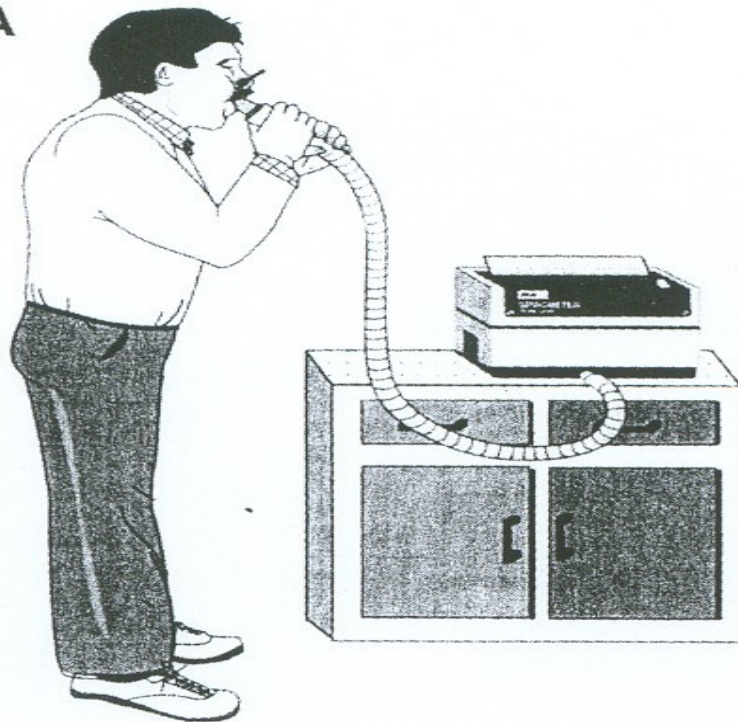
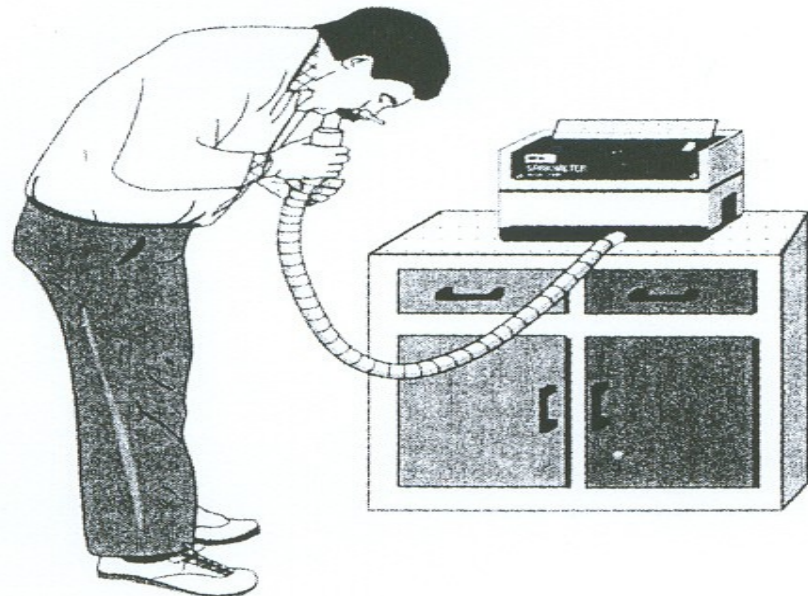


# LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES (EFR)

A



B



Réalisé par: Dr Bensouag

# Introduction :

- Les explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) sont des examens incontournables de la majorité des affections de l'appareil respiratoire que l'atteinte soit d'origine pulmonaire ou neuromusculaire.

# Dans quels cas les EFR sont nécessaires ?

- Toute évaluation (initiale ou de surveillance) d'un handicap respiratoire implique la réalisation d'EFR, dont la base est constituée par la **spirométrie**. Les autres tests fonctionnels respiratoires doivent être adaptés en fonction de la nature de la maladie. »

**Qu'est-ce que la  
spirométrie ?**

## Définition:

- La spirométrie est une méthode simple et non douloureuse servant à mesurer la fonction ou la capacité pulmonaire et à la comparer à la fonction pulmonaire moyenne d'une personne de taille, de poids et d'âge identiques. Sur base de cette comparaison, on déterminera si le patient présente une affection pulmonaire et de quel type d'affection il s'agit.



## Définition (suite):

- L'appareil utilisé est appelé spiromètre. Il s'agit d'un appareil muni d'un embout en caoutchouc ou en carton dans lequel le patient devra souffler à fond. Il est destiné à mesurer directement les changements de volume des poumons. Les résultats s'affichent sur un spirogramme, une représentation graphique de l'état ventilatoire

# Le spiromètre:



# Le spiromètre à l'eau





# Le spiromètre électronique



# La réalisation:

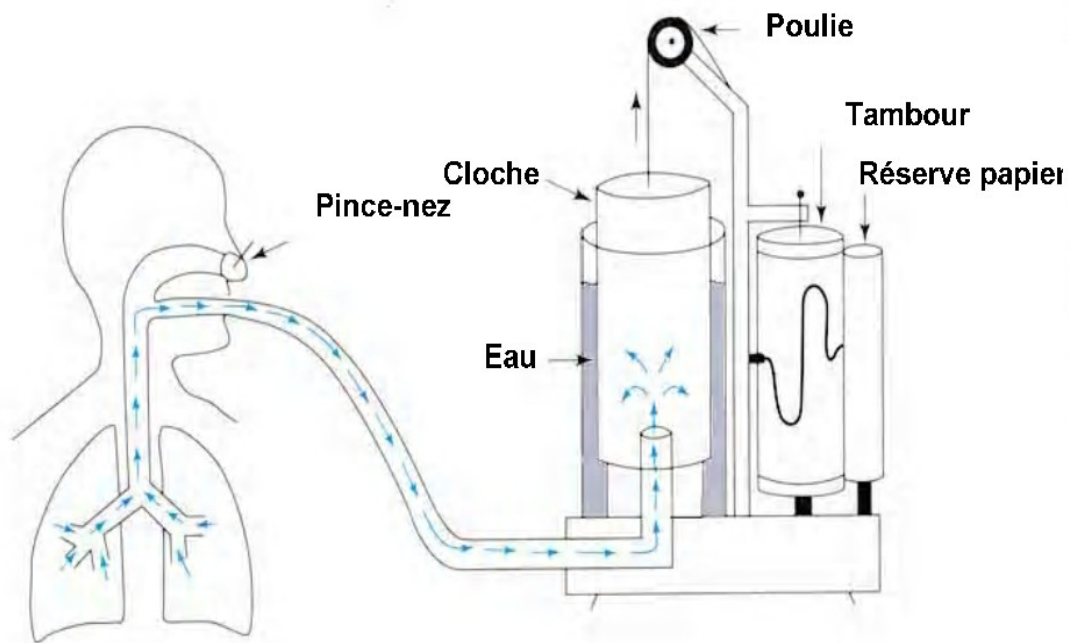
- La réalisation de test de spirométrie est relativement simple et apporte des informations très précises concernant les maladies respiratoires. Le patient, relaxé, est installé confortablement près de l'appareil, se met à l'aise pour respirer aisément et place le transducteur spirométrique dans la bouche.

