

« Spiroform BPCO »

Formation à la spirométrie

Détecter la BPCO en médecine générale

Introduction

Signes d'appel pour une maladie bronchique chronique

- Exposition à un facteur de risque
 - Tabac
 - Facteur professionnel
 - Facteur domestique (rare en Europe)
- Symptômes
 - Bronchites répétées
 - Dyspnée d'effort ou paroxystique
 - Toux et/ou expectoration chronique
 - Sifflements thoraciques
- Sevrage tabagique
- Comorbidité : cardiopathie ischémique, insuffisance cardiaque gauche.....

Intérêt de la spirométrie

- La spirométrie reste l'examen de référence pour définir l'existence d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO)
- Elle est **indispensable** au diagnostic de BPCO
 - Le TVO de la BPCO persiste après bronchodilatateurs*
- La spirométrie peut faire suspecter un trouble ventilatoire restrictif, mais sa confirmation nécessite la mesure des autres volumes pulmonaires

**Si une spirométrie de repérage montre un TVO, sa persistance après bronchodilatateur doit être confirmée (dans le même temps ou à distance) avant de pouvoir porter le diagnostic de BPCO*

VEMS et BPCO

- Le volume expiratoire en 1 seconde, le VEMS
 - est le principal index de sévérité du TVO
 - a une valeur pronostique importante
 - est peu corrélé à la dyspnée
 - est le paramètre de suivi le plus reproductible
 - guide le choix du traitement

Stades de sévérité de l'obstruction bronchique dans la BPCO (valeurs post-bronchodilatateur)

Classification de la BPCO en stade de sévérité

Stade I	légère	VEMS/CVF < 70 %	VEMS \geq 80%
Stade II	modéré		$50 \leq$ VEMS < 80 %
Stade III	sévère		$30 \% \leq$ VEMS < 50 %
Stade IV	très sévère		VEMS < 30% Ou VEMS < 50 % et insuffisance respiratoire ou cardiaque droite

Trouble ventilatoire obstructif (TVO)

- Réduction des débits maximaux par rapport aux volumes mobilisables
- Définition : $VEMS/CVF < 70\%$
- BPCO* : $VEMS/CVF$ post bronchodilatateur $< 70\%$

**Recommandations internationales GOLD*

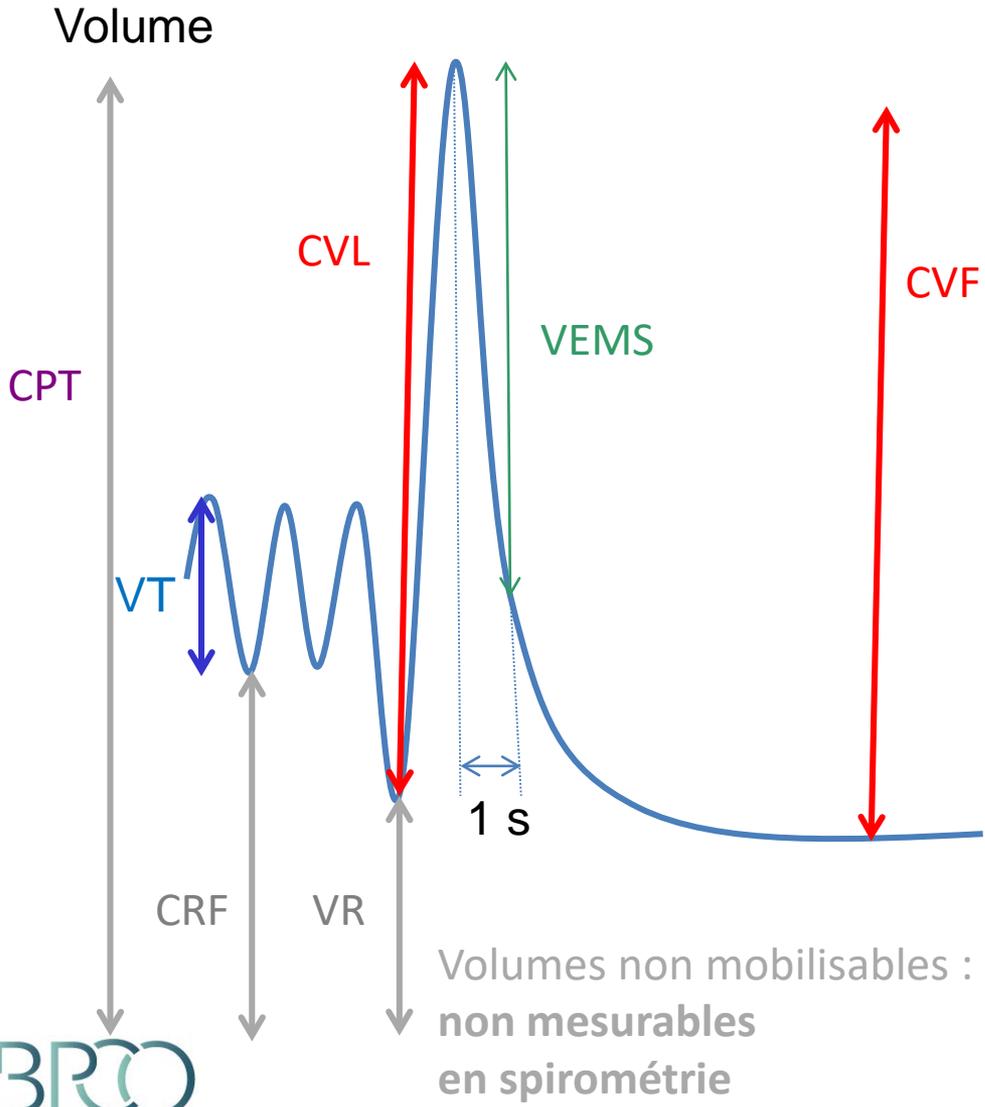
Compléments (1)

- Une fois le diagnostic d'obstruction bronchique chronique posé, des mesures fonctionnelles complémentaires peuvent être utiles selon le contexte et la sévérité:
 - Volumes pulmonaires (restriction, distension)
 - Diffusion (membrane alvéolo-capillaire)
 - Gazométrie artérielle
 - Exploration du sommeil (oxymétrie, polygraphie)
 - Exploration de l'exercice (test de marche, test maximal)

Complément (2)

- Situations dans lesquelles une exploration spécialisée est utile
 - Doute diagnostique (asthme, DDB, restriction, interstitiel...)
 - BPCO sévère
 - Dyspnée/handicap disproportionnés
 - Exacerbations fréquentes / sévères
 - Comorbidités
 - Dégradation clinique

Mesure des volumes mobilisables et débits maximaux



- VT : volume courant
- CV : Capacité Vitale (lente)
- VEMS : volume maximal expiré en une seconde
- CVF : Capacité vitale forcée

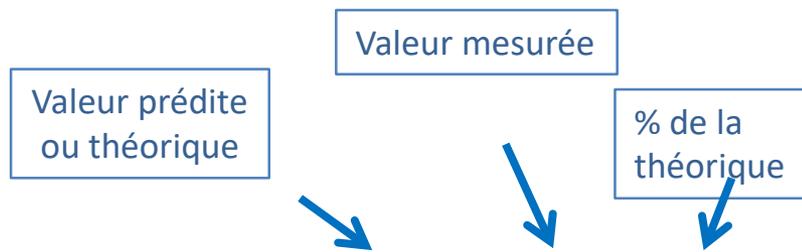
- VR Volume résiduel
- CPT Capacité Pulmonaire Totale
- CRF Capacité Résiduelle Fonctionnelle

Mesure des volumes et débits

Expression des résultats

- En valeur mesurée en litre
- En pourcentage de la théorique (ou valeur prédite)
 - Dépend de l'âge, du sexe, de la taille
 - et de l'ethnie
- Le rapport VEMS/CVF s'exprime en **pourcentage** et en **% de la théorique**

Exemple de capture d'écran



Paramètres	BTPS 1,073 29°C - 84,2°F	Pred	PRE	%Théor.
Meilleures valeurs de tous les tests				
CVF	L	2,51	2,29	91
VEMS	L	1,85	1,95	106
VEMS/CVF	%	77,5	85,2	110
DEP	L/s	5,16	3,12	61

↑
unité

Conditions de la cotation de la spirométrie

- Formation adéquate
- Respect des critères de qualité et de reproductibilité
- Mesure de la **CVL et de la courbe débit volume**
- Interprétation
- Signature
- Stockage et impression des résultats
- CCAM: GLQP012, **40,28** € en 2015

La spirométrie en pratique

Points essentiels

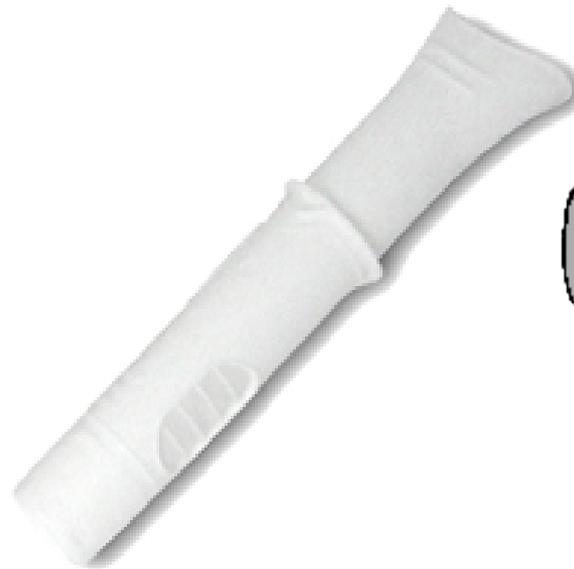
- Bien connaître l'utilisation du spiromètre
 - Calibrage, sélection des essais, messages d'erreur...
- Bien expliquer au patient le but de l'examen et les manœuvres
- Stimuler vocalement le patient ++++
- Obtenir au moins 3 essais acceptables et reproductibles
- Choisir les valeurs adaptées
- Maîtriser l'interprétation des courbes et les limites de la spirométrie

- Capteur de débit
 - Pneumotachographe à grille classique (Fleisch ou Lilly)
 - Problème: nettoyage ultrasonique régulier
 - Turbine réutilisable ou à usage unique
 - Capteur ultrasonique à usage unique
- Calibrage quotidien impératif (ISO) sauf pour les matériels utilisant des capteurs à usage unique (selon données constructeur ou études)
 - Seringue étalon de 3 litres
 - Calibrage « biologique » (sujet sain) mensuel souhaitable quel que soit le capteur
- Filtre antibactérien ou capteur-embout à usage unique (turbine ou filtrette à ultrasons)

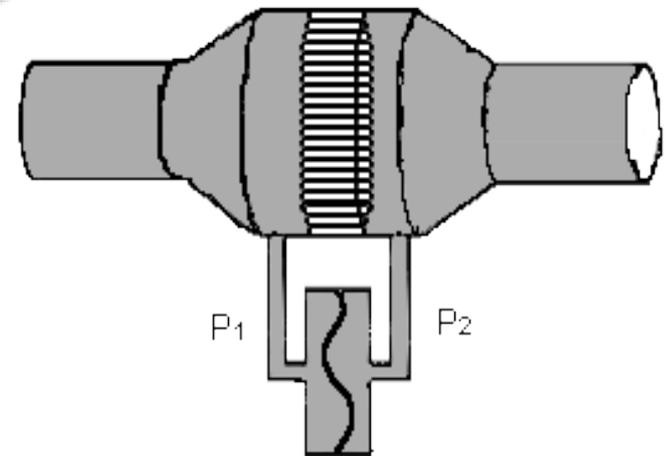
Capteurs



Turbine



Spirette à ultrasons



Fleisch
(réutilisable)

