

# EFR : quel test à quel âge ?

*Christophe Delclaux*  
*Physiologie Pédiatrique*



UMR1141



Institut national  
de la santé et de la recherche médicale



Quel test ?  
Quel âge ?

*Spécificité pédiatrique*

Spirométrie

Rint

sRaw et Raw

Rsr par oscillations forcées ou impulsométrie

Diagnostic de l'obstruction: problème de norme

Quels tests pour la mesure des volumes statiques ?

# Les recommandations

## 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,  
avec l'aimable autorisation de l'European Respiratory Society)

Revue des **Maladies**  
**Respiratoires**  
Organe Officiel de la Société de Pneumologie de Langue Française

Rev Mal Respir 2006 ; 23 : 17S3  
© 2006 SPLF. Édité par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

cahier 5

Vol 23 2006 n° 5

## An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children

Nicole Beydon, Stephanie D. Davis, Enrico Lombardi, Julian L. Allen, Hubertus G. M. Arets, Paul Aurora, Hans Bisgaard, G. Michael Davis, Francine M. Ducharme, Howard Eigen, Monika Gappa, Claude Gaultier, Per M. Gustafsson, Graham L. Hall, Zoltán Hantos, Michael J. R. Healy, Marcus H. Jones, Bent Klug, Karin C. Lødrup Carlsen, Sheila A. McKenzie, François Marchal, Oscar H. Mayer, Peter J. F. M. Merkus, Mohy G. Morris, Ellie Oostveen, J. Jane Pillow, Paul C. Seddon, Michael Silverman, Peter D. Sly, Janet Stocks, Robert S. Tepper, Daphna Vilozni, and Nicola M. Wilson, on behalf of the American Thoracic Society/European Respiratory Society Working Group on Infant and Young Children Pulmonary Function Testing

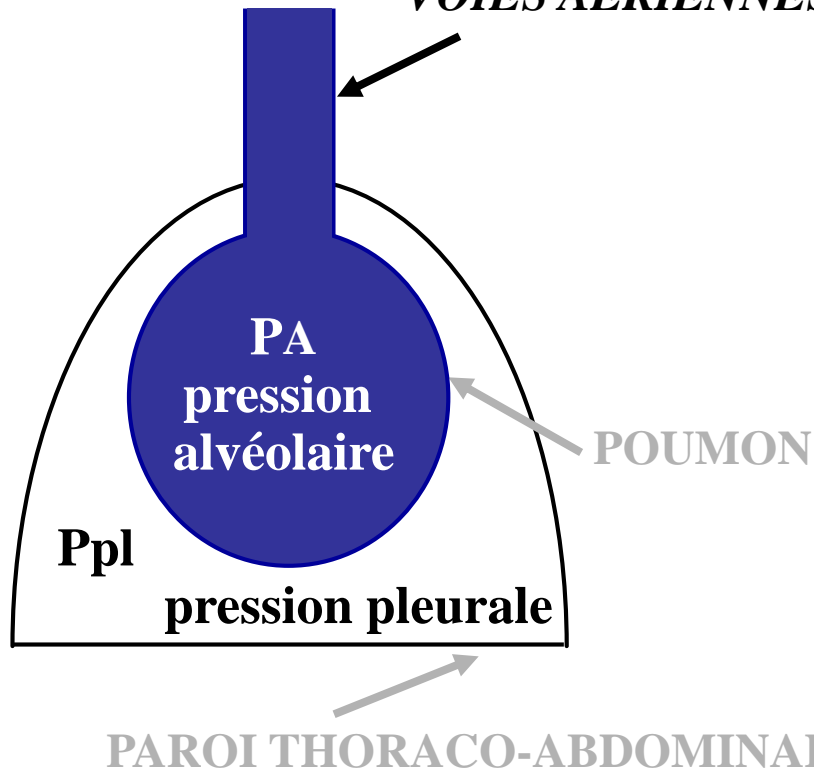
THIS OFFICIAL STATEMENT OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS) AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS) WAS APPROVED BY THE ATS BOARD OF DIRECTORS, SEPTEMBER 2006, AND THE ERS EXECUTIVE COMMITTEE, DECEMBER 2006

# Principale problématique pédiatrique : Diagnostic de l'obstruction bronchique

voies aériennes : système résistif

*Fonction: convection*

VOIES AERIENNES



$$\Delta P / \dot{V} = R$$

- Mesure de résistance
- Mesure de débit (exp. forcée)

$$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{\Pi \cdot r^4}$$



Calibre: obstruction

# Comparaison à des normes: diagnostic de l'obstruction

**LIN (LLN):** limite inférieure de la normale

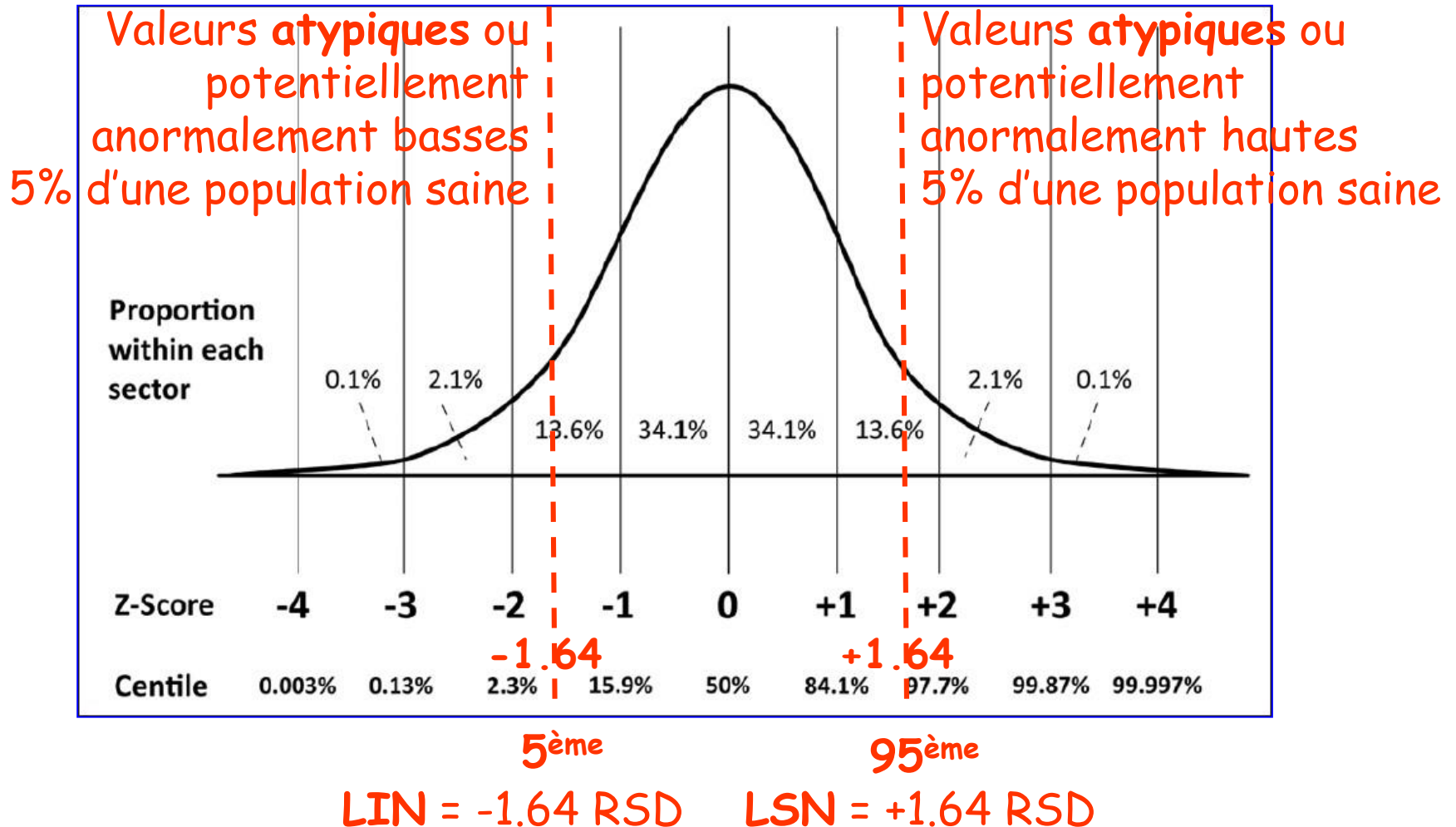
**LSN (ULN):** limite supérieure de la normale

**Z-score:** quantification écart versus normalité

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$\mu$  = Mean

$\sigma$  = Standard Deviation



# Spirométrie chez l'enfant

Effort expiratoire:

expiration forcée, maximale, reproductible

à partir de 3 ans

en pratique, plutôt à partir de 6 ans

temps expiratoire < 3 s (<6 ans)

Au moins de 2 courbes reproductibles:

VEMS, CVF: différence de moins de 10% ou 100 mL

Compte-rendu: préciser la reproductibilité (ou non)