## La réalisation (suite):

- Le patient effectue quelques cycles de respiration normale avant de commencer l'examen réel. Le patient doit ensuite inspirer profondément et lentement et enchaîner par une expiration forcée et rapide, afin d'expulser l'air le plus possible des poumons. L'examen consiste en trois expirations forcées de ce type. Il est préférable que le patient ne mange pas « trop lourd » et ni ne fume les 5h précédant l'examen

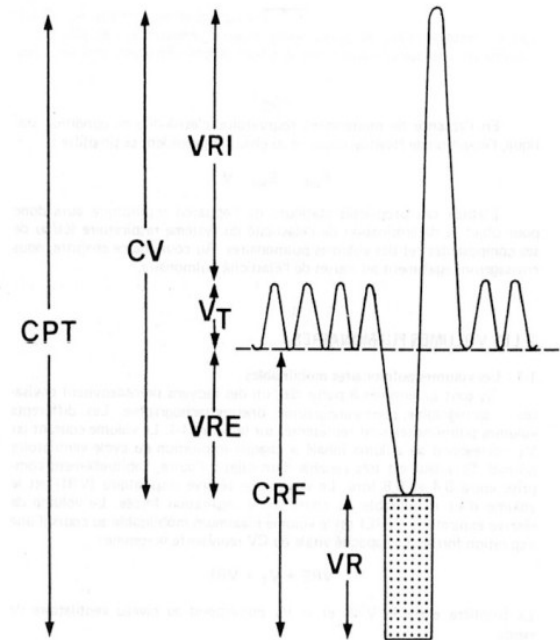
# Volumes pulmonaires

## SPIROMETRE A CLOCHE



D'après référence 5

## SPIROGRAMME



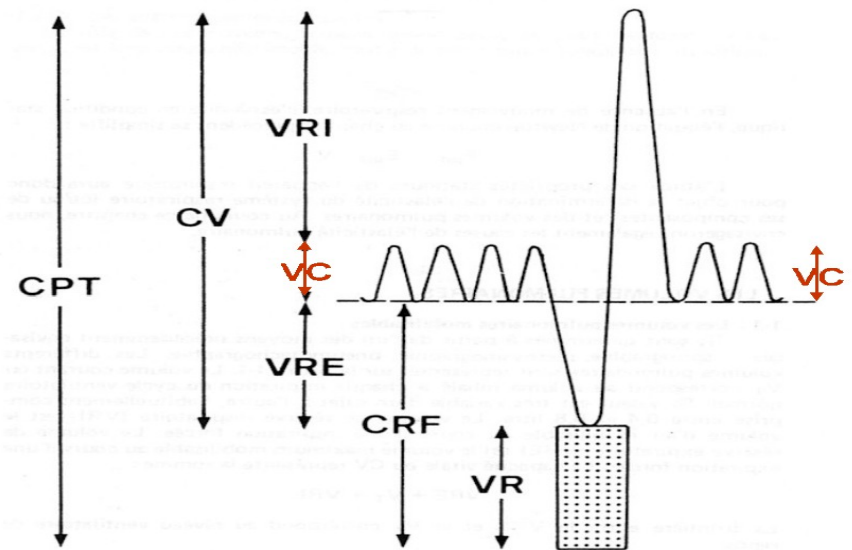
D'après référence 3

# 1/ Volume courant : VC

- Volume courant VC : Volume mobilisé à chaque cycle respiratoire pendant une respiration normale. Valeur : 0,5 l d'air (500 ml)

## Volumes pulmonaires

- **Volume courant (VC)** = volume mobilisé au cours d'un cycle respiratoire
- **$VC = VT$  = «Tidal Volume»**
- Adulte au repos  $\approx 500\text{ml}$





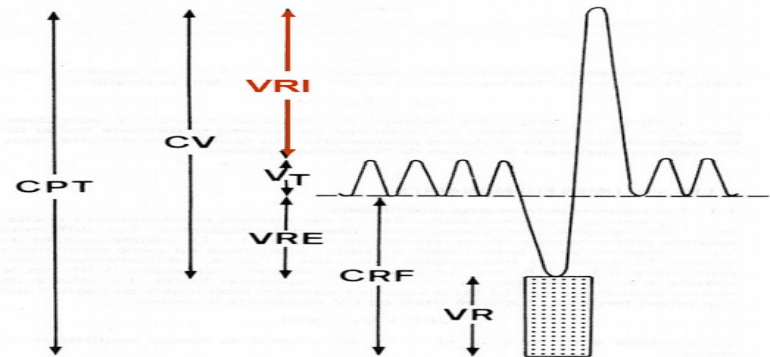
## 2/Volume de réserve inspiratoire

### VRI:

- Volume de réserve inspiratoire VRI: Volume maximum pouvant être inspiré en plus du VC à l'occasion d'une inspiration profonde. Valeurs : chez l'homme,  $3,1 \text{ l} + 0,5 \text{ l (VC)} = 3,6 \text{ l}$  et chez la femme,  $2 \text{ l} + 0,5 \text{ l (VC)} = 2,5 \text{ l}$

#### Volumes pulmonaires

- Volume de réserve inspiratoire (VRI)
- Adulte au repos  $\approx 2500$  à  $3000 \text{ ml}$



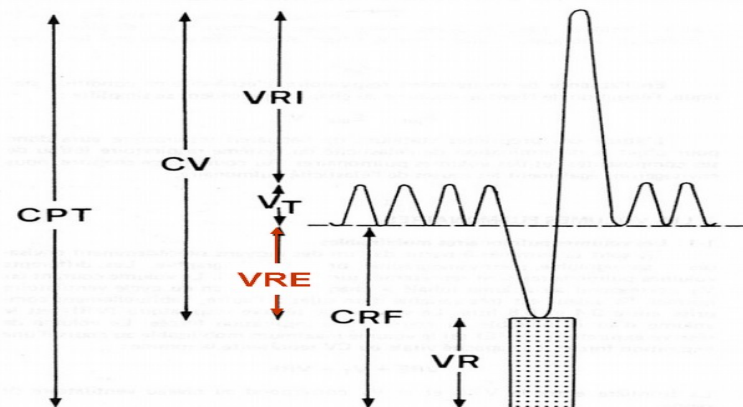
# 3/Volume de réserve expiratoire

## VRE:

- Volume de réserve expiratoire VRE: Volume maximum pouvant être rejeté en plus du volume courant à l'occasion d'une expiration profonde. Valeur :  $1,2 \text{ l} + 0,5 \text{ l (VC)} = 1,7 \text{ l}$

### Volumes pulmonaires

- Volume de réserve expiratoire (VRE)
- Adulte au repos  $\approx 1000 \text{ ml}$

