



GRUPE D'ETUDE
PLURIDISCIPLINAIRE
STETHACOUSTIQUE
Bd Joseph II n°4 bte 712
B- 6000 CHARLEROI

NOUS NOUS SOMMES TROMPES DE POUMON !

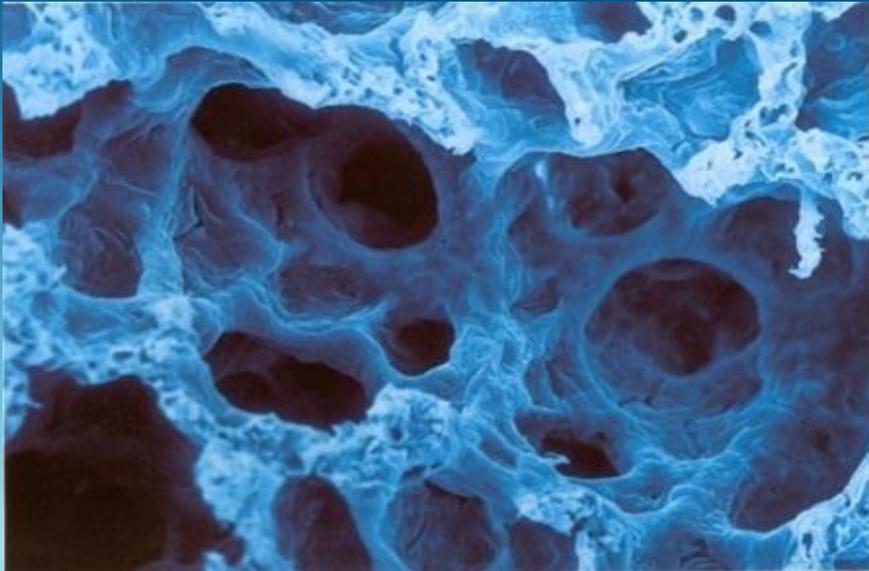




GRUPE D'ETUDE
PLURIDISCIPLINAIRE
STETHACOUSTIQUE
Bd Joseph II n°4 bte 7/2
B- 6000 CHARLEROI

LA KINESITHERAPIE RESPIRATOIRE DU POUMON PROFOND OUBLIÉ

BASES MÉCANIQUES D'UN NOUVEAU PARADIGME



Revue des Maladies Respiratoires (2014) xxx, xxx–xxx

Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

Respiratoires
Formation

SÉRIE « LES VOIES AÉRIENNES DISTALES DANS LA BPCO »
Coordonnée par D. Dusser et N. Roche

**La kinésithérapie respiratoire du poumon
profond. Bases mécaniques d'un nouveau
paradigme**[☆]

Chest physical therapy of the distal lung. Mechanical basis of a
new paradigm

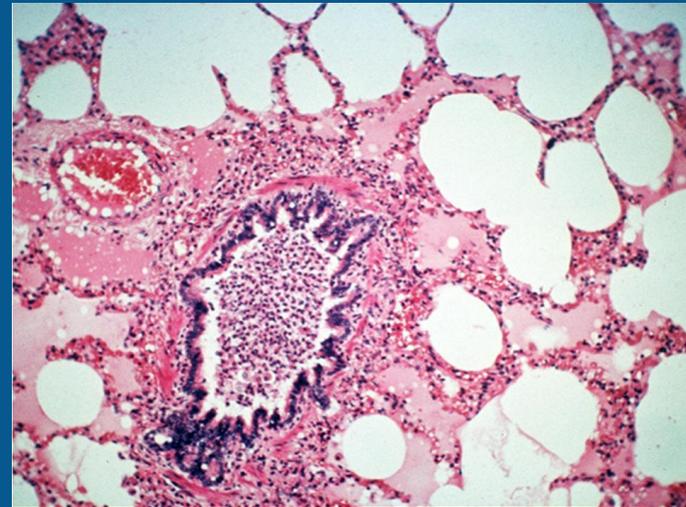
G. Postiaux^{1,*}

*Groupe d'étude pluridisciplinaire, service des soins intensifs – site Notre-Dame (GHDC),
Haute École Condorcet – Halnaut, section kinésithérapie, Grand Hôpital de Charleroi,
Charleroi, Belgique*

Guy Postiaux
Groupe d'études pluridisciplinaire stéthacoustique,
Grand hôpital de Charleroi – GHDC, dpts Soins
intensifs et pédiatrie. B-6000 CHARLEROI

40 années de pratique clinique et de recherche et une question:

Quid des VAD oubliées ?



LES TECHNIQUES DE KINÉSITHÉRAPIE SONT EXPIRATOIRES
RAREMENT **INSPIRATOIRES ???**

Depuis 20 ans la recherche en kinésithérapie est circulaire, redondante et ... ennuyeuse.

LA LITTÉRATURE CONTIENT CEPENDANT DES INDICES ÉPARS SANS LIENS APPARENTS MAIS CONVERGENTS



SI:
Bartlett 1970
Atélectasie

Argument:
EFR



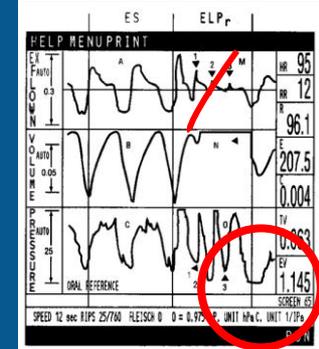
EDIC:
Postiaux 1984
Consolidation pnie

Physicoacoustique



RIM:
Chatham 2004
Mucoviscidose

Biochimique



SIGHS:
Postiaux 2011,
Lanza 2012
Bronchiolite

Mécanique

4 MANŒUVRES INSPIRATOIRES
4 AFFECTIONS DU POUMON PROFOND

LES VOIES AÉRIENNES DISTALES-VAD, UN RÉCENT REGAIN D'INTÉRÊT (*BURGEL ERJ 2011*)

- ❑ **Décennies 60-70: physiologistes et kinésithérapeutes s'interrogent**
- ❑ **Apparition des Expirations Lentes: limite au volume de fermeture**
- ❑ **Pas d'action sur les condensations pulmonaires (les rares études sont négatives (Cochrane enfant & adulte 2001 & 2013))**
- ❑ **Pas de méthode kiné spécifique**

LES BRONCHIOLES SELON E. WEIBEL

- *les bronchioles transitoires, c'est-à-dire la première bronchiole respiratoire qui suit ce que l'on appelle la bronchiole terminale, se situent en moyenne dans la 14^{ème} génération, mais avec une certaine distribution entre 10 et 18 générations à cause du branchement irrégulier de l'arbre bronchique qui doit distribuer l'air dans tout le poumon de forme irrégulière (E. Weibel, communication personnelle, déc. 2012)*

LE POUMON PROFOND: CARACTÉRISTIQUES PHYSIOPATHOLOGIQUES

- Les VAD sont le point de départ et le site principal de l'obstruction
- L'encombrement bronchique proximal n'est que l'émergence lointaine (temporelle et spatiale) d'une atteinte distale
- Le poumon profond est le siège des pathologies restrictives: atélectasie et pneumopathie
- Le rapport de proportionnalité montre l'importance relative des VA vs le PP
- La kinésithérapie ne présente pas de méthode spécifique pour traiter les pathologies disto-périphériques
 - Les techniques expiratoires sont inefficaces
 - Les moyens d'objectivation (EFR) ne sont pas sélectifs
- **THE QUIET ZONE OF THE LUNG: les altérations des VAD évoluent à bas bruit**

