## FORMATION A L'EXPLORATION FONCTIONNELLE RESPIRATOIRE REALISATION ET INTERPRETATION DES PRINCIPAUX TRACES

#### **Docteur Jean PERRIOT**

Dispensaire Emile Roux Clermont-Ferrand jean.perriot@puy-de-dome.fr









## **EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES** (EFR)

Ce sont des investigations incontournables dans la plupart des affections respiratoires (bronchiques, pulmonaires ou neuromusculaires).

Elles identifient des troubles de la fonction respiratoire mais ne permettent pas à elles seules de faire un diagnostic étiologique.

Elles aident le dépistage, le diagnostic, le suivi des affections respiratoire (BPCO, Asthme, Fibrose pulmonaire) et l'évaluation du handicap induit.

Elles peuvent donner lieu au conseil d'arrêt du tabac et accroître la motivation à l'arrêt ou induire l'arrêt de la consommation

Elles sont non invasives, standardisées, reproductibles, leur réalisation est facile, leurs complications sont exceptionnelles.

## **SYNTHESE SUR LES EFR** (ANAES 2004)

L'évaluation (initiale ou surveillance) du handicap respiratoire impose une EFR (spirographie ++)

Une dyspnée (permanente ou paroxystique) impose une EFR (spirographie ++)

Devant une pathologie respiratoire connue : hiérarchiser les EFR (spirographie d'abord)

La découverte d'un syndrome obstructif justifie un test de réversibilité ( distinction entre BPCO et asthme, juger de l'efficacité du traitement bronchodilatateur)

## **COMPLICATIONS EXCEPTIONNELLES**

**Infections** (transmission de germes entre patients : embout, filtre !)

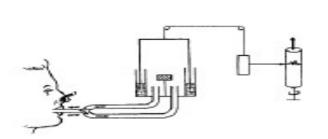
**Pneumothorax** (expiration violente/poumon pathologique)

Crise d'asthme (répétition des manœuvres respiratoires)

**Crise phobique** (pléthysmographe = cabine fermée)

## Appareils de mesure: les volumes

Le spiromètre à cloche à joint d'eau (Stead-Wells)





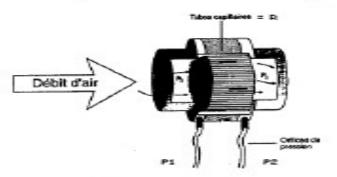
## Appareils de mesure: les volumes

Le pléthysmographe





Le pneumotachographe



Débit = (P1-P2)/R

## Appareils de mesure: les débits



# Spirométrie miniaturisée (Néo-6)

Embout jetable à insérer

Zone de couleur définissant le risque d'obstruction

Bouton d'affichage des résultats



## **UTILITE DU DEPISTAGE DE LA BPCO?**

Longtemps discuté (intérêt pour la PEC et l'arrêt du tabac)

**Recommandations HAS** (2018: outil en 5 questions)

- 1 Toussez vous tous les jours
- 2 Toux grasse avec crachats matinaux (bronchite chronique)
- 3 Etes vous essoufflé plus que les personnes du même âge ( réhabilitation )
- 4 Quel est votre âge (>40ans... aspect familiaux, professionnels et cannabis)
- 5 Fumez vous ou avez-vous fumé (15PA: F, 20PA: H, SPLF:10PA)