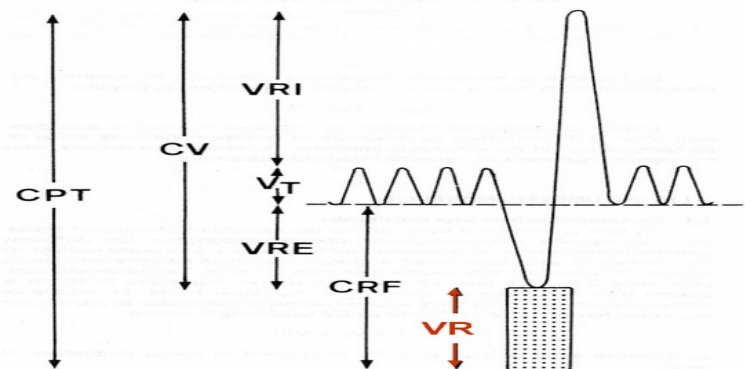


## 4/Volume résiduel VR:

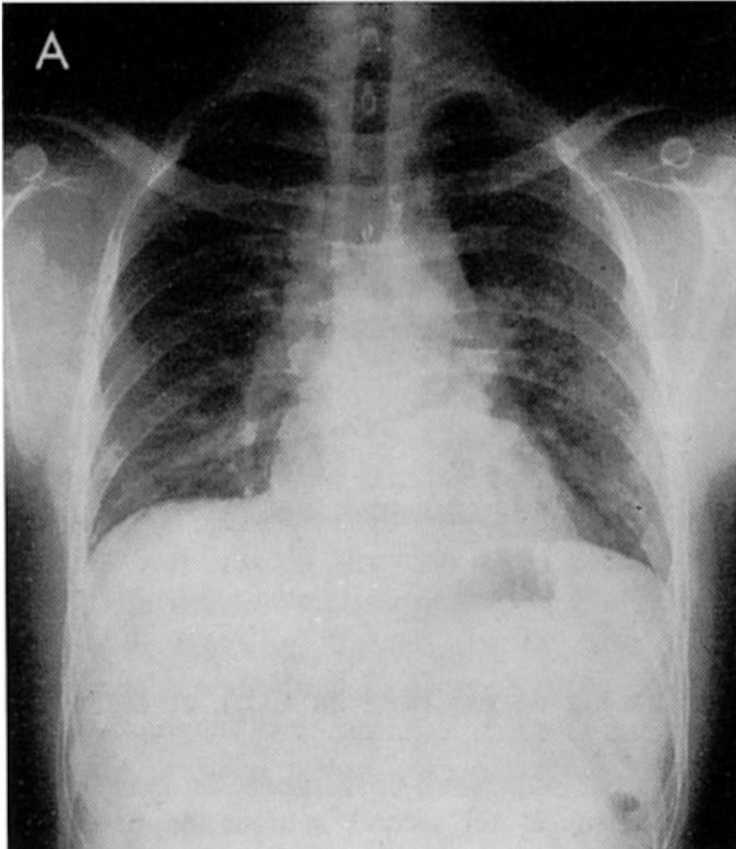
- Volume résiduel VR : Volume d'air se trouvant dans les poumons à la fin d'expiration forcée. Autrement dit qu'il est impossible d'expirer. Il est impossible de mesurer ce volume avec des tests de spirométrie. Pour mesurer le VR, des tests plus sophistiqués, comme la méthode dilution à l'hélium ou la pléthysmographie, sont nécessaires

### Volumes pulmonaires

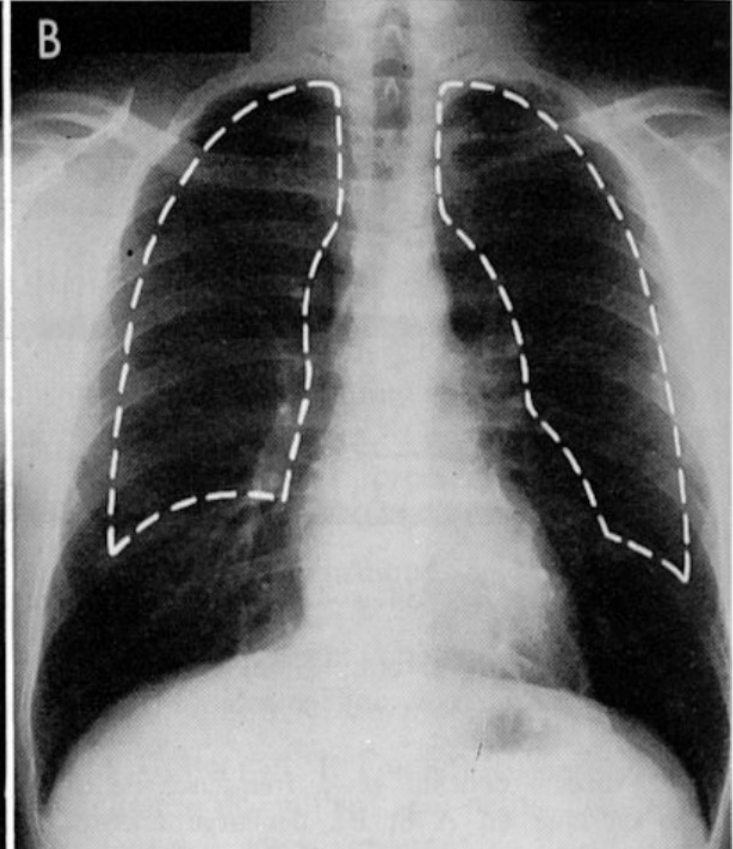
- **Volume résiduel (VR)** = volume pulmonaire à la fin d'une expiration forcée
- Non mobilisable
- Mesuré de façon indirecte
- Adulte au repos  $\approx 1000$  ml



# Mouvements respiratoires



Expiration forcée



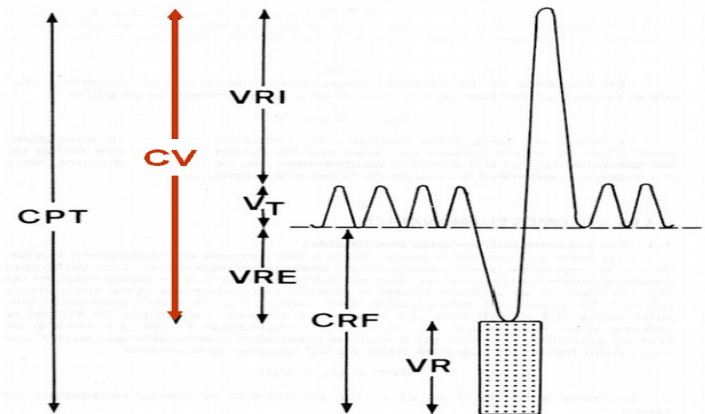
Inspiration forcée

## 5/Capacité vitale CV:

- C'est le volume mobilisable au cours d'une inspiration forcée faisant suite à une expiration forcée .

### Volumes pulmonaires

- **Capacité vitale (CV)** = totalité des volumes mobilisables
- $CV = VRE + VC + VRI$
- Adulte au repos  $\approx 4$  à  $4,5$  l





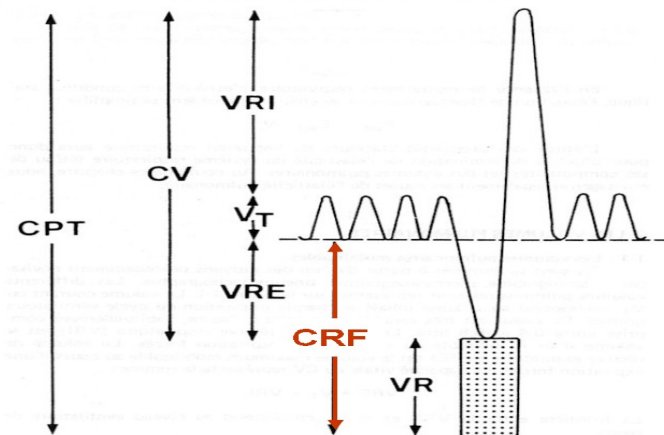
# 6/ Capacité résiduelle fonctionnelle

## CRF:

- C'est le volume restant dans les voies respiratoires après une expiration normale.

