

# Explorations Fonctionnelles Respiratoires dans l'inflammation bronchique

Dr Emeric STAUFFER  
Exploration Fonctionnelle Respiratoire,  
Médecine du Sport et de l'Activité Physique  
Hôpital Croix Rousse, Hospices Civils de Lyon

# PLAN :

- ① Introduction
- ① EFR (spirométrie et pléthysmographie)
- ① Mesure du NO bronchique
- ① Expectorations induites
- ① Oscillations forcées
- ① Diagnostics différentiels

# Place des Explorations Fonctionnelles Respiratoires

## ⊙ Diagnostic de l'asthme :

- Essentiellement clinique
- **Mais** l'obstruction bronchique fait partie du diagnostic et du suivi :
  - Evaluation du TVO
  - Evaluation de la réversibilité
  - Intérêt des tests de provocations
  - Dépistage d'autres troubles ventilatoires associés

# Place des Explorations Fonctionnelles Respiratoires

## ⊙ Diagnostics différentiels:

- Syndrome d'hyperventilation idiopathique
- Hyper réactivité bronchique
- Broncho constriction induite à l'effort
- Dyskinésie des cordes vocales
- Déconditionnement à l'effort

A decorative network diagram in the top-left corner, consisting of interconnected nodes and lines, rendered in a light gray color.

2.

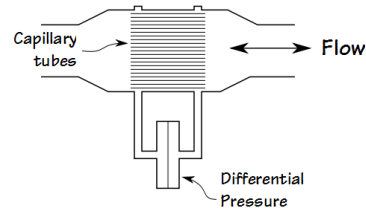
# **Les Explorations Fonctionnelles Respiratoires**

Aide au diagnostic et au suivi

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ La spirométrie :

- Utilisation d'un pneumotachographe :

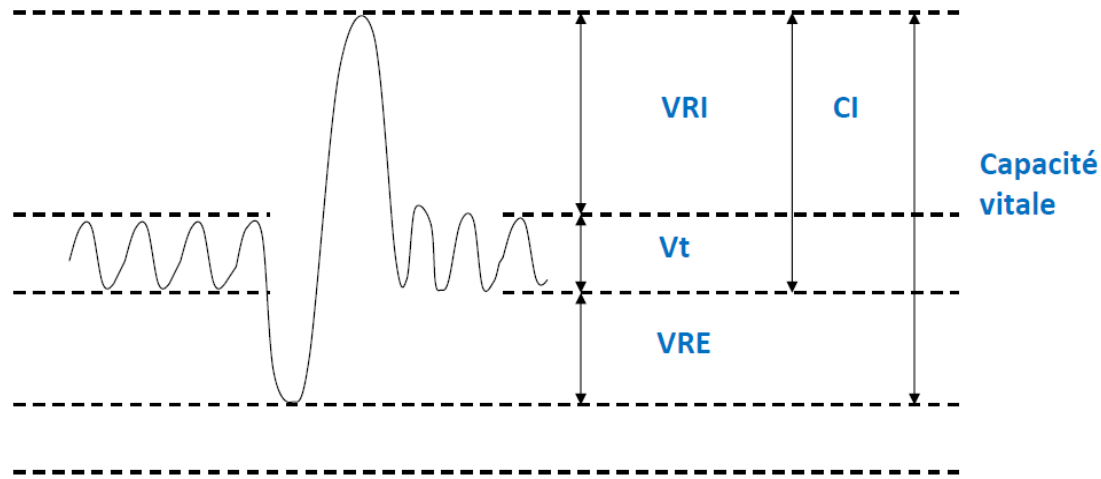


- Repose sur la loi de Poiseuille :

- $\dot{V} = \frac{\Delta\rho}{R}$
- Calcul d'un débit
- Par intégration calcul des **volumes mobilisables**

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

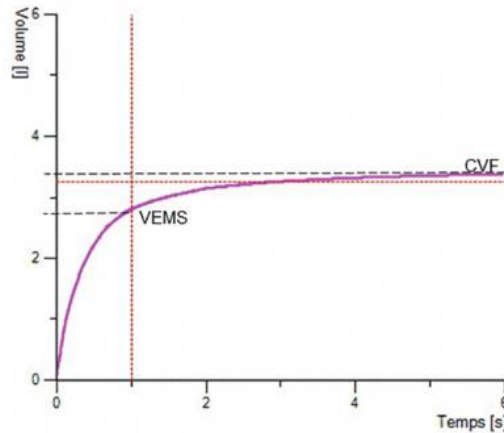
© Les volumes mobilisables :



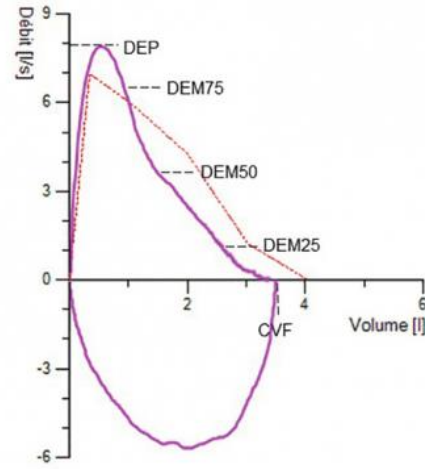
# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ⊙ Les résultats :

Courbe Volume (l) – Temps (s)



Courbe Débit (l/s) – Volume (l)





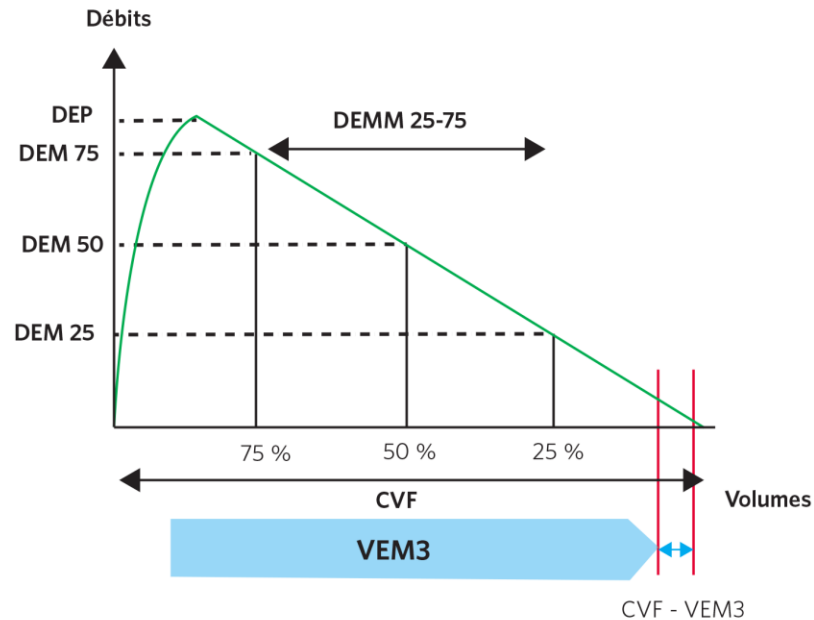
# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Evaluation du TVO :

