

MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

**ETUDE DES RESISTANCES**  
**DE LA VOIE AERIENNE**  
**AVANT ET APRES L'UTILISATION DE**  
**L'IN-EXSUFFLATION MECANIQUE**



Rapport de travail écrit personnel  
présenté par Agathe FORT  
étudiante en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute  
2005-2006.

# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1.1. L'encombrement bronchique .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1.2. La toux.....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1.1 Définition .....	- 1 -
1.1.2 Effets secondaires de la toux.....	- 2 -
1.1.3 Facteurs d'efficacité de la toux .....	- 2 -
<b>1.3. Techniques apparentées existantes et critique .....</b>	<b>- 4 -</b>
1.1.4 Techniques manuelles :.....	- 4 -
1.1.4.1 Techniques basées sur la modulation du flux expiratoire :.....	- 4 -
1.1.4.1.1 Augmentation du flux expiratoire (AFE).....	- 4 -
1.1.4.1.2 Drainage autogène .....	- 5 -
1.1.4.1.3 Expiration lente totale à glotte ouverte en latérocubitus (ELTGOL).....	- 5 -
1.1.4.1.4 Technique d'expiration forcée .....	- 5 -
1.1.4.1.5 Pressions manuelles thoraciques.....	- 5 -
1.1.4.2 Exercices à débit inspiratoire contrôlé en supra latéral .....	- 6 -
1.1.4.3 Autres techniques manuelles .....	- 6 -
1.1.4.3.1 Toux dirigée.....	- 6 -
1.1.4.3.2 Vibrations thoraciques .....	- 6 -
1.1.4.3.3 Drainage postural.....	- 7 -
1.1.5 Techniques instrumentales :.....	- 7 -
1.1.5.1 Aspiration naso-trachéale, ou aspiration trachéale chez le sujet intubé ou trachéotomisé. ....	- 7 -
1.1.5.2 Appareils générateurs de vibrations externes ou endobronchiques (Percussionnaire®) ...	- 8 -
1.1.5.3 Pression expiratoire positive (PEP) .....	- 8 -
1.1.5.4 Flutter .....	- 8 -
1.1.5.5 Aérosolthérapie .....	- 9 -

1.1.5.6	Insufflation-exsufflation mécanique .....	- 9 -
<b>1.4.</b>	<b>Résistances de la voie aérienne .....</b>	<b>- 10 -</b>
1.1.6	Définition et valeurs .....	- 10 -
1.1.7	Facteurs influençant les résistances des voies aériennes chez les malades .....	- 10 -
1.1.7.1	Facteurs physiologiques .....	- 10 -
1.1.7.2	Facteurs physiques.....	- 11 -
1.1.7.3	Facteurs nerveux.....	- 11 -
1.1.7.4	Facteurs chimiques .....	- 11 -
1.1.8	Conséquences d'une augmentation des résistances des voies aériennes .....	- 12 -
<b>1.5.</b>	<b>Hypothèse du mémoire.....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIEL ET METHODE .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>1.6.</b>	<b>Population.....</b>	<b>- 12 -</b>
1.1.9	Population de sujets sains .....	- 12 -
1.1.10	Population de sujets pathologiques .....	- 13 -
<b>1.7.</b>	<b>Matériel.....</b>	<b>- 13 -</b>
1.1.11	Appareil d'in-exsufflation mécanique.....	- 13 -
1.1.12	Circuit .....	- 14 -
1.1.13	Réglages.....	- 14 -
1.1.14	Appareil de mesure des résistances grâce aux oscillations forcées .....	- 14 -
<b>1.8.</b>	<b>Méthode .....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>1.9.</b>	<b>Test statistique utilisé .....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>1.10.</b>	<b>Résultats des mesures .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>1.11.</b>	<b>Résultats des tests statistiques .....</b>	<b>- 17 -</b>
1.1.15	Sujets sains.....	- 17 -

1.1.16	Sujets malades.....	- 17 -
1.12.	Analyse des résultats.....	- 18 -
<b>4.</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>- 19 -</b>
1.13.	Nécessité d'affiner l'étude des sujets sains .....	- 19 -
1.14.	Comparaison chez sujets pathologiques .....	- 21 -
1.15.	Balance avantages/inconvénients .....	- 21 -
1.1.17	Amélioration de paramètres ventilatoires .....	- 22 -
1.1.18	Bien-être du patient .....	- 23 -
1.1.19	Risque infectieux moindre .....	- 23 -
1.1.20	Prix.....	- 24 -
1.1.21	Apprentissage facile .....	- 24 -
1.1.22	Aucune complication .....	- 24 -
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>- 24 -</b>

En stage au service des insuffisants respiratoires, nous avons constaté l'usage d'un appareil qui favorisait le désencombrement des patients neuro-musculaires. Cet appareil d'utilisation récente suscite aux utilisateurs un certain nombre d'interrogations dont une qui nous a intéressés : cet appareil ne présente-t-il pas un risque de bronchoconstriction de la voie aérienne ? Après quelques rappels sur l'encombrement bronchique et les moyens de le traiter, nous présenterons l'étude réalisée.

## **1. INTRODUCTION**

### *1.1. L'encombrement bronchique*

L'encombrement bronchique est « une stagnation, à l'intérieur de la voie aérienne, de mucus bronchique en quantité et/ou en qualité normales ou pathologiques, cette stagnation entraînant une diminution de la perméabilité bronchique ». La balance entre la production et l'évacuation des sécrétions bronchiques est déséquilibrée. (Annexe I, figure n° 1)

L'hypersécrétion est la première cause d'encombrement bronchique. Ensuite les modifications des caractéristiques viscoélastiques du mucus peuvent gêner l'évacuation des sécrétions par les cils vibratiles de la muqueuse bronchique. Le tapis mucociliaire peut être lésé ou insuffisant. Enfin une mauvaise ventilation (due à une diminution du calibre bronchique ou un volume courant diminué) augmente la stagnation des sécrétions. Enfin une toux inefficace engendre souvent un encombrement bronchique. (1, 18)

### *1.2. La toux*

#### *1.1.1 Définition*

La toux est un phénomène fondamental grâce à son rôle protecteur des voies aériennes.

C'est un acte réflexe ou volontaire qui aboutit à l'expulsion rapide du gaz alvéolaire.

Elle se compose de 4 phases successives :

- une inspiration profonde jusqu'à 70% de la capacité vitale pulmonaire,
- une fermeture de glotte d'une durée de 0,2 seconde, pendant cette phase les muscles expirateurs se contractent violemment afin d'augmenter la pression intrapulmonaire,
- la glotte s'ouvre brusquement alors que les muscles expirateurs restent contractés, ce qui entraîne une expulsion violente du gaz intrapulmonaire.

Lors de cette expiration brutale, les voies trachéo-bronchiques se resserrent et il en résulte une expulsion du gaz qui peut atteindre une vitesse de 200 à 300 m/s ; le débit peut alors atteindre un pic allant de 6 à 12 l/s, ce qui favorise l'arrachement des sécrétions bronchiques.

L'abolition de ce phénomène peut entraîner un encombrement pulmonaire, des troubles ventilatoires ou encore des infections. (1, 3, 8, 10, 20, 21)

### 1.1.2 Effets secondaires de la toux

La toux peut engendrer des hémoptysies par rupture de petits vaisseaux, des tractions sur l'appareil digestif, ou encore des fractures de côtes chez des patients ostéoporotiques. De plus, la toux peut être fatigante ou décourageante si elle est improductive. (20)

### 1.1.3 Facteurs d'efficacité de la toux

Plusieurs facteurs entrent en jeu dans l'efficacité de la toux. Tout d'abord les caractéristiques physiques et les propriétés rhéologiques du mucus :

- son épaisseur : la phase sol, qui est la couche profonde du mucus dans laquelle battent les cils vibratiles doit être épaisse ; et la phase gel, qui est la couche superficielle du

mucus et qui est propulsée par les cils vibratiles, doit être mince pour une toux efficace, (annexe I, figure n° 2)

- une élasticité excessive diminue l'efficacité,
- une viscosité anormalement élevée diminue également l'efficacité,
- une filance élevée est associée à une vitesse de transport élevée,
- de même, une adhésivité importante réduit l'action de la toux,
- une bonne mouillabilité favorise l'épuration,

Notons qu'un mucus trop fluide est également difficile à éliminer par la toux, mais cette possibilité est moins courante (quoique souvent grave) que celles évoquées précédemment.

