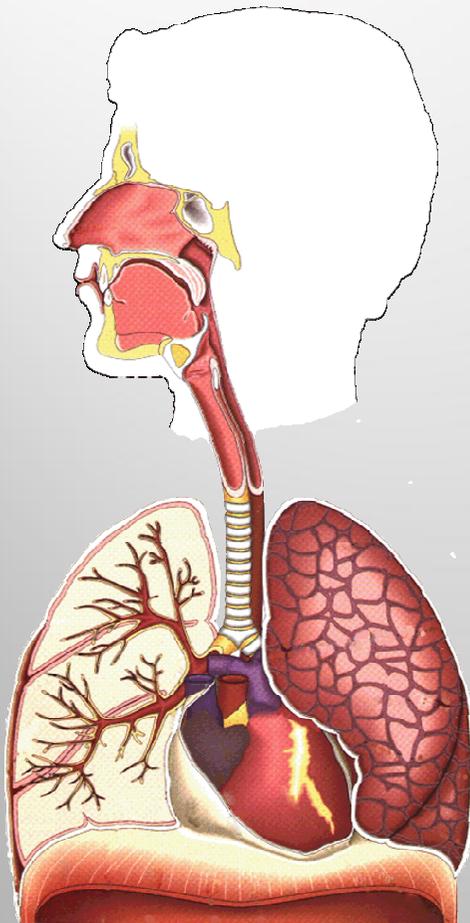


LA MESURE DU SOUFFLE OU LES EXPLORATIONS

FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES:

Pour qui? Pourquoi? Comment?



65° Journée Pharmaceutique Internationale de Paris BPCO et Asthme
28 Novembre 2014

MH BECQUEMIN N ZRAIK

Service d' Explorations Fonctionnelles de la Respiration, de l'Exercice et de la
Dyspnée

Groupe Hospitalier Pitié Salpêtrière 75013 Paris

POUR QUI?

La **SPIROMETRIE** est un examen simple qui a une place prépondérante dans le diagnostic précoce et dans le suivi de maladies respiratoires à forte prévalence et dont les symptômes peuvent être tardifs,

Il s'agit essentiellement :

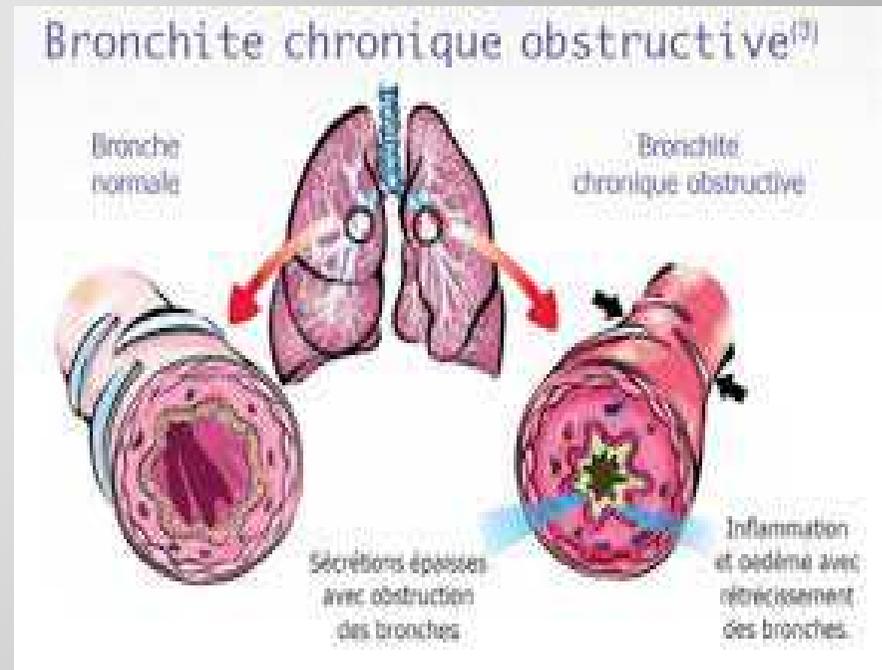
- de la **BronchoPneumopathie Chronique Obstructive (BPCO)**
- et de l'**Asthme**,



POUR QUI? LA BPCO

La BPCO est une maladie des voies respiratoires liée:

- ▣ quasi essentiellement au tabagisme,
- ▣ plus rarement à des expositions professionnelles



- ▣ Installation progressive et insidieuse
- ▣ Diagnostic tardif
- ▣ Signes: toux dyspnée d'effort
- ▣ Principale cause d'Insuffisance Respiratoire Chronique

POURQUOI?

- ▣ **La BPCO est la cinquième cause de mortalité dans le monde** (après l'infarctus et les accidents vasculaires cérébraux, les infections respiratoires communautaires et la tuberculose)
- ▣ La BPCO est en augmentation constante depuis 20 ans avec plus de 44 millions de malades dans le monde, soit 4 à 10% de la population adulte
- ▣ **En France, la BPCO concerne 3 à 3,5 millions de personnes**, soit 6 à 8% de la population adulte dont 100 000 sont au stade d'IRC,

La spirométrie permet:

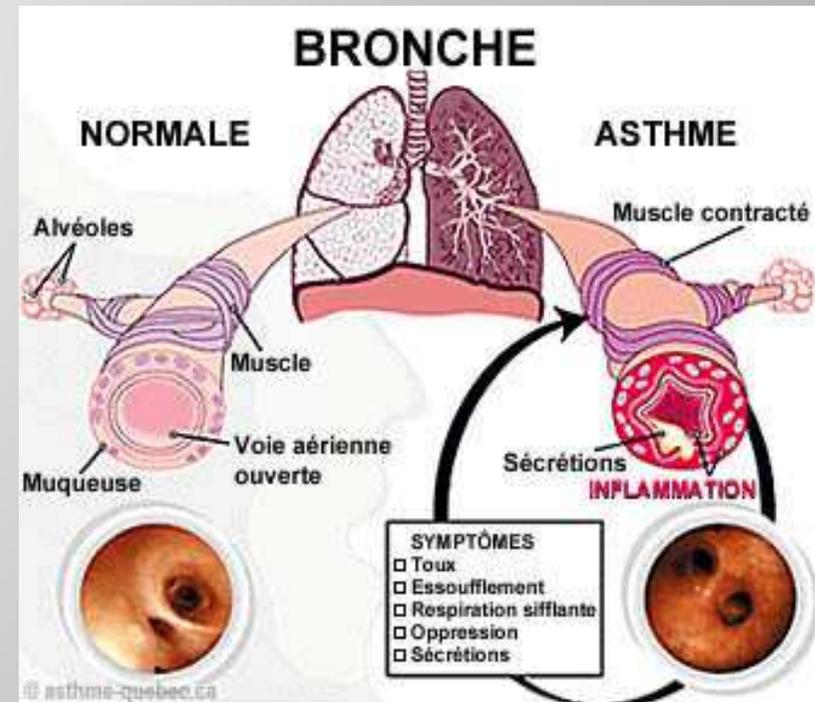
- Dépistage précoce
- Lever pour sevrage tabagique



- Eviter le passage à l'IRC

POUR QUI? L'ASTHME

- ▣ Augmentation actuellement dans le monde entier sans que la cause de cette augmentation soit clairement connue...
- ▣ **En France, l'asthme concerne 3,5 millions de Français dont un tiers d'enfants.**
Actuellement, 7 à 10 % des enfants et 5 à 6 % des adultes sont concernés par la maladie asthmatique.



POURQUOI?

Nombre élevé de cas d'asthme méconnus, c'est-à-dire réels mais non diagnostiqués. Sont notamment souvent méconnues les formes atypiques de l'asthme comme:

- ▣ les bronchites sifflantes à répétition
- ▣ ou la toux sèche chronique...

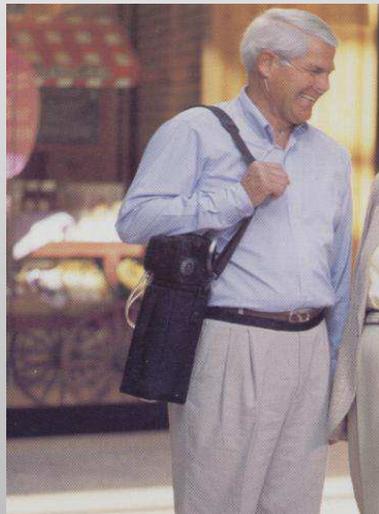
La spirométrie permet:

- ▣ d'apprécier la Sévérité de l'asthme,
- ▣ d'établir la charge thérapeutique qui est incrémentielle selon le stade de la maladie



POUR QUI?

- ▣ chez tout fumeur de plus de 40 ans (tabagisme > 10PA), à fortiori si symptomatique
- ▣ chez tout patient asthmatique pour le schéma thérapeutique
- ▣ pour le pronostic et le suivi d'une IRC déjà installée



Mais aussi:

- ▣ lors d'une exposition à des toxiques environnementaux ou à certains médicaments
- ▣ bilan préopératoire



- ▣ mucoviscidose
- ▣ maladies neuro-musculaires

COMMENT?: connaitre le contexte clinique++++

- ▣ Motif de l'examen: bilan diagnostique (dyspnée, toux chronique), de suivi (BPCO, asthme) pré-opératoire (chirurgie thoracique, abdominale)
- ▣ Antécédents respiratoires:
séquelles de tuberculose, asthme, BPCO, chirurgicaux (pneumectomie)
- ▣ Antécédents thérapeutiques:
chimiothérapie, radiothérapie thoracique, iatrogène pouvant influencer sur les résultats

COMMENT? demander les EFR dans ...de bonnes conditions

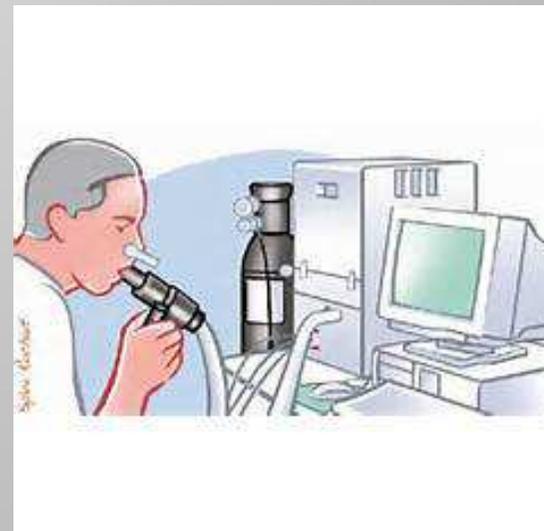
- ▣ Pas de vêtements qui restreignent l'expansion thoracique ou abdominale
- ▣ Pas de repas consistant dans les 2 heures qui précèdent *MAIS PAS A JEUN.....+++*
- ▣ Pas d'effort important dans les 30 minutes précédant l'examen
- ▣ Ne pas avoir fumé dans les 2 heures qui précédant l'examen

COMMENT? Obtenir la coopération du patient+++

La réalisation d'EFR nécessite *la coopération* des sujets et peut être éprouvante pour d'autres +++++

- douleur thoracique ou abdominale
- douleur buccale ou faciale
- fatigue ou une fièvre élevée
- incontinence urinaire
- incoordination motrice ventilatoire
- confusion mentale ou démence

⇒ résultats sous estimés



COMMENT? : métrologie rigoureuse+++

➤ Vérification du matériel

- Vérifications des conditions ambiantes (température, pression barométrique, hygrométrie)
- Etalonnage: quotidien (avant utilisation)
 - Des volumes (seringue: 3 litres)
 - Des analyseurs de gaz
- Cahier de maintenance de l'appareil



➤ Contrôle des résultats

témoins biologiques: sujets de référence du laboratoire (testés au moins 1 fois par mois ou en cas de suspicion d'erreur)

COMMENT?: des préalables indispensables

- ▣ **Mesure taille (sans les chaussures) ou envergure et le poids au moment de l'examen**
- ▣ **Embout buccal + pince nez (masque, sur canule de trachéo.....)**

Les résultats dépendent

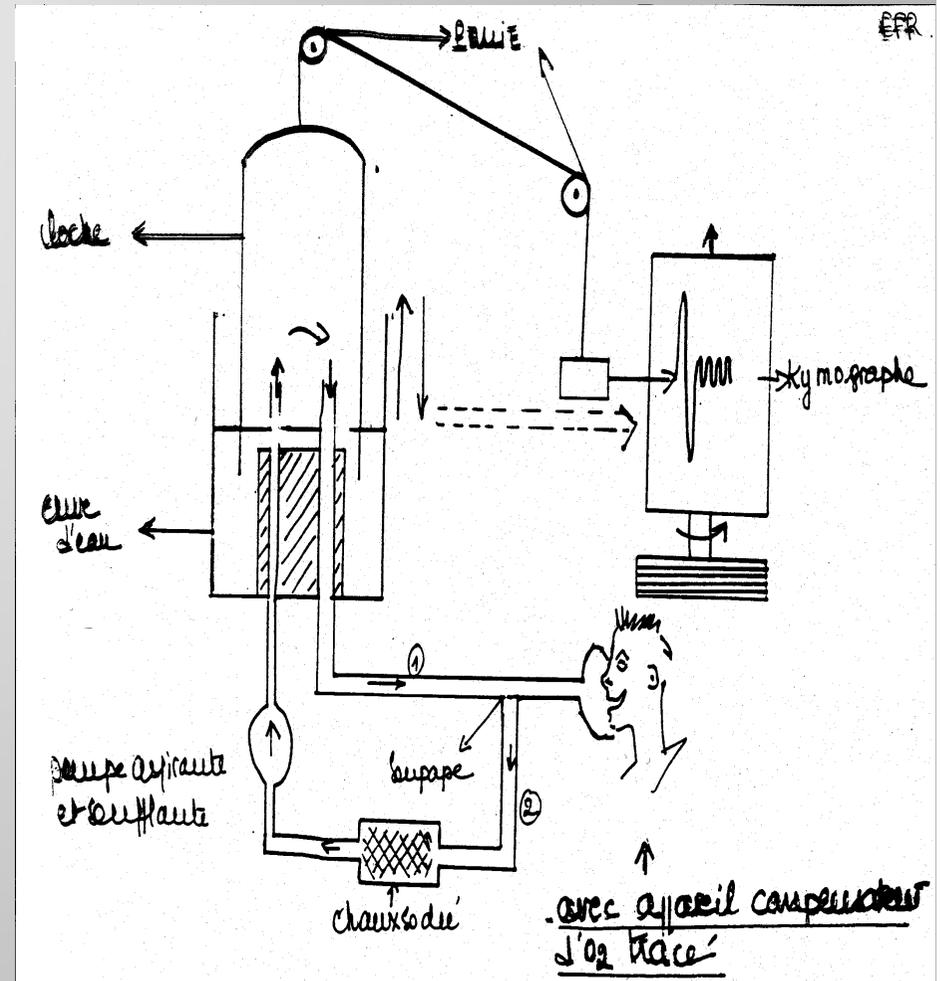
- **de la coopération du sujet : motivation, compréhension**
- **du pouvoir de persuasion du technicien (motivation et expérience): explications claires et compréhensibles sur le but et le déroulement de l'examen (mimer le test +++)**
- **de la bonne position assise (le plus souvent) : dos bien droit, cou en légère extension (desserrer cravate, ceinture)**

Le spiromètre à cloche

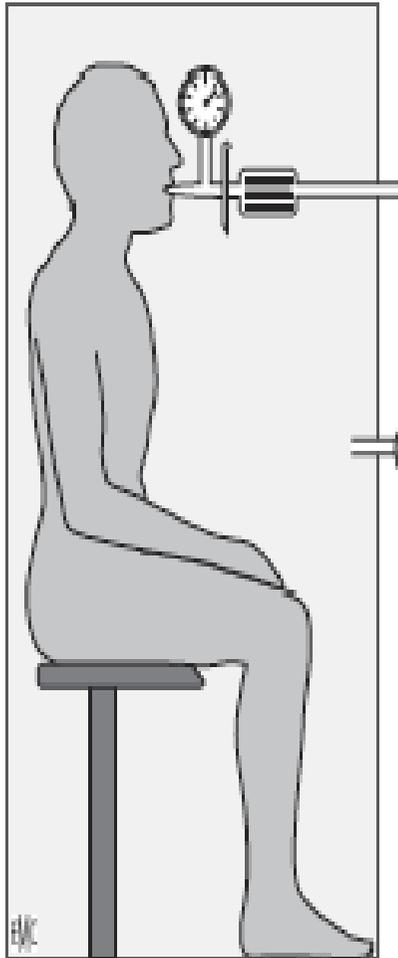


▣ Permet une mesure directe des volumes.

▣ Fonctionne en circuit fermé.
Il doit être compensé en oxygène et doit éliminer le dioxyde de carbone

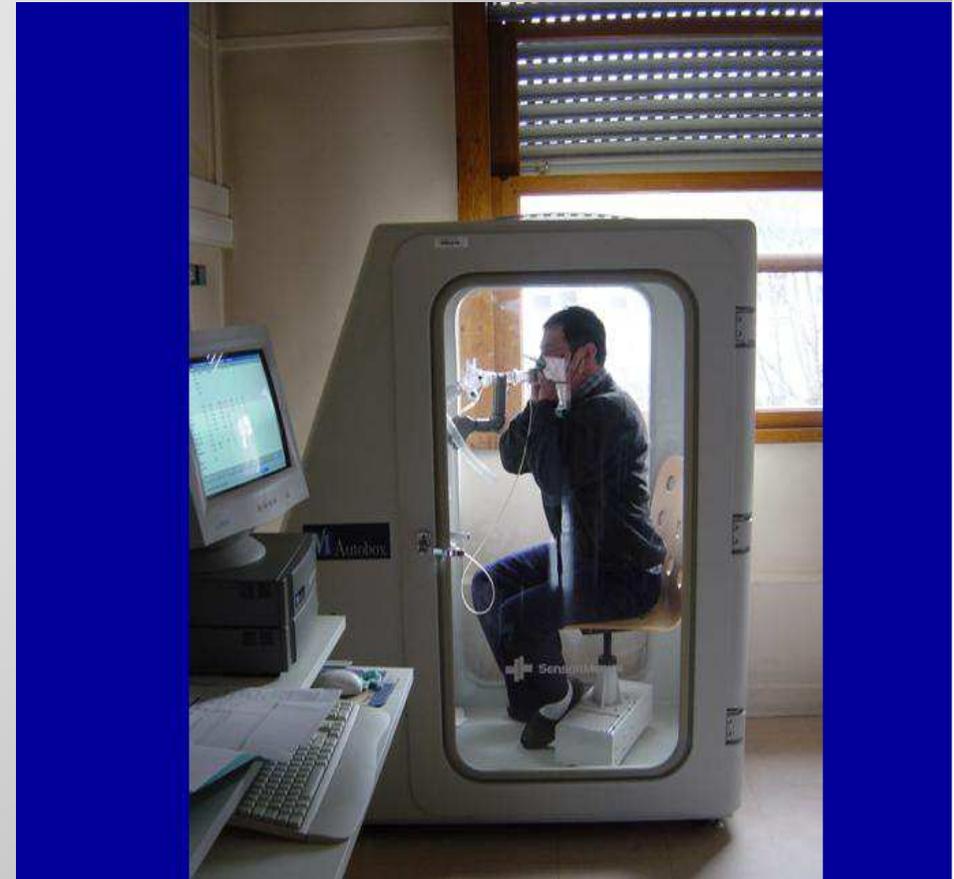


Le PLETHYSMOGRAPHE



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

Barométrique



Le Pneumotachographe (fils chauds)



- ▣ Permet une mesure *indirecte* par intégration des débits instantanés à la bouche: *c'est un débitmètre*
- ▣ Fonctionne en circuit *ouvert*



Le Pneumotachographe (ailette, ultra sons.....)



SPIROTEL



PIKO 6



EASYONE



SPIROSTAR

QUE PRESCRIRE: SPIROMETRIE: les EXAMENS DE BASE

1 Mesure des Volumes pulmonaires « mobilisables » et
« non mobilisables »

2 Mesure de la Courbe débit volume: des débits
instantanés forcés au cours d'une expiration forcée,
du Volume expiratoire maximal en une seconde
VEMS et calcul du rapport VEMS/CV

Les volumes pulmonaires mobilisables et non mobilisables

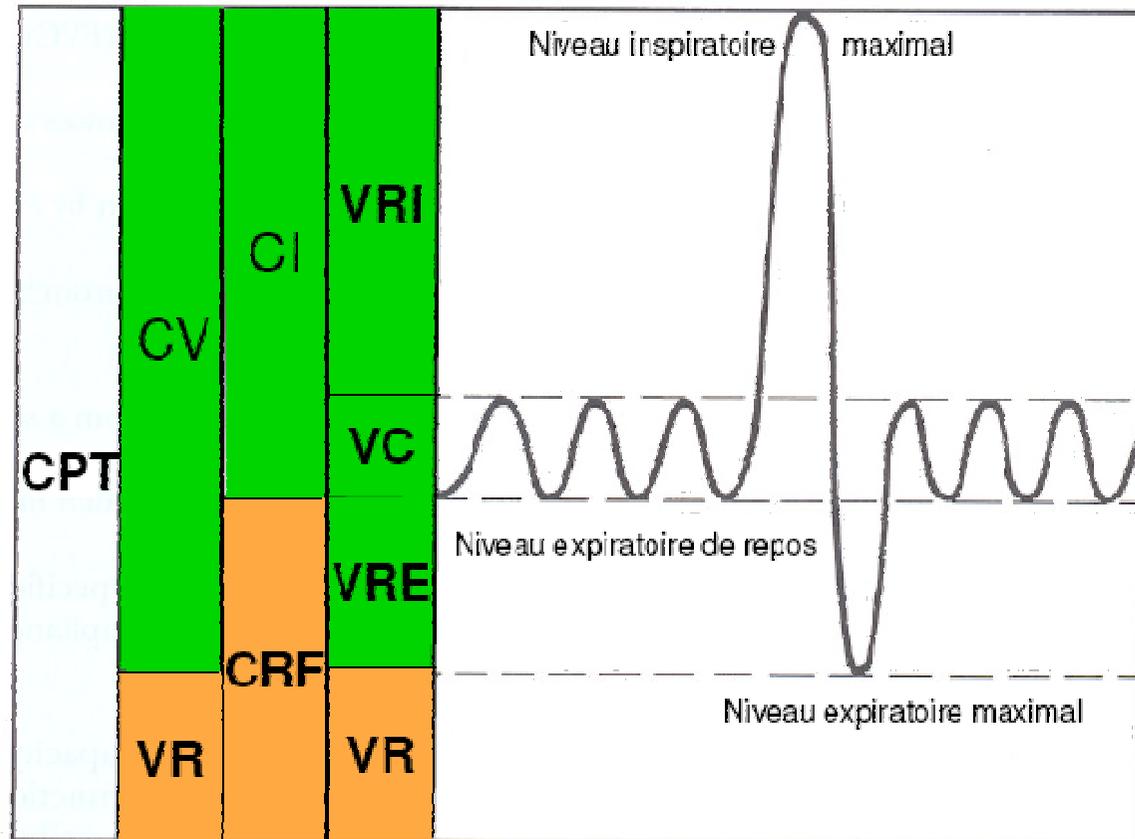
Mesure des volumes mobilisables

Capacité Vitale CV

Mesure des volumes non mobilisables

Capacité Résiduelle Fonctionnelle (CRF) et Volume Résiduel (VR) par méthode de dilution à l'Hélium, de rinçage de l'Azote ou pléthysmographie

Volumes mobilisables



Volumes non mobilisables

VEMS et Rapport VEMS/CV

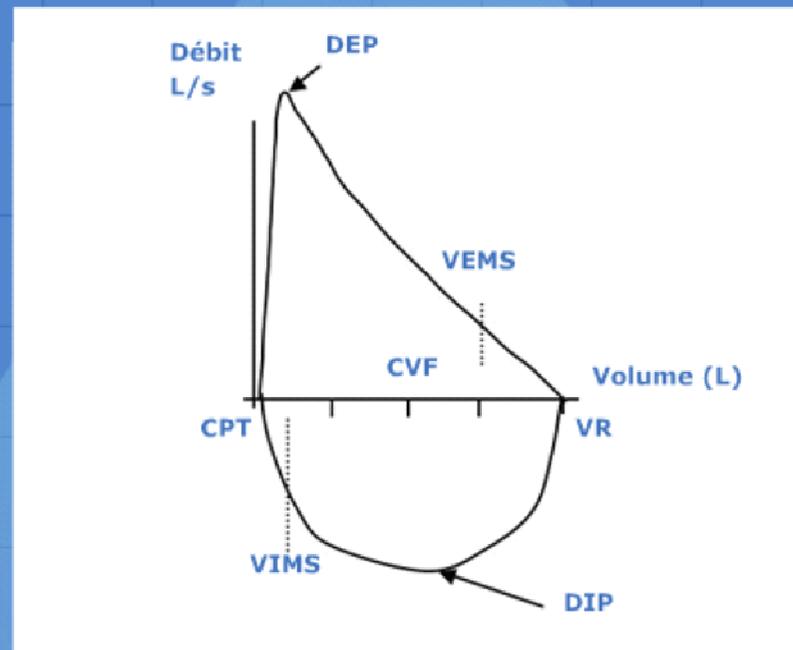
- **le VEMS: Volume Expiré Maximal dans la 1^o Seconde d'une expiration forcée qui suit une inspiration forcée**
- **le rapport de Tiffeneau ou VEMS/CV = 70 - 75%**
signifie que le sujet expire 70- 75% de sa CV dans la 1^osec d'une expiration forcée (qui suit une inspiration forcée)
- **le VEMS reste toujours un paramètre de référence** mais:
 - est une *mesure peu sensible*
 - *n'est pas corrélé* à la dyspnée et aux gaz du sang
 - doit **toujours** s'accompagner d'une **courbe débit volume**

LA COURBE DEBIT -VOLUME

M
E
N
U

Débits et volumes pulmonaires
Techniques

Débits inspiratoires maximaux



DOCUMENTS :

◀ 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 ▶

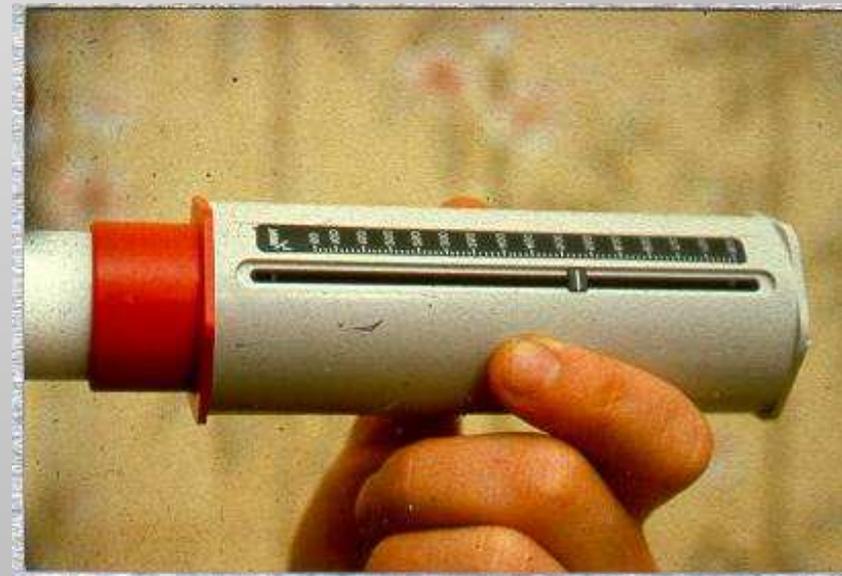
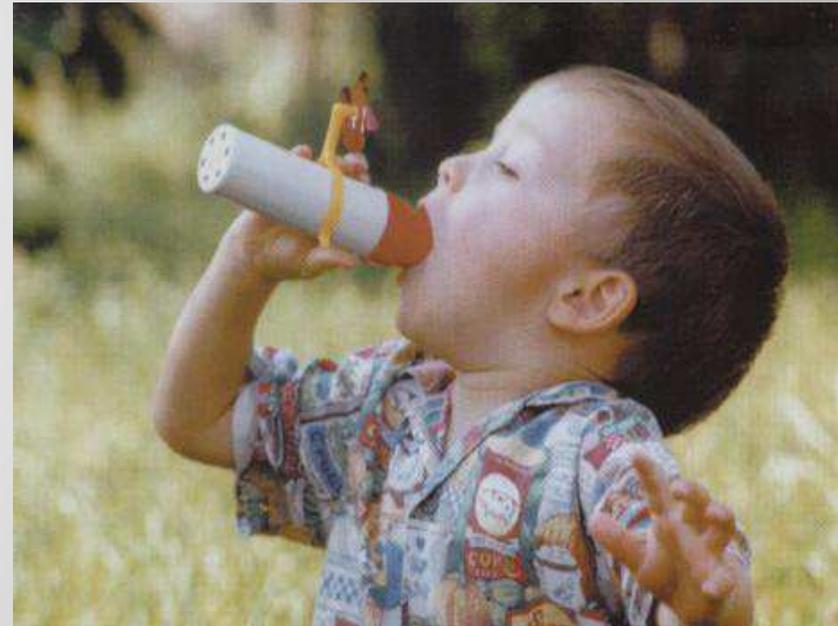


Quitter

Retour intro

Débitmètre de pointe

- ▣ Permet de mesurer le débit expiratoire de pointe ou DEP
- ▣ Il est très peu reproductible
- ▣ Indicateur moins sensible que le VEMS
- ▣ **MAIS UTILE SUIVI ASTHME PAR LE PATIENT**



COMMENT et QUE PRESCRIRE: SPIROMETRIE: autres EXAMENS DE BASE

1 Tests pharmacodynamiques:

- de bronchoconstriction en cas de suspicion d'asthme
- de bronchodilatation (ou test de réversibilité)

2 Etude du Transfert du CO pour étude de la capacité des échanges gazeux au niveau de la membrane alvéolo-capillaire

3 Etude de l'hématose (gaz du sang)

TEST DE BRONCHOCONSTRICTION (recherche d'asthme)

PRINCIPE

- ▶ Utilise des doses croissantes d'un aérosol de méthacholine jusqu'à l'apparition d'une bronchoconstriction (ou bronchospasme), mesurée par une chute du VEMS.
- ▶ La dose cumulée utilisée pour provoquer cette chute constitue le résultat du test. Ce test est suivi d'un test de réversibilité de l'obstruction provoquée après administration du bronchodilatateur de référence (salbutamol).

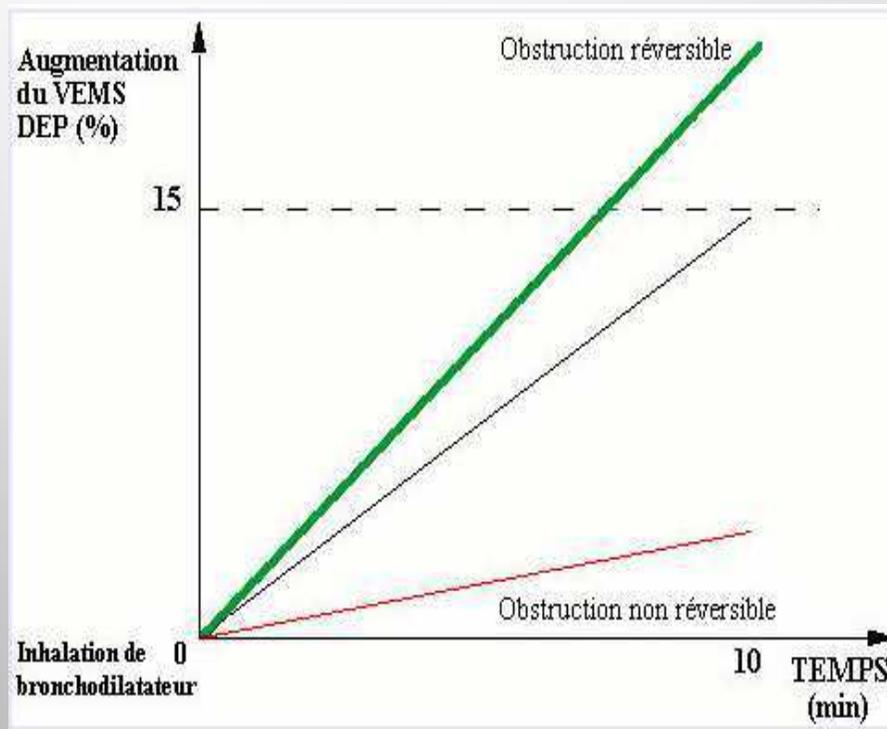
TEST DE BRONCHOCONSTRICTION (recherche d'asthme)

Test indispensable dans 4 situations:

- ▣ 1 recherche HRB chez les plongeurs
- ▣ 2 recherche asthme professionnel
- ▣ 3 recherche HRB sportif de haut niveau
- ▣ 4 *Toux chronique isolée sans étiologie (équivalent asthmatique)*

RMO Asthme (1998)

TEST DE BRONCHODILATATION ou DE REVERSIBILITE



Nouvelle courbe débit-volume avec mesure du VEMS et de CV après inhalation de:

- 400 μ g de salbutamol (15 à 20 min)
- ou de 160 μ g de Bromure d'Ipratropium (30 min)

Etude du transfert du CO: Index des capacités d'échanges gazeux pulmonaires

- ▣ Etude du débit de CO inhalé traversant la membrane alvéolo-capillaire en 1 min
- ▣ Reflète la qualité de cette membrane (superficie, épaisseur) et la qualité des échanges gazeux à travers elle (rapport ventilation/perfusion)

GAZ DU SANG AIR AMBIANT

AU REPOS - A L'EFFORT - SOUS OXYGENE

Indications:

Tous les bilans fonctionnels respiratoires, sauf les sujets jeunes dont la pathologie permet de prévoir un résultat normal.

PaO_2 : 80 - 100 mm Hg

PaCO_2 : 37 - 45 mm Hg

pH: 7,37 - 7,4

$\text{PaO}_2 < 80$ mmHg: HYPOXEMIE

$\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg : HYPERCAPNIE



QUAND COMMENT et QUE PRESCRIRE : LES AUTRES EXAMENS

Quelques exemples:

1 Epreuves d'effort :

- ▣ test de marche de 6 min
- ▣ test d'effort cardio respiratoire et métabolique avec mesure de la consommation d'Oxygène: permet de juger de l'adaptation respiratoire, cardio-vasculaire et neuro-musculaire à l'exercice

2 Mesure de la force des muscles respiratoires

3 Test au CO₂: sensibilité des centres respiratoires au CO₂

MESURE DE LA FORCE DES MUSCLES RESPIRATOIRES

EXPLORATION DE LA FORCE DES MUSCLES RESPIRATOIRES EN PARTICULIER DU DIAPHRAGME++++++ DANS TOUTE PATHOLOGIE POUVANT ATTEINDRE LES MUSCLES RESPIRATOIRES *myopathies, corticothérapie... .. par la mesure des différentes pressions engendrées par la contraction de ces muscles*

Mesure des PI max et PE max

- PI max: pression maximale générée à la bouche lors d'une manœuvre d'inspiration forcée (VR)
- PE max: pression maximale générée à la bouche lors d'un effort expiratoire maximal (CPT)

Simple, accessible, assez reproductible

REPONSE VENTILATOIRE AU CO₂

Evaluation de la sensibilité des centres respiratoires au CO₂

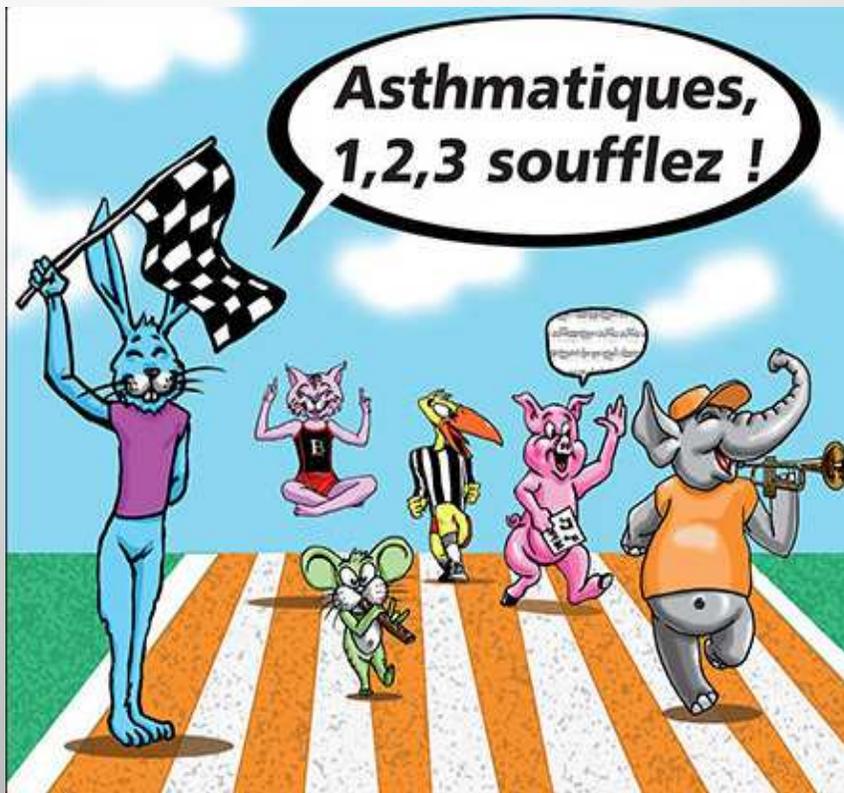
Principe

respiration en circuit fermé dans un sac contenant un mélange gazeux composé de 7% de CO₂ et de 93% d'oxygène

Mesure en continu:

de la réponse ventilatoire par la mesure du débit ventilatoire

Et maintenant.....Soufflez.....vite.....
Fort..... Encore, encore.....



INTERPRETATION

INTERPRETATION: PREALABLES

- ▣ Matériel utilisé: spirométrie, pléthysmographie
- ▣ Position dans laquelle est réalisée l'examen (assise, couchée)
- ▣ Interface utilisée: embout buccal, masque, canule de trachéotomie
- ▣ **REPRODUCTIBILITE ET QUALITE DES MESURES**
+++++++
- ▣ **Date et heure de l'examen**
- ▣ **Etalonnage: facteur de calibration**
- ▣ **Conditions du jour: température, pression barométrique**
- ▣ **Normes utilisées pour les valeurs théoriques**

INTERPRETATION des RESULTATS: EXPRESSION DES RESULTATS ET VALEURS DE REFERENCE

Les résultats sont exprimés:

- **En valeur absolue (l ou ml)**
et
- **En pourcentage par rapport
aux valeurs de référence**

**Valeurs de référence établies
chez des sujets sains
en fonction du sexe , de la
taille, de l'âge et de l'ethnie**

- ▶ **Standardization of Spirometry,
American Thoracic Society.
A.M.J.C.C.M. 1995; 152: 1107-1136.**
- ▶ **Standardisation of Lung Function
Tests, European Community for Steel
and Coal. Eur Resp J 1993; 6 suppl 16 :
5-40.**



Sujets Adultes Caucasiens

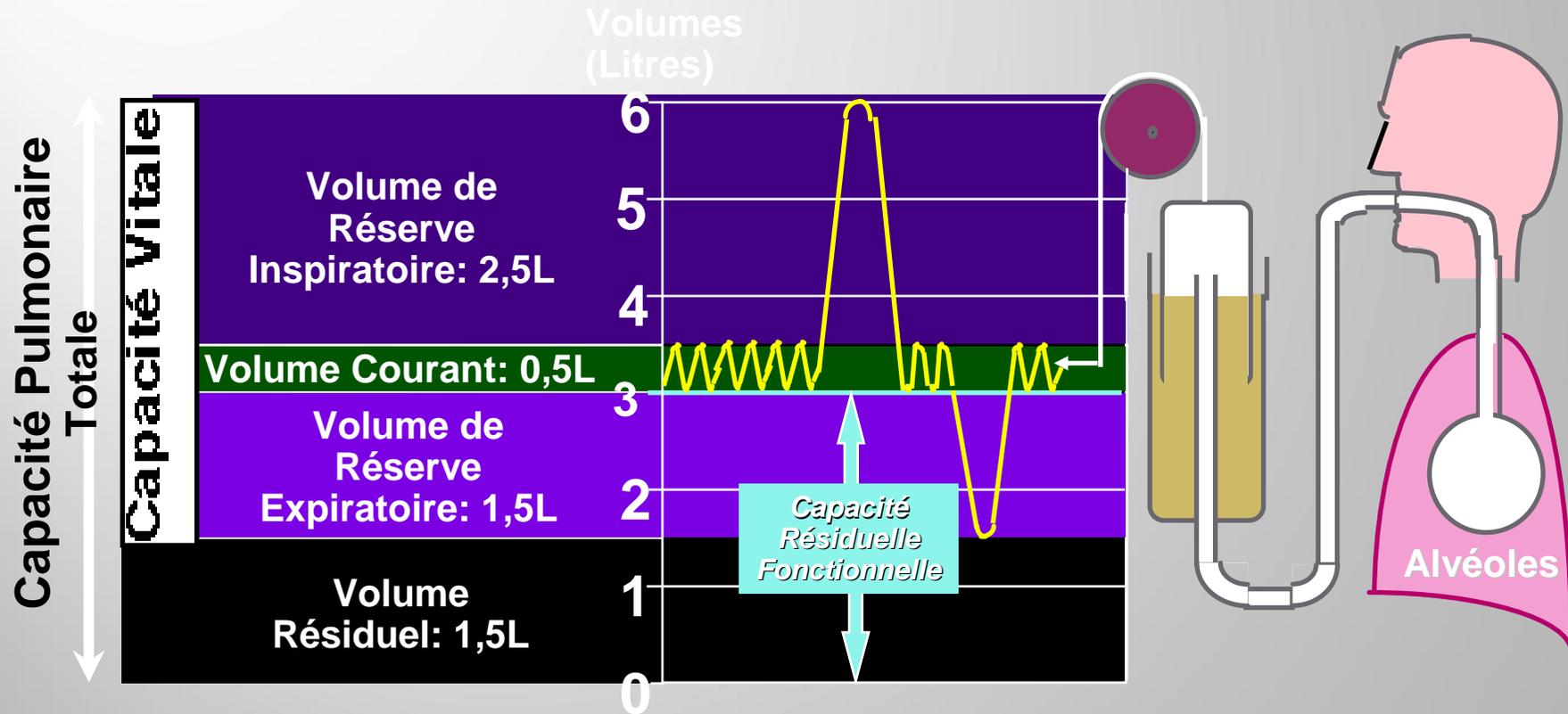
Age: 18 - 70 ans

***Taille: - 155 cm et 195 cm
(hommes)***

***- 145 cm et 180 cm
(femmes)***

**Adolescents/enfants moins de
18 ans Zapletal, Eur. Resp. J.
89, 2,suppl.4**

Les Volumes Pulmonaires



Fréquence Respiratoire: 15/min
Volume courant V_t : 0,5L
Débit Ventilatoire de Repos: 7,5L/min

INTERPRETATION DES RESULTATS

Une valeur anormale est une valeur mesurée inférieure à la limite inférieure de la normale (LIN) ou supérieure à la limite supérieure de la normale (LSN)

$$\text{LIN ou LSN} = \text{valeur théorique moyenne} \pm 1.64 \times \text{ETR (Ecart-type-résiduel)}$$

(ATS/ERS TASK FORCE 2005)

SYNDROME OBSTRUCTIF

$$\text{VEMS/CV} < \text{LIN}$$

▶ les broncho-pneumopathies chroniques obstructives

$$(\text{VEMS/CV} < 0.70)$$

Valeur du VEMS post BD en % de la valeur moyenne prédite

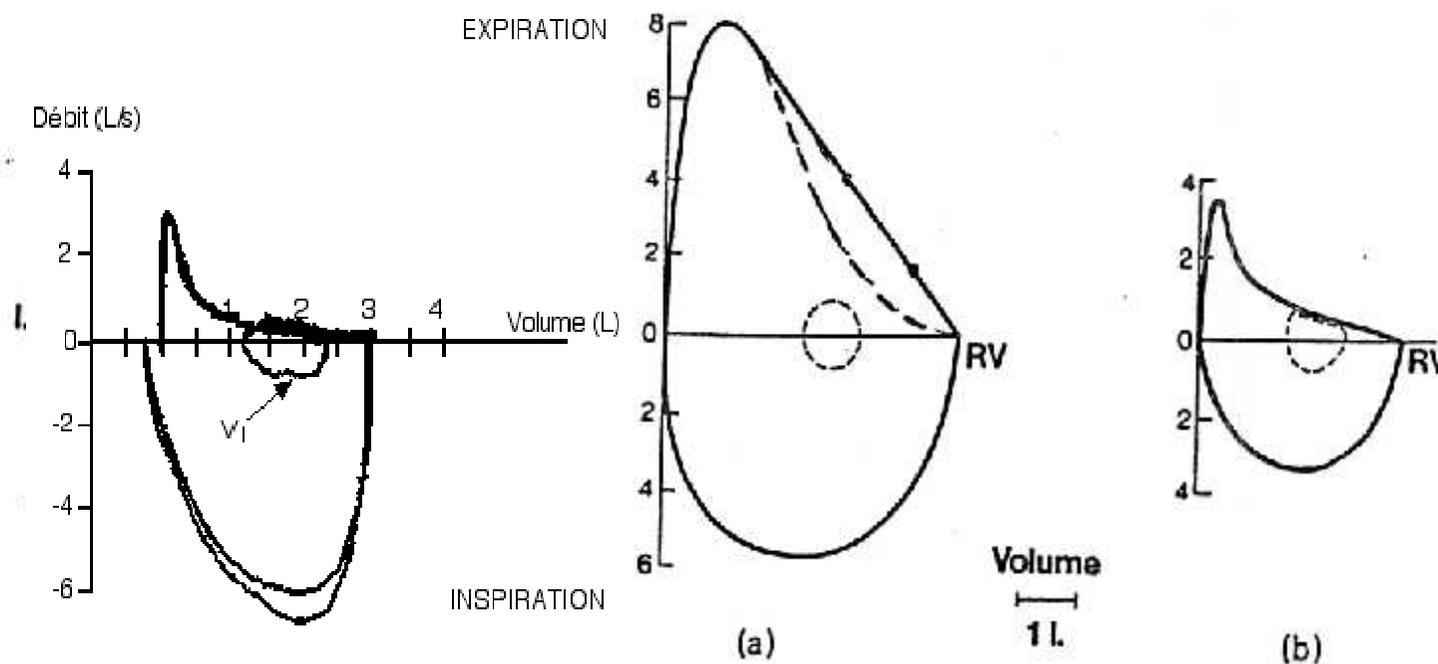
- « léger » VEMS > 80%
- « modéré »: VEMS entre 50 et 80%
- « sévère »: VEMS entre 30 et 50%
- « très sévère »: VEMS < 30%

(GOLD revised 2011)

▶ l'asthme

LA COURBE DEBIT VOLUME EN CAS DE SYNDROME OBSTRUCTIF

- Trouble ventilatoire obstructif discret, modéré ou sévère



TEST DE BRONCHODILATATION OU DE REVERSIBILITE

VEMS/CV < LIN

Test positif si:

**Augmentation du VEMS et /ou de la CVF de plus de 12% *ET* de plus de 200 ml par rapport au VEMS et /ou CVF de base
(ATS /ERS Task Force 2005)**

SYNDROME RESTRICTIF

$$\text{CPT} < \text{LIN}$$

et diminution de tous les volumes pulmonaires

- ▶ anomalies du parenchyme pulmonaire:
- ▶ atteinte de la paroi thoracique:
- ▶ atteinte des muscles respiratoires

SYNDROME MIXTE

CPT < LIN

Et

VEMS / CV < LIN

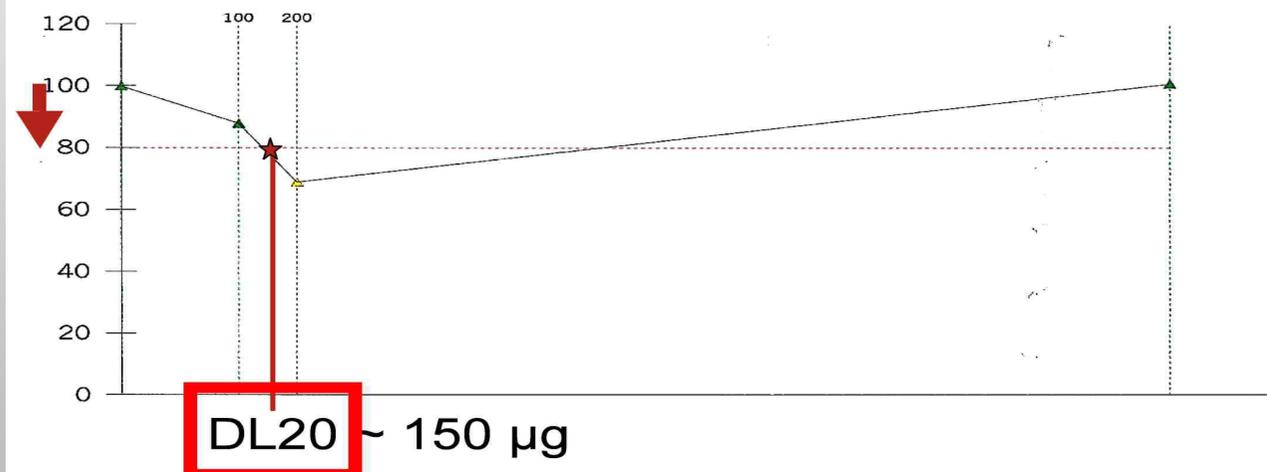
**SYNDROME MIXTE ASSOCIE UN SYNDROME
OBSTRUCTIF ET UN SYNDROME RESTRICTIF**

TEST DE BRONCHOCONSTRICTION A LA METHACHOLINE (après arrêt des BD)

La réponse en terme de bronchoconstriction se calcule en pourcentage de chute du VEMS en prenant pour référence le VEMS de base

Le Test est positif si chute $>$ ou $=$ à 20% et traduit une HyperRéactivité Bronchique dite *non spécifique COMPATIBLE AVEC LE DIAGNOSTIC D'ASTHME*

Test de Provocation Bronchique		Protocol: Métacholine					
		CVF (Litres)		VEMS (Litres)		DEP (L/s)	
	Dose	Mesuré	% Chg	Mesuré	% Chg	Mesuré	% Chg
Théoriques		3.44		3.00		6.82	
Base Mesurée		3.43	100 (Théo.)	2.83	94 (Théo.)	7.15	105 (Théo.)
Dose 1							
Dose 2		100	-12	2.48	-12	4.89	-32
Dose 3		200	-29	1.95	-31	4.38	-39
Dose 4							



Etude du transfert du CO: Index des capacités d'échanges gazeux pulmonaires

Transfert du CO DIMINUE

- ▣ *perte d'unités alvéolaires fonctionnelles.*
Ex: pneumonectomie, atélectasie, syndrome obstructif sévère, syndrome restrictif d'origine pariétale ou neuromusculaire
- ▣ *pathologie de la membrane alvéolo-capillaire*
Ex: pathologie pulmonaire interstitielle comme les maladies fibrosantes ou pathologie vasculaire pulmonaire (HTAP, maladies thromboemboliques)

TEST DE MARCHE DE 6 MINUTES

- ▣ **Périmètre de marche: exprimé en valeur absolue ex: distance diminuée de x mètres en valeur absolue ou exprimée en pourcentage de la valeur prédite et nombre d'arrêts**
- ▣ **Désaturation significative si supérieure ou égale à 4%**

Conclusion

Les résultats chiffrés sont mis en parallèle avec la question posée:

- ▣ compatibilité des résultats avec le diagnostic évoqué (asthme, BPCO, myopathie....)
- ▣ les résultats expliquent ou non la dyspnée
- ▣ Existence ou non d'un risque potentiel d'insuffisance respiratoire en post opératoire

Conclusion

*Comparaison avec des résultats antérieurs
(si même méthode)*

- ▣ Stabilité ou aggravation
- ▣ Suggestion d'un suivi fonctionnel +/- rapproché
- ▣ Suggestion d'un complément d'examen (test de bronchoconstriction, test d'effort,)