### Volumes pulmonaires

- **Capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)** = volume pulmonaire en fin d'expiration normale = **volume pulmonaire «de repos»**
- $CRF = VR + VRE$
- Mesurée de façon indirecte
- Adulte au repos  $\approx 2\,000\text{ ml}$

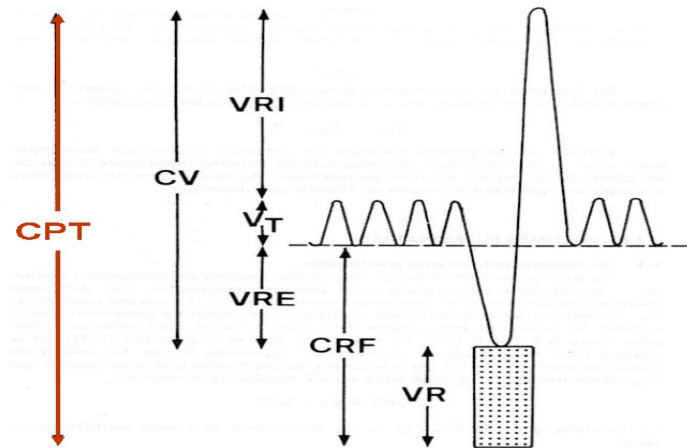


# 7/ La capacité pulmonaire total CPT:

- C'est la quantité d'air qu'on peut introduire dans les voies respiratoires + le volume résiduel

## Volumes pulmonaires

- **Capacité pulmonaire totale** (CPT)= somme de tous les volumes pulmonaires
- $CPT = VR + VRE + VC + VRI = CV + VR$
- Adulte au repos  $\approx 5l$

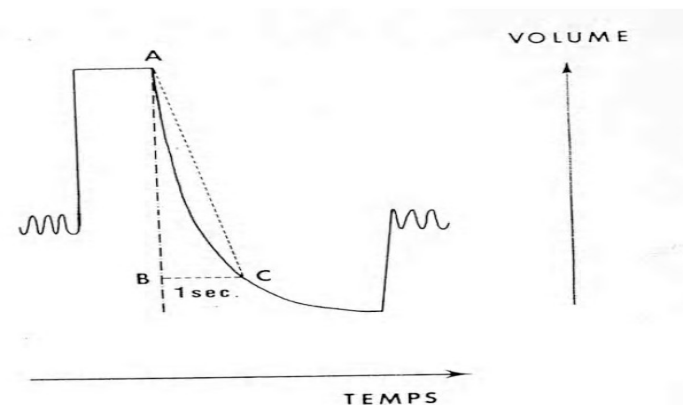


# Mesure de VEMS (volume expiratoire maximal par seconde):

- Le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) correspond au volume expiré pendant la première seconde d'une expiration forcée.

## Relation débit/volume

- Courbe d'expiration forcée spirométrique
  - Sujet connecté à un spiromètre, respiration buccale
  - Manœuvre inspiratoire maximale, pause
  - Expiration maximale = «**expiration forcée**», capacité vitale forcée



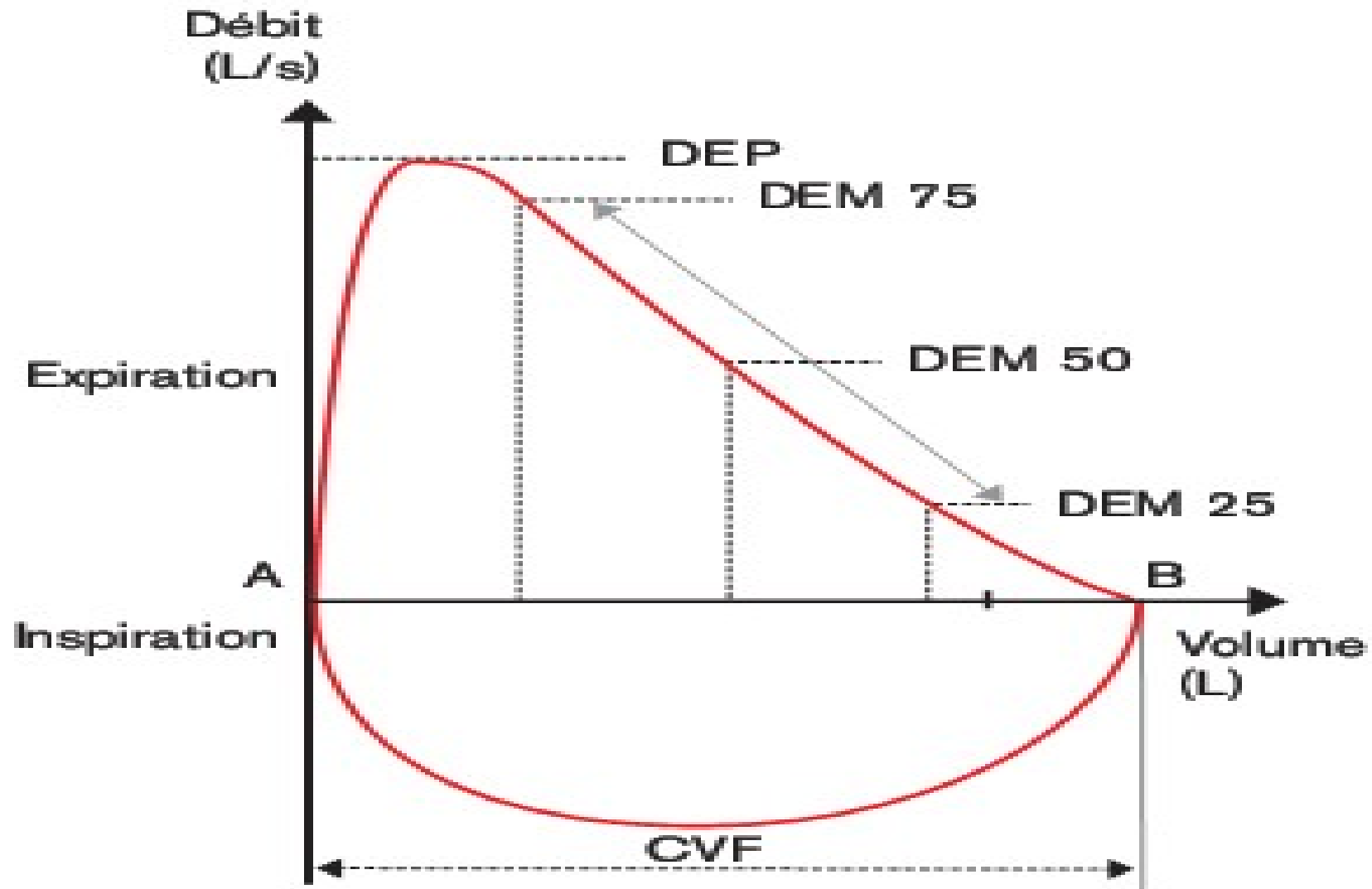
# La courbe débit-volume

- La courbe débit-volume : représentation graphique des débits aériens instantanés en fonction du volume pulmonaire.
- Elle ne concerne que les **volumes mobilisables** et ne permet pas de mesurer le VR.
- Le volume pulmonaire est enregistré en abscisse, les débits instantanés en ordonnée.
- La courbe expiratoire est représentée au dessus de l'axe des X, la courbe inspiratoire en dessous.
- En abscisse, la valeur mesurée en litres entre le début et la fin de l'expiration forcée correspond à la CVF.
- En ordonnée, le débit expiratoire s'élève rapidement jusqu'à une valeur maximale,

- **Le débit expiratoire de pointe** (DEP ou PF = peak flow) puis redescend progressivement jusqu'à l'axe des X.
- La courbe débit-volume permet de juger de **l'importance de l'effort expiratoire** réalisé par le patient et teste toute l'expiration.
- **L'aspect de la courbe** permet de juger de la qualité de la manœuvre, en particulier de la première partie du test. Elle apporte des éléments essentiels à l'analyse de la fonction respiratoire et donc au diagnostic en la confrontant aux données cliniques.



