

BPCO

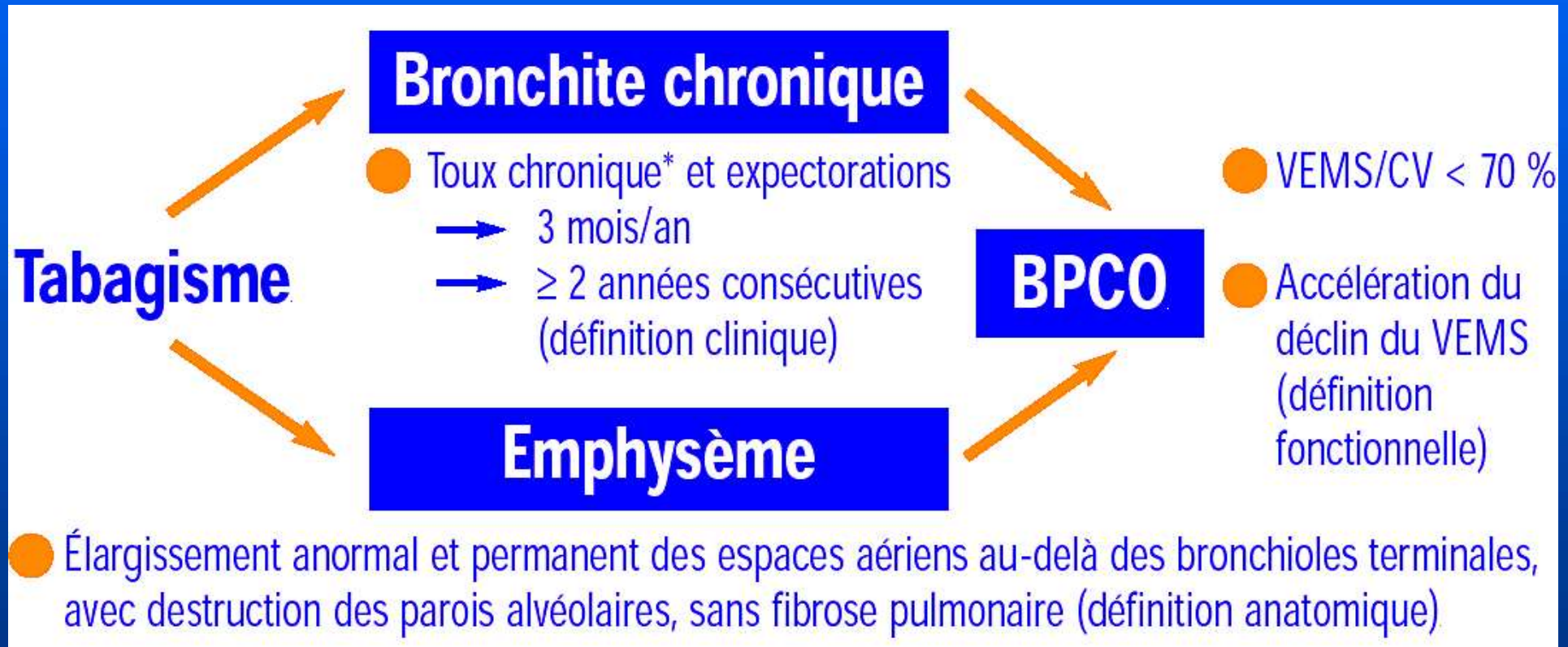
**Sémiologie
de l'obstruction bronchique
et
de la distension pulmonaire**

De la physiopathologie à la clinique

Actualisé 2025

Dominique DELPLANQUE

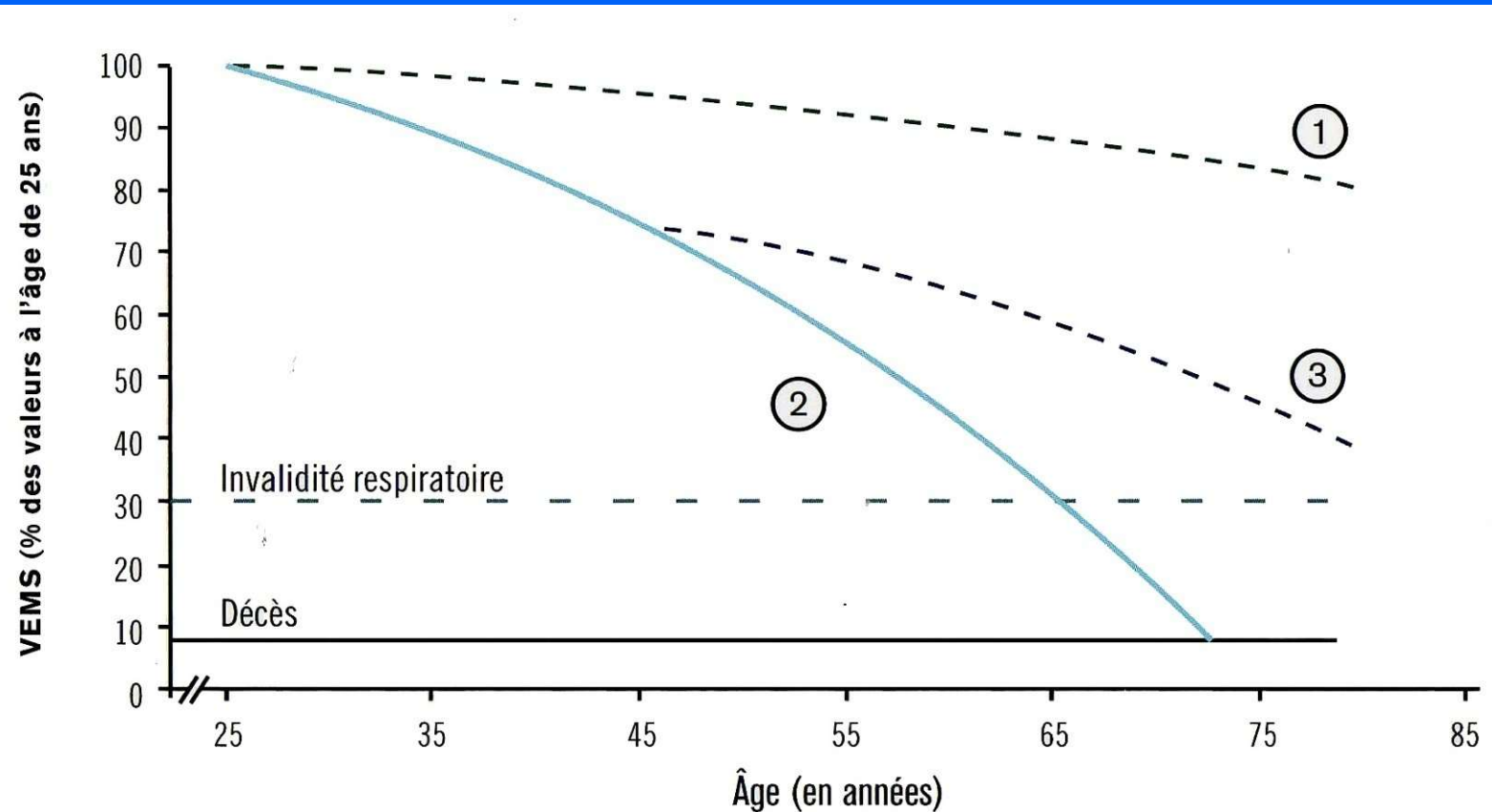
BPCO: Définition



BPCO: Définition

- **Définition fonctionnelle: trouble ventilatoire obstructif (VEMS/CV<70%)**
- **Diminution progressive, supérieure à la normale et irréversible du VEMS.**
- **Maladie lentement progressive**
- **Chez 15 à 20% des fumeurs, sensibles, développement progressif d'une bronchiolite et emphysème responsables d'une diminution exagérée du VEMS**

Déclin du VEMS



- ① Sujets non fumeurs et fumeurs dits "peu sensibles au tabac" en termes de fonction respiratoire.
- ② Sujets fumeurs sensibles aux effets de la fumée de cigarette.
- ③ Sujets ayant arrêté le tabagisme.

Arrêt du tabagisme sur l'évolution fonctionnelle respiratoire

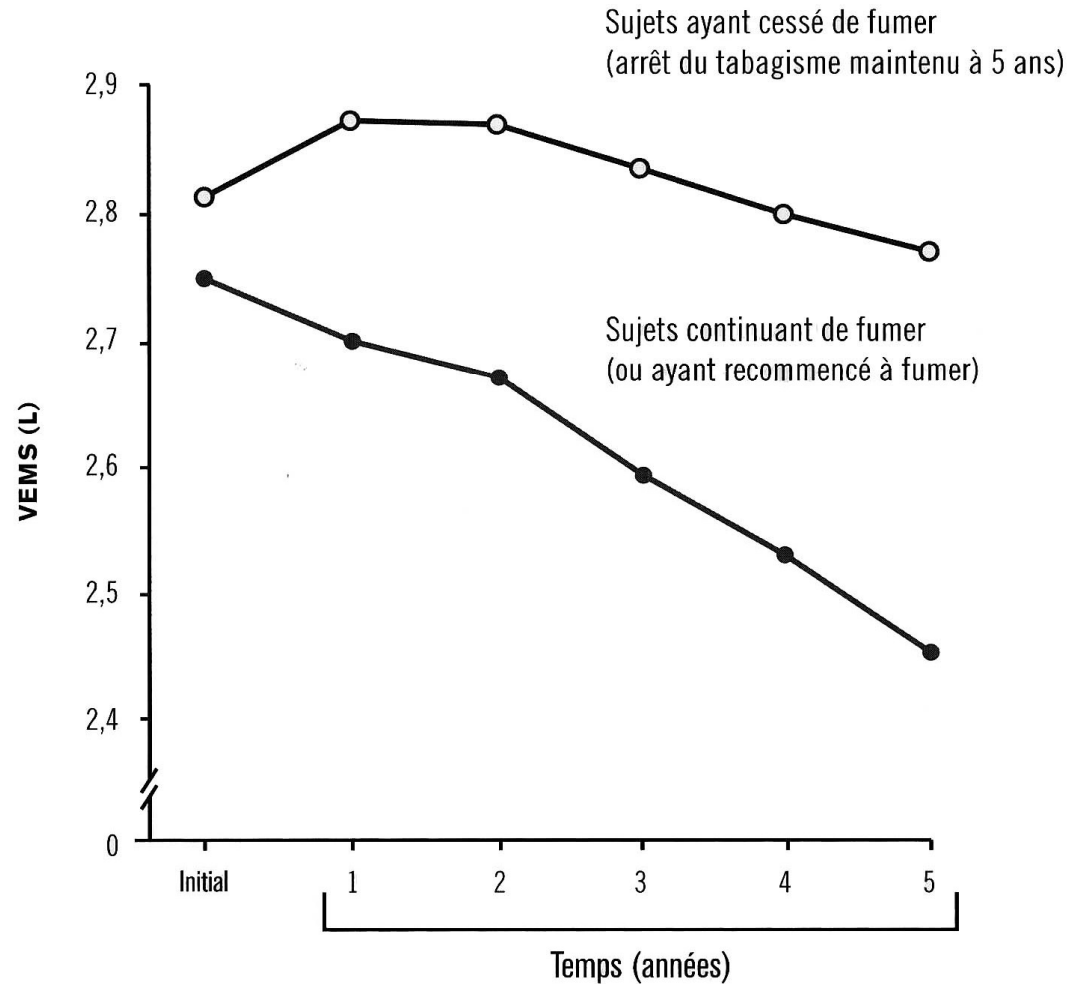


Figure 5 : Influence de l'arrêt du tabac sur le déclin de la fonction respiratoire, chez des patients recevant un programme intensif d'arrêt du tabac et un placebo (n = 1 962, dont 22 % ont maintenu leur arrêt du tabac à 5 ans) : sur 5 ans, le VEMS baisse en moyenne de 72 vs 301 mL⁽⁵⁾.

Anthonisen NR., Connet FE., Kiley JP. Et al. Effects of smoking intervention and the use of an inhaled anticholinergic bronchodilator on the rate of decline of FEV1. The lung Health Study. *Jama*, 1994, 272: 1497-505

La BPCO

- **Maladie chronique et lentement progressive, caractérisée fonctionnellement par une diminution non complètement réversible des débits aériens (syndrome obstructif) (Similowski)**
- **BPCO = maladie générale avec inflammation bronchique et systémique**
- **Atteinte musculaire périphérique: inflammation systémique (stress oxydatif), dénutrition, hypoxémie, sédentarité.**

La BPCO

- **Syndrome obstructif peu ou pas réversible avec un déclin accéléré du VEMS, associée à des comorbidités qu'il convient d'évaluer car conditionnent le pronostic.**

SPLF

La BPCO

- « La BPCO est une maladie générale à point de départ respiratoire. L'objet clinique d'un programme de réhabilitation respiratoire est la maladie générale, en stabilisant la maladie pulmonaire »

BPCO → IRCO

du trouble fonctionnel au trouble biologique

Dyspnée d'effort - handicap respiratoire

BPCO



IRCO

(hypoxémie ± hypercapnie)



(oxygénothérapie)

Classification

- **Stage I: Mild** **FEV1/FVC < 0.70**
- **FEV1 \geq 80% predicted**
-
- **Stage II: Moderate** **FEV1/FVC < 0.70**
- **50% \leq FEV1 < 80% predicted**
-
- **Stage III: Severe** **FEV1/FVC < 0.70**
- **30% \leq FEV1 < 50% predicted**
-
- **Stage IV: Very Severe** **FEV1/FVC < 0.70**
- **FEV1 < 30% predicted or**
- **FEV1 < 50% predicted *plus***
chronic respiratory failure

Impact de la BPCO en terme de santé publique

Données sur la prévalence en France

- La prévalence de la BPCO augmente avec l'âge et la consommation de tabac. Les personnes de plus de 65 ans constituent la population la plus concernée par la BPCO.
- Une estimation fait état de 1,2 à 2 millions de bronchitiques chroniques sans autre maladie associée et de 1,6 à 2,8 millions avec des maladies associées comme l'asthme .