# Normes spirométriques: GLI 2012

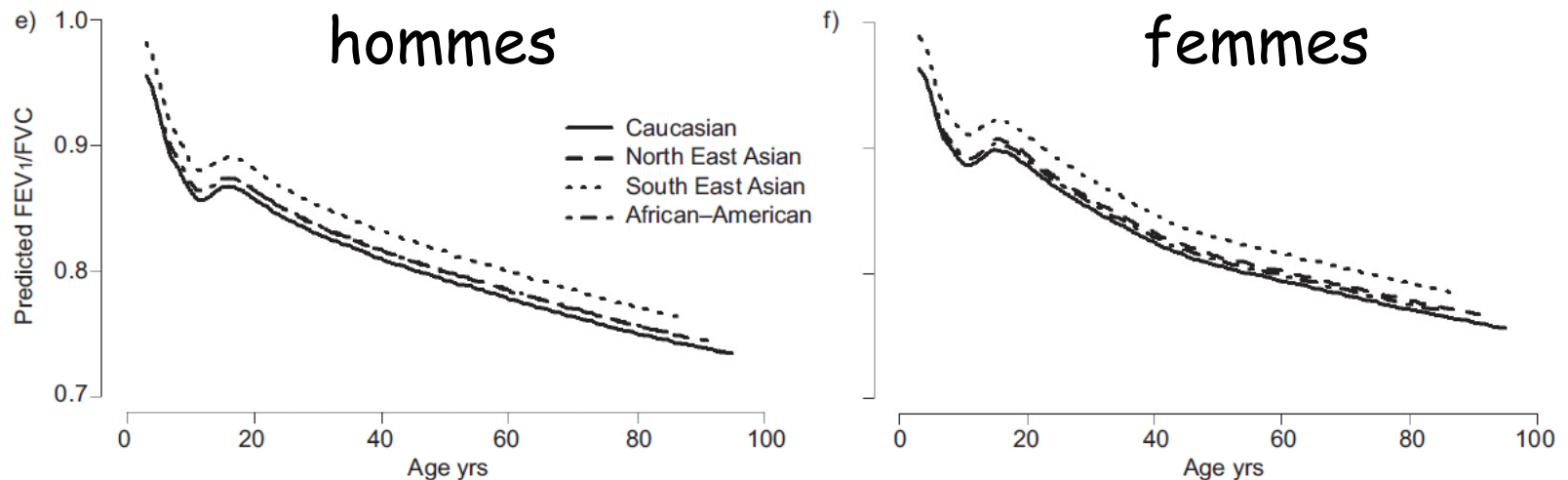
Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the global lung function 2012 equations *Eur Respir J* 2012; 40: 1324–1343

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

reference equations were derived for healthy individuals aged 3–95 yrs for Caucasians (n=57,395), African-Americans (n=3,545), and North (n=4,992) and South East Asians (n=8,255).

Méthode statistique: LMS

## Rapport VEMS/CVF

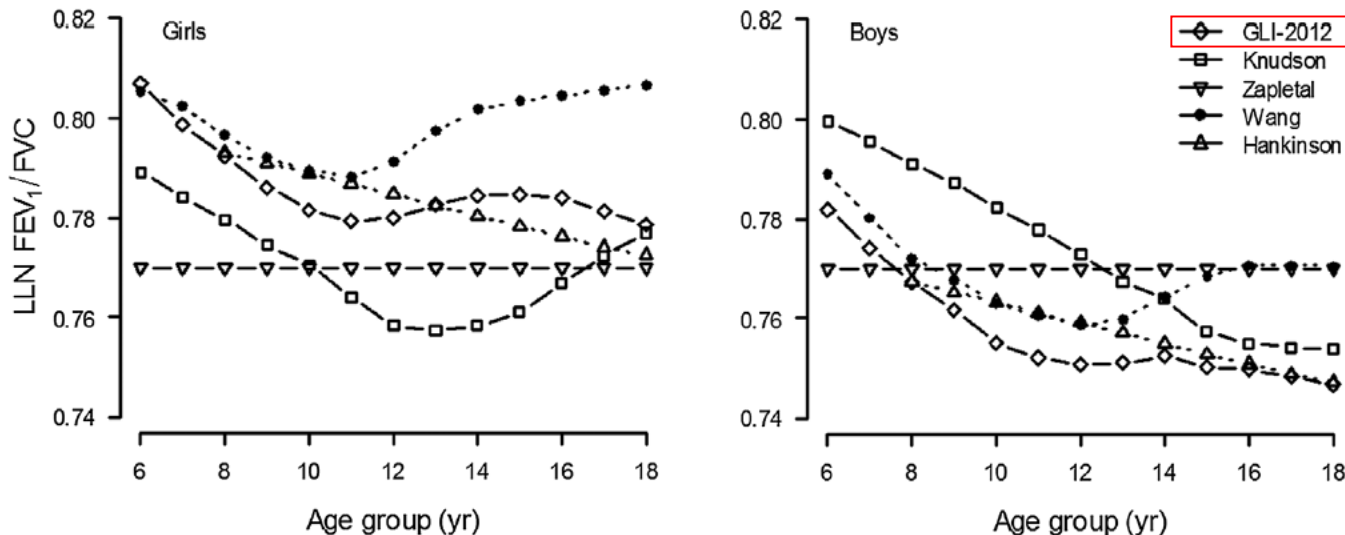


# Interpretative Consequences of Adopting the Global Lungs 2012 Reference Equations for Spirometry for Children and Adolescents

Pediatric Pulmonology 49:118–125 (2014)

Philip H. Quanjer, MD, PhD,<sup>1\*</sup> and Daniel J. Weiner, MD<sup>2</sup>

Adolescence: seule période de la vie avec ↗ rapport VEMS/CVF



← Zapletal  
(version 1977)

Fig. 1. The average lower limit of normal (LLN) for FEV<sub>1</sub>/FVC by age group according to various prediction equations for white-American (top panels) and African-American (bottom panels) girls and boys. Age is centered, for example, 12 represents 11.5–12.49 year.

Zapletal pour garçons et filles (droite, version 1982):  
Équation FEV<sub>1</sub>/FVC = 90.6043 - 0.04104 × taille (RSD: 4.54)

Pédiatrie: principale problématique, détecter l'obstruction bronchique



# Trouble ventilatoire obstructif: définition ?

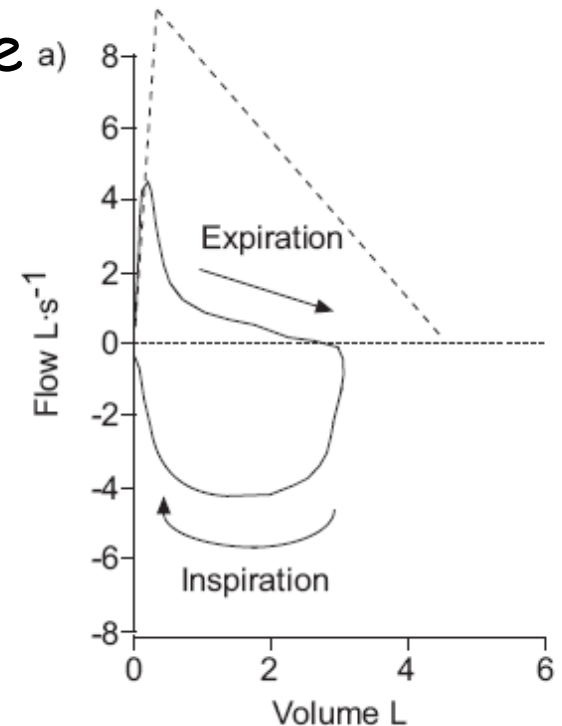
TABLE 5 Types of ventilatory defects and their diagnoses	
Abnormality	Diagnosis
Obstruction	FEV <sub>1</sub> /VC < 5th percentile of predicted

$VE_{MS}/CV < 5^{\text{ème}}$  percentile de la valeur prédite  
Z score  $VE_{MS}/CV < -1.645$

Courbe débit / volume a)

## **Obstructive abnormalities**

An obstructive ventilatory defect is a disproportionate reduction of maximal airflow from the lung in relation to the maximal volume (i.e. VC) that can be displaced from the lung [45–47]. It implies airway narrowing during exhalation and is defined by a reduced FEV<sub>1</sub>/VC ratio below the 5th percentile of the predicted value. A typical example is shown in figure 1a.



# Forced expiratory flows' contribution to lung function interpretation in schoolchildren

Eur Respir J 2015; 45: 107–115

Bernard Boutin<sup>1</sup>, Marc Koskas<sup>2</sup>, Houda Guillo<sup>2</sup>, Lucia Maingot<sup>2</sup>, Marie-Claude La Rocca<sup>2</sup>, Michèle Boulé<sup>2</sup>, Jocelyne Just<sup>1,3</sup>, Isabelle Momas<sup>4,5</sup>, Alberti Corinne<sup>6</sup> and Nicole Beydon<sup>2,7</sup>

