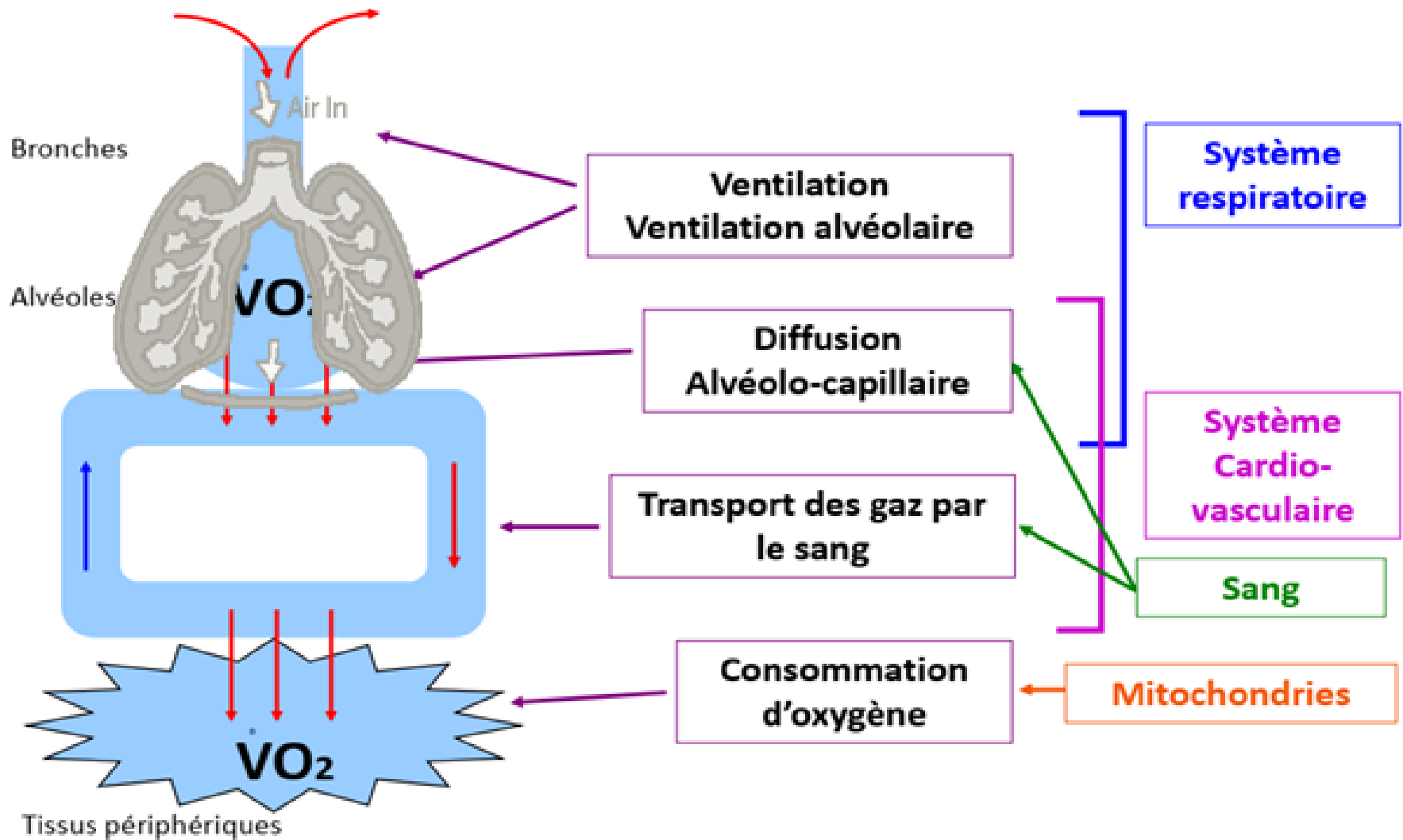


**Service de physiologie clinique et  
des explorations fonctionnelles**

**EXPLORATION FONCTIONNELLE  
RESPIRATOIRE**

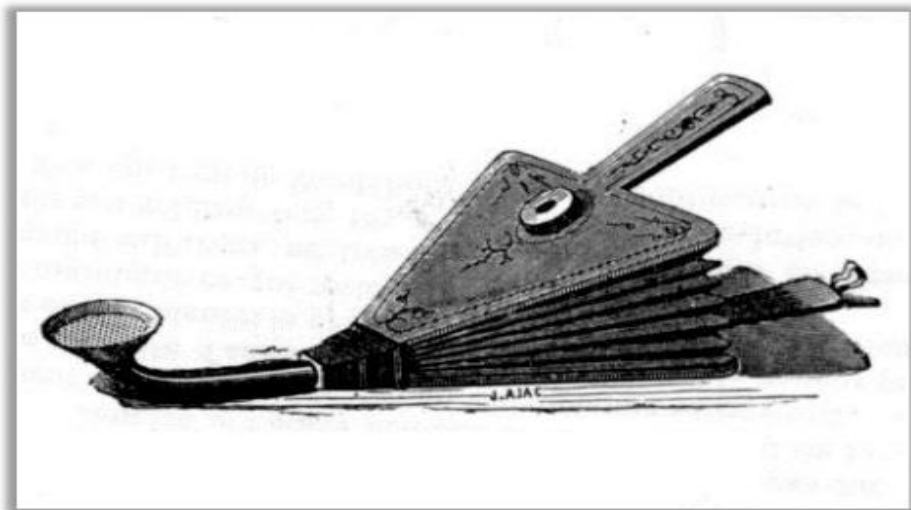
**Pr. Z.Khelifi**

# I- Introduction



# I- Introduction

## *Poumon*



tuyau

= bronche



Débits  
pulmonaires

soufflet

= muscles respiratoires  
= paroi thoracique



Volumes pulmonaires

Force

terrain de tennis

= zone d'échanges gazeux



Diffusion des gaz  
à travers la barrière

# I- Introduction

**EFR:** série d'explorations simple non invasive

Permettent l'analyse objective de la fonction respiratoire

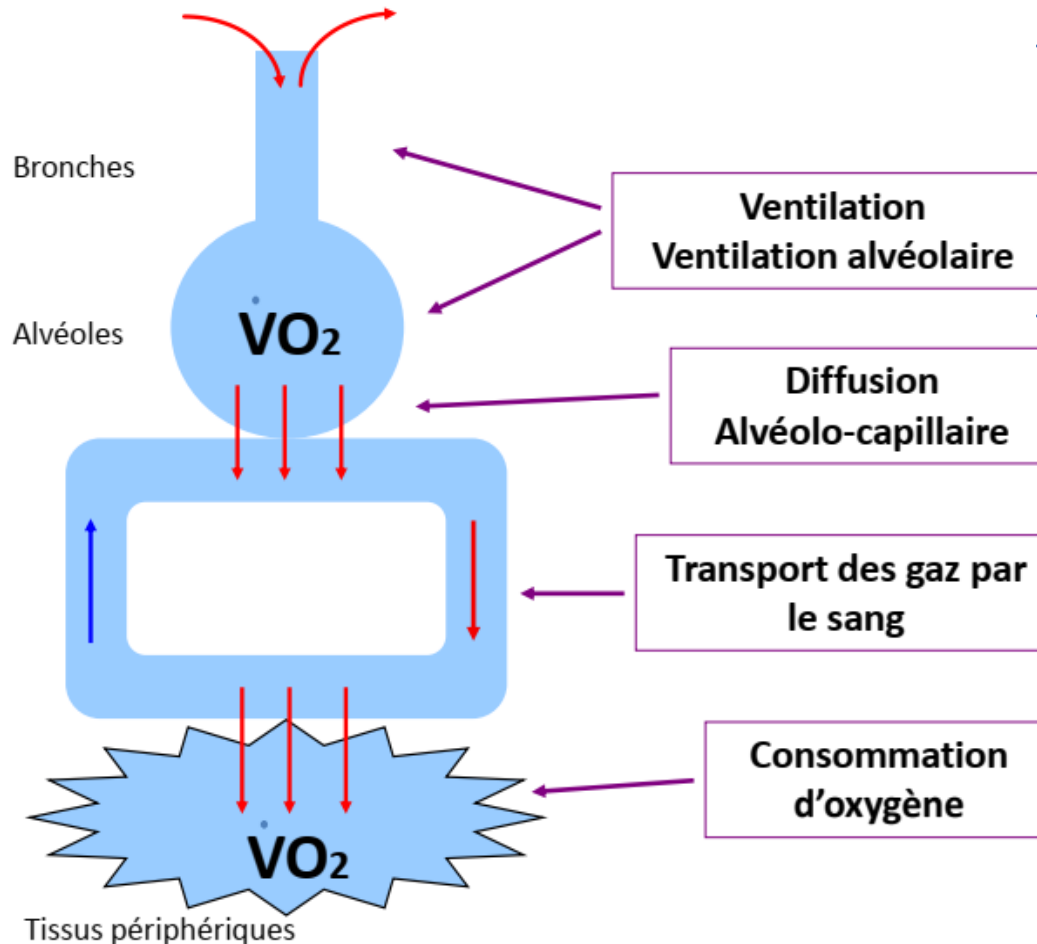
EFR  $\neq$  Spirométrie

- Spirométrie  
Pléthysmographie

- DLCO (TLCO)

- Gazométrie

- EFX ,TM6 .....