POUR UN CONCEPT DE KINÉSITHÉRAPIE « DISTAL »: RETOUR AUX FONDAMENTAUX

- Anatomiques
- Historiques
- Fonctionnels
- Géométriques
- Mathématiques
- Biochimiques & cellulaires

LE RAPPORT DE PROPORTIONNALITÉ BRONCHES VS CRF REND COMPTE DE L'IMPORTANCE RELATIVE DES VA PROXIMALES VS LE POUMON PROFOND

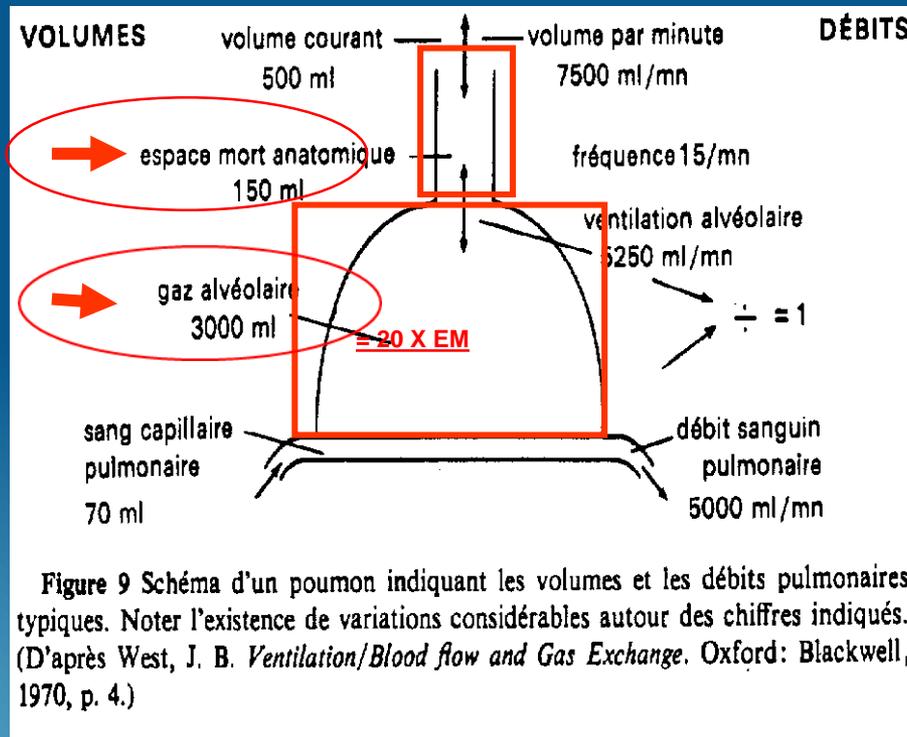
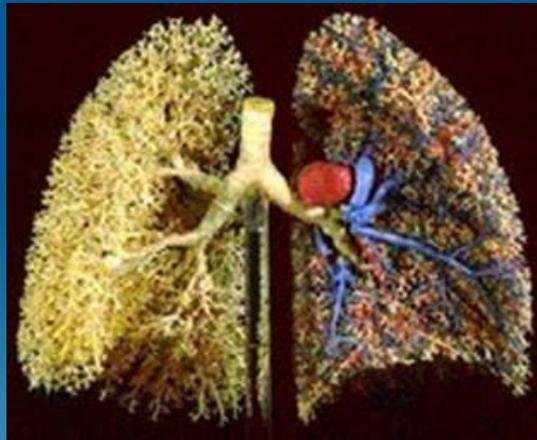
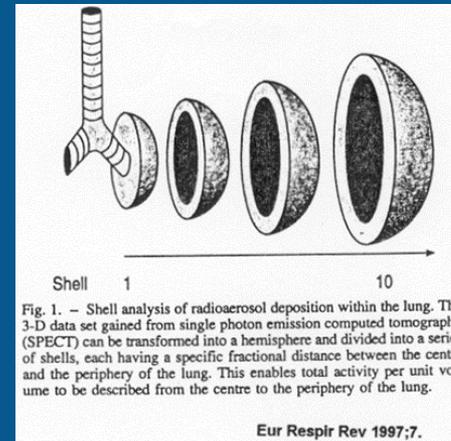


Figure 9 Schéma d'un poumon indiquant les volumes et les débits pulmonaires typiques. Noter l'existence de variations considérables autour des chiffres indiqués. (D'après West, J. B. *Ventilation/Blood flow and Gas Exchange*. Oxford: Blackwell, 1970, p. 4.)

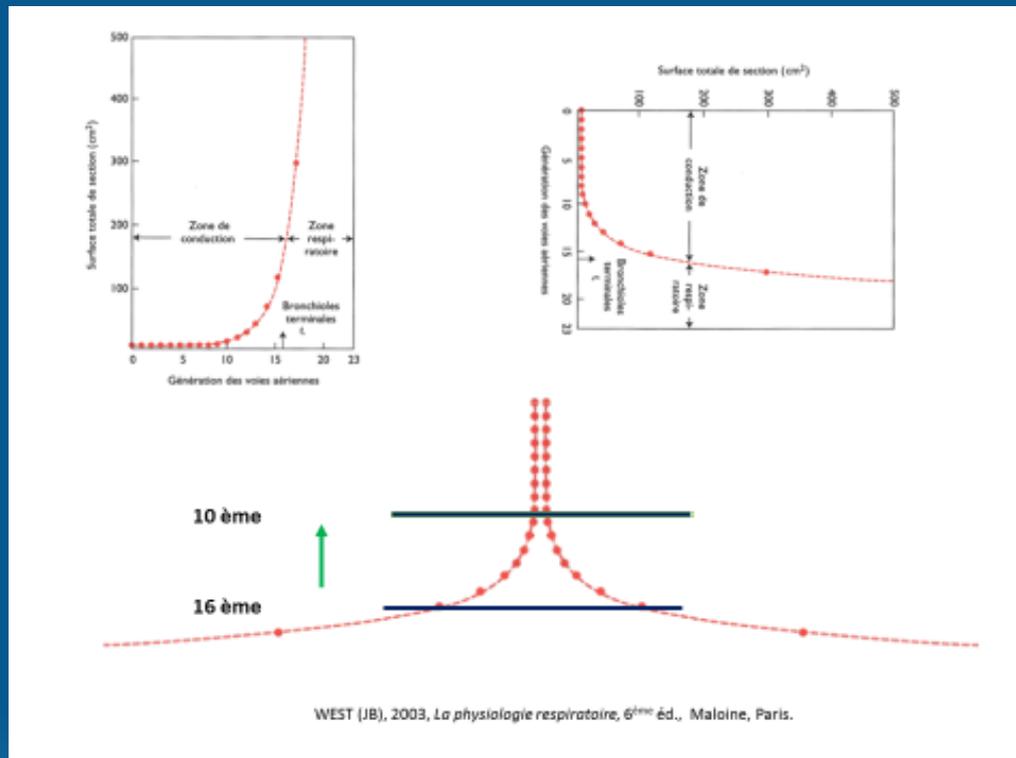
« Le poumon n'est pas un ensemble de CONDUITS de plus en plus étroits placés en parallèle, mais une séquence infinie de surfaces croissantes placées en série. »