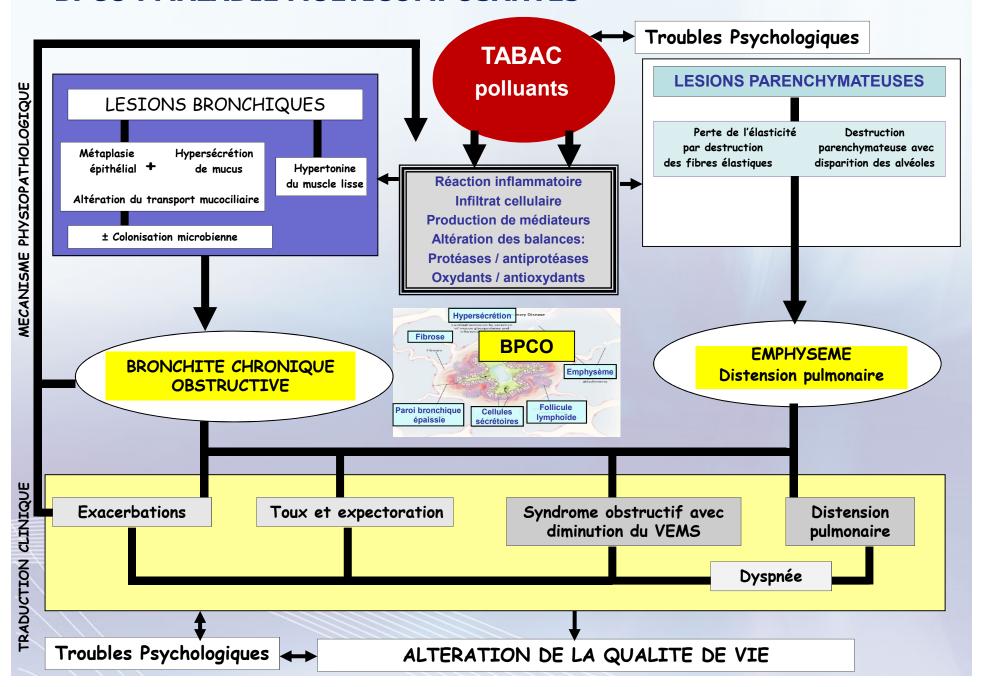
## 2 Réponses positives = suspicion de BPCO : EFR (TVO non reversible)

- Conseil d'arrêt du tabac clair (+ remise d'outil d'autoassistance +/- 5 As : augmentation de motivation et du taux d'arrêt du tabac à 12 mois)
- Confirmation de la BPCO (EFR pléthysmographie)
- Prise en charge de la BPCO dont l'arrêt du tabac

HAS-Guide de l'ALD 14 : Insuffisance respiratoire chronique grave secondaire à une BPCO, 2011
Housset B, et al. *Bull Epidemiol Hebd* 2007;27-28:248-50.
Vorilhon P, et al. Rev Mal Respir 2014 ; 31 : 396-404.
Roche N, et al. *Presse Med* 2009 ; 38 : 1041-8.
Vial M, et al. *Rev Mal Respir* 2012 ; 68 : 10-16.
Dales RE, et al. *Chest* 2005 ; 128 :2443-7.
Pietinalho A, et al. *Respir Med* 2007 ; 101 : 1419-25.

Lorenzo A, et al. *Rev Mal Respir* 2017;34:734-741. Gorecka D, et al. *Chest* 2003: 2003; 123:1916-1923. Bednarek M, et al. *Thorax* 2006; 61: 869–873. Stratelis G. et al. *Scand J Prim Health Care*. 2006;24:133-9. Kotz D, et al. *Eur Respir J* 2009; 33: 754-62. Parkes G, et al. *BMJ* 2008; 336: 598-600. Pougnet R, et al Addict Health 2016;8:1-8. Underner M, et al. *Rev Mal Respir* 2016;31:937-60

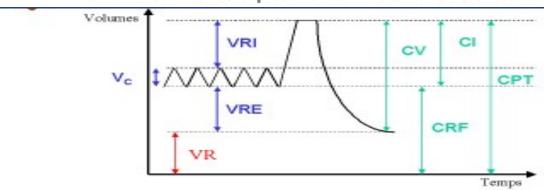
### **BPCO: MALADIE MULTICOMPOSANTES**



## Manœuvres et paramètres de volumes

## La spiromètrie lente: réalisation

- 1. Respiration calme, régulière
- 2. Inspiration maximale
  - \* obtention d'un plateau = limite supérieure de volume
- 3. Expiration maximale
  - \* obtention d'un plateau = limite inférieure de volume