**Spirométrie :**  
étude des volumes pulmonaires mobilisables et des débits bronchique

# I- Introduction

## EFR

➤ Très large panoplies de tests ou d'explorations fonctionnelles respiratoires :

1. **Spirométrie**
2. **Pléthysmographie**
3. **DLCO**
4. **Gazométrie**
5. Test de provocation bronchique
6. NO exhalé
7. Test de marche de 6 minutes
8. EFX

# I- Indications

- Diagnostiquer une anomalie au cours d'une maladie respiratoire, ou une maladie pouvant retentir sur l'appareil respiratoire
- Evaluer la fonction respiratoire en présence de symptômes ou de signes physiques
- Quantifier la sévérité des anomalies fonctionnelles afin d'évaluer le pronostic et de guider le traitement

# I- Indications

- Evaluation préopératoire pour apprécier le risque de complications lors d'interventions affectant la fonction respiratoire
- Surveillance du retentissement respiratoire de diverses maladies, conditions environnementales ou de traitements potentiellement toxiques pour l'appareil respiratoire

# 1- Spirométrie



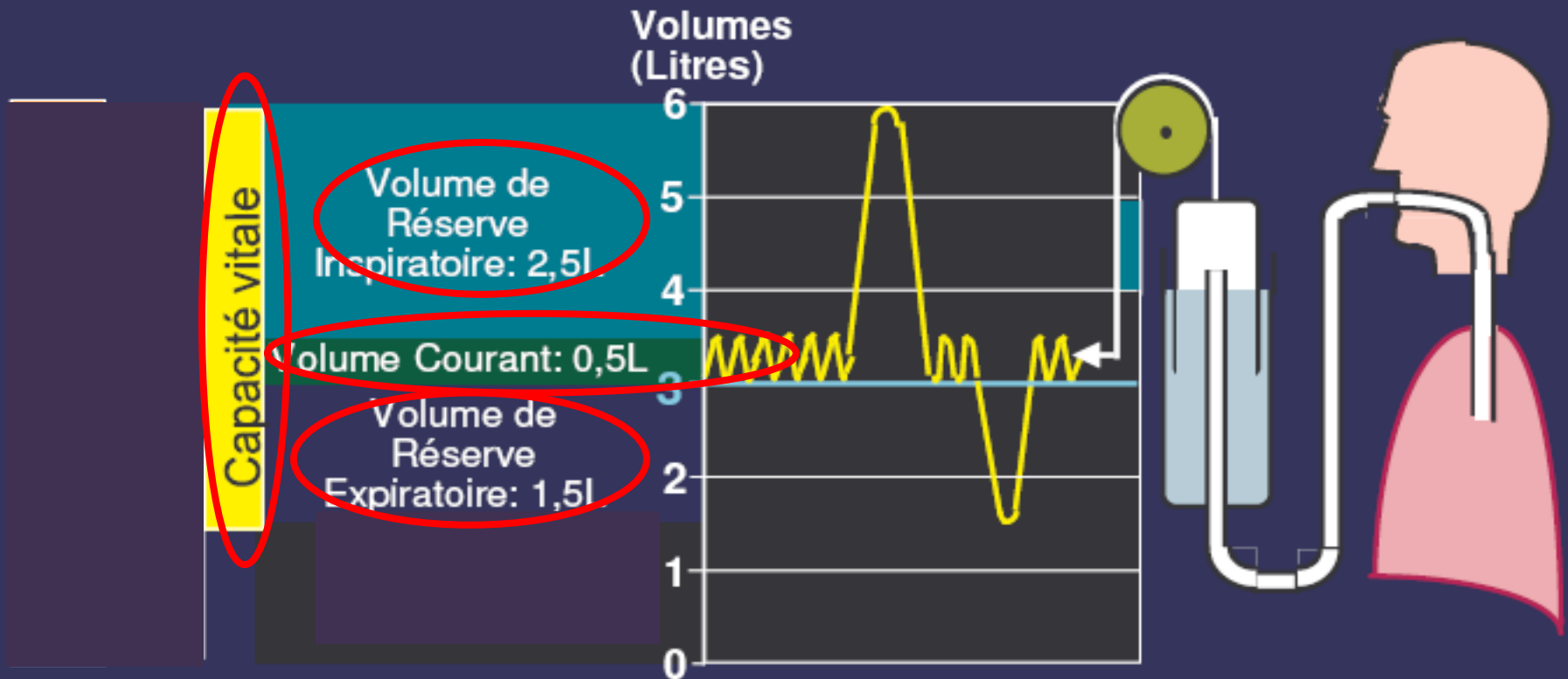
Spirometry;  
Lung Volumes and Subdivisions