- Ne pas se contenter du DEP (discordance possible entre DEP et VEMS)
- Utiliser le  $VEMS/CV_{max}$  (meilleure valeur de la CVL ou CVF)
- Limite de la définition par un coefficient de Tiffeneau  $< 0,7$  :
  - LIN proche de 0,8 chez l'enfant
  - LIN  $< 0,7$  chez le sujet âgé
- Evaluation de la sévérité
- Aide au suivi

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

◎ Mesures des débits moyens et distaux :



# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

- ◎ Mesures des débits moyens et distaux :
  - Sont uniquement interprétables quand la CVF est normale
  - Les LIN sont très en dessous des 80% de la norme
  - Absence d'étude de corrélation anatomo-pathologique entre réduction des débits moyens et atteinte des voies aériennes de petit calibre.
  - La réversibilité au niveau des débits distaux ne peut être interprétées uniquement si la CVF n'a pas été modifiée

## Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

◎ Mesures des débits moyens et distaux :



**Il n'est pas recommandé d'utiliser les débits moyens et distaux avant ou après bronchodilatateur comme critère de diagnostic d'asthme ni comme critère de réversibilité**

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Test de réversibilité :

- Réalisation d'une spirométrie après administration d'un bronchodilatateur de courte durée d'action ou après une corticothérapie systémique pendant 2 semaines
- **TVO réversible** : le VEMS augmente :
  - de plus de 200 ml par rapport à la valeur initiale
  - **ET** de plus de 12% par rapport à la valeur initiale :  $(\text{VEMS post} - \text{VEMS pré}) / \text{VEMS pré} > 0,12$
- On parle de **réversibilité complète d'un TVO** en cas de normalisation :
  - du VEMS (VEMS > 80 % de la valeur prédite) **ET**
  - du rapport VEMS/CVF ( $> 0,7$ )

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Test de réversibilité :

- Aide au diagnostic d'asthme
- Indiqué même en l'absence de TVO en cas de suspicion d'asthme
- Plus la réversibilité est importante plus la probabilité d'asthme est élevée
- Absence de seuil séparant asthme et BPCO

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Test de provocation à la métacholine :

- Inhalation de métacholine à doses (ou concentrations) progressivement croissantes
- Repos de 3 min entre chaque dose
- Mesure du VEMS entre chaque dose jusqu'à ce que :
  - le VEMS chute de 20% ou
  - jusqu'à une dose cumulée de 2 000 µg.

**Chute du VEMS > 20% = Hyperréactivité bronchique**

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Test de provocation à la métacholine:

- Permet le diagnostic d'hyperréactivité bronchique
- Proportionnelle à la sévérité de l'asthme
  - Si la réponse est forte (<200 $\mu$ g forte probabilité d'asthme)
- Indiqué en cas de probabilité pré test d'asthme intermédiaire
  - Non indiqué en cas de probabilité faible ou élevée (hors asthme professionnel)



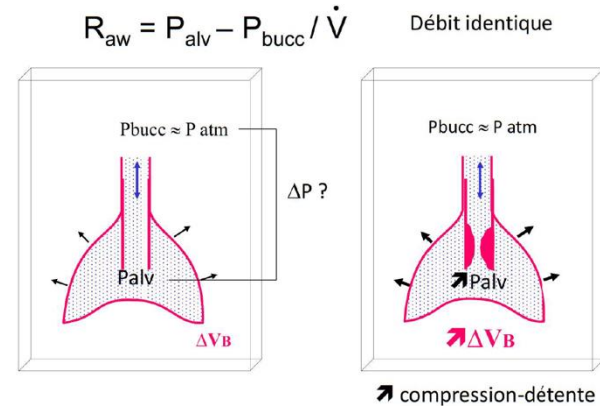
# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Test de provocation à la métacholine:

- Sensible (proche de 100%) mais peu spécifique (50%) :
  - Si négatif aide à l'exclusion du diagnostic,
  - Peut être positif en cas de BPCO, rhinite allergique ou mucoviscidose
- **Il n'est pas recommandé de mesurer l'hyperréactivité bronchique non spécifique dans le suivi des patients asthmatiques**

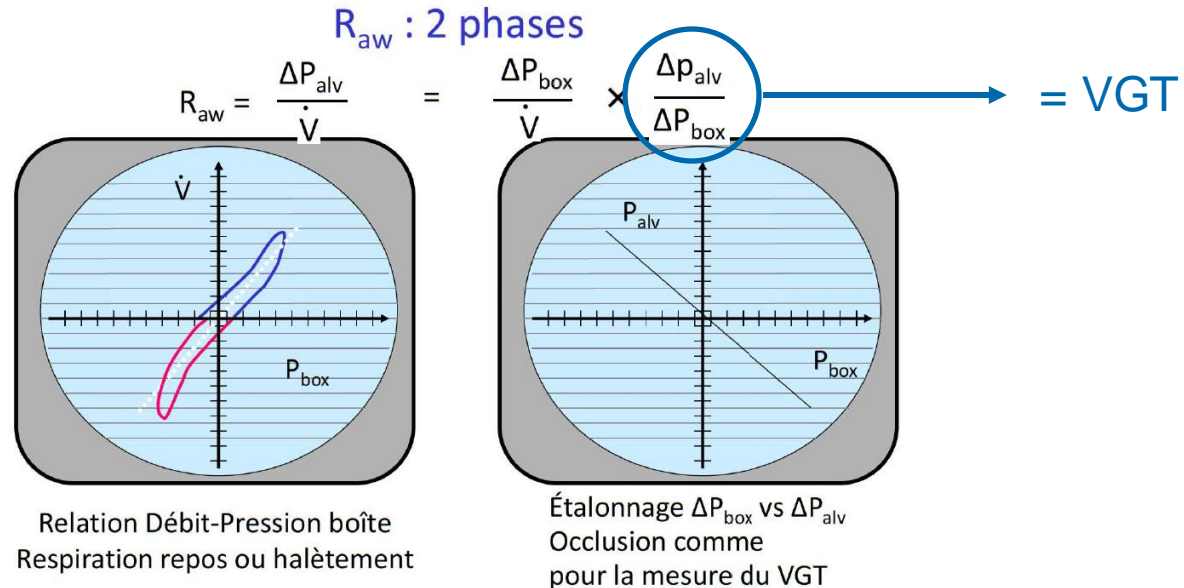
# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

© Mesures des résistances par pléthysmographie :



# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

◎ Mesures des résistances par pléthysmographie :



# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

© Mesures des résistances par pléthysmographie :

$$sR_{aw} : R_{aw} \cdot VGT$$

$$R_{aw} = \frac{\Delta V_{box}/\Delta V'}{\Delta V_{box}/\Delta P_{mo}} \quad (3)$$