Ensuite, des facteurs physiques de l'appareil respiratoire diminuent cette efficacité :

- une faiblesse ou une paralysie des muscles expirateurs (muscles de l'abdomen : grand oblique, grand droit, transverse ; muscles intercostaux internes et intimes ; petit dentelé postéro-inférieur),
- le diaphragme, lorsqu'il ne se relâche pas assez rapidement à la fin de l'inspiration, reste donc partiellement actif au début de l'expiration suivante, et contribue à cette altération,
- une instabilité de la paroi bronchique,
- une diminution de la sensibilité des récepteurs tussigènes (les zones tussigènes principales sont situées sur le larynx et la bifurcation trachéale ; les récepteurs réagissent principalement à l'étirement et à l'irritation),
- une modification de la lumière de la voie aérienne, lorsqu'il y a un obstacle ou des déformations : un aspect lisse de la muqueuse est nécessaire,
- une synchronisation imparfaite entre la fermeture des bronches et celle de la trachée.

Enfin une incapacité mentale rend évidemment la toux volontaire inefficace.

La toux est donc plus ou moins efficace selon les pathologies étudiées. Par exemple, elle l'est dans les cas de bronchites chroniques peu avancées, elle l'est beaucoup moins dans les cas de trouble obstructif sévère. Elle n'est pas efficace dans les pathologies entraînant une production quotidienne de mucus importante, dans celles générant une hypotonie ou une paralysie de la sangle abdominale, dans les dyskinésies trachéo-bronchiques survenant chez le sujet âgé, et dans les pathologies provoquant un bronchospasme (comme l'asthme). (1, 3, 10, 13, 17, 20, 21, 22, 23)

### 1.3. Techniques apparentées existantes et critique

Chaque séance de désencombrement est précédée d'un bilan de l'encombrement qui nous oriente vers le choix de nos techniques. Le bilan comporte différents items : anamnèse, évaluation de la toux, auscultation et bruits respiratoires, nature/volume/qualités rhéologiques des expectorations, dyspnée, évaluation musculaire, explorations fonctionnelles respiratoires, lecture des comptes-rendus des examens médicaux (radiographie thoracique, fibroscopie bronchique, bactériologie, examen des gaz du sang). (Annexe II, figures n° 1 et n° 2) (1, 25)

#### 1.1.4 Techniques manuelles :

##### 1.1.4.1 Techniques basées sur la modulation du flux expiratoire :

###### **1.1.4.1.1 Augmentation du flux expiratoire (AFE)**

Le patient réalise des expirations à volume pulmonaire variable, à un débit choisi, avec plus ou moins de force, afin de faire progresser les sécrétions à chaque niveau de l'arbre bronchique. Par exemple, une expiration lente, avec un débit expiratoire modéré, réalisée à petit volume pulmonaire, est préconisée pour un désencombrement des voies aériennes périphériques. On distingue l'AFE lente (ALFE) et l'AFE rapide (ARFE). L'ARFE peut



provoquer un collapsus des voies aériennes dans certaines pathologies comme l'asthme ou l'emphysème. L'ALFE ne sera pas efficace si les sécrétions sont très visqueuses ou si l'obstruction est complète. (1, 18, 19)

#### 1.1.4.1.2 Drainage autogène

C'est une technique de toilette bronchique active utilisant des inspirations avec pause téléinspiratoire, et des expirations lentes et contrôlées à glotte ouverte. Il se décompose en 3 périodes successives. D'abord, le décollement des sécrétions en faisant des expirations lentes, non forcées, à bas volume. Puis la collection des sécrétions en augmentant le volume des expirations. Enfin l'évacuation des sécrétions en expirant à haut volume. Cette technique nécessite des volumes suffisants, de la force musculaire et une bonne coordination. (1, 18, 19)

#### 1.1.4.1.3 Expiration lente totale à glotte ouverte en latérocubitus (ELTGOL)

Cette technique se réalise du volume courant au volume résiduel, à glotte ouverte, le côté à désencombrer étant situé du côté de l'appui. Elle nécessite une bonne force musculaire et un bon état pulmonaire. Le latérocubitus doit être supporté par le patient. (1, 18, 19)

#### 1.1.4.1.4 Technique d'expiration forcée

Cette méthode consiste à réaliser une ou deux expirations forcées à glotte ouverte allant du volume courant au volume résiduel. Elle peut être répétée, avec entre chaque séquence une respiration abdomino-diaphragmatique, elle est alors appelée « cycle de ventilation active ». Elle nécessite une bonne force musculaire et une bonne coordination du patient. (1, 3)

#### 1.1.4.1.5 Pressions manuelles thoraciques

Elles se font avec toute la surface de la main au moment de l'expiration ; sur les côtes hautes leur direction va de haut en bas et d'avant en arrière, en revanche sur les côtes basses

elles s'exercent de dehors en dedans et de haut en bas. Elles permettent une augmentation des débits et des volumes expiratoires ce qui aide la toux ou l'AFE par exemple. La fragilité de la cage thoracique doit être respectée (ostéoporose, prise de corticoïdes, longues immobilisations, prématurés) afin d'éviter les fractures de côtes. (1, 3, 19, 20)

#### *1.1.4.2 Exercices à débit inspiratoire contrôlé en supra latéral*

Le côté à désencombrer se trouve en supra latéral. Une inspiration lente et profonde par le nez est demandée au patient (il peut être aidé avec une spirométrie incitative) puis une apnée de cinq secondes. Cette technique favorise l'introduction de l'air dans les régions pulmonaires obstruées. Elle est recommandée dans les encombrements distaux. (18, 19)

#### *1.1.4.3 Autres techniques manuelles*

##### **1.1.4.3.1 Toux dirigée**

Cette technique permet d'utiliser la toux à bon escient. Le masseur-kinésithérapeute (MK) utilise la toux volontaire, la toux volontaire en cascade et la toux provoquée (obtenue grâce à une pression exercée sur la trachée au niveau de la fourchette sternale). Il apprend au patient à tousser efficacement. Elle nécessite une bonne force musculaire. (1, 18, 19, 20)

##### **1.1.4.3.2 Vibrations thoraciques**

Pour une plus grande efficacité, les vibrations doivent s'effectuer sur le temps expiratoire grâce à une tétanisation de l'avant-bras et du bras. Elles permettraient de modifier les caractéristiques rhéologiques des sécrétions bronchiques (études réalisées in vitro) et d'améliorer le transport mucociliaire en entrant en résonance avec le battement ciliaire. Pour une efficacité optimale les vibrations doivent être à une fréquence comprise entre 3 et 25 Hz.

C'est une technique aléatoire qui n'a pas fait ses preuves sur le plan scientifique, mais qui est confortable et bien toléré par les patients. (1, 18, 19, 20, 25)

#### 1.1.4.3.3 Drainage postural

Il consiste à modifier la position du sujet afin d'améliorer le drainage bronchique par les cils. La gravité peut être utilisée en mettant le sujet en proclive. Le mucus fluide, sensible à la pesanteur répond à cette technique. Mais cette technique est de moins en moins utilisée car la gravité n'a aucun effet sur les petites bronches ou sur un mucus visqueux. (18, 19, 20)

#### 1.1.5 Techniques instrumentales :

##### *1.1.5.1 Aspiration naso-trachéale, ou aspiration trachéale chez le sujet intubé ou trachéotomisé*

Cette technique correspond à l'introduction d'une sonde d'aspiration dans la canule de trachéotomie, le tube endotrachéal ou directement dans la trachée, afin d'aspirer les sécrétions présentes sur son passage. Malgré son efficacité, cette technique, qui ne devrait pas être utilisée de façon répétée, présente des risques importants :

- traumatisme de la trachée par le passage de la sonde, entraînant une hypersécrétion bronchique réactionnelle
- hypoxie (allant de la cyanose jusqu'à la bradycardie d'origine vagale)
- risque infectieux car c'est un acte invasif
- troubles de l'hémodynamique
- douleurs
- aggravation d'une hypertension intracrânienne,
- bronchospasme, bronchoconstriction

- arrêt respiratoire
- régurgitation gastrique pouvant être inhalée. (1, 6, 18, 25, 27)

#### *1.1.5.2 Appareils générateurs de vibrations externes ou endobronchiques (Percussionnaire®)*

Les vibrations générées mobilisent les sécrétions et recrutent les territoires pulmonaires. Ces appareils ne peuvent pas être utilisés en présence d'un pneumothorax non drainé ou d'une hémorragie pulmonaire, et chez l'enfant de moins de 3 mois. (19, 25)

#### *1.1.5.3 Pression expiratoire positive (PEP)*

Le fait d'appliquer une pression expiratoire positive grâce à un appareil (ou plus simplement en pinçant les lèvres) retarde le collapsus bronchique et ainsi augmente le volume et le débit expiratoires. L'utilisation de ces appareils entraîne une baisse du débit cardiaque par diminution du retour veineux dû à l'augmentation de la pression intra-thoracique ; le risque de barotraumatisme est à surveiller. (1, 18)