# 1- Spirométrie

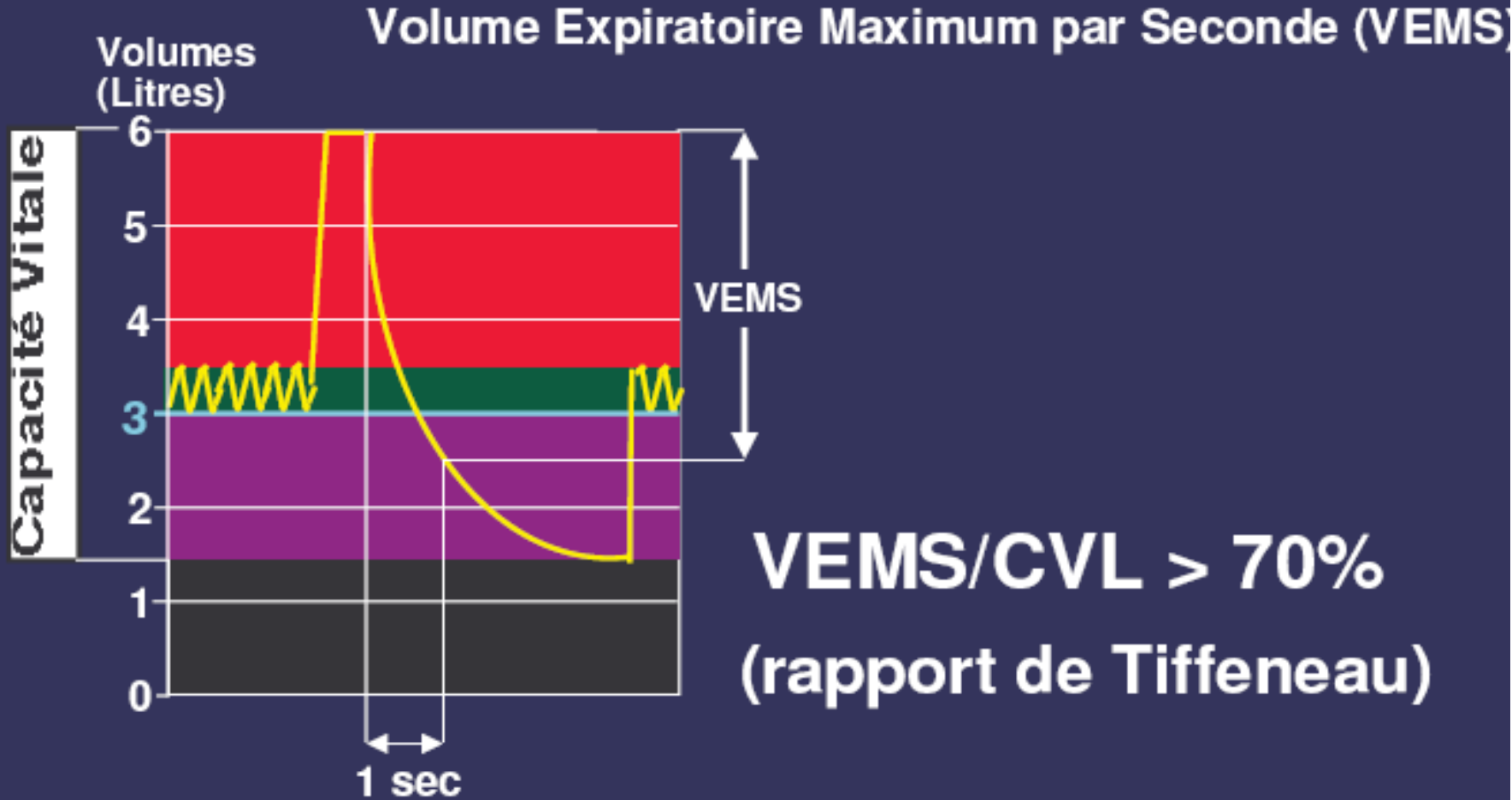
## Les volumes pulmonaires



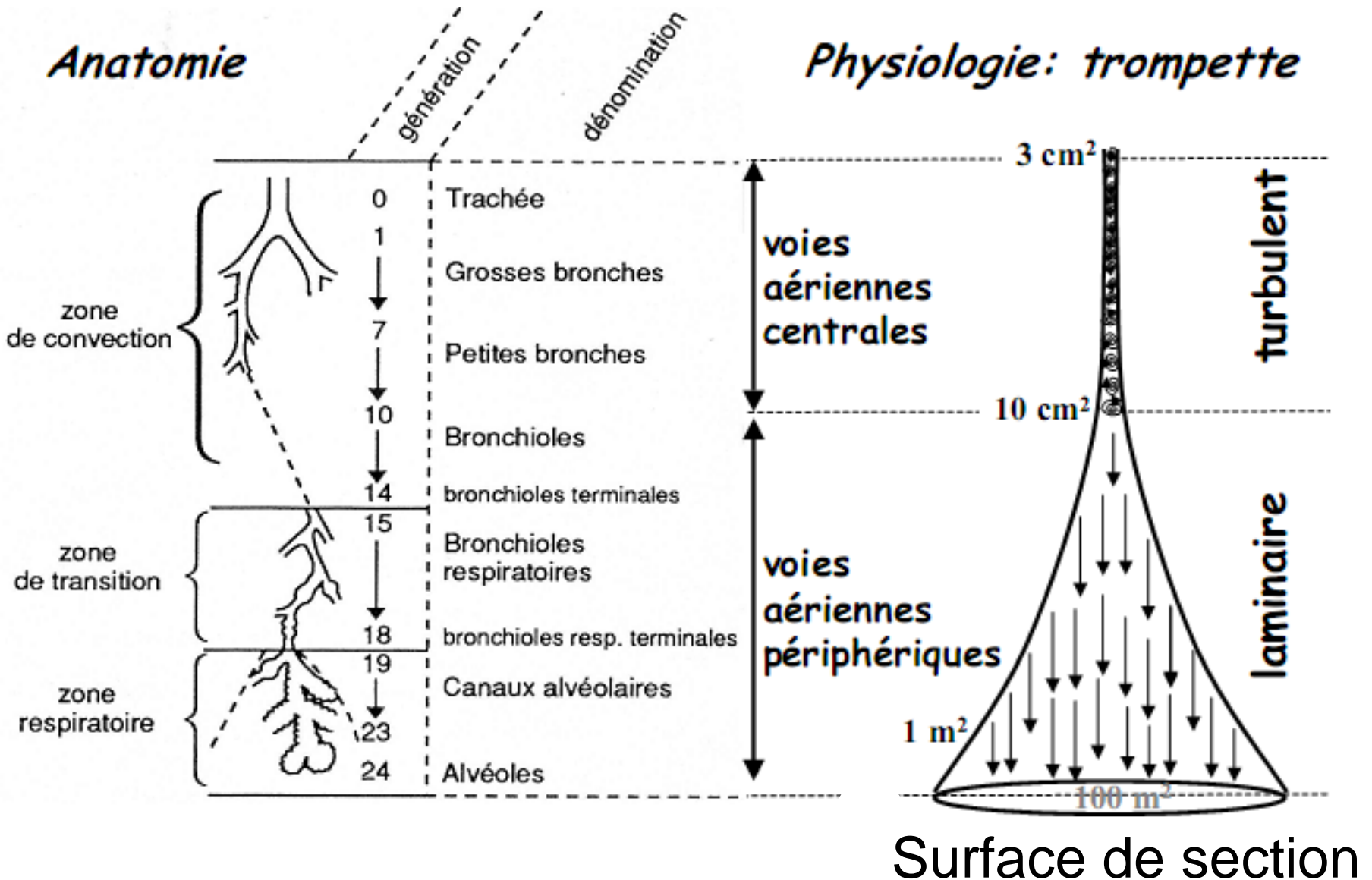
Volumes Mobilisables

# 1- Spirométrie

VEMS



# 1- Spirométrie



# 1- Spirométrie

## Courbe Débits / Volumes

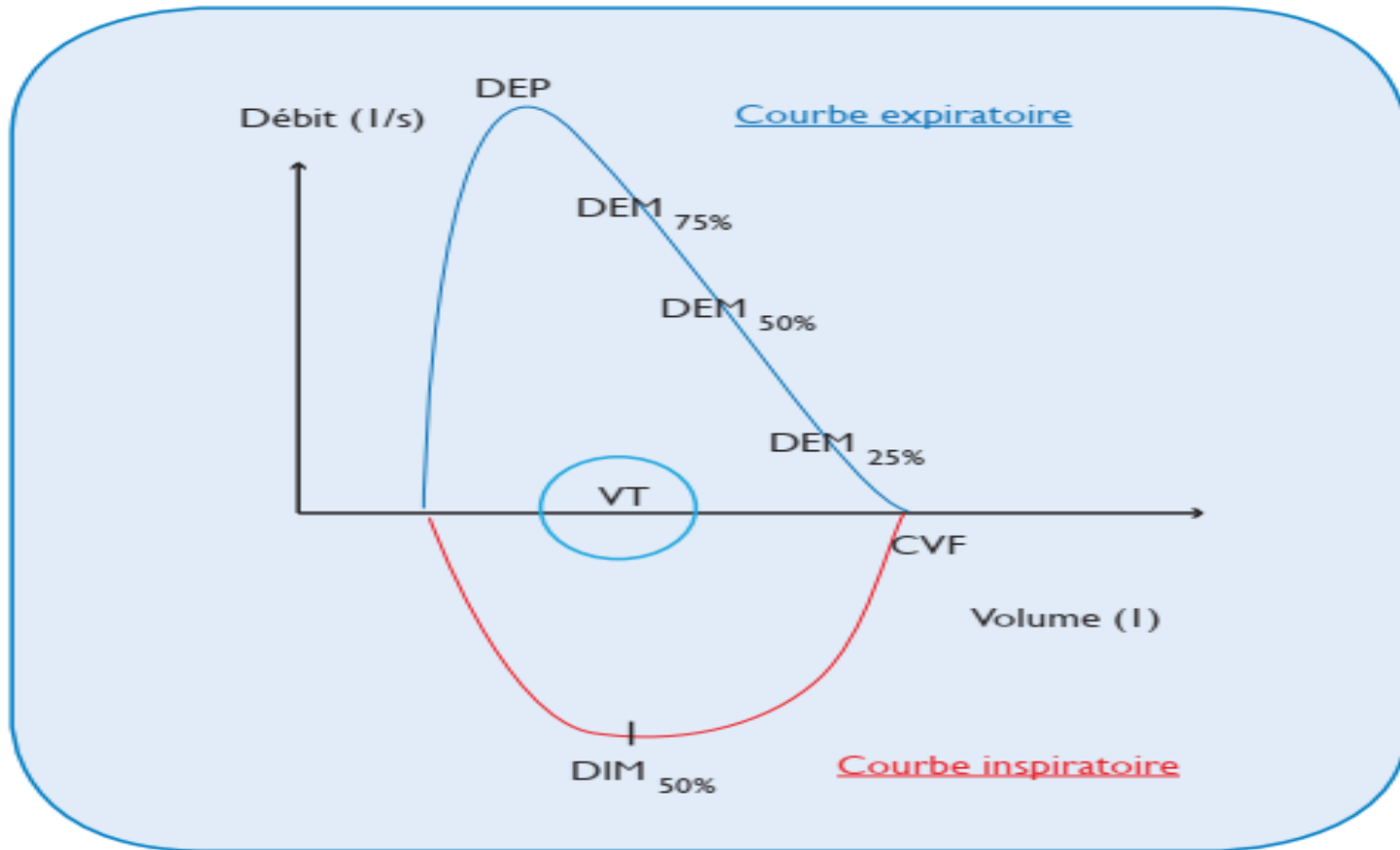


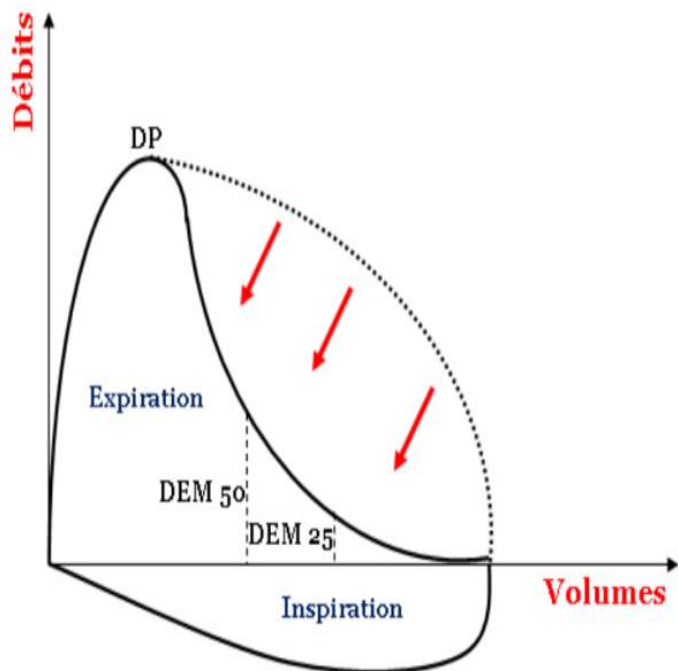
Fig 2b. Présentation débit - volume

# 1- Spirométrie

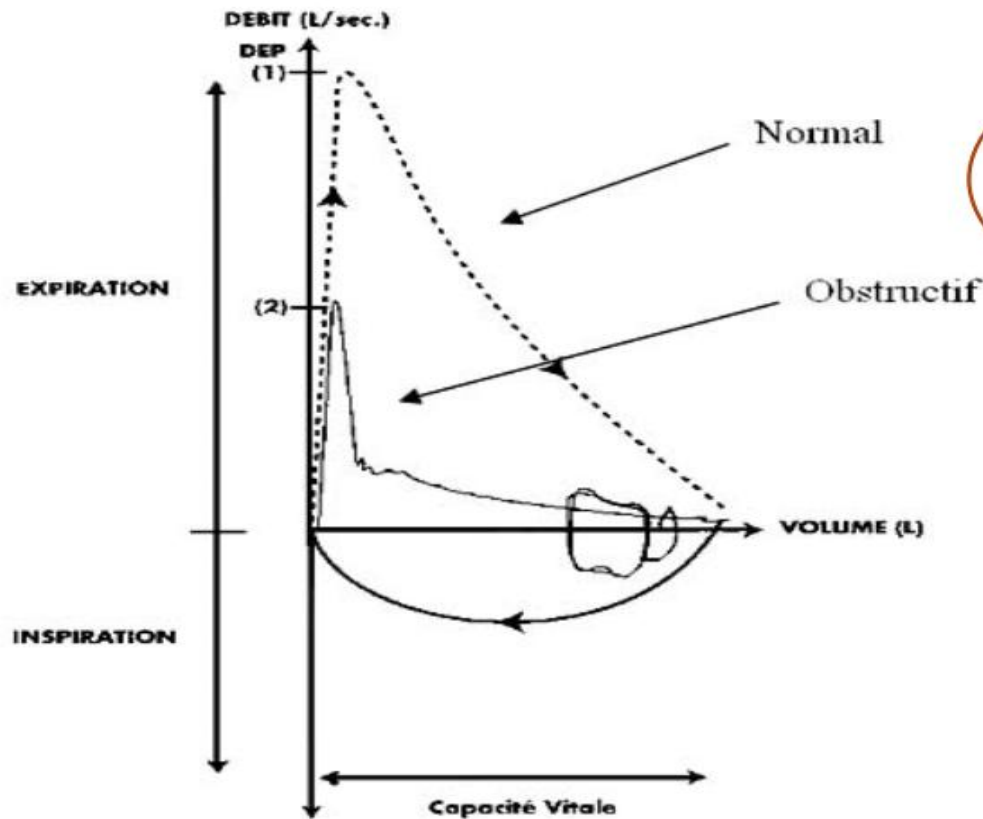
## Trouble ventilatoire Obstructif

Rapport :  $VEMS/ CVL < 0,7$  (ou  $< LIN$ )

LIN : Limite inférieure de la normale



**Obstruction légère**



**Obstruction sévère**

# 1- Spirométrie

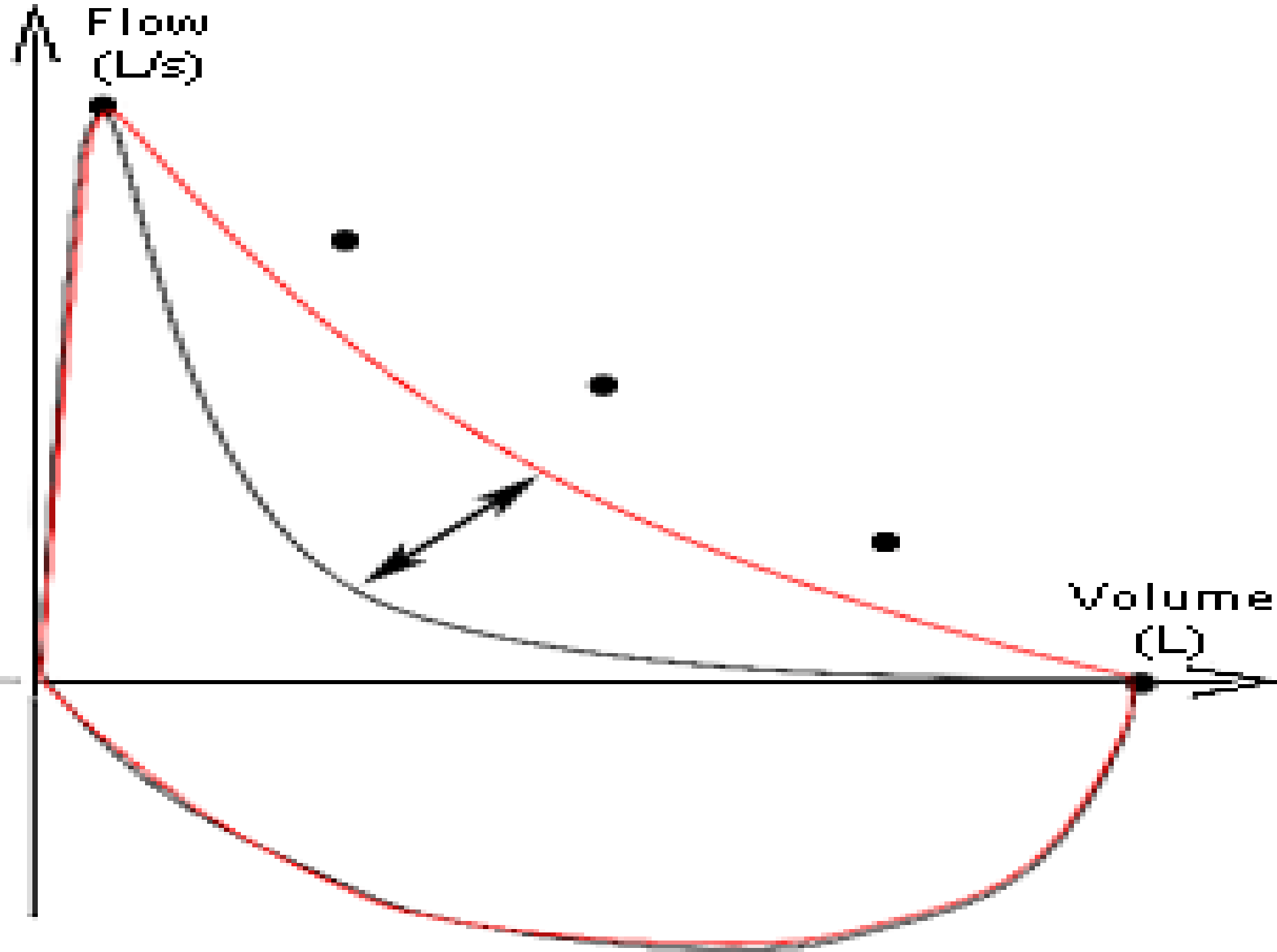
## Test de réversibilité

Utile au diagnostic

différenciation entre asthme et BPCO

Consiste à réaliser une spirométrie 15 minutes après l'inhalation de 400 µg d'un  $\beta$ 2-agoniste de courte durée d'action

Un accroissement du VEMS et/ou de la CVF d'au moins 12% et de 200 ml de la valeur de base est considéré comme significatif



Interprétation ?



## Équations de référence spirométriques des Algériens âgés de 19 à 73 ans

M. Bougrida<sup>1</sup>, H. Ben Saad<sup>2,3</sup>, M. Kheireddinne Bourahli<sup>1</sup>, I. Bougmiza<sup>4</sup>, H. Mehdioui<sup>1</sup>

