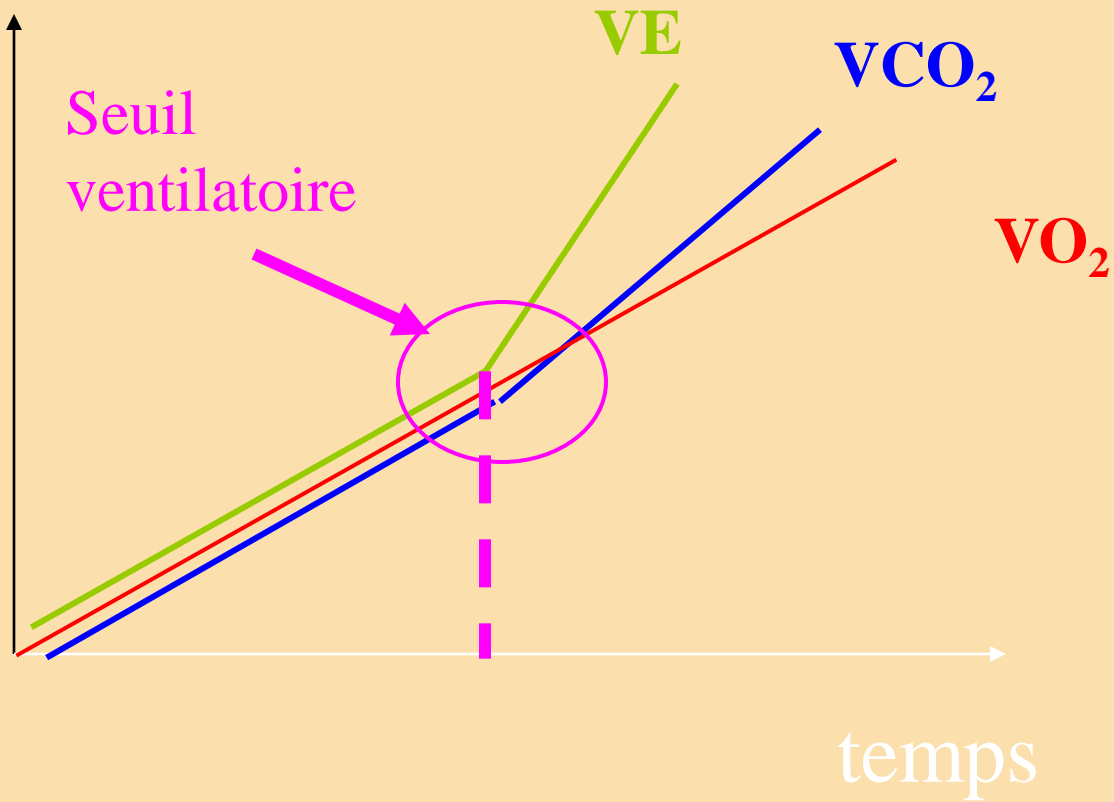


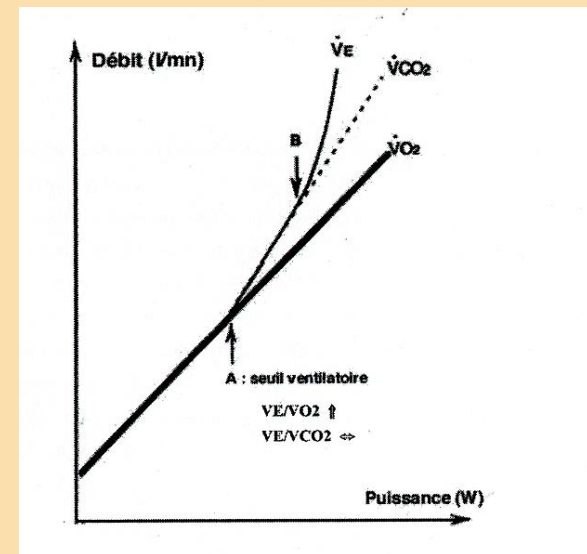
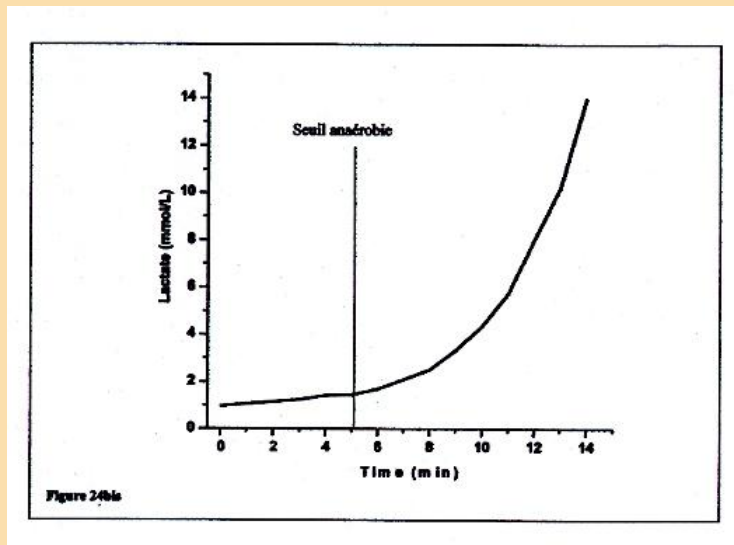
Fig. 2.
Mesure de l'activité chez un groupe de patients atteints de BPCO par rapport à des sujets normaux du même âge. Le temps de marche quotidien (en minutes) a été évalué à l'aide d'un accéléromètre. Ces données indiquent que les patients atteints de BPCO sont très inactifs, même aux stades peu évolués de la maladie [10]. Les VEMS moyens des 3 groupes « BPCO » sont indiqués.