Enseignement traditionnel

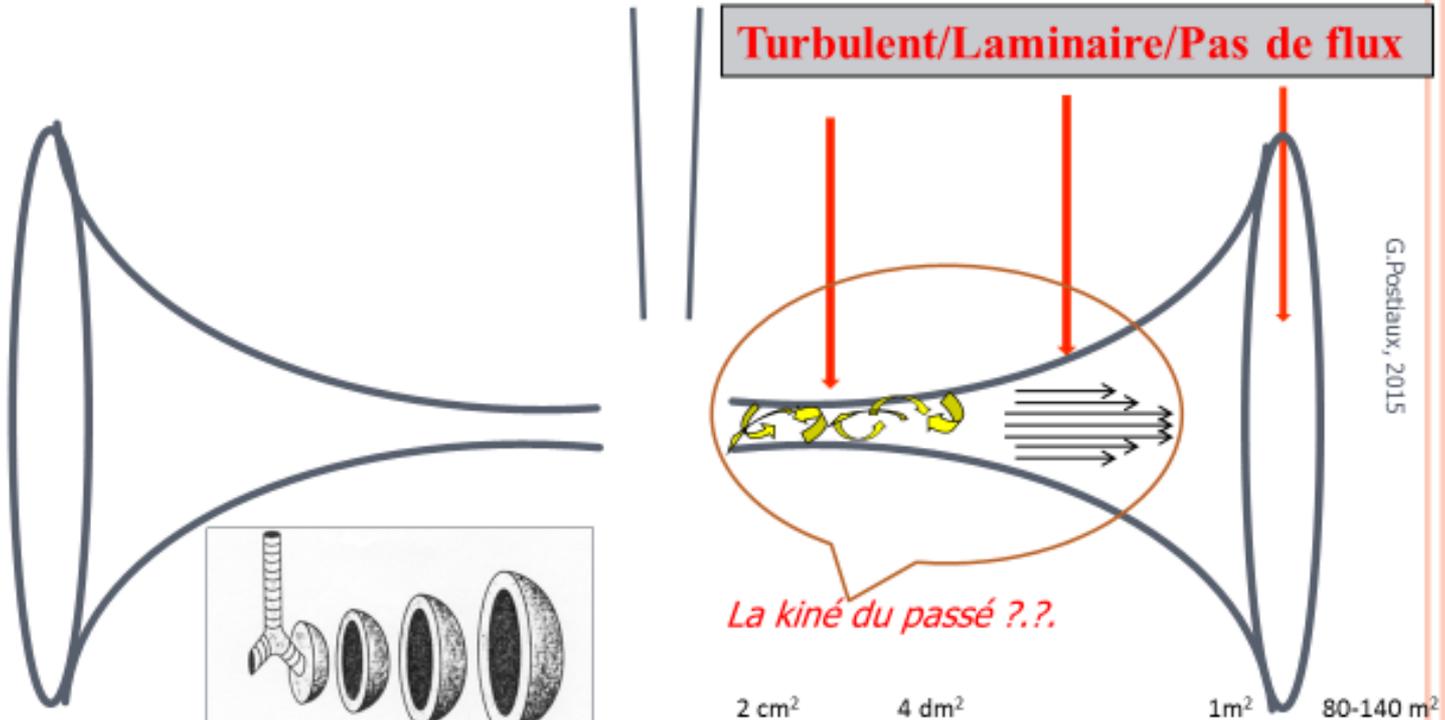


En réalité : Géométrie spatiale

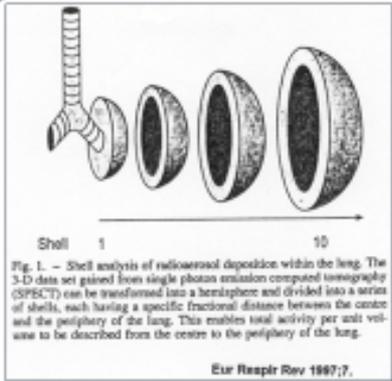


WEST JB. Physiologie de la respiration, 6^e ed, maloine, 2003.
Schéma adapté par jean Benielli. CHU Angers 2016.

2. Dynamique des fluides des gaz: flux et non-flux



G.Postiaux, 2015



débits/flux SONT FAIBLES OU INEXISTANTS au-delà de la 10^{ème} génération, remplacés par mouvement brownien, diffusion.

3

Le poumon profond: définition: au-delà de la **10^{ème} génération !!!** (Weibel 1964, 2004)

Figure 12

Terminal conducting airways branch by dichotomy and lead into the alveolar ducts that constitute the pulmonary acinus.

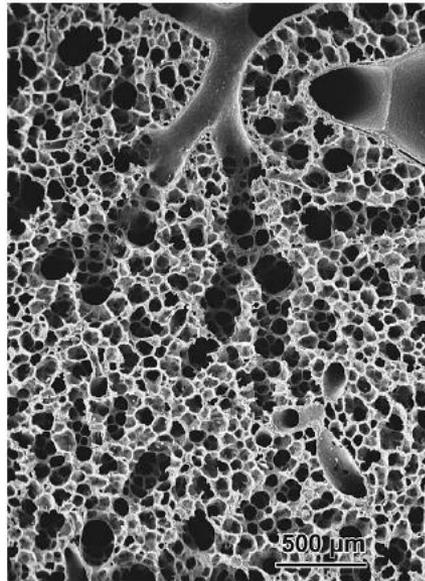


Figure 11

Model of airway branching in human lung by regularised dichotomy from trachea (generation $z = 0$) to alveolar ducts and sacs (generations 20 to 23). The first 14 generations are purely conducting; transitional airways (generation 15) lead into the acinar airways with alveoli branching over eight generations (z'). Modified after [27].

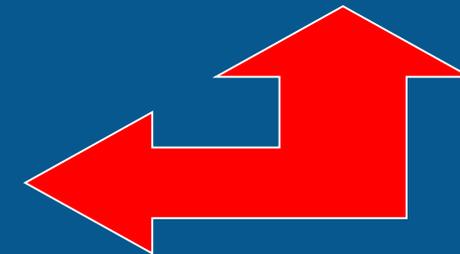
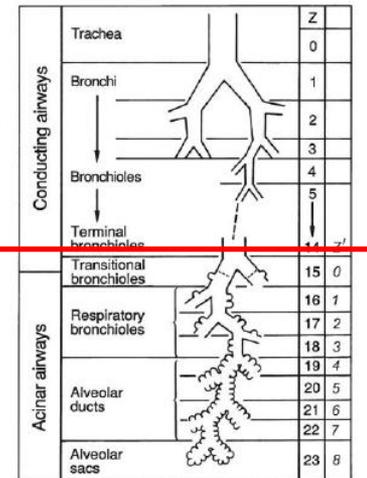


Figure 3. (A) Hierarchy of airways, with surface complexity occurring in the last eight generations by formation of alveoli on the acinar ducts (B).

CONSTRUCTION D'UN **NOUVEAU** **PARADIGME**

ARGUMENTS :

- HISTORIQUES
- MÉCANIQUES
- PHYSIOPATHOLOGIQUES
- BIOCHIMIQUES
- RADIOLOGIQUES
- CLINIQUES
- LITTÉRATURE

PROPOSITION :

La kinésithérapie de désobstruction bronchopulmonaire sera inspiratoire, résistée, positionnelle, stéthacoustique, échographique et biochimique.

DEMONSTRATION ...

Postiaux G. Rev Mal Resp 2014.