### Résumé

**Introduction** Il n'a pas été vérifié si l'emploi des équations de référence spirométriques européennes est adapté à la population algérienne.

**Objectifs** Établir des équations de référence à partir d'une population algérienne (i) et les comparer à celles Européennes (ii).

**Méthodes** Un questionnaire médical a été réalisé. Le genre, l'âge, la taille, le poids, la masse maigre (MM), le pourcentage de la masse grasse (% MG) et l'indice de masse corporelle (IMC) sont notées. Les variables spirométriques ont été mesurées en pléthysmographie corporelle totale, en suivant les recommandations internationales. Des régressions linéaires simples et multiples ont été réalisées. Le volume expiratoire maximal seconde (VEMS), la capacité vitale expiratoire forcée (CVF) et le rapport VEMS/capacité vitale lente (CV) mesurés sont comparés avec ceux prédits à partir des références européennes.

**Résultats** Deux cent soixante-treize sujets sains (120 femmes) sont inclus (âge :  $42 \pm 14$  ans ; taille :  $1,69 \pm 0,10$  m ; poids :  $74 \pm 13$  kg ; MM :  $59 \pm 10$  kg ; MG :  $21 \pm 6$  % ; IMC :  $26 \pm 6$  Kg.m<sup>-2</sup>). (i) Les équations de référence algériennes expliquent 17 % à 68 % de la variabilité des débits expiratoires et des volumes pulmonaires. (ii) Les valeurs de référence européennes sous-estiment significativement les valeurs calculées pour le VEMS, la CVF et le rapport VEMS/CV (respectivement de  $0,38 \pm 0,45$  l, de  $0,36 \pm 0,55$  l, et de  $0,01 \pm 0,06$ ).

