



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

Université Claude Bernard Lyon 1

Institut des sciences et techniques de la réadaptation

Institut de formation en Masso-Kinésithérapie

Nom : Dupras

Prénom : Théo

Formation : Masso-Kinésithérapie

Année : 3^{ème}

Effets immédiats du Flutter sur une population de patients
présentant des sibilants expiratoires à l'auscultation médiate.

Etude de faisabilité

Travail écrit de fin d'étude : Mémoire de recherche clinique

Année universitaire 2014/2015

Université Claude Bernard Lyon 1

Institut des sciences et techniques de la réadaptation

Institut de formation en Masso-Kinésithérapie

Nom : Dupras

Prénom : Théo

Formation : Masso-Kinésithérapie

Année : 3^{ème}

Effets immédiats du Flutter sur une population de patients
présentant des sibilants expiratoires à l'auscultation médiate.

Etude de faisabilité

Travail écrit de fin d'étude : Mémoire de recherche clinique

Année universitaire 2014/2015

Résumé :

Le nombre de patients atteints de pathologies respiratoires chroniques est en augmentation depuis plusieurs années. L'objectif lors de la prise en charge de ces maladies est de maximiser la lumière bronchique pour favoriser les flux aériens. Pour cela, la kinésithérapie respiratoire est reconnue comme efficace sur l'encombrement bronchique avec une multitude de techniques manuelles et instrumentales. Elle permet également d'éviter le collapsus des voies aériennes en maintenant une Pression Expiratoire Positive (PEP) avec différents appareils comme par exemple le Flutter.

Le but de cette étude de faisabilité est de répondre à la question suivante : Le flutter a-t-il un intérêt dans la gestion en aigu d'une obstruction bronchique modérée ?

Méthode : Cette étude s'intéresse à la capacité du flutter à diminuer une obstruction bronchique d'ordre bronchospastique (l'encombrement a été amoindri par une séance de drainage bronchique manuelle préalable). Cinq patients ont été inclus dans cette étude, ils sont tous pris en charge en ambulatoire au CKRF de Tassin-la-Demi-Lune. Les sibilants expiratoires à l'auscultation médiate sont le critère de suivi du protocole et les mesures spirométriques constituent le critère de jugement principal sur lequel porte l'étude. Les moyennes des volumes et des débits mesurés entre avant et après la séance de Flutter sont comparées. Un test t Student a été réalisé sur la moyenne de deux des mesures (D25/75 et DEP) et le calcul du nombre de sujets nécessaires (NSN) pour chacune d'elle a été réalisé.

Résultats : Au vu du nombre assez faible d'inclusions, nous parlerons plutôt de tendances apportées par l'étude. Le drainage a confirmé son efficacité car de nombreux patients ne présentaient plus de sibilants après. Le Flutter a également été efficace pour la suppression des sifflements. Concernant la spirométrie, la séance de Flutter semble avoir été efficace sur les débits expirés notamment le DEP et d'une moindre mesure sur le DEM 25/75.

Conclusion : Déjà largement utilisé comme adjuvant au désencombrement bronchique, le Flutter semble favoriser les débits expiratoires en atténuant le bronchospasme comme l'indiquent les tendances de notre étude et la littérature. Une étude plus importante de cet appareil serait intéressante car le Flutter est favorable à une autonomisation des patients qui présentent des pathologies respiratoires chroniques.

Mots clefs : Obstruction bronchique, sibilant, bronchospasme, Flutter, Pression Expiratoire Positive Oscillante, Drainage Bronchique Manuel, spirométrie, dyspnée.

Abstract :

The number of patients reached by Chronic Respiratory diseases is increasing since several years. The goal then the treatment of those diseases is to maximize the bronchial lumen to promote the air flows. For that, chest physical therapy is recognized as effective on the bronchial obstructing secretion with multitude of manual and instrumental. It enables to avoid the airway collapse by maintaining a Positive expiratory pressure (PEP) with different devises like the Flutter for example.

The purpose of this feasibility study is to answer the following question: Does the Flutter have interest in the acute management of moderate bronchial obstruction.

Methods: This study is interested to the Flutter capacity to decrease a bronchial obstruction of bronchospastic order (physical therapy for airway clearance has been done before). Five patients had been included in this study; all of them have ambulatory treatment in the CKRF Tassin-la-Demi-Lune. The wheezes in pulmonary sounding are the following criterion of the protocol and the spirometric measures constitute the main judgment criterion of the study. The volumes and airflows averages measured between before and after the Flutter session are compared. A t Student test has been realized on the average of two measures (PEF and FEF 25/75) and the calculation of the number needed to treat (NNT) for each of which has been done.

Results: In view of the rather low inclusions, we will speak of tendency brought by the study. The Chest Physiotherapy confirmed its efficiency because many patients didn't offer wheezes after. The Flutter had been efficient for the wheezes suppression. Concerning the spirometry, the Flutter session seems to have been efficient on the expiratory airflow especially on the Peak Flow (PEF) and of a lesser extent on the forced expiratory flow 25/75 (FEF 25/75).

Conclusion: Already enlargement used as adjuvant to Chest Physical Therapy, The Flutter seems to promote the expiratory airflow by mitigating the bronchospasm as shows the tendency of our study and the literature. A most important study of this device may be interesting because the Flutter is favorable to the empowerment of patients who present chronic respiratory diseases.

Keywords : Bronchial obstruction, wheeze, bronchospasm, Flutter, oscillating positive expiratory pressure, Chest Physical Therapy, spirometry, dyspnea.

Sommaire :

1. Introduction	1
2. Notions de physiopathologies requises pour l'étude	4
2.1. Définition	4
2.2. Le trouble ventilatoire obstructif	5
2.2.1 Définition de l'obstruction bronchique	5
2.2.2 Les sécrétions bronchiques	6
2.2.3 L'épaississement de la paroi bronchique	7
2.2.4 Le bronchospasme.....	7
2.3 Les bruits respiratoires et bruits adventices	8
2.3.1 Les bruits respiratoires	8
2.3.2 Les bruits adventices	9
3. Présentation du Flutter, du matériel et des techniques utilisés pour l'étude	10
3.1. Matériel	10
3.1.1 Flutter	10
3.1.2 Table d'examen	11
3.1.3 L'auscultation thoracique	11
3.1.4 L'oxymétrie de pouls	11
3.1.5 Prise de pression artérielle	12
3.1.6 Echelle visuelle analogique de dyspnée	13

3.1.7 Spirométrie	14
3.2. Drainage bronchique manuel (DBM)	16
3.2.1 Drainage autogène (DA)	16
3.2.2 Expiration lente totale glotte ouverte en latérocubitus (ELTGOL)	17
3.2.3 Augmentation du flux expiratoire (AFE)	17
3.2.4 Toux	18
4 Méthodologie de l'étude	18
4.1 Population de l'étude	19
4.1.1 Taille de l'échantillon	19
4.1.2 Critères d'inclusion	19
4.1.3 Critères de non inclusion	20
4.2 Méthodologie de recherche	20
4.3 Méthode d'exploitation statistique	22
5 Résultats	22
5.1. Résultats des mesures spirométriques	23
5.2 Calcul du nombre de sujet nécessaire (NSN)	23
6. Discussion	24
6.1 Critique de l'étude	24
6.1.1 Biais de méthodologie	24
6.1.2. Biais de mesures et de matériels	25
6.1.3 Biais de population	26

6.1.4 Les limites de l'étude	26
6.2 Comparaison avec les résultats existants dans la bibliographie	27
6.3 Amélioration possible du protocole	27
6.4 Synthèse et perspectives	28
7. Conclusion	29

Annexes

Figure 1 : Evolution (en %) de la part de la dépense courante de santé (DREES 2007)

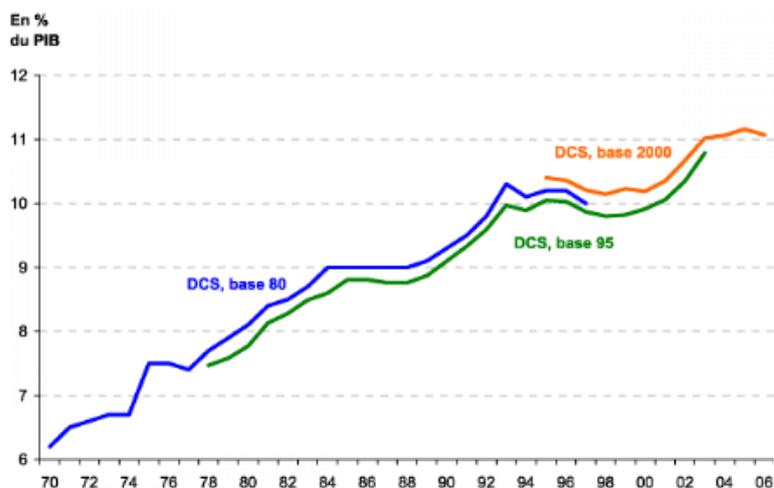


Figure 2 : source DRESS compte de la santé 2014

Consommation de soins et de biens médicaux en 2013

en milliards d'euros courants

	2011	2012	2013
Soins hospitaliers	82,4	84,5	86,7
Soins de ville	46,1	47,5	48,9
Médecins	19,6	20,0	20,5
Auxiliaires médicaux	11,6	12,3	13,1
Dentistes	10,3	10,5	10,6
Analyses de laboratoires	4,4	4,3	4,3
Cures thermales	0,3	0,3	0,4
Transports de malades	3,9	4,1	4,3
Médicaments	34,3	33,9	33,5
Autres biens médicaux (1)	12,2	12,7	13,4
Ensemble	178,9	182,7	186,7

Figure 3 : Principales causes de décès en 2011 (INSEE)