*DGS/ GTNDO, « Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive »
Ministère de la Santé et des Solidarités, Programme d'actions en faveur de la
broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) : « connaître,
prévenir et mieux prendre en charge la BPCO » 2005-2010*

Impact de la BPCO en terme de santé publique

Impact en termes de morbidité et sur les dépenses de santé

- Environ 170.000 personnes en ALD pour IR fin 2006
- Entre 67.000 et 89.000 personnes BPCO prises en charge à domicile pour O2 ou VNI
- 105.800 hospitalisations /an pour BPCO en 2005 pour 84.242 patients: Dépense estimée: 370 millions d'euros
- Les exacerbations sont responsables d'une mortalité hospitalière immédiate: de 2,5 à 30% selon la sévérité de la BPCO - 25 à 30% de décès sont observés dans les 3 années suivant l'hospitalisation pour exacerbation.

(Les Asclépiades – THALES – Etude DGS/BPCO – novembre 2007)

Dépenses de santé



- **Maladies respiratoires en Europe: 102 milliards d'euros, soit 118 euros/habitant/an**
- **Coûts indirects BPCO = 75% des coûts indirects des maladies respiratoires**
- **BPCO = 800.000 journées de travail perdues**

**La BPCO est un véritable problème
de santé publique**

BPCO

Limitation débit expiratoire

Air piégé

Distension pulmonaire

Exacerbations

ESSOUFFLEMENT

Déconditionnement

Inactivité

Qualité de vie

Diminution des capacités d'exercice

Répercussions systémiques

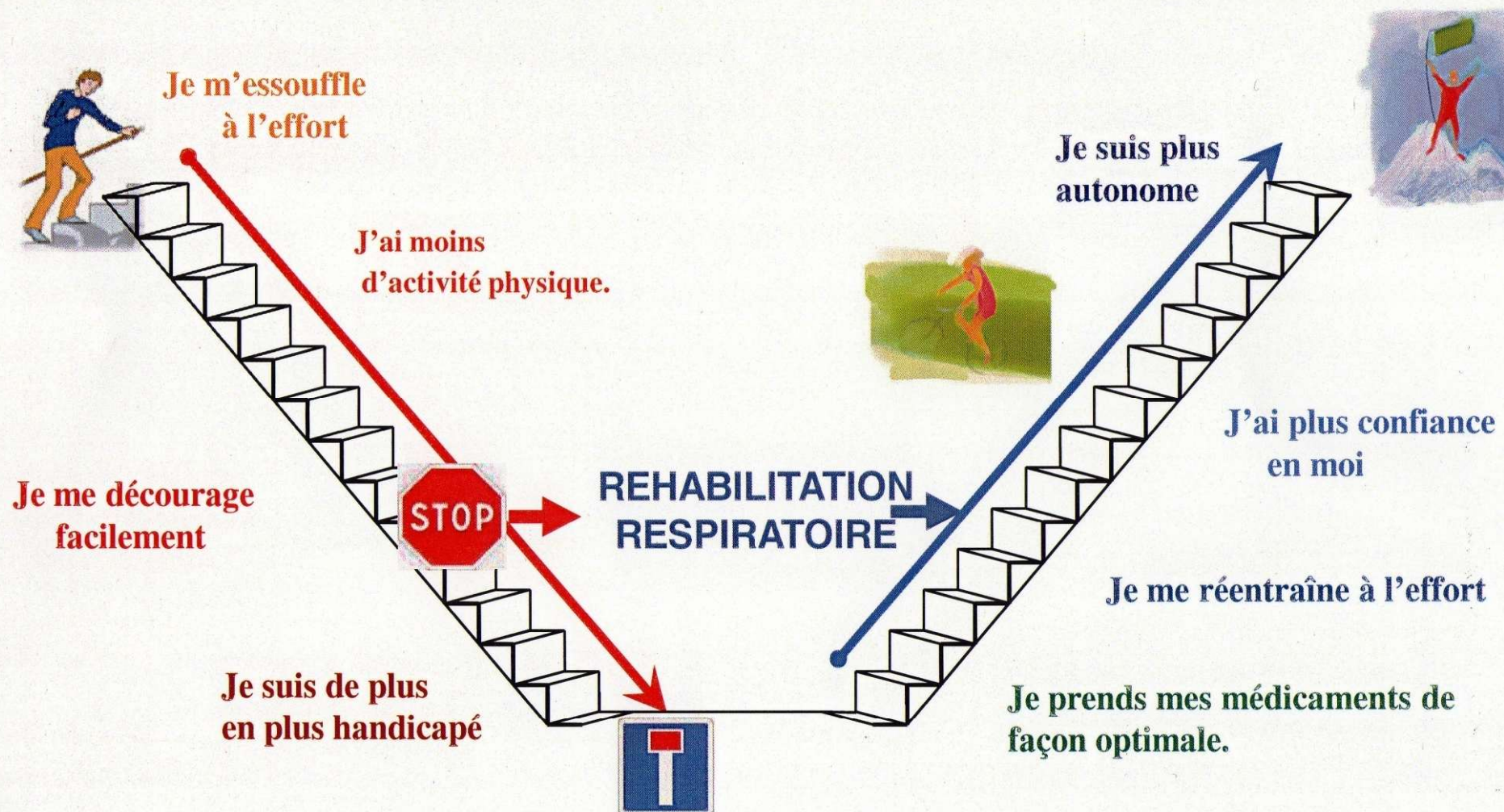
(perte musculaire, maladie cardiovasculaire, perte de poids, dépression, ostéoporose)



MALADIES RESPIRATOIRES CHRONIQUES

De la spirale des conséquences...

... à la qualité de vie



PARLEZ-EN À VOTRE MEDECIN ET À VOTRE KINESITHEREPEUTE

www.recupair.org

01 42 18 00 65

L'obstruction bronchique

- **Obstacle à la circulation, Résistance au flux gazeux augmentée.**
- **Limitation des débits gazeux dans les voies aériennes**
- **Limitation objectivable sur les courbes débit/volume**
- **Chez un sujet sain, les VAD représente 20% des résistances, dans l'asthme et BPCO: 60%**

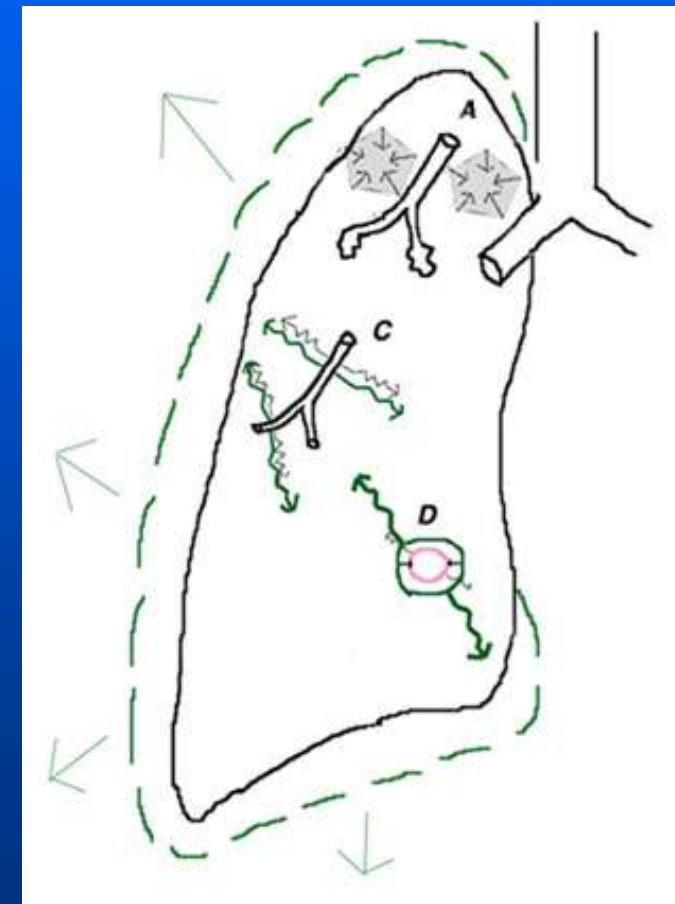
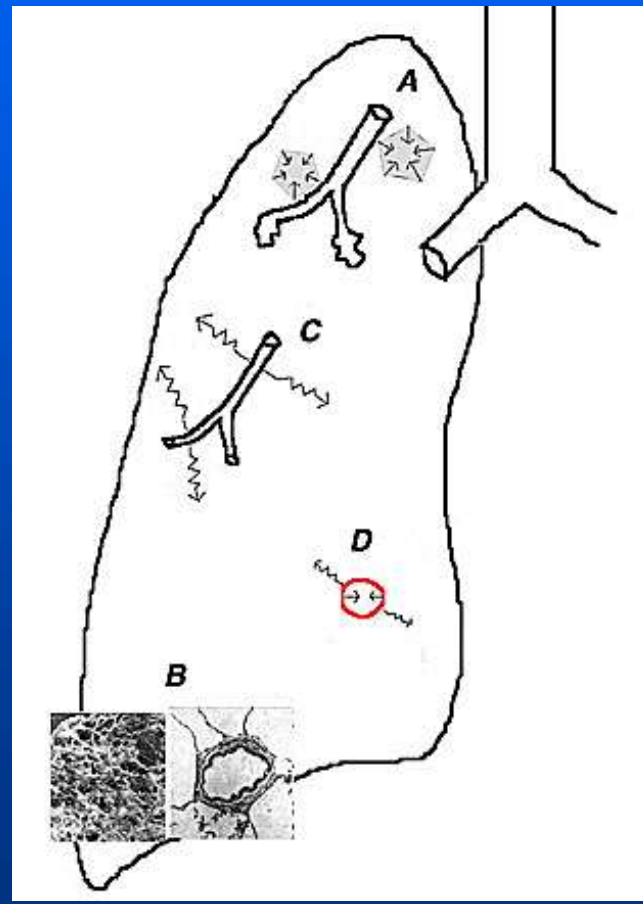
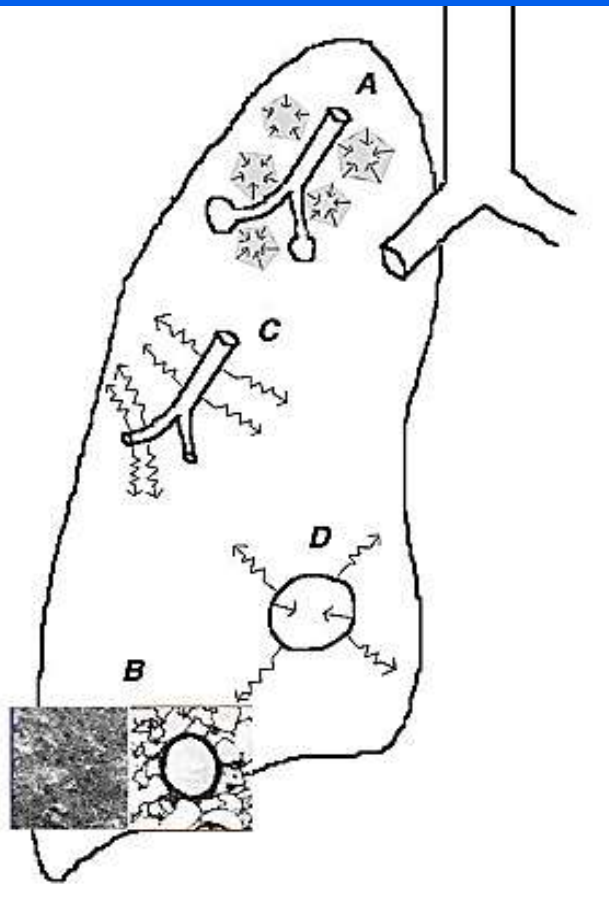
Origines de l'obstruction