**Conclusion** Les équations calculées à partir de la population algérienne de cette étude enrichissent la banque des équations spirométriques disponibles.

**Mots-clés** : Équations de référence • Pléthysmographie • Algérie.

<sup>1</sup> Service de Physiologie et des explorations fonctionnelles, CHU Dr Benbadis, Constantine, Algérie.

<sup>2</sup> Service de physiologie et des explorations fonctionnelles, EPS Farhat Hached, Sousse, Tunisie.

<sup>3</sup> Laboratoire de physiologie et des explorations fonctionnelles, Faculté de médecine de Sousse, Tunisie.

<sup>4</sup> Département de médecine communautaire, Faculté de Médecine de Sousse, Sousse, Tunisie.

**Correspondance** : H. Ben Saad  
Laboratoire de physiologie, Faculté de Médecine « Ibn Eljazzar » de Sousse, avenue Karoui Mohamed, Sousse 4000, Tunisie.  
helmi.bensaad@rns.tn

Réception version princeps à la Revue : 18.08.2007.  
1<sup>re</sup> demande de réponse aux auteurs : 03.10.2007.  
Réception de la réponse des auteurs : 21.10.2007.  
2<sup>e</sup> demande de réponse aux auteurs : 31.10.2007.  
Réception de la réponse des auteurs : 16.11.2007.  
Acceptation définitive : 22.11.2007.

### Spirometric reference values for children living in Constantine (Eastern region of Algeria)

Mohamed Bougrida<sup>1,2</sup>; Mohamed-Kheireddine Bourahli<sup>1,2</sup>; Adel Aissaoui<sup>1,2</sup>; Sonia Rouatbi<sup>3,4</sup>; Hacene Mehdioui<sup>1,2</sup>; Helmi Ben Saad<sup>3,4</sup>.

1. Service of Physiology and Functional Explorations. Ben Badis Hospital. Constantine. Algeria. 2. Laboratory of Research on Metabolic Diseases. Faculty of Medicine. Mentouri university. Constantine. Algeria. 3. Service of Physiology and Functional explorations. Farhat Hached Hospital. Sousse, Tunisia. 4. Laboratory of Physiology. Faculty of Medicine. Sousse. University of Sousse. Tunisia.

M. Bougrida, M.-K. Bourahli, A. Aissaoui, S. Rouatbi, H. Mehdioui, H. Ben Saad.

M. Bougrida, M.-K. Bourahli, A. Aissaoui, S. Rouatbi, H. Mehdioui, H. Ben Saad.

Valeurs de référence spirométriques des enfants de la ville de Constantine (Région de l'Est Algérien)

Spirometric reference values for children living in Constantine (Eastern region of Algeria)

LA TUNISIE MEDICALE - 2012 ; Vol 90 (n°01) : 51 - 61

LA TUNISIE MEDICALE - 2012 ; Vol 90 (n°01) : 51 - 61

#### R É S U M É

**Introduction :** Élément clé de prise en charge pneumologique, la spirométrie oriente le diagnostic, offre une évaluation du handicap et permet un suivi évolutif des patients. Puisque la fonction respiratoire dépend essentiellement de la taille, de l'âge, du genre et du groupe ethnique, des équations de référence spirométriques, provenant d'individus sains, sont impératives pour l'interprétation des résultats.

**But :** Evaluer la nécessité de normes spirométriques pour les enfants âgés de 5 à 16 ans et vivants à Constantine (649 m d'altitude), une région de l'Est Algérien.

**Méthodes:** Les données anthropométriques et spirométriques sont mesurées chez 208 enfants Constantinois sains (101 filles).

**Résultats :** Les équations de référence publiées ne prédisent pas de façon fiable les données spirométriques mesurées chez les enfants constantinois. La combinaison du genre, de l'âge, de la taille, du

#### S U M M A R Y

**Background:** Spirometry play an important role in diagnosing obstructive lung disease, assessing the severity of lung disease, monitoring treatment of patients with respiratory disorders, and allocating patients to treatment groups in drug intervention studies. Since spirometric lung function depends on body size, age, gender and ethnic group, reference equations derived from healthy individuals are imperative for interpreting results.

**Aim :** To assess the need for spirometric norms for children 5 to 16 years old and living in Constantine (Eastern region of Algeria).

**Methods :** Anthropometric and spirometric data were measured in 208 healthy children (101 girls) living in Constantine (649 m above sea level).

**Results :** Published reference equations did not reliably predict measured snirometric data in Constantinian children. Combination of

## ERS TASK FORCE

# Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the global lung function 2012 equations

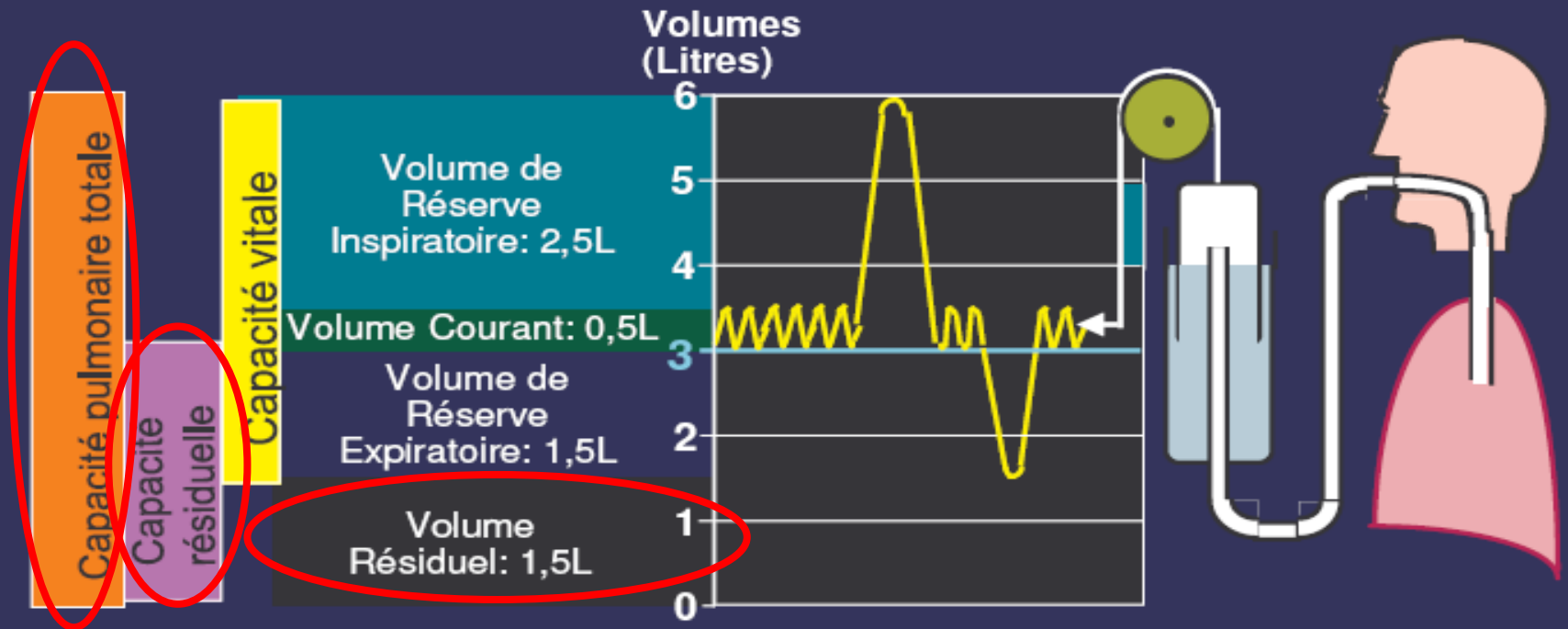
Philip H. Quanjer, Sanja Stanojevic, Tim J. Cole, Xaver Baur, Graham L. Hall, Bruce H. Culver, Paul L. Enright, John L. Hankinson, Mary S.M. Ip, Jinping Zheng, Janet Stocks and the ERS Global Lung Function Initiative

32 Pays

- Respir Dis 2009*, 30: 200–200
- 27 Wu Y, Zhang Z, Gang B, *et al.* Predictive equations for lung function based on a large occupational population in North China. *J Occup Health* 2009; 51: 417–477.
  - 28 Zhang QL, Zheng JP, Yuan BT, *et al.* Feasibility and predicted equations of spirometry in Shenzhen preschool children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi (Chinese J Pediatr)* 2005; 43: 843–848.
  - 29 National Health and Nutrition Examination Survey IV. National Center for Health Statistics. Data Dissemination Branch, Hyattsville, MD, USA.
  - 30 Golshan M, Nematbakhsh M, Amra B, *et al.* Spirometric reference values in a large Middle Eastern population. *Eur Respir J* 2003; 22: 529–534.
  - 31 Bougrida M, Ben Saad H, Kheireddinne Bourahli M, *et al.* Équations de références spirométriques des Algériens âgés de 19 à 73 ans [Spirometric reference equations for Algerians aged 19 to 73 years]. *Rev Mal Respir* 2008; 25: 577–590.