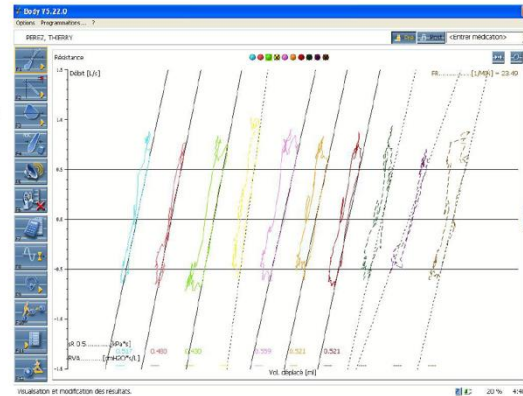
By substituting TGV in equation (1) with the expression shown in (2),  $sR_{aw}$  can be calculated as follows:

$$sR_{aw} = \frac{\Delta V_{box}/\Delta V'}{\Delta V_{box}/\Delta P_{mo}} \cdot \frac{\Delta V_{box}/\Delta P_{mo} \times (P_{amb} - P_{H_2O})}{\Delta V_{box}/\Delta P_{mo}} \quad (4)$$

= VGT

giving:

$$sR_{aw} = \Delta V_{box}/\Delta V' \times (P_{amb} - P_{H_2O}) \quad (5)$$



## Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

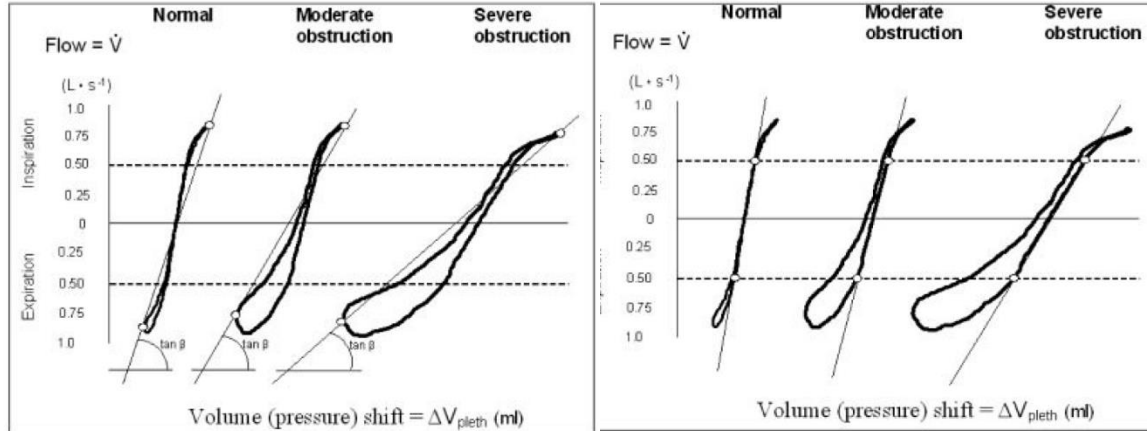
- ◎ Mesures des résistances par pléthysmographie
- ◎ Résultats :
  - $sRaw$  = résistance spécifique ( $Raw \times VGT$ )
  - $Raw$  = résistance pulmonaire totale
    - Varie en fonction du volume pulmonaire
    - Ne permet pas d'identifier un TVO
  - $Gaw$  = conductance pulmonaire totale ( $1/Raw$ )
  - $sGaw$  =  $Gaw/VGT$

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ☉ Mesures des résistances par pléthysmographie :

sRawTOT

sRaw0.5



- Courbe de résistance spécifique sRaw chez un patient présentant un TVO
- Pente utilisée pour le calcul des Résistances spécifiques à 0,5 L/s
- $\Delta P_{alv}$  augmente linéairement avec le débit lorsque celui-ci est faible mais
- avec les débits élevés on obtient des courbes paraboliques
- Par contre la relation  $\Delta P_{alv}$ - $\Delta V$  est linéaire autour des débits faibles (jusqu'à 0,5 L/s)

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

- ◎ Mesures des résistances par pléthysmographie:
  - Peu utilisées pour identifier un syndrome obstructif
  - Principalement le reflet d'une obstruction des voies aériennes centrales
  - Pourraient constituer des mesures plus sensibles de réversibilité que le VEMS

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

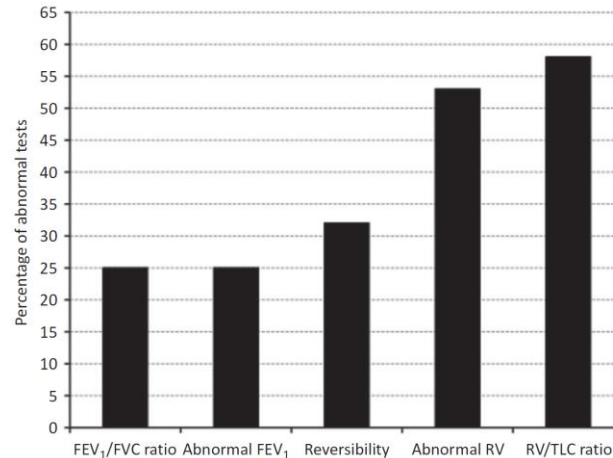
## ◎ Mesures de la distension thoracique:

- Impose la mesure des volumes non mobilisables de préférence par pléthysmographie
- Mieux corrélée avec le retentissement fonctionnel et la sévérité de la maladie que la mesure des débits expiratoires forcés
- La distension pulmonaire est corrélée avec l'importance de la dyspnée mais pas avec le degré d'obstruction bronchique



# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

- ◎ Mesures de la distension thoracique:
  - Les anomalies des volumes non mobilisables sont plus fréquentes que le TVO chez l'asthmatique



Vipul V. Jain, Journal of Asthma, (2013)

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Mesures de la distension thoracique:

- Histoire naturelle de la distension mal connue :
  - limitation des débits expiratoires et fermeture précoce des petites voies aériennes
  - activité des muscles inspiratoires en fin d'expiration
  - diminution de l'élasticité pulmonaire
    - Responsable d'un trappage qui pourrait être le témoin d'une inflammation des voies aériennes distales

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Mesures de la distension thoracique:

- Débute par l'augmentation du VR/CPT qui devient supérieur à la LSN
- Augmentation très tardive de la CPT qui est un mauvais critère de distension dans l'asthme
- La baisse du VR après bronchodilatateurs est un critère de réversibilité

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Mesures de la distension thoracique:

- Différence entre asthmatique sévère et non sévère à niveau d'obstruction bronchique identique:
  - CVF plus basse chez les sévères par augmentation du VR
  - Réversibilité incomplète
  - Persistance d'une inflammation distale
    - Phénomène de trappage source de dyspnée au repos et à l'effort

# Les Explorations fonctionnelles respiratoires classiques

## ◎ Suivi :

- Chez l'asthmatique contrôlé recevant une corticothérapie inhalée à dose moyenne ou faible :

**une EFR 1 à 2 fois par an**

- Chez l'asthmatique contrôlé recevant une corticothérapie inhalée à fortes doses:

**une EFR tous les 3 à 6 mois**

- Chez l'asthmatique non contrôlé :

**une EFR tous les 3 mois**

**jusqu'à l'obtention d'un contrôle acceptable, ou si possible optimal**

3.