Origine extrinsèque

- **Diminution de la pression de rétraction élastique du poumon (P_{el}) avec diminution de l'effet d'ancrage sur les parois bronchiques dont le calibre diminue**

phénomène majoré à bas volume pulmonaire

Effets de la Pel sur le calibre bronchique

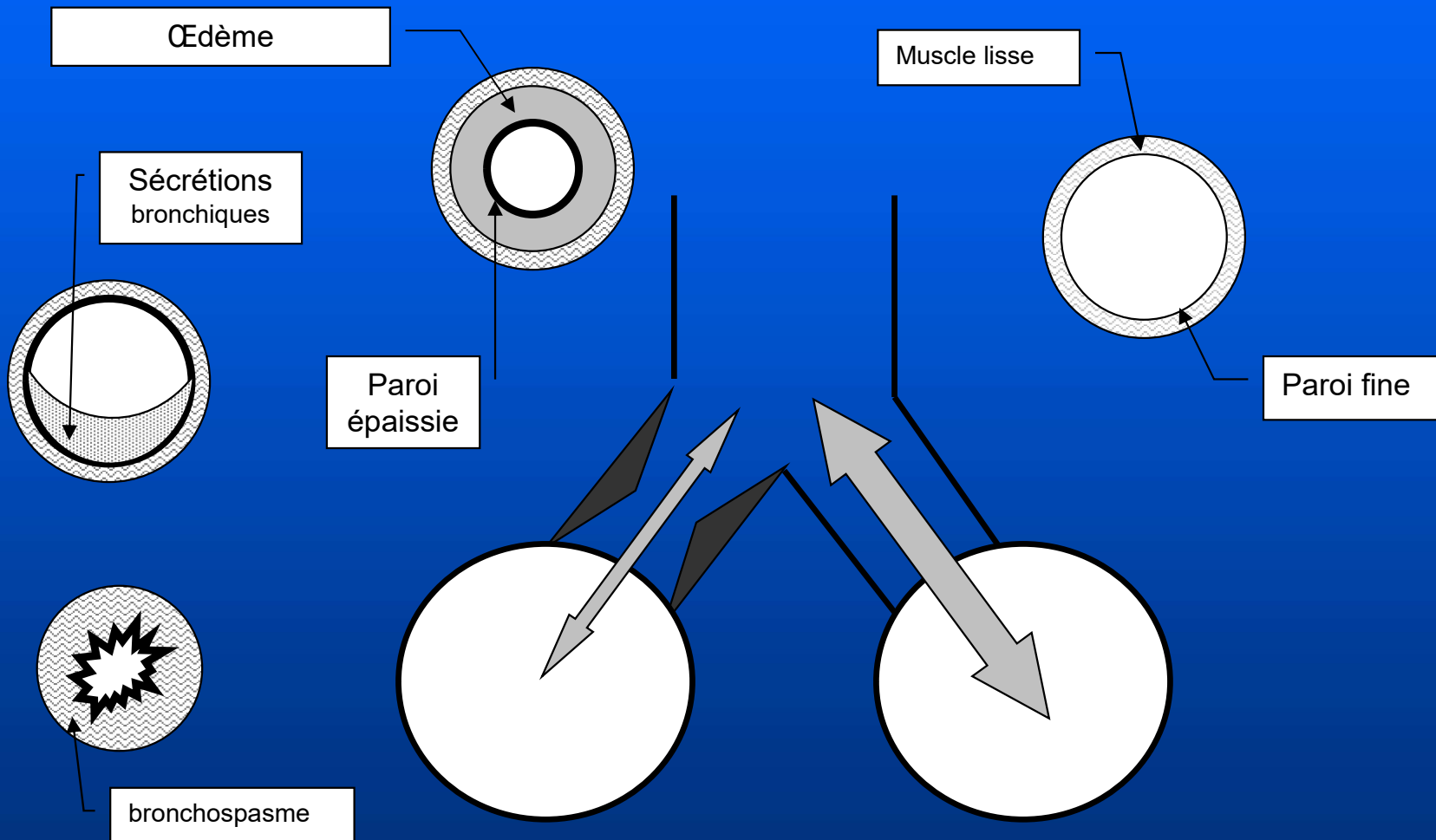


Origines de l'obstruction

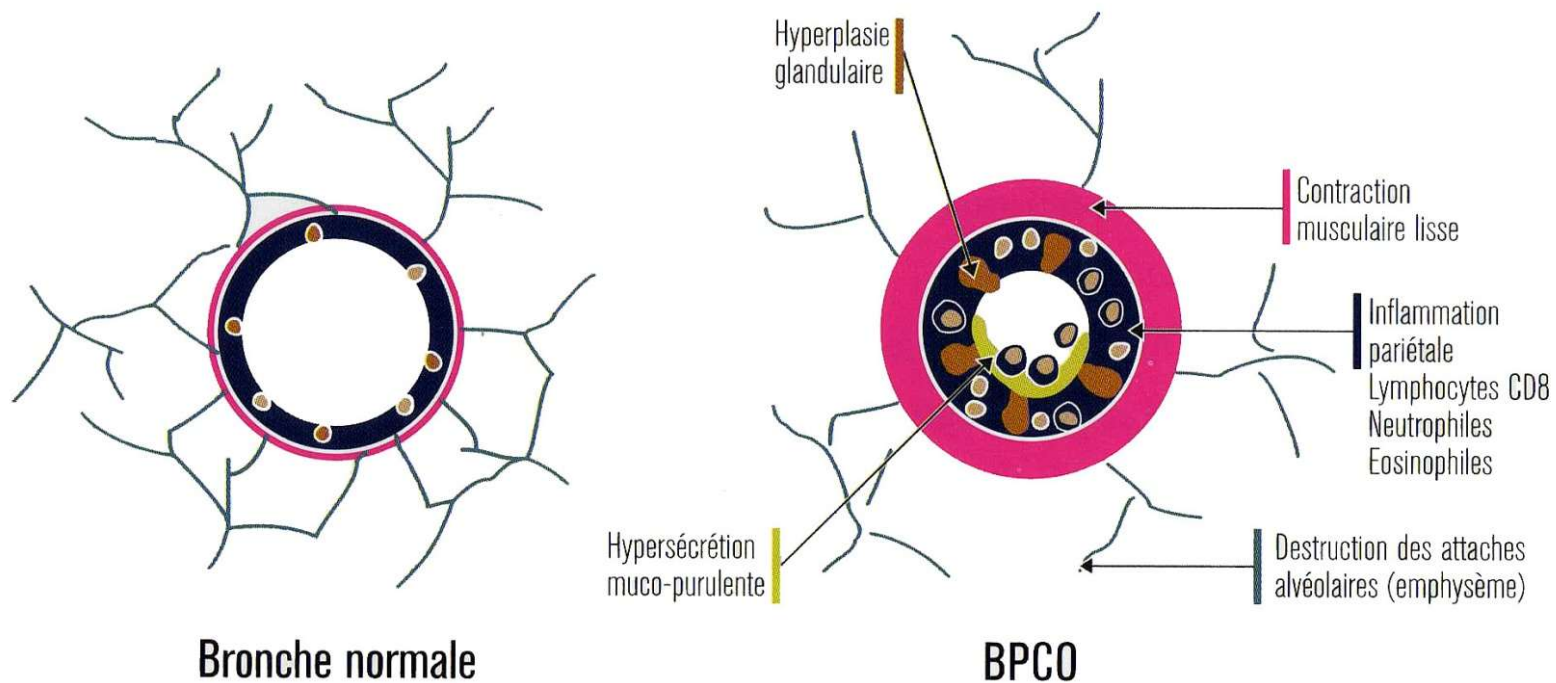
Origines intrinsèques

- L'inflammation, avec œdème de la paroi et diminution de l'effet d'ancrage de la Pel de par l'épaississement de la paroi
- Le bronchospasme
- La compression bronchique (collapsus)
- La dyskinésie trachéo-bronchique
- L'encombrement bronchique (qui majore les phénomènes précédents)

Origines intrinsèques de l'obstruction bronchique



Origines intrinsèques et extrinsèques de l'obstruction bronchique



(Programme de FMC de la SPLF sur les BPCO, module D).

Conséquences sur la mécanique bronchique

Un syndrome ventilatoire obstructif

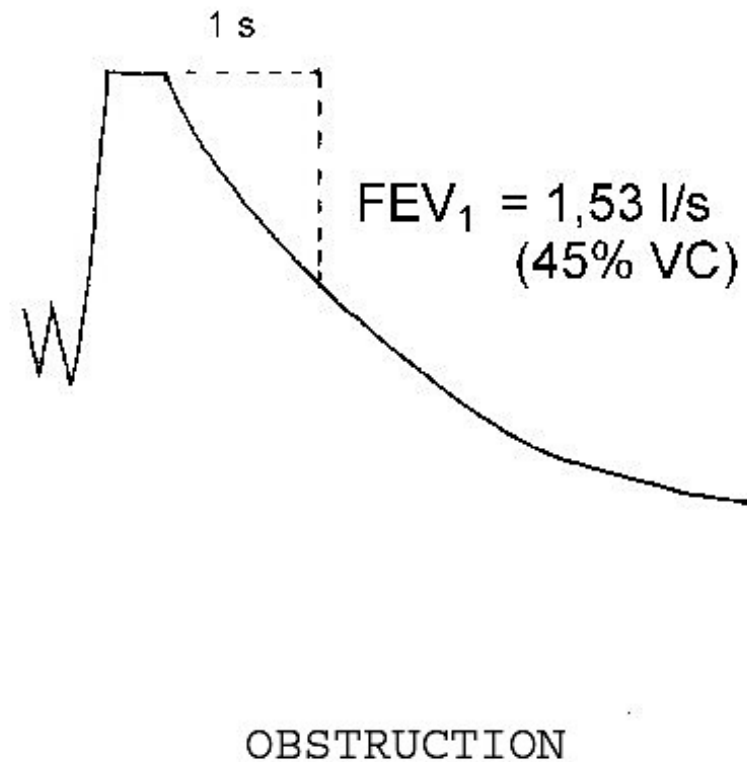
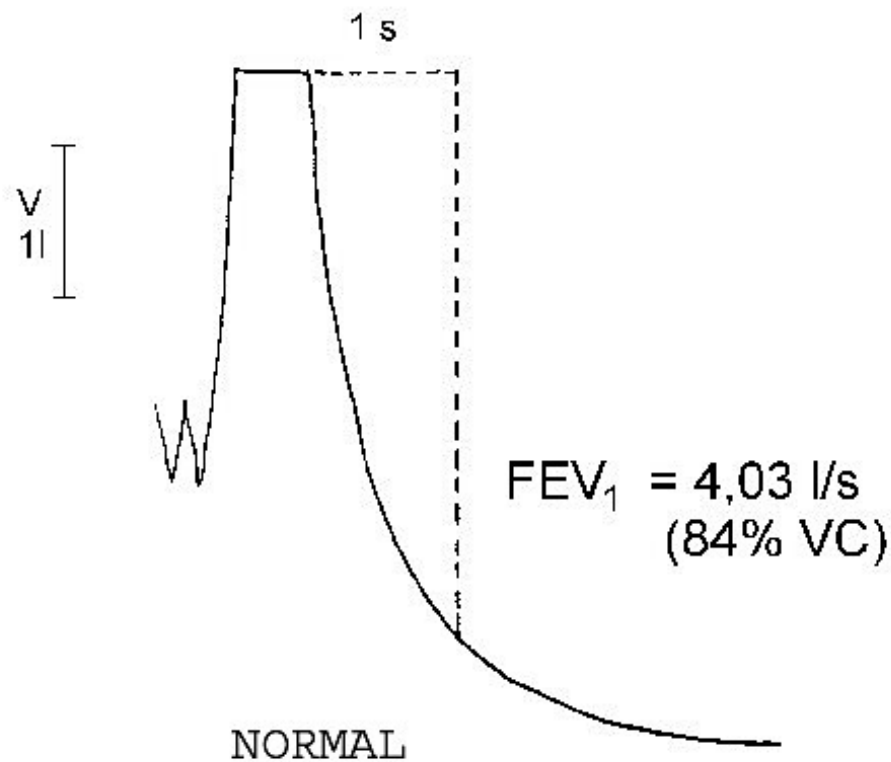
- Diminution du rapport de Tiffeneau
 $VEMS / CV$

$VEMS < 1l =$ risque de toux inefficace

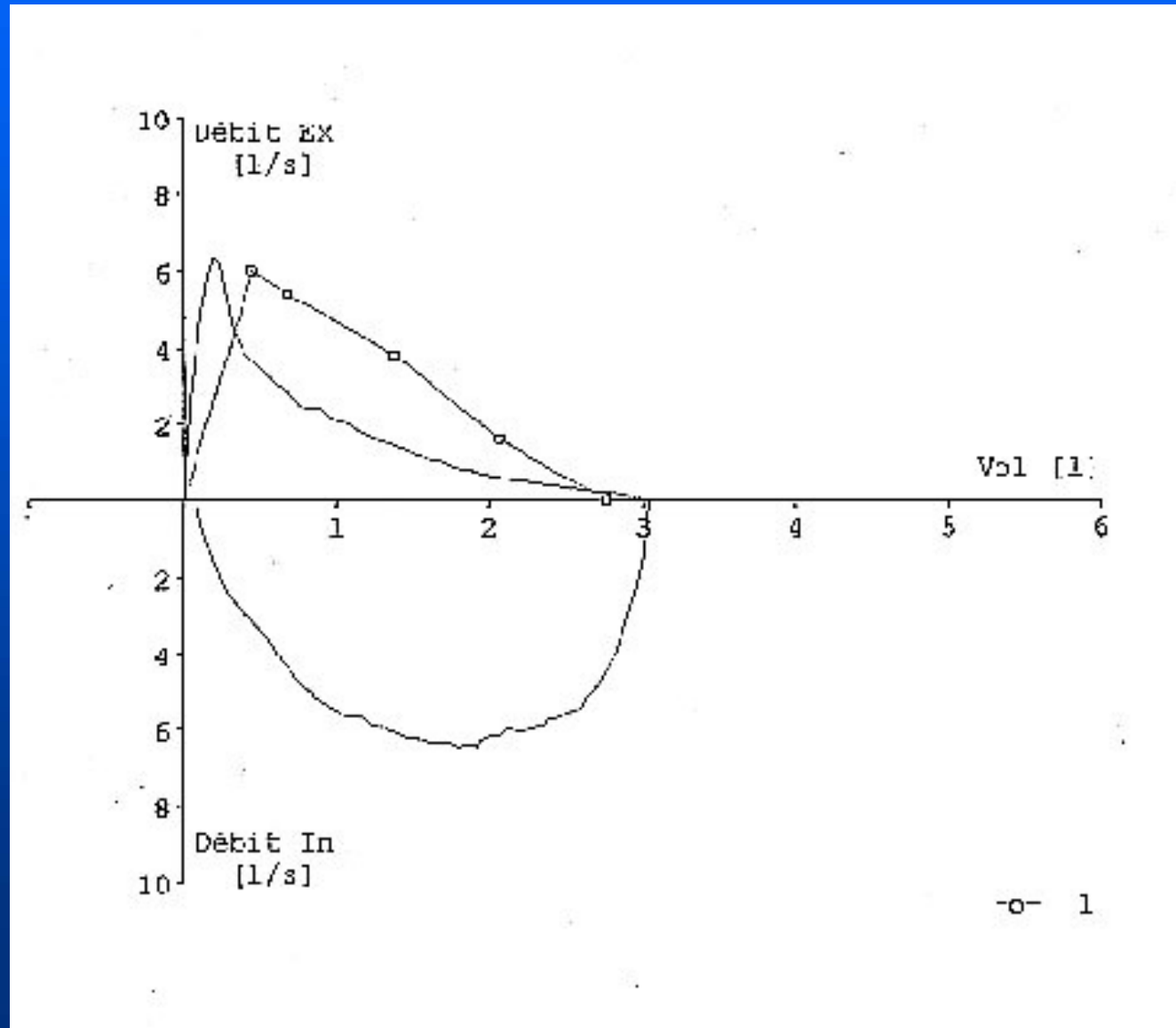
- Diminution des débits expiratoires maximaux
DEF 75, DEF 50, DEF 25