Principales causes de décès en 2011

	Hommes		Femmes		Ensemble	
	effectif	en %	effectif	en %	effectif	en %
Maladies infectieuses et parasitaires (1)	5 564	2	5 811	2	11 375	2
Tumeurs	92 064	34	66 829	25	158 893	30
<i>dont tumeurs du larynx, trachée, bronches et poumon</i>	23 385	9	7 734	3	31 119	6
<i>dont tumeurs du côlon</i>	6 497	2	6 098	2	12 595	2
<i>dont tumeurs du rectum et de l'anus</i>	2 529	1	2 015	1	4 544	1
<i>dont tumeurs du sein</i>	106	0	11 517	4	11 623	2
Troubles mentaux et du comportement	7 992	3	11 178	4	19 170	4
Maladie de l'appareil circulatoire	64 326	24	73 842	28	138 168	26
<i>dont maladies cérébrovasculaires</i>	13 333	5	18 327	7	31 660	6
<i>dont cardiopathies ischémiques</i>	19 881	7	14 477	6	34 358	6
Maladies de l'appareil respiratoire	17 890	7	16 106	6	33 996	6
Maladies de l'appareil digestif	12 131	4	10 286	4	22 417	4
Causes externes	22 215	8	14 703	6	36 918	7
<i>dont accidents de transport</i>	2 866	1	877	0	3 743	1
<i>dont suicides</i>	7 754	3	2 605	1	10 359	2
Autres causes	49 998	18	63 636	24	113 634	21
Ensemble	272 180	100	262 391	100	534 571	100

(1) : y compris le sida.

1. Introduction

Le dernier rapport des statistiques sanitaires mondiales de l'OMS (2014) rappelle que l'espérance de vie est en constante progression depuis plusieurs décennies. Elle est de 72,7 ans pour une fille et de 68,1 ans pour un garçon nés en 2012. C'est 6 ans de plus qu'il y a 20 ans. On peut mettre en lien cet allongement de l'espérance de vie aux progrès de la science et de la médecine qui se sont spécialisées et ont diminué les causes de la mortalité de nombreuses pathologies.

En contre partie, pour répondre à des traitements de plus en plus spécifiques et coûteux, les dépenses de santé augmentent, comme le rapporte la DREES (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques) dans les comptes nationaux de la santé (figure 1 et 2). L'espérance de vie dépend ainsi du lieu de naissance qui peut être d'une différence supérieure à 15 ans entre certains pays.

Malgré ces progrès, certaines pathologies ont toujours une sévérité importante : les maladies respiratoires représentent un réel problème de santé publique de par leur gravité, leur fréquence et les conséquences économiques qu'elles engendrent. Les facteurs favorables à l'installation de ces pathologies sont en net progrès : augmentation du tabagisme, notamment chez les femmes, sédentarité, favorable à l'obésité, et enfin risque plus élevé d'exposition à des polluants atmosphériques. Le Ministère des Sports, de la Jeunesse, de l'Éducation populaire et de la Vie associative et le Ministère des Affaires sociales et de la Santé ont lancé une campagne nationale de prévention qui vise à lutter contre ces facteurs de risques cardio-vasculaires et respiratoires : « Le sport c'est la santé ». Cette campagne, qui fait la promotion de l'exercice physique sous toutes ses formes, est une priorité de santé publique. Elle vise à prévenir les maladies chroniques non transmissibles et la perte d'autonomie. De par l'augmentation de ces facteurs, les affections respiratoires sont une cause majeure de la mortalité et de la morbidité en France. Selon le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc), les maladies respiratoires sont la 5^{ème} des causes principales de décès (figure 3) et la 3^{ème} chez les personnes âgées.

L'OMS estime qu'il y a 64 millions de personnes souffrant de broncho pneumopathie chronique obstructive dans le monde, que plus de 3 millions de personnes sont décédées d'une BPCO en 2005, soit 5% de l'ensemble des décès survenus dans le monde cette année-là et le risque d'augmentation est de plus de 30% dans la décennie à venir (90% des décès dus à une BPCO se produisent dans des pays à revenu faible et intermédiaire) ; il y aurait également 235 millions d'asthmatiques dans le monde. Ces pathologies sont d'autant

plus invalidantes qu'elles peuvent entraîner une insuffisance respiratoire chronique. Par ailleurs, le cancer pulmonaire est la première cause de décès par cancer en France.

La prise en charge des pathologies respiratoires est pluridisciplinaire : médicale (médicaments, assistance respiratoire, ventilation, chirurgie), kinésithérapique (détaillé ultérieurement), diététique, psychologique... La majeure partie des pathologies respiratoires vont s'orienter vers une chronicisation (BPCO, insuffisance respiratoire, asthme de l'adulte, bronchiectasie, syndrome d'apnée obstructive du sommeil) et la prise en charge se fera jusqu'au décès du patient. Pour améliorer son efficacité et son suivi par le patient, la thérapeutique mise en place doit être :

- Efficace pour assurer une qualité de vie convenable au patient, réalisable au maximum par le patient,
- La moins contraignante possible en temps et en matériel thérapeutique pour conserver indépendance et autonomie,
- D'un coût le plus faible possible puisque le traitement va être réalisé à vie, cela relevant d'un problème d'ordre public pour : les pays développés (afin de conserver le système de santé) et les pays en développement (afin de maximiser l'accès aux soins). La croissance de la prévalence des pathologies respiratoires et de l'augmentation du coût des thérapeutiques qui existent, imposent de trouver un traitement efficace au coût moindre afin d'être facilement accessible et prescriptible.

Ainsi, le kinésithérapeute est un acteur majeur du traitement des maladies respiratoires. Ses techniques font partie intégrante des traitements des maladies respiratoires selon 3 axes thérapeutiques : premièrement, la désobstruction globale des voies respiratoires, deuxièmement, la lutte contre les rétractions et la rigidité thoracique, enfin, la réadaptation à l'effort et l'entraînement des muscles inspireurs et expirateurs. Ses techniques sont validées : « *L'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement du désencombrement bronchique a été reconnue et acceptée par tous les membres du jury* » (ANDEM 1995 Conférence de consensus)

Une intervention en libéral va dans le sens d'une diminution du poids thérapeutique, elle est conforme aux 3 points énoncés précédemment. Son objectif est de maximiser les effets de ses techniques dans un temps de séance limité afin d'améliorer la qualité de vie du patient, son aisance à réaliser ses activités de la vie quotidienne ainsi que, par l'éducation

thérapeutique, donner de l'autonomie à son patient dans sa prise en charge. Son éventail de techniques est mis en place pour présenter une efficacité sur le court comme le long terme. Il existe de nombreux appareils avec différentes actions qui permettent aux patients de travailler leur mécanique respiratoire de manière autonome : flutter, acapella, PEPmask, pariPEP spiromètre, cornet, respirex, threshold... Ceux-ci sont de faible coût et ne nécessitent pas une présence systématique du kinésithérapeute. Après apprentissage, cela en fait des outils de soins quotidiens que les patients peuvent se prodiguer eux mêmes.

Dans la littérature et d'après son laboratoire (Aphtalis), le flutter VRP1 est utilisé pour sa capacité à faciliter le désencombrement bronchique par son mécanisme de pression expiratoire positive oscillante, c'est un adjuvant aux techniques de drainage bronchique, le kinésithérapeute est celui qui est le plus à même d'enseigner son usage (Annexe 3). Il a notamment prouvé son efficacité pour les pathologies telles que la mucoviscidose, les bronchites chroniques et les bronchectasies. Les études montrent un intérêt sur les débits expirés lors de l'utilisation au long cours.

En cabinet, une séance de désencombrement classique correspond à la succession de drainage bronchique manuel et d'une dizaine de minutes de flutter. Il semble important de pouvoir apporter une réponse immédiate lorsqu'un patient se présente au cabinet en état de dyspnée causée par obstruction bronchique. Les processus d'encombrement, de bronchospasme ou d'œdème sont les facteurs physiopathologiques sur lesquelles le kinésithérapeute peut agir qui peuvent être la cause de cette obstruction bronchique. Nous avons une réponse efficace sur l'encombrement avec nos techniques de drainage bronchique manuelle associées aux adjuvants ; l'œdème traduit une inflammation bronchique, sa résorption immédiate par mécano thérapie semble difficilement réalisable ; le bronchospasme est résolutif dans certains cas grâce aux bronchodilatateurs notamment au β -2-adrénergique mais il peut ne pas l'être ou que partiellement (exemple BPCO) (Sestini & al 2002), l'est-il par mécano thérapie ? Selon plusieurs études in vitro, l'application de vibrations mécaniques est capable de diminuer la tension des muscles lisses bronchiques pour une vibration de l'ordre de 25 Hz (le Flutter a une fréquence qui oscille entre 8 – 32 Hz) L'amplitude d'oscillation est le critère principal de relaxation musculaire (Al-Jumaily & al 2012). Par analogie, nous nous sommes demandé si le mécanisme de pression expiratoire positive oscillante du flutter est capable de générer cette relaxation du muscle lisse bronchique des voies aériennes pulmonaires, notamment lors de bronchospasme. La littérature est riche d'étude sur les effets à long terme du Flutter sur une pathologie donnée, mais aucune ne s'intéresse à ses effets sur un facteur clinique.

Cette étude de faisabilité a été réalisée au centre de kinésithérapie respiratoire fonctionnelle (CKRF) de Tassin-la-Demi-Lune, dirigé par Mr Didier Billet. Le cabinet s'occupe des patients atteints de pathologies respiratoires traités en ambulatoire de l'ouest lyonnais.

Après avoir effectué des rappels sur les notions de physiopathologie requises pour la compréhension de l'étude ainsi qu'une présentation du matériel et des techniques utilisées lors de l'étude, nous présenterons le déroulement de notre étude, la méthode puis les résultats. Nous expliquerons ensuite les limites de l'étude et ce que nos résultats peuvent apporter pour améliorer la prise en charge kinésithérapique des patients atteints de pathologies respiratoires obstructives.