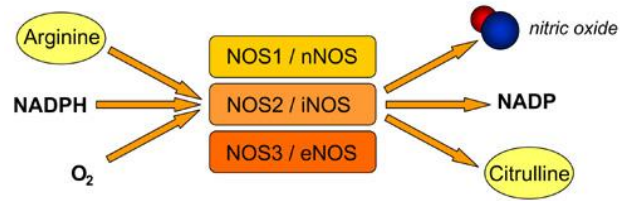
# Mesure du NO bronchique

Evaluation du degrés  
d'inflammation bronchique



# Mesure du NO bronchique

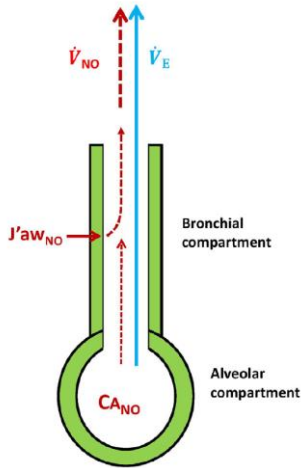
## ◎ Production du NO bronchique :



- Existence d'une synthèse faible de NO par la NOS3 endothéliale chez le sujet sain
- Augmentation de l'activité de la NOS2 chez le sujet asthmatique
- Activité de la NOS2 liée à l'inflammation de type allergique et non aux caractéristiques fonctionnelles de la maladie
  - Pas de corrélation entre NO expiré et TVO

# Mesure du NO bronchique

## Principes de la mesure :



- La mesure du NO expiré (FeNO) durant un débit expiratoire constant est la mesure la plus couramment réalisée :
  - Expiration immédiate contre une résistance buccale (5 à 15 cm H<sub>2</sub>O)
  - Le NO produit par la sphère ORL est ainsi isolé du flux de gaz issu des voies aériennes inférieures par la fermeture du voile du palais durant l'expiration
- 4 à 6 mesures effectuées dans une gamme de débit compris entre 50 et 250 ml/s permettent, de déterminer :
  - la concentration alvéolaire en NO (CalvNO)
  - Le débit maximal de NO produit par les voies de conduction (JawNO)



# Mesure du NO bronchique

## ◎ Résultats :

- la concentration de NO expiré (FeNO) reflète ce qui a été synthétisé à proximité immédiate de la lumière bronchique, c'est-à-dire produit surtout par la cellule épithéliale bronchique
- Le résultat est exprimé en ppb, c'est le rapport du volume du NO par volume total de l'air expiré (1 ppb = (1 part par milliard du volume))
- Chez le sujet sain, la quantité de NO mesurée dans l'air expiré varie entre 5 et 25 ppb

## Mesure du NO bronchique

### ◎ Un marqueur de l'inflammation bronchique :

- l'augmentation de la concentration du NO dans l'air expiré n'est pas spécifique à l'asthme mais serait plutôt liée à l'inflammation des voies aériennes et du parenchyme pulmonaire
- Peut être augmenté en cas de :
  - Dilatations de bronches
  - Infections virales
  - Rhinite allergique
  - Maladies inflammatoires du parenchyme pulmonaire (Alvéolite infectieuse, Sclérodémie systémique)
  - Syndrome hépato-pulmonaire
  - Exercice physique /hyperventilation isocapnique

# Mesure du NO bronchique

## ⊙ Intérêt diagnostique :

- Non recommandé comme critère diagnostique
- Mais intérêt pour son phénotypage :
  - FeNO augmenté chez les patients atopiques
  - Marqueur d'inflammation à éosinophile
- Grande variabilité d'une mesure à l'autre

## Mesure du NO bronchique

- ◎ Aide au traitement de la maladie :
  - Meilleure efficacité des CSI si FeNO > 50 ppb
  - Intérêt avant la mise en route d'une biothérapie

# Mesure du NO bronchique

## ◎ Aide au suivi de la maladie :

- Un taux de FeNO > 50 ppb est en faveur :
  - Mauvaise observance
  - Exposition allergénique persistante
  - Plus rarement asthme résistant au CSI, Churg and Strauss, alvéolite à éosinophile

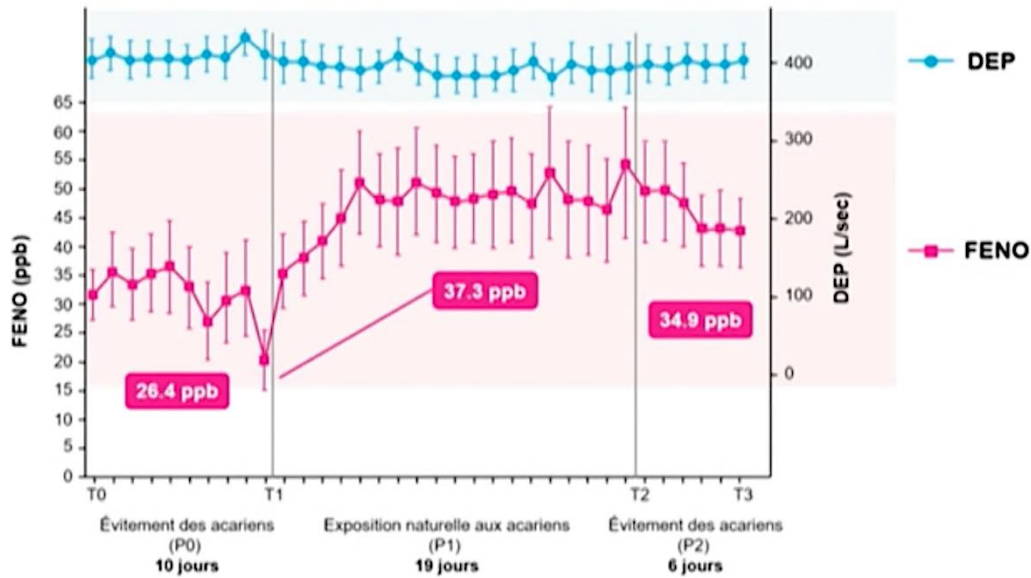
## Mesure du NO bronchique

- ◎ Aide au suivi de la maladie :
  - Prédiction des exacerbations
  - Déclin de la fonction respiratoire
  - Contrôle et sévérité de l'asthme

Asthme sévère : est-il possible aujourd'hui de réduire l'utilisation des corticoïdes ?