## Courbe débit-volume



# **Le débit expiratoire de pointe (DEP)**

- **débit maximum atteint lors d'une expiration forcée commencée à partir d'une inspiration maximale.**
- **Sa valeur est fonction des voies aériennes centrales (trachée et grosses bronches).**
- **Il est très dépendant de l'effort expiratoire du patient**

# Le débit expiratoire maximal à 75% de la capacité vitale (DEM 75)

- **Débit expiratoire maximal instantané mesuré à 75% de la capacité vitale forcée restante.**
- **Comme le DEP, il est dépendant des résistances centrales et de l'effort expiratoire.**

# **Le débit expiratoire maximal à 50% de la capacité vitale (DEM 50)**

- Débit expiratoire maximal instantané mesuré à 50% de la CVF.
- Il explore le milieu de l'expiration (bronches moyennes et une partie des petites).
- il peut être perturbé malgré un VEMS normal.
- Sa variabilité est plus grande que celle du DEM 25-75.

## Le débit expiratoire maximal à 25% de la capacité vitale (DEM 25)

- Débit expiratoire maximal instantané mesuré à 25% de la capacité vitale forcée restante.
- Il analyse les débits à petits volumes pulmonaires.
- Sa reproductibilité médiocre et sa grande variabilité intra-individuelle en font un paramètre moins fiable.



## Le débit expiratoire maximal médian (DEMM ou DEM 25-75)

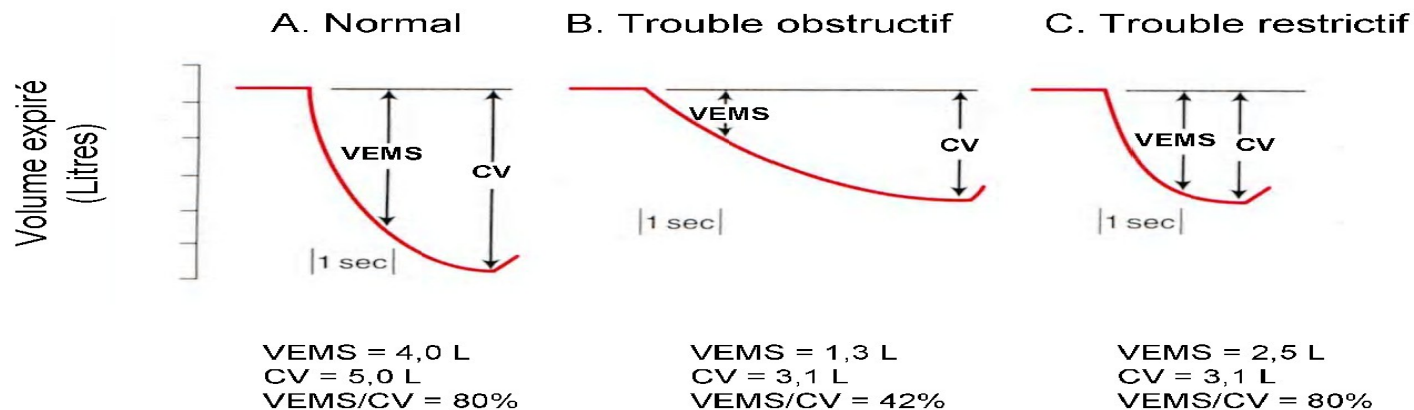
- Débit moyen mesuré entre **25 et 75%** de la CVF lors d'une manœuvre d'expiration forcée.
- Représentant une valeur moyenne, il apparaît plus reproductible que les débits instantanés (DEM 50, DEM 25) donc préférentiellement utilisé pour **l'exploration des débits périphériques.**

# L'indice de Tiffeneau:

- L'indice de Tiffeneau est le rapport VEMS/CV (Capacité Vitale) exprimé en pourcentage, environ 80% chez le sujet normal. Autrement dit, un sujet normal expire 80% de sa capacité vitale dans la première seconde d'une expiration forcée.