1. EQUATION DU MOUVEMENT DU POUMON

(ROHRER 1919, OTIS 1926)

$$\Delta P_{pl} = \Delta V \cdot E + \Delta V' \cdot R$$

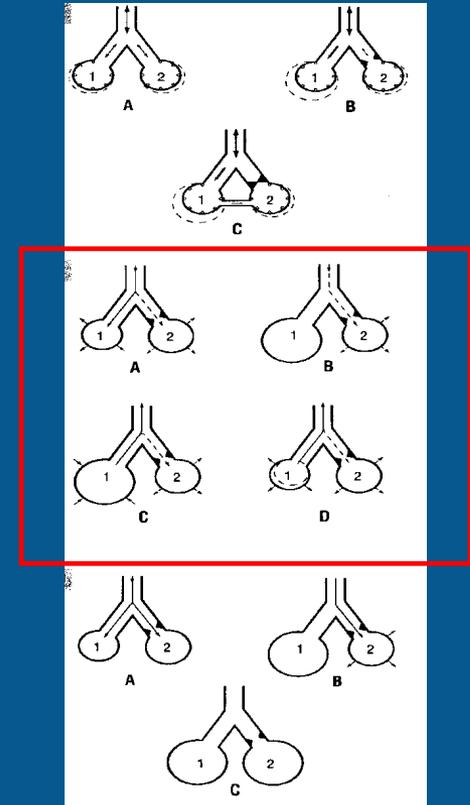
Δ l'énoncé serait : une diminution de la pression pleurale (P_{pl}) a pour but (signe =) d'amener un certain volume d'air dans les alvéoles (indiqué V) qui dépend (signe X) de l'élasticité du tissu pulmonaire (E ou de son inverse la compliance C) et pour ce faire doit aussi (signe +) produire des débits bronchiques (indiqués V'_{br}) eux-mêmes sous la dépendance (signe X) des résistances à l'écoulement (R).

PREMIÈRE PROPOSITION

L'ÉQUATION DU MOUVEMENT DU POUMON CONTIENT LE PRINCIPE D'UNE **INSPIRATION** POUR TRAITER LES ATTEINTES DU POUMON PROFOND. (2) $P_{PL} = [VXE]$ (2) + $[V'XR]$ (2)

2. ASYNCHRONISME VENTILATOIRE

- Distribution inégale de la ventilation
- Inégalités spatio-temporelles
- $Cste\ Tps = R \times C = (cmH20/l/sec) \times (l/cmH20)$
= sec

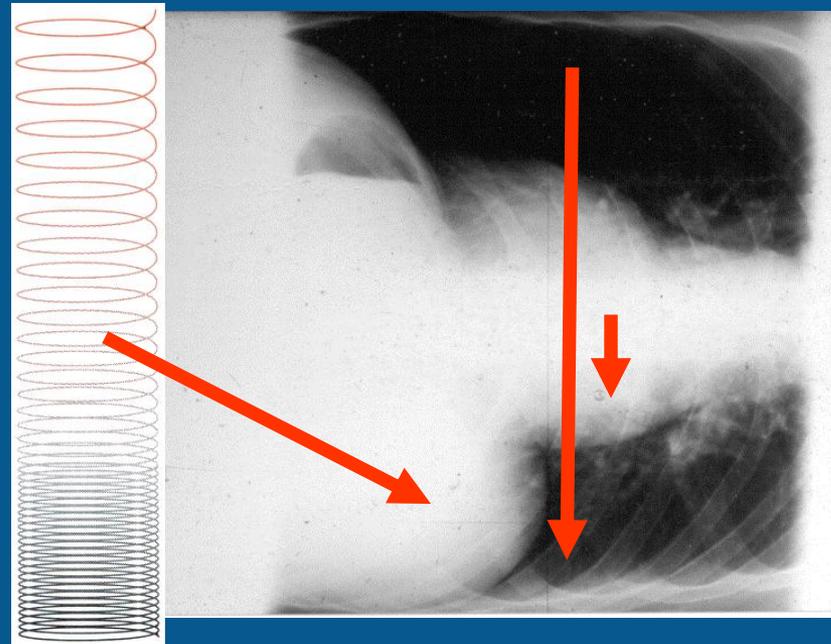
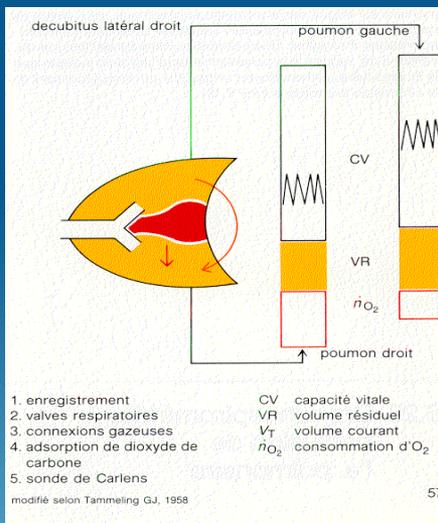


DEUXIÈME PROPOSITION

LES NOTIONS D'ASYNCHRONISME VENTILATOIRE ET D'HYSTÉRÉSIS IDENTIFIENT LE PRINCIPE D'UNE INSPIRATION **LENTE** SUIVIE D'UNE **APNÉE TÉLÉ-INSPIRATOIRE** POUR OBTENIR UNE INSPIRATION HOMOGENÈME FAVORABLE AU RECRUTEMENT DES UNITÉS PÉRIPHÉRIQUES

4. LA MECANIQUE VENTILATOIRE EN DECUBITUS LATERAL

- Action de la pesanteur sur le contenu thoracique
- = **inflation** du poumon supra
- = déflation du poumon infra

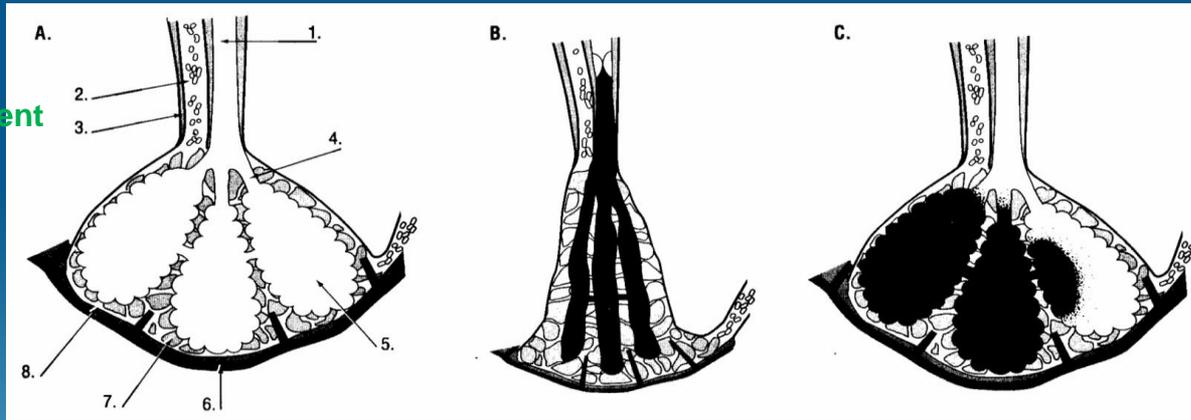


Principe mécanique du traitement des atteintes distales:

= Recrutement alvéolaire, volumique

Atélectasie = perte de volume
par affaissement, l'origine est
bronchique

traitement



Pneumonie = perte de volume
par occupation liquidienne,
l'origine est tissulaire

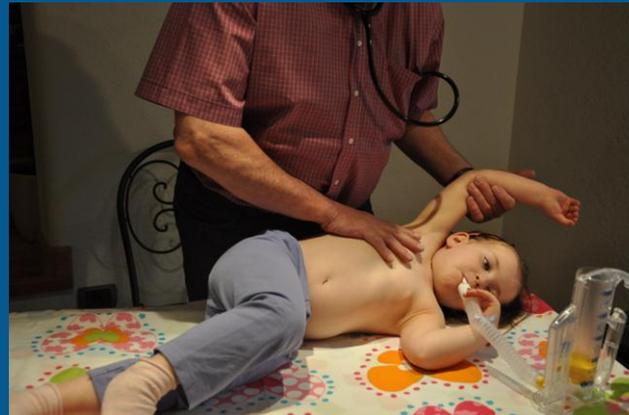
QUATRIEME PROPOSITION

LE DECUBITUS LATÉRAL EST UNE POSITION PRIVILÉGIÉE QUI ACCENTUE LES EFFETS INFLATOIRES DES MANŒUVRES INSPIRATOIRES LENTES ET RÉSISTÉES SUR LE POUMON PROFOND SUPRALATÉRAL
LES COMPLIANCES DIFFÉRENTIELLES DANS L'ARBRE BRONCHIQUE MONTRENT L'INTÉRÊT D'UNE
RÉSISTANCE INSPIRATOIRE POUR UNE DISTENSION PRÉFÉRENTIELLEMENT LOCALISÉE AU POUMON PROFOND

EDIC: cible postéro-basale



EDIC: cible antéro-basale



G. Postiaux, 2011

5. LE POUMON EST UN OBJET FRACTAL IDEE GENIALE DU CCORM

- La structure est invariante par changement d'échelle
- L'imbrication des structures VAD/Tissu + **tensegrity**
- Vitesses et distances égales vers A et B

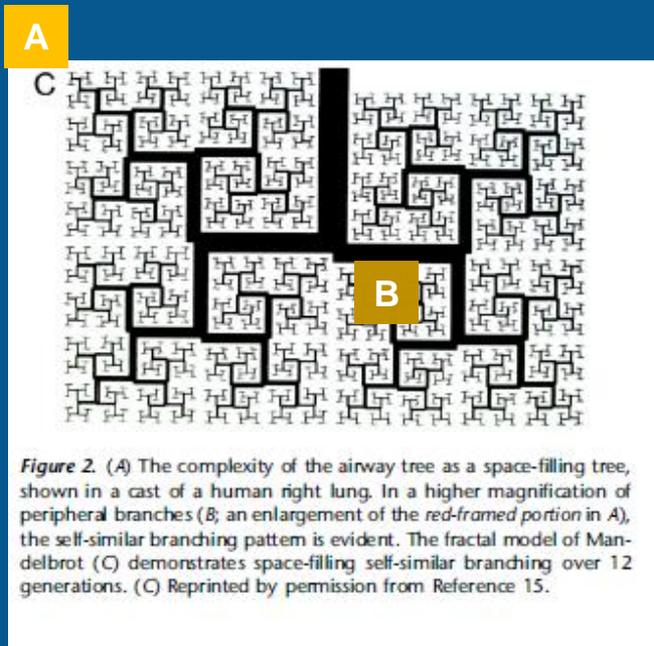


Figure 2. (A) The complexity of the airway tree as a space-filling tree, shown in a cast of a human right lung. In a higher magnification of peripheral branches (B; an enlargement of the red-framed portion in A), the self-similar branching pattern is evident. The fractal model of Mandelbrot (C) demonstrates space-filling self-similar branching over 12 generations. (C) Reprinted by permission from Reference 15.

Un poumon sphérique aurait 2,80 m de rayon !

LA NOTION DE « TENSEGRITY »

- La béance des VAD est assurée par la tension élastique du tissu environnant, éléments imbriqués et interdépendants = le **Poumon Profond**
- **Tensegrity**: terme technique, artificiel, inventé par Buckminster Fuller (1960) suggérant TENSIONAL INTEGRITY "intégrité structurelle par tension".

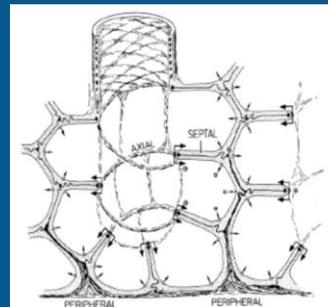
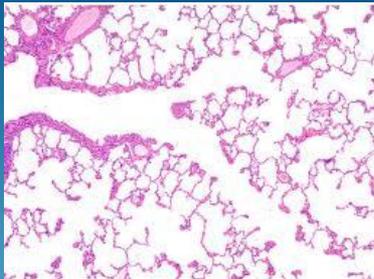
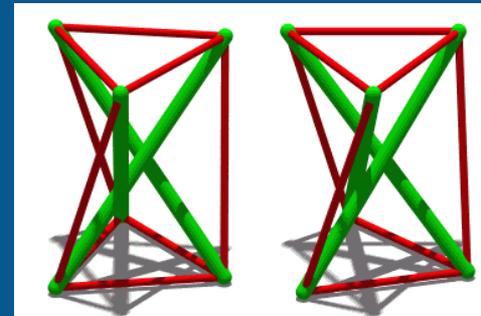


Figure 6. Model of the disposition of axial, septal, and peripheral fibers in the acinar airway, with the effect of surface forces indicated by arrows: negative in alveoli and strongly positive on the free edge of the alveolar septum. Reprinted by permission from Reference 26.

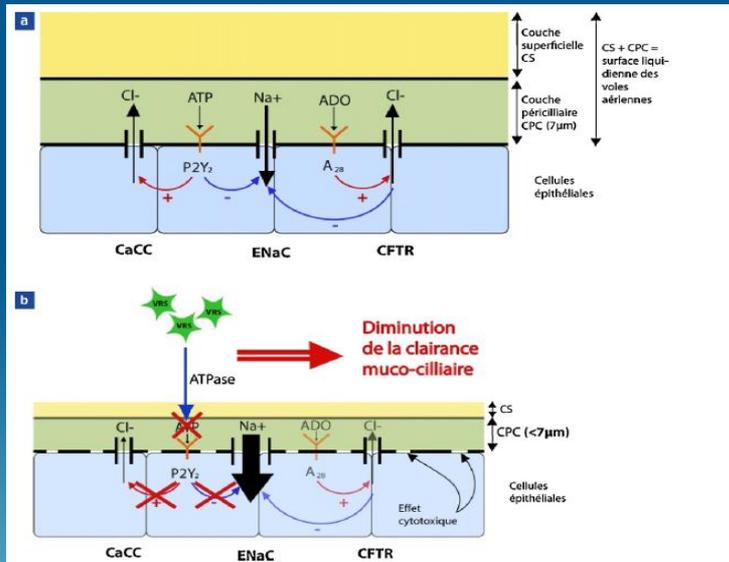
La connectivité est établie par un continuum de fibres élastiques dans le poumon jusque dans l'acinus

CINQUIEME PROPOSITION

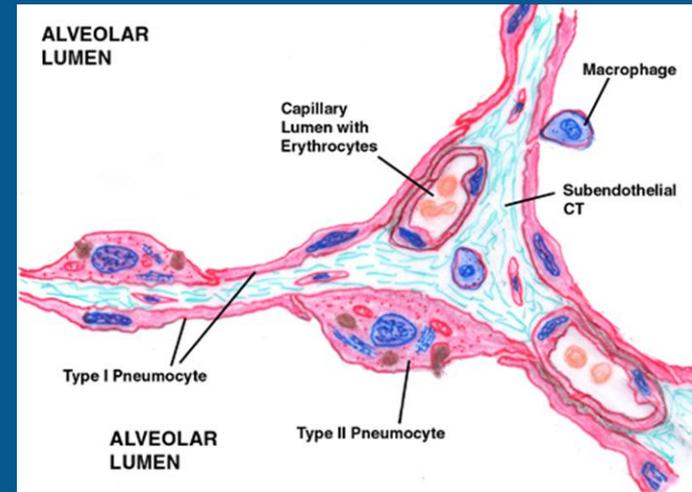
LA NOTION D'OBJET FRACTAL PERMET DE CONSIDÉRER TOUTES LES PARTIES DU POUMON SUPRALATÉRAL COMME ÉQUIDISTANTES, HOMOGÈNES ET SYNCHRONES