Contre indications *

- Anévrisme cérébral
- Hypertension intra crânienne
- Chirurgie ophtalmologique ou ORL récente
- Anévrisme de l'aorte thoracique ascendante évolutif ou de grand diamètre
- HTA sévère non contrôlée
- Infarctus récent (< 7 jours), angor instable
- Hémoptysie
- Embolie pulmonaire
- Pneumothorax récent (< 2 semaines)
- Infection transmissible (tuberculose, hépatite B....)
- Infection broncho-pulmonaire active

*** En cas de doute adresser le patient au pneumologue ou au laboratoire d'EFR**

Peu de chance de succès si :

- Douleur thoracique ou abdominale
- Douleur faciale augmentée par l'embout buccal
- Troubles cognitifs
- Incontinence à l'effort

Conditions de réalisation de l'examen (1)

- Idéalement le patient ne doit pas
 - Avoir fumé dans l'heure précédant l'examen
 - Avoir consommé de l'alcool dans les 4 heures précédant l'examen
 - Avoir fait un exercice intense
 - Avoir pris un repas copieux dans les 2 heures précédant l'examen
 - Porter des vêtements qui limitent l'expansion thoracique ou abdominale

Conditions de réalisation de l'examen (2)

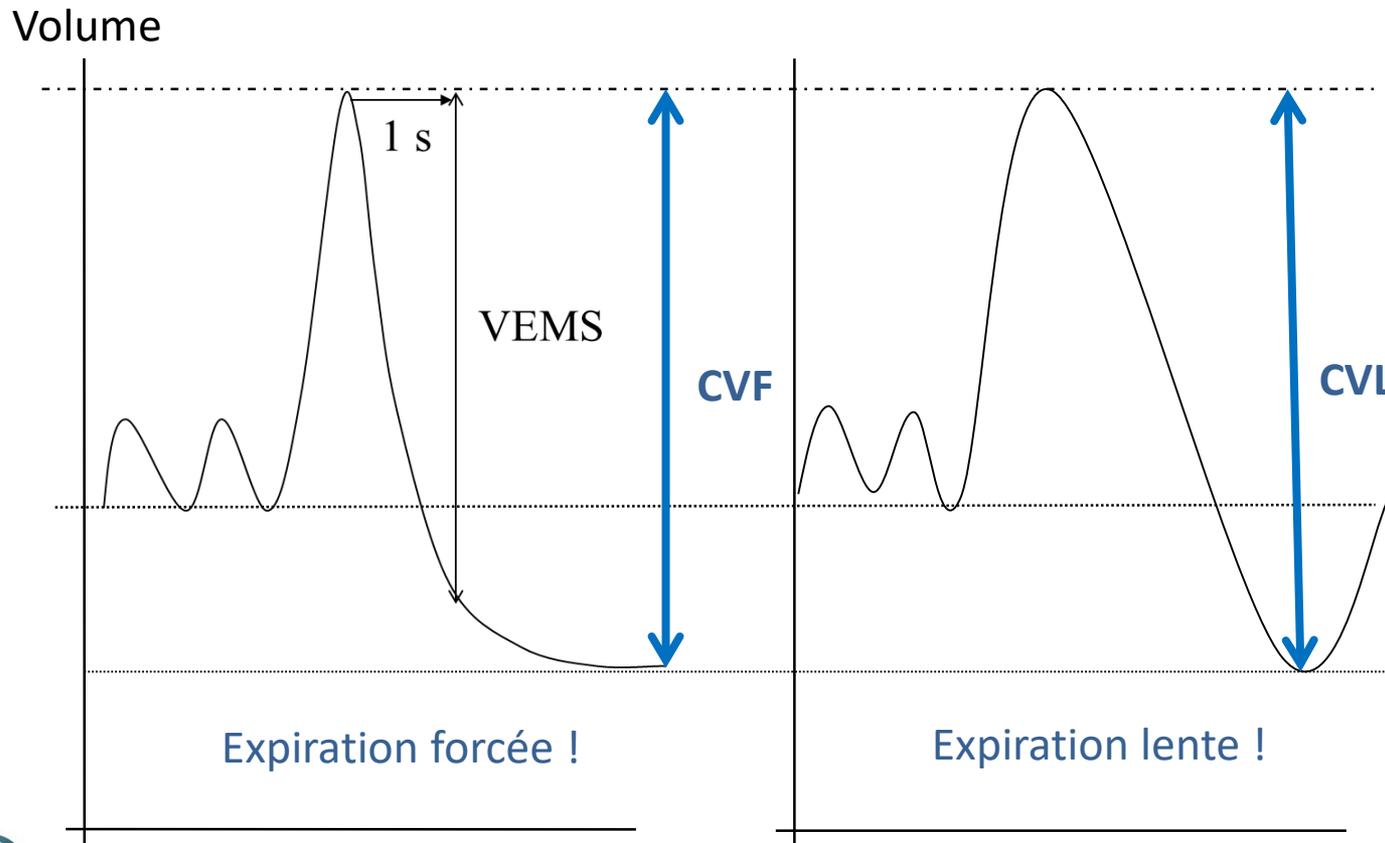
- Position assise, dos droit, sans flexion ni extension cervicale excessive
- **Obtenir une coopération maximale par une stimulation permanente (verbale, gestuelle...) durant tout le test**
 - Attention: Un effort sous maximal en spirométrie forcée peut induire une **surestimation** des débits expiratoires et du VEMS chez l'obstructif (en diminuant la compression dynamique des voies aériennes)
- Effectuer **au minimum 3 manœuvres**, au maximum 8

Déroulé de l'examen (1)

- En 2 temps
 1. Mesure de la capacité vitale lente (**CVL**)
 2. Réalisation de la courbe débit volume au cours d'une expiration forcée : mesure du VEMS et de la Capacité Vitale Forcée (**CVF**)

Déroulé de l'examen (2)

CVF versus CVL



CVL

Capacité vitale lente (1)

- Obtenir un mode ventilatoire stable
 - Pour être à la position de repos CRF (capacité résiduelle fonctionnelle, à la fin d'une expiration normale, calme)
 - Puis 2 manœuvres possibles:
 - CVL **expiratoire**: inspiration à la CPT puis expiration lente jusqu'au VR
 - CVL **inspiratoire**: expirer à fond jusqu'au VR puis inspirer à fond jusqu'à la CPT
 - Résultat souvent meilleur chez l'obstructif : moins de piégeage expiratoire

CVF

Courbe débit volume

La manœuvre

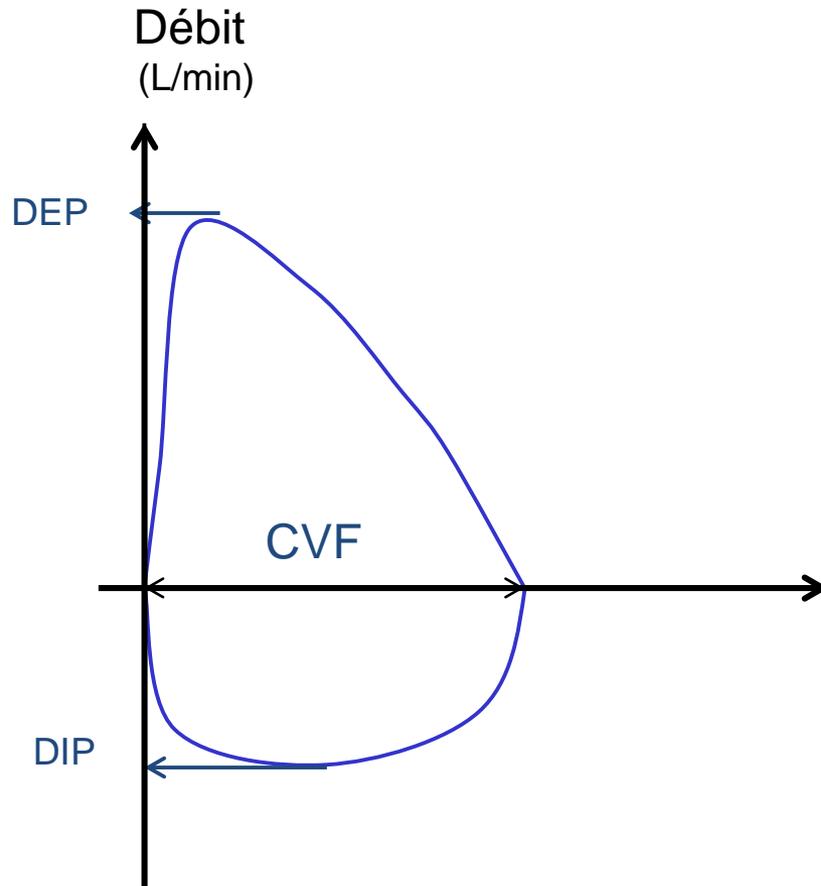
- Inspiration complète rapide
 - Pause courte avant l'expiration < 1 sec (longue diminue les débits, ↘ élasticité)
- Effort expiratoire d'emblée maximal et le restant jusqu'à la fin de l'expiration
 - **STIMULATION +++**
 - Bon départ
 - Débit de pointe précoce, délai < 120 ms
 - Expiration complète +++ :
 - Durée ≥ 6 sec (souvent bip à 6s)
 - ou sujet incapable de poursuivre l'expiration
 - Débit < 25 mL/s dans la dernière seconde
 - Pas de toux (surtout en début d'expiration) ni fermeture de glotte



Les points critiques

- Inspiration complète
- Pas de pause en fin d'inspiration
- Bon début
- Fin d'expiration correcte +++++++

Courbe débit volume



DEP = Débit Expiratoire de Pointe
= Peak Flow

Courbe expiratoire

Volume (L)

Courbe inspiratoire

DIP = Débit Inspiratoire de Pointe
= Peak Inspiratory Flow

Les erreurs fréquentes (1) : inspiration

- Inspiration incomplète
- Pause télé inspiratoire trop importante
 - Diminue les débits expiratoires en réduisant la contribution de l'élasticité pulmonaire
 - Les meilleurs débits sont obtenus sans pause télé-inspiratoire
- Accélération du débit insuffisante en début d'expiration

 **Refaire la courbe**

Erreurs fréquentes (2) : expiration

- Effort variable
- Toux pendant l'expiration
- Fermeture de glotte
- Obstruction linguale
 - occlusion de l'embout buccal (langue)
- Fuites péri buccales



Refaire la courbe

Erreurs fréquentes (3) : fin d'expiration

- **Expiration incomplète: la plus fréquente**
 - Durée < 6 secondes
 - Ou débit en fin d'expiration trop élevé



Refaire la courbe

Avant d'interpréter les résultats

- 2 étapes
 - Evaluer l'**acceptabilité** des courbes
 - Vérifier la **reproductibilité sur VEMS et CVF**
- Si les critères ne sont pas remplis ne pas interpréter les résultats ! (*ou avec réserve ...*)
 - C'est le cas de 10% des courbes, même dans les laboratoires d'explorations fonctionnelles