Comportement dynamique de la bronche à l'expiration forcée (AFE)

Diminution du VEMS



Modifications de la courbe débit/volume



Mesure du DEP par le Peak Flow



- Important chez l'asthmatique car l'obstruction évolue par paroxysme
- Permet l'autoévaluation de l'obstruction et de sa réversibilité
- En dessous de 160 à 180 L/m la toux est inefficace

Le mode ventilatoire

Augmentation du temps expiratoire

- En lien avec l'obstruction bronchique
- Au dépend du temps inspiratoire qui diminue

Respiration lèvres pincées

- Témoin d'une obstruction sévère

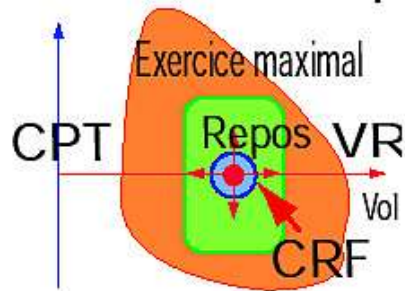
modalité à respecter lors des exercices ventilatoires

- Augmente la pression intra bronchique donc participe à maintenir la bronche ouverte

De l'Obstruction à la Distension

● Normale

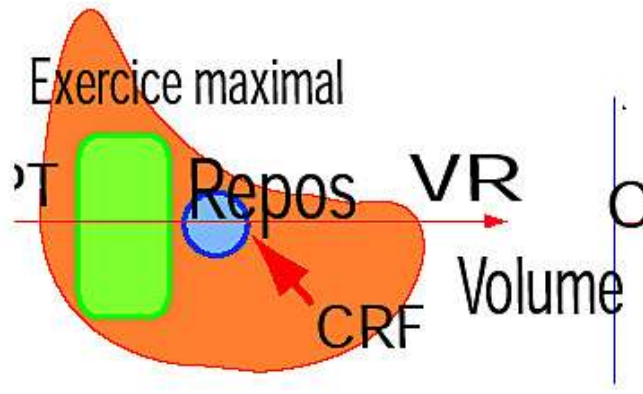
Débit



● Dès l'obstruction bronchique débutante

- Diminution des débits à bas volumes pulmonaires
- Cassure caractéristique de la courbe (concavité marquée en fin d'expiration)

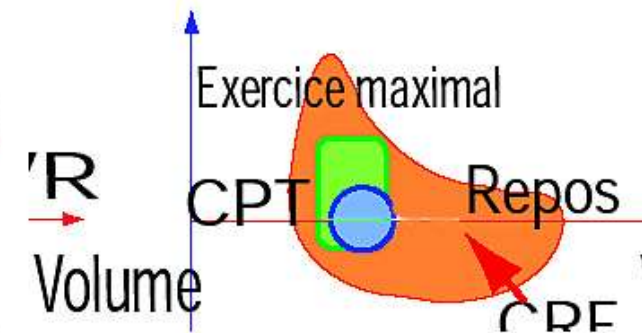
t



● BPCO évoluée

- Réduction importante de l'enveloppe inspiratoire et expiratoire

Débit



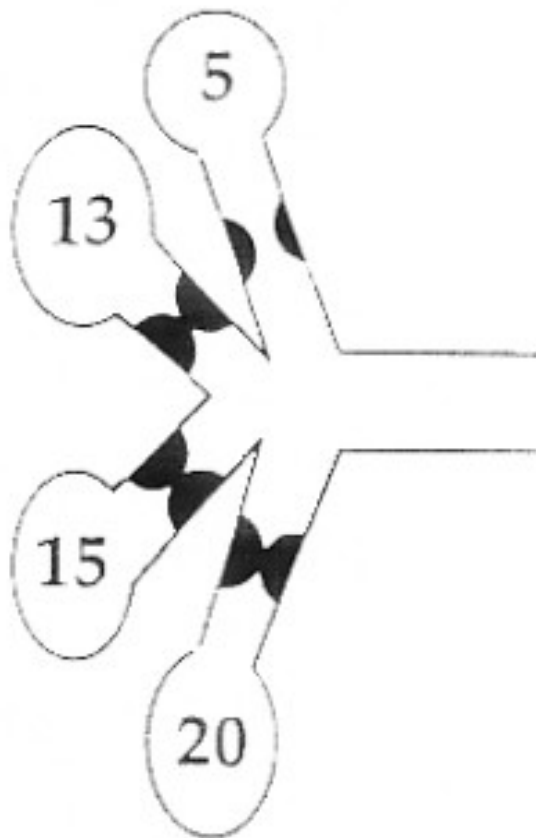
CPT : capacité pulmonaire totale - VR : volume résiduel - CRF : capacité résiduelle fonctionnelle

La sévérité de l'obstruction entraîne une distension, majorée à l'effort

Auto-PEP ou PEPi

End-Expiratory Airway Occlusion

Measured AP = 5 cm H₂O



- Persistance d'une pression positive résiduelle à la fin de l'expiration**
- Phénomène majoré avec l'augmentation de la fréquence respiratoire**
- Impose un effort inspiratoire majoré pour générer un débit inspiratoire**

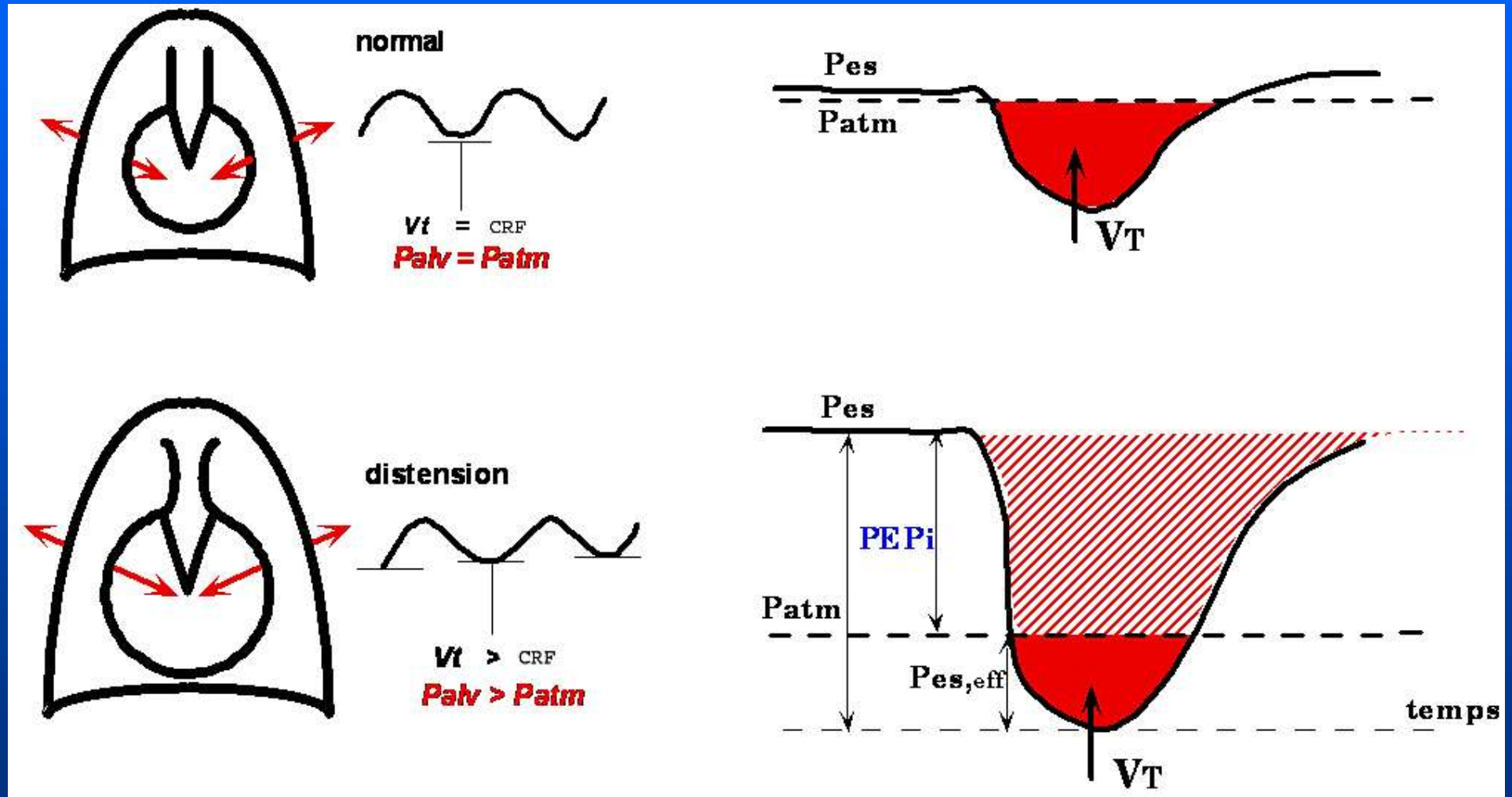
La distension augmente le travail respiratoire

En cas d'hyperinflation dynamique, les poumons n'atteignent pas le volume de relaxation en fin d'expiration.

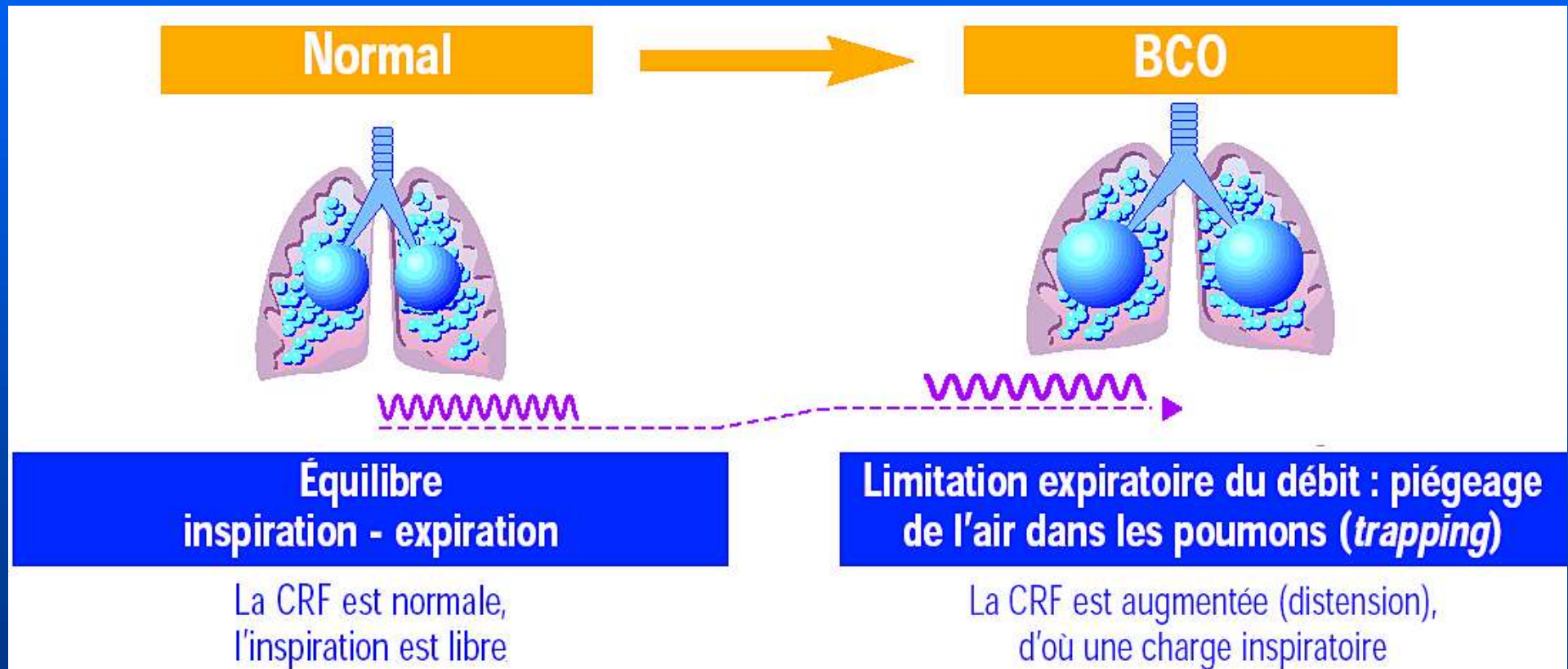
Il persiste une pression alvéolaire positive dénommée autoPEP ou PEPi

A l'inspiration, le premier travail du diaphragme va être « d'effacer » cette PEPi sans qu'il y ait de mouvement respiratoire.