Cette étude de faisabilité nous a permis ainsi de confronter notre protocole à la réalité afin de déterminer les difficultés à la prise des mesures, les biais que nous pourrions éviter, d'estimer le nombre de sujet nécessaire (NSN) pour mener une étude à plus grande échelle et espérer démontrer une différence statistique significative afin d'améliorer la réponse thérapeutique immédiate proposée aux patients présentant des signes d'obstruction bronchique modérés délétères à leur qualité de vie.

Il est intéressant de se demander si l'utilisation d'un appareil simple comme le flutter peut améliorer les débits et la dyspnée chez un patient arrivant en état d'obstruction bronchique d'ordre bronchospastique ? L'étude permettra également de soulever deux questions secondaires : Les techniques de désencombrement bronchique ont-elles des conséquences hémodynamiques ? L'amélioration clinique du patient par objectivation avec la spirométrie s'accompagne-t-elle d'une amélioration de la dyspnée ?

Le flutter a-t-il un intérêt dans la gestion en aigu d'une obstruction bronchique modérée ?

2. Notions de physiopathologies requises pour l'étude

2.1 Définition

Les pathologies respiratoires sont des maladies qui atteignent l'ensemble du système respiratoire. Ces affections respiratoires s'installent en grande partie de manière insidieuse avec une évolution lente, on parle de pathologies chroniques. Elles peuvent être stables (spontanément ou avec un traitement de fond) ou présenter des périodes d'exacerbations.

Les deux principales causes des maladies respiratoires chroniques sont : la fumée du tabac et la pollution de l'air (polluants atmosphériques, domestiques et professionnels).

Figure 4 : Situations pathologiques d'obstruction bronchique

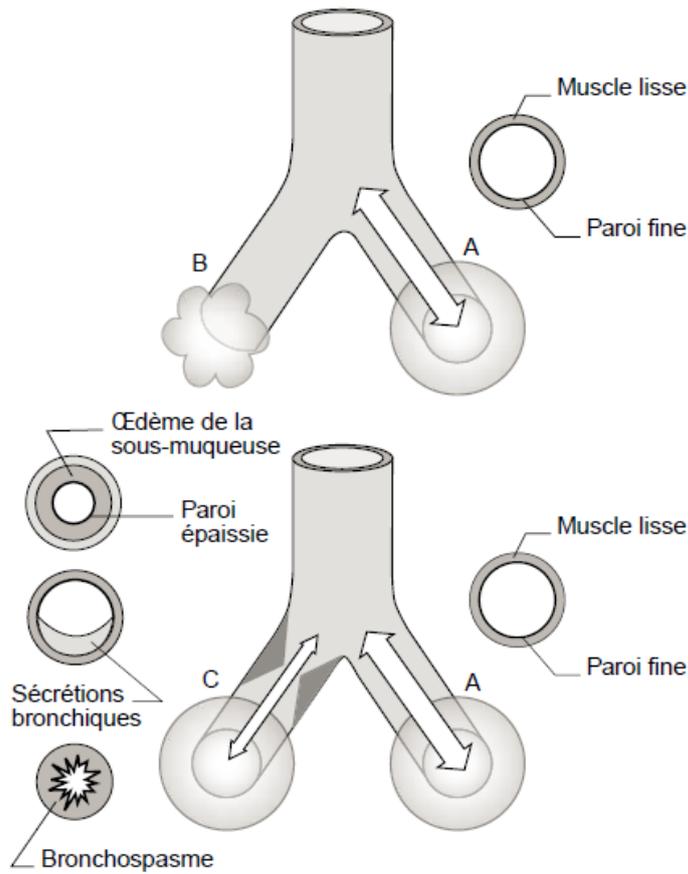
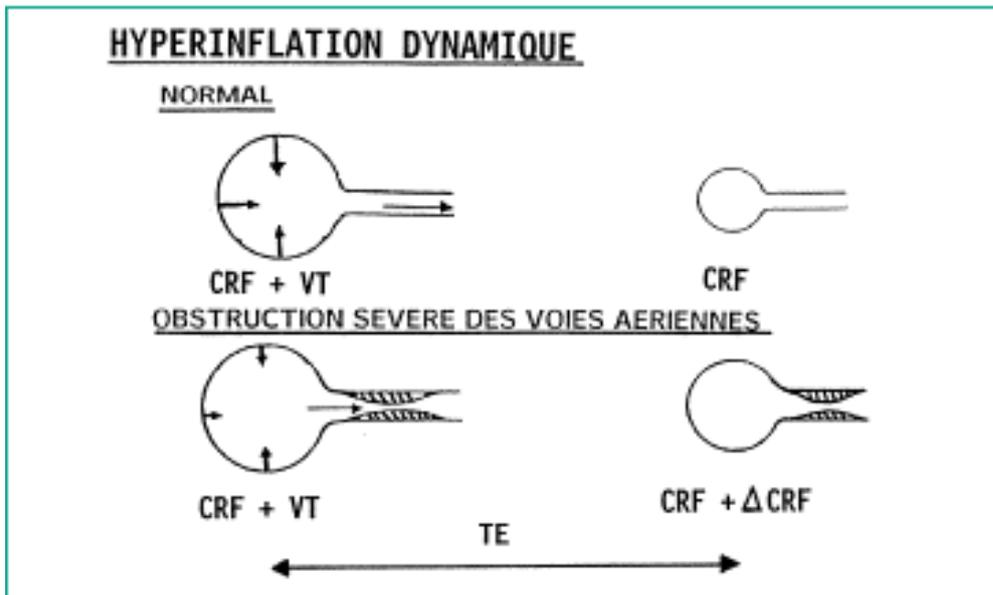


Figure 5 : Hyperinflation dynamique



Lors de cette étude le critère d'inclusion est la présence de sibilants à l'auscultation médiate, c'est un critère clinique et non sémiologique. Ce bruit adventice est retrouvé lors d'une obstruction de la lumière bronchique source de ce sifflement.

2.2 Le trouble ventilatoire obstructif

2.2.1 Définition de l'obstruction bronchique

L'obstruction bronchique ou trouble ventilatoire obstructif (TVO) se définit par une diminution du débit d'air dans les voies respiratoires et donc diminution de l'aptitude à ventiler les poumons. On retrouve un obstacle à l'écoulement de l'air dans l'appareil respiratoire ce qui augmente sa résistance et qui limite le débit expiratoire essentiellement. Il existe plusieurs situations pathologiques responsables de cette obstruction (figure 4) :

- Un encombrement de la lumière bronchique dû à une hypersécrétion bronchique ou une stagnation due à une difficulté du tapis muco-ciliaire à évacuer les sécrétions.
- Une diminution de la lumière par épaissement de la paroi bronchique suite à un mécanisme d'inflammation et d'œdème bronchique de la sous-muqueuse ; ou par hyper réactivité bronchique, bronchospasme provoquant des contractions excessives des muscles lisses bronchiques.
- Une atteinte du parenchyme pulmonaire (ruptures des membranes alvéolo-capillaires, hémorragies intra-alvéolaires puis un œdème interstitiel avec infiltration inflammatoire).
- Ajoutons pour mémoire tout évènement pouvant réduire le calibre bronchique : présence d'une tumeur endobronchique ou extrabronchique, corps étranger, aberration anatomique.

Chez un patient obstructif, la résistance au débit expiratoire empêche l'air de sortir du poumon ce qui entraîne une augmentation du volume résiduel (VR) avec un décalage vers le haut du niveau de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF, c'est le point d'équilibre entre force élastique rétractile du poumon et le tonus du thorax) ; Cette distension est nommée hyperinflation dynamique (figure 5 et 6).

Les troubles de la mécanique interne entraînent des troubles de la mécanique externe. On observe une distension du thorax avec aplatissement du diaphragme en course inspiratoire ce qui limite son jeu, le thorax se rigidifie et il est difficile de revenir dans le volume de réserve expiratoire (VRE). Cette distension thoracique est une source importante de dyspnée. La tolérance à l'effort est amoindrie. Un cercle vicieux s'installe entre l'aggravation de la pathologie et la difficulté à lutter contre, en pratiquant une activité

Figure 6 : Cycle respiratoire

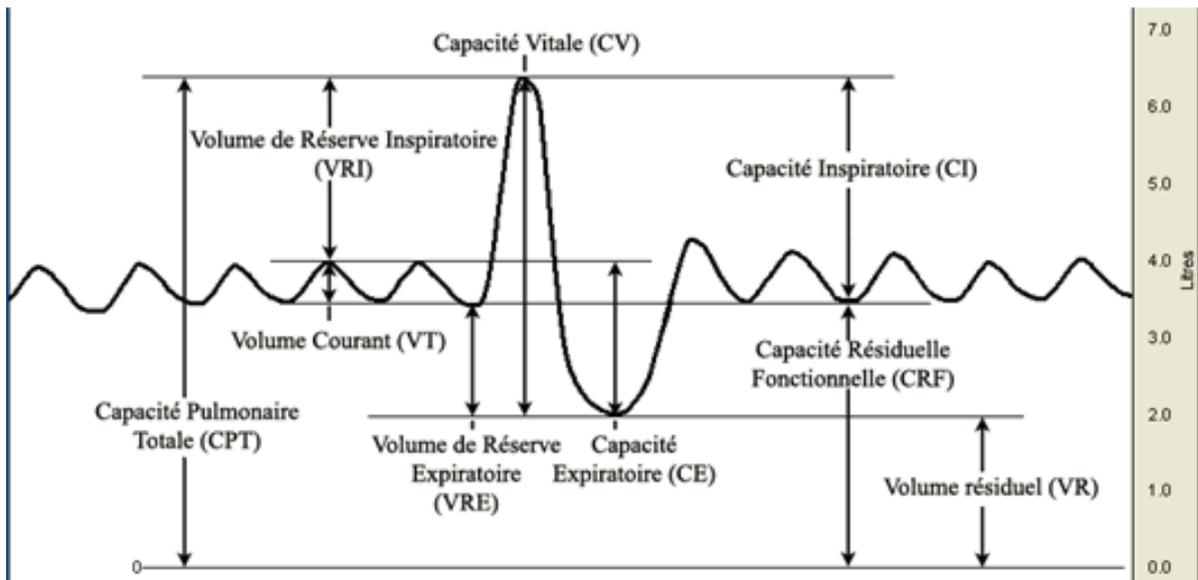


Figure 7 : Formule du coefficient de Tiffeneau

$$Tiffeneau = \frac{VEMS}{CVF}$$

physique. La précocité du diagnostic et du traitement est très importante pour la réussite de la prise en charge.