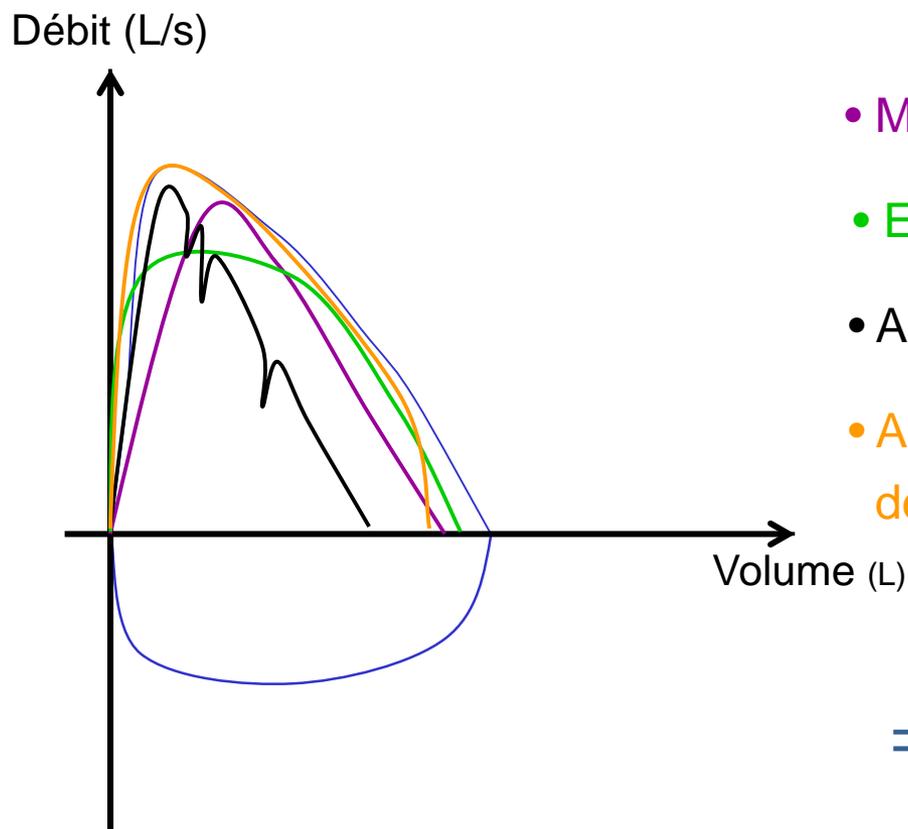
1- Acceptabilité de la courbe débit volume

- Bon départ
 - Débit de pointe précoce, délai < 120 ms
 - ou: extrapolation arrière du VEMS < 5 % de la CVF ou < 150 ml (donnée pas toujours disponible)
- Absence de toux (surtout dans la première seconde de l'expiration) ou de fermeture de glotte
- Expiration complète:
 - Durée expiration ≥ 6 secondes
 - ou plateau sur la courbe temps-volume
 - ou sujet incapable de poursuivre l'expiration

Acceptabilité

Contrôle visuel de la qualité de la courbe

Exemple de courbes non acceptables



- Mauvais départ : peak flow tardif
- Effort sous maximal : courbe aplatie
- Artéfact de toux
- Arrêt précoce de l'expiration : cassure de la courbe

⇒ courbes non interprétables

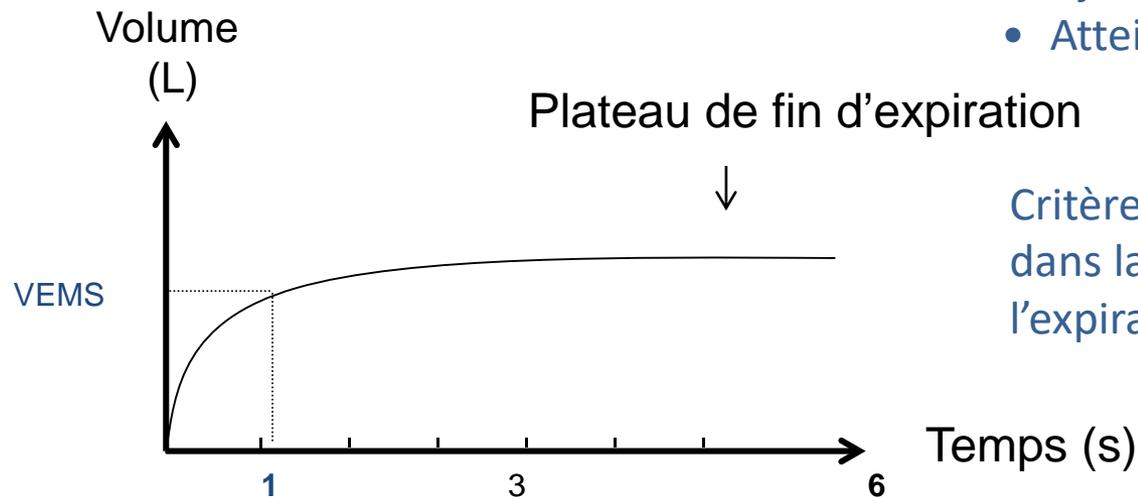
Acceptabilité

Contrôle visuel de l'expiration

Courbe volume-temps: le meilleur contrôle de fin d'expiration

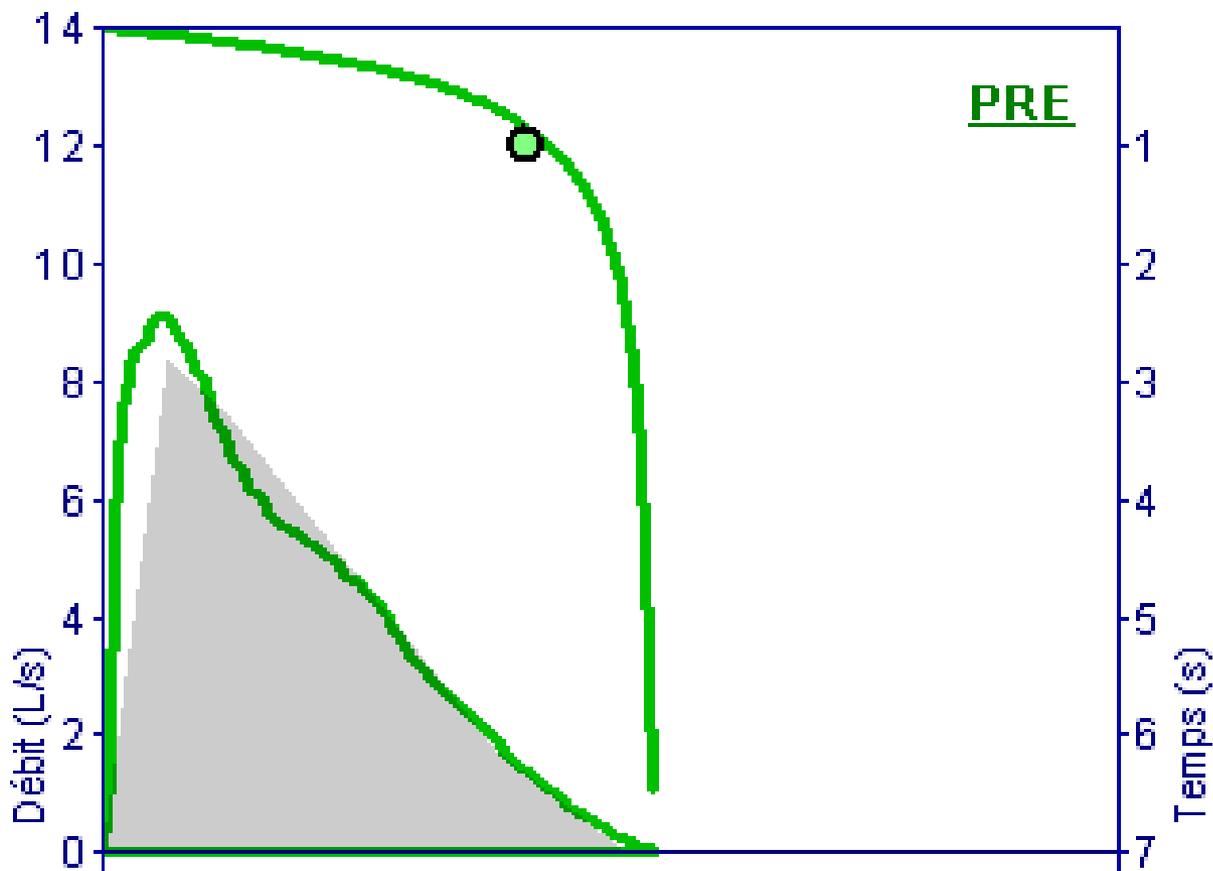
Vérifier la qualité de l'expiration :

- Au moins 6 secondes (*peut être impossible à atteindre pour des sujets jeunes et normaux*)
- Atteindre un plateau