#### *1.1.5.4 Flutter*

Le flutter est un dispositif à bille de haute densité qui applique une pression positive oscillante lors de l'expiration, qui est transmise de la bouche à l'arbre bronchique, ce qui permet les mêmes avantages que la PEP, mais en plus il mobilise les sécrétions bronchiques et diminue leur viscosité. En présence de maladies cardio-vasculaires, d'emphysème, de fatigabilité ou de troubles de l'hématose, il faut être prudent. Le flutter est contre-indiqué en cas de pneumothorax. (1, 19)

#### *1.1.5.5 Aérosolthérapie*

C'est la suspension de particules liquides dans l'air inspiré par le patient, pour humidifier ou déposer des produits médicamenteux (bronchodilatateurs, corticoïdes, fluidifiants bronchiques, antibiotiques) dans la voie aérienne. L'aérosol peut se faire grâce à un inhalateur pressurisé, un aérosol à dispersion solide, un nébuliseur mécanique à énergie pneumatique ou grâce à un nébuliseur ultrasonique. Pour atteindre les bronches, le patient doit inspirer lentement par la bouche, à grand volume et faire une pause téléinspiratoire. Le dépôt dans l'arbre bronchique distal est diminué et l'hétérogénéité de la déposition augmentée en cas d'obstruction bronchique. (1, 18, 19, 20, 25)

#### *1.1.5.6 Insufflation-exsufflation mécanique*

Cette technique est destinée à tous les patients ayant une toux inefficace : pic de débit inférieur à 2 à 3 l/s, ou une expectoration inefficace (par exemple due à une paralysie oropharyngée). C'est un appareil qui exerce une pression positive sur les voies aériennes (au maximum 60cmH<sub>2</sub>O), qui se transforme brusquement en pression négative (maximum 60cmH<sub>2</sub>O), grâce à un ventilateur centrifuge à 2 étages. L'interface utilisée peut être un embout buccal, une sonde endotrachéale ou de trachéotomie, ou un masque facial. Le débit d'expiration recréé dans la voie aérienne imite celui de la toux.

La technique consiste à réaliser une succession de 4 ou 5 cycles de toux puis un temps de repos en ventilation habituelle du patient (pour éviter une hypoxie et une hypercapnie car le circuit est fermé). Le masseur-kinésithérapeute nettoie les sécrétions qui peuvent apparaître dans la bouche, le tube de trachéotomie ou le circuit. Cette séquence peut être renouvelée 4 à 6 fois en fonction de la tolérance du patient. L'utilisation d'un filtre entre le circuit et la machine est obligatoire afin de ne pas contaminer l'appareil. L'appareil peut être utilisé en

mode manuel ou en mode automatique dans la réalisation du rapport I/E (temps inspiratoire/temps expiratoire).

Une surveillance accrue doit être faite chez les patients présentant des antécédents d'emphysème bulleux, des risques de pneumothorax ou de pneumomédiastin ou ayant eu une suppression pulmonaire récente ; le pouls et la saturation du sang en oxygène doivent être contrôlés attentivement dans le cas de patients souffrant d'instabilité cardiaque. (2, 28)

#### 1.4. Résistances de la voie aérienne

##### 1.1.6 Définition et valeurs

D'après les lois physiques, le passage d'un fluide dans un tuyau est soumis à des résistances, le passage de l'air dans les voies aériennes n'échappe pas à ces lois. Moitié de celles-ci se trouve dans le nez, ce qui engendre leur diminution lorsque le sujet respire par la bouche. Une autre partie se situe au niveau de la glotte. Le reste des résistances est au niveau des « tubes » bronchiques et en particuliers au niveau des fines ramifications de la voie aérienne.

Les valeurs normales, mesurées par pléthysmographie, vont de 0,05 à 1,5 cmH<sub>2</sub>O/l/s chez l'adulte, la valeur la plus haute correspondant à un malade haletant avec une capacité résiduelle fonctionnelle moins grande que la normale. (8, 19, 20)

##### 1.1.7 Facteurs influençant les résistances des voies aériennes chez les malades

###### 1.1.7.1 Facteurs physiologiques

Facteurs favorisant l'augmentation des résistances de la voie aérienne:

- constriction du muscle lisse bronchiolaire,
- congestion ou inflammation de la muqueuse,

- oedème des tissus bronchiolaires,
- obstruction de la lumière par des corps étrangers, du mucus, du liquide, de l'exsudat,
- cohésion des surfaces de la muqueuse bronchique par des forces de tension superficielle,
- infiltration, compression ou fibrose des bronchioles,
- collapsus des bronchioles à cause de la disparition de la traction par les fibres élastiques alvéolaires sur les parois bronchiolaires, ou à cause de la destruction des tissus structuraux de support des parois bronchiques. (annexe III, figure n°2) (8)

#### *1.1.7.2 Facteurs physiques*

Les résistances diminuent quand le volume pulmonaire augmente, elles sont donc dépendantes de la phase du cycle respiratoire. Elles augmentent en fin d'expiration, ce phénomène étant accentué chez les emphysémateux. (Annexe III, figure n° 1) (8)

#### *1.1.7.3 Facteurs nerveux*

Le système sympathique engendre une diminution des résistances en provoquant une bronchodilatation. Au contraire, le système parasympathique les augmente en provoquant une bronchoconstriction. (8)

#### *1.1.7.4 Facteurs chimiques*

L'acétylcholine fait une bronchoconstriction, ce qui engendre une augmentation des résistances. En revanche, la bronchodilatation, et donc la diminution des résistances, est due à la noradrénaline, l'adrénaline. (8)

### 1.1.8 Conséquences d'une augmentation des résistances des voies aériennes

Si les résistances de la voie aérienne augmentent, le travail ventilatoire est plus important. Or si ce travail augmente, les muscles respiratoires risquent de s'épuiser. Nous avons vu qu'une faiblesse musculaire peut rendre la toux inefficace. Par conséquent, toute augmentation des résistances peut être, à priori, considérée comme préjudiciable à l'équilibre de la mécanique respiratoire. (8)

### 1.5. Hypothèse du mémoire

La technique de l'insufflation-exsufflation mécanique est utilisée afin de désencombrer la voie aérienne proximale. Mais le débit expiratoire engendré, et surtout l'utilisation d'une pression négative inverse de la physiologie normale, n'entraînent-ils pas une bronchoconstriction consécutive à cette forte stimulation de la paroi bronchique, étant donné la complexité des mécanismes de la régulation du diamètre bronchique? Le désencombrement obtenu grâce à cette technique est-il contrebalancé d'une augmentation des résistances des voies aériennes avec les désavantages qui en découlent ?

## **2. MATERIEL ET METHODE**

### 1.6. Population

#### 1.1.9 Population de sujets sains

21 sujets, tous volontaires, ne présentant aucune pathologie respiratoire décelée, ont été inclus dans l'étude : 12 femmes et 9 hommes, âges allant de 19 ans à 59 ans et la moyenne étant de 37,7 ans.



#### 1.1.10 Population de sujets pathologiques

6 sujets, tous volontaires, présentant une pathologie respiratoire nécessitant une kinésithérapie de désencombrement, ont été inclus à l'étude : 1 femme et 5 hommes, âges allant de 52 ans à 80 ans et la moyenne étant de 68,3 ans.

### 1.7. Matériel

#### 1.1.11 Appareil d'in-exsufflation mécanique

Un insufflateur-exsufflateur mécanique de la marque Emerson : Cough Assist™, modèle CA-3200 est utilisé. Ses orifices d'arrivée d'air situés sur sa tranche et son dos ne doivent pas être obstrués. Il ne doit pas être utilisé en présence d'anesthésiques inflammables. Les pressions vont de +60 mm Hg à -60 mm Hg. Le débit d'inhalation maximal est de 3,3 l/s, et la contenance du débit d'exhalation maximal est de 10 l/s. Il doit fonctionner dans une ambiance allant de 10 à 40°C, et de 30 à 75% d'humidité.



Figure 1 : Cough Assist™

### 1.1.12 Circuit

Le circuit utilisé comprend :

- un filtre anti-bactérien/viral afin de ne pas contaminer le Cough Assist™,
- un tuyau respiratoire flexible annelé en plastique, d'un diamètre intérieur de 22 mm,
- un adaptateur entre le tuyau et le masque,
- un masque naso-buccal.