Norme: GLI

50 asthmatiques

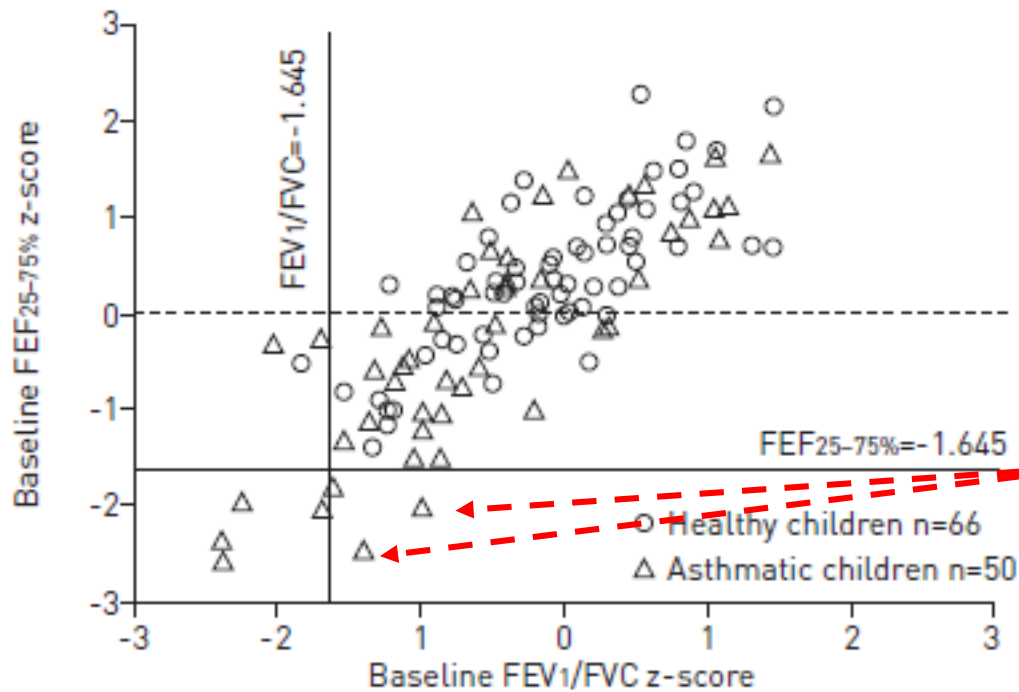
66 normaux

âge moyen 8 ans

*Intérêt des débits instantanés ?  
ou du moins du DEM<sub>25-75%</sub>*

TABLE 2 Baseline spirometry readings in the healthy and asthmatic children

	Healthy children <sup>#</sup>				Asthmatic children <sup>†</sup>		
	Absolute values	z-scores	Intra-measure CV %	Inter-subject CV %	Absolute value	z-scores	Intra-measure CV %
FVC L	1.84 (1.69–2.04)	0.37 [–0.04–0.82]	2.4 (1.5–3.6)	13	1.92 (1.65–2.15)	0.08 [–0.37–0.76]	2.0 (1.3–2.7)
FEV <sub>1</sub> L	1.62 (1.49–1.77)	0.36 [–0.08–0.96]	1.9 (1.4–3.2)	11.8	1.57 (1.43–1.80)	–0.09 [–1.01–0.66]***	2.1 (1.4–2.9)
FEV <sub>1</sub> /FVC	0.88 (0.85–0.91)	–0.09 [–0.56–0.39]			0.85 (0.79–0.90)	–0.68 [–1.27–0.24]**	
PEF L·s <sup>–1</sup>	3.69 (3.32–3.95)	NA	4.2 (2.8–6.3)	12.7	3.70 (3.14–4.26)	NA	4.0 (2.6–5.2)
FEF <sub>25–75%</sub> L·s <sup>–1</sup>	2.08 (1.87–2.37)	0.33 [–0.06–0.80]	4.1 (2.8–6.7)	18.9	1.83 (1.51–2.28)	–0.21 [–1.04–0.65]***	4.3 (2.7–7.3)



2 asthmatiques (1.7%)  
 Diminution isolée de  
 DEM<sub>25-75%</sub>

## Conclusion:

L'analyse des débits instantanés apporte très peu par rapport à l'analyse de VEMS/CVF que ce soit chez l'enfant ou l'adulte

(le seul débit « instantané » disponible dans GLI: DEM<sub>25-75%</sub>)

# Les mesures spécifiques de l'enfant préscolaire de 3 à 6 ans

## **An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children**

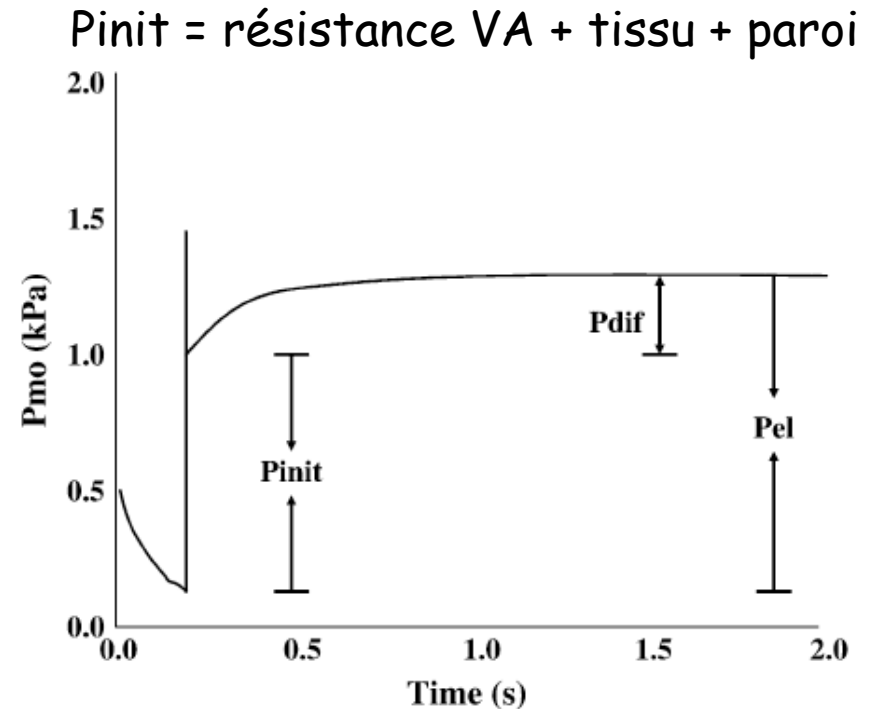
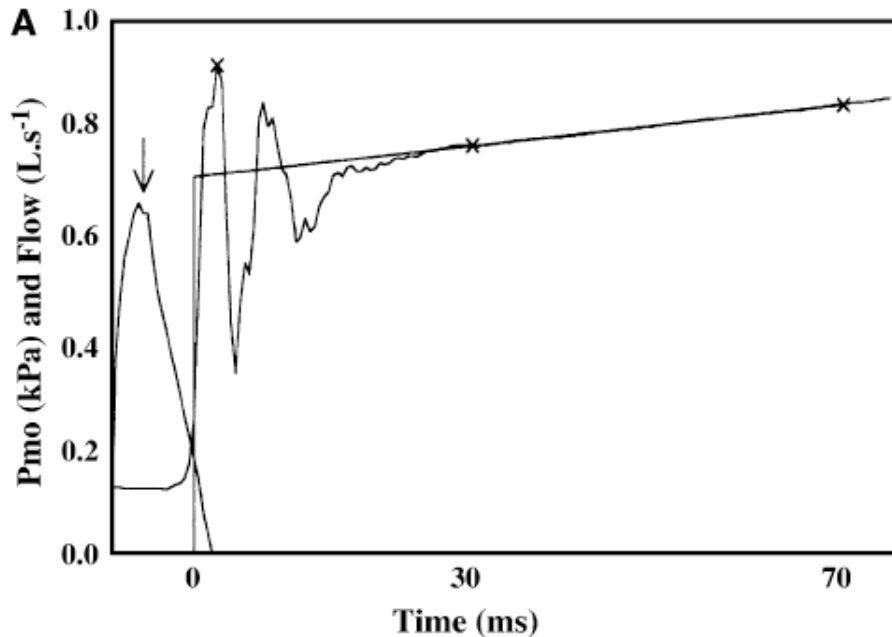
Nicole Beydon, Stephanie D. Davis, Enrico Lombardi, Julian L. Allen, Hubertus G. M. Arets, Paul Aurora, Hans Bisgaard, G. Michael Davis, Francine M. Ducharme, Howard Eigen, Monika Gappa, Claude Gaultier, Per M. Gustafsson, Graham L. Hall, Zoltán Hantos, Michael J. R. Healy, Marcus H. Jones, Bent Klug, Karin C. Lødrup Carlsen, Sheila A. McKenzie, François Marchal, Oscar H. Mayer, Peter J. F. M. Merkus, Mohy G. Morris, Ellie Oostveen, J. Jane Pillow, Paul C. Seddon, Michael Silverman, Peter D. Sly, Janet Stocks, Robert S. Tepper, Daphna Vilozni, and Nicola M. Wilson, on behalf of the American Thoracic Society/European Respiratory Society Working Group on Infant and Young Children Pulmonary Function Testing

THIS OFFICIAL STATEMENT OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS) AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS) WAS APPROVED BY THE ATS BOARD OF DIRECTORS, SEPTEMBER 2006, AND THE ERS EXECUTIVE COMMITTEE, DECEMBER 2006

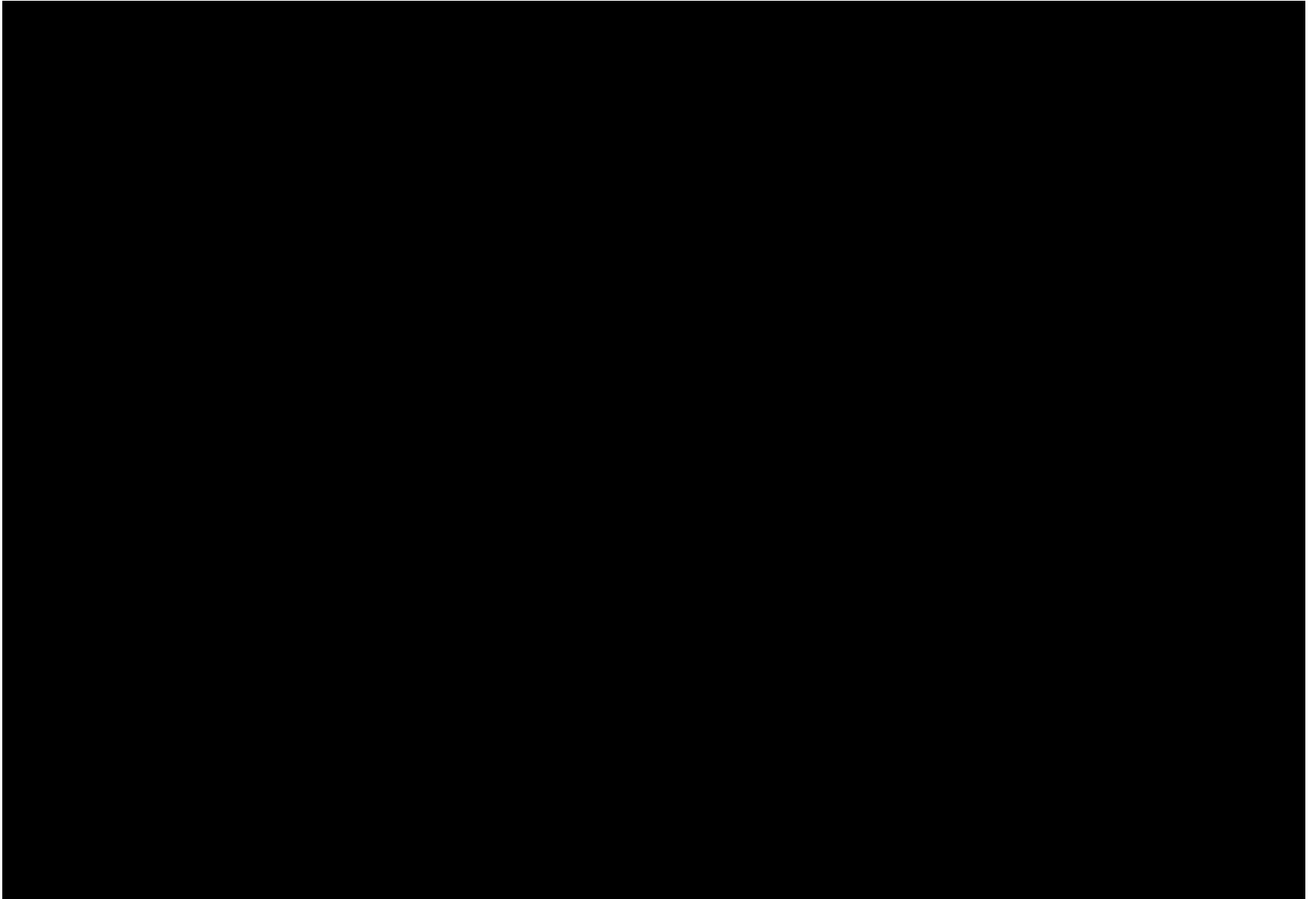
# Résistance par interruption (de débit): $R_{int}$