Critère strict : volume expiré < 25 ml dans la dernière seconde de l'expiration

Composite CDV et temps-volume

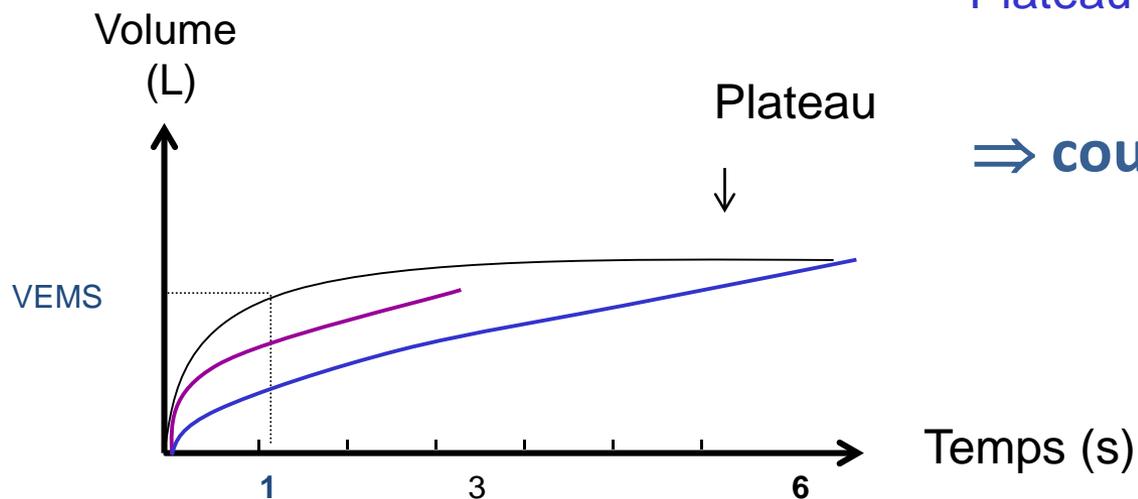


Acceptabilité

Contrôle visuel de l'expiration

Courbe volume-temps

Exemple d'expirations insuffisantes



Temps expiratoire trop court

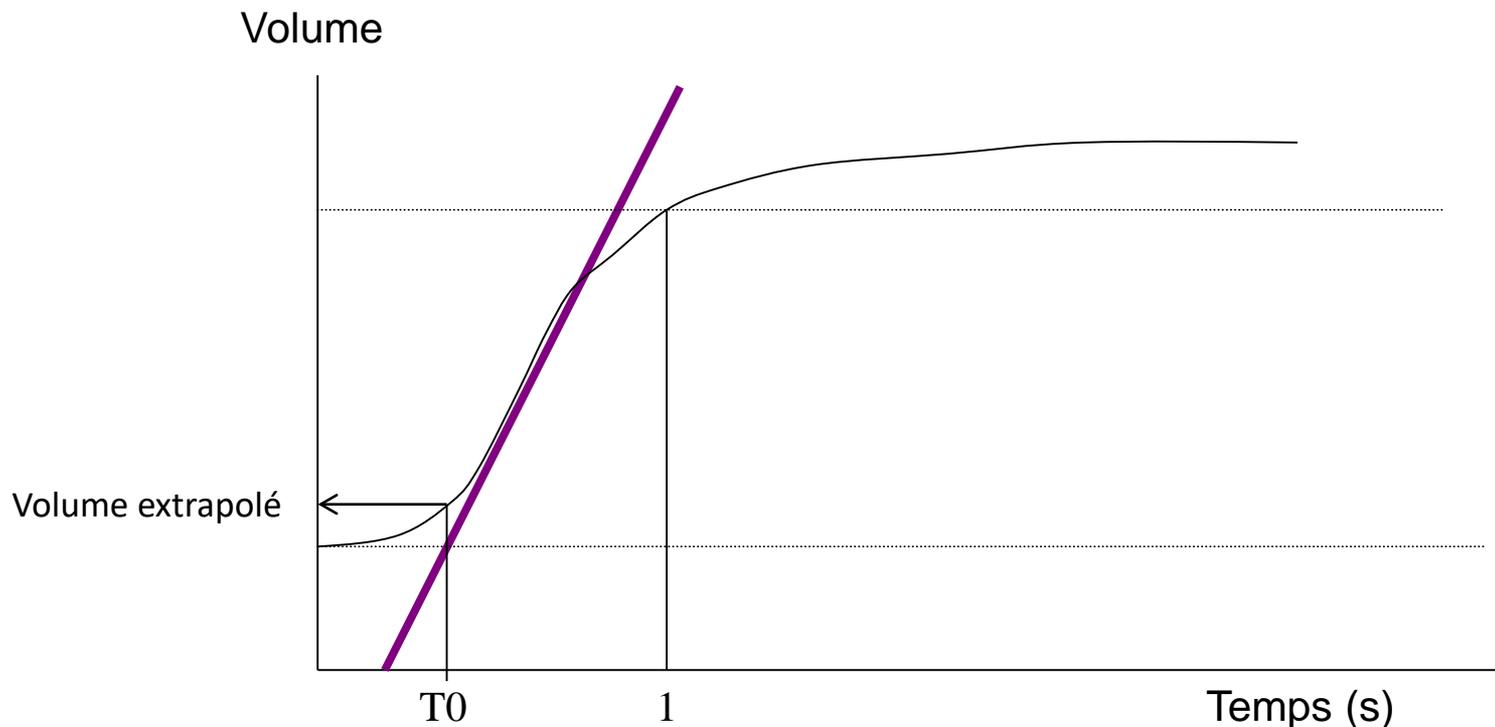
Plateau non atteint

⇒ courbes non interprétables

Pour en savoir plus

Acceptabilité

Évaluer le départ de façon objective
par le calcul du volume extrapolé (1)



Le spiromètre détermine le T_0 à l'intersection de la fin d'inspiration et de la tangente au débit maximal

Le volume extrapolé doit être inférieur à 5 % de la CVF ou 0.15 litre

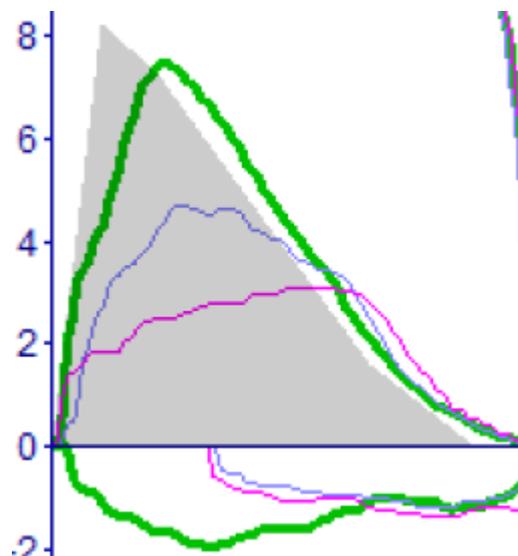
Pour en savoir plus

Acceptabilité

Evaluer le départ de façon objective
par le calcul du volume extrapolé (2)

Exemple de mauvais départ

Capture d'écran



VEXT	mL		270	
------	----	--	-----	--

2- Reproductibilité

- 3 manœuvres techniquement satisfaisantes
- Pour le VEMS et la CVF:
 - Écart < **150 ml** pour les deux paramètres entre les deux meilleures valeurs
- Sinon poursuivre jusqu'à:
 - Obtention de ces critères
 - Maximum de 8 tests
 - Ou sujet incapable de poursuivre
- Sauvegarder les trois meilleurs tests

Interprétation

de courbes acceptables et reproductibles !



Choix des valeurs

- A partir des 3 meilleures courbes reproductibles validées
**le spiromètre* retient automatiquement
la meilleure CVF et le meilleur VEMS,
même s'ils proviennent de courbes différentes**
- Courbe sélectionnée :
courbe ayant la meilleure somme VEMS + CVF

* Il convient de vérifier le paramétrage sur certains spiromètres

Trouble ventilatoire obstructif (TVO)

- Réduction des débits par rapport aux volumes
- Définition : $VEMS/CVF < 70\%$
- BPCO* : $VEMS/CVF$ post bronchodilatateur $< 70\%$

**Recommandations internationales GOLD*

Trouble ventilatoire restrictif (TVR)

- **Définition: diminution de la CPT et de la CV**
 - Nécessite une mesure de CRF pléthysmographique ou par dilution (hélium ou azote).
- La diminution de la CV ne suffit pas pour porter le diagnostic de restriction
 - Ex: obstruction avec distension amputant la CV et la CI (figure)
- **Une baisse de la CV avec un rapport VEMS/CV normal ou élevé doit évoquer une restriction et nécessite une mesure de la CPT pour la confirmer**

Algorithme d'interprétation de la courbe débit volume

VEMS et CVF obtenus sur 3 courbes acceptables et reproductibles
Bon peak flow, expiration de 6s, plateau expiratoire

oui

Non

Refaire la courbe
jusqu'à obtention d'un
résultat satisfaisant

VEMS/CVF < 70%

VEMS/CVF ≥ 70%

CVF normale

CVF basse

VEMS et CVF
bas

VEMS et CVF
normaux

Trouble ventilatoire
obstructif

Suspicion de trouble
ventilatoire mixte

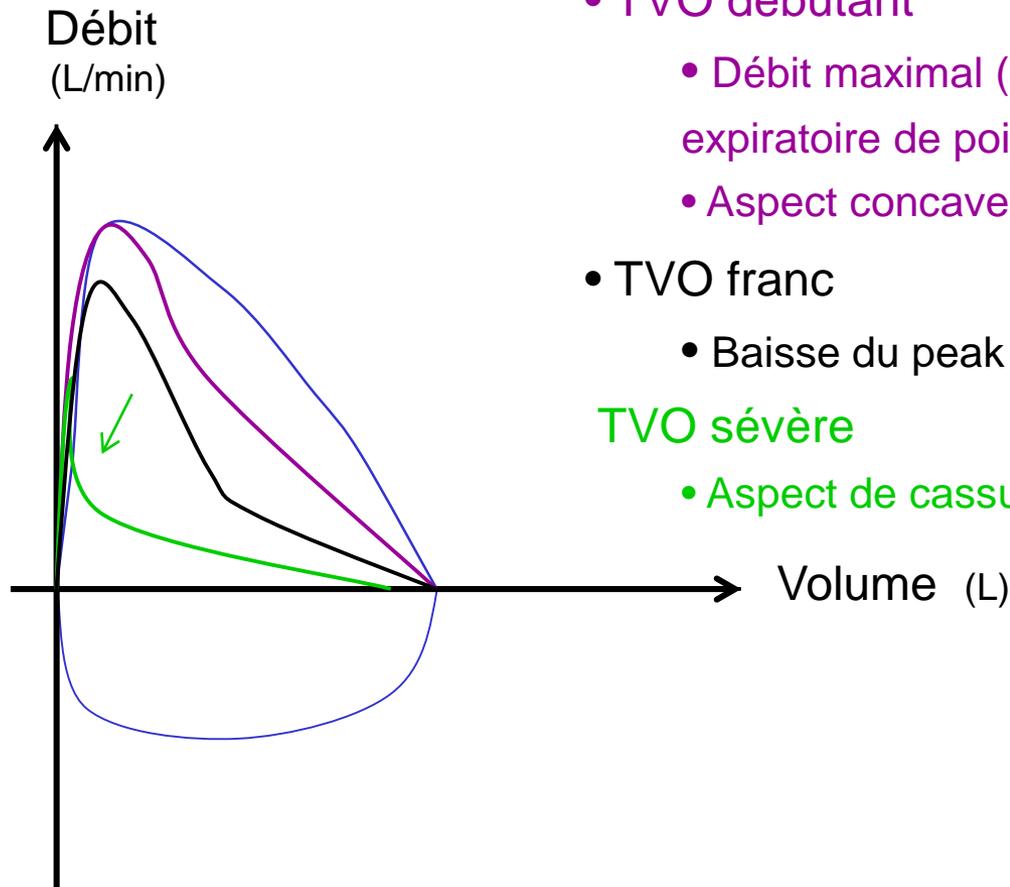
Suspicion de trouble
ventilatoire restrictif

Spirométrie
normale

Tester la réversibilité

Poursuivre les investigations

Courbe débit volume : exemples de TVO



- TVO débutant
 - Débit maximal (peak flow ou débit expiratoire de pointe, DEP) conservé
 - Aspect concave de la courbe
- TVO franc
 - Baisse du peak flow et du VEMS
- TVO sévère
 - Aspect de cassure de la courbe

Réversibilité du TVO?