### 1.1.13 Réglages

Les réglages ont été choisis d'après les constatations cliniques d'efficacité du service :

- pression positive de 25 cmH<sub>2</sub>O
- pression négative de 40 cmH<sub>2</sub>O
- un rapport I/E  $\approx$  0.35

### 1.1.14 Appareil de mesure des résistances grâce aux oscillations forcées

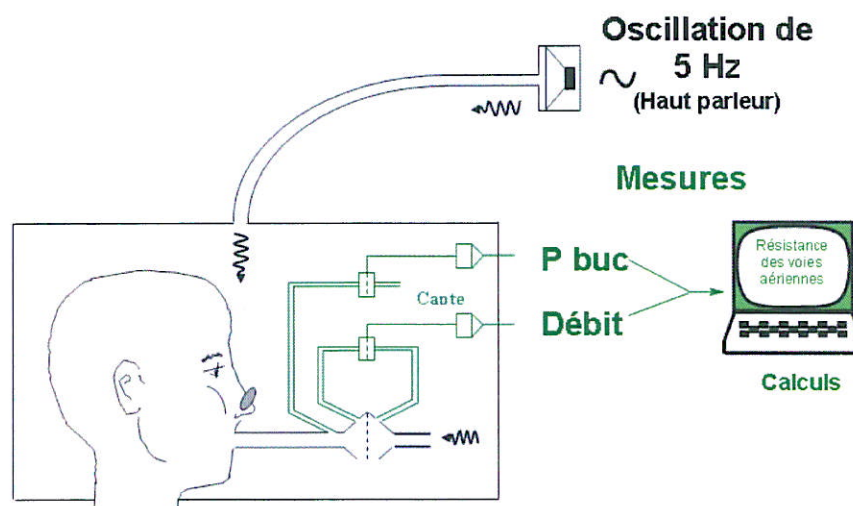


Figure 2 : Montage expérimental pour la mesure de la résistance de la voie aérienne par méthode des oscillations forcées.

Pour vérifier notre hypothèse, l'impédance du système ventilatoire et, en particulier, l'une de ses composantes, la résistance de la voie aérienne, seront mesurées par la méthode

des oscillations forcées avant et après des séances d'application de l'appareil Cough Assist™. Le principal avantage de la méthode des oscillations forcées est qu'elle est rapide et non invasive et ne nécessite aucune coopération du sujet à qui l'on demande simplement de respirer calmement au travers d'un embout buccal relié à un circuit respiratoire. Cette méthode est particulièrement adaptée aux malades affaiblis.

Le sujet, assis sur une chaise ou un fauteuil roulant, place sa tête dans une enceinte transparente de 35 L, fermée hermétiquement autour de son cou. Il respire calmement au travers d'un embout buccal et d'un filtre n'opposant aucune résistance, le nez obturé par un pince-nez. Un capteur de pression mesure la pression de l'air à la bouche, et une chaîne de mesure avec pneumotachographe et un capteur différentiel de pression mesure le débit aérien respiré. La mesure de l'impédance totale du système respiratoire, est déduite de l'analyse de la relation entre pression et débit d'une petite oscillation sinusoïdale en pression de  $\pm 1$  cmH<sub>2</sub>O d'amplitude et à la fréquence de 10 Hz, appliquée au circuit respiratoire. La résistance de la voie aérienne, signe de l'état d'obstruction (ou de la perméabilité), est représentée par la composante en phase de l'impédance ainsi calculée.



Figure 3 : Appareil de mesure des résistances de la voie aérienne

### 1.8. Méthode

Avant de commencer les mesures, un questionnaire est proposé au sujet (âge, sexe, fumeur ou non fumeur, antécédents respiratoires...). (Annexe IV, figure n° 1)

Dans la notice du Cough Assist™, il est inscrit les recommandations suivantes : « Le traitement consiste généralement en une succession de 4 ou 5 cycles de toux. Le patient peut ensuite se reposer pendant 20 à 30 secondes, ce qui permet d'éviter l'hyperventilation. Pour un traitement complet, les cycles peuvent être renouvelés 4 à 6 fois. ». Nous choisissons donc de réaliser une séance comprenant 4 cycles de toux suivis d'une pause de 20 à 30 s, et de renouveler cette séquence 5 fois.

Il est décidé de faire une séance le matin et une séance l'après-midi, avec un intervalle de 4 à 6 heures. Seules, les mesures de la seconde séance sont prises en compte, la première servant uniquement à familiariser le patient avec l'appareil.

Le sujet est installé en décubitus, le buste relevé d'environ 45°, un coussin en forme de demi-lune sous les genoux.

La séance est immédiatement précédée et succédée d'une mesure des résistances.

### 1.9. Test statistique utilisé

Nous avons comparé les résistances de la voie aérienne avant et après l'utilisation du Cough Assist™, ainsi que la fréquence respiratoire et le volume courant qui pourraient influencer les résistances, grâce au test statistique de comparaison de moyennes sur séries appariées. (« p » =le degré de significativité du test statistique que l'on compare au risque de 1<sup>ère</sup> espèce alpha que l'on a choisi à 5%)

### 3. RESULTATS

#### 1.10. Résultats des mesures

Tableau I : résultats des mesures des résistances de la voie aérienne (Annexe VII, tableau I)

Numéro d'identification	Résistances		Expectoration	Fréquence ventilatoire		Volume courant		Commentaires
	Avant la séance	Après la séance		Avant la séance	Après la séance	Avant la séance	Après la séance	
1	1,61	1,97	1	17,1	15,22	1,21	1,13	
2	2	1,95	1	16,84	12,9	0,81	1,09	
...	...	...	...	...	...	...	...	...

#### 1.11. Résultats des tests statistiques

##### 1.1.15 Sujets sains

Tableau II : Valeurs de « p » chez les sujets sains. (Annexe IX, figure n°1)

Paramètre comparé	Valeur de p
Résistances des voies aériennes	0.0198
Fréquence ventilatoire	0.1730
Volume courant	0.9451

##### 1.1.16 Sujets malades

Tableau III : Valeurs de « p » chez les sujets malades. (Annexe X, figure n° 1)

Paramètre comparé	Valeur de p
Résistances des voies aériennes	0.7477
Fréquence ventilatoire	0.4509
Volume courant	0.2005

### 1.12. Analyse des résultats

Si  $p > 0.05$ , on accepte l'hypothèse d'égalité que l'on teste : il n'y a pas de différence statistiquement significative de moyenne entre les 2 groupes.

Si  $p < 0.05$ , on rejette l'hypothèse d'égalité des moyennes : ce qui revient à mettre en évidence une différence statistiquement significative entre les 2 groupes.

Les résultats montrent une différence significative pour les sujets sains au niveau de la comparaison des résistances, mais pas pour la comparaison du volume courant, ni pour la fréquence respiratoire.

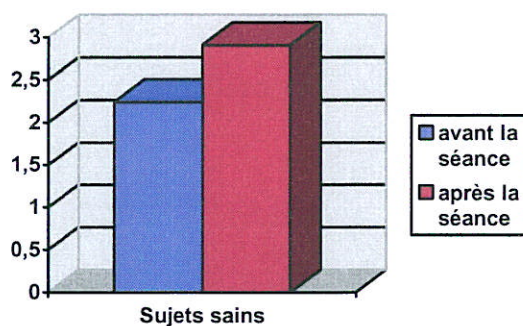


Figure 4 : Comparaison de la moyenne des résistances de la voie aérienne avant et après la séance de Cough Assist™ chez les sujets sains.

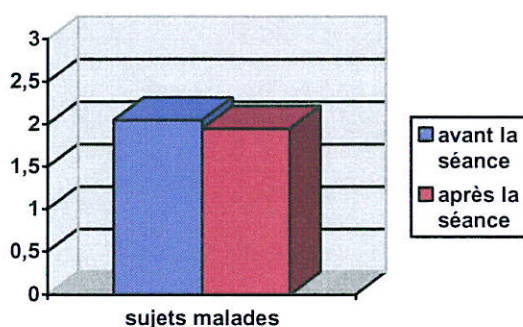


Figure 5 : Comparaison de la moyenne des résistances de la voie aérienne avant et après la séance de Cough Assist™ chez les sujets malades.

Chez les sujets malades, les comparaisons ne sont jamais significatives, à cause du petit nombre de patients ainsi que des difficultés rencontrées lors de l'application du protocole, principalement à cause de fuites lors des mesures ou de l'in-exsufflation mécanique.

Certains sujets présentent des résistances particulièrement élevées par rapport à la moyenne des sujets, mais aucune explication n'a été mise en évidence : aucune difficulté n'a été rencontrée lors du protocole, et aucun problème particulier n'a été décrit par les sujets.

#### **4. DISCUSSION**

##### *1.13. Nécessité d'affiner l'étude des sujets sains*

Notre étude montre une différence significative de la résistance de la voie aérienne avant et après l'utilisation du Cough Assist™. Afin de compléter cette étude sur les sujets sains, nous avons besoin d'autres études statistiques. En effet nous devons connaître la durée de cette augmentation de résistance, car si l'effet dure 5 minutes ou 6 heures, la portée de ces mesures n'est pas du tout la même. Des mesures à différents temps après l'utilisation du Cough Assist™ sont nécessaires.

De plus, ces mesures doivent être réalisées après la toux et l'aspiration naso-trachéale, afin de vérifier que seul le Cough Assist™ crée une augmentation de résistance, et ainsi prouver que les autres solutions de désencombrement sont préférables au Cough Assist™.