6. CONTRAINTES MECANQUES CELLULAIRES ET MODULATION DE L'ACTIVITE PARASYMPATHIQUE

1) Les inspirations à grand volume stimulent la production d'**ATP** qui régule le transport mucociliaire



2) Les inspirations à grand volume stimulent la production et le transfert de **surfactant** vers les voies aériennes où: - transport unidirectionnel des sécrétions - milking effect: production, largage par les pneumocytes II - stop & go effect - anti-glue effect - régulation hydrique



SIXIEME PROPOSITION

Des contraintes mécaniques induites par les mouvements ventilatoires amples s'exercent sur l'épithélium des voies aériennes (production d'ATP) et sur les cellules alvéolaires qui produisent le surfactant et sur la modulation parasympathique autonome. Ces tensions mécaniques et biochimiques ont des effets sur le **transport mucociliaire INSPIRATOIRE** et sur l'**inflammation pulmonaire**

PROPOSITION D'UN

NOUVEAU PARADIGME

La kinésithérapie du poumon profond requiert la réalisation d'inspirations lentes résistantes et positionnelles

Les techniques inspiratoires devraient précéder les manœuvres expiratoires

Quittons les flux ...

INDICATIONS DES EXERCICES INSPIRATOIRES LENTS EN SUPRALATÉRAL:

- Pneumopathies au stade de **consolidation**
- **Atélectasies** (lit. OK)
- En général: toutes atteintes périphériques restrictives et obstructives : BPCO, Muco...

7. VALIDATION ET SUIVI CLINIQUE

- Les EFR sont trop peu sélectives = signal global
- L'auscultation permet de détecter des atteintes locorégionales distales et discrètes« **Regarder par l'autre bout de la lorgnette** »
- Elle permet un suivi clinique immédiat
- L'analyse physico-acoustique des bruits respiratoires est une voie d'objectivation et de validation, les paramètres existent (*).

(*) Mode amplitude/temps, Analyse de Fourier: FFT Wavelets, Comptage des craquements, Evolution du spectre des bruits respiratoires: timbre, Percussion



AUX SOINS INTENSIFS

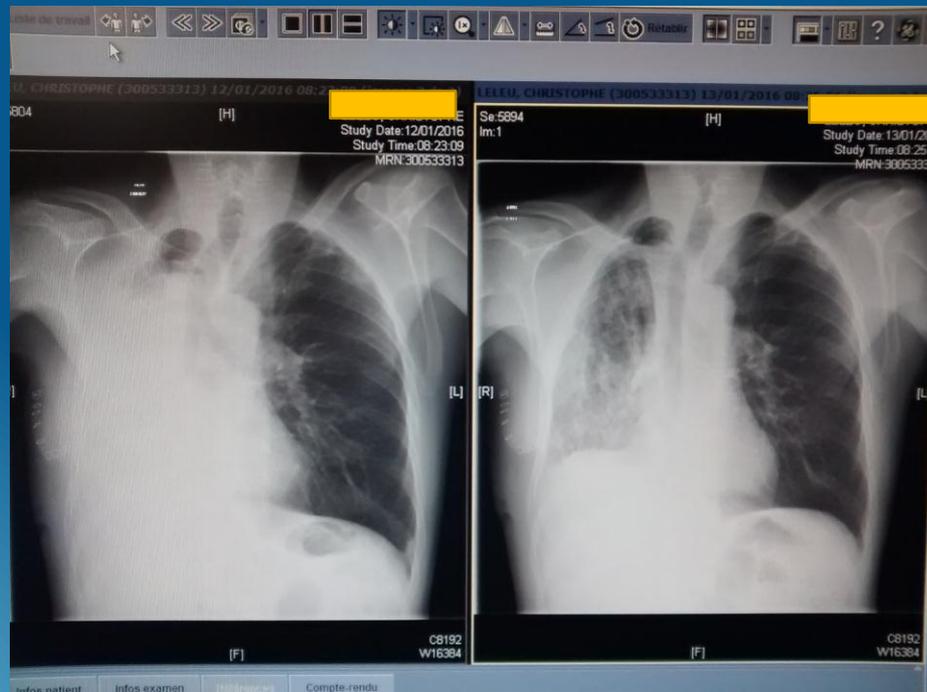


Doc aimablement fournis par Guillaume Riffart CHU St Etienne 2014

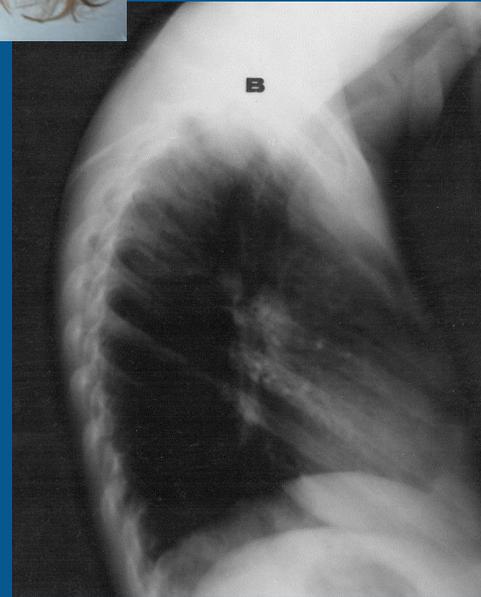
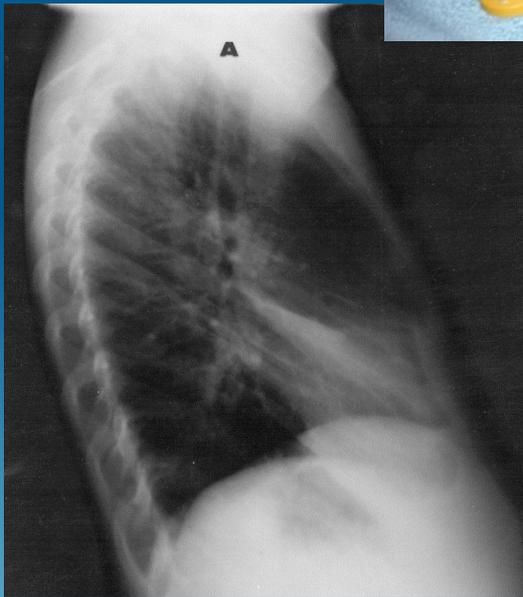
A.
IMAGE D'UNE ATÉLECTASIE MASSIVE DU POUMON DROIT CHEZ UN PATIENT
LOBECTOMISÉ ET APRÈS 7 FIBRO-ASPIRATIONS DURANT UNE SEMAINE SANS RÉSULTAT
THÉRAPEUTIQUE.

B.
IMAGE RÉALISÉE APRÈS 24 HEURES DE PLUSIEURS SÉANCES COURTES D'EDIC EN
SUPRALATÉRAL S'ACCOMPAGNANT IMMÉDIATEMENT DE L'ÉMISSION D'IMPORTANTES
VOLUMES DE SÉCRÉTIONS.

DOCUMENT JULIA TEANI FRACHON. HÔP. FOCH, PARIS JANV 2016.