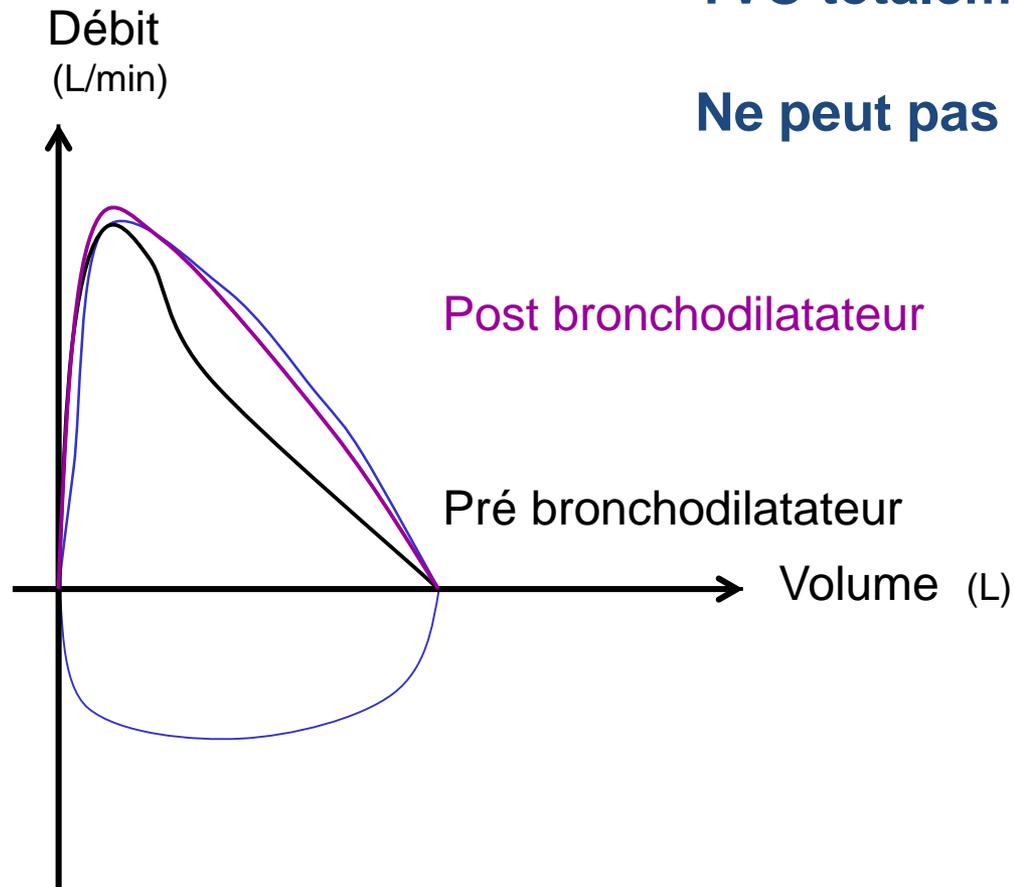
Le TVO est-il réversible?

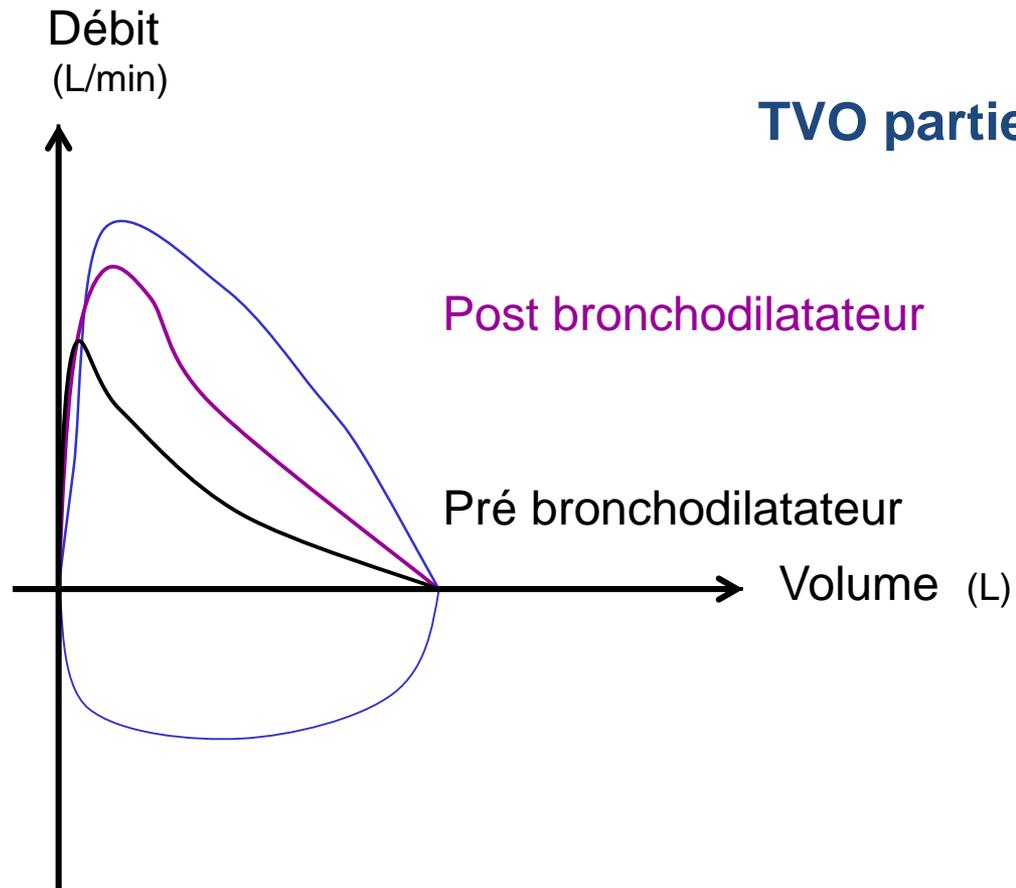
- Recherche d'une réversibilité après bronchodilatateur
 - Administration de 400 µg de salbutamol¹
 - 4 fois 1 bouffée en ADS (Ventoline®), bouffées administrées par l'intermédiaire d'une chambre d'inhalation
 - Ou 4 bouffées d'Airomir® en Autohaler®, ou Ventilastin®
 - Ou autre beta2 agoniste d'action rapide et brève: terbutaline
 - 2^e test 15 min après l'administration du bronchodilatateur

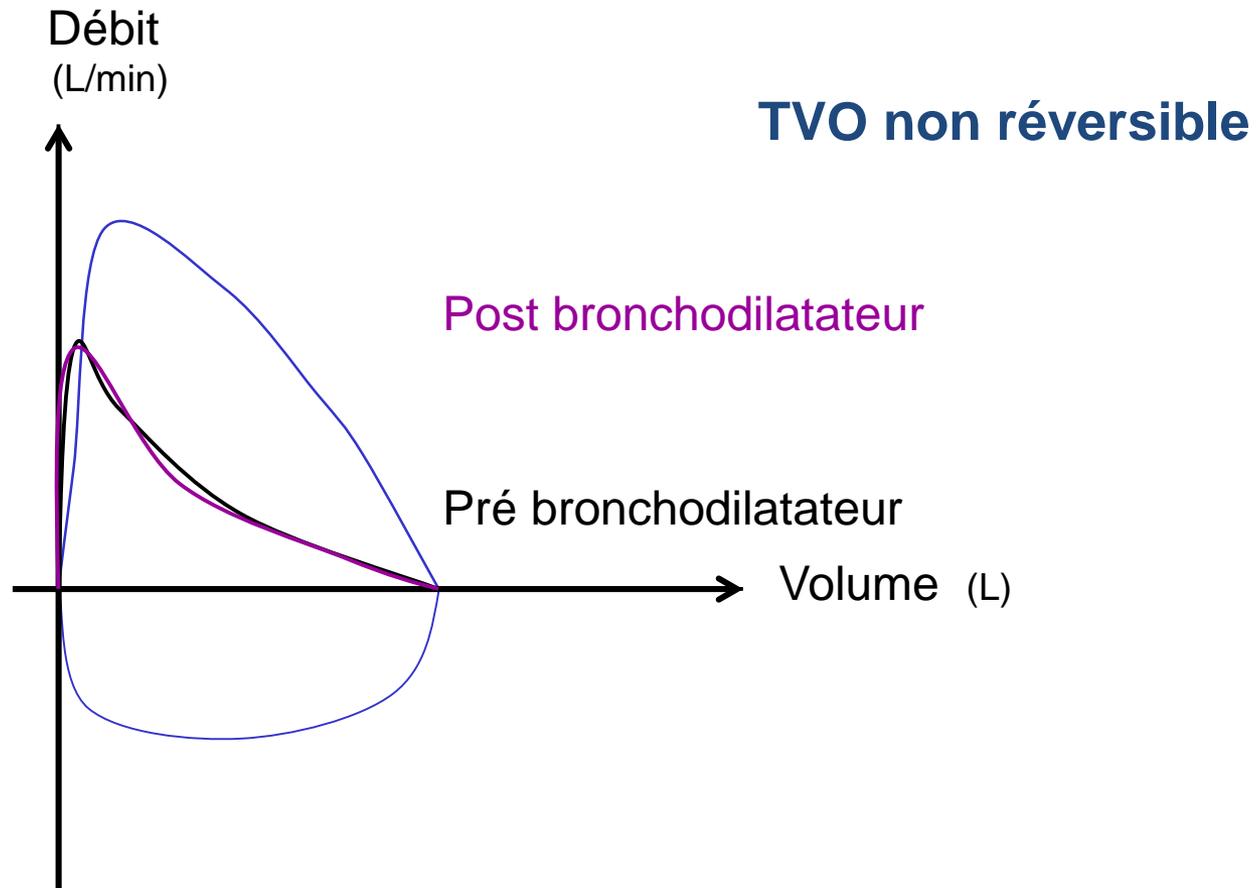
- Interprétation
 - Réversibilité significative:
amélioration d'au moins 12% **et** au moins 200ml par rapport à la valeur initiale
 - VEMS/CV post bronchodilatateur normal : TVO complètement réversible
 - VEMS/CV post bronchodilatateur < normal TVO partiellement réversible
 - Pas d'amélioration significative après bronchodilatateur
 - TVO non réversible

TVO totalement réversible

Ne peut pas être une BPCO !





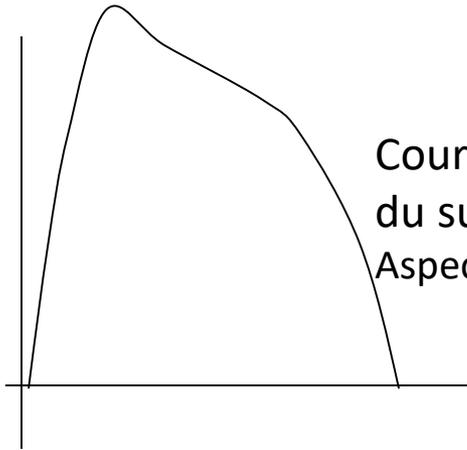


Réversibilité: limites

- Le diagnostic de BPCO impose de disposer d'une mesure après bronchodilatateur montrant la persistance du TVO.
- Si une première mesure est effectuée préalablement à l'administration de bronchodilatateur, cela permet de calculer le niveau de réversibilité.
- A savoir sur BPCO et réversibilité :
 - Une réversibilité partielle n'exclut pas le diagnostic de BPCO
 - La réversibilité peut être variable d'un jour à l'autre chez le patient BPCO
 - Une réversibilité « importante » (400 ml ou plus, par exemple) doit faire suspecter un asthme :
 - diagnostic différentiel de la BPCO ou asthme associé à la BPCO
 - Mais il n'y a pas de seuil de réversibilité séparant clairement BPCO et asthme