#### 4 volumes primaires;

- VC: Volume Courant
- VRI: Volume de Réserve Inspiratoire
- VRE: Volume de Réserve Expiratoire
- VR: Volume Résiduel

#### 4 capacités:

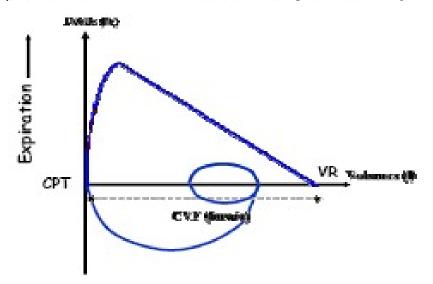
Capacité = somme d'au moins 2 volumes

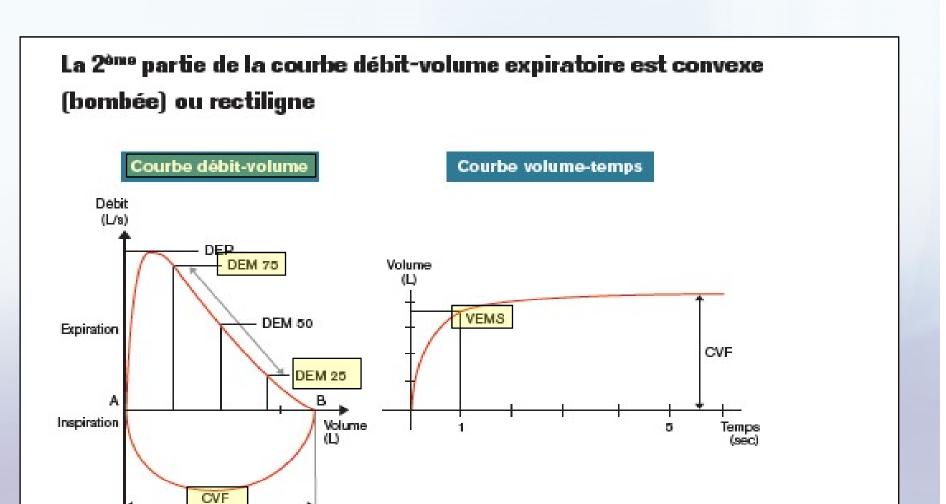
- CV: Capacité Vitale
- CI: Capacité Inspiratoire
- CRF: Capacité Résiduelle Fonctionnelle
- CPT: Capacité Pulmonaire Totale

## Manœuvres et paramètres de débits

## La spiromètrie forcée: réalisation

- 1. Respiration calme, régulière
- 2. Inspiration maximale rapide et complète (CPT),
- 3. puis expiration immédiate, maximale, rapide et complète (jusqu'au VR)





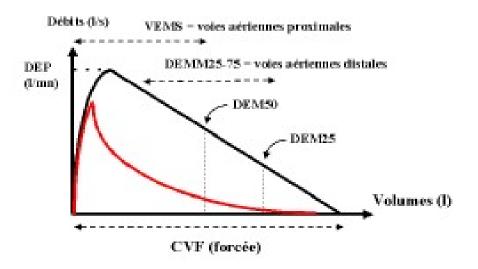
## Manœuvres et paramètres de débits

VEMS Volume Expiratoire Maximal à 1 Seconde

DEP Débit Expiratoire de Pointe

DEM Débit Expiratoire Maximal (à 25, 50 et 75% de la CV)

DEMM 25-75 Débit Expiratoire Maximal Médian (entre 25 et 75% de la CV)