## FeNO : des bases biochimiques à l'utilisation en clinique

FeNO et débit expiratoire de pointe (DEP) au cours d'une exposition allergénique

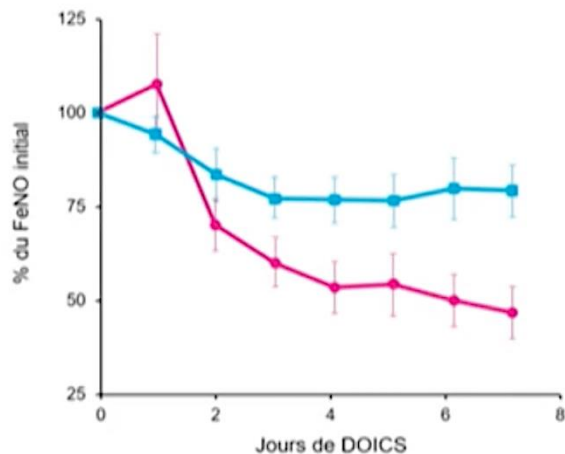


© 2007 American Thoracic Society. All rights reserved. For more information, please contact the American Thoracic Society, 520 Duane St., Philadelphia, PA 19106, USA. www.atsjournals.org

## FeNO : des bases biochimiques à l'utilisation en clinique

*La suppression de la FeNO peut identifier la non-observance à la corticothérapie inhalée*

- **Objectif** : identifier la non-observance en utilisant la suppression de la FeNO après un traitement par CSI sous observation directe (DOICS) :
  - Après 7 jours de DOICS, les sujets non adhérents (n = 9) comparés aux sujets adhérents (n = 13) présentaient une réduction plus importante de la FeNO à 47 +/- 21 % vs 79 +/- 26 % des valeurs à l'inclusion (p = 0,003), retrouvé après 5 jours (p = 0,02) et un seuil de la FeNO d'inobservance (ASC=0,86 ; IC95 %, 0,68-1,00) a été défini.



*Preuve de concept (phase 1). Les patients non adhérents (n = 9 ; cercles roses) et adhérents (n = 13 ; carrés bleus) ont reçu un traitement par CSI (DOICS) pendant 7 jours avec une mesure quotidienne de la FeNO.*

➔ **Le test de suppression de la FeNO permet d'identifier les patients non observants à la corticothérapie inhalée**





4.

# Expectorations induites

Phénotypage de l'asthme

# Principes

- ◎ Évalue le contenu cellulaire et biochimique du liquide contenu dans la lumière bronchique
- ◎ Au niveau des bronches proximales
- ◎ Le nombre d'éosinophiles est bien corrélé au nombre d'éosinophile contenu dans le LBA

## Intérêts

- ◎ Marqueurs de sévérité de la maladie asthmatique
- ◎ Prédicteurs des exacerbations
- ◎ Evolution de la maladie

# Techniques de mesure

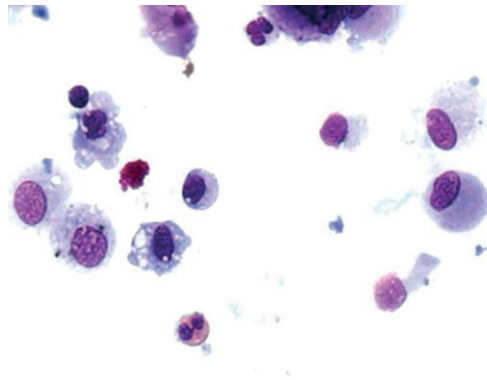
- ◎ Technique sûre et bien tolérée :
  - Chez des patients présentant un asthme sévère
  - En période stable ou lors des exacerbations
- ◎ Nécessite une induction :
  - 15 à 20 minutes afin de ne pas influencer la constitution cellulaire
    - Expectoration précoce : plus de granulocytes
    - Expectoration tardive : plus de cellules mononucléées
  - 2 protocoles dont le choix n'influence pas le résultat

# Techniques de mesure

- ⊙ Les protocoles :
  - Inhalation d'une solution saline hypertonique, soit à concentration fixe soit à doses croissantes **durant une période fixe**
  - Inhalation d'une solution saline hypertonique à concentration fixe **durant une période croissante**
- ⊙ Les solutions salines hypertoniques peuvent induire un bronchospasme sévère :
  - Prémédication par  $\beta_2$  mimétiques de courte durée d'action
  - Utiliser une solution saline isotonique Si VEMS < 65% de la norme

# Techniques de mesure

- ◎ Analyse :
  - Conservation de l'expectoration à 4°C
  - Analyse dans les 2 heures
  - Traitement du prélèvement pour obtenir une lame contenant 400 cellules non squameuses



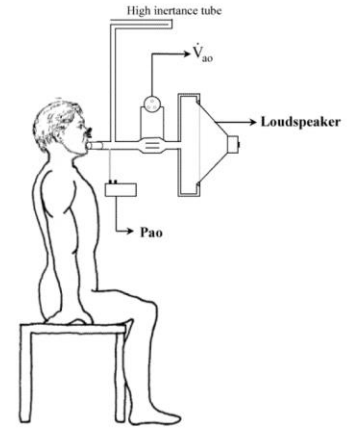
## Résultats

- ⊙ Exprimés en pourcentage de cellules non squameuses
- ⊙ Taux d'éosinophiles anormal si  $> 3\%$
- ⊙ Taux de neutrophiles anormal si  $> 76\%$
- ⊙ Permet le phénotypage de l'asthme

# 5.

## Oscillations forcées

Mesure des résistances des voies  
aériennes





# Principes généraux

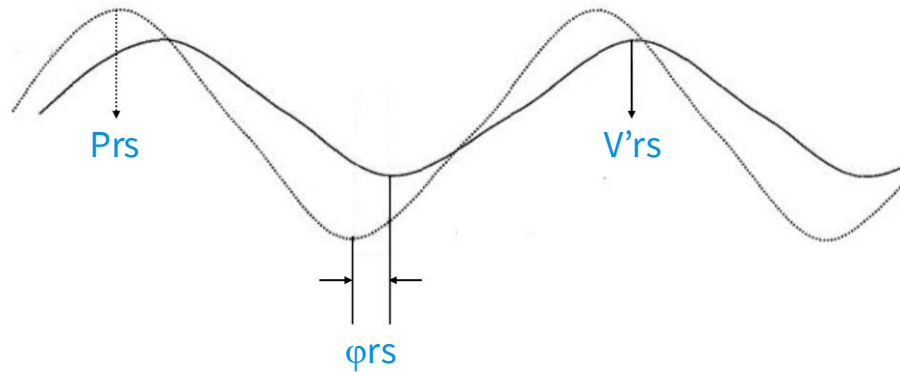
- ⊙ Méthode non invasive
- ⊙ En ventilation spontanée
- ⊙ Ne nécessite pas la coopération du patient
- ⊙ Surtout utilisé en pédiatrie
- ⊙ Application de variations de pressions par un haut parleur qui conduit à des variations de débits

# Principes physiques

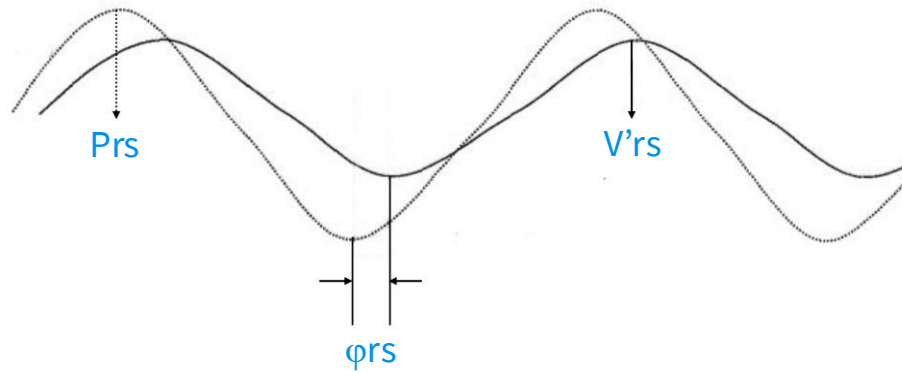
- ⊙ Application au système respiratoire de variations périodiques de pression
- ⊙ Utilisation d'un signal d'excitation sinusoïdal généré par un haut-parleur
- ⊙ A une fréquence supérieure à la fréquence ventilatoire (entre 4 et 48Hz)
- ⊙ Mesure du débit ainsi généré