Interprétation de la courbe débit volume suite

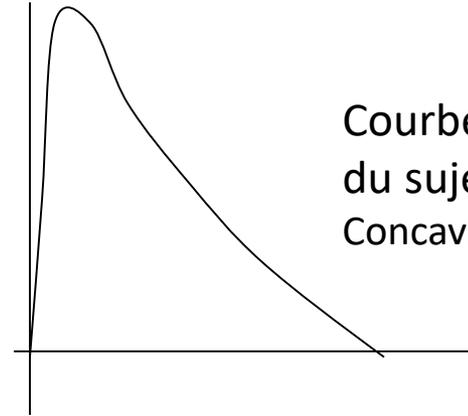
Aspects caractéristiques



Courbe normale

 du sujet jeune

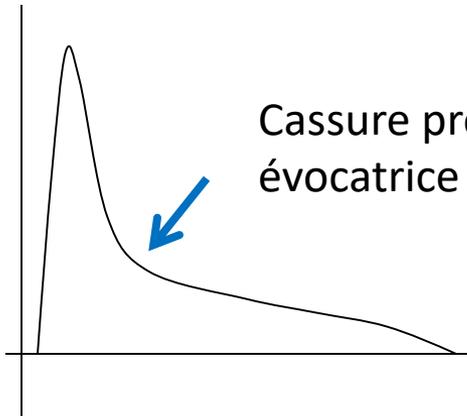
 Aspect en dog's Knee



Courbe normale

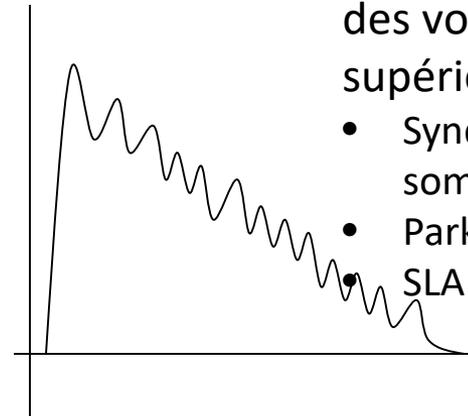
 du sujet âgé

 Concavité modérée



Cassure précoce

 évocatrice d'emphysème



Aspect en dent de scie

 (instabilité du calibre

 des voies aériennes

 supérieures)

- Syndrome d'apnée du sommeil
- Parkinson
- SLA

Le compte rendu doit comporter

- Nom, prénom, date de naissance du malade, taille, poids
- Indication clinique incluant la symptomatologie et facteurs de risque respiratoires
- Qualité de réalisation des manœuvres
- Existence ou non d'un syndrome obstructif
 - Sévérité du syndrome obstructif si présent
 - En cas de syndrome obstructif, si un test de réversibilité est effectué :
 - Agent bronchodilatateur utilisé, dose administrée
 - Amplitude de changement du VEMS
 - Caractère significatif ou non de la réversibilité
- Eventuels éléments évocateurs de syndrome restrictif
- Nom et signature du praticien

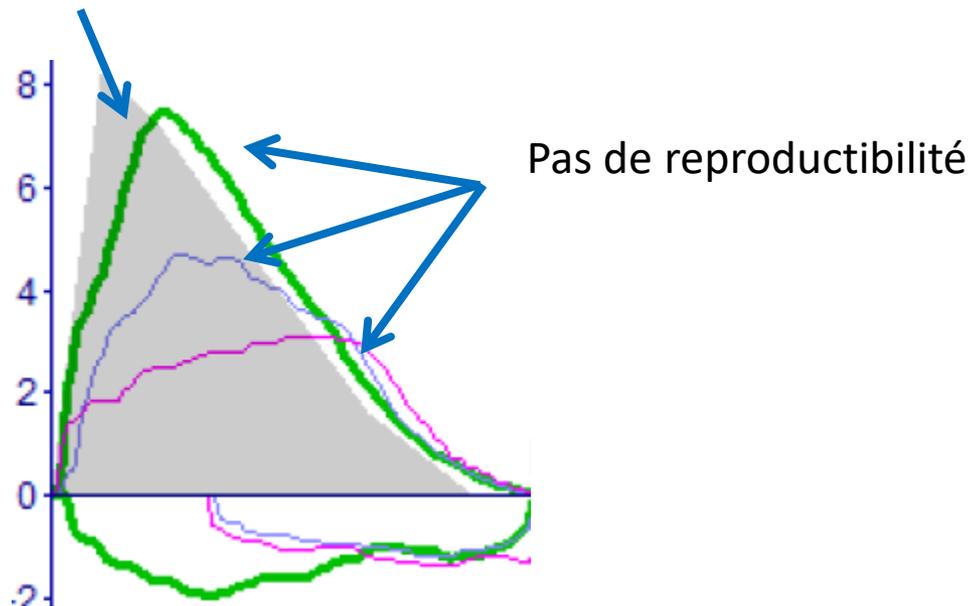
Le compte rendu doit être archivé

Quiz

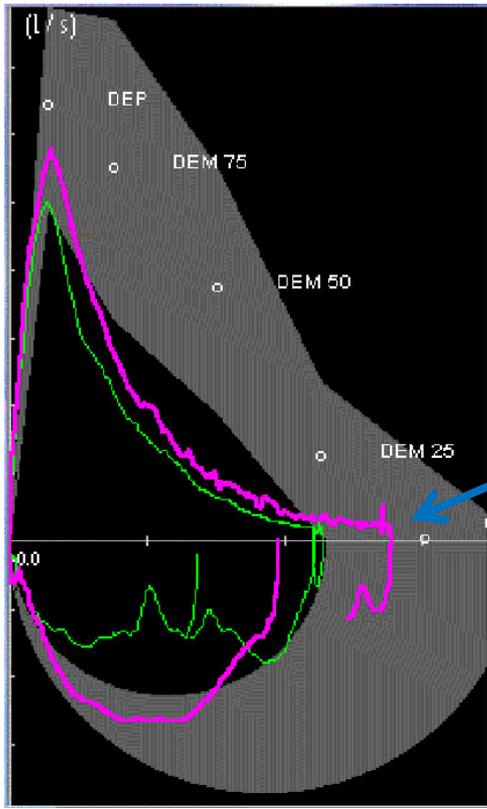
acceptabilité reproductibilité

Votre avis?

Mauvais départ

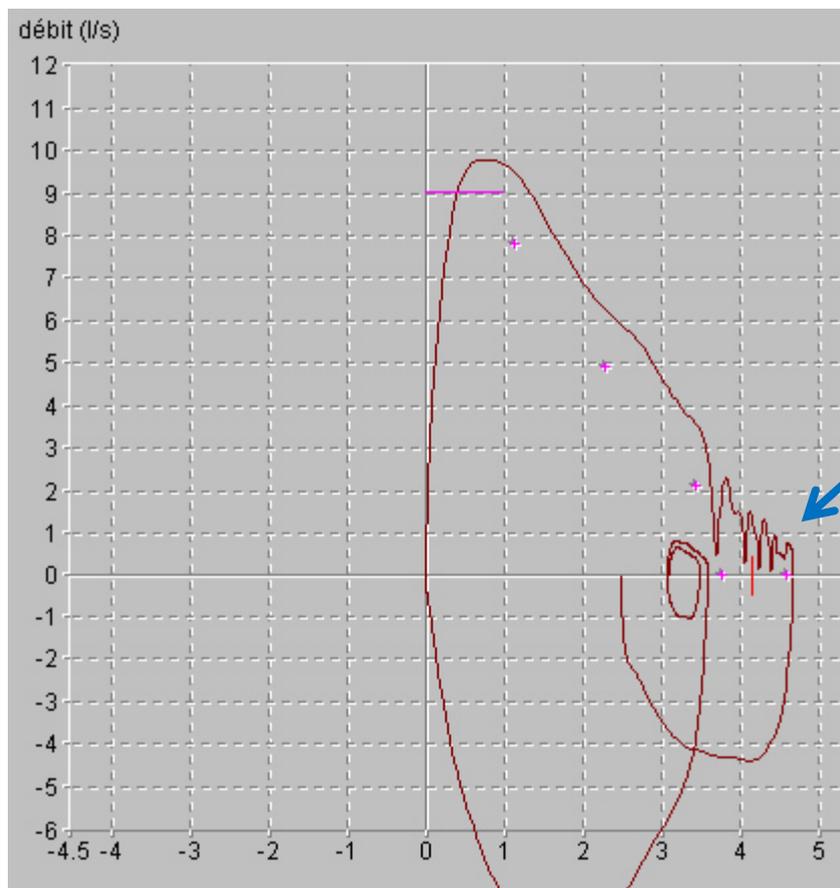


Votre avis?



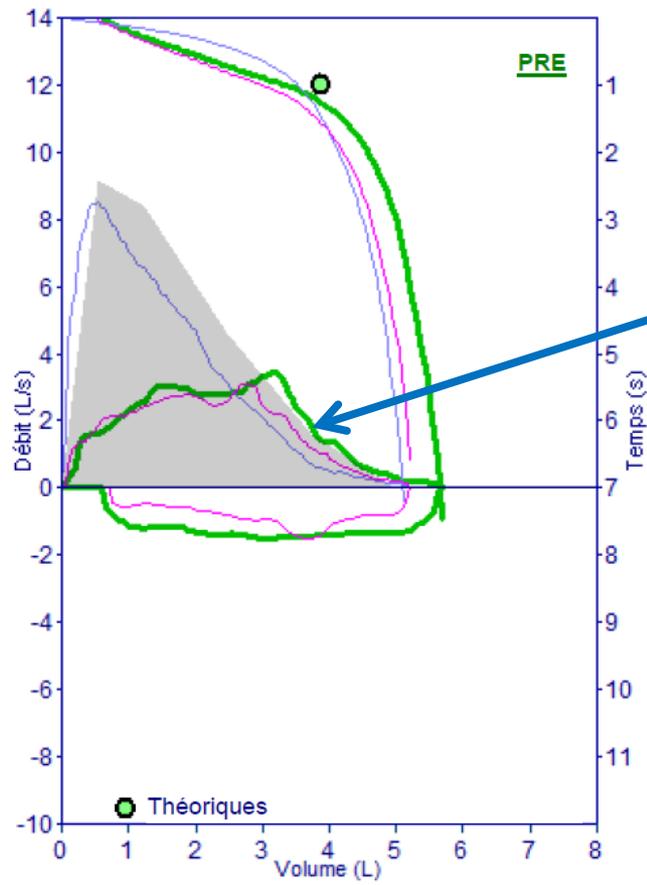
Fin d'expiration précoce

Votre avis?