Enfin, il serait intéressant de faire des groupes plus importants de sujets ayant un facteur particulier (tabac, âge, sexe,...) afin de voir si ces facteurs influent réellement sur cette augmentation de résistances. Nous avons pu constater des orientations lors de cette étude : les hommes pourraient être plus touchés que les femmes, les fumeurs plus que les non-fumeurs, les sédentaires plus que les sportifs, et les personnes âgées de plus de 40 ans plus que les personnes de moins de 40 ans ; mais le nombre de sujets est insuffisant et les groupes non homogènes, donc nous n'avons qu'une idée pour des études plus précises par la suite.

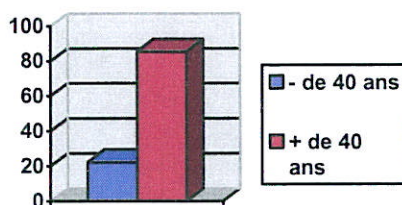


Figure 6 : Comparaison de la moyenne des augmentations des résistances de la voie aérienne des + de 40 ans par rapport à celle des – de 40 ans.

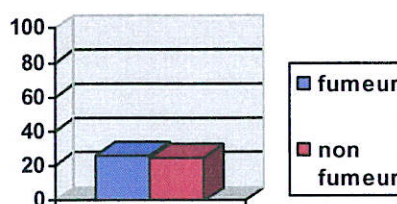


Figure 7 : Comparaison de la moyenne des augmentations des résistances de la voie aérienne des fumeurs par rapport à celle des non fumeurs.

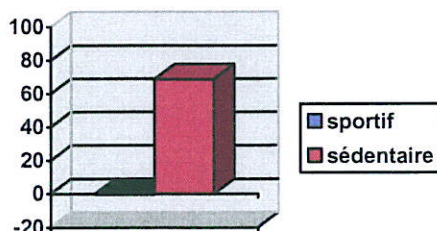


Figure 8 : Comparaison de la moyenne des augmentations des résistances de la voie aérienne des sportifs par rapport à celle des sédentaires.

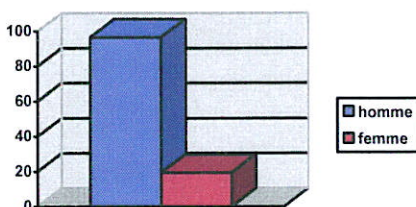


Figure 9 : Comparaison de la moyenne des augmentations des résistances de la voie aérienne des hommes par rapport à celle des femmes.



#### 1.14. Comparaison chez sujets pathologiques

Lors de nos mesures, nous avons étudié 6 sujets présentant des pathologies respiratoires. Nos mesures ont été perturbées par la difficulté aux patients de s'installer devant la machine de mesure : par exemple nous avons fait des mesures chez un sujet ayant une SLA qui présentait un syndrome bulbaire et donc des troubles de la fermeture de la bouche, il ne pouvait pas serrer l'embout buccal suffisamment fort pour assurer l'étanchéité de la mesure. De plus, par faute d'avoir un groupe plus important, nos statistiques ne montrent pas de différence significative.

Il serait donc intéressant de refaire ces mesures sur un groupe plus important et de faire des sous-groupes de malades en fonction du type de pathologie (car un malade neuromusculaire est différent physiologiquement parlant d'un patient BPCO), afin de vérifier l'hypothèse que notre étude sur les sujets sains est extensible aux sujets malades.

On peut se demander quels seront les résultats, alors que les techniques masso-kinésithérapiques sont adaptées aux malades, par exemple l'utilisation des lèvres pincées pour les BPCO afin de ne pas créer de fermeture précoce des bronches. Le Cough Assist™ augmentera-t-il sensiblement les résistances comme on pourrait le supposer ?

#### 1.15. Balance avantages/inconvénients

Après toutes ces précisions, si l'augmentation des résistances est confirmée chez les sujets malades, doit-on pour autant remettre en cause l'utilisation du Cough Assist™ ? En effet beaucoup d'articles vantent les mérites du Cough Assist™, et certains avantages ne sont pas négligeables.

### 1.1.17 Amélioration de paramètres ventilatoires

Plusieurs études prouvent l'efficacité de l'in-exsufflation grâce à l'amélioration des paramètres ventilatoires.

M. Bach, dans une étude qui compte 13 patients atteints de SLA, 9 de BPCO et 7 de maladies neuromusculaires, tous avec des encombrements chroniques et des désaturations, montre une amélioration significative de la saturation, du débit de pointe, et une diminution significative de la dyspnée après l'utilisation de l'in-exsufflation mécanique ; il démontre également que chez le BPCO cette technique diminue la fréquence des complications respiratoires en complément de la ventilation non invasive. (23)

M. Newsome décrit la situation d'un patient tétraplégique qui présentait un nombre important de désaturations en oxygène et un encombrement bronchique sévère. L'utilisation de l'in-exsufflation mécanique a permis d'éliminer des sécrétions, qui ne l'étaient pas jusque là avec l'aspiration naso-trachéale, et a également permis au patient de ne plus faire de désaturation. (16)

M. Bach, dans une autre étude, démontre plusieurs choses après l'utilisation de l'in-exsufflateur mécanique :

- la capacité vitale est augmentée de 15 à 42% chez 67 patients avec une dyspnée obstructive,
- le volume courant est augmenté de 55% chez des patients avec des maladies neuromusculaires,
- 15 à 50% d'augmentation de la capacité vitale forcée ainsi qu'une saturation normalisée et une élimination du bouchon muqueux pour les maladies neuromusculaires aiguës,
- une augmentation significative du débit de pointe chez les poliomyélites, chez les patients présentant une bronchectasie, de l'asthme, ou un emphysème pulmonaire,

- une normalisation des gaz du sang chez 7 patients inconscients, avec une amélioration de l'auscultation pulmonaire, une augmentation de la résonance des percussions thoraciques et une élimination de la cyanose,
- une pression intra-gastrique de 26 mmHg, contre 85 mmHg durant la toux spontanée.

Son étude montre également que l'in-exsufflateur mécanique est efficace pour expulser un corps étranger inséré par bronchoscopie. (3)

#### *1.1.18 Bien-être du patient*

L'in-exsufflation mécanique est une technique plus tolérable que l'aspiration naso-trachéale pour les patients. Par exemple, le regretté Christopher Reeve, un acteur très célèbre devenu tétraplégique après un accident de la voie publique, dit que l'aspiration naso-trachéale est horrible, et que l'insufflation-exsufflation mécanique est plaisante, et sans stress. (6)

M<sup>me</sup> Garstang, grâce à une étude sur 12 patients tétraplégiques, a également montré que l'in-exsufflation mécanique est moins irritante, moins douloureuse, moins fatigante et moins inconfortable que l'aspiration naso-trachéale. 11 patients sur 12 préféraient de loin cette technique à l'aspiration naso-trachéale. (14)

M. Bach, lors d'une étude précédemment citée, montrait que les patients n'éprouvaient aucun inconfort lors de cette technique, contrairement à l'aspiration naso-trachéale qui est réputée pour être particulièrement inconfortable. (23)

Enfin, cette technique est moins douloureuse que la toux spontanée chez les patients porteurs d'une cicatrice abdominale ou thoracique.

#### *1.1.19 Risque infectieux moindre*

Comme l'in-exsufflation mécanique n'est pas un acte invasif, les risques infectieux sont diminués par rapport à l'utilisation de l'aspiration naso-trachéale, qui elle, est un acte invasif.

#### *1.1.20 Prix*

John F. Haughton, aux Etats-Unis, écrit que, pour un de ses patients, le coût de l'aspiration naso-trachéale nécessaire chaque jour revient à 375\$ contre seulement 35\$ pour le Cough Assist™, en prenant en compte le matériel utilisé ainsi que le temps pris pour payer le personnel pendant la mise en œuvre de la technique. Le prix est multiplié par 10 entre l'aspiration naso-trachéale et le Cough Assist™ ! En prenant en compte les impératifs des structures soignantes en matière d'économie, cet avantage n'est pas minime. (15)

#### *1.1.21 Apprentissage facile*

Grâce au mode automatique, l'utilisation autonome au quotidien de cet appareil est très aisée. L'équipe soignante adapte les paramètres de l'appareil par rapport au malade lors d'un séjour à l'hôpital, effectue l'apprentissage au patient et à son entourage des signes significatifs de l'encombrement, et met en place un contrôle régulier à l'hôpital : le patient peut alors rapporter l'appareil chez lui et l'utiliser à domicile seul ou avec l'aide de sa famille.