PEPi et travail inspiratoire



PEPi et Hyperinflation dynamique



La distension limite les possibilités d'adaptation à l'effort

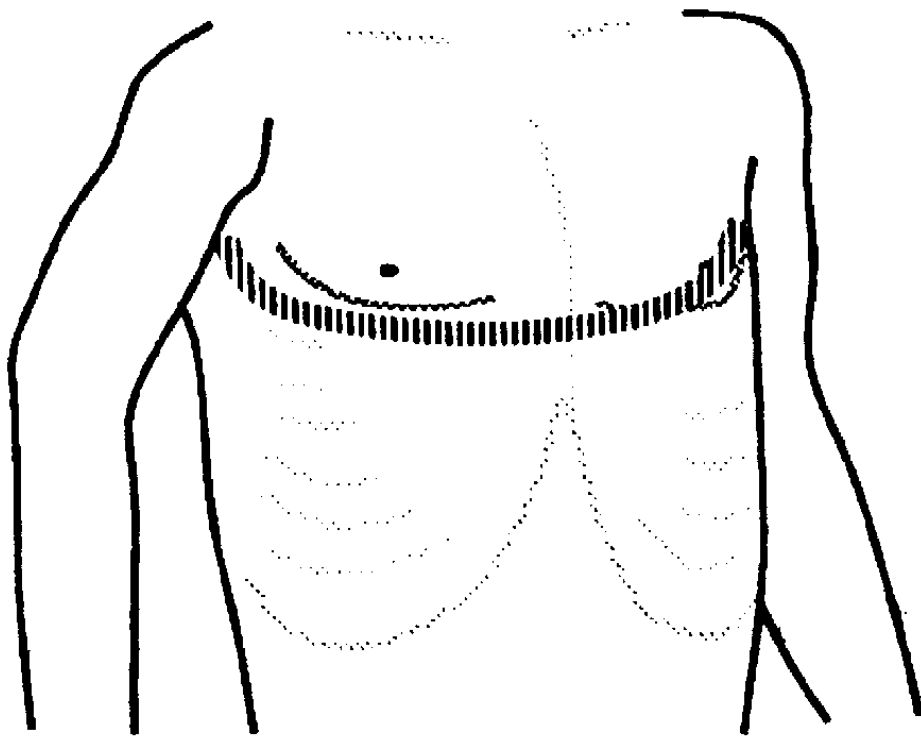
- **L'augmentation du VR réduit la CV**
- **Le V_t maximal que l'on peut utiliser pour augmenter sa ventilation est d'environ la moitié de la CV**
- **Si la CV diminue les possibilités d'augmentation de la ventilation à l'effort diminuent**

La distension pulmonaire: un double mécanisme

- Une hyperinflation statique en rapport avec la destruction des fibres élastiques du parenchyme: le poumon se rétracte moins, son élastance est diminuée.
- Une hyperinflation dynamique en lien avec la limitation expiratoire.

Modification morphologique

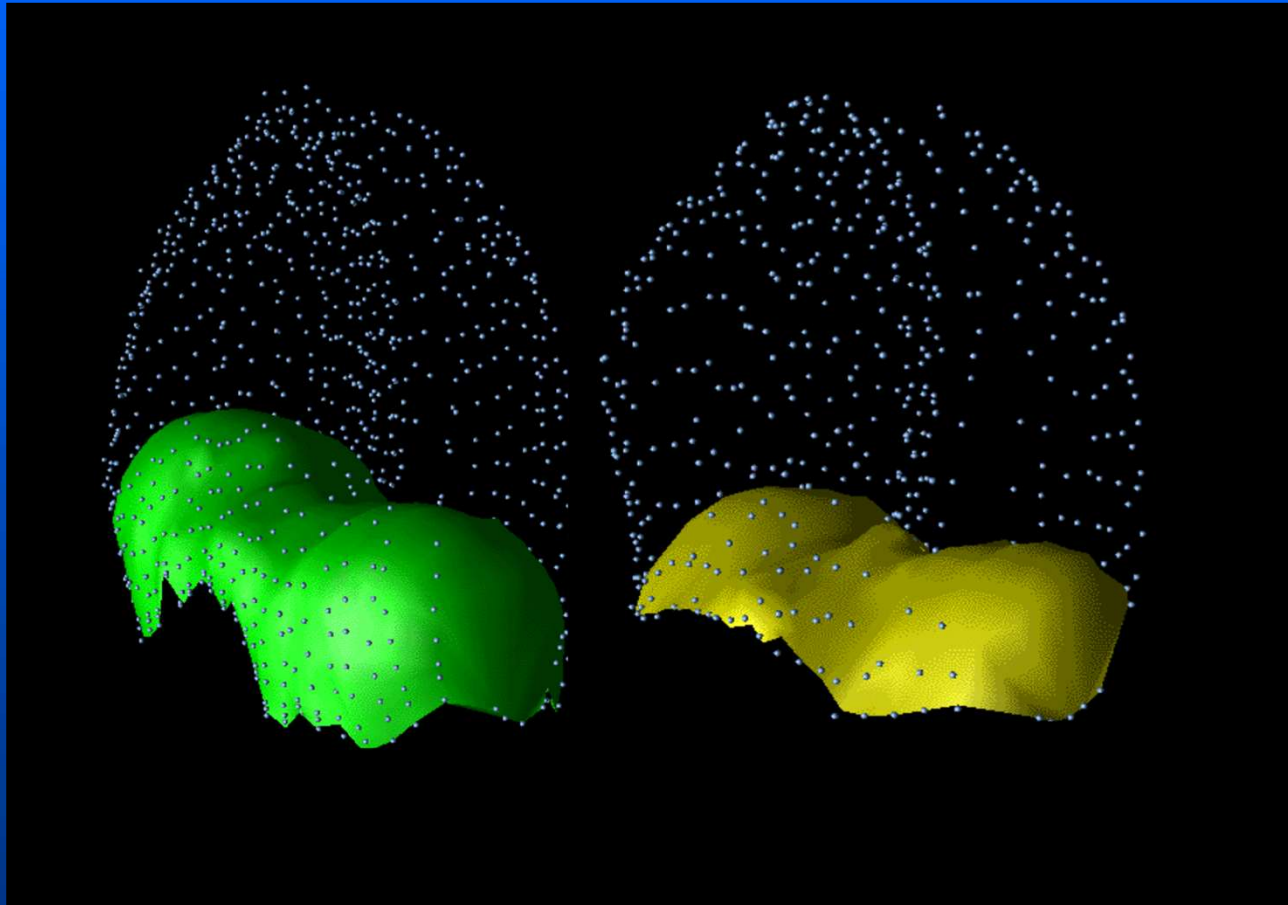
Thorax en tonneau



**Thorax en tonneau
avec augmentation du
diamètre
antéropostérieur
(protusion antérieure
du sternum).**

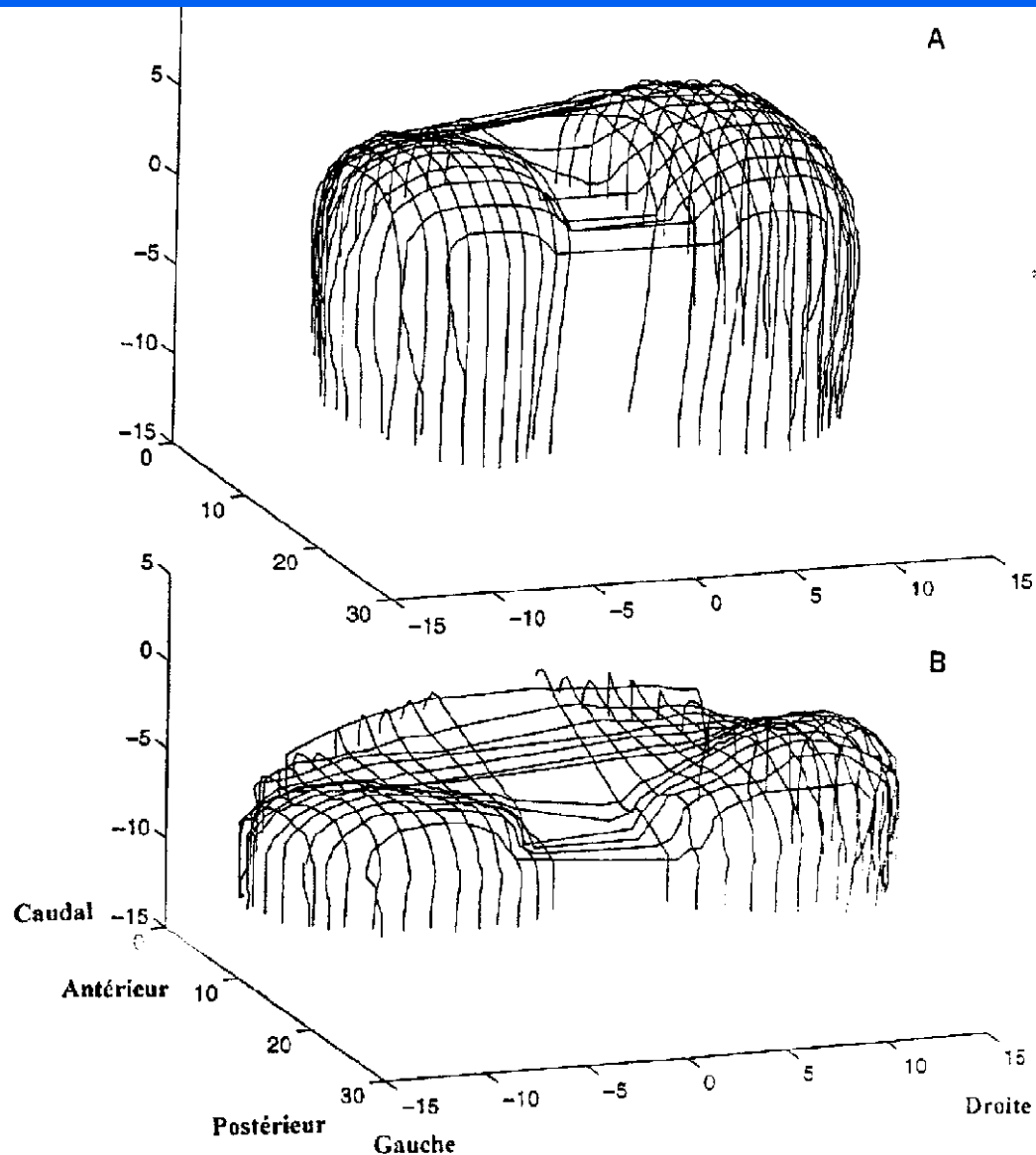
Cyphose fréquente

Distension pulmonaire et fonction diaphragmatique



Similowski T., Muir JF., Derenne JP.: Physiopathologie In: Les bronchopathies chroniques obstructives. Paris, John Libbey Eurotext, 1999

Distension pulmonaire et fonction diaphragmatique



- Les coupes diaphragmatiques sont abaissées et aplaties.
- Le diaphragme est en situation d'insuffisance fonctionnelle en terme de générateur de pression.
- Son action inspiratoire est réduite.
- Il est relayé par les muscles inspireurs accessoires.