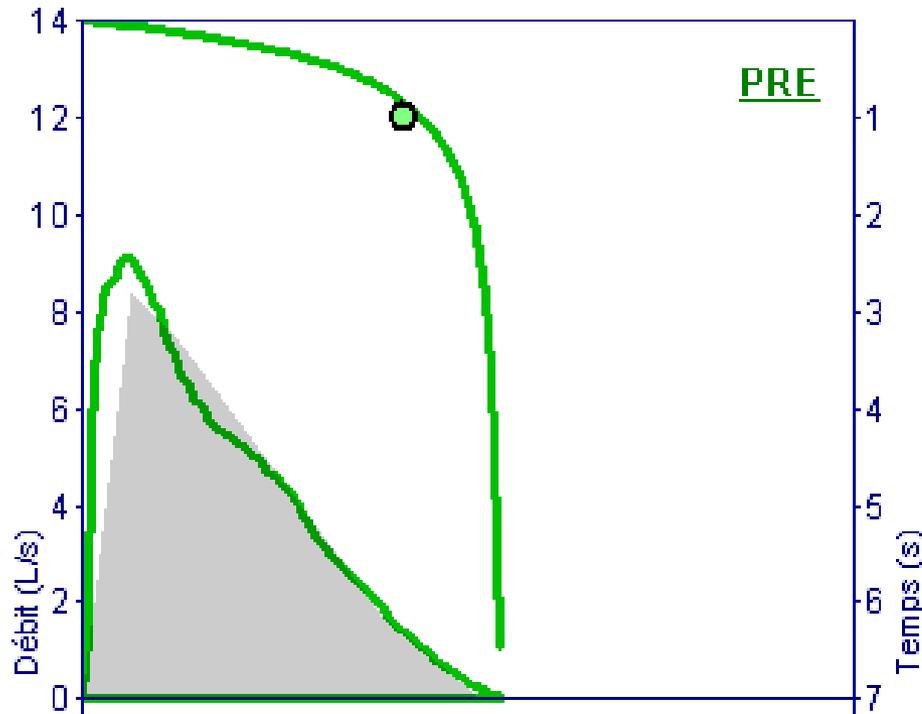
Toux en fin d'expiration

Votre avis?



Effort sous maximal

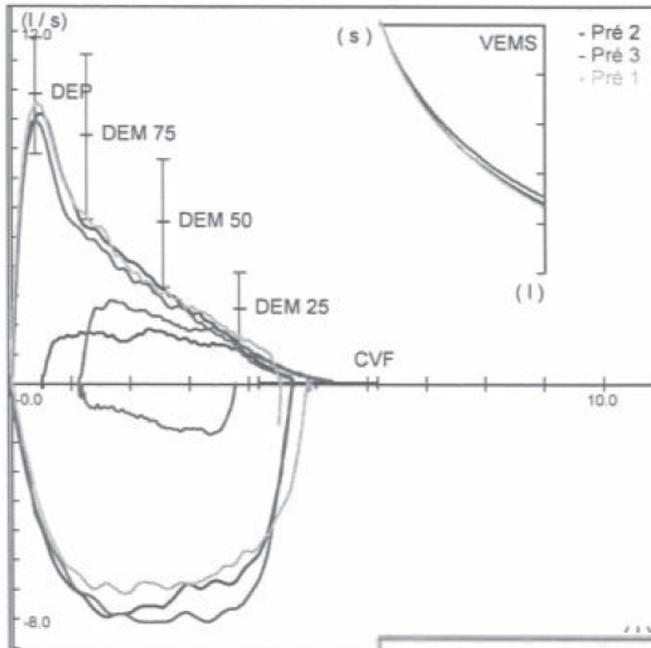
Votre avis ?



Enfin une belle courbe !

Quiz Interprétation

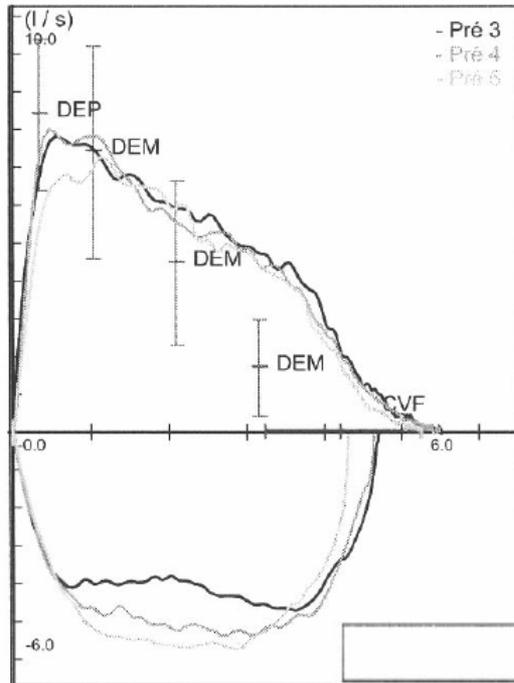
Votre avis?



Première CV sous estimée (4,54 vs 5,39)
Bonne reproductibilité sur les VEMS (3,77 et 3,74)
TVO léger

	Théo.	Pré 2	%Th.	Pré 3	%Th.	Pré 1	%Th.
Capacité Vitale Forcée							
CVF (l)	5.16	5.39	104	5.38	104	4.54	88
VEMS (l)	4.31	3.74	87	3.58	83	3.77	87
VEMS / CVF (%)	82	69	85	66	81	83	102
DEP (l/s)	9.81	9.17	93	8.97	91	9.53	97
DEM 75 (l/s)	8.40	5.26	63	4.90	58	5.89	70
DEM 50 (l/s)	5.47	2.98	54	2.56	47	3.48	64
DEM 25 (l/s)	2.53	1.07	42	1.13	45	2.16	86
DEM 25-75 (l/s)	4.84	2.59	54	2.37	49	3.48	72

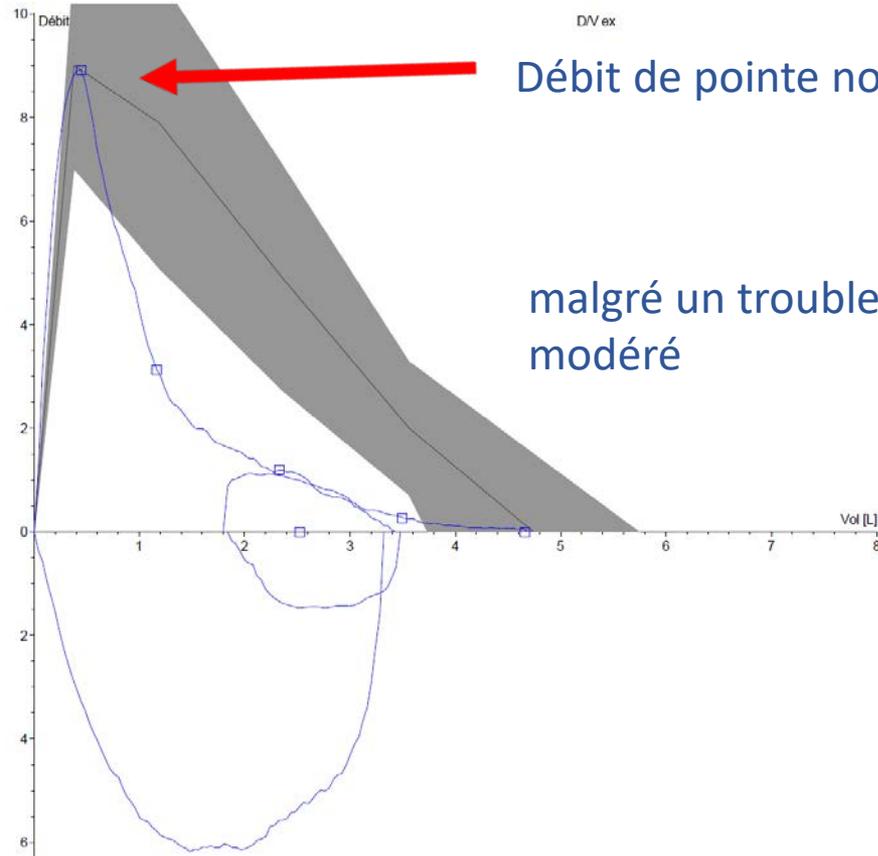
Votre avis?



Courbe normale
Les petites oscillations sont acceptables

	Théo.	Pré 3	%Th.	Pré 4	%Th.	Pré 5	%Th.
Capacité Vitale Forcée							
CVF (l)	4.24	5.52	130	5.49	130	5.26	124
VEMS (l)	3.34	4.55	136	4.49	134	4.41	132
VEMS / CVF (%)	76	83	108	82	107	84	110
DEP (l/s)	8.38	7.81	93	8.01	96	7.26	87
DEM 75 (l/s)	7.40	6.77	91	6.89	93	6.83	92
DEM 50 (l/s)	4.46	5.12	115	5.22	117	4.79	107
DEM 25 (l/s)	1.69	2.55	151	2.38	141	2.60	154
DEM 25-75 (l/s)	3.53	4.91	139	4.63	131	4.88	138

		Pré	Théo	% Théo
CVF	L	4.66	4.74	98
VEMS	L	2.52	3.77	67
VEMS % CVF	%	54.10	77.49	70
VEMS % CV MAX	%	54.10	77.49	70
DEMM 25/75	L/s	0.85	3.91	22
DEP	L/s	8.92	9.00	99



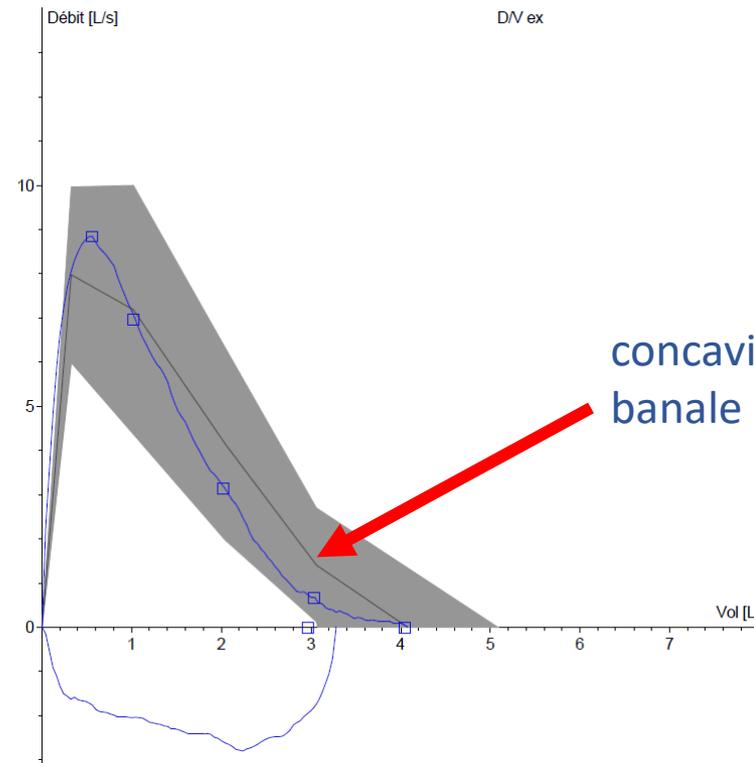
Débit de pointe normal

malgré un trouble ventilatoire obstructif modéré

Votre avis?

		Pré	Théo	% Théo
CVF	L	4.04	4.08	99
VEMS	L	2.97	3.07	96
VEMS % CVF	%	73.40	73.71	100
VEMS % CV MAX	%	73.40	73.71	100
DEMM 25/75	L/s	2.06	2.97	69

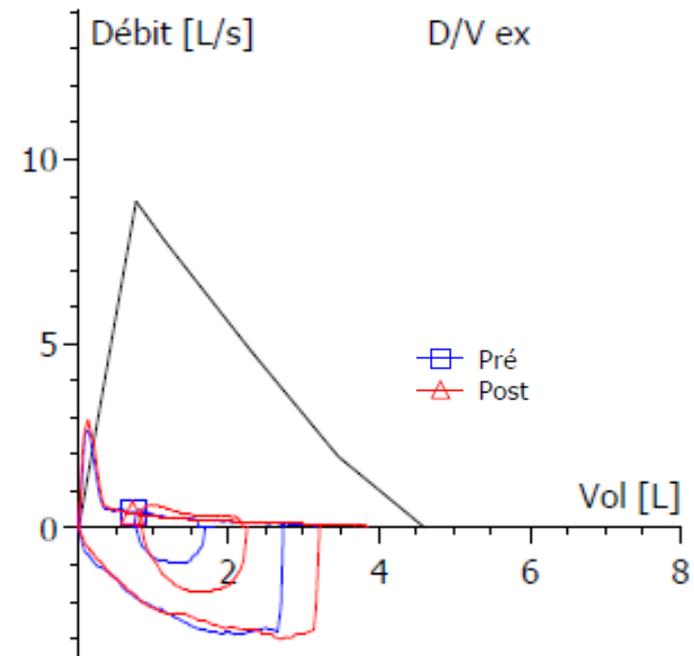
Homme de 75 ans



Votre interprétation ?