#### *1.1.22 Aucune complication*

Lors des études citées précédemment, aucun barotraumatisme, aucun pneumothorax, aucune aspiration du contenu gastrique, aucun crachat de sang strié, aucune complication n'a été noté. (3, 23)

## **5. CONCLUSION**

L'insufflateur-exsufflateur mécanique semble être une bonne solution pour désencombrer les patients qui sont épuisés, par rapport aux autres techniques qui s'offrent à nous. Mais l'augmentation des résistances de la voie aérienne succédant à l'utilisation de cet

appareil ternit le tableau, car cette conséquence irait à contresens par rapport à nos objectifs masso-kinésithérapiques.

Le problème qui se pose à nous est alors : mieux vaut-il désencombrer le patient et le soulager, quitte à augmenter ses résistances, ou mieux vaut-il conserver ses résistances les plus faibles possibles quitte à moins bien le désencombrer ? En d'autres termes, quel est le rapport bénéfices/inconvénients de cette méthode compte tenu des éléments objectivement mesurés et des données de la littérature ?

Il est donc important d'élargir cette étude à une population de sujets malades, de l'approfondir, afin d'être sûr de ne pas être délétère pour le patient. Notre choix final devra être basé sur un bilan propre au patient et à sa condition, et il nous paraît judicieux de choisir la technique appropriée en fonction du paramètre à privilégier chez le patient : un désencombrement efficace chez un patient qu'il faut aider à passer un cap difficile, ou le confort chez une personne en fin de vie dans le cadre de soins palliatifs.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. ANTONELLO M., DELPLANQUE D., COTTEREAU G., GILLOT F., PLANCHE M.-A., SELLERON B. – Comprendre la kinésithérapie respiratoire : du diagnostic au projet thérapeutique. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Masson, 2001. – 283 p.
2. BACH J.R. – Mechanical insufflation-exsufflation : comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. – Chest, novembre 1993, n°104. – p.1553-1562.
3. BACH J.R. – Update and perspective on noninvasive respiratory muscle aids: part 2: the expiratory aids. – Chest : Mai 1994, n°105. – p.1538-1544.
4. BACH J.R., BIANCHI C., AUFIERO E. – Oximetry and indications for tracheotomy for amyotrophic lateral sclerosis. – Chest, novembre 2004, n°126. – p.1502-1507.
5. BARTHE J. - Place respective des différentes techniques non instrumentales de désencombrement bronchique (à l'exclusion des voies aériennes supérieures). Justifications cliniques, paracliniques et expérimentales du bien-fondé de l'accélération du flux expiratoire. Résultats. – Paris : Masson, 1998. - Cahiers de kinésithérapie, 1998, fascicule 192, n°4, p23-34.
6. CATHCART M. – A man with a view : Christopher Reeve gives RCPs special insight into his world. – AARC Times. – Juin 1996.
7. CHAHUNEAU J. – Techniques de rééducation respiratoire. – Encycl. méd. chir. kiné, 1984, fascicule n° 26500 C10. – 16p.
8. COMROE J. H. – Physiologie de la respiration. – Paris : Masson, 1972. – 263p.
9. COUTURIER B. – Abécédaire de la kinésithérapie respiratoire : Partie II. - Paris : Masson, 1998. - Cahiers de kinésithérapie, 1998, fascicule 191, n°3, p28-37.
10. DEJOURS P. – Physiologie de la respiration. – 3<sup>ème</sup> éd. – Paris : Flammarion, novembre 1982. – 315 p.

11. DELAUNEY J.-P. – Place respective des différentes techniques non instrumentales de désencombrement bronchique. – Paris : Masson, 1998. – Cahiers de kinésithérapie, 1998, fascicule 192, n°4, p14-22.
12. DERRI I. – Etude d'une aide technique à l'expectoration : l'insufflation-exsufflation mécanique. – Rapport de travail écrit personnel de 3<sup>ème</sup> année en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute à l'IFMK de Nancy : 2005. – 25p.
13. DUFOUR M. - Anatomie de l'appareil locomoteur : tête et tronc (tome 3). – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Masson, 2002. - 369 p.
14. GARSTANG S., KIRSHBLUM S., WOOD K. - - Poster de présentation lors de la 45<sup>ème</sup> conférence de l'American Paraplegic Society qui se tenait du 7 au 9 septembre 1999 à Las Vegas dans le Nevada.
15. HAUGHTON J.-F. – Poster de présentation lors de la 45<sup>ème</sup> conférence de l'American Paraplegic Society qui se tenait du 7 au 9 septembre 1999 à Las Vegas dans le Nevada.
16. NEWSOME G.-S. - Poster de présentation lors de la 45<sup>ème</sup> conférence de l'American Paraplegic Society qui se tenait du 7 au 9 septembre 1999 à Las Vegas dans le Nevada.
17. PALOMBA B. – La toux : méthode de drainage bronchique ? – Rapport d'expert, Abstract. – Conférence de consensus, Lyon 1994. – p 73-82.
18. POSTIAUX G. – Kinésithérapie respiratoire et auscultation pulmonaire : nouvelles approches cliniques, méthodologiques, et technologiques chez l'adulte, l'enfant et le nourrisson. – 1<sup>ère</sup> éd. - Paris : éditions universitaires, 1990. – 224 p.
19. POSTIAUX G. – Kinésithérapie respiratoire de l'enfant : les techniques de soins guidées par l'auscultation pulmonaire. – Bruxelles : De Boeck Université, 1998. – 324p.
20. VANDEVENNE A. – Rééducation respiratoire des broncho-pneumopathies chroniques obstructives. – 2<sup>ème</sup> éd. – Paris : Masson, février 1988. – 157 p. – Collection Monographies du Bois-Larris.

21. VANDEVENNE A. – Rééducation respiratoire : bases cliniques, physiopathologie et résultats. – Paris : Masson, août 1999. – 308 p. – Collection Bois-Larris.
22. WERNER P. – Atlas de poche d'anatomie : appareil locomoteur (tome1). – 3<sup>ème</sup> éd. – Condé-sur-Noireau : Flammarion, 2001. – 461 p.
23. WINCH J.C., GONCALVEZ M.R., LOURENCO C., VIANA P., ALMEIDA J., BACH J.R. – Effect of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance. – Clinical Investigations : septembre 2004. – 7p.
24. XHARDEZ Y. et coll. – Vade-mecum de kinésithérapie et de rééducation fonctionnelle. – 5<sup>ème</sup> éd. – Paris : Maloine, 2002. – 1344 p.

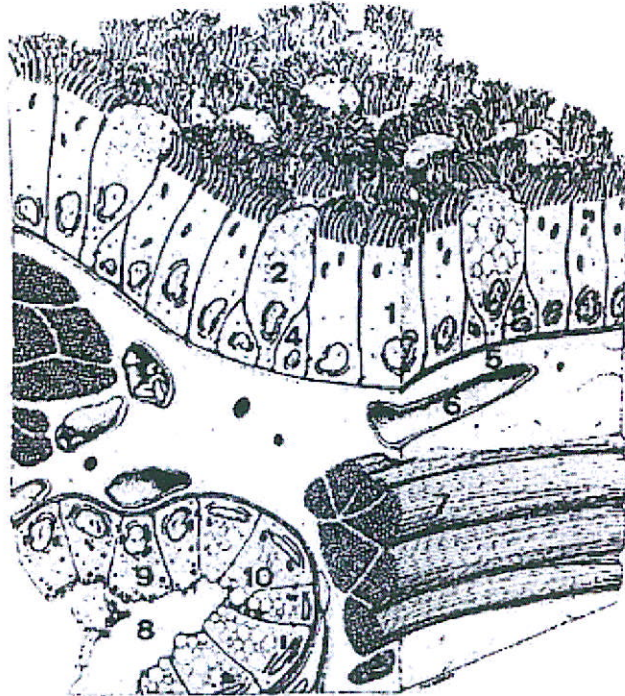


## **AUTRES REFERENCES**

25. <http://akcr.free.fr/index2.php?page=recommandationsJKRI.php>
26. <http://www.kine-nancy.com/images/cours/5.pdf>
27. <http://akcr.free.fr/textes/PESSEY.pdf>
28. Mode d'emploi du Cough Assist™, modèle CA-3200, de la marque Emerson.