## Relation débit/volume

Courbe d'expiration forcée spirométrique

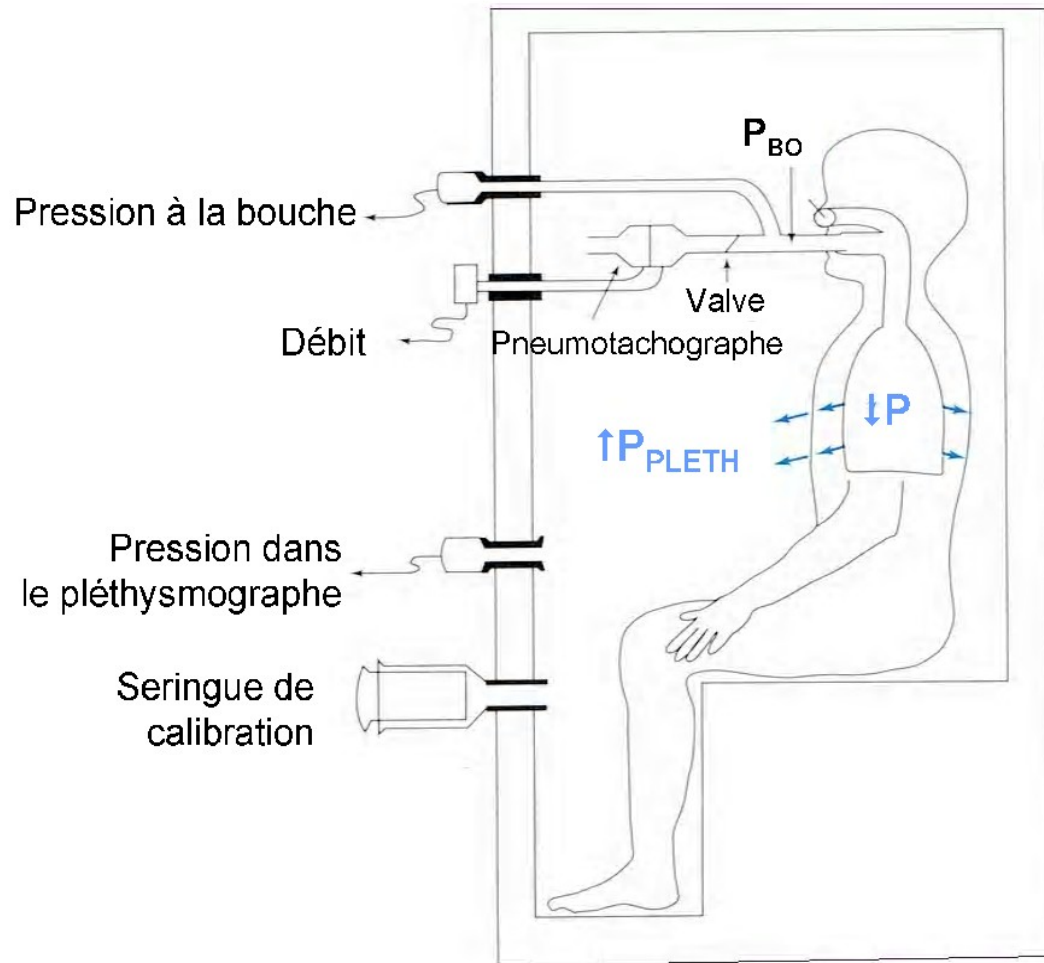


## Autres méthodes de mesures:

### La pléthysmographie:

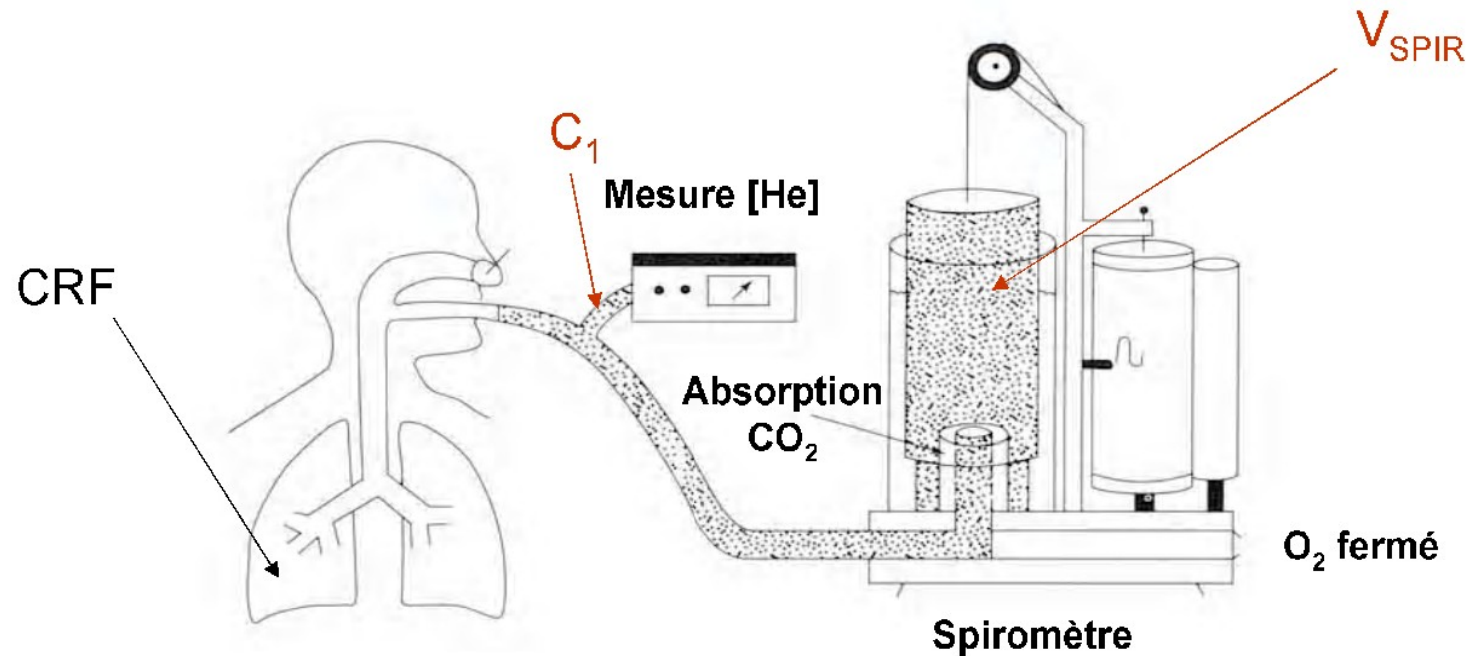
- Consiste à placer le sujet dans une petite pièce fermée où l'on peut mesurer les variations de volume de son thorax mais également les modifications de pression. Cet examen est plus précis que la spirométrie, et il permet d'autre part d'évaluer la résistance des bronches au passage de l'air .

# Volumes pulmonaires: méthodes de mesure



Pléthysmographie corporelle

# Volumes pulmonaires: méthodes de mesure



Le sujet est connecté à un spiromètre de volume  $V_{\text{SPIR}}$  connu contenant une concentration connue d'He, à la fin d'une expiration normale (CRF = VR + VRE)

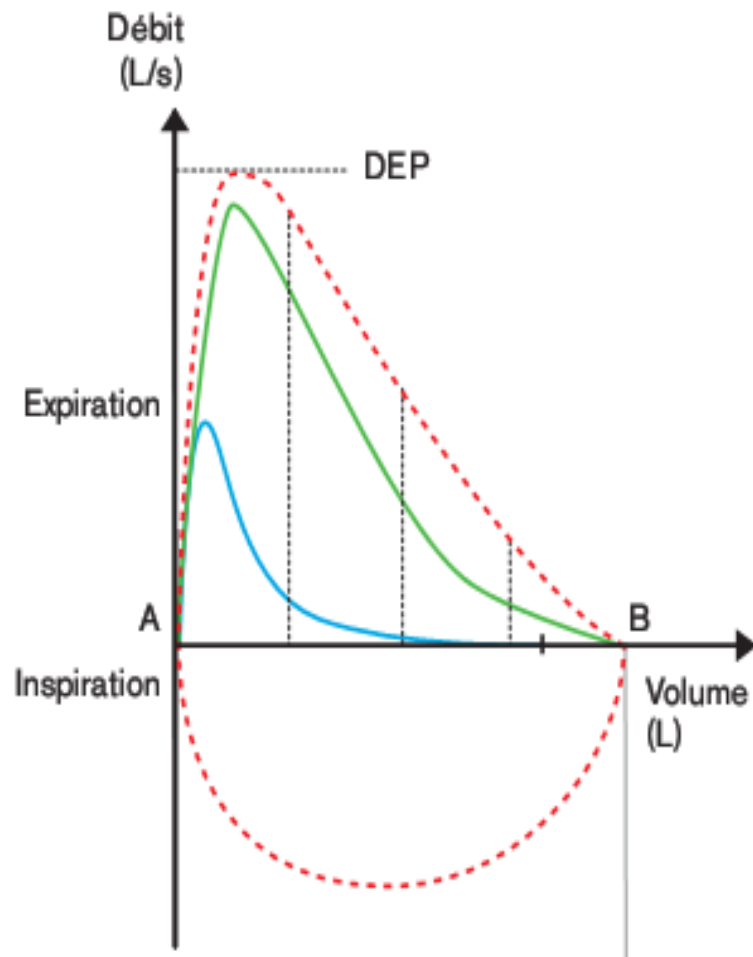
Méthode de dilution à l'hélium (gaz inerte)



# Le syndrome obstructif

- Réduction plus ou moins importante des **débits bronchiques** alors que les volumes sont peu ou pas modifiés.
- En conséquence : VEMS et VEMS/CV sont diminués, les débits expiratoires sont diminués (DEP, DEM 25-75 notamment). La CVL (capacité vitale lente) est normale mais la capacité vitale forcée peut être légèrement diminuée.
- **Les principales causes** : Asthme, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), Emphysème.