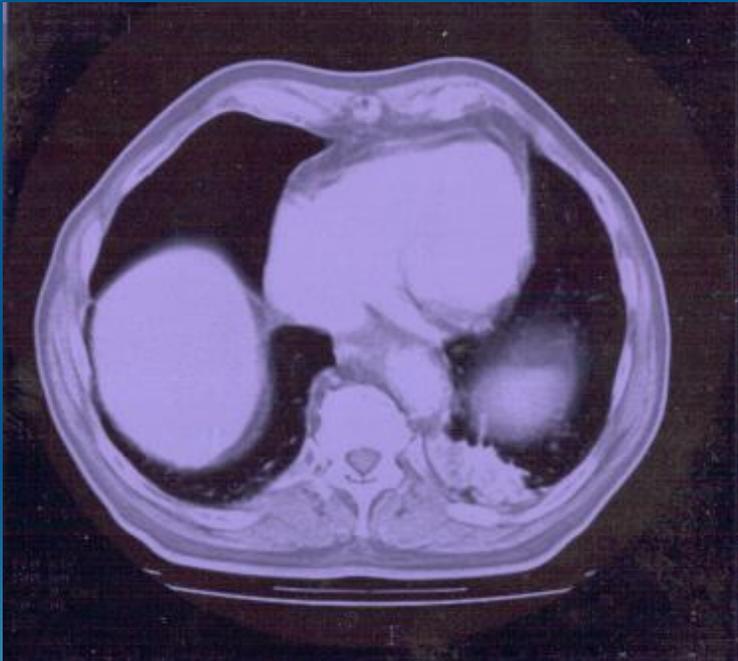
Atélectasie lobe moyen



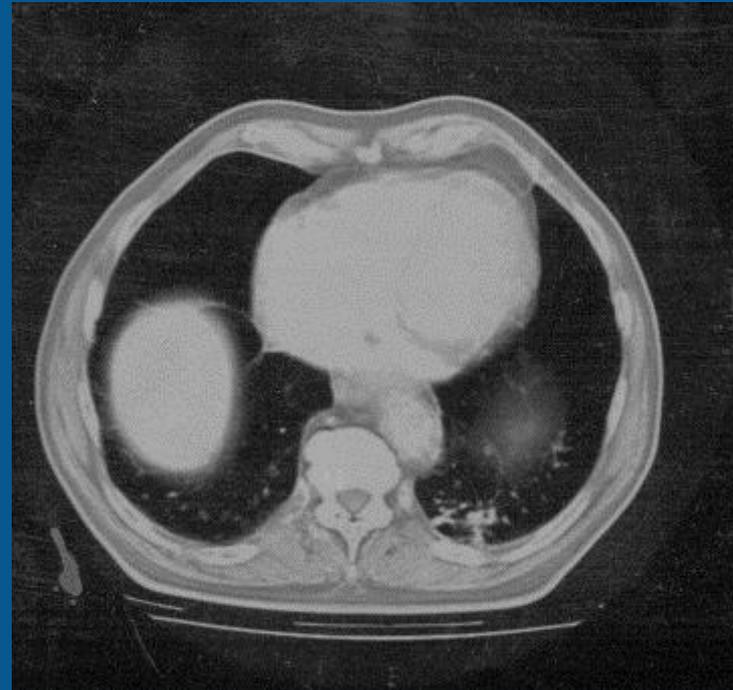
Doc G. Postiaux -GPS

Atélectasie post-basale gauche

AVANT EDIC



Après EDIC



6.34 A



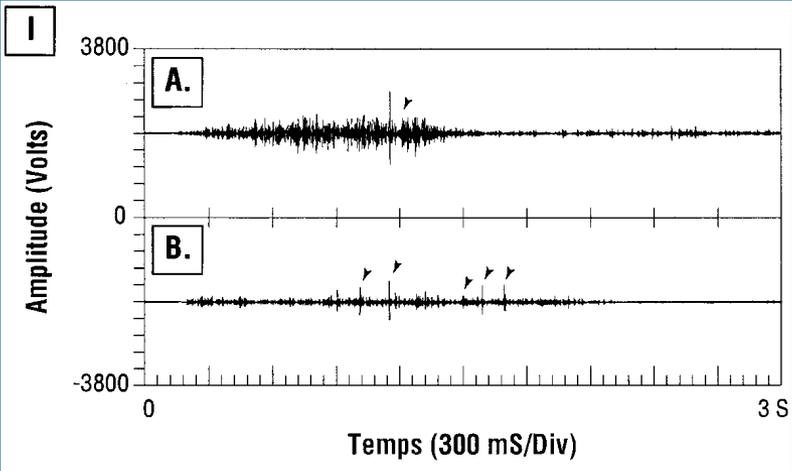
6.34 B

Figure 6.34.

CTscan d'une atélectasie postéro-basale gauche

A. Avant EDIC en supralatéral

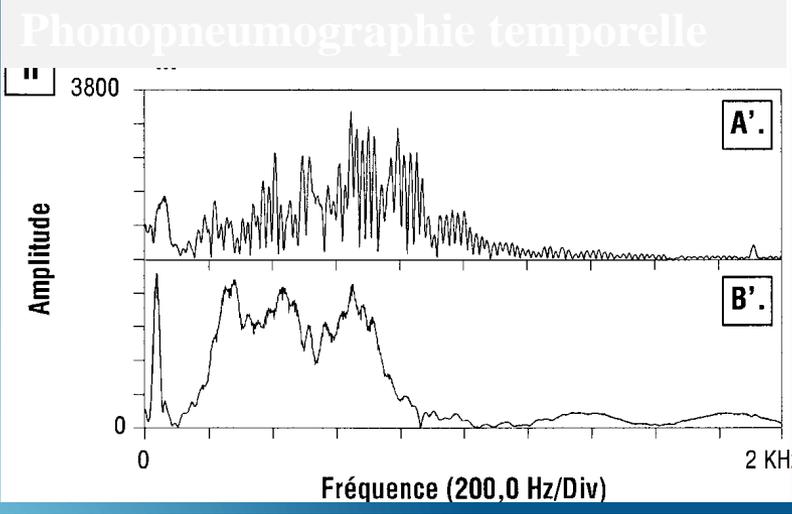
B. Après EDIC en supralatéral (évolution sur un jour après trois séances)



Avant KR

Après KR

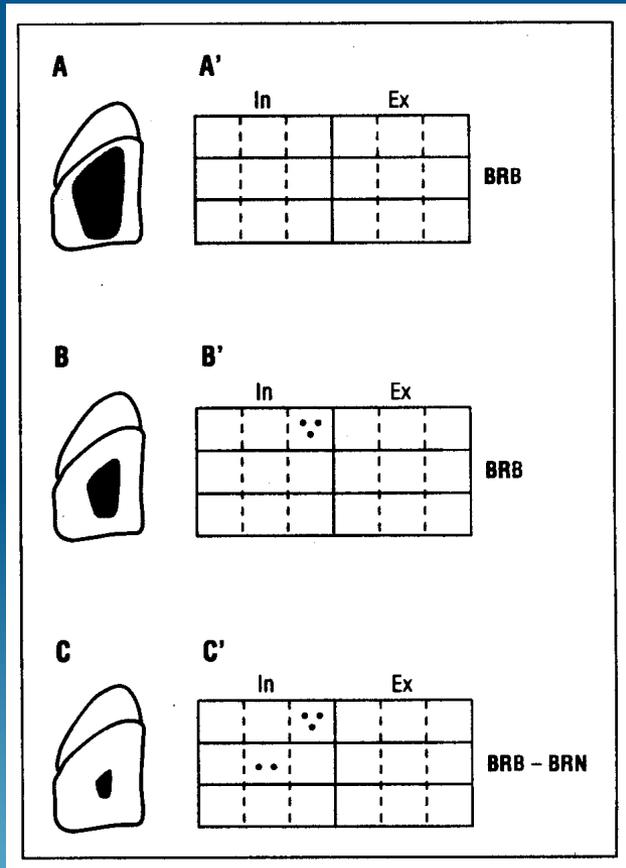
Effets des inspirations lentes sur la pneumopathie (BRB)