# Validation et interprétation

- Les manœuvres sont réalisées plusieurs fois afin d'obtenir:
  - o des courbes acceptables
  - o des résultats reproductibles
  - o au mieux en état stable, à distance d'une exacerbation
- ⇒ Les résultats sont validés lorsque ces critères sont obtenus
- Elles nécessitent:
  - o de la part du sujet:
    - √ compréhension
    - √ coopération
  - o de la part du technicien:
    - ✓ motivation
    - √ rigueur

## Validation et interprétation

- Les volumes gazeux sont mesurés dans les conditions dites BTPS (Body Temperature and Pressure, Saturated with water)
- ⇒ celles des voies gériennes
- Les variables mesurées sont exprimées en valeur absolue et en % des valeurs de référence
- ⇒ fonction du sexe, de l'âge, de la taille, et de l'ethnie
- Des valeurs de référence ont été établies pour les adultes, les enfants, les sujets d'autres ethnies...
- ⇒ limites d'interprétation...

# Validation et interprétation

- Motif de l'examen
- ⇒ Pertinence et qualité de l'interprétation
- Conditions de réalisation de l'examen
- ⇒ Difficultés rencontrées, limites de l'interprétation
- Aspect de la courbe débit-volume
- ⇒ Valeur d'orientation (concave pour les TVO, en cloche pour les TVR)
- Paramètres définissant les troubles ventilatoires
- ⇒ VEMS/CV < 70 % pour le Trouble Ventilatoire Obstructif (TVO)
- ⇒ CPT < 80 % pour le Trouble Ventilatoire Restrictif (TVR)

# Interprétation succinte EFR

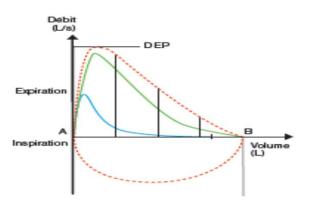
Variables mesurées	Syndrome restrictif	Syndrome obstructif	Syndrome mixte (R+O)
CV et CT	Я	N	И
VEMS	N ou 🐿	ĸ	КК
VEMS/CV	N = K / K	<b>4</b> - N - <b>4</b>	<b>ע</b> =ע/עע

## La courbe débit-volume SYNDROME OBSTRUCTIF PUR

#### 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



VEMS/CV < 70% ( > VEMS et RaW ⊅)

SEVERITE (VEMS - % théo)

> 80% léger

50-80% modéré

30-50% sévère

< 30% très sévère

DISTENSION

VR, CRF, CPT (> 120% théo)

REVERSIBILITE

VEMS β2εm (4 bouffées 10 mn) 7>12% (250ml)

Courbe debit-volume normale
 Courbe debit-volume syndrome obstructif modere
 Courbe debit-volume syndrome obstructif severe





#### Dispensaire Emile ROUX

11, rue Vaucanson 63100 - CLERMONT FERRAND Tel 04 73 14 50 80 Fax 04 73 14 50 81

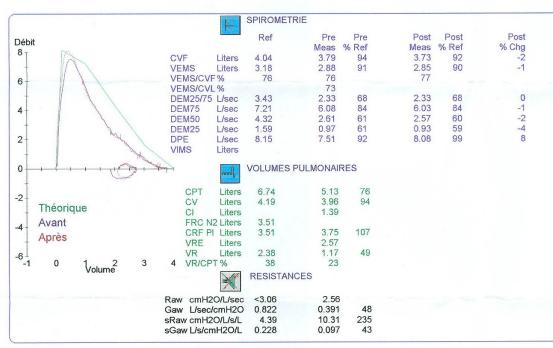
#### Explorations Fonctionnelles Respiratoires Le: 17/11/2010

Age: 61 ans Taille: 173 cm Sexe: Masc. Poids: 56.0 Kg

Médecin : DR. PERRIOT

Provenance :

Fumeur: Non PAN: Arrêt: an(s)