## Principe (description en 1927):

- respiration calme (dès 3 ans)
- mesure du débit ventilatoire
- courtes (100 ms) interruptions (expiratoires / inspiratoires)
- mesure de pression d'occlusion (bouche)  $\sim$  pression alvéolaire
- calcul de la « résistance »



Résistance par interruption (de débit):  $R_{int}$



# Baseline and Post-Bronchodilator Interrupter Resistance and Spirometry in Asthmatic Children

Pediatric Pulmonology 47:987–993 (2012)

Nicole Beydon, MD,<sup>1,2\*</sup> Bruno Mahut, MD,<sup>2,3</sup> L. Maingot, MD,<sup>1</sup> H. Guillo, MD,<sup>1</sup> M.C. La Rocca, MD,<sup>1</sup>  
N. Medjahdi, MD,<sup>1</sup> M. Koskas, MD,<sup>1</sup> M. Boulé, MD, PhD,<sup>1,4</sup> and Christophe Delclaux, MD, PhD<sup>2,3,5,6</sup>

695 enfants asthmatiques  
mesure de R<sub>int</sub> et spirométrie

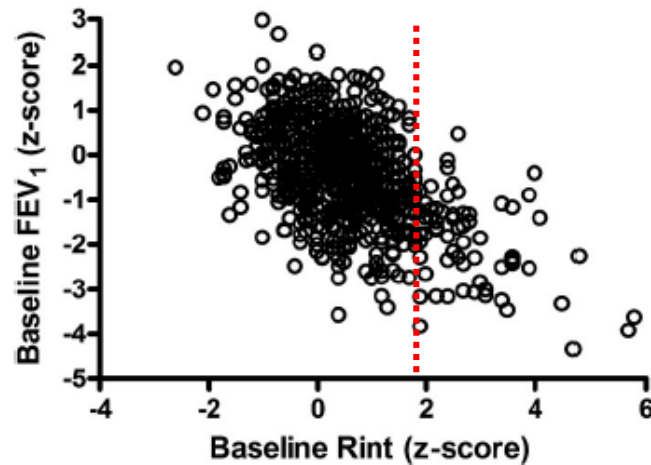


Fig. 3. Relationship between baseline R<sub>int</sub> and FEV<sub>1</sub> expressed as z-score, in 695 asthmatic children.

bonne spécificité  
mauvaise sensibilité  
de la R<sub>int</sub> pour  
détecter une  
diminution de VEMS

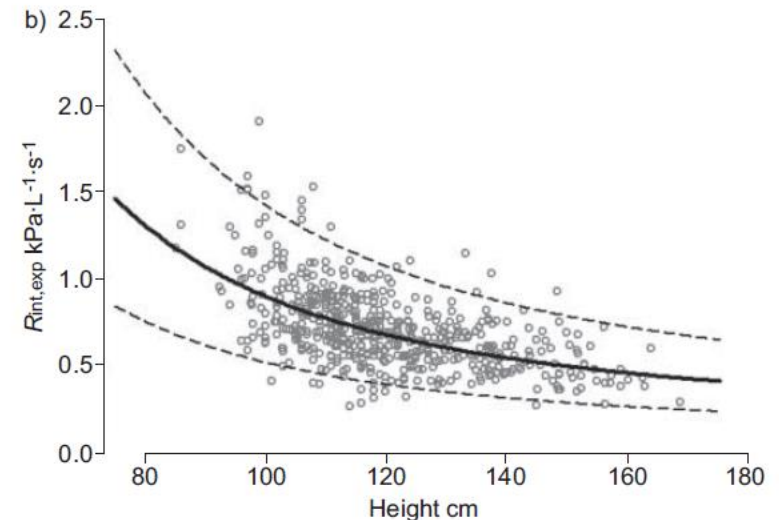
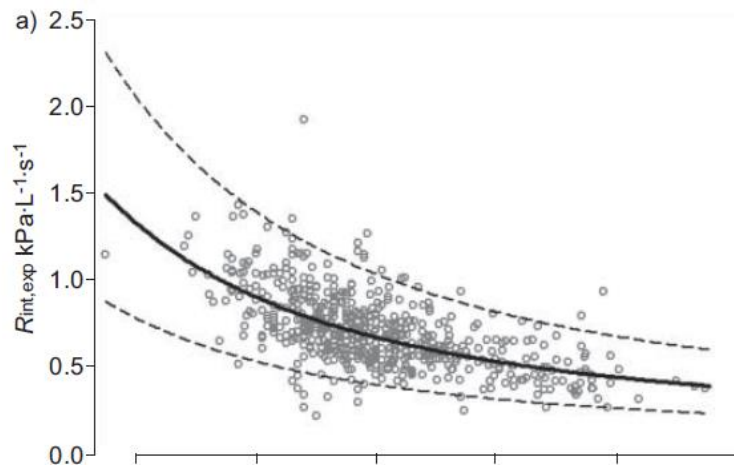
# Reference ranges for interrupter resistance technique: the Asthma UK Initiative

P.J.F.M. Merkus<sup>\*,#</sup>, J. Stocks<sup>¶</sup>, N. Beydon<sup>+</sup>, E. Lombardi<sup>§</sup>, M. Jones<sup>f</sup>,  
S.A. McKenzie<sup>\*\*</sup>, J. Kivastik<sup>##</sup>, B.G.M. Arets<sup>¶¶</sup> and S. Stanojevic<sup>¶,++</sup>  
Eur Respir J 2010; 36: 157–163

Data from 1,090 children (51% males) aged 3–13 yrs

$R_{int,exp}$  versus  $R_{int,insp}$

In a subset of 535 subjects with both measurements, a comparison of  $R_{int,insp}$  with  $R_{int,exp}$  found no difference



**FIGURE 2.** Sex-specific reference equations for expiratory interrupter resistance ( $R_{int,exp}$ ; —) and 95% prediction limits (- -) for a) males and b) females.



# Résistance pléthysmographique

Mesure la plus utilisée en ville  
Description ancienne (1956)

## **Avantages:**

- méthode rapide
- utilisable en ventilation courante (nouveaux appareils)
- mesure de la seule  $sRaw$  chez le petit (3-6 ans)
- mesure de la CRF et  $Raw$  chez les plus grands (> 6 ans)

A NEW METHOD FOR MEASURING AIRWAY RESISTANCE IN  
MAN USING A BODY PLETHYSMOGRAPH: VALUES IN  
NORMAL SUBJECTS AND IN PATIENTS WITH  
RESPIRATORY DISEASE<sup>1</sup>

BY ARTHUR B. DuBOIS, STELLA Y. BOTELHO, AND JULIUS H. COMROE, JR.