Le diagnostic d'un trouble ventilatoire obstructif est réalisé par une Exploration Fonctionnelle Respiratoire (EFR) : une spirométrie, étude des gaz du sang, étude de la statique et de la mécanique respiratoire (radioscopie dynamique ou échographie dynamique) et d'éventuelles épreuves d'effort.

Sur la spirométrie, nous regardons le Volume Expiratoire Maximal à la première Seconde (VEMS), la capacité vitale (CV) et le coefficient de Tiffeneau qui est égal à $VEMS/CV$ (figure 7). Lorsque le $VEMS/CV$ est inférieur à 70%, nous parlerons de trouble ventilatoire obstructif.

Les marqueurs auscultatoires de l'obstruction bronchique sont : les ronchi ou râles ronflants qui témoignent d'un encombrement, les crépitants ou craquements qui évoquent une inflammation associée plus ou moins à des sécrétions (en fonction de leur fréquence) et les sibilants qui sont le marqueur de l'obstruction (Gouilly & al 2006). Ces bruits adventices possédaient dans la nomenclature de Laennec (1819) le nom de râles, c'est l'aspect humide ou sec qui les différençiaient (Delplanque & al 2004).

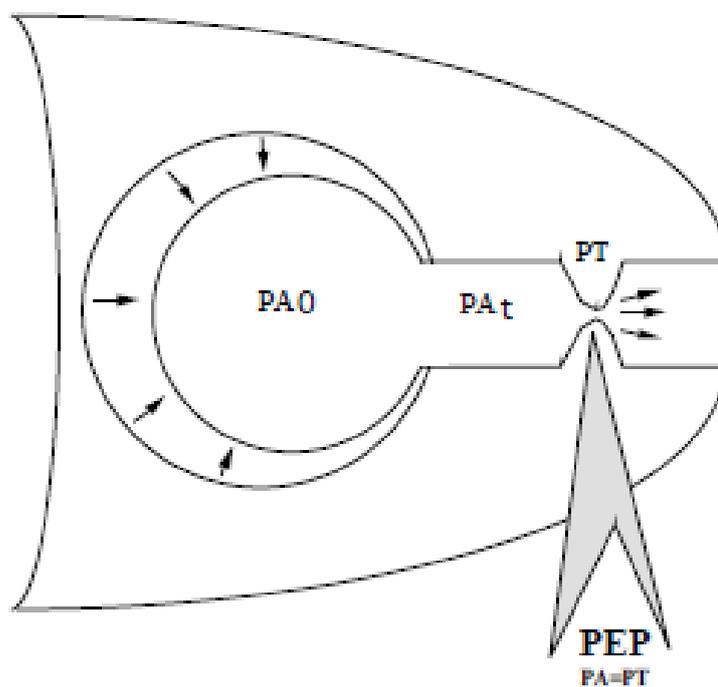
2.2.2 Les sécrétions bronchiques

Il faut différencier l'hypersécrétion bronchique et l'encombrement bronchique.

L'hypersécrétion bronchique se traduit par une augmentation de la production de mucus avec des propriétés rhéologiques possiblement modifiées tandis que l'encombrement est l'expression d'une stagnation des sécrétions qui résulte d'un déséquilibre entre le statut sécrétoire et la capacité d'épuration des sécrétions. Dans ces deux cas, une diminution de la lumière bronchique est observée, elle est responsable de l'augmentation de la résistance à l'écoulement de l'air et donc à une partie du TVO, ainsi que d'une diminution du rapport ventilation perfusion soit une hypoxémie. Leur diagnostic est réalisé par auscultation pulmonaire : l'encombrement se manifeste par des crépitants, craquements dont la fréquence est dépendante de sa localisation dans l'arbre trachéo-bronchique. L'encombrement bronchique est retrouvé dans beaucoup de pathologies respiratoires, l'encombrement majeure souvent la dyspnée.

Figure 8 : Point d'égal pression expiratoire (=PEPE)

Point d'égal pression (PEP)



2.2.3 L'épaississement de la paroi bronchique

L'épaississement de la paroi bronchique fait suite à une inflammation (irritation par aéro-contaminant) ou à une infection. La bronche développe une réaction inflammatoire se caractérisant par l'apparition d'un œdème de la sous-muqueuse. Cet œdème est responsable de la réduction du calibre de la lumière bronchique.

L'œdème bronchique se traite par sevrage tabagique, diminution d'exposition aux éléments irritants et par utilisation d'aérosolthérapie ou d'inhalothérapie avec principe actif pour supprimer le phénomène de réaction inflammatoire (exemple : corticothérapie). Le désencombrement permettra de libérer la lumière bronchique et de favoriser une atténuation de l'inflammation de la muqueuse.

2.2.4 Le bronchospasme

Le bronchospasme est un élément clinique majeur dans l'asthme mais il se retrouve dans d'autres pathologies obstructives comme la bronchite chronique ou l'emphysème pulmonaire. Il se caractérise par une sensibilité exagérée à une multitude d'agents irritants (physiques, pharmacologiques ou chimiques) et se manifeste par hyper-réactivité bronchique. Cette dernière est majorée lors d'une inflammation bronchique car il y a altération de la structure des voies aériennes et stimulation de la musculature lisse bronchique par les médiateurs de l'inflammation.

Le phénomène de bronchospasme ou bronchoconstriction diminue le calibre bronchique, il apparaît principalement lors de la phase expiratoire du cycle ventilatoire empêchant une partie de l'air pulmonaire d'être expiré, ce qui diminue le débit et les volumes mobilisables. Lors de l'expiration, la pression intra bronchique devient inférieure à la pression intra thoracique, provoquant un collapsus des voies aériennes en amont de ce qui est appelé point d'égale pression expiratoire (PEPE). Dans les affections obstructives et notamment chez les individus bronchospastiques, la position du PEPE est plus centrale (figure 8).

Le traitement du bronchospasme revient à lutter contre le collapsus des voies aériennes par utilisation de bronchodilatateurs. On peut agir mécaniquement directement contre la précocité d'apparition du PEPE avec les mécanismes de frein expiratoire (frein buccal, paille, flutter, respirex...) ou de Positiv End Expiratory Pressure (PEEP, mise en place sur

Figure 9 : Evolution des nomenclatures des bruits respiratoires

A. Evolution de la nomenclature des bruits respiratoires de Laennec aux appellations contemporaines.
 B. Qualification acoustique des bruits adventices.
 (D'après G. POSTAUX, *La kinésithérapie respiratoire guidée par l'auscultation pulmonaire*, Bruxelles : De Boeck Université, 1999, p. 224.)

		LAENNEC 1819	ROBERTSON 1957	FRANCE	UK	ATS 1977	FORGACS 1979	GPS
A. NOMENCLATURE	1. Bruits respiratoires	Bruit respiratoire de l'adulte sain ou murmure		Murmure vésiculaire	<i>Normal breath sounds</i>	<i>Vesicular sounds</i>	<i>Breath sounds</i>	Bruits respiratoires normaux
		Respiration puérile						
		Respiration puérile de l'adulte			Souffle tubaire	<i>Bronchial breath sounds</i>	<i>Bronchial sounds</i>	<i>Bronchial breathing</i>
			<i>Interrupted sounds</i>				<i>Crackles (*)</i>	Craquements (*)
		Râle muqueux ou gargouillement	- <i>Coarse crackling sounds</i>	Râles bulbeux ou crépitants	<i>Coarse crackles</i>	<i>Coarse crackles</i>	- <i>Low</i>	- Basse fréq.
			- <i>Medium crackling sounds</i>	Râles sous-crépitants ou humides				- Moyenne fréq.
		Râle humide ou crépitation	- <i>Fine crackling sounds</i>	Râles crépitants ou fins	<i>Fine crackles</i>	<i>Fine crackles</i>	- <i>High</i>	- Haute fréq.
			<i>Continuous sounds</i>					
		Râle sibilant sec ou sifflement	- <i>High-pitched wheeze</i>	Râles sibilants	<i>Wheezes</i>	<i>Wheezes</i>	<i>Wheezes (**)</i>	Sibilances (**)
		Râle sec sonore ou ronflement	- <i>Low-pitched wheeze</i>	Râles ronflants	<i>Rhonchi</i>	<i>Rhonchus</i>	- <i>Monophonic</i> - <i>Polyphonic</i>	Monophonique Polyphonique
	Râle crépitant sec à grosses bulles ou craquements (1826)							
B. CLASSIFICATION		Descriptive Allégorique	<i>Pitch</i> <i>Duration</i>	Descriptive		<i>Pitch</i> <i>Duration</i>	(*) <i>Pitch</i> <i>Number</i> <i>Timing</i>	(*) Fréq. - Timbre Nombre Situation dans la phase Position - dépendance Kinésie - dépendance
							(**) <i>Pitch</i> <i>Complexity</i> <i>Duration</i> <i>Timing</i>	(**) Fréq. - Timbre Complexité Durée - Taux Situation dans la phase

ventilation) pour créer une résistance à l'expiration qui engendre une pression intra bronchique faisant reculer le PEPE dans l'arbre bronchique et retarde le collapsus. Le bronchospasme est majoré par l'inflammation bronchique, l'atténuation de l'hyperréactivité bronchique minorera ce mécanisme. (Dureuil & al 1996)

2.3 Les bruits respiratoires et bruits adventices

Une nomenclature des bruits respiratoires existe depuis 1819 (Laennec) elle a constamment évolué depuis (figure 9). Elle permet de classer les bruits pulmonaires qui se divisent en 2 catégories : les bruits respiratoires (normaux ou murmures vésiculaires et bronchiques ou souffle tubaire) et les bruits adventices (craquements et sibilances). Lors de ce travail, la dernière nomenclature en date sera utilisée (GPS 1979).