Diaphragme et distension pulmonaire

Adaptation

Diminution du nombre et de la longueur des sarcomères (meilleur rapport tension longueur)



La force produite à cette nouvelle longueur est égale à celle produite à l'ancienne longueur (à la CRF): P_{di} préservée chez bon nombre de BPCO

Mais

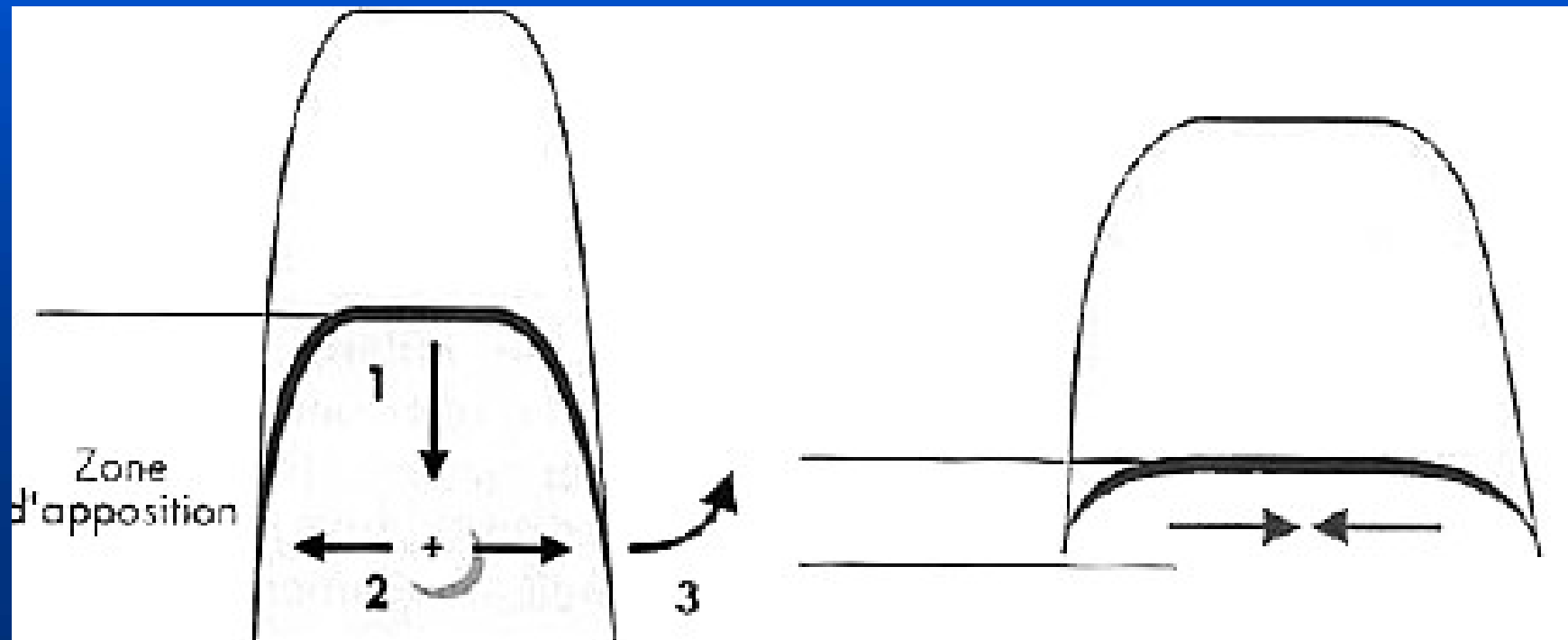
La ventilation se fait près des seuils de charges susceptibles de conduire à une fatigue malgré l'augmentation observée de fibres musculaires diaphragmatiques de type 1

Modifications des mouvements ventilatoires

ventilatoires

Le signe de Hoover

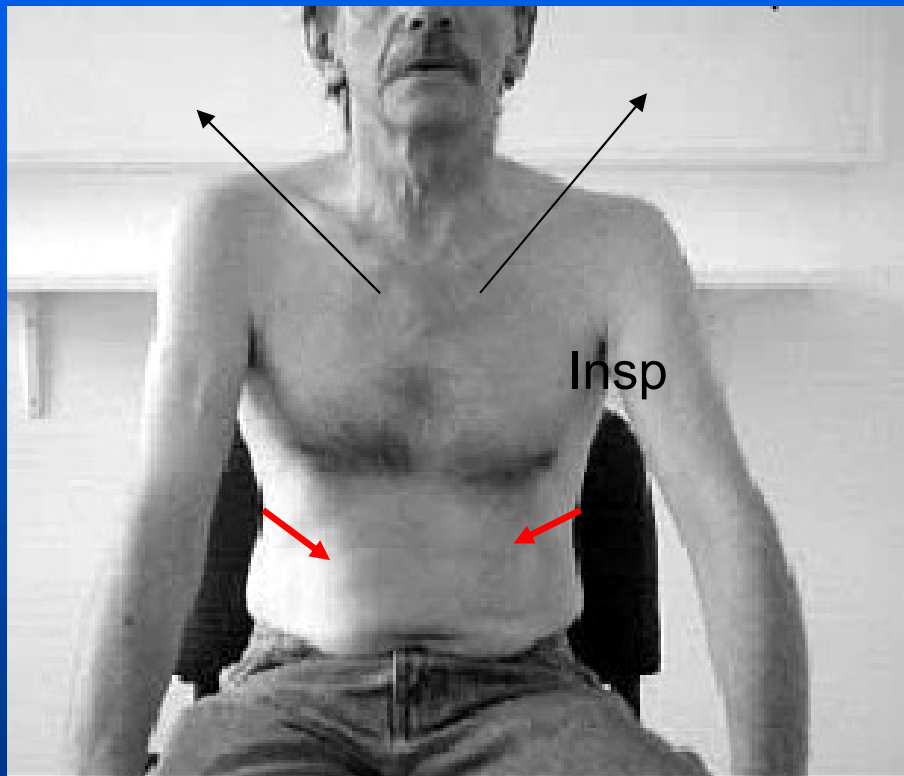
Rétrécissement paradoxal du diamètre transversal de la partie inférieure du thorax à l'inspiration (cotes flottantes)



Le signe de Hoover



film



**Traduit le
dysfonctionnement
du diaphragme**

Conséquences cliniques de la contribution des inspireurs « accessoires »

- **Creusement des espaces sus claviculaires et sus sternal**
- **Creusement des espaces intercostaux**
- **Raccourcissement de la trachée voir descente inspiratoire**
- **Ventilation paradoxale ou asynchronisme thoraco-abdominale**

La « périmétrie »

- **Mesure non fiable**
- **Selon Bourdon (non publié) 2 mesures à J1 et J3 montrent des différences significatives (5,6 vs 6,4) en l'absence de traitement !!!!!**
- **Préférer la spirométrie**

Signes cliniques



Signe de Campbell

L'élévation du sternum entraîne une diminution de la partie visible de la trachée

Mise en jeu des muscles inspireurs accessoires

A la palpation des creux sus-claviculaires, on sent la contraction des muscles inspireurs accessoires



film



Clinique



Emphysème Centrolobulaire



Emphysème Panlobulaire

Le « Blue Bloater »

Le « Bleu Bouffi »



Emphysème Centrolobulaire

Emphysème centrolobulaire, post-bronchitique

Patient de 50 ans, fumeur, cyanosé plus ou moins pléthorique

Lésions:

Régions centrales de l'acinus (bronchioles respiratoires et canaux alvéolaires) alors que la périphérie (alvéole) est respectée.

Prédomine dans les parties supérieures et postérieures des poumon

Le « Pink Puffer »

Le « Rose Poussif »

L'emphysème pan lobulaire



Emphysème Panlobulaire

Sujet jeune, maigre, dyspnéique, sans antécédent bronchitique

Lésions:

Destruction « harmonieuse » de tous les constituants de l'acinus (atteinte alvéolo-capillaire).

GDS longtemps normaux au repos

Prédomine dans les lobes inférieurs.

L'emphysème

- L'emphysème est donc de définition anatomique: élargissement anormal et permanent des espaces aériens au-delà des bronchioles terminales.
- Les deux types d'emphysème peuvent coexister au cours des BPCO post-tabagique.

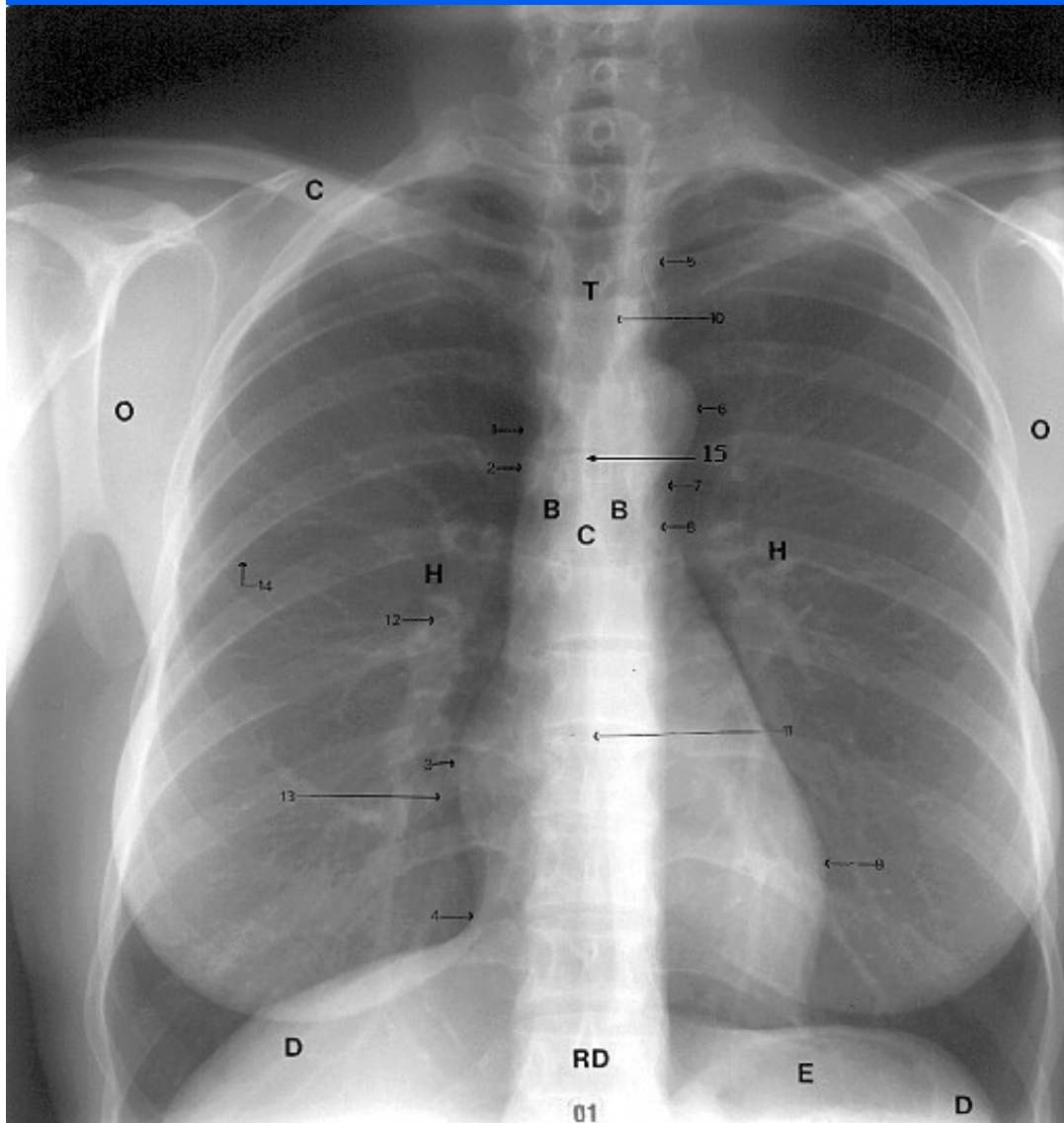
Radiographie

- **Principes:**
 - Les valeurs radiologiques de blanc, de gris et de noir correspondent à la somme des ombres radiographiques de toutes les masses qui constituent l'épaisseur de l'objet interposé entre la source de rayons et le film.
 - Le cliché radiographique est un négatif: tout ce qui apparaît blanc est interprété comme une image plus ou moins dense, ce qui apparaît noir est interprété comme très peu dense (aérique)

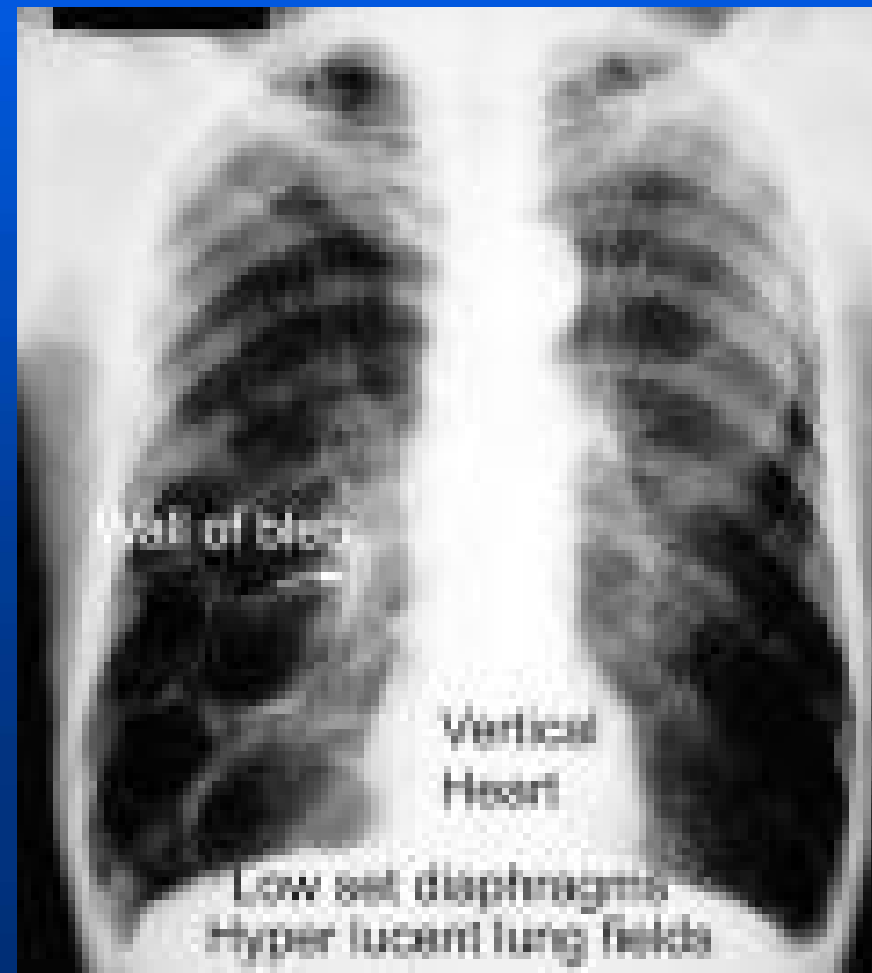
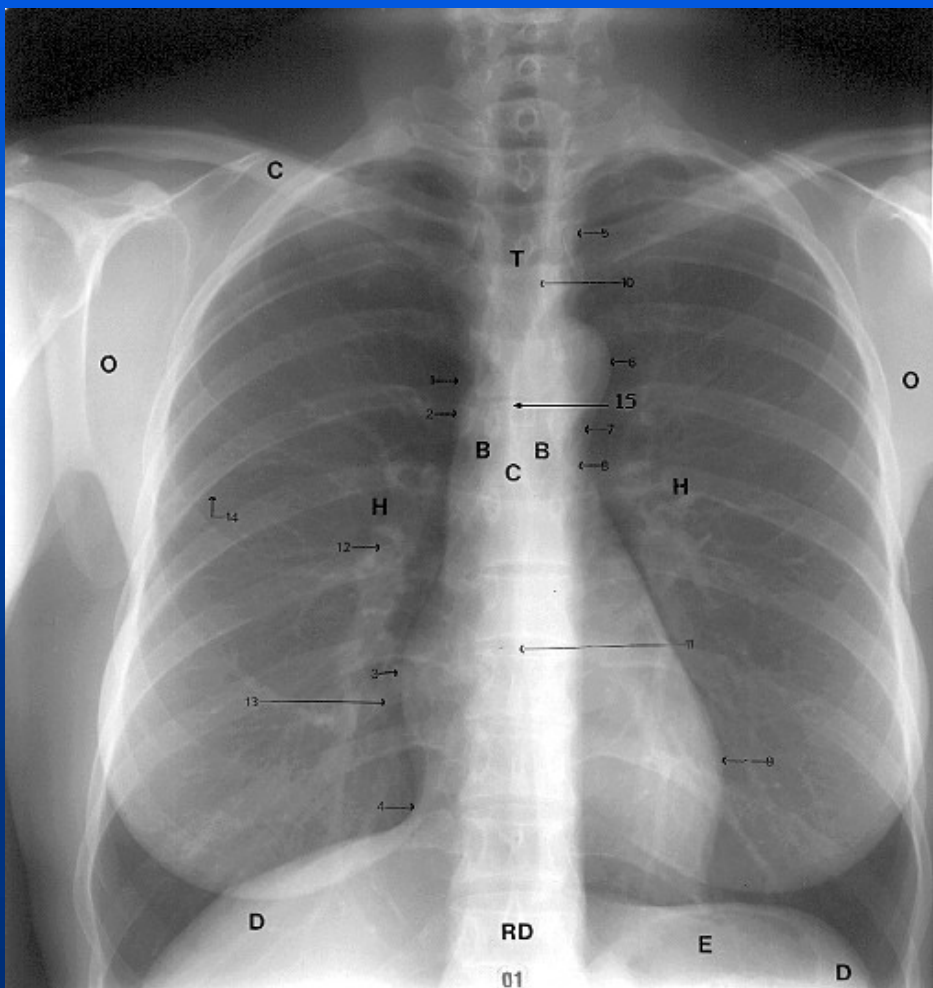
Radiographie