J Clin Invest, 1956

$\Delta$  pression dans la boîte =  
-  $\Delta$  pression dans les poumons

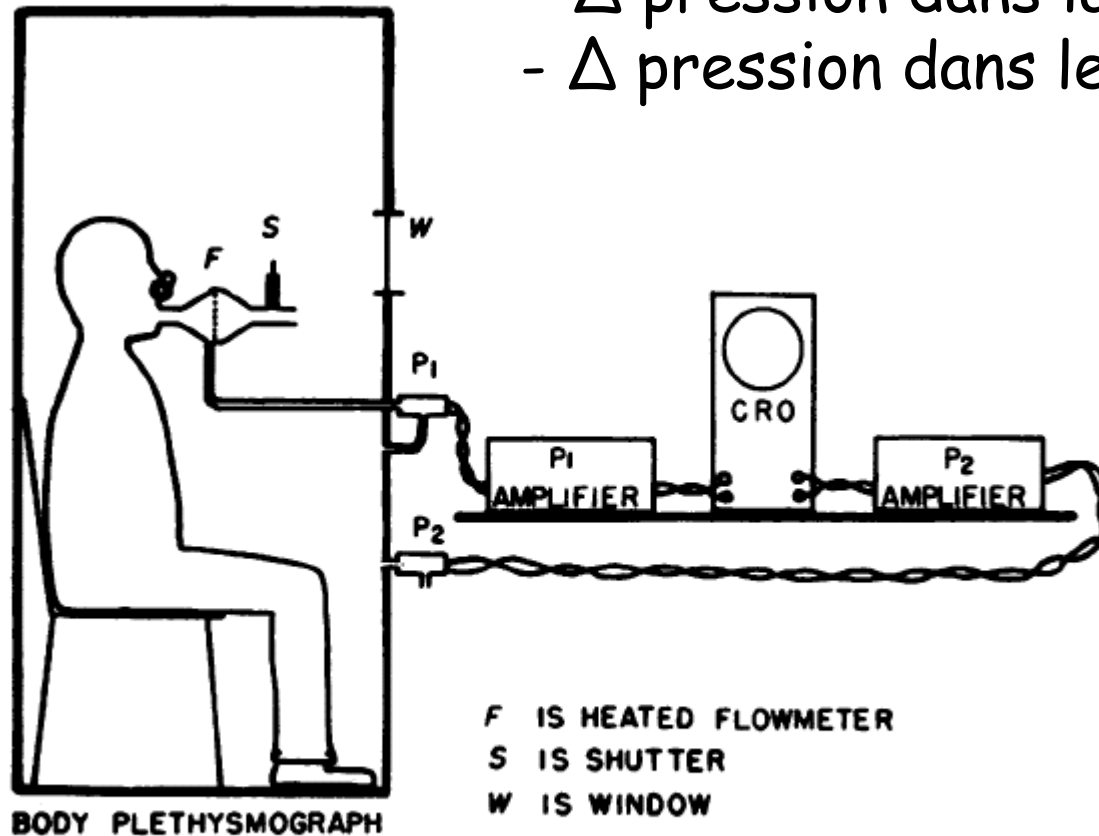


FIG. 1. APPARATUS FOR MEASUREMENT OF AIRWAY  
RESISTANCE

# 1ère étape: Valve ouverte

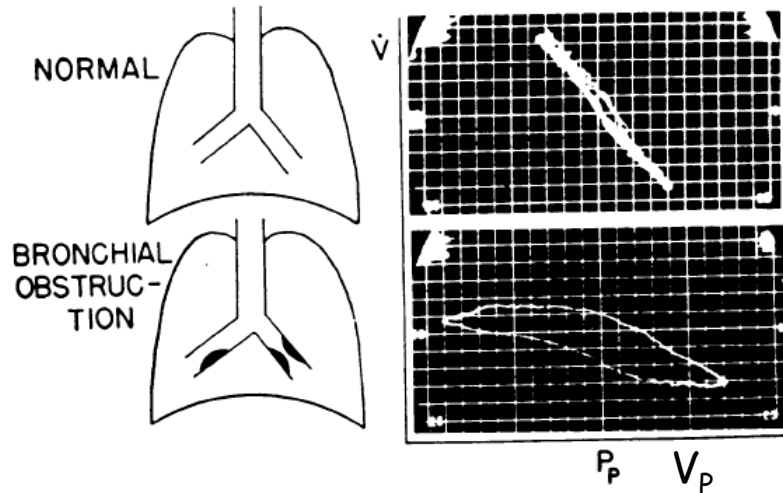


FIG. 2. PHOTOGRAPH OF CATHODE RAY SCREEN (SHUTTER OPEN)

# 2ème étape: Valve fermée

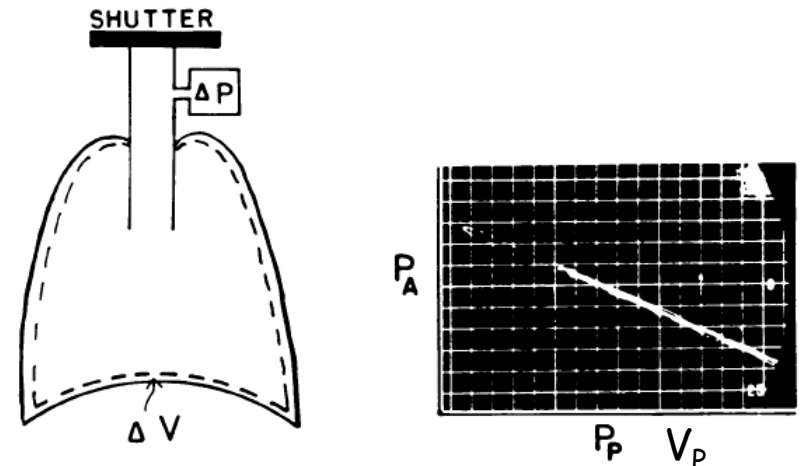


FIG. 3. PHOTOGRAPH OF CATHODE RAY SCREEN (SHUTTER CLOSED)

Relation débit / pression<sub>pleth</sub>

Pente:  $\Delta \dot{V} / \Delta P$

$$sRaw = (\Delta V_p / \Delta \dot{V}) \times (P_{atm} - P_{H_2O})$$

Relation Pression<sub>pleth</sub> - Pression<sub>mouth-alv</sub>

The slope of the record ( $\lambda V_{TG}$ ) is the change in mouth pressure per unit change of box volume, or  $(\frac{\Delta P}{\Delta V})$ .

Then:

$$V_{TG} = \frac{970}{\lambda V_{TG}} \quad (6)$$

Calcul de résistance

$$Raw = \frac{\Delta P_A / \Delta P_P}{\Delta \dot{V} / \Delta P_P}$$

**sRaw: résistance spécifique** (unité kPa.s: viscosité dynamique)

Mesure de petites modifications de pression (ou volume) dans l'enceinte en phase avec la respiration. Ces modifications sont liées à des phénomènes de compression/décompression du gaz intrathoracique (s'accompagnant de modifications de pression/volume dans l'enceinte du pléthysmographe car P.V est constant), liés à obstacle à l'écoulement gazeux constitué par la résistance des voies aériennes.

**VGT:**

Le second temps de la mesure de Raw consiste à mesurer le volume gazeux intrathoracique (VGT) permettant de calculer la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) lors du temps d'occlusion des voies aériennes. Ce second temps permet de rapporter le phénomène de compression/décompression observé au volume pulmonaire auquel il a été mesuré.

On mesure donc sRaw puis le VGT et on calcule la Raw ( $sRaw / VGT$ )

# Résistance spécifique : sRaw

Notion apparue plus tard dans la littérature

## Première étape seulement

- dès 3 ans
- panting ou ventilation courante
- normes récentes

1ère étape:  
Valve ouverte

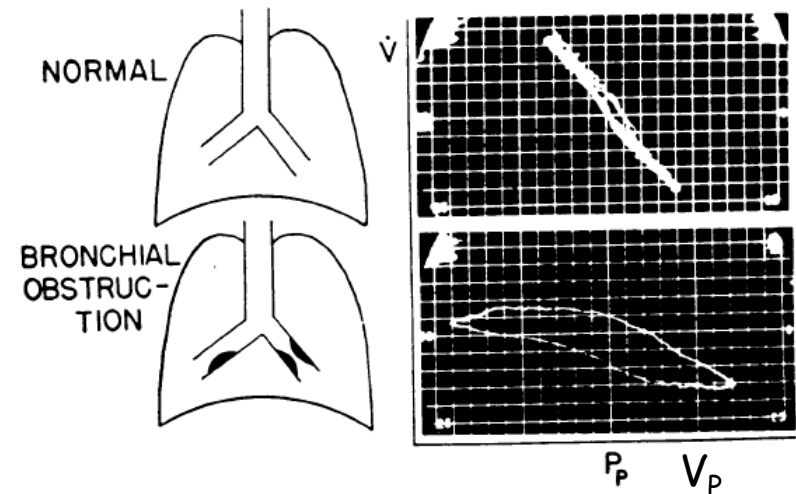


FIG. 2. PHOTOGRAPH OF CATHODE RAY SCREEN (SHUTTER OPEN)