Préambule : La respiration est le processus cellulaire visant par l'intermédiaire du poumon à maintenir une hématose physiologique, la ventilation correspond au processus biomécanique et physiologique d'air qui rentre et qui sort du corps humain. La nomenclature GPS parle de bruit respiratoire, c'est un abus de langage, il faudrait parler de bruit ventilatoire. Toutefois, nous garderons cette appellation de bruit respiratoire lors de cette étude pour rester fidèle à la nomenclature.

2.3.1 Les bruits respiratoires normaux et bronchiques.

Le bruit respiratoire normal, anciennement appelé murmure vésiculaire, est un bruit généré lors des bifurcations dichotomiques des bronches, filtré par le parenchyme pulmonaire aéré lors de l'inspiration. Il est sombre, de faible intensité et correspond à une vibration apériodique. On le retrouve chez toutes personnes saines et il peut être atténué dans certaines pathologies (un bronchospasme crée des sibilances qui diminuent les bruits respiratoires normaux).

Le bruit respiratoire bronchique, anciennement appelé souffle tubaire, a la même origine que le bruit respiratoire normal mais il est transmis à travers un parenchyme densifié, il est plus fort, son timbre est clair et on le retrouve à l'inspiration comme à l'expiration.

Figure 10 : Score de Wang

Le score de wang				
Score	0	1	2	3
FR/mn	<30	31-45	46-60	>60
Wheezing Sibilants	Aucun	Fin expiration ou uniquement stéthoscope	Toute l'expiration ou audible sans stéthoscope	Inspiration et expiration audible à la bouche
Tirage	Aucun	Intercostal	Suprasternal	Sévère avec BAN
Appréciation clinique de l'EG	Bon			Irritable Épuisement Mauvaise alimentation

2.3.2 Les bruits adventices

Il existe deux familles de bruits adventices : les bruits discontinus craquements ou crépitants et les bruits continus sibilants ou sifflements.

Les craquements sont des vibrations apériodiques impulsionnelles reconnaissables selon trois facteurs : une amplitude au moins du double du bruit respiratoire environnant, une durée inférieure à 30ms, le bruit commençant par une déflexion abrupte.

On les distingue en 3 catégories : les craquements de basse, de moyenne et de haute fréquence en fonction de l'étage et de l'état d'encombrement des voies aériennes.

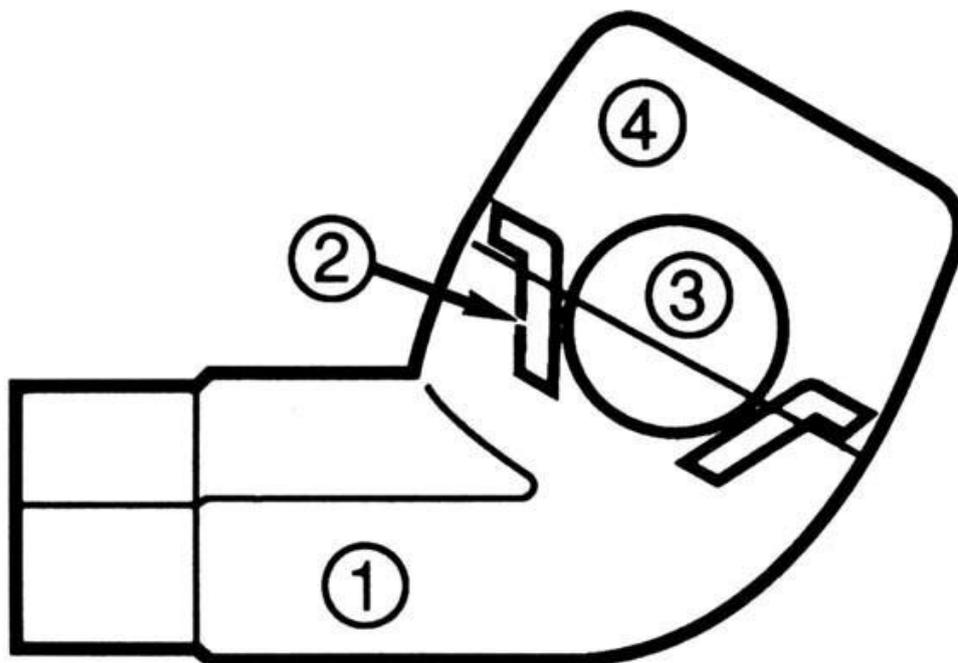
Les craquements sont retrouvés dans les pathologies qui présentent de l'encombrement ou de l'inflammation : bronchite chronique, mucoviscidose, pneumopathie, bronchiolite.

Un sibilant est un bruit continu de tonalité musicale d'une durée au moins égal à 30ms qui correspond à des vibrations périodiques qui peuvent être monophoniques ou polyphoniques. Il correspond à une gêne respiratoire par réduction du calibre des voies aériennes qui jouent un rôle de sifflet. Les sibilants sont définis par 5 paramètres : le taux de sibilants déduit de leur situation dans le cycle respiratoire, la complexité mono phonique ou polyphonique, la fréquence hertzienne, la position-dépendance et l'intensité (Postiaux & al 2011). Il y a une relation significative entre le taux de sibilants et le degré d'obstruction bronchique. Les sibilants sont les marqueurs de la composante inflammatoire et bronchospastique de l'obstruction.

A l'auscultation, des sibilants sont retrouvés lors de pathologies avec réduction de la lumière bronchique : bronchospasme, œdème de la muqueuse, tumeur ou corps étranger, sécrétions adhérentes, compression bronchique.

La persistance à l'auscultation de sibilants médiats conditionne chaque étape du protocole suivi par le patient. Le score de Wang évalue la sévérité des troubles ventilatoires, un de ses 4 critères concerne les sibilants : leur audibilité à l'auscultation immédiate est un critère de plus grande gravité que celle à l'auscultation médiate (figure 10). Dans cette étude, nous ne nous intéressons qu'aux sibilants à l'auscultation médiate, soit à des sibilants dus à une obstruction bronchique modérée. L'absence totale de sibilants peut également être signe d'une obstruction bronchique complète. Ainsi, l'intérêt de l'étude se porte sur notre capacité à lever une obstruction bronchique modérée à l'aide du flutter. La présence de sibilants est le paramètre clinique majeur du suivi du protocole.

Figure 11 : Flutter



1 : embout buccal

2 : Entonnoir

3 : Bille d'acier

4 : Embout perforé dévissable

3. Présentation du Flutter, du matériel et des techniques utilisés pour l'étude

3.1 Matériel

3.1.1 Flutter

Le Flutter VRP1 est un petit appareil de thérapie respiratoire constitué d'une partie principale avec embout buccal qui se prolonge par un entonnoir, une bille en acier et un embout perforé dévissable (figure flutter). Il permet d'obtenir une pression positive oscillante dans les voies respiratoires lors de l'expiration : la pression expiratoire soulève la bille le long de la paroi du cône, l'air s'échappe dans l'espace créé, la pression diminue, le flux d'air sortant est accéléré et la bille revient à sa place ce qui bouche de nouveau l'entonnoir jusqu'à ce que la pression expiratoire la fasse remonter à nouveau.

Ce processus crée des vibrations internes et des modulations du flux expiratoire dans le système bronchique de l'utilisateur, il se répète pendant toute l'expiration à une fréquence variable (8 – 32 Hz). La variation de l'inclinaison du flutter VRP1® permet de moduler le flux expiratoire ainsi que la fréquence d'oscillation.

Le flutter VRP1 est principalement reconnu comme technique d'hygiène bronchique, il permet un désencombrement bronchique indépendant, responsable et complète les autres techniques (DA, ELTGOL...), il a une action sur les qualités rhéologiques du mucus, il améliore la mobilisation des mucosités filantes et compactes, et leur évacuation.

Le flutter explique également son efficacité par son système de pression expiratoire positive contrôlée (PEP) qui, si le patient l'utilise correctement, diminue le risque de collapsus des voies respiratoires et périmétrise le point d'égalité pression minorant ainsi le trouble obstructif. Ainsi, le système PEP permet une amélioration de la ventilation des zones pulmonaires encombrées, des zones périphériques et une stabilisation des bronches en prévenant le collapsus expiratoire. Cet appareil autonomise le patient dans sa prise en charge.

Cet outil est indiqué pour différentes pathologies obstructives : toux persistante avec production ou non de sécrétions, bronchite aiguë, bronchite chronique, asthme à composante obstructive, bronchite asthmatiforme, broncheectasies, atélectasies, emphysème pulmonaire, mucoviscidose, BPCO (cf Annexe 3).

Cet appareil est abordable puisqu'il oscille en fonction des marques et distributeurs entre 40 à 90 €.