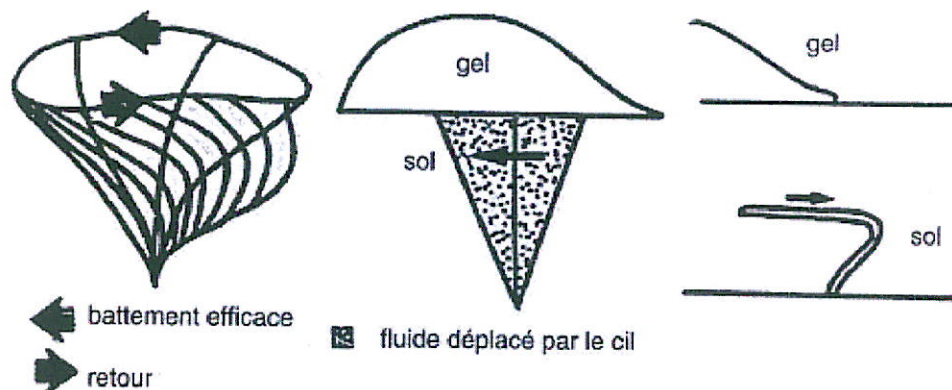
**ANNEXES**

## ANNEXE I



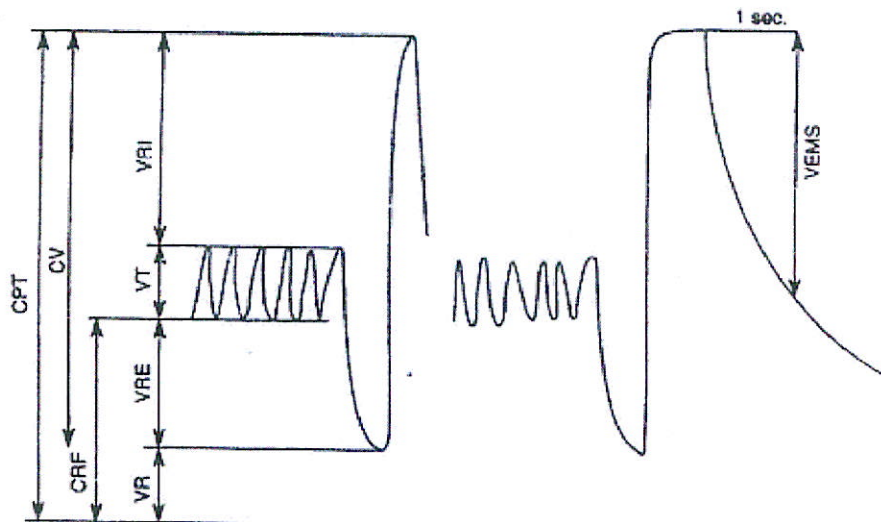
**Figure 1 : Structure de la muqueuse bronchique normale.**

1 : cellules ciliées ; 2 : cellules caliciformes ; 3 : abouchement d'une glande pérbronchique à la surface épithéliale ; 4 : cellule basale de l'épithélium bronchique ; 5 : lamelle basale de l'épithélium bronchique ; 6 : réseau vasculaire du tissu conjonctif ; 7 : musculature lisse de la paroi bronchique ; 8 : glande pérbronchique ; 9 : cellule épithéliale séreuse ; 10 : cellule muqueuse de l'épithélium glandulaire.

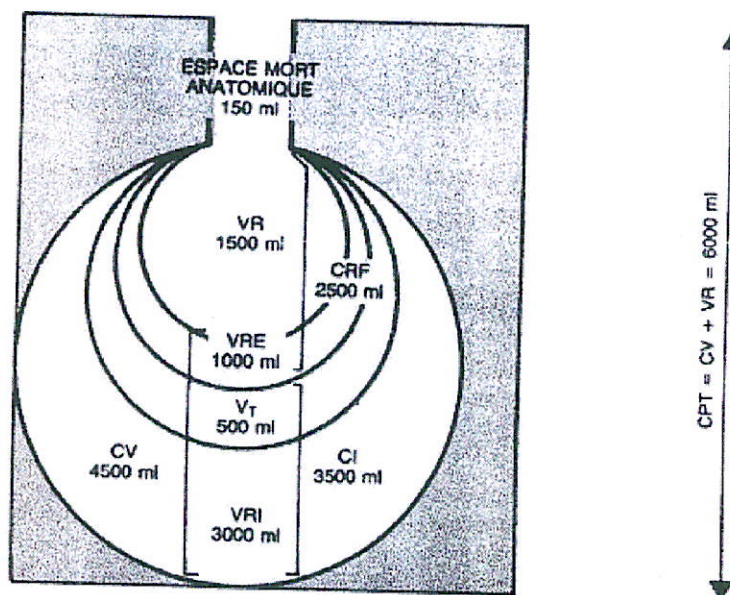


**Figure 2 : Battement ciliaire.** Les cils vibratiles battent en deux phases, l'une rapide qui mobilise la phase gel, l'autre lente, appelée aussi phase de repos. Ces mouvements ciliaires s'organisent en vagues à la surface de l'épithélium bronchique. La fréquence des battements est d'environ 20/seconde.

## ANNEXE II

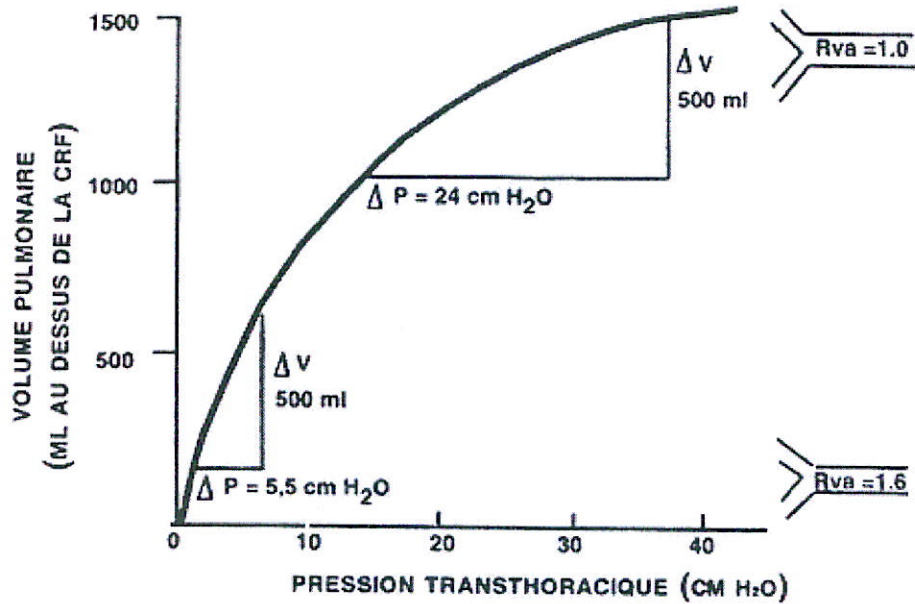


**Figure 1 : Spirogramme et mesure du VEMS.** CPT : capacité pulmonaire totale ; CV : capacité vitale ; CRF : capacité résiduelle fonctionnelle ; VRI : volume de réserve inspiratoire ; VT : volume courant ; VRE : volume de réserve expiratoire ; VR : volume résiduel ; VEMS : volume expiré minute maximum.

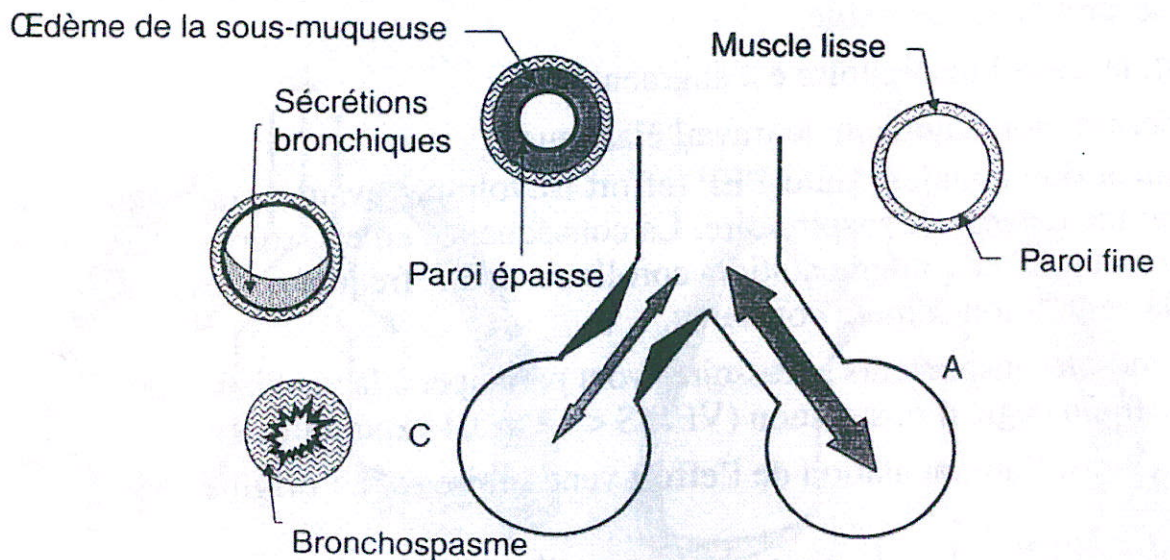


**Figure 2 : Subdivision du poumon en volumes mobilisables et non mobilisables.**

## ANNEXE III



**Figure 1 : Courbe pression-volume du système respiratoire et résistances bronchiques en fonction du volume pulmonaire.**



**Figure 2 : Modèles d'augmentation des résistances bronchiques.** A : bronche normale ; B : trouble ventilatoire obstructif extrinsèque par compression dynamique ; C : trouble ventilatoire obstructif intrinsèque par réduction du calibre des bronches (inflammation, bronchospasme, collapsus et encombrement).