# Principes physiques

- ⊙ Les signaux de pression ( $P_{rs}$ ) et de débit ( $V'_{rs}$ ) sont sinusoidaux, de même fréquence ( $f$ ),
- ⊙ mais déphasés dans le temps d'un angle  $\phi_{rs}$



# Principes physiques



- © Le rapport entre la pression et le volume définit l'impédance du système respiratoire  $Z_{rs}$

$$Z_{rs} = P_{rs}/V'_{rs}$$

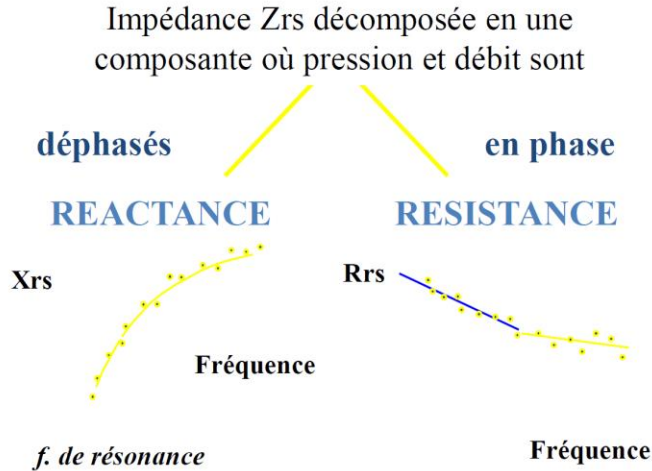
# Principes physiques

- ◎ L'impédance  $Z_{rs}$  peut être décomposée en 2 parties :
  - La résistance respiratoires  $R_{rs}$  (degrés d'ouverture des VA):
    - propriétés résistives de tous les éléments du système respiratoire (voies aériennes, parenchyme pulmonaire et paroi thoracique)
  - La réactance respiratoire  $X_{rs}$  (Capacité des VA à se dilater):
    - Reflète à basse fréquence les propriétés élastiques du poumon: l'élastance  $E_{rs}$
    - Reflète à haute fréquence les propriétés inertielles du poumon  $I_{rs}$

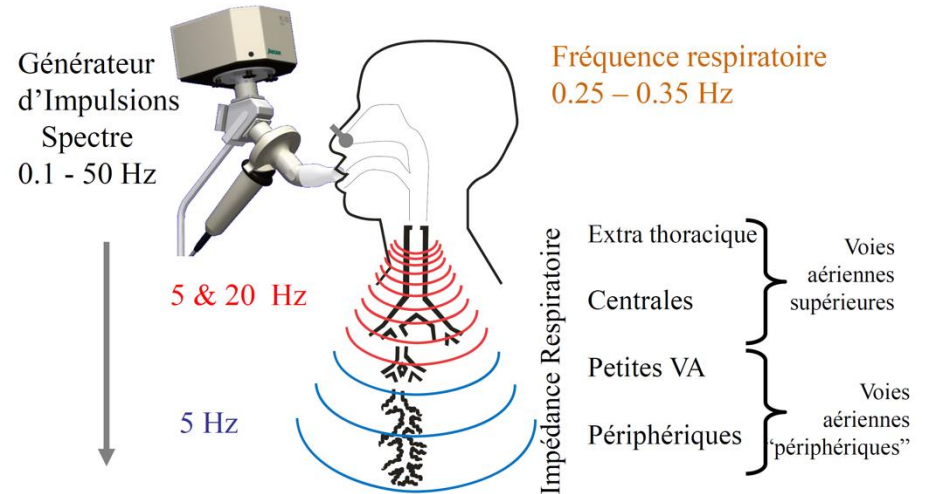
La transformée de Fourier permet de séparer suivant la fréquence

# Principes physiques

L'impédance  $Z_{rs}$  peut être décomposée en 2 parties :



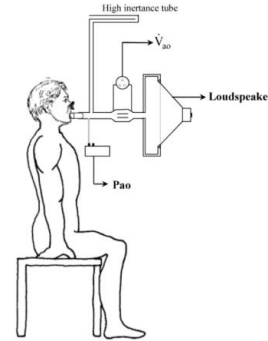
La transformée de Fourier permet de séparer suivant la fréquence



# Déroulement de la mesure

## ◎ Mesure rapide et facile

- 10 à 20 secondes
- Le sujet ventile spontanément
- 3 à 5 mesures sont répétées
- La moyenne des différentes mesures est retenue
- Résultats comparés à des normes établis à partir des mêmes protocoles



# Résultats



La résistance du système respiratoire ne reflète pas exclusivement les résistances des voies aériennes

- ⦿ Les résistances à basses fréquences explorent les bronches distales et les petites voies aériennes
- ⦿ Les résistances à haute fréquence explorent exclusivement les voies aériennes proximales



# Paramètres clés

Paramètre*	Abr.	Unités**	Indique
Résistance à 5 Hz ou à 7 Hz	R5, R7	cm H <sub>2</sub> O.s/L	Résistance globale du système respiratoire
Résistance à 20 Hz	R20	cm H <sub>2</sub> O.s/L	Résistance respiratoire centrale
Résistance dépendante de la fréquence, 5 - 20 Hz ou 7 - 20 Hz	R5-20, R7-20	cm H <sub>2</sub> O.s/L	Hétérogénéité de l'obstruction des voies respiratoires
Réactance à 5 Hz ou à 7 Hz	X5, X7	cm H <sub>2</sub> O.s/L	Compliance, obstruction des petites voies respiratoires
Zone de réactance	AX5, AX7	cm H <sub>2</sub> O/L	Obstruction des petites voies respiratoires
Fréquence de résonance	fres	Hz	Obstruction des petites voies respiratoires

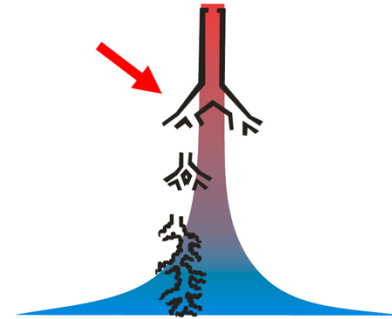
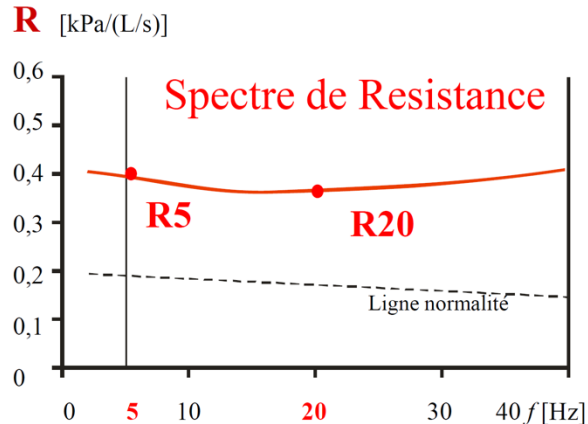
# Résultats