Figure 12 : Photo d'un des stéthoscopes Littman utilisés pour l'étude



Figure 13 : Zone d'auscultation

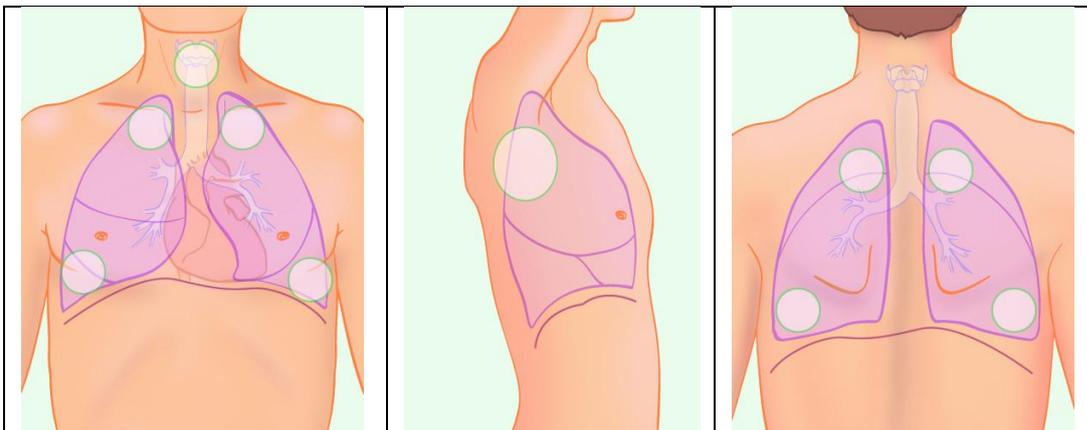
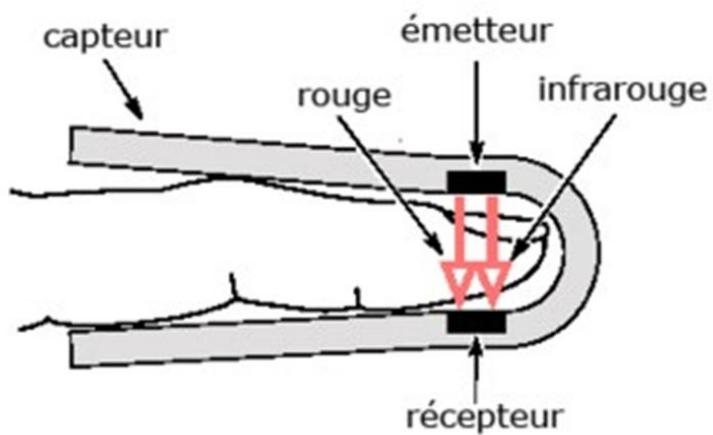


Figure 14 : Principe de fonctionnement d'un oxymètre de pouls



3.1.2 Table d'examen

Lors de l'étude, les patients ont réalisés les différentes phases du protocole sur une table de consultation de kinésithérapie standard qui a la possibilité de relever son dossier afin que le patient puisse se retrouver en position semi-assise ou assise.

3.1.3 L'auscultation thoracique

Bien que l'auscultation thoracique conventionnelle soit opérateur-dépendant et par nature personnelle, peu partageable, elle reste l'examen de choix pour l'évaluation de l'obstruction des voies aériennes d'après les recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI), c'est le bilan spécifique de la kinésithérapie respiratoire qui indique la thérapeutique à mettre en œuvre qu'il s'agisse de l'auscultation thoracique médiate ou de l'écoute immédiate des bruits à la bouche. Elle permet une interprétation des bruits respiratoires ou adventices afin d'établir avec précision le siège, le type et la nature de l'obstruction bronchique.

L'auscultation thoracique a été réalisée classiquement par l'intermédiaire d'un stéthoscope Littman (Figure 12), le patient en position assise sur la table d'auscultation, le masseur-kinésithérapeute placé derrière lui (Figure 13).

3.1.4 L'oxymétrie de pouls

L'oxymétrie de pouls est une méthode non invasive et simple d'utilisation qui permet de faire une mesure par voie transcutanée de la saturation en oxygène de l'hémoglobine dans le sang artériel (SpO₂). Son principe de fonctionnement est basé sur l'absorption spectrophotométrique de lumières de longueurs d'ondes spécifiques sanguines (figure 14). Les lumières émises par les deux diodes sont de longueurs d'ondes connues 660 nm (rouge) et 940 nm (infrarouge) correspondant au spectre d'absorption de l'oxyhémoglobine et de la déoxyhémoglobine. L'oxyhémoglobine absorbe plus de lumière infrarouge et laisse passer plus de lumière rouge. La déoxyhémoglobine absorbe plus de lumière rouge et laisse passer plus de lumière infrarouge. La partie non absorbée est recueillie par le capteur photoélectrique et analysée. L'analyse est effectuée suivant la mesure de l'absorption par le flux pulsatile du sang et représente plus précisément le taux d'oxyhémoglobine et de déoxyhémoglobine dans chaque globule rouge, soit la proportion d'hémoglobine combinée

Figure 15 : Equation de la saturation percutanée en oxygène

$$SpO_2 \text{ artérielle (R)} = \frac{\text{Absorption pulsatile (rouge)}}{\text{Absorption de base (rouge)}} + \frac{\text{Absorption pulsatile (infrarouge)}}{\text{Absorption de base (infrarouge)}}$$

Figure 16 : Intérêt du saturomètre

Monitoring ponctuel
<ul style="list-style-type: none">• Dépistage d'une hypoxémie• Évaluation répétée des échanges gazeux dans le cadre d'une pathologie pulmonaire aiguë ou chronique• Évaluation thérapeutique des interventions Mise sous oxygénothérapie Mise sous ventilation mécanique• Surveillance d'un patient pendant un geste invasif (fibroscopie)• Titration du débit d'O₂ au repos et à l'effort
Monitoring continu
<ul style="list-style-type: none">• Dépistage des troubles respiratoires du sommeil (seul ou couplé à une poly(somno)graphie)• Surveillance d'un patient sous O₂ ou ventilation au long cours ⁴

Figure 17 : Oxymètre de pouls MIR Spirodoc oxy



à de l'oxygène : Une valeur de SpO₂ à 96 % signifie que chaque globule rouge est chargé à 4% de déoxyhémoglobine et de 96% d'oxyhémoglobine.

La saturation percutanée en oxygène (SpO₂) est censée être le reflet de la saturation artérielle en oxygène (SaO₂). Cette technique est reconnue par la HAS dans la surveillance de patients insuffisants chroniques respiratoires, elle est idéale pour la surveillance de la fonction respiratoire, du pouls et de la perfusion périphérique.

On obtient l'équation de la SpO₂ en comparant le ratio entre l'absorption pulsatile artérielle et celle de base (figure 15).

Elle est intéressante lors d'une prise en charge en ambulatoire pour un monitoring ponctuel et continu car elle ne nécessite pas de prise de sang comme pour une gazométrie (SaO₂) et a permis lors de cette étude d'avoir les résultats instantanément (figure 16)

Lors de cette étude, l'oxymètre de pouls utilisé était Spirodoc Oxy de la marque MIR (figure 17). Le fabricant estime que cet appareil a une précision pour la SpO₂ de $\pm 2\%$ de la valeur annoncée et de ± 2 pour la fréquence cardiaque. Il est composé d'un boîtier analyseur et d'un capteur en pince placée au niveau d'un doigt de la main (majeur ou index).

3.1.5 Prise de pression artérielle

La pression ou tension artérielle correspond à la force exercée par le sang sur les artères. Les pressions artérielles systoliques et diastoliques sont mesurées, elles sont souvent exprimées en millimètre de mercure (mmHg).

La pression artérielle systolique est la pression exercée au moment de la systole du ventricule gauche, elle est déterminée par le débit d'éjection ventriculaire gauche, les résistances vasculaires, et l'état de la paroi des gros troncs.

La pression artérielle diastolique est la pression retrouvée lors de la diastole, elle est déterminée par les résistances périphériques artériolaires qui représentent les résistances à l'écoulement du sang dans les petites artères. Elle est d'autant plus intéressante qu'elle correspond à la pression de perfusion des artères coronaires.

Bien que soumise à un nombre important de mécanismes de régulation (système nerveux, vasomotricité, excrétion sodée, volémie, baroréflexe à haute pression, baroréflexe à basse

Figure 18 : Prise de la pression artérielle

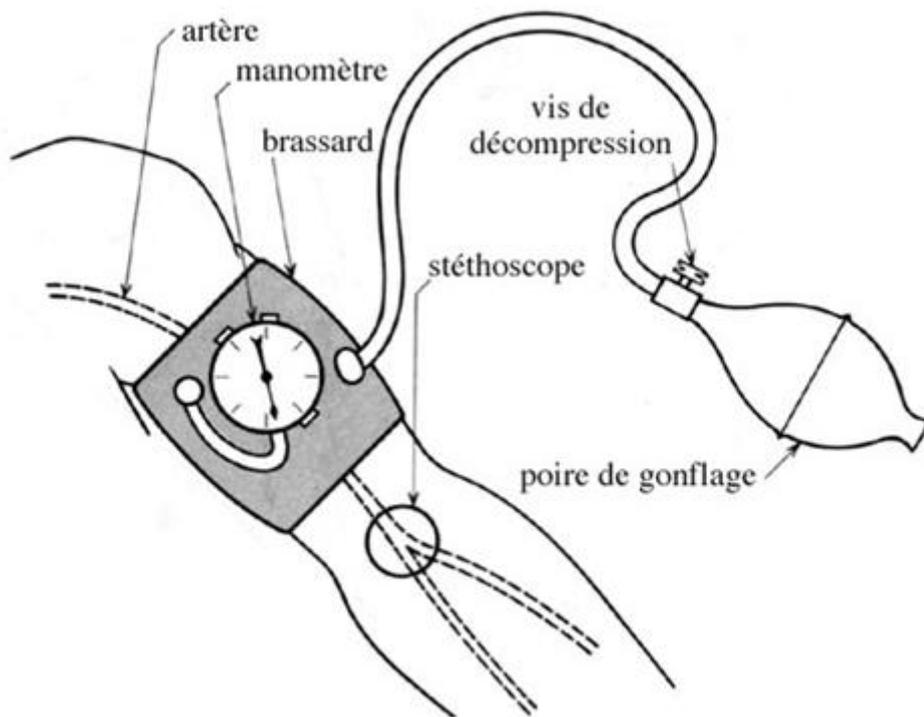


Figure 19 : Sphygmomanomètre



pression, chémorécepteurs), ces deux mesures sont des marqueurs de l'état hémodynamique du patient lors de l'étude. La variation de ces valeurs lors des étapes de ce protocole est intéressante et nous informe sur l'impact de nos techniques.