Relation débit / pression<sub>pleth</sub>

Pente:  $\Delta \dot{V} / \Delta P$

Mais sRaw = Raw x VGT

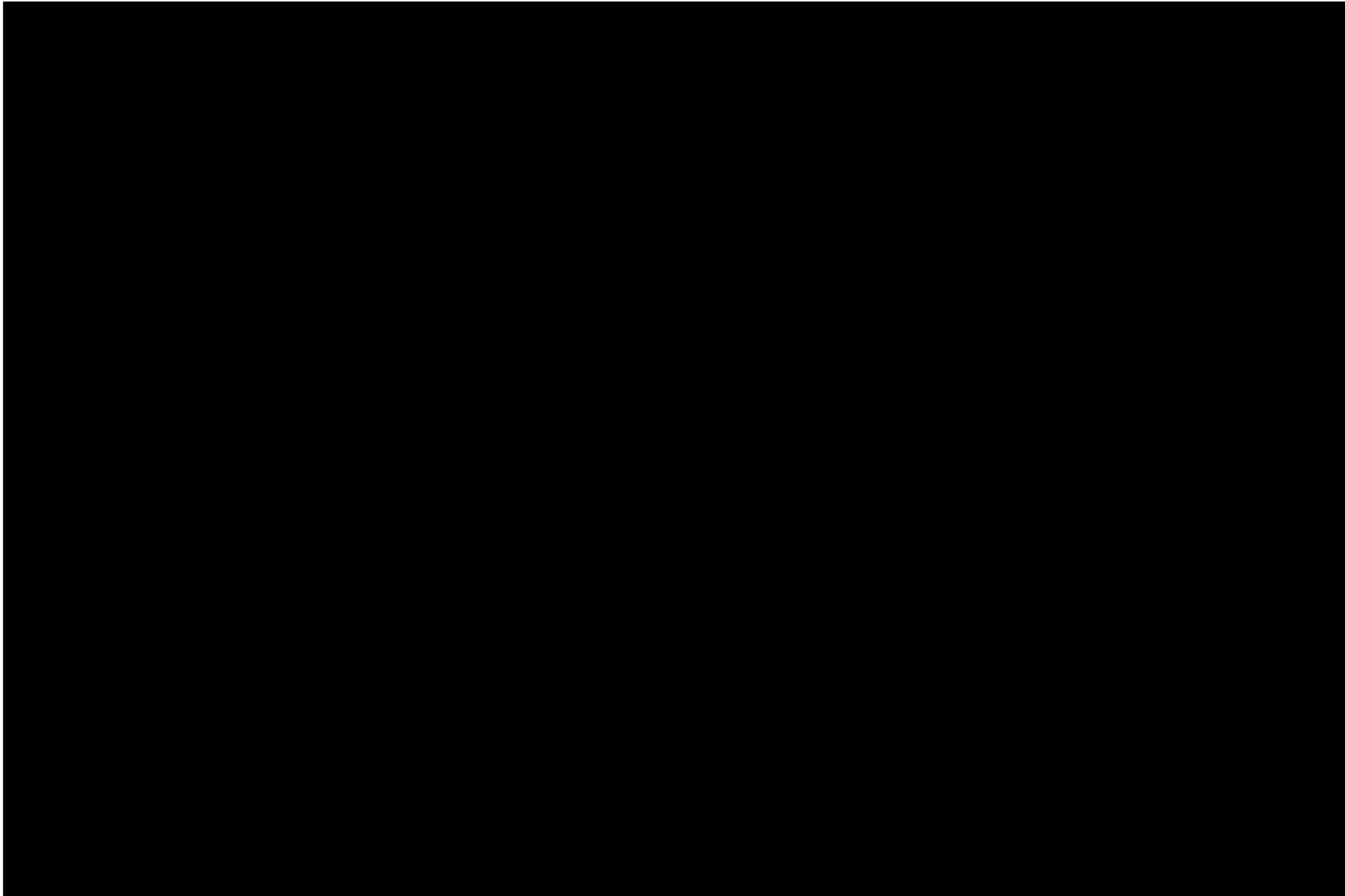
Unité: kPa.s

Ce n'est pas une résistance

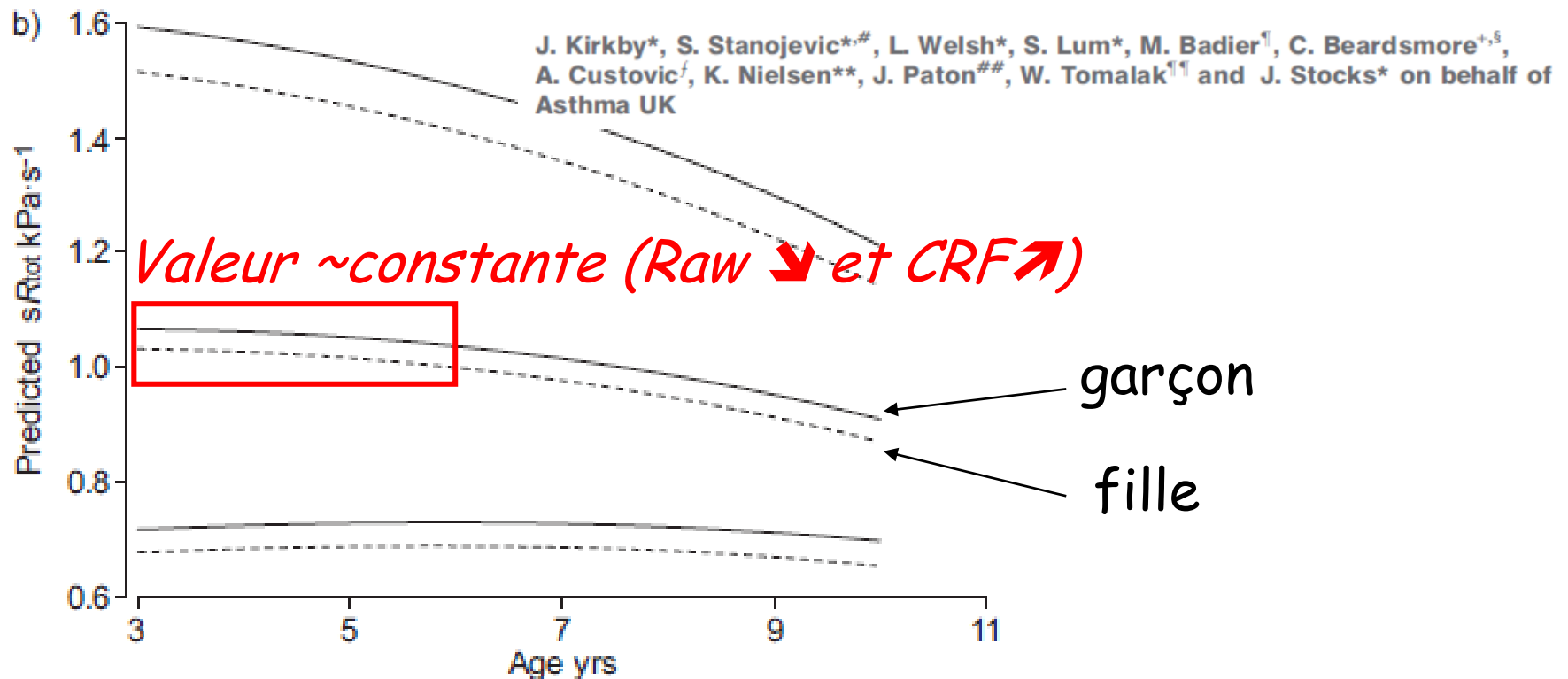


$$sRaw = (\Delta V_p / \Delta \dot{V}) \times (P_{atm} - P_{H_2O})$$

# Résistance pléthysmographique: sRaw



## Reference equations for specific airway resistance in children: the Asthma UK initiative



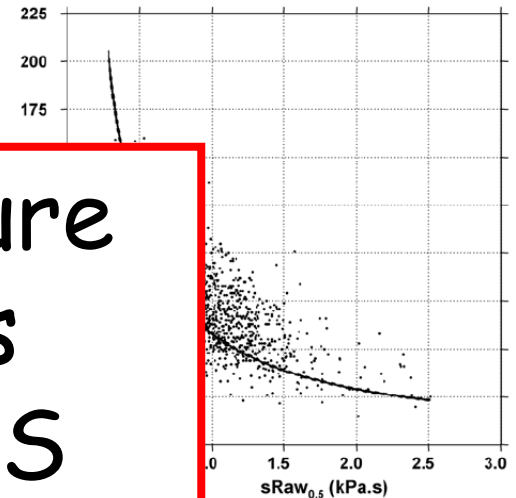
**FIGURE 4.** Predicted values of specific airways resistance with upper and lower limits of normal for a) effective airways resistance ( $sR_{eff}$ ) and b) total airways resistance ( $sR_{tot}$ ) for children aged 3–10 yrs. —: equations for males; ----: equations for females.

# Relationships between Specific Airway Resistance and Forced Expiratory Flows in Asthmatic Children

Bruno Mahut<sup>1,2,3,7</sup>, Ludovic Trinquart<sup>4,5,7,8</sup>, Plamen Bokov<sup>2,4,6,7</sup>, Muriel Le Bourgeois<sup>3</sup>, Serge Waernessyckle<sup>3</sup>, Claudine Peiffer<sup>2,7</sup>, Christophe Delclaux<sup>2,4,7\*</sup>



PLoS ONE April 2009 | Volume 4 | Issue 4 |



La sRaw est une mesure d'obstruction moins centrale que le VEMS

Table  
asthma  
Charact  
Median  
Number  
Sex ratio  
age, year

Variable	Correlation with sRaw <sub>0.5</sub> (95% confidence interval)
FEV <sub>1</sub> , L	-0.14 (-0.18 to -0.10)
FEV <sub>1</sub> , % predicted	-0.39 (-0.43 to -0.36)
FEF <sub>25-75%</sub> , L/s	-0.49 (-0.52 to -0.46)
FEF <sub>50%</sub> , L/s	-0.47 (-0.50 to -0.43)
FEF <sub>50%</sub> , % predicted	-0.64 (-0.67 to -0.62)
FEV <sub>1</sub> /FVC, %	-0.59 (-0.62 to -0.56)
FEF <sub>25-75%</sub> /FVC ratio**	-0.18 (-0.22 to -0.14)



# Evaluation of the Forced Oscillation Technique for the Determination of Resistance to Breathing

*The Journal of Clinical Investigation* Volume 47 1968

ARON B. FISHER, ARTHUR B. DUBOIS, and RICHARD W. HYDE

*Theoretical aspects.* When a sine wave of airflow ( $\dot{V}$ ) is applied to the tracheobronchial air column, the resultant transthoracic pressure ( $P$ ) changes are related to the total impedance ( $Z$ ) of the respiratory system:

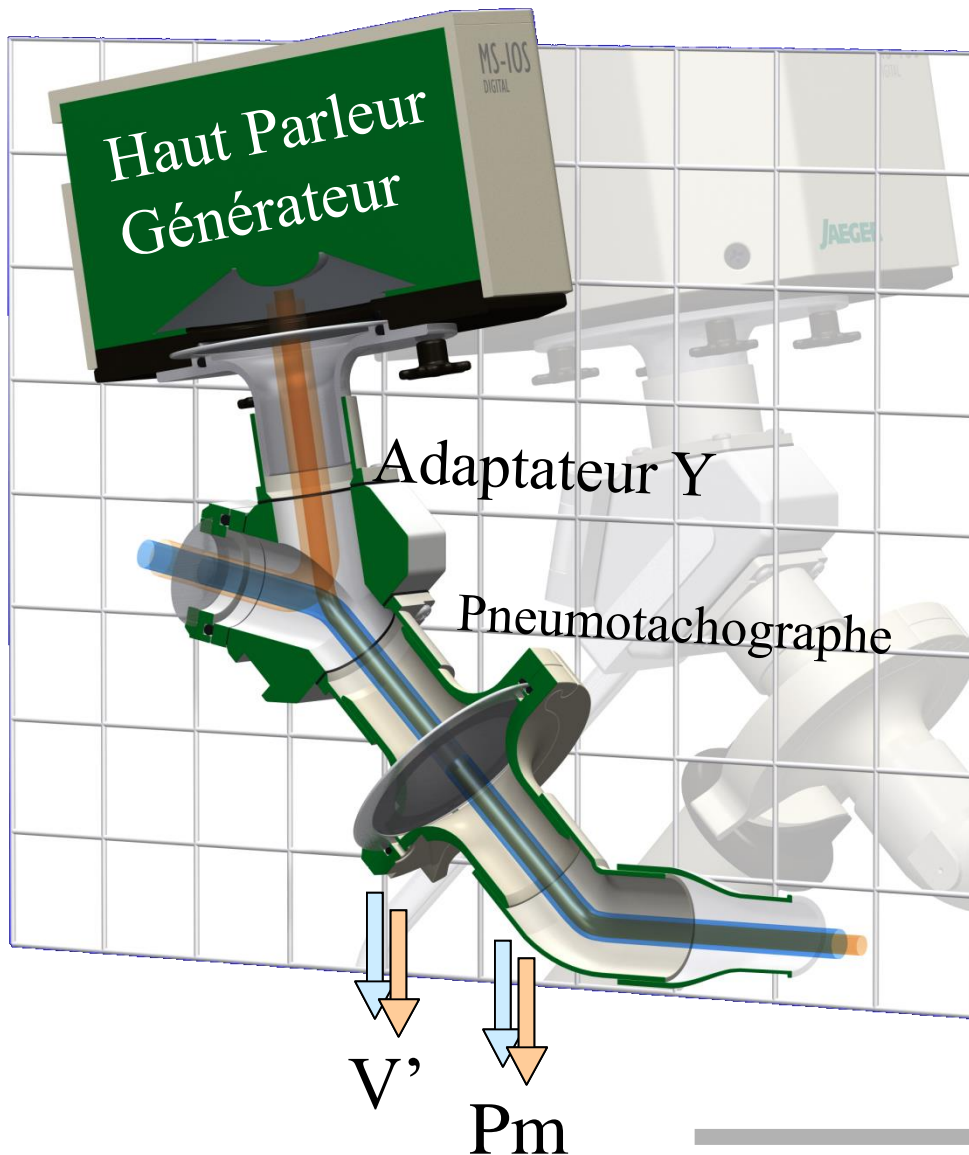
$$P = Z \dot{V}. \quad (1)$$

Impedance is the vector sum of the effective resistance ( $R$ ) and the effective reactance ( $X$ ); the latter in turn is the sum of a component ( $X_M$ ) related to respiratory inertance and a component ( $X_C$ ) related to respiratory compliance. In a simple system, the magnitude of  $X_M$  is directly proportional to frequency ( $f$ ) while the magnitude of  $X_C$  is inversely proportional to frequency:

$$\begin{aligned} X_M &= 2\pi fM \text{ and} \\ X_C &= -1/(2\pi fC) \end{aligned} \quad (2)$$

where  $M$  is inertance and  $C$  is compliance.

# Tête de mesure



Propriétés du système  
respiratoire (sr)

Résistance **R**

Réactance **X**



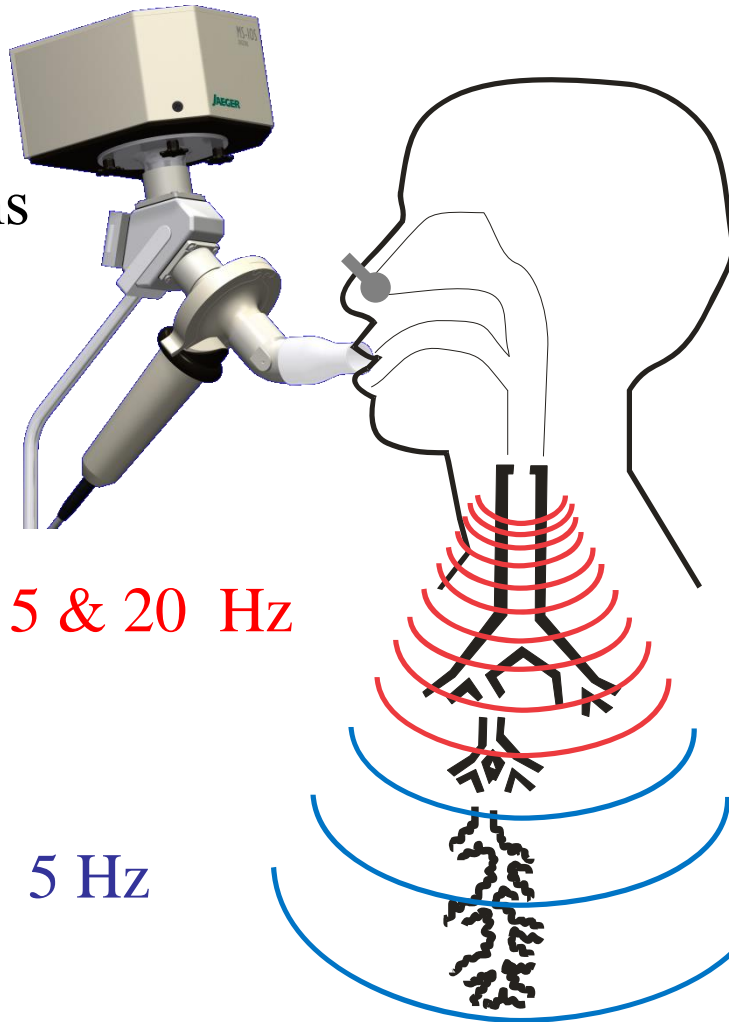
Impédance Respiratoire

$$Z_{sr} = P_m / V' = R + iX$$



# Avantages d'un générateur de fréquences Externe

Générateur  
d'Impulsions  
Spectre  
0.1 - 50 Hz



Fréquence respiratoire  
0.25 – 0.35 Hz

Impédance Respiratoire

Extra thoracique

Centrales

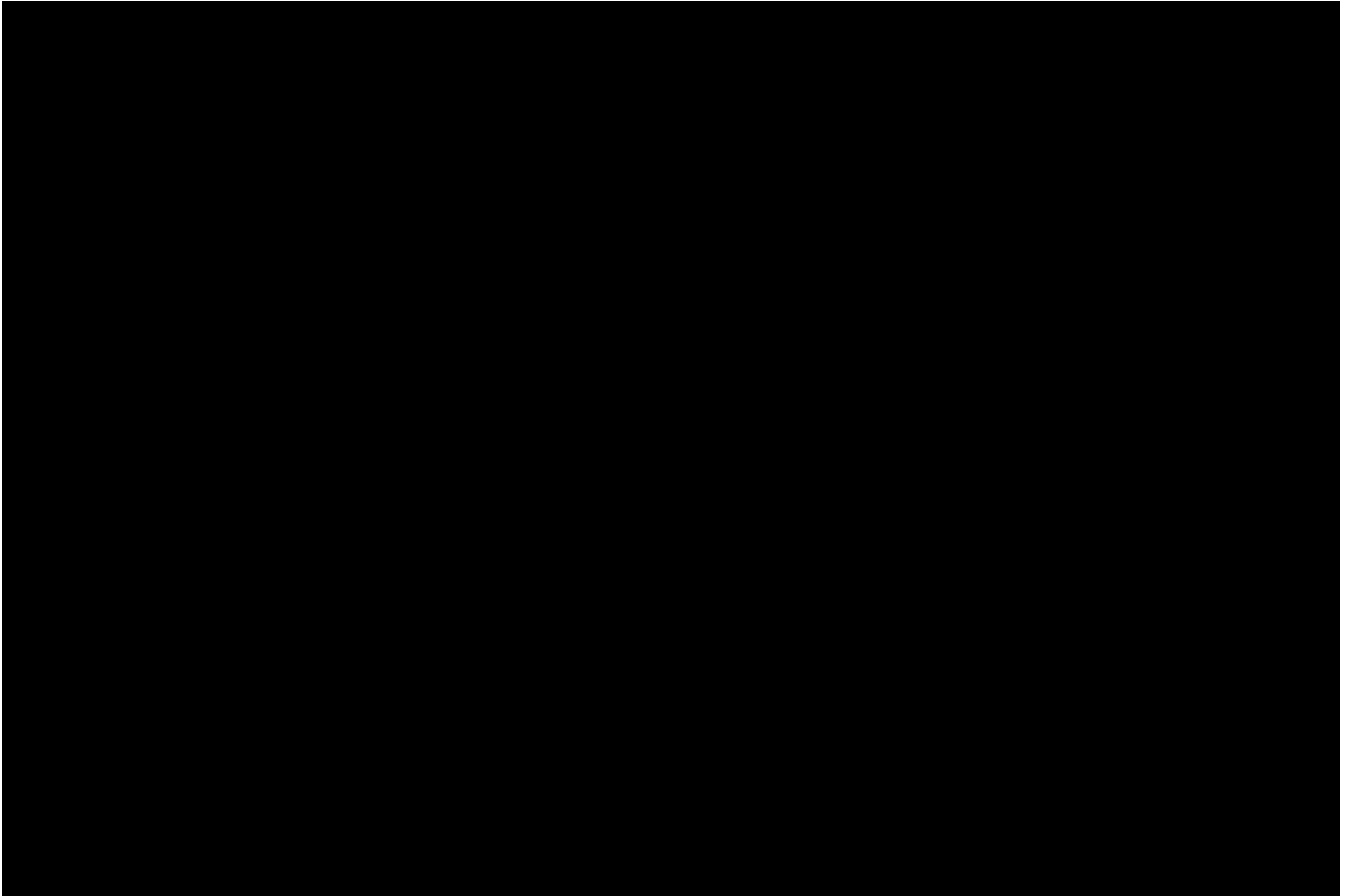
Petites VA

Périphériques

Voies  
aériennes  
supérieures

Voies  
aériennes  
"périphériques"