# 2- Pléthysmographie

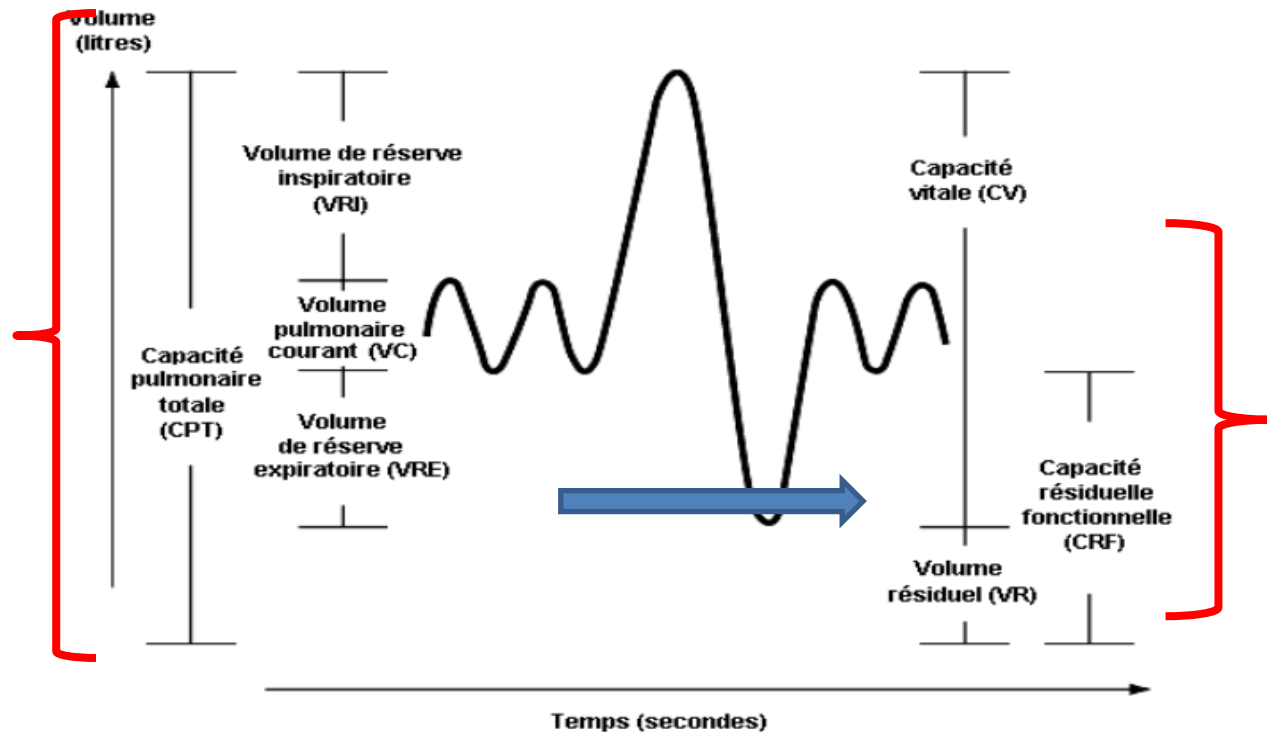
## Les volumes pulmonaires



Volumes Non Mobilisables

# 2- Pléthysmographie

## Mesure des volumes pulmonaires



Volumes Non Mobilisables

# 2- Pléthysmographie



# 2- Pléthysmographie



*Loi de Boyle et Mariotte*

$$P \times V = Cte$$

# 2- Pléthysmographie

**Trouble ventilatoire Restrictif :**

**$CPT < 80\%$  (ou  $< LIN$ )**

**Trouble ventilatoire Mixte:**

**$VEMS/CVL < 0,7$  ( $<LIN$ )**

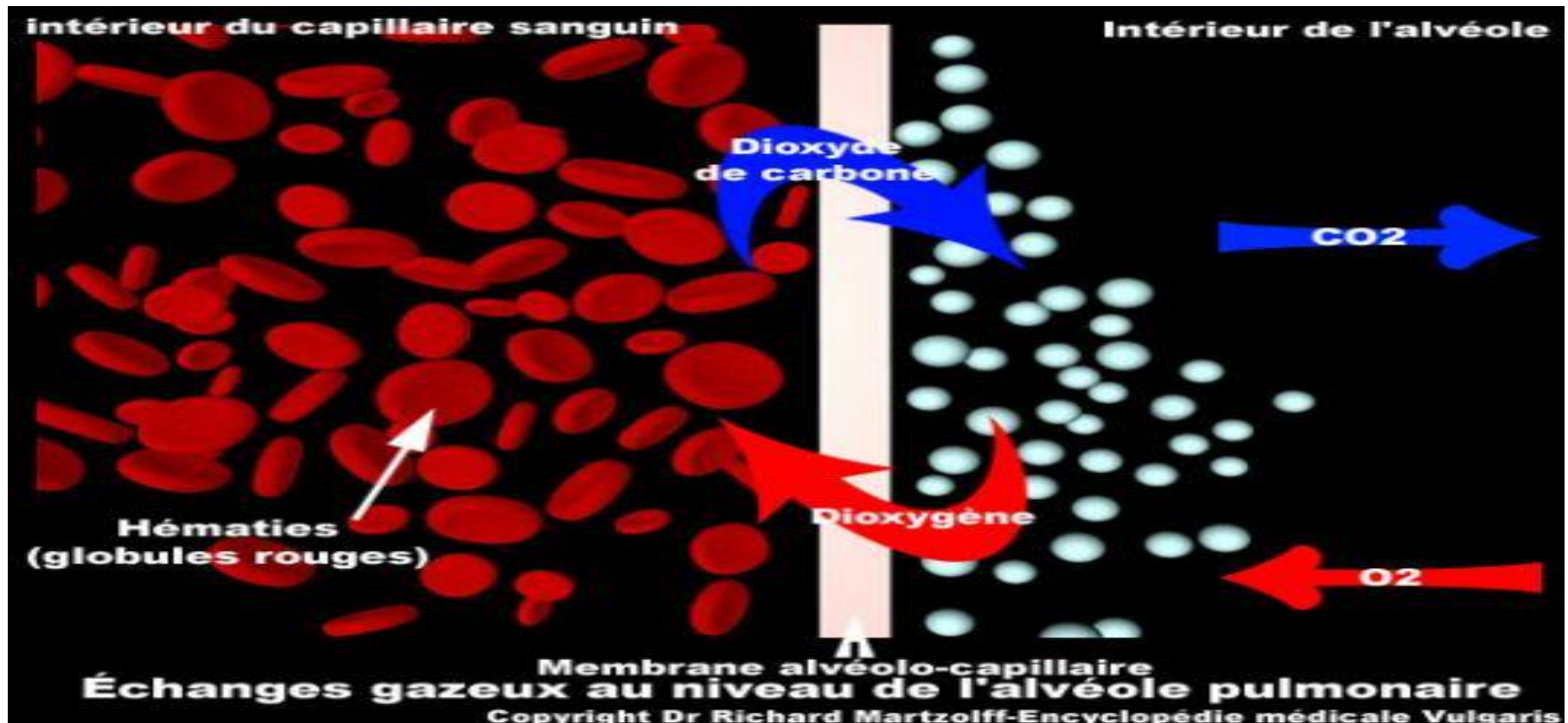
**$CPT < 80\%$  ( $<LIN$ )**

**Distension-pulmonaire:**



# 3- Mesure de la Capacité de diffusion du CO ( DLCO)

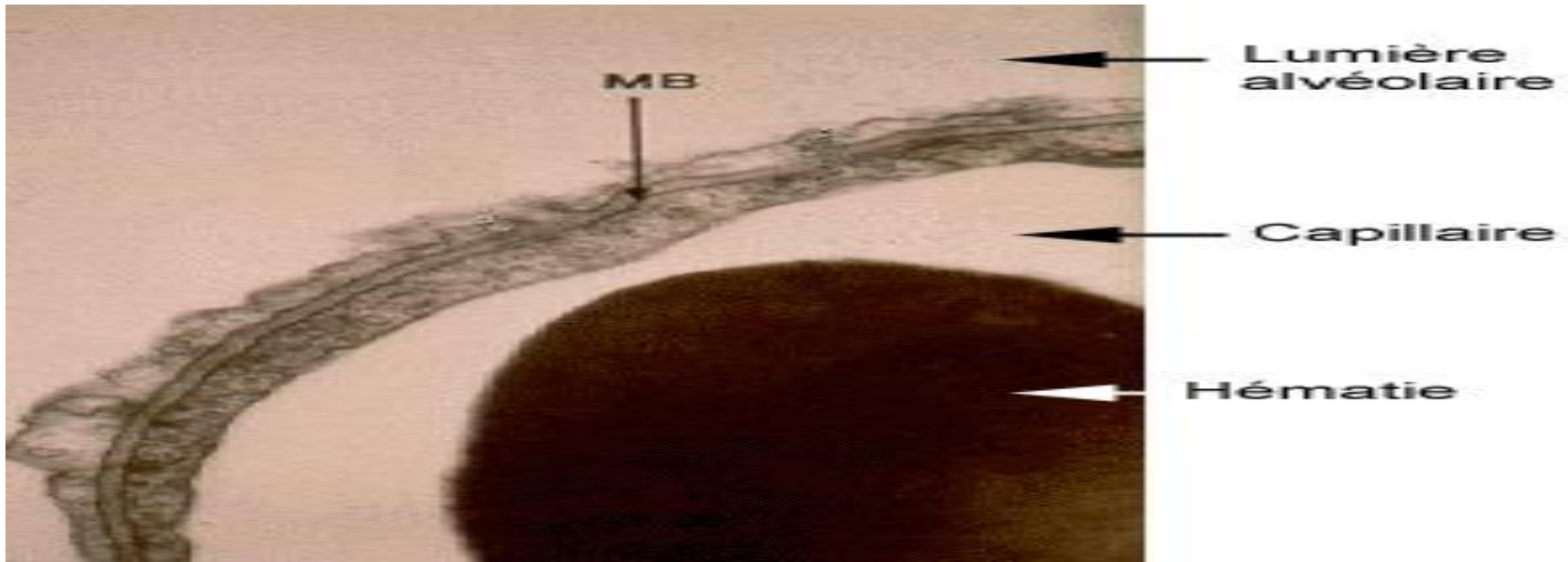
La diffusion alvéolo-capillaire correspond au passage des gaz de l'alvéole au capillaire pulmonaire, à travers la membrane alvéolo-capillaire.