- **Principes:**
 - **Le bord de chaque ombre représente une interface vue tangentiellement entre deux masses de densités radiologiques différentes**
 - **Il est impossible d'identifier une image si l'on ne connaît pas l'organe et sa structure (connaissance anatomopathologique)**

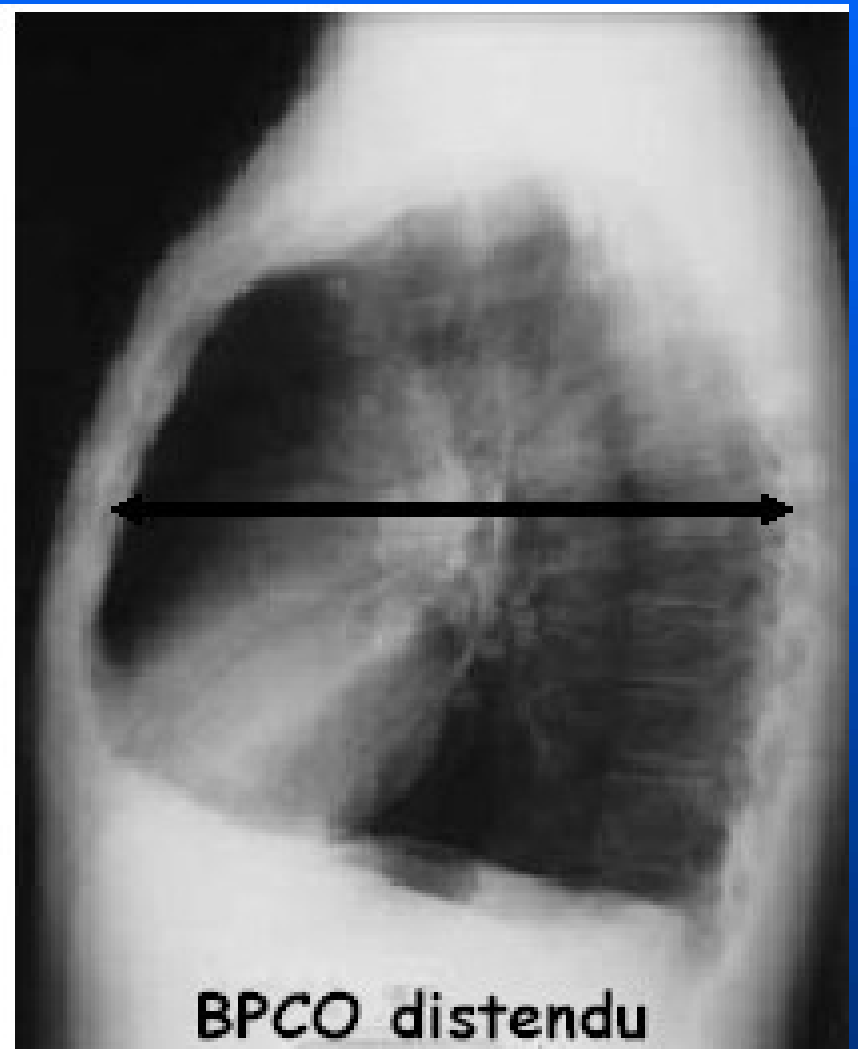
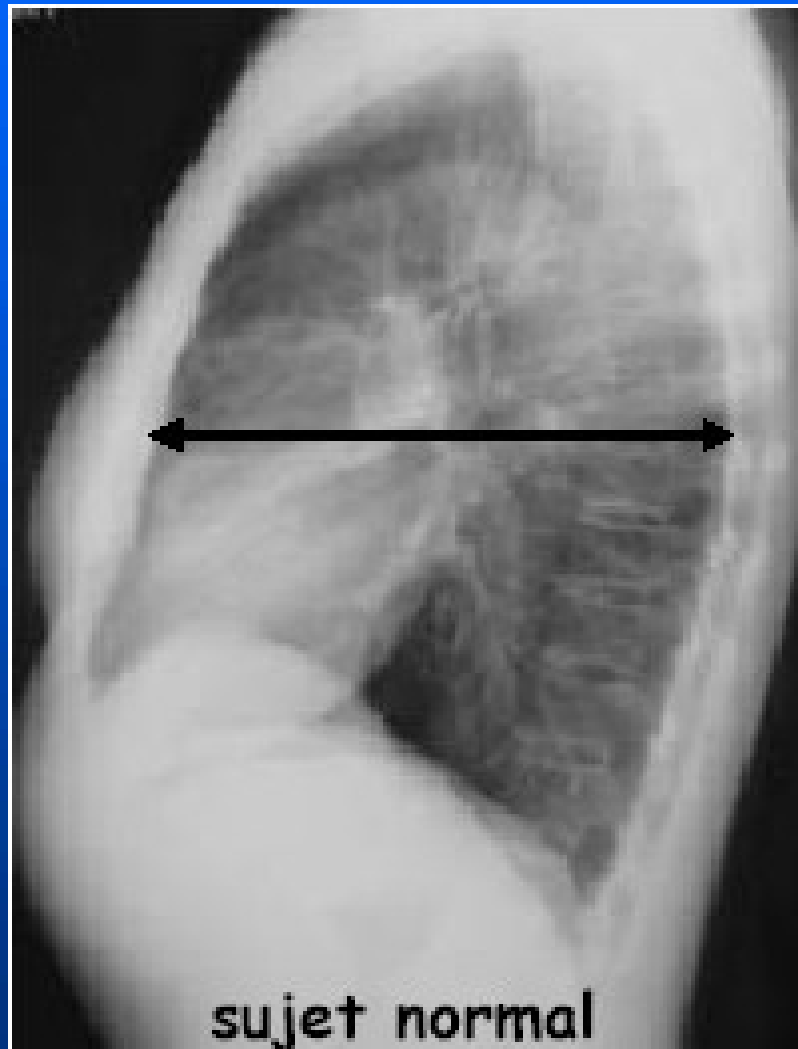
Radiographies « normales »



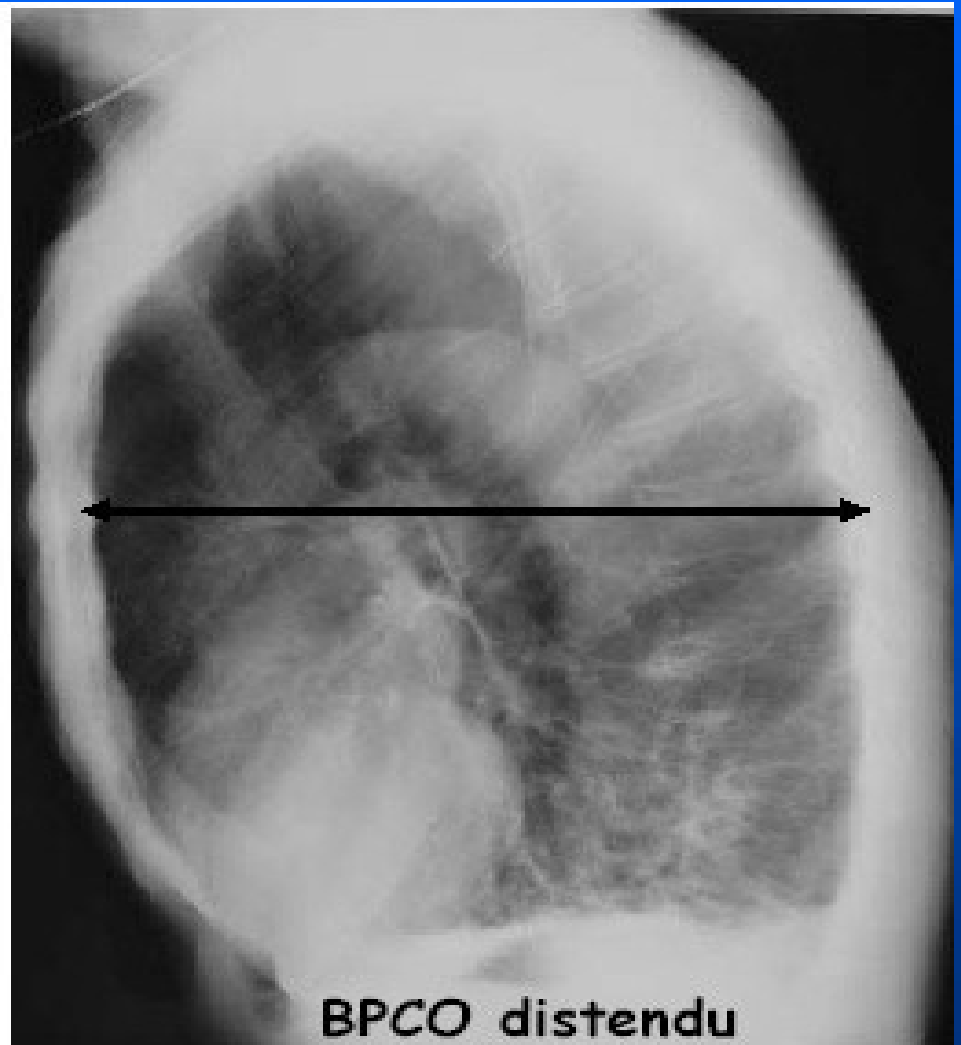
Comparaison avec un emphysème panlobulaire



La distension thoracique



La distension thoracique



Signes radiologiques de la distension thoracique

- **Hyperclarté des champs pulmonaires**
- **Aplatissement des coupoles diaphragmatiques**
- **Élargissement des espaces intercostaux**
- **Horizontalisation des cotes**
- **Augmentation des diamètres transversaux**
- **Allongement des champs pulmonaires**
- **Augmentation du diamètre antéropostérieur**

L'auscultation



Le murmure vésiculaire: bruit respiratoire normal, audible à l'inspiration.

Il rend compte indirectement de la ventilation alvéolaire.