# Résistance par oscillations forcées ou impulsométrie

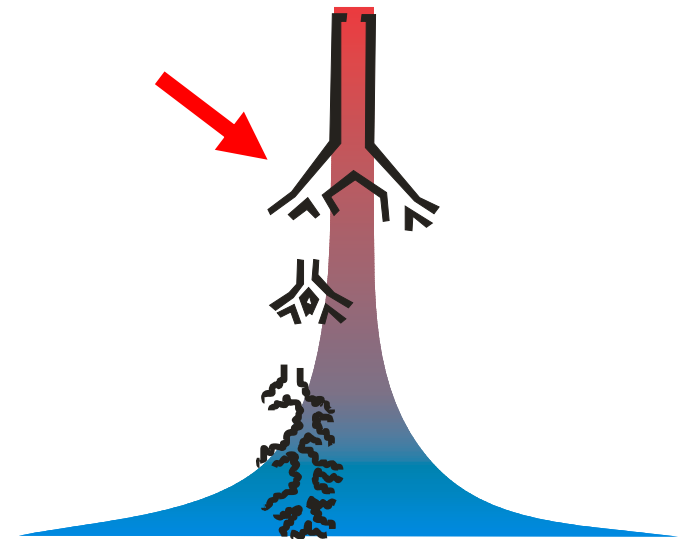
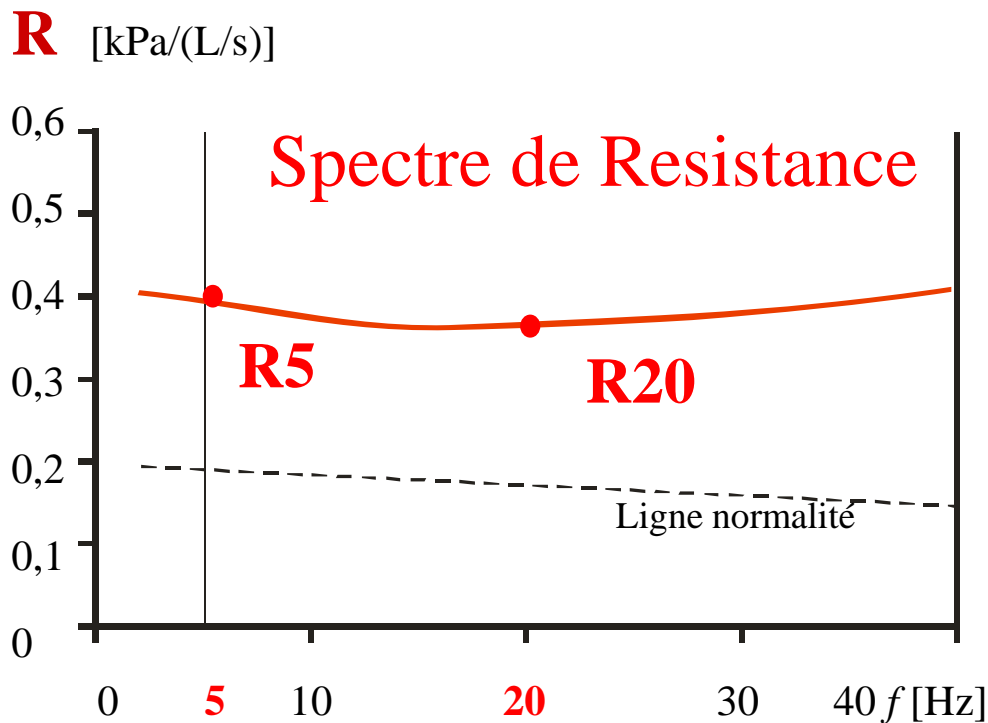


# Obstruction Centrale

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

⇒ **R5** anormal si  $> 150\%$  norme

⇒ **X5** normal

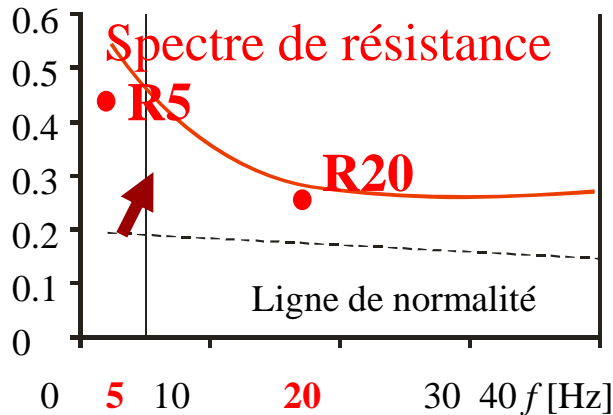


## Classification **R5**

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

# Obstruction "périphérique"

**R** [kPa/(L/s)]

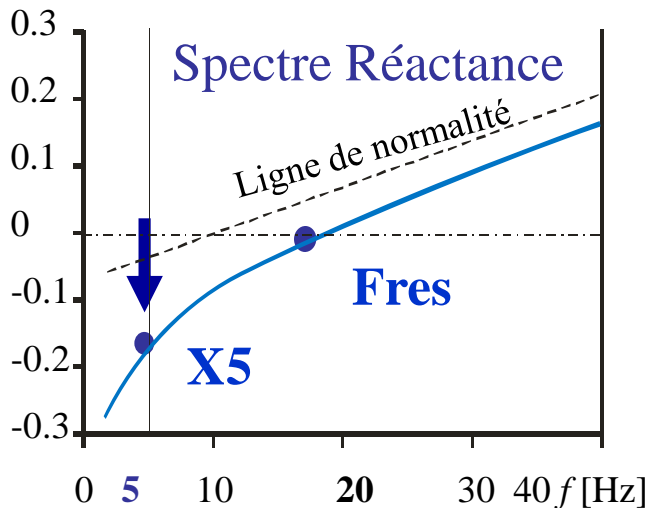


Importante dépendance de la fréquence  
entre **R5-R20**

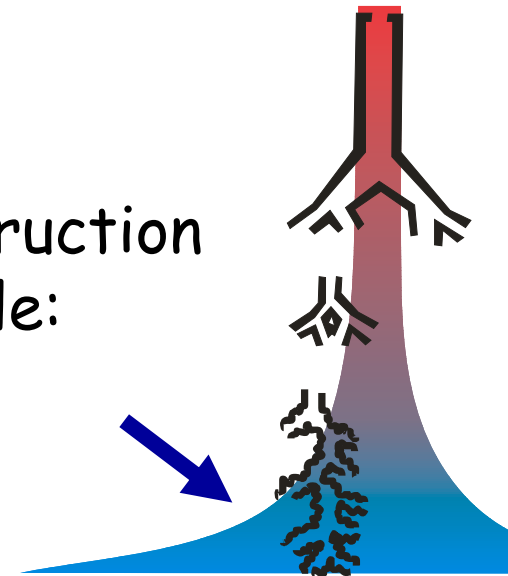
⇒ **R5** anormal > 150% norme

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

**X** [kPa/(L/s)]



Index d'obstruction  
moins centrale:  
R5-R20Hz



# Normes pour ces méthodes (en 2006)

TABLE 1. SUMMARY OF PUBLISHED REFERENCE DATA (50 OR MORE SUBJECTS)

Published Normative Data	No. of Subjects	Age (yr)	Notes
FRC: helium dilution			
Beydon and colleagues, 2002 (26)	79	3-7.9	9 <100 cm*
Spirometric measurements			
Eigen and colleagues, 2001 (5)	214	3-7	25 <100 cm
Nystad and colleagues, 2002 (9)	603	3-6	None <100 cm; 158 aged 3-4 yr
Zapletal and colleagues, 2003 (10)	173	3-6	4 <100 cm; 24 < 5 yr
Interrupter resistance (Rint)			
Merkus and colleagues, 2001 (22)	54	2-7	3 <100 cm
McKenzie and colleagues, 2002 (53)	216	2-10	27 <100 cm
Lombardi and colleagues, 2001 (21)	284	3-6.4	10 <100 cm
Beydon and colleagues, 2002 (25)	79	3-7.9	9 <100 cm
Klug and Bisgaard, 1998 (174)	120	2-7	16 <3 yr
Plethysmography: sRaw			
Klug and Bisgaard, 1998 (174)	119	2-7	28 <3 yr
Lowe and colleagues, 2002 (292)	303	3	
Forced oscillation technique			
Duiverman and colleagues, 1985 (15)	255	2.3-12.5	18 <100 cm
Ducharme and colleagues, 1998 (105)	206	2-17	16 at 100 cm
Mazurek and colleagues, 1998 (105)	206	2-17	16 at 100 cm
Klug and Bisgaard, 1998 (174)	120	2-7	16 <3 yr

Normes semblant dépendre de l'appareil de mesure...

The Notes column identifies the number of children in the cohort who are at the short or young end of the height or age range.

\* Raw data from authors.

# Définition de bronchodilatation significative

## Discriminative Capacity of Bronchodilator Response Measured with Three Different Lung Function Techniques in Asthmatic and Healthy Children Aged 2 to 5 Years

KIM G. NIELSEN and HANS BISGAARD

Am J Respir Crit Care Med Vol 164. pp 554–559, 2001

	Asthmatic Subjects	Healthy Controls
n	55	37
Age, yr (range)	4.6 ± 1.0 (2.3–5.9)	3.8 ± 1.0 (2.5–5.9)

TABLE 3. SENSITIVITY, SPECIFICITY, AND PREDICTIVE VALUES OF EACH LUNG FUNCTION TEST BASED ON BRONCHODILATOR RESPONSE AT OPTIMAL CUTOFF LEVEL (INTRASUBJECT STANDARD DEVIATION UNITS) AS THE CUTOFF LEVEL FOR THE DEFINITION OF REVERSIBILITY

Lung Function Test (Cutoff)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Predictive Value of Positive Test (%)	Predictive Value of Negative Test (%)
SRaw (3.0 SDw)	66	81	84	61
Rint (2.5 SDw)	58	70	74	53
Xrs5 (1.5 SDw)	33	89	82	47
Rrs5 (1.0 SDw)	76	65	76	65

sRaw  
meilleure  
méthode



# Définitions

## Définition de l'obstruction bronchique

- $VEMS/CV < 5^{\text{ème}}$  percentile ou **Z score  $< -1.645$**
- $R_{int} > 150\%$  théo ou **Z score  $> +1.645$**  (ou  $+1.96$ )
- $sRaw > 150\%$  théo ou **Z score  $> +1.645$**  (ou  $+1.96$ )
- $R5Hz > 150\%$  théo

## Critères usuels de réponse BD:

- $VEMS$  (ou  $CVF$ )  $\geq 12\%$  base
- $R_{int}$ , diminution  $\geq 35\%$  prédite
- $sRaw$ , diminution  $\geq 50\%$  base
- $R5Hz$ , diminution  $\geq 30\%$  base

# Quel test à quel âge ?

## 3 à 6 ans:

Mesure de résistance:

Rint ou Rsr (IOS) ou sRaw selon les habitudes de service

Essai de spirométrie

## Après 6 ans:

Spirométrie en première intention

Rint ou Rsr (IOS) ou sRaw si échec

## Messages du physiologiste:

Mesure d'impédance (IOS):

chiffrage séparé des propriétés mécaniques (Rsr et Xsr)

sRaw:

Mesure associée de CRF (distension)

Rint:

Mesure globale de mécanique (~impédance)