La prise de la pression artérielle a été effectuée par mesure indirecte auscultatoire à l'aide d'un sphygmomanomètre et d'un stéthoscope. Le brassard est installé sur le bras du patient en s'assurant que le centre de la poche gonflable (dont la taille est adaptée en fonction de la morphologie du patient) soit en regard du trajet de l'artère humérale et qu'il soit 2 à 3 cm au dessus du pli du coude. Le stéthoscope est placé sur le battement huméral dans le pli du coude (figure 18 et 19). L'identification des pressions artérielles a été réalisée par la méthode de Korotkoff :

La poche est suffisamment gonflée pour ne pas entendre le pouls. La valve est entrouverte pour laisser doucement s'échapper l'air et diminuer la pression de la poche gonflable :

Phase 1 : perception pour la première fois d'au moins 2 bruits consécutifs : valeur de la pression artérielle systolique.

Phase 2 : bruits doux et prolongés. Phase 3 : bruits renforcés et brefs.

Phase 4 : bruits assourdis et doux. Phase 5 : disparition des bruits systoliques : valeur de la pression artérielle diastolique

3.1.6 Echelle visuelle analogique de dyspnée

La dyspnée se définit généralement comme la sensation d'une respiration devenue difficile, pénible. Elle est importante à évaluer car elle a un impact clinique majeur notamment sur la qualité de vie du patient. Elle exprime le ressenti du patient, la dyspnée est ainsi un des objectifs majeurs du traitement. C'est une sensation subjective multifactorielle (obstruction bronchique, psychologique...) qui reste évaluable grâce à différentes échelles.

Les échelles de Borg et visuelles analogiques de dyspnée sont les plus utilisées dans la littérature. Il existe une bonne cohérence entre ces deux échelles (EVA et Borg modifiée) montrant que les mêmes dimensions sont évaluées (Guislain & al 2014) Pour R. Sergysels dans l'évaluation de la dyspnée à l'effort, l'EVA s'adapte mieux à une possibilité d'expression du patient à partir d'un potentiomètre (Sergysels & al 2005). Il a donc été

Figure 20 : Echelle visuelle analogique de dyspnée



Figure 21 : Indication de la spirométrie

Indications de la spirométrie.

Diagnostic

Évaluer la fonction respiratoire en présence de symptômes, de signes physiques ou d'anomalies biologiques (gazométriques en particulier)
Mesurer l'effet d'une pathologie sur la fonction respiratoire
Dépister les individus exposés à un risque de pathologie respiratoire
Évaluer le risque préopératoire
Évaluer un pronostic
Évaluer l'état de santé avant le début d'une activité physique, professionnelle ou de loisir

Surveillance

Évaluer l'effet d'une intervention thérapeutique
Décrire l'évolution d'une maladie touchant la fonction respiratoire
Surveiller les personnes exposées à des agents nocifs pour la santé respiratoire
Rechercher des réactions indésirables à des médicaments ayant une toxicité pulmonaire connue

Évaluation d'une invalidité

- dans le cadre d'un programme de réhabilitation
 - dans la perspective d'une assurance
 - dans un contexte médico-légal
-

Santé publique

Enquêtes épidémiologiques
Dérivation des formules de référence
Recherche clinique

décidé d'utiliser une EVADyspnée lors de cette étude puisque c'est également l'échelle utilisée couramment par le CKRF. L'échelle visuelle analogique de dyspnée (EVAD) utilisée est semblable à une EVA simple, en précisant les deux extrémités : pas de dyspnée à dyspnée maximale imaginable. (Figure 20)

3.1.7 Spirométrie

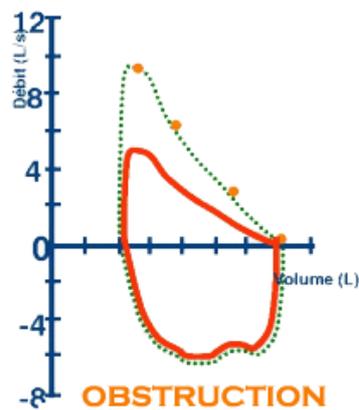
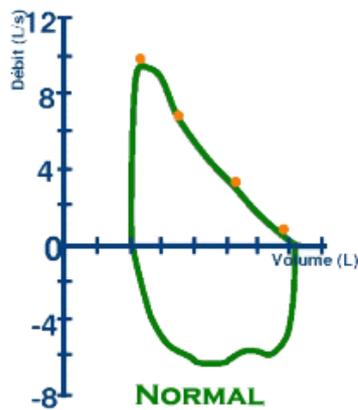
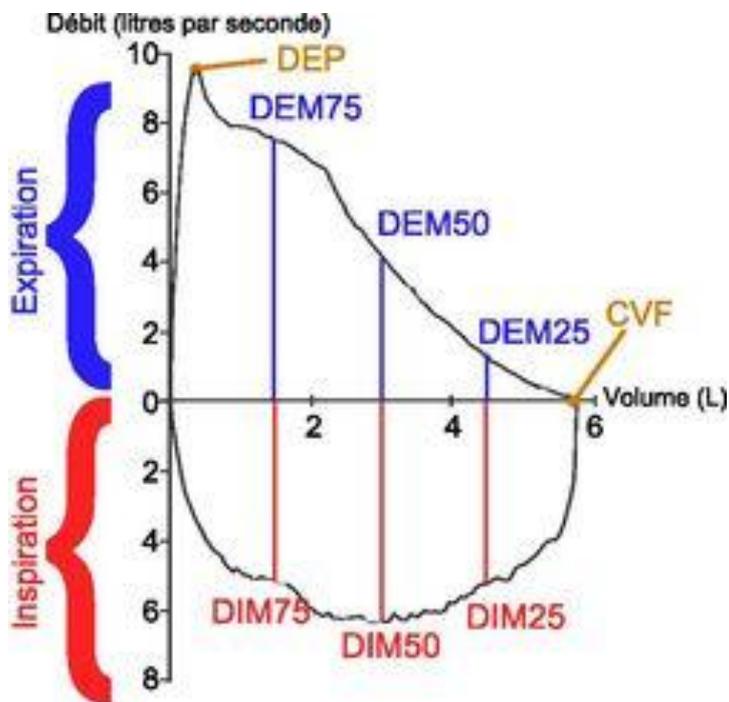
La spirométrie est une mesure physiologique de l'air inspiré et expiré par l'individu. Lors d'une spirométrie, les volumes et les débits ventilatoires sont mesurés. C'est un outil précieux pour évaluer l'état de santé respiratoire, comme peut l'être la mesure de la pression artérielle qui offre des informations utiles sur la santé cardiovasculaire. Elle permet ainsi de reconnaître, par l'intermédiaire de ses mesures, l'obstruction bronchique et les troubles ventilatoires d'ordre restrictif. Cependant, elle nécessite une coopération entre le sujet et l'évaluateur, et les résultats peuvent dépendre de l'appareil de mesure ainsi que de son utilisation. La spirométrie a une multitude d'indication de l'ordre du diagnostic, de la surveillance, de l'évaluation d'une invalidité et de santé publique (figure21). C'est l'examen de choix pour le suivi longitudinal du patient.

Il existe deux manières de la réaliser :

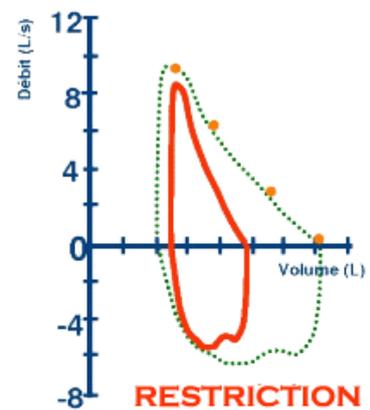
- Capacité vitale lente (CVL). Le volume d'air expiré est maximal mais à un débit infra maximal. Cette méthode est plus propre à la mesure d'un volume que d'un débit. Elle ne permet pas d'obtenir le DEM 25/75. Pour cette étude, cette méthode n'est pas celle qui nous intéresse.
- Capacité vitale forcée (CVF). Pour cette méthode, il y a un volume maximum d'air expiré au cours d'un effort expiratoire maximum. Les mesures obtenues sont en relation avec les débits engendrés.

Lors de l'étude, la prise des mesures est précédée d'un apprentissage à la réalisation de la spirométrie et d'un premier essai blanc. Ensuite, trois mesures sont faites afin de garder la meilleure d'entre elles. Elle est réalisée en trois phases : 1) inspiration maximale et forcée en dehors de l'appareil, 2) expiration maximale et complète dans le tube du spiromètre, 3) inspiration maximale et forcée pour boucler le cycle respiratoire. On obtient dès lors une courbe débit volume dont l'allure globale nous indique déjà l'ordre du trouble ventilatoire (figure 22) Cette courbe débit volume permet de quantifier l'obstruction et sa réversibilité

Figure 22 : Courbe débit volume



Même volume comparé aux valeurs théoriques représentant une courbe normale effectuée par le patient, **mais difficultés à souffler** du fait d'une barrière (air trapping).