RELATIONS VO₂-VCO₂-VE



SEUIL VENTILATOIRE ET NON « SA »

- Le muscle produit du lactate bien avant que la lactatémie augmente : en particulier, absence de seuil



- Le muscle n'est pas hypoxique après le SA : en particulier, il ne consomme pas moins d'O₂
- Production de La en condition aérobie

Interprétation (2)

Limitation anormale de l'exercice : poumon ou/et cœur ?

1 – Limitation anormale "organique" de l'exercice ?

$$\text{VO}_2 \text{ pic} < \text{VO}_2 \text{ max. th.} : 85 \% ?$$
$$60 \% ?$$

2 – Origine respiratoire ?

= tolérance à l'effort diminuée avec réserve ventilatoire diminuée
(+ réserve chronotrope ↗)

$$\rightarrow \text{VE/VVM} > 0.85$$



- ↗ VD/VT

- ↗ VE/VO₂, ↗ VE/VCO₂

= m. pulmonaires obstructives
restrictives
vasculaires

Interprétation (2)

- **BPCO** :

- $\searrow \searrow \frac{VE}{VVM}$
?

- **anomalie échangeur ?**

- * $\searrow SaO_2 > 4\%$

- ($\searrow SaO_2 = 5\% \leftrightarrow \searrow PaO_2 = 25-30 \text{ mmHg}$)

- rôle anomalies V/P ??, diffusion ?, $\searrow \underline{Pv O_2}$?