Palier FIO2

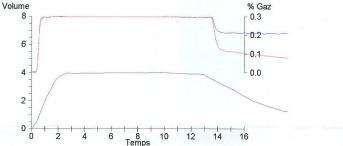
pH PCO2 PO2 HCO3 mmHg mmHg meq/L BE Hb %HbCO SaO2 gm/dL % %

INTERPRETATIONS



DIFFUSION

		Ref	Pre	Pre	Post	Post	Post
			Meas	% Ref	Meas	% Ref	% Chg
DLCO	mL/mmHg/min	27.4			19.1	70	
DL Corr.	mL/mmHg/min	27.4			18.8	69	
DLCO/V	A mL/mHg/min/L	4.06			3.47	85	
DL/VA A	dj. mL/mHg/min/L	4.06			3.40	84	
VA	Liters	6.74			5.52	82	
CVI	Liters				3.99		
Apnée	Sec				14.42		



```
Id. Pat.:
No. Spéc. :414
ACIDE/BASE 37.0°C
      7.48
        33
 PCO<sub>2</sub>
              mmHg
             mmHg 72
         76
 PO2
 BE
         1.8
               mmo I /L
 tco2
        25.6
                mmo I /L
        24.6
                mmo I /L
ETAT Hb/OXYGENATION
     16.9
Hct(c) ----
VALEURS ENTREES
MCHC 0.0
 FIO2 0.03
 QR 0.03
 P50 0.0
 P.B.:723.8 mmHg
N/S:2235 LOT:024100
 (Lim.progr.)
 pH 7.20 - 7.60
       30 - 50 mmHg
50 - 90 mmHg
 tHb
    12.0 - 17.0 g/dL
 SO2
        90 - 100 %
```

### Explorations Fonctionnelles Respiratoires Le: 30/06/2010

Nom:

Profession

Né(e) le : 24/05/1957 Technicien : M. HERTZLER

N° dossier: 314 A 10

Age: 53 ans

Taille: 156 cm

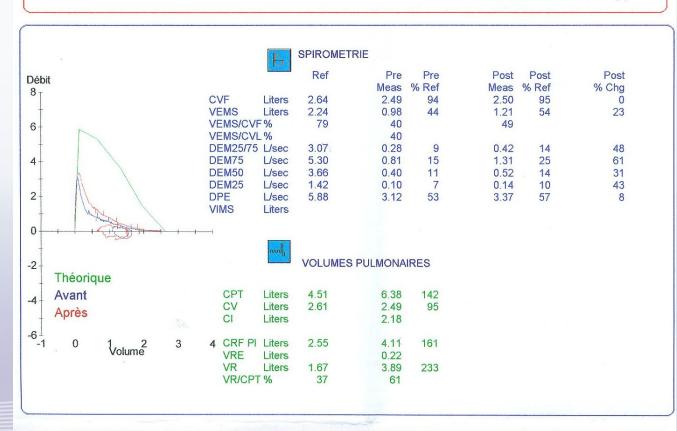
Sexe: Fém.

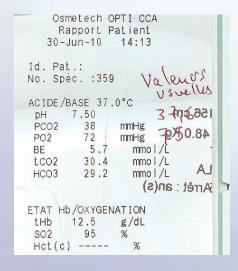
Poids: 48.0 Kg

Médecin: DR. PERRIOT

Provenance:

Fumeur: Oui PAN: 35Arrêt: an(s)