Chez BPCO: diminution du murmure vésiculaire (en lien avec l'altération des structures et la diminution des débits aériens)

L'auscultation

- **Deux types de sibilances**

- **Les sibilances monophoniques**

- Expiratoires
- Témoignent de la compression dynamique bronchique

- **Les sibilances polyphoniques**

- . Expiratoires et inspiratoires
- . Liées au bronchospasme

Ces deux sibilances peuvent être entendues à la bouche: signe de gravité

La dyspnée

- **Gêne respiratoire perçue et exprimée par le patient (témoignage du patient qui la ressent)**
- **Perception pénible d'un désaccord entre la demande ventilatoire et les possibilités mécaniques du système thoracopulmonaire**

La dyspnée

- **Tendance marquée de la part du patient à minimiser sa dyspnée**
- **Installation très progressive**
- **Adaptation du mode de vie à la dyspnée**
- **Modification de certaines habitudes pour demeurer en deçà du seuil d'essoufflement**
- **Altération de la qualité de vie**

La dyspnée

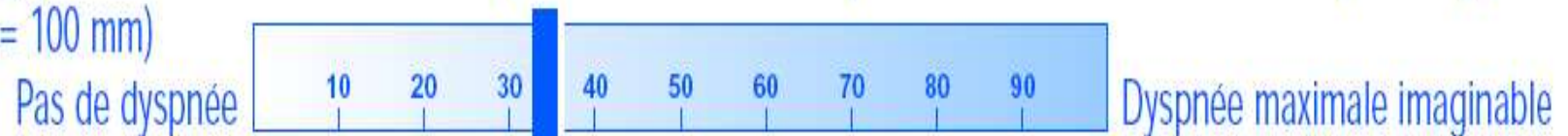
- **De découverte tardive:**
 - **Initialement, autolimitation inconsciente des activités: pas de gêne perçue**
 - **Secondairement, impossibilité d'effectuer des efforts: handicap**
 - « *Je suis obligé de m'arrêter à chaque étage dans l'escalier* »
 - « *Quand je vais à la pêche avec les autres, je suis à la traîne* »

La dyspnée signe en général l'obstruction et surtout la distension

Évaluation de la dyspnée

Échelle visuelle analogique (EVA)

L'intensité de la dyspnée est mesurée en millimètres par la distance entre la position de la croix et l'extrémité « pas de dyspnée » (longueur totale = 100 mm)



Échelle CEE

Stades - Dyspnée

- 1 - lors d'un exercice important
- 2 - à la marche en montée
- 3 - à la marche à plat pour suivre un sujet du même âge
- 4 - à la marche à plat à son propre pas
- 5 - pour les activités de la vie courante (parler, manger...)

Échelle de BORG

- | | | | |
|-----|--|----|---|
| 0 | - Aucune | 5 | - Sévère |
| 0,5 | - Très, très légère
(juste perceptible) | 6 | |
| 1 | - Très légère | 7 | - Très sévère |
| 2 | - Légère | 8 | |
| 3 | - Modérée | 9 | - Très, très sévère
(presque maximale) |
| 4 | - Assez sévère | 10 | - Maximale |

Auto-évaluation par le patient

Évaluation de la dyspnée

**Stade d'apparition de la dyspnée par:
l'échelle de Sadoul**

- 0 absence de dyspnée
- 1 dyspnée à la montée de 2 étages
- 2 dyspnée à la montée d'1 étage ou à la marche rapide ou en légère pente
- 3 dyspnée à la marche normale en terrain plat
- 4 dyspnée à la marche lente
- 5 dyspnée au moindre effort (parole, habillage...)

Échelle du M.R.C.

(BRITISH MEDICAL RESEARCH COUNCIL)

- **Stade 1** : dyspnée pour **les efforts importants** (liés à l'âge physiologique du sujet)
- **Stade 2** : dyspnée à la **montée d'un étage** ou d'une côte à marche normale
- **Stade 3** : dyspnée à la **marche sur terrain plat** en suivant quelqu'un de son âge
- **Stade 4** : dyspnée au **moindre effort** de la vie courante

La dyspnée

- **Dissociation neuro-mécanique selon la théorie de l'inadaptation tension longueur**
- **Dépend de l'état de tension musculaire plus que de l'oxygénation du sang**
- **Le degré de distension pulmonaire est corrélé à la sensation de dyspnée**
- **Corrélation importante entre la qualité de vie et la dyspnée**

Évaluation de la qualité de vie

Questionnaire respiratoire du *St-George's hospital*

- Questionnaire spécifique des maladies respiratoires
- Mesure de l'état de santé selon 3 composantes :
 1. Symptômes : Détresse due aux symptômes respiratoires
 2. Activité : Effet des troubles sur la mobilité et l'activité physique
 3. Impact : Impact psychosocial de la maladie
- Questionnaire sensible et reproductible chez les insuffisants respiratoires chroniques

Questionnaire de qualité de vie **BPCO**

Nom _____ Prénom _____

Date ____ / ____ / 20 ____

Les phrases suivantes expriment des sentiments sur les conséquences d'une maladie respiratoire. Pour chacune, cochez l'intensité qui vous correspond le mieux maintenant. Aucune réponse n'est juste, elle est avant tout personnelle.

		Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
1	Je souffre de mon essoufflement	1	2	3	4	5
2	Je me fais du souci pour mon état respiratoire	1	2	3	4	5
3	Je me sens incompris par mon entourage	△	△	△	△	△
4	Mon état respiratoire m'empêche de me déplacer comme je le voudrais	1	2	3	4	5
5	Je suis somnolent dans la journée	1	2	3	4	5
6	Je me sens incapable de réaliser mes projets	△	△	△	△	△
7	Je me fatigue rapidement dans les activités de la vie quotidienne	1	2	3	4	5
8	Physiquement, je suis insatisfait de ce que je peux faire	1	2	3	4	5
9	Ma maladie respiratoire perturbe ma vie sociale	△	△	△	△	△
10	Je me sens triste	1	2	3	4	5
11	Mon état respiratoire limite ma vie affective	△	△	△	△	△

Questionnaire auto-administré

11 affirmations

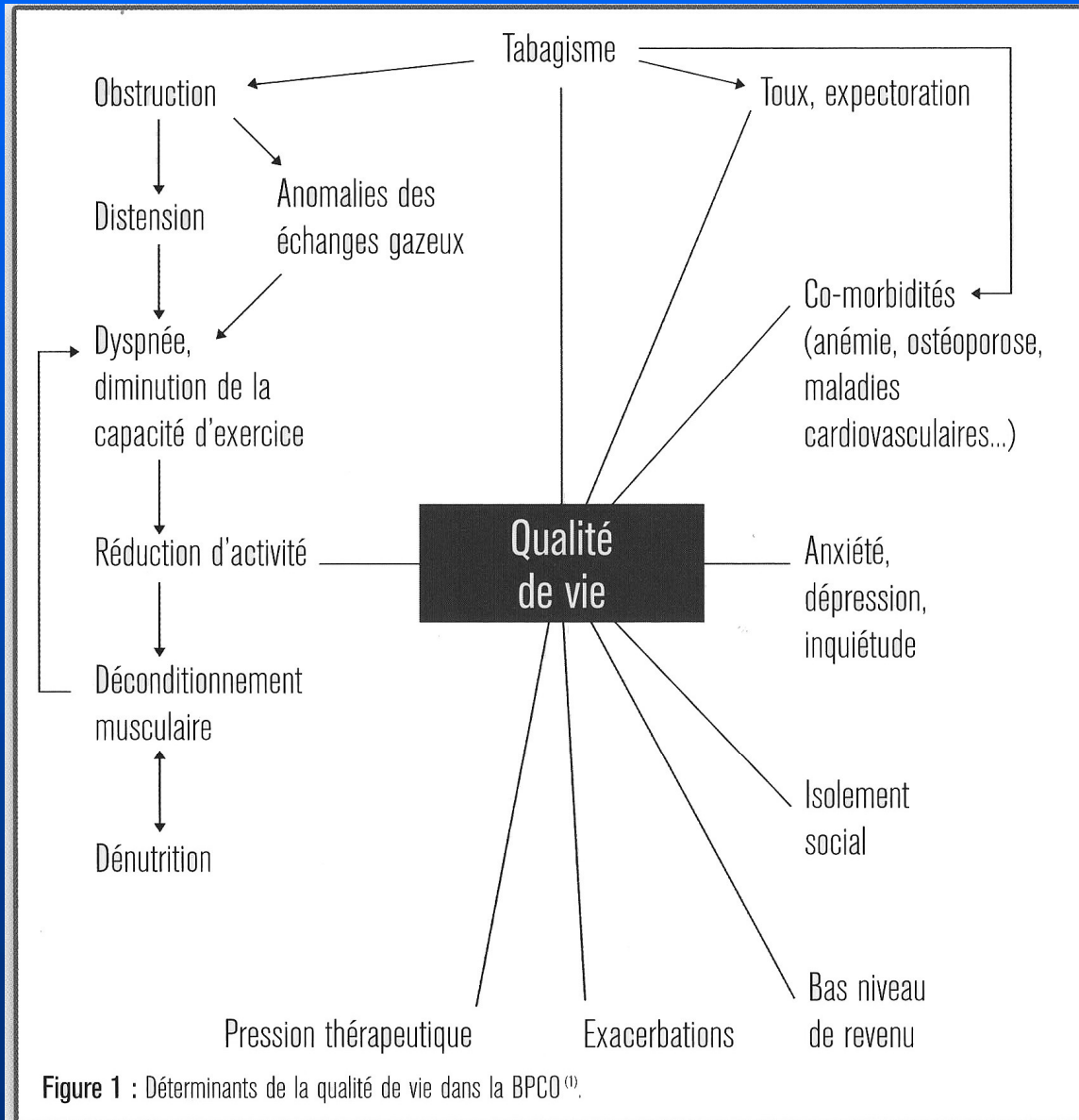
3 dimensions réparties aléatoirement: fonctionnelle, psychologique et relationnelle

5 modalités de réponse

1 score global 3 scores spécifiques

(Ninot et al., 2010, RMR)

Déterminants de la qualité de vie dans la BPCO



Roche N. Qualité de vie et BPCO. In: KLossek JM Ed. Qualité de vie: du nez aux bronches. John Libbey Eurotext, Paris, 2003, 97-129

Index pronostic de BODE

Cet index pronostique de BODE est prédictif de la mortalité dans les BPCO

B: pour Body mass index: c'est l'Indice de Masse Corporelle: IMC.

O: pour l'Obstruction des voies aériennes, évaluée par la mesure du VEMS.

D: pour Dyspnée, évaluée grâce à l'échelle visuelle MMRC.

E: indicateur de la capacité à l'Effort, grâce à la mesure de la distance parcourue au test de marche de 6 mn

Index pronostic de BODE

Paramètres et valeurs	Points pour index BODE			
	0	1	2	3
• VEMS (% valeur prédite)	≥ 65	50-64	36-49	≤ 35
• Distance de marche en 6 min (m)	≥ 350	250-349	150-249	≤ 149
• Score de dyspnée MMRC	0-1	2	3	4
• Indice de masse corporelle	> 21	≤ 21		

Paramètres utilisés pour l'index BODE (Body-mass index, airflow Obstruction, Dyspnea, and Exercise capacity) et détermination des quartiles par le calcul du nombre de points⁽¹⁹⁾.

Quartiles de l'index BODE: 1 (0-2 pts), 2 (3-4 pts), 3 (5-6 pts), 4 (7-10 pts)

Conséquences sémiologiques indirectes de l'obstruction et de la distension

- **En lien avec l'encombrement bronchique**
 - **Toux**
 - **Expectoration**
 - **Ronchus**

- **En lien avec l'insuffisance respiratoire**
 - **Cyanose**
 - **GDS: hypoxémie +/- hypercapnie**

- **Amyotrophie**

Sémiologie de l'obstruction: synthèse

- **Clinique:**
 - Dyspnée
 - Respiration lèvres pincées
 - Allongement du temps expiratoire
 - Sibilants, diminution du murmure vésiculaire
- **Spirométrique:**
 - Syndrome obstructif: $VEMS/CV < 75\%$
 - Le VEMS indique la sévérité
 - Débits expiratoires maximaux diminués
- **Stéthacoustique:**
 - Sibilances monophonique et polyphoniques

Sémiologie de la distension: synthèse

- **Clinique**
 - Dyspnée
 - Thorax en tonneau
 - Mise en jeu muscles inspireurs accessoires
 - Creusements inspiratoires
 - Signe de Hoover
 - Respiration lèvres pincées
- **Radiologique**
 - Hyperclarté
 - Horizontalisation des côtes
 - Aplatissement du diaphragme
 - Augmentation des diamètres thoraciques
- **Spirométrique**
 - Augmentation VR et VR/CPT
- **Stéthacoustique**
 - Diminution du murmure vésiculaire
 - Sibilants monophoniques

Exacerbations

Majoration pendant au moins 24 h des symptômes habituels (toux, dyspnée, expectoration) et nécessitant une modification de traitement.

- Exacerbation sévère (hospitalisation)**
- Exacerbation modérée (modification du traitement)**
- Exacerbation légère (gérée par le patient)**

Rodriguez-Voisin R. Toward a consensus definition for COPD exacerbation. Chest, 2000, 117, 398S-401S

Exacerbations

- Aggravation de l'obstruction bronchique et de la distension: symptôme centrale, la majoration de la dyspnée
- Récupération symptomatique et fonctionnelle incomplète
- Fréquence annuelle élevée d'exacerbations = accélération du déclin de la fonction respiratoire et altération de la qualité de vie
- Mesures préventives: sevrage tabagique, vaccination antigrippale, réhabilitation respiratoire, traitement médicamenteux de fond, éducation thérapeutique, éducation à la santé

Références

- Antonello M., Delplanque D.: Comprendre la kinésithérapie respiratoire, Masson, 2004
- Fleury B., Housset B.: Signes physiques accompagnant les altérations mécaniques au cours des BPCO, Rev Fr Mal Resp, 1985, 2, 199-203.
- Marquet P.: Les bruits d'origine ventilatoire. Rev Mal Resp 1995; 12 : 87-101
- Postiaux G.: Kinésithérapie respiratoire et auscultation pulmonaire, 1990, Bruxelles, ed Univ.
- Roche N.: Mécanismes de la dyspnée dans la BPCO, Kinérea, 2002;35 :71-74.
- Similowski T., Muir JF., Derenne JP.: Physiopathologie In: Les bronchopathies chroniques obstructives. Paris, John Libbey Eurotext, 1999
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD. Updated, 2005, Outcomes and markers in COPD: 103-15