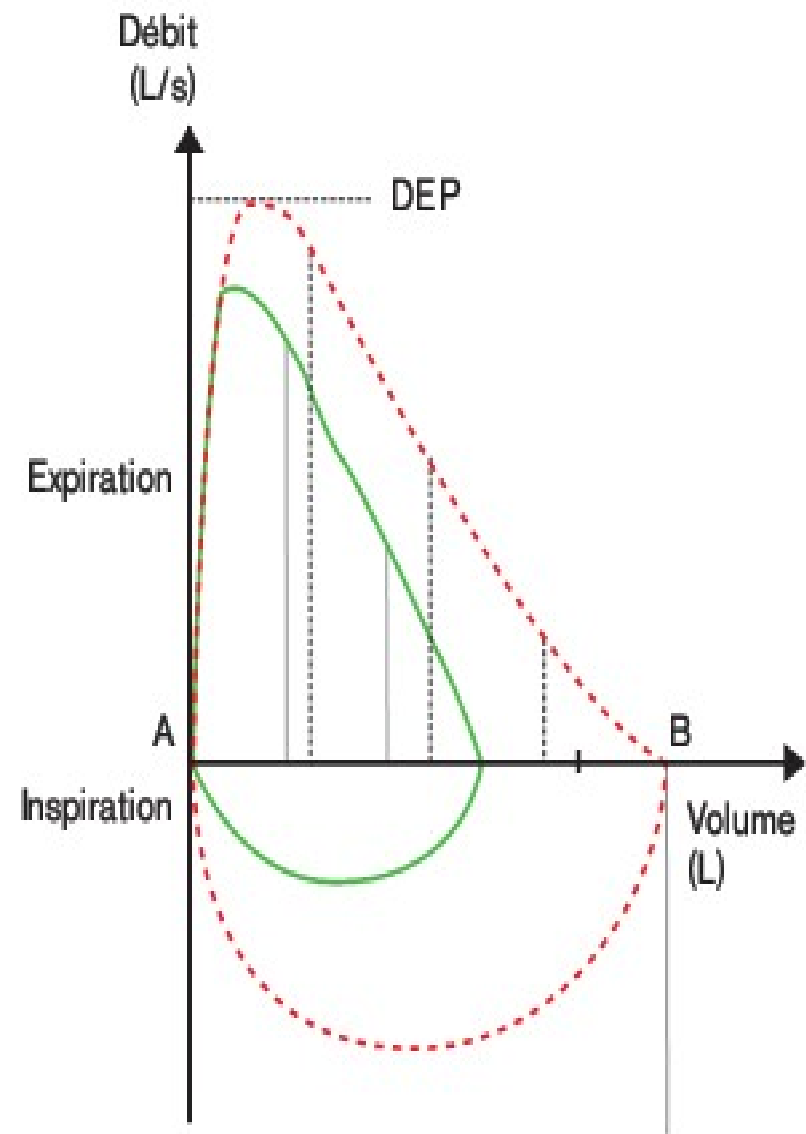
**La 2<sup>ème</sup> partie de la courbe débit-volume expiratoire est concave, c'est-à-dire creusée**



- Courbe débit-volume normale
- Courbe débit-volume syndrome obstructif modéré
- Courbe débit-volume syndrome obstructif sévère

# Le syndrome restrictif

- Diminution **des volumes pulmonaires** : de la CPT et de la CV
- Association possible avec une réduction dans les mêmes proportions des débits bronchiques et du VEMS et le VEMS/CV est donc normal ou légèrement supérieur à la normale.
- **Les principales causes** : perte de parenchyme (chirurgie), compression d'un poumon (pleurésie, pneumothorax...), troubles de ventilation (pneumopathie, atélectasie), perte d'élasticité (fibrose interstitielle, poumon de fermier...), pathologie extra pulmonaire (obésité, cyphoscoliose importante, paralysie des muscles respiratoires, myopathies, myonopathies...)

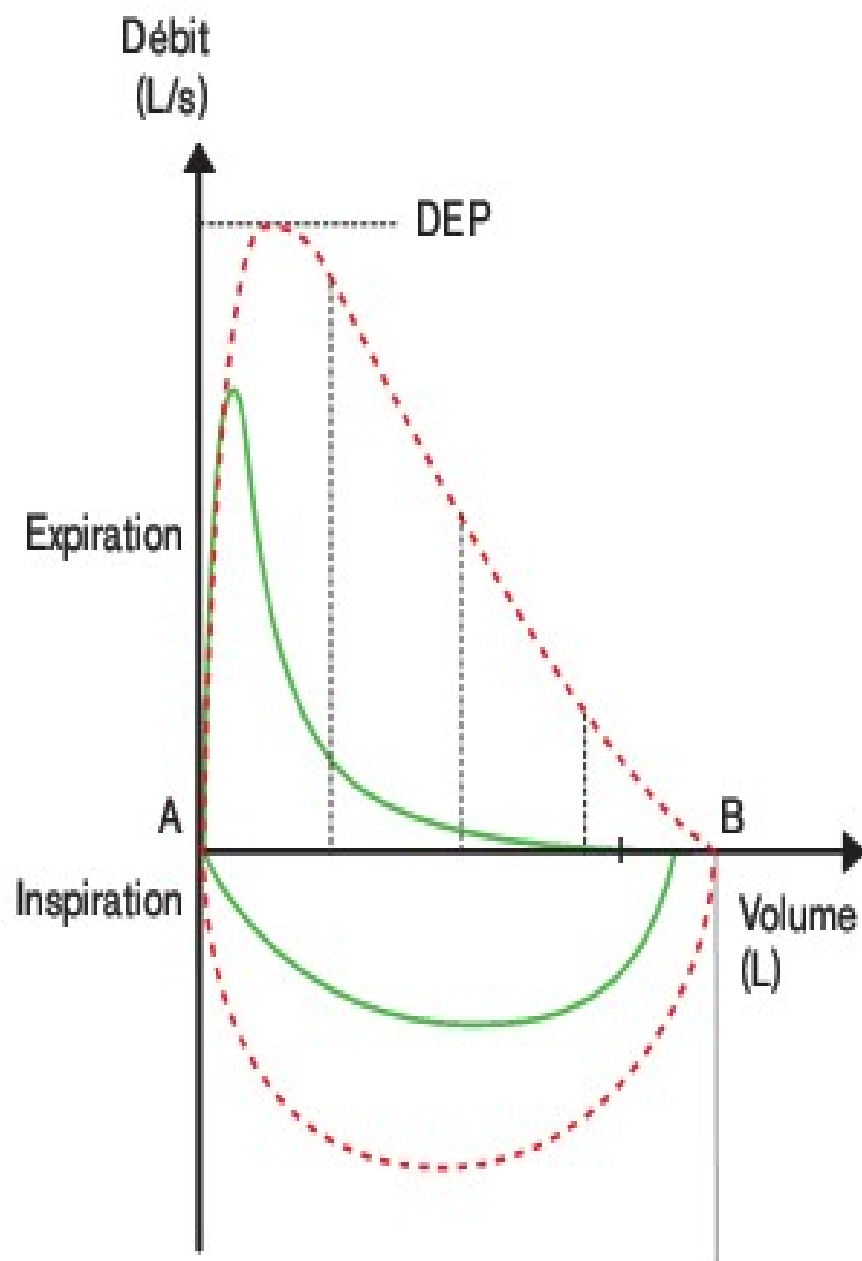


- Courbe débit-volume normale
- Courbe débit-volume syndrome restrictif

# Le syndrome mixte

- Il associe pour un même patient le **syndrome restrictif et le syndrome obstructif**
- Diminution des **volumes pulmonaires** et réduction plus importante des **débits bronchiques**.
- En conséquence : baisse de la CPT et du VEMS/CV