Volume poumon plus petit comparé aux valeurs théoriques représentant une courbe normale effectuée par le patient.

mais elle n'identifie pas sa cause. Les mesures retenues pour l'étude sont (Danna & al 2000) :

- La capacité vitale forcée (CVF), qui correspond au volume maximum d'air expiré lors d'une expiration complète effectuée suite à une inspiration maximale, il s'agit donc d'un volume, sa valeur sera atteinte lors de trouble ventilatoire restrictif.
- Le volume expiré maximal à la première seconde (VEMS), maximum d'air expiré au cours de la première seconde d'une expiration forcée suite à une inspiration maximale. C'est un volume, mais il est similaire à un débit puisque c'est un volume par unité de temps. Il traduit le degré d'obstruction des bronches proximales. Cependant il est effort dépendant, sa valeur est variable en fonction de la qualité de réalisation de l'expiration et ne reflète que la première seconde, ça n'est pas le meilleur des critères.
- Le débit expiratoire de pointe (DEP) correspond au débit expiratoire maximal mesuré lors du test. C'est le débit maximal d'air qu'est capable de réaliser le patient. Il est représentatif des grosses bronches et traduit la façon dont l'air s'y écoule. Comme le VEMS, le DEP est effort dépendant.
- Les valeurs du débit expiratoire maximal à 75% de la CVF (DEM 75) DEM 50 et DEM 25 ne sont pas renseignés dans cette étude. Le DEM 75 mesure à peu près les mêmes paramètres que le DEP. Les DEM 50 et DEM 25 ne dépendent pas de l'effort expiratoire et traduisent, eux, l'état des bronches distales. Toutefois, ces paramètres présentent une grande variabilité chez l'adulte, ce qui les rend peu reproductibles.
- Le débit expiratoire maximal entre 25 et 75% de la CVF (DEM 25/75) également appelé débit expiratoire maximal médian constitue, pour certains, le meilleur paramètre d'obstruction bronchique. Il traduit l'obstruction des bronches de petit et de moyen calibre. C'est le critère qui nous intéresse le plus pour évaluer la capacité de levée du bronchospasme du flutter.

Ainsi, les débits mesurent l'obstruction bronchique et le bronchospasme (notamment avec les tests de réversibilité). Leurs valeurs n'attestent pas d'un encombrement seul puisque ce dernier n'est qu'un des facteurs de l'obstruction bronchique, ces éléments sont le tonus bronchomoteur, l'inflammation et l'encombrement et non l'encombrement seul. La spirométrie n'est donc pas un moyen spécifique d'évaluation de l'encombrement. (Gouilly & al 2001 JIKKRI) La mesure de la fonction ventilatoire renseigne sur l'obstruction des voies aériennes causée par plusieurs facteurs étroitement intriqués (figure 23).

Figure 23 : Spiromètre utilisé au CKRF

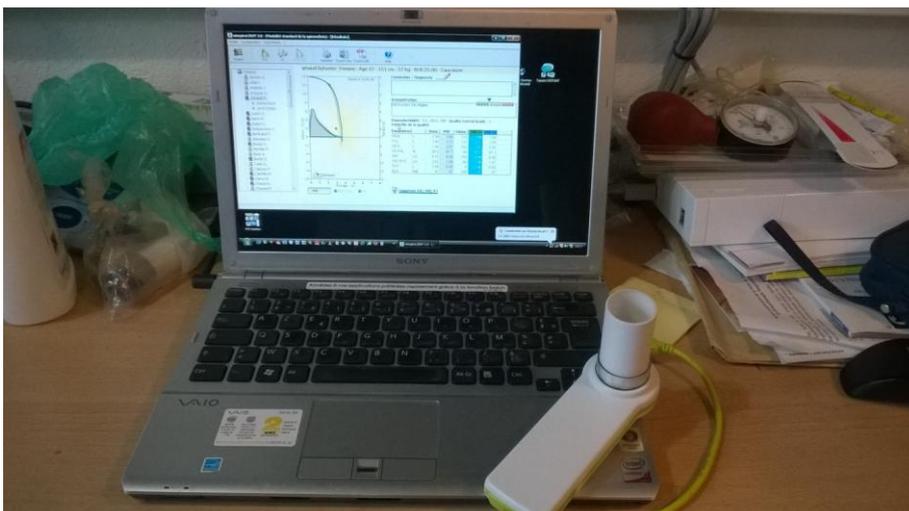


Figure 24 : Techniques de désencombrement bronchique (Gouilly & al 2006)

	Nom des techniques	Description de la technique	Consensus 1994 (ANDEM)*	JKRI 2000	Reco BPCO 2003 (SPLF)	Reco Réhab BPCO 2005 (SPLF)	
Techniques manuelles	Ventilation Dirigée	Technique qui consiste à corriger les asynergies, à respirer à fréquence lente, à expirer activement et à utiliser le diaphragme lors de l'inspiration			Oui (niveau B)		
	Toux	Expiration forcée explosive intervenant dans la défense mécanique de l'arbre trachéobronchique.	Oui* (niveau C)		Oui (niveau B)		
	Flux expiratoire contrôlé	Augmentation du flux expiratoire	Expiration active ou passive dont la force et la durée varient	Oui (niveau C)		Oui (niveau C)	Oui (niveau B)
		Accélération du flux expiratoire	Nom impropre cf. ANDEM, AFE				
		Techniques d'expiration forcée (TEF)	Expiration brusque réalisée en gardant la glotte ouverte			Oui (niveau C)	Oui (niveau C)
		ELTGOL	Expiration lente totale à glotte ouverte en intra latérale	Oui (niveau B)		Oui (niveau C)	Oui (niveau C)
		Drainage autogène	Inspirations et expirations lentes et contrôlées par le patient	Oui (niveau C)			Oui (niveau C)
		Pressions thoraciques	Force exercée manuellement sur une partie du thorax et/ou de l'abdomen dans le but d'augmenter passivement le débit aérien expiratoire.	Non (niveau B)			
	Ondes de choc	Vibrations manuelles	Mouvement oscillatoire résultant d'une tétanisation des muscles de l'avant bras	Efficacité aléatoire (niveau C)			Non (niveau B)
		Percussions Thoraciques manuelles (clapping)	Tapotement, hachures ou battades	Non (niveau C)			Non (niveau B)
Gravité	Posture de déclive	Utilisation de la pesanteur	Non (niveau C)				
	Posture de drainage	Position en latérocubitus homolatéral	Oui (niveau C) conclusion			Oui (niveau C)	
Techniques instrumentales	Résistances externes au flux expiratoire (Pressions Expiratoires Positives (PEP))	Petit appareil buccal au travers duquel le patient respire et induit une Pression Expiratoire Positive associée plus ou moins à des vibrations. Instruments maintenant une pression expiratoire positive de l'ordre de 10 cm d'H ₂ O (Flutter®, acapella®, comet®, PEPMask®, ParipPEP®)		Oui (niveau C)	Oui (niveau C)	Non (niveau B)	
	Vibrations externes	Vibrations mécaniques appliquées sur la paroi thoracique (exemple de la veste et des vibromasseurs)		Non (niveau C)		Non (niveau C)	
	Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences	Envoi de volume sous courant permettant de faire vibrer les bronches (Percussionnaire®)		Oui (niveau C)		Non (niveau C)	
	Effet du désencombrement	Ensemble des techniques manuelles et instrumentales permettant de désencombrer un patient		Oui (niveau C)	Oui (niveau C)	Oui (niveau C)	Oui (niveau C)

3.1 Drainage bronchique manuel (DBM)

Les conférences de l'ANDEM (Agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale) à Lyon en 1994 et de la SPLF (société de pneumologie de langue française) sur la BPCO en 2003 et 2005 ont conclu : « *l'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement du désencombrement bronchique a été reconnue et acceptée par tous les membres du jury (niveau III ou grade C)* ». L'encombrement bronchique et le bronchospasme représentent les barrières les plus fréquentes à des échanges gazeux optimaux. Le kinésithérapeute occupe une place de choix pour réduire cet encombrement. Les techniques visent à remonter les sécrétions vers les zones tussigènes afin de les expectorer en dehors de l'arbre trachéo-bronchique.

Le choix des techniques de drainage bronchique manuel utilisées lors de cette étude se base sur la conférence de consensus : « *Le désencombrement par contrôle du flux expiratoire est reconnu comme efficace, quelle que soit la technique employée.* » Ainsi, les techniques de drainage autogène (DA), d'expiration lente totale glotte ouverte en latérocubitus (ELTGOL), d'augmentation du flux expiratoire (AFE) et de toux ont été utilisées. A contrario, les techniques de postures, de vibrations manuelles et de percussions ne l'ont pas été. (Gouilly & al 2006, figure 24) Une séance de DBM comprend trois phases expiratoires :

- décollement des sécrétions périphériques par une ventilation à bas débit mais haut volume pulmonaire (DA et ELTGOL).
- collecte des sécrétions dans les voies moyennes grâce à une ventilation à bas ou moyen débit pulmonaire (DA et ELTGOL).
- évacuation des sécrétions des grosses bronches de l'arbre trachéo-bronchique en ventilant à moyen ou haut débit pulmonaire par des manœuvres d'AFE ou de toux.

3.2.1 Drainage autogène (DA)

Le drainage autogène (DA) est une technique de drainage bronchique adoptant des inspirations et des expirations lentes et contrôlées par le sujet en position assise ou semi assise. Elle débute dans le volume de réserve expiratoire (VRE) afin de mobiliser des sécrétions distales et ensuite dans le volume de réserve inspiratoire (VRI) pour une épuration plus proximale.

Figure 24 : Techniques de désencombrement bronchique