# 3- Mesure de la Capacité de diffusion du CO ( DLCO)

Lois de la diffusion

Le poumon a une surface d'échange comprise entre 50 et 100 m<sup>2</sup>, l'épaisseur moyenne de la membranes alvéolo - capillaires est de 0,5µm : Ce sont de bonnes conditions pour la diffusion des



# 3- Mesure de la Capacité de diffusion du CO ( DLCO)

## La méthode en apnée

### ➤ La DLCO : Méthode de l'apnée

Mélange d'air et de CO (monoxyde de carbone)

Apnée 10 s

Expiration complète.

# 3- Mesure de la Capacité de diffusion du CO ( DLCO)

On mesure la vitesse de passage du CO dans la circulation pulmonaire pendant ce temps d'apnée, tout en connaissant le volume inspiré et les concentrations inspiratoire et expiratoire de CO.



# 3- Mesure de la Capacité de diffusion du CO ( DLCO)

## Altérations de la DLCO

- La DLCO est diminuée en cas :
  - 1- Augmentation de l'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire. EX: Pneumopathies interstitielles diffuses (Fibrose).
  - 2 – Destruction du parenchyme pulmonaire et du lit vasculaire: EX : emphysème

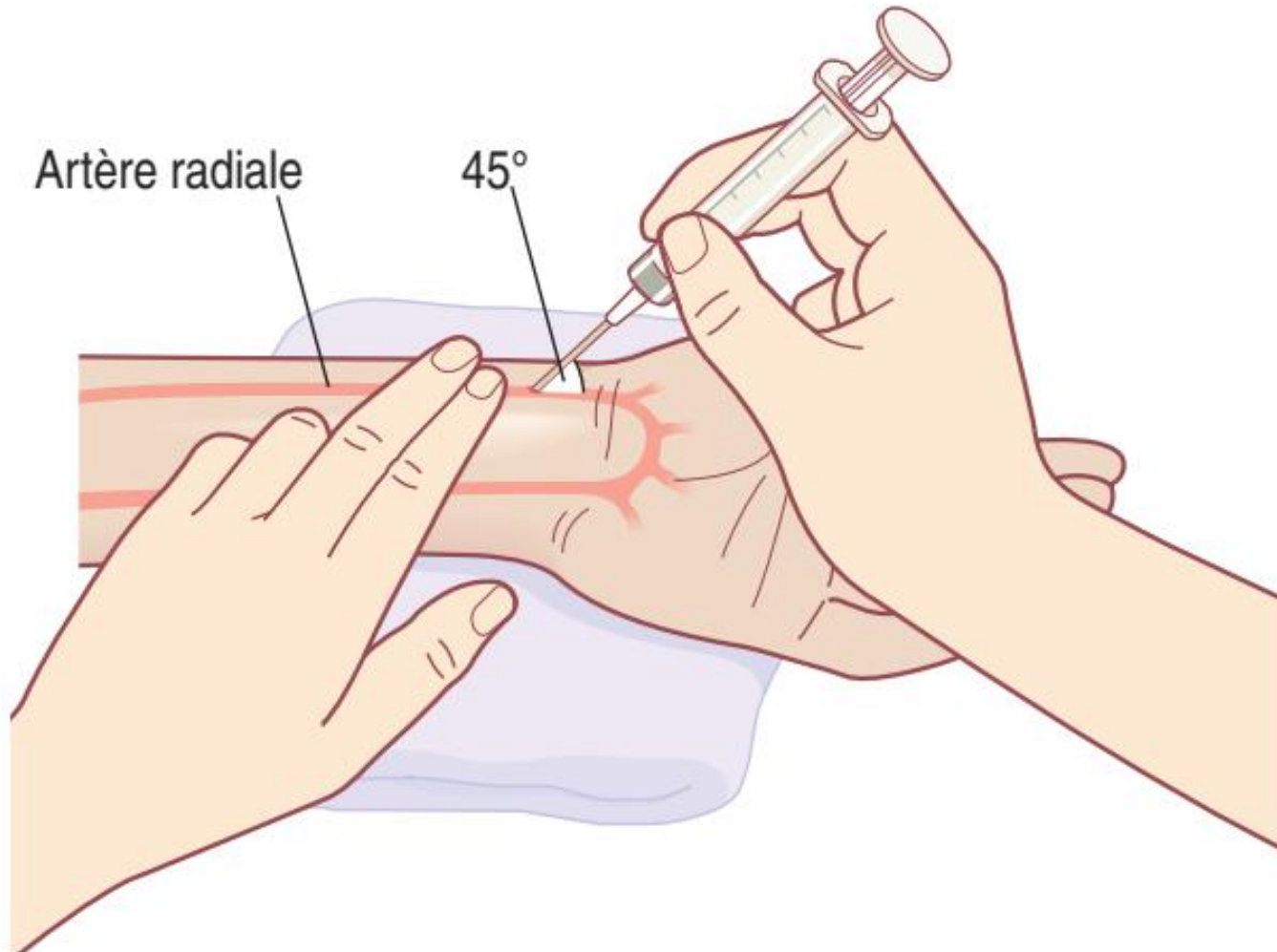
# 4 - Gazométrie artérielle

Permet d'apprécier la qualité des échanges pulmonaires et donc l'équilibre entre la respiration et le métabolisme par:

- L'appréciation de l'oxygénation ( $\text{PaO}_2$  , Saturation)
- La ventilation alvéolaire ( $\text{PaCO}_2$  )
- L'équilibre acido-basique ( $\text{pH}$ ,  $\text{PaCO}_2$  ,  $\text{HCO}_3^-$  )

# 4 - Gazométrie artérielle

## Technique



# 4 - Gazométrie artérielle

## Gazométrie artérielle normale

- $\text{PaO}_2 = 95 \pm 5 \text{ mm Hg}$  (diminue avec l'âge)
- $\text{PaCO}_2 = 40 \pm 2 \text{ mm Hg}$
- $\text{SaO}_2 = 97 \%$
- $\text{PH} = 7.40 \pm 0.02$
- Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) : 22 à 26 mmol/l



# 4 - Gazométrie artérielle

## Gazométrie artérielle anormale

➤ Acidose :  $\text{PH} < 7,38$

➤ Alcalose :  $\text{PH} > 7,42$

➤ Hypercapnie :  $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mm Hg}$

Baisse de la ventilation : Hypoventilation

➤ Hypocapnie :  $\text{PaCO}_2 < 38 \text{ mm Hg}$

Élimination trop importante de gaz carbonique : Hyperventilation

● Hypoxémie :  $\text{PaO}_2 < 90 \text{ mm Hg}$

# 4 - Gazométrie artérielle

La gazométrie artérielle est un examen essentiel pour le diagnostic et la surveillance de l'insuffisance respiratoire au stade aigu ou chronique.