X

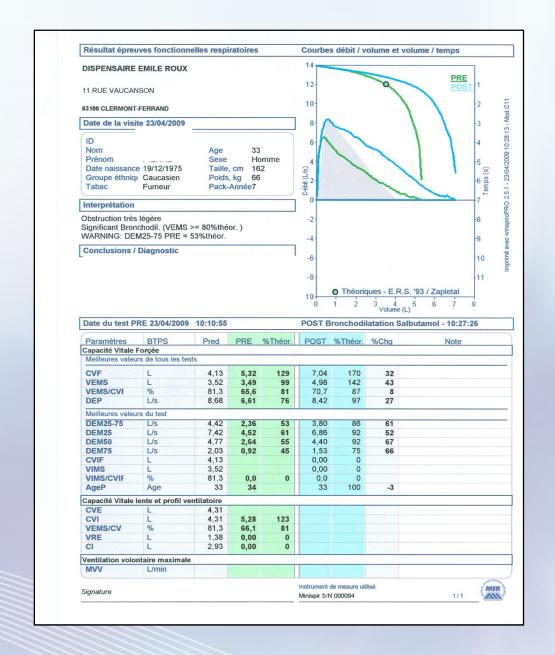
RESISTANCES

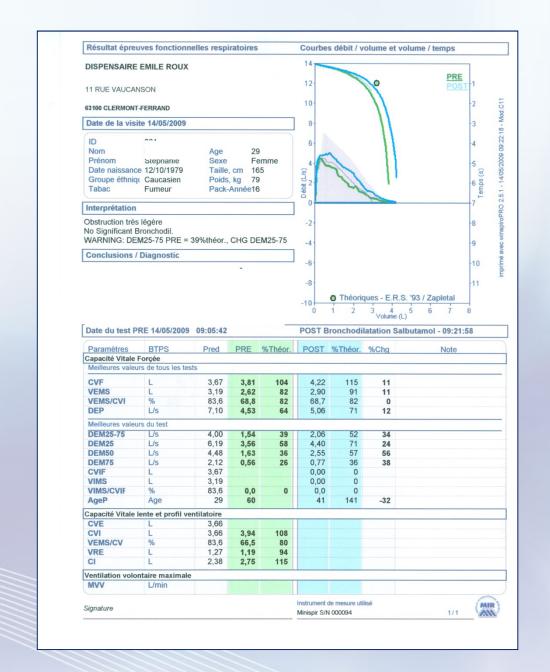
 Raw cmH2O/L/sec
 <3.06</td>
 9.78

 Gaw L/sec/cmH2O
 0.624
 0.102
 16

 sRaw cmH2O/L/s/L
 3.84
 52.27
 1362

 sGaw L/s/cmH2O/L
 0.261
 0.019
 7

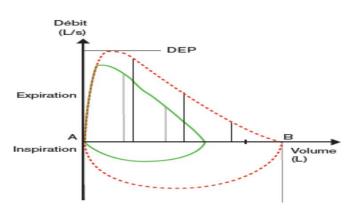




## La courbe débit-volume SYNDROME RESTRICTIF

#### 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 → 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, myasthénie, myopathie...)





Courbe débit-volume normale
 Courbe débit-volume syndrome restrictif



Technicien: C BRUGIERE

N° dossier: 231 A 98

#### Dispensaire Emile ROUX

11, rue Vaucanson 63100 - CLERMONT FERRAND Tel 04 73 14 50 80 Fax 04 73 14 50 81

#### Explorations Fonctionnelles Respiratoires Le: 26/10/2010

Age: 51 ans

Taille: 172 cm

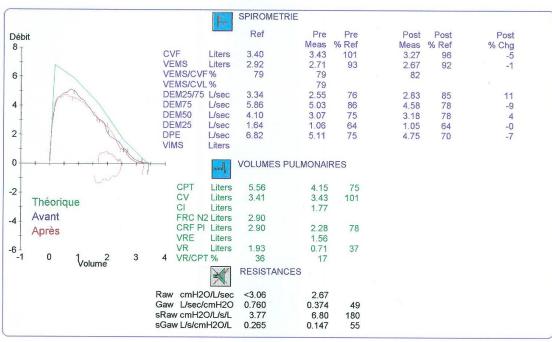
Sexe : Fém.