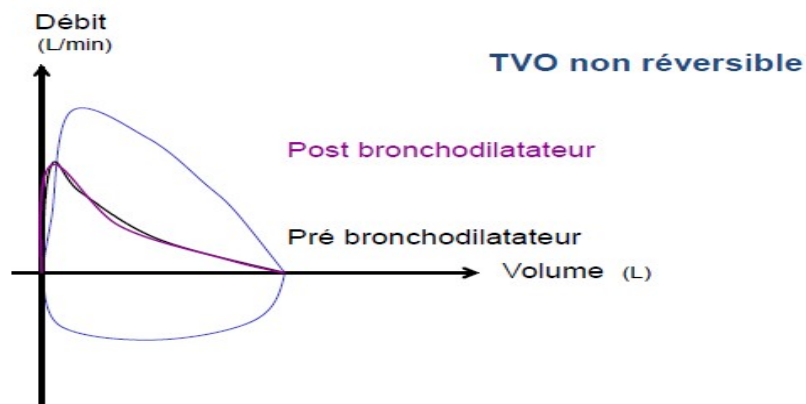
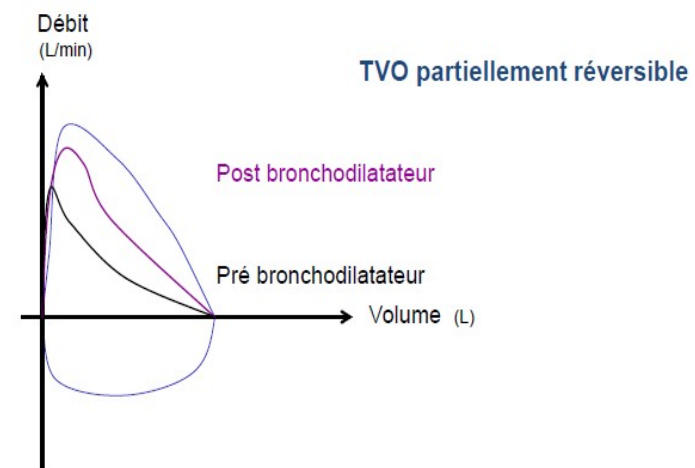
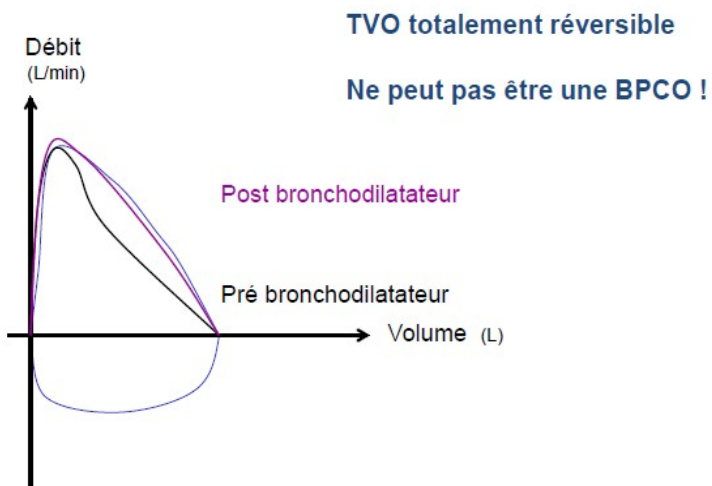




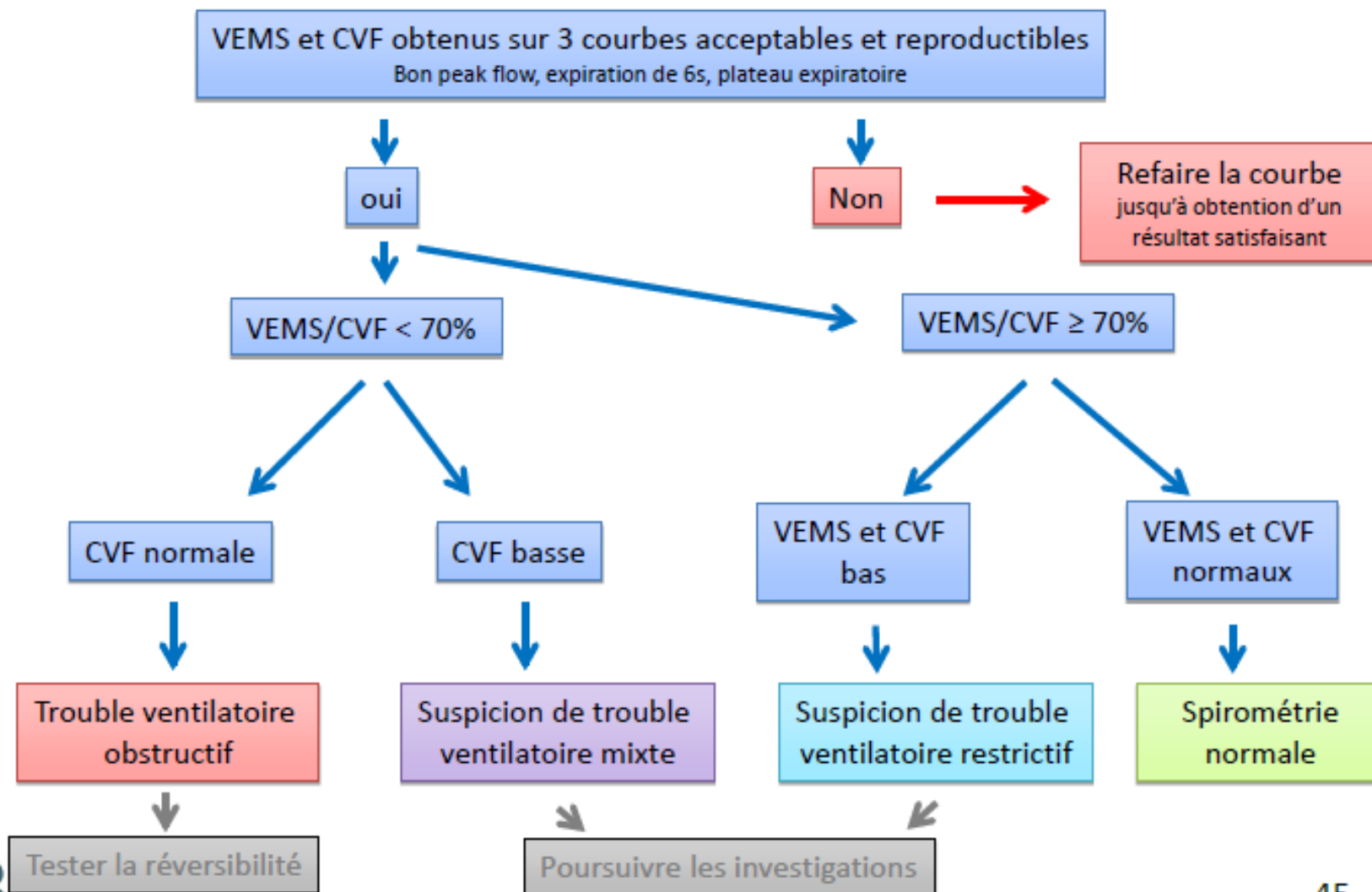
- ..... Courbe débit-volume normale
- Courbe débit-volume syndrome mixte

# Le TVO est-il réversible?

- • Recherche d'une réversibilité après bronchodilatateur
- - Administration de 400 µg de salbutamol
  - • 4 fois 1 bouffée en ADS (Ventoline®), bouffées administrées par l'intermédiaire d'une chambre d'inhalation
  - • Ou 4 bouffées d'Airomir® en Autohaler®, ou Ventilastin ®
  - • Ou autre beta2 agoniste d'action rapide et brève: terbutaline
- - 2eme test **15 min après** l'administration du bronchodilatateur
- • Interprétation :
- - **Réversibilité significative:**
  - amélioration d'au moins **12%** et au moins 200ml par rapport à la valeur initiale
  - • VEMS/CV post bronchodilatateur normal : **TVO complètement réversible**
  - • VEMS/CV post bronchodilatateur < normal **TVO partiellement réversible**
- - **Pas d'amélioration significative** après bronchodilatateur
  - • **TVO non réversible**



# Algorithme d'interprétation de la courbe débit volume



## Conclusion :

- Les explorations fonctionnelle respiratoire ( EFR) présentent un intérêt majeur d'être non invasives, standardisées, reproductibles et peuvent donc être répétées facilement et permettre un suivi évolutif fiable de la fonction respiratoire.



# CAS CLINIQUES



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