## Obstruction Centrale

Pas de dépendance à la fréquence entre **R5-R20**

⇒ **R5** anormal si > 150% norme

⇒ **X5** normal

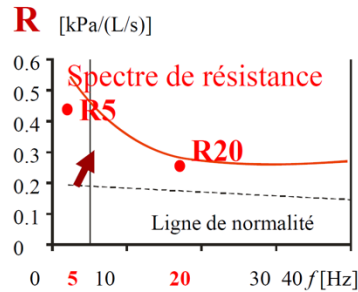


### Classification R5

- < 150% norme pas d'obstruction
- > 150% norme légère
- > 200% norme modérée
- > 250% norme sévère
- > 300% norme très sévère

# Résultats

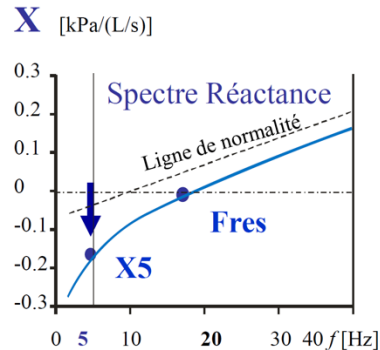
## Obstruction "périphérique"



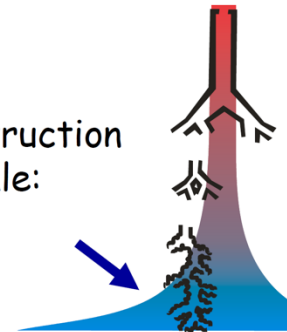
Importante dépendance de la fréquence entre **R5-R20**

⇒ **R5** anormal > 150% norme

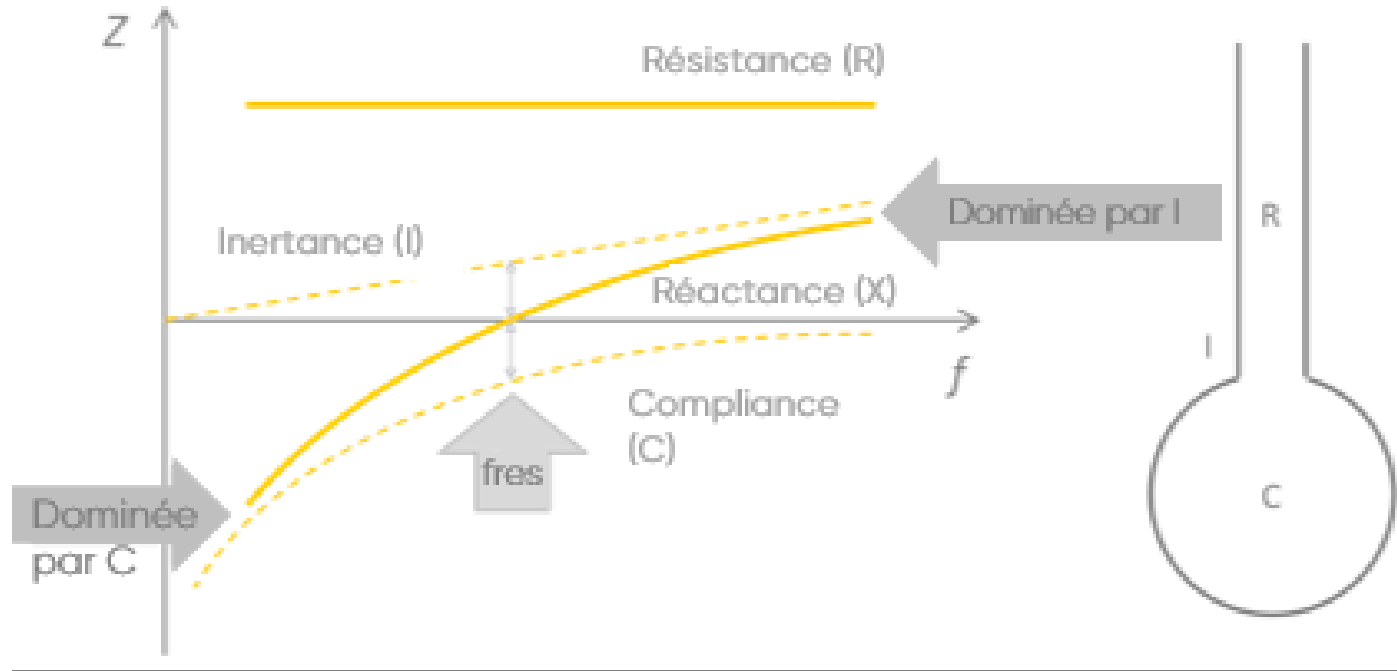
⇒ norme **-X5** anormal. > 0.15 kPa.s.L<sup>-1</sup>



Index d'obstruction  
moins centrale:  
R5-R20Hz

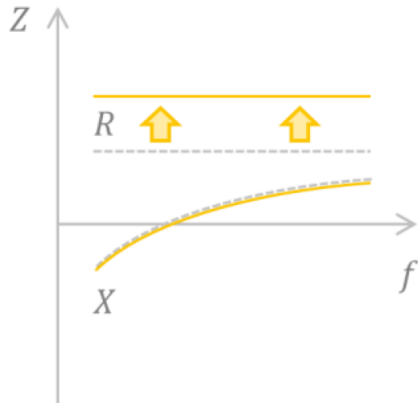
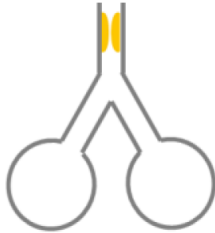


# Représentations graphiques

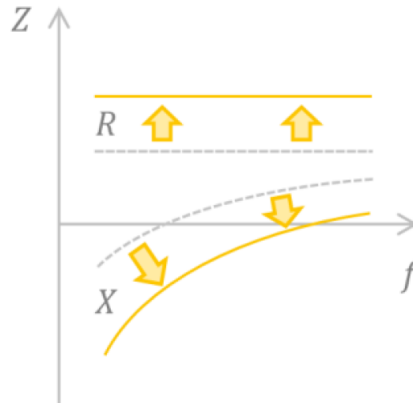
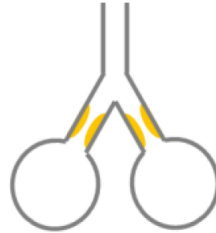