Poids: 75.0 Kg

Médecin: DR PERRIOT

Provenance

Fumeur: Non PAN: Arrët: an(s)



GAZ DU SANG

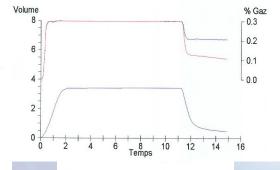
pH PCO2 PO2 HCO3 mmHg mmHg meq/L

Hb %HbCO SaO2 gm/dL

**INTERPRETATIONS** 



		Ref	Pre	Pre	Post	Post	Post
			Meas	% Ref	Meas	% Ref	% Chg
DLCO	mL/mmHg/min	26.4			16.7	63	
DL Corr.	mL/mmHg/min	26.4			16.6	63	
DLCO/V	A mL/mHa/min/L	4.75			3.40	72	
DL/VA A	dj. mL/mHg/min/L	4.75			3.37	71	
VA	Liters	5.56			4.92	88	
CVI	Liters				3.41		
Apnée	Sec				11.70		



```
Id. Pat.:
No. Spéc. :405
```

ACIDE/	BASE 37.	0°C	Red
рН	7.48		1
PCO2	32	mmHg	37.5
PO2	75	mmHg	76
BE	0.6	mmo l	/L
tco2	24.4	mmo I	
HCO3	23.4	mmo I	/L

ETAT Hb/OXYGENATION tHb 13.4 SO2 Hct(c) ----

VALEURS ENTREES MCHC 0.0 FIO2 0.03 QR 0.03 P50 0.0 mmHg

P.B.:738.3 mmHg N/S:2235 LOT:024100

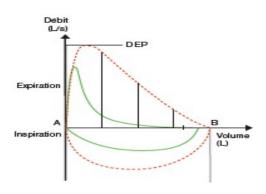
(Lim.progr.) 7.20 - 7.6030 - 50 mmHg 50 - 90 mmHg PCO<sub>2</sub> PO2 tHb 12.0 - 17.0 g/dL SO2 90 - 100 %

## La courbe débit-volume SYNDROME MIXTE

#### 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



**VEMS/CV < 70% (+/- réversible)** 

CPT (et CVF) <80%théo

QUESTION: VR et VR/CPT?

--- Courbe débit-volume normale

Courbe débit-volume syndrome mixte

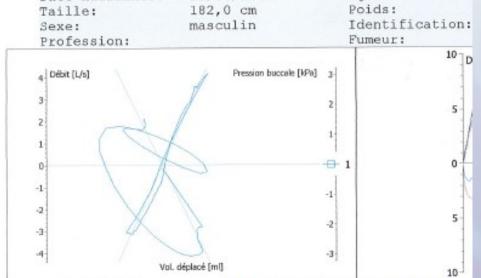


### DISPENSAIRE EMILE ROUX 11, Rue Vaucanson 63100 CLERMONT FEI

Tel: 04.73.14.50.80 Fax: 04.73.14.50.8

## **Explorations Fonctionnelles Respira**

#### Nom: Da Prénom: He 15/06/1999 Date naissance: Age:



		Théo.	PRE	% Théo.
SPIROMETRIE				
Substance				
CVF	[L]	5.49	3.27	59
CAT	[L]	5.75	3.27	57
VEMS	[L]	4.61	3.22	70
VEMS / CVL	[%]	82.71	98.55	119
VEMS % CVF	[%]		98.55	
DEP	[L/s]	10.25	4.93	48
DEM 75	[L/s]	8.74	4.93	56
DEM 50	[L/s]	5.77	4.79	83
DEM 25	[L/s]	2.76	2.80	101
DEMM 25/75	[L/s]	5.16	4.37	85
VOLUMES PULMON				

### L'exploration fonctionnelle respiratoire

L'exploration fonctionnelle respiratoire est un examen qui a pour objectif de mesurer votre souffle et de surveiller son évolution dans le temps. Si les résultats de cet étaient anormaux, il serait possible d'en chercher la cause.