## ANNEXE IV

Numéro du sujet : \_ \_ \_

Date : \_ \_ / \_ \_

### Interrogatoire :

Age : \_ \_ ans

Sexe : F M

Poids : \_ \_ \_ kg

Taille : \_ \_ \_ cm

Fumeur : oui non ex

Si oui ou ex, nombre de paquet.année : \_ \_

Antécédents : \_

### Résultats :

Résistance avant la séance de Cough Assist™ :

Résistance après la séance de Cough Assist™ :

Différence entre les 2 résultats :

Expectoration :

Fréquence respiratoire avant la séance :

Fréquence respiratoire après la séance :

Volume courant avant la séance :

Volume courant après la séance :

-----

-----

-----

oui non

\_\_ cycles/minute

\_\_ cycles/minute

\_, \_\_ L

\_, \_\_ L

### Commentaires :

**Figure 1 : Recueil de données sur les sujets de l'étude de la variation des résistances des voies aériennes lors de l'utilisation du Cough Assist™**

## ANNEXE V

Malade ? : 0 =oui

1 =non

Sexe : f =femme

h =homme

Fumeur : 0 =oui

1 =non

2 =ex

Antécédents : 1 =aucun

2 =asthme

3 =allergie respiratoire

4 =BPCO

5 =DDB

6 =myopathie de Steinert

7 = asthme à l'effort

8 =SLA

Pratique régulière d'un sport : 0 = oui

1 =non

Expectoration : 0 =oui

1 =non

**Figure 1 : Renseignements attachés au tableau récapitulatif des résultats**

## ANNEXE VI

**Tableau I : Tableau récapitulatif des données sur les sujets**

n° d'identification	malade	age (en années)	sexe	poids (en kg)	taille (en cm)	fumeur	antécédents	sport
1	1	56	M	84	170	1	1	1
2	1	22	M	80	176	2	1	0
3	1	27	M	73	180	0	1	0
4	1	19	F	48	155	1	3	1
5	1	21	F	70	173	0	1	1
6	1	46	F	57	164	1	1	1
7	1	19	F	57	170	0	1	1
8	1	51	F	65	160	1	1	1
9	1	21	F	65	165	0	1	1
10	1	42	F	54	163	0	1	0
11	1	36	F	61	172	1	1	1
12	1	21	F	65	175	1	7	1
14	1	46	F	69	169	0	1	1
15	1	36	M	72	176	1	1	1
16	1	48	F	50	156	1	1	1
17	1	30	M	62	172	1	1	1
18	1	22	F	59	163	1	1	1
19	1	56	M	72	174	2	1	1
19	1	59	M	91	168	1	1	1
20	1	54	M	75	184	2	1	1
21	1	59	M	81	176	2	1	1
22	0	52	M	72	170	2	8	1
23	0	70	M	98	170	2	4	1
24	0	65	M	72	163	2	4	1
25	0	69	M	72	170	2	6	1
26	0	74	M	51	178	2	4	1
27	0	80	F	54	155	2	4	1



## ANNEXE VII

**Tableau I : Tableau récapitulatif des mesures effectuées sur les sujets**

numéro d'identification	résistance		Expectoration	fréquence ventilatoire		volume courant		Commentaires
	avant la séance	après la séance		avant la séance	après la séance	avant la séance	après la séance	
1	1,61	1,97	1	17,1	15,22	1,21	1,13	
2	2	1,95	1	16,84	12,9	0,81	1,09	
3	2,33	2,66	1	13,95	12,05	1,32	1,21	
4	2,22	2,67	1	22,68	22,92	0,61	0,64	
5	1,73	2,62	1	22,73	17,98	0,53	0,48	
6	2,42	2,6	1	15,75	10,11	0,8	0,99	
7	3,78	4,65	1	17,39	15,78	0,45	0,51	
8	1,98	3,36	1	16,03	13,43	0,81	0,85	
9	1,83	2,13	1	11,63	17,2	1,03	0,63	
10	2,7	2,96	1	13,66	12,02	0,66	0,68	
11	2,52	2,58	1	17,2	11,62	0,78	1,18	
12	2,48	1,67	1	19,45	19,08	1,1	1,36	
14	2,63	4,41	1	12,48	10,79	0,71	0,58	
15	2,65	2,74	1	6,12	7,14	1,95	1,91	
16	2,7	2,82	1	15,27	15,72	0,91	0,92	
17	1,43	3,61	1	19,07	13,19	1,07	1,2	
18	2,54	2,43	1	10,34	14,7	0,87	0,7	
19	2,29	2,51	1	10,21	17,24	1,03	0,46	
19	2,5	2,67	1	17,48	16,6	0,63	0,59	
20	1,99	2,27	1	15,05	13,69	0,8	0,72	
21	0,78	5,85	1	15,13	13,79	1,38	1,56	
22	3,02	3,48	1	21,69	23,66	0,67	0,67	UNE SEULE MESURE L'APRÈS-MIDI CAR FATIGABLE
23	0,32	0,19	1	23,05	13,53	0,97	1,58	PROBLEME DE FERMETURE DE BOUCHE
24	2,22	2,93	1	14,95	15,79	0,81	0,95	PROBLEME DE FUITE AU MASQUE DU CA
25	1,88	0,48	1	18,18	17,41	0,8	0,8	
26	1,47	1,45	0	12,68	14,46	0,9	0,97	FUITES PENDANT LES MESURES POSSIBLES
27	3,9	3,67	1	14,4	11,35	0,83	0,86	PROBLEME DE FUITE ET DE SYNCHRONISATION

## ANNEXE VIII

**Tableau I : données statistiques nécessaires pour le calcul du test statistique.**

	Malade					Non malade				
	n	moy.	et	min	max	n	moy.	et	min	max
âge	6	68,3	9,5	52,0	80,0	21	37,7	15,0	19,0	59,0
Poids	6	69,8	16,8	51,0	98,0	21	67,1	11,3	48,0	91,0
Taille	6	167,7	7,8	155,0	178,0	21	169,6	7,6	155,0	184,0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	6	24,9	5,8	16,1	33,9	21	23,3	3,1	19,7	32,2
<i>Avant la séance :</i>										
résistance	6	2,1	1,2	0,3	3,9	21	2,2	0,6	0,8	3,8
fréquence respiratoire	6	17,5	4,2	12,7	23,0	21	15,5	4,0	6,1	22,7
volume courant	6	0,8	0,1	0,7	1,0	21	0,9	0,3	0,4	1,9
<i>Après la séance :</i>										
résistance	6	2,0	1,5	0,2	3,7	21	2,9	1,0	1,7	5,8
fréquence respiratoire	6	16,0	4,3	11,3	23,7	21	14,4	3,5	7,1	22,9
volume courant	6	1,0	0,3	0,7	1,6	21	0,9	0,4	0,5	1,9

\* et = écart type

\*\* Test de mann et Withney  
(non paramétrique)

## ANNEXE IX

### Résistances de la voie aérienne

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
RT1 - RT2	21	-1.218	-0.668	-0.118	0.9245	1.2084	1.745	0.2637	

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
RT1 - RT2	20	-2.53	0.0198

### Fréquence ventilatoire

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
FT1 - FT2	21	-0.508	1.0662	2.64	2.6452	3.4575	4.9929	0.7545	

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
FT1 - FT2	20	1.41	0.1730

### Volume courant

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
VTT1 - VTT2	21	-0.096	0.0033	0.103	0.1675	0.219	0.3162	0.0478	

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
VTT1 - VTT2	20	0.07	0.9451

**Figure 1 : Résultats statistiques chez les sujets sains**

## ANNEXE X

### Résistances de la voie aérienne

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev
Err RT1 - RT2 0.2991	6	-0.667	0.1017	0.8705	0.4573	0.7327	0.4573	1.7969

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
RT1 - RT2	5	0.34	0.7477

### Fréquence ventilatoire

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev
Err FT1 - FT2 1.7844	6	-3.129	1.4583	6.0452	2.7283	4.3708	2.7283	10.72

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
FT1 - FT2	5	0.82	0.4509

### Volume courant

Difference	N	Mean	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev
Err VTT1 - VTT2 0.0961	6	-0.389	-0.142	0.1054	0.1469	0.2354	0.1469	0.5774

T-Tests			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
VTT1 - VTT2	5	-1.47	0.2005

**Figure 1 : Résultats statistiques chez les sujets malades**