Revue  
des **Maladies**

# Respiratoires

Organe Officiel de la Société de Pneumologie de Langue Française

**Édition Française de la série  
« standardisation des explorations  
fonctionnelles respiratoires »  
du groupe de travail **ATS/ERS****

---

Coordonnée par C. Straus et T. Similowski  
(traduite de l'anglais à partir de six articles publiés en 2005  
dans l'European Respiratory Journal,

S  
E

# Recommandations :

Eur Respir J 2005; 26: 153-161  
DOI: 10.1183/09031936.05.00034505  
Copyright©ERS Journals Ltd 2005



**SERIES “ATS/ERS TASK FORCE: STANDARDISATION OF LUNG FUNCTION TESTING”**

**Edited by V. Brusasco, R. Crapo and G. Viegi  
Number 1 in this Series**

General considerations for lung function testing

2006

**Recommandations communes de l'ATS et de l'ERS  
sur les explorations fonctionnelles respiratoires**

V. Brusasco<sup>1</sup>, R. Crapo<sup>2</sup>, G. Viegi<sup>3</sup>

# AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS

## Standardization of Spirometry 2019 Update

An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society  
Technical Statement

© Brian L. Graham, Irene Steenbruggen, Martin R. Miller, Igor Z. Barjaktarevic, Brendan G. Cooper, Graham L. Hall, Teal S. Hallstrand, David A. Kaminsky, Kevin McCarthy, Meredith C. McCormack, Cristine E. Oropez, Margaret Rosenfeld, Sanja Stanojevic, Maureen P. Swanney<sup>†</sup>, and Bruce R. Thompson; on behalf of the American Thoracic Society and the European Respiratory Society

THIS OFFICIAL TECHNICAL STATEMENT WAS APPROVED BY THE AMERICAN THORACIC SOCIETY AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY SEPTEMBER 2019

# 5-Exploration fonctionnelle à l'exercice (EFX)



## Paramètres mesures:

- Vitesse ou puissance
- Cardio-vasculaires: F.C, P.A
- Respiratoires : F.R , V.T et VE
- Métaboliques:  $VO_2$  ,  $VCO_2$  et QR
- Quotient respiratoire (Q.R.)
- Lactatémie

## Paramètres calculés:

- Equivalent ventilatoire ( $VE/VO_2$  et  $VE/VCO_2$ ) = efficacité respiratoire;
- FC et pouls d' $O_2$  ( $VO_2/FC$ ) = efficacité et rendement cardiaque;
- Puissance/ $VO_2$  = Equivalent watt;

# 6 - Test de marche de 6 mn

Test de terrain non invasif et de réalisation facile

Permet d'évaluer l'aptitude cardiorespiratoire à un niveau sous-maximal

Utilisé aussi pour rechercher une désaturation artérielle à la marche

$Dm6 < LIN$  = intolérance à la marche  
comparaisons avant/après intervention

Toute variation de la  $Dm6$  de 30 m comme une différence minimale importante



# 7 - Polysomnographie

## ➤ Définition:

Processus de surveillance et d'enregistrement de plusieurs données physiologiques pendant le sommeil.



# 7 - Polysomnographie

## ➤ Intérêt:

- Pathologies qui surviennent au cours du sommeil :  
**Syndrome d'Apnée Hypopnée du sommeil (SAHOS ou SAS)**
- Pathologies du sommeil : Narcolepsie

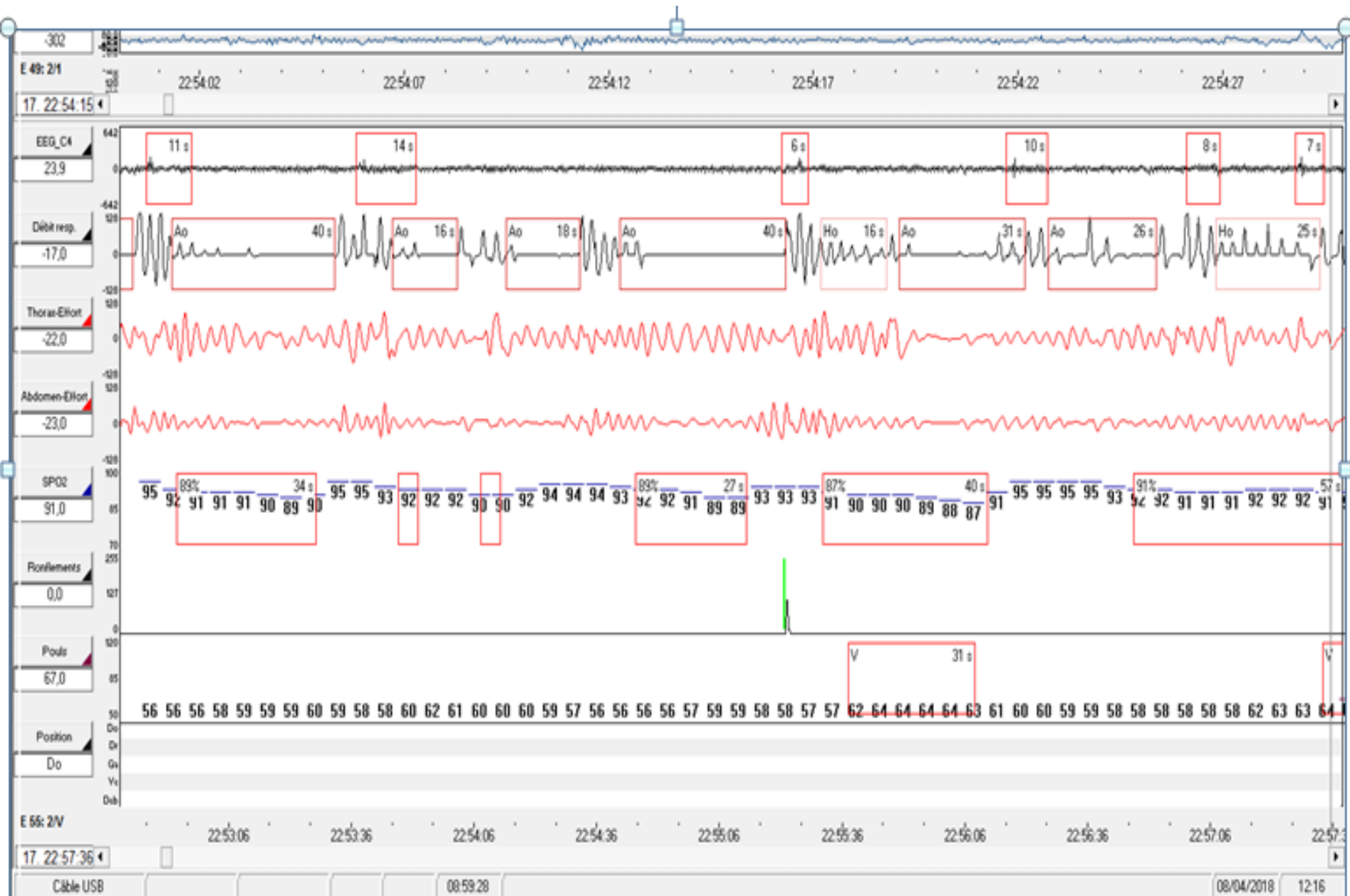
# 7 - Polysomnographie

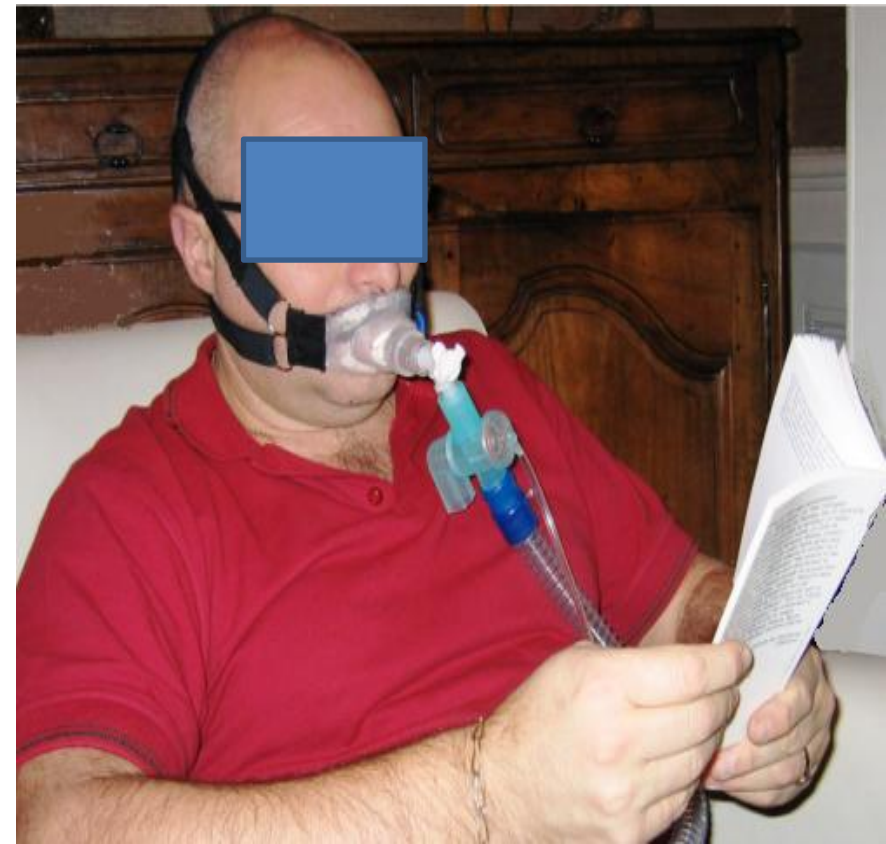
## Enregistrement

- EEG
- EMG
- EOG
- ECG
- Débit respiratoire
- Mouvements thoraco-abdominaux
- Saturation en O<sub>2</sub>
- Fréquence Cardiaque
- Ronflements



# 7 - Polysomnographie





CPAP à Domicile