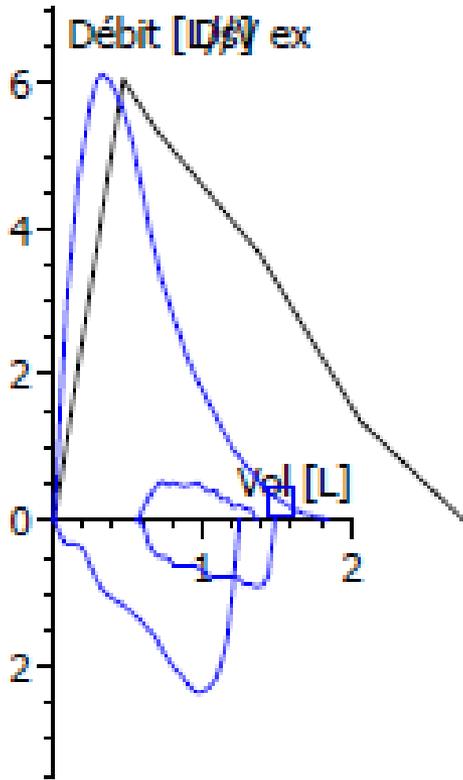
Date		Obs .	Préd.	Obs/Pr	Post .	D%2-1
		15/05/08			15/05/08	
CVF	[L]	3.15	4.60	68	3.83	122
VEMS	[L]	0.71	3.65	19	0.70	100
VEMS % CVF	[%]	22.41			18.38	82
VEMS % CV MAX	[%]	21.21	77.31	27	17.32	82
DEMM 25/75	[L/s]	0.21	3.83	5	0.18	86

TVO sévère stade IV
avec cassure précoce de la courbe évocatrice
d'emphysème (collapsus bronchique
expiratoire précoce)



Votre interprétation ?

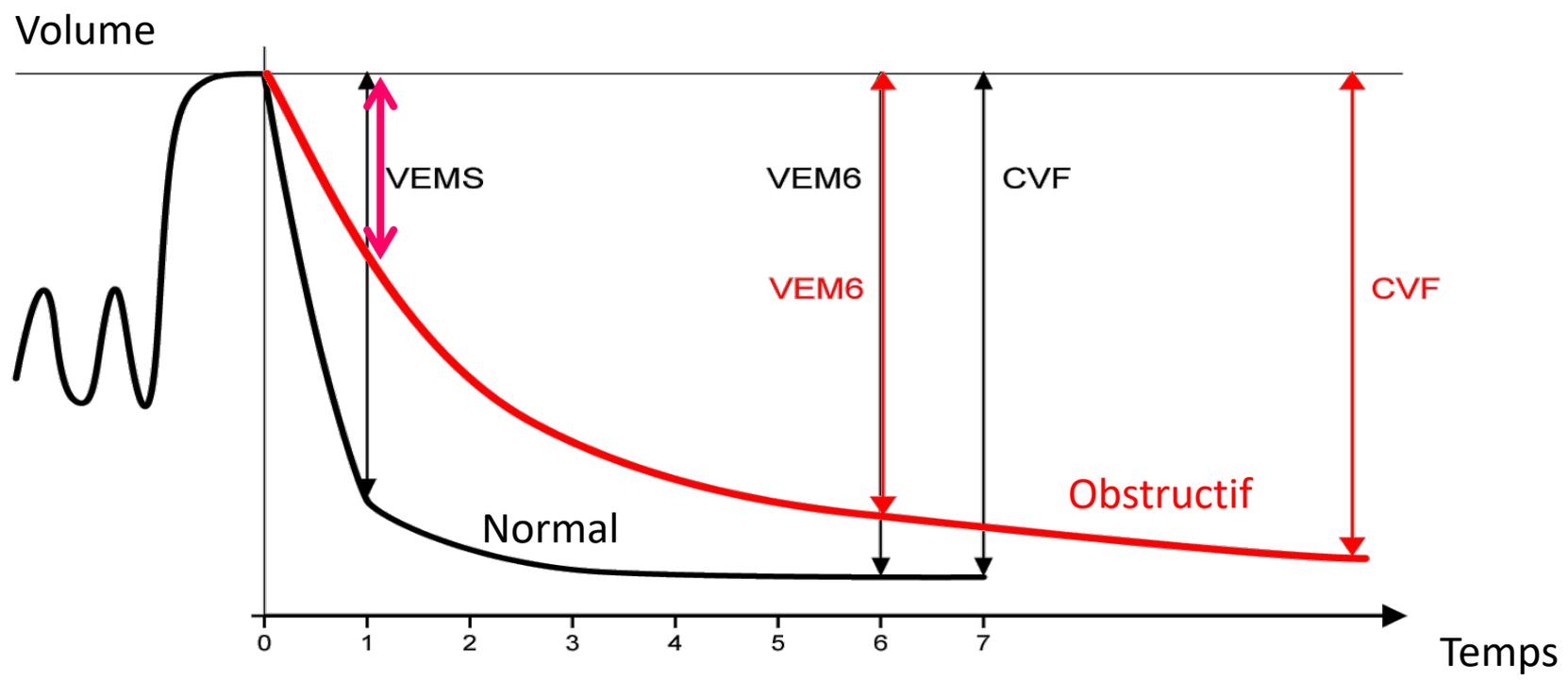
Femme de 59 ans, bilan de dyspnée



		Obs.	Préd.	Obs/Pr
Date		13/07/04		
Heure		10:54:26		
CVF	[L]	1.83	2.75	66
VEMS	[L]	1.51	2.32	65
VEMS % CVF	[%]	82.60		
VEMS % CV MAX	[%]	74.82	77.89	96
DEMM 25/75	[L/s]	1.65	2.94	56
DEP	[L/s]	6.09	6.03	101

Pas de TVO mais baisse homogène de la CVF et du VEMS
→ forte suspicion de trouble ventilatoire restrictif

Capacité vitale forcée et VEM6



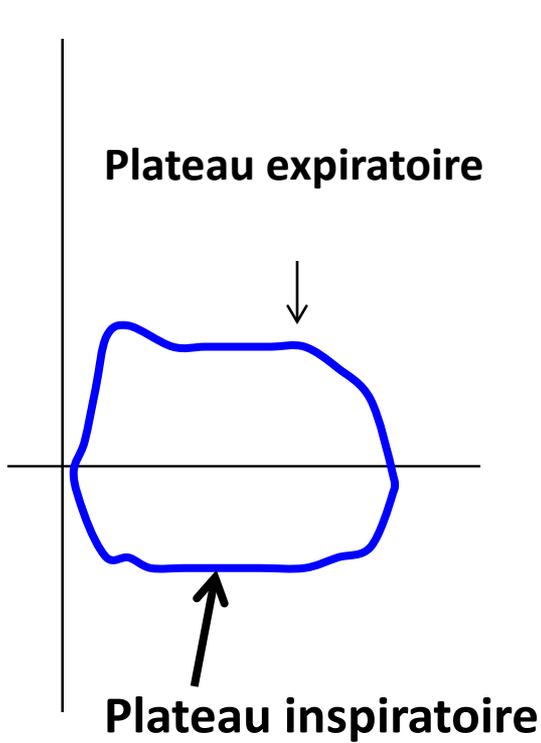
- Volume expiré à 6 secondes de l'expiration forcée
- Alternative à la CVF
 - si le critère de fin d'expiration n'est pas obtenu (critères ATS)
- Plus facile à obtenir qu'une CVF complète
- Le VEMS/VEM6 a une sensibilité voisine de celle du VEMS/CVF pour le diagnostic d'obstruction
- $VEMS/VEM6 < 0,73 \approx VEMS/CVF < 0,7$

Courbe débit volume inspiratoire

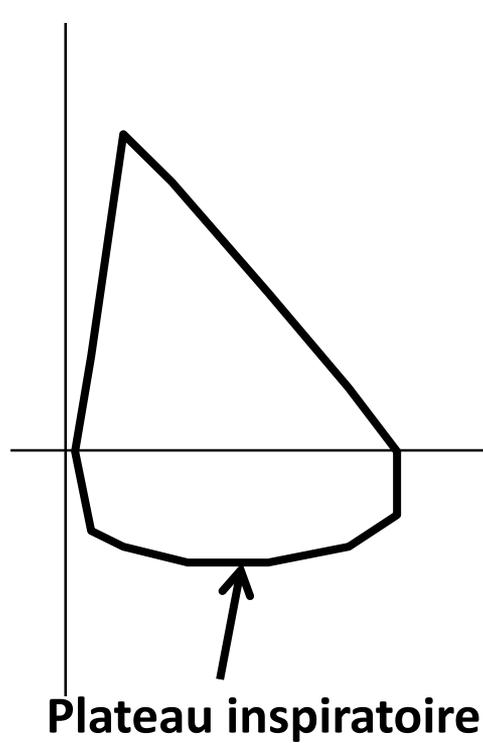
- Plateau inspiratoire (figure dia suivante)
 - Correspond à une obstruction des voies aériennes centrales extra thoraciques
 - Laryngé: exemple dysfonction des cordes vocales
 - Trachéale haute
 - Associée ou non à un plateau expiratoire
 - La sensibilité de ce signe est cependant modérée

Pour en savoir plus

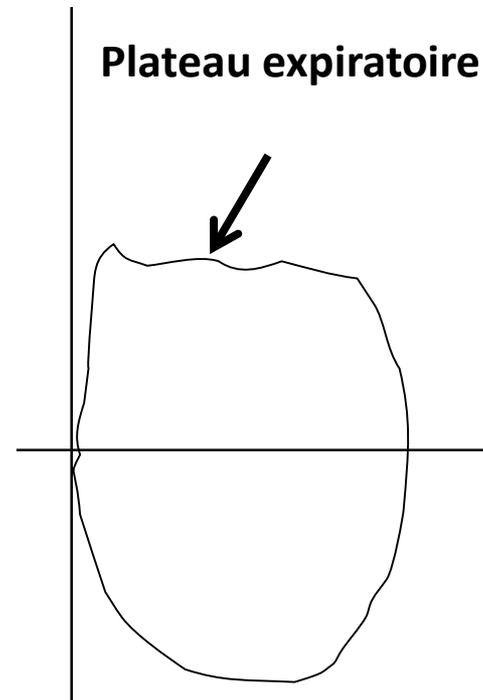
Obstruction des VAS



Obstruction fixe



Obstruction variable
extra-thoracique



Obstruction variable
intra-thoracique