Avant KR

Après KR

Phonopneumographie spectrale



Exemple d'évolutions
topographique &
stéthacoustique d'une
consolidation basale
gauche

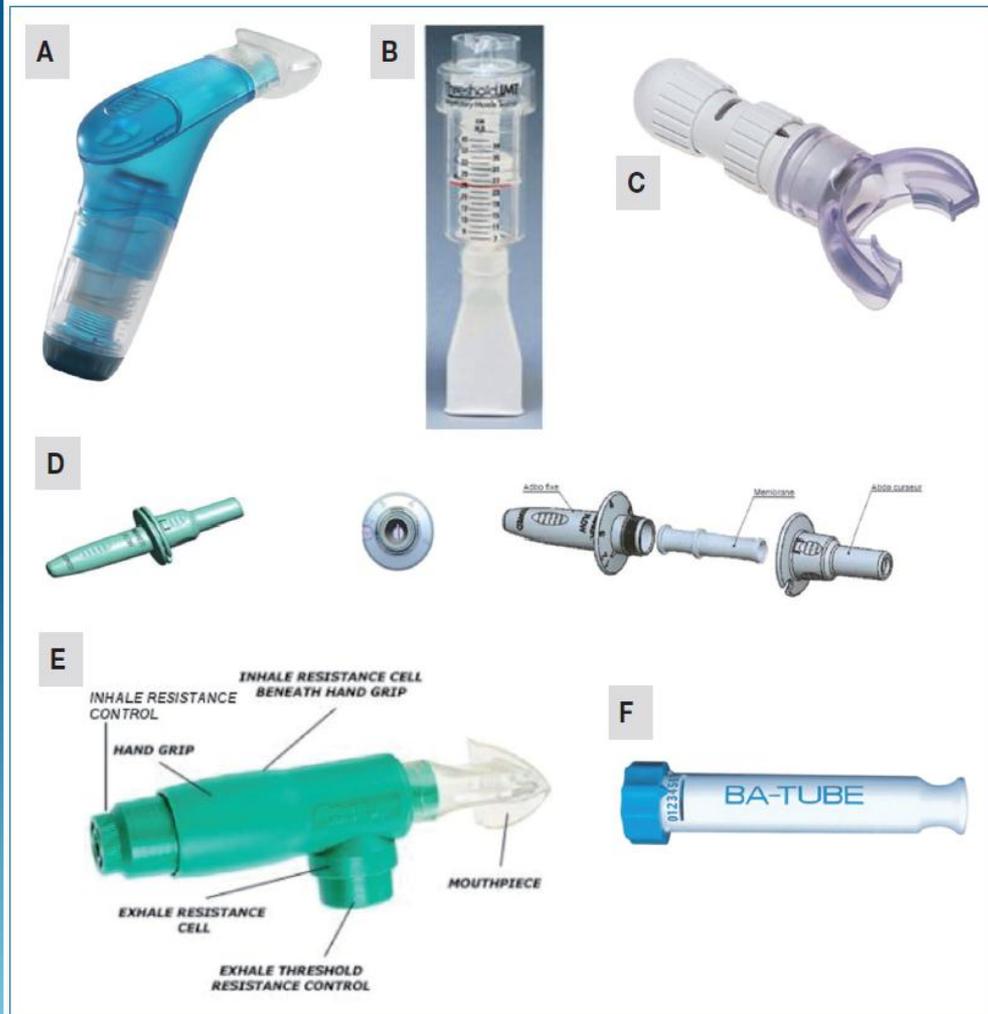


FIGURE 9.15

Divers accessoires sont disponibles pour la réalisation d'inspirations résistantes (liste non exhaustive).

A. Powerbreathe® POWERbreathe International Ltd. Northfield Road, Southam, Warwickshire CV47 0RD UK

B. Treshold IMT Respirationics®

C. ULTRABREATHE® Tangent Healthcare Ltd, Suite 885, 6 Slington House, Rankine Road, Basingstoke RG24 8PH ENGLAND

D. Winner flow® STIMED 6 r Michelet, 71100 CHALON SUR SAÔNE-F

E. POWERLUNG® PowerLung, Inc. 1918 Triway Lane Houston, TX 77043 USA

Le PowerLung permet de réaliser des résistances inspiratoires et expiratoires.

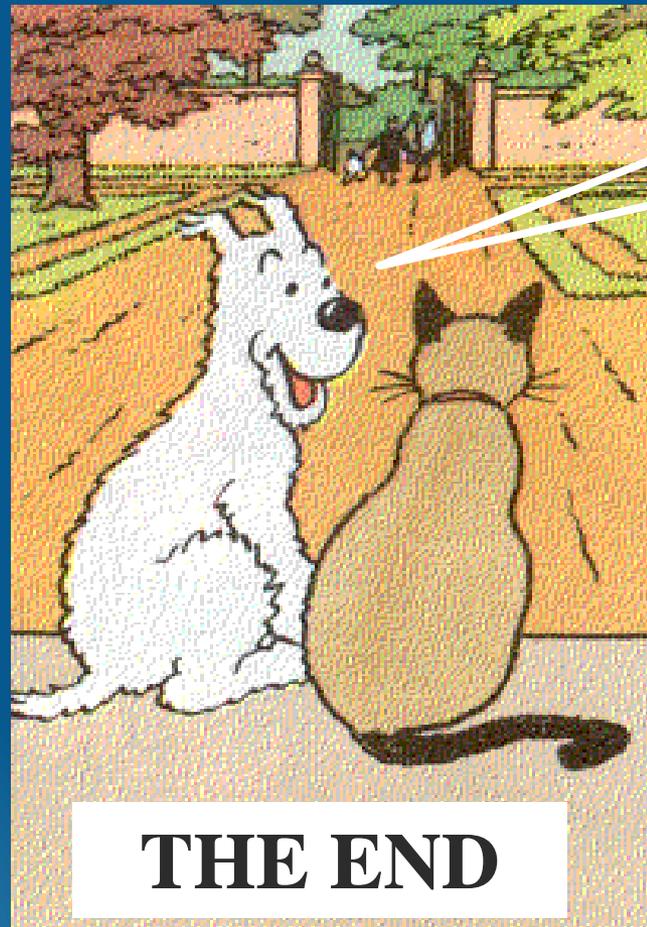
F. Ba-Tube®

Les outils existent déjà



Demain dans les cabinets des kinésithérapeutes

Tout modèle est une représentation simplifiée qui nécessite mise à l'épreuve et approfondissement ... à suivre



Mille mercis de
votre attention et
de votre patience
mille sabords

3) Les inspirations à grand volume (ELPr + Hering Breuer reflex)

Par réduction du tonus parasympathique due au réflexe de Hering Breuer stimulé par les expirations lentes -) ELPr chez l'enfant atteint de pneumonie en régulant l'inflammation via le nerf vague

- acétylcholine
- facteur TNF macrophages
- cytokines.

E. Gomez Fiositerapia Brasil 2015.