- PaO₂ peut s'améliorer à l'exercice

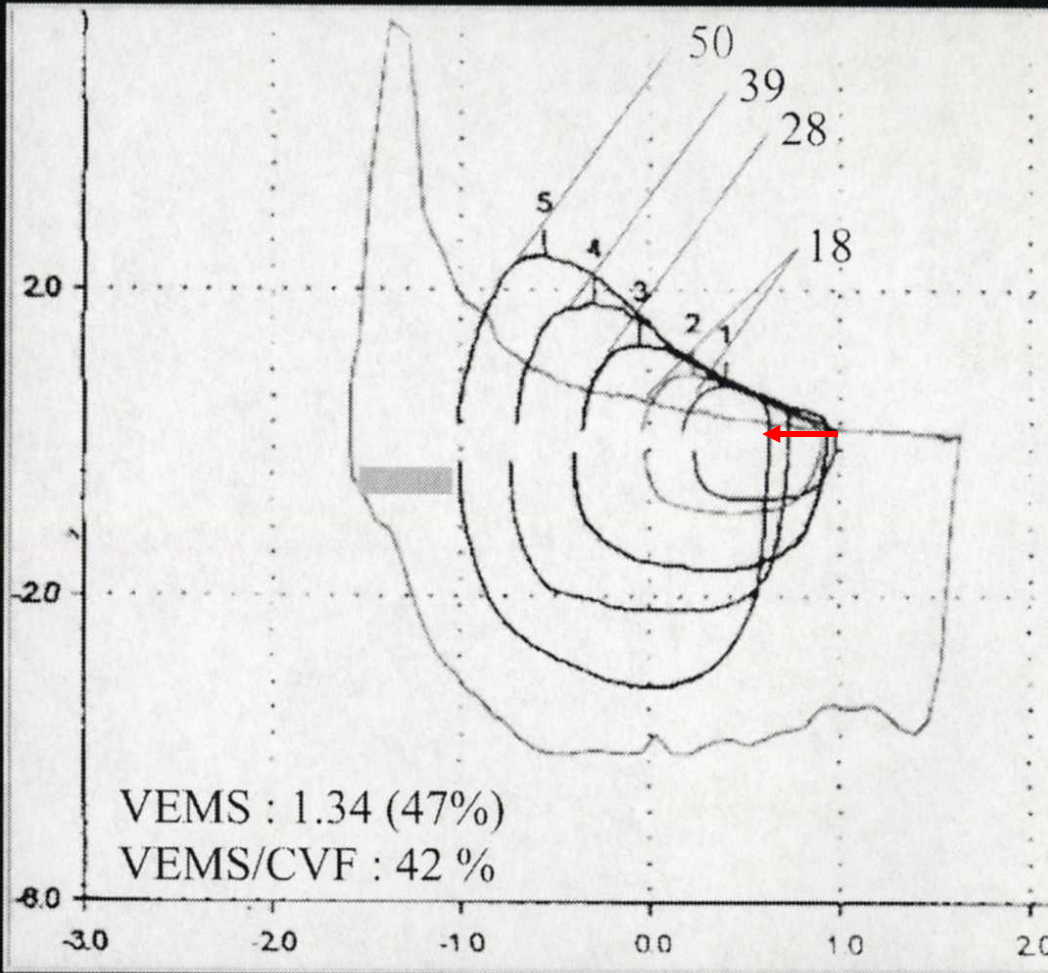
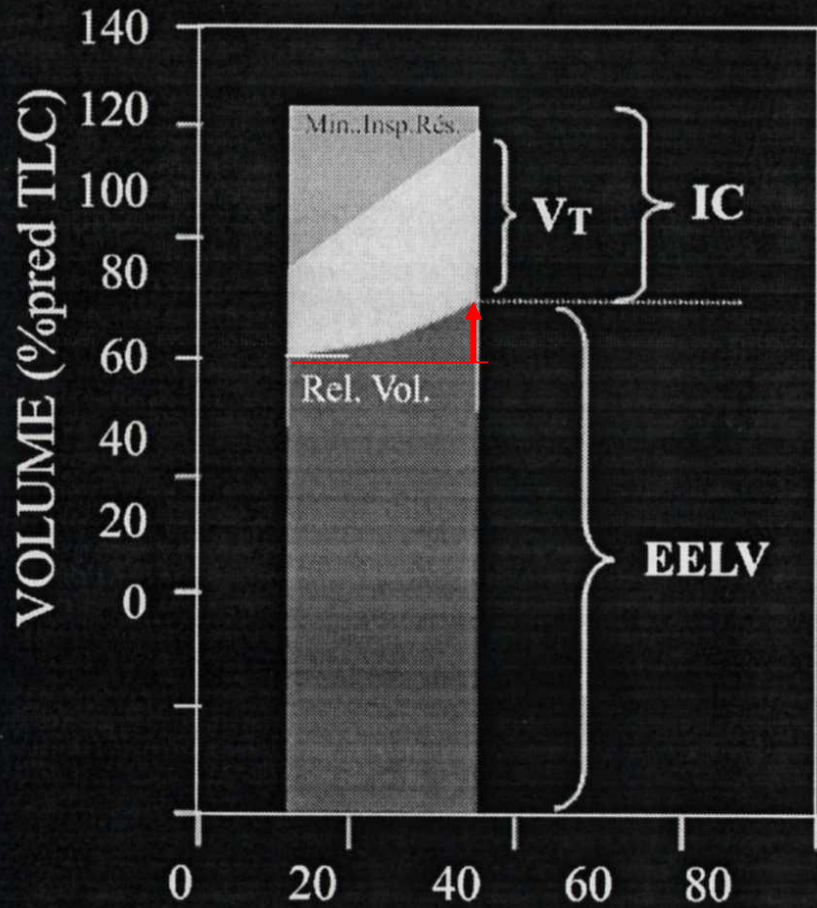
- * + hypo VA ?

- $\searrow SV$: déconditionnement, fatigue périphérique

- **fonction musculaire respiratoire ?** hyper inflation dynamique

- **adaptation cardiaque ?**

→ évaluation / pathologie associée (IVG) / RE...



Interprétation (2)

3 – Origine cardio circulatoire ?

≡ tolérance à l'effort diminuée avec réserves ventilatoires augmentées

- anomalies ECG
- FMT atteinte rapidement (?)
- ↘ pouls O₂ :

$$* VO_2/FC = VES \times D(a-\bar{v})O_2$$

* varie en fonction du VES : 30-50 % et surtout de $D(a-\bar{v})O_2$: 200-300 %

* importance de la cinétique.

- ↗HRR : $\frac{FC_E - FC_R}{VO_{2E} - VO_{2R}}$: nl = 25-45

- TA inadaptée : $TAS_E < TAS_R$
 $TA_{DE} > 140$ ou ↗ > 15 mmHg

- mais **limitation ventilatoire...**

Parfois interprétation
physiopathologique complexe si
pathologies intriquées...

CONCLUSION

- Ergospirométrie = examen clé du diagnostic étiologique des dyspnées « difficiles » à condition de pouvoir se fier aux résultats des mesures réalisées
- Permet d'évaluer précisément l'incapacité d'un malade à l'effort musculaire ainsi que la ou les raisons de cette incapacité
- Préalable indispensable chez le patient BPCO à un réentraînement à l'exercice