## En pratique, comment s'effectue une exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) ?

Votre coopération au cours de cet examen est très importante. Une EFR consiste à souffler dans un appareil à travers une pièce buccale. Pendant cette exploration, l'appareil mesure un certain nombre de paramètres qui sont ensuite comparés à ceux que l'on obtiendrait chez une autre personne du même âge, du même sexe et de la même taille sans problème respiratoire. Il faut souffler dans une pièce buccale changée pour chaque patient, conformément aux normes d'hygiène et de sécurité imposées, pour éviter tout risque de contamination d'un patient à l'autre. Par ailleurs, ce type d'examen n'est pas effectué chez des patients présentant une maladie infectieuse contagieuse connue.

#### Mode opératoire

Cet examen simple permet la mesure des volumes pulmonaires et des débits aériens. Il consiste à souffler dans un embout relié à un capteur. Celui-ci permet d'enregistrer les volumes d'air et le débit maximum de votre souffle pendant la respiration. Pour éviter les fuites on place préalablement un pince-nez. La manœuvre consiste à respirer normalement dans l'embout puis au signal qui vous sera donné, de prendre une inspiration profonde et maximale, suivie d'une expiration complète et rapide en vidant le plus vite et le plus complètement possible vos poumons. Cette manœuvre est répétée 2 ou 3 fois. On peut être amené à faire inhaler un aérosol de bronchodilatateur et à recommencer l'exploration pour rechercher l'amélioration des valeurs.

#### Combien de temps dure l'examen?

Il s'agit d'un examen simple, indolore, qui dure entre 5 et 15 minutes selon les tests pratiqués.

Cet examen est anodin, SUIVEZ BIEN les indications du technicien

#### MOTIF DE LA DEMANDE

Nom		Prénom	
Sexe		AGE	
Profession Fumeur	OUI	c/j:	PA:
Médecin Opérateur			
Traitement ou antéc de bronchite chronic		OUI	NON
Traitement ou antéc d'asthme et/ou allei		OUI	NON
Antécédent d'hospi pour affection resp	talisation iratoire	OUI	NON
Toussez-vous ou cra vous quotidienneme plusieurs mois par a	nt	OUI	NON
Etes-vous gênés pou respirer après avoir 1 ou 2 étages	r monté	OUI	NON
Toussez-vous ou ête essoufflé la nuitou d	s-vous au travail	OUI	NON
Avez-vous des crise d'essoufflement	S	OUI	NON

#### **CONCLUSION**

Les EFR sont incontournables dans le bilan de la plupart des affections respiratoires. La spirographie est l'examen de base (courbe débit/volume).

#### **LES AVANTAGES**

- Examen sans difficulté, ni risque particulier permettant d'identifier syndrome obstructif (réversible : asthme ? ou non réversible: BPCO ?), restrictif ou mixte
- Absence de Trouble lors de l'EFR (mais clinique évocatrice d'un asthme: HRB ?: Test de provocation bronchique ?)
- Assurer le suivi d'un trouble fonctionnel respiratoire.
- Occasion de conseil d'arrêt du tabac au fumeur

#### **LES LIMITES**

- **Méthodologie soigneuse** (réalisation, participation, interprétation critique des résultats )
- Résultats à corréler aux données cliniques et radiologiques/TDM
- Investigations spécialisées des TVO (opérations de dépistage)

## **REFERENCES** (pour approfondir ses connaissances)

- M. Badier, S. Delpierre, C. Guillot, A. Monnier- Finet. Vademecum d'explorations fonctionnelles respiratoires. Paris, Bruxelles, 2017
- J. Dakin, E. Kourteli, R. Winter, B. Housset. Maitriser les épreuves fonctionnelles respiratoires. Paris, Masson, 2007
- A. Maître, A. Perdrix. Guide pratique d'exploration fonctionnelle respiratoire. Paris : Masson, 2001.
- A. Perdrix. Guide pratique d'exploration fonctionnelle respiratoire. Utilisation en milieu professionnel. Paris : Masson, 1994.