# Représentations graphiques

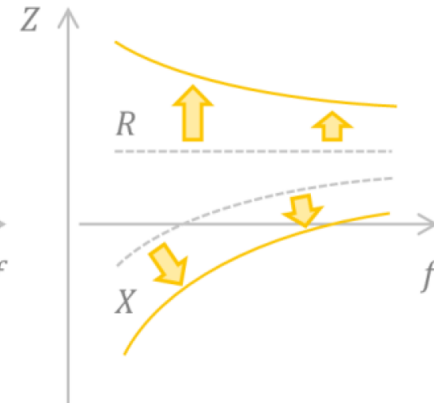
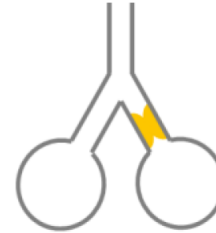
Homogène  
Centrale



Homogène  
Périphérique



Heterogène  
Périphérique



# Résultats

- ◎ Intérêt de la mesure des résistances à basse fréquence:
  - Bonne sensibilité vis-à-vis de l'obstruction distale
  - Chez le patient asthmatique :
    - Bonne sensibilité dans le test de provocation à la méthacholine
    - Bonne sensibilité pour évaluer la réversibilité
    - D'autant plus élevé que l'asthme est sévère
  - Intérêt dans le diagnostic des pathologies professionnelles
  - Chez le fumeur sans TVO dépisté à la spirométrie

# Résultats

- ◎ Intérêt de la mesure des résistances à basse fréquence:
  - Intérêt dans le diagnostic des pathologies professionnelles
  - Chez le fumeur sans TVO dépisté à la spirométrie
  - Dans la bronchiolite oblitérante des greffés pulmonaires



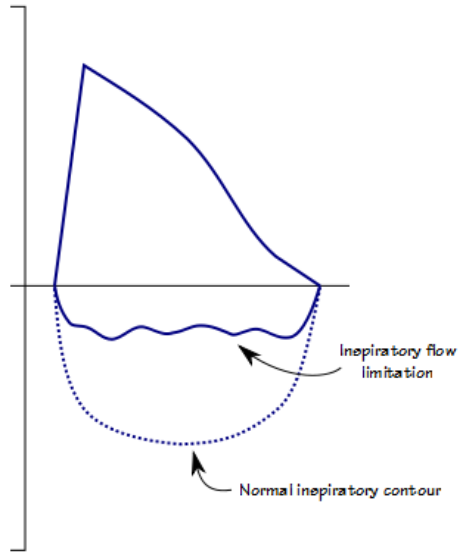
6.

# Diagnostics différentiels et associés

Rôle des Explorations  
Fonctionnelles



# Dyskinésie des cordes vocales

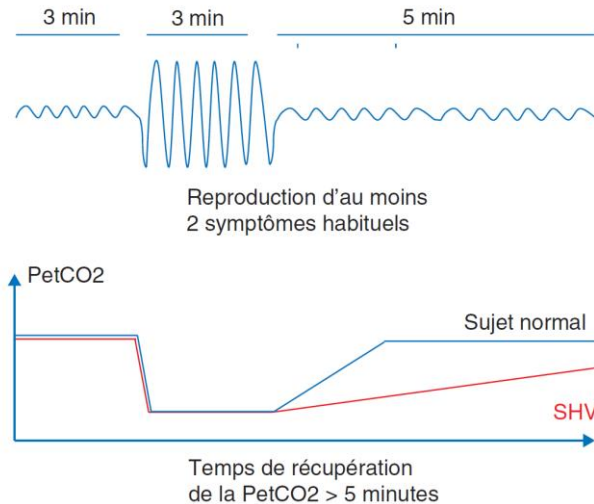


- ⊙ En cas de dysfonction des cordes vocales, l'adduction inspiratoire des cordes vocales entraîne un aplatissement de la courbe débit-volume inspiratoire.

# Syndrome d'hyperventilation idiopathique

⊙ Diagnostic difficile, souvent associé à l'asthme

## Test de provocation



Hardonk et Beumer, 1979

Tableau 1. Questionnaire de Nijmegen.

	Jamais Score 0	Rarement Score 1	Parfois Score 2	Souvent Score 3	Très souvent Score 4
Tension nerveuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Incapacité à respirer profondément	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respiration accélérée ou ralentie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respiration courte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palpitations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Froideur des extrémités	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anxiété	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poitrine serrée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleur thoracique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flou visuel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fourmillements dans les doigts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ankylose des bras et des doigts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation de confusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ballonnement abdominal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fourmillements péri-buccaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SOUS-TOTAL	--	--	--	--	--
SCORE TOTAL : __/64					

# Bronchoconstriction induite à l'effort

- ◎ Abandon du terme « asthme induit par l'effort »
  - ce dernier n'étant pas la cause mais un trigger de l'asthme
- ◎ Genèse d'une inflammation par l'hyperpnée et ce d'autant plus que l'air inhalé est froid et sec
- ◎ Mise en évidence par un test d'hyperventilation isocapnique EUCAPSYS
  - Test de référence pour le CIO

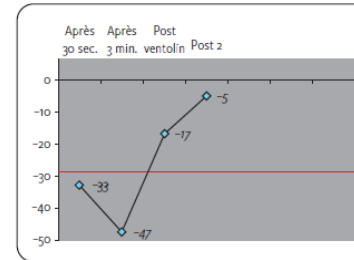
# Bronchoconstriction induite à l'effort



**Nom :** Né(e) : .06.1971 **Prénom :** Taille (cm) : 180 **Sexe :** m **Poids (kg) :** 83 **Age :** 45  
**Examen demandé par :** Dr FRG

**VEMS (L)** **Prédit (L)** **% prédit**  
4,32 4,19 103  
Ventilation (VE) = (30 × VEMS) : 129,6 L  
Débit de CO<sub>2</sub> = (VE × 5 %) 6,5 L  
Débit d'air = (VE × 95 %) 123,1 L

	VEMS (L)	DELTA (%)
Après 30 sec.	2,89	-33
Après 3 min.	2,27	-47
Post ventolin	3,59	-17
Post 2	4,11	-5



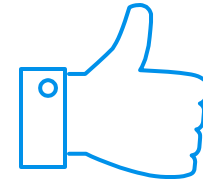
Le test est positif lors d'une chute de 10 % du VEMS par rapport à sa valeur basale

# Déconditionnement à l'effort



- ◎ Savoir y penser devant :
  - Persistance d'une dyspnée malgré un asthme semblant bien contrôlé
  - Asthme ancien
  - Patient sédentaire ou obèse
- ◎ Réalisation d'une épreuve d'effort avec mesure de échanges gazeux :
  - Évaluation du niveau d'aptitude
  - Recherche d'un TVO ou d'une distension à l'effort
  - Recherche d'une hyperventilation à l'effort

# Conclusion



◎ Une pathologie complexe ne se résumant pas à un TVO

◎ Place des EFR comme aide au diagnostic et à l'évaluation de l'ensemble des dimensions de la maladie

◎ Rôle centrale dans les diagnostics différentiels



# Merci

## Avez-vous des questions ?

[emeric.stauffer@chu-lyon.fr](mailto:emeric.stauffer@chu-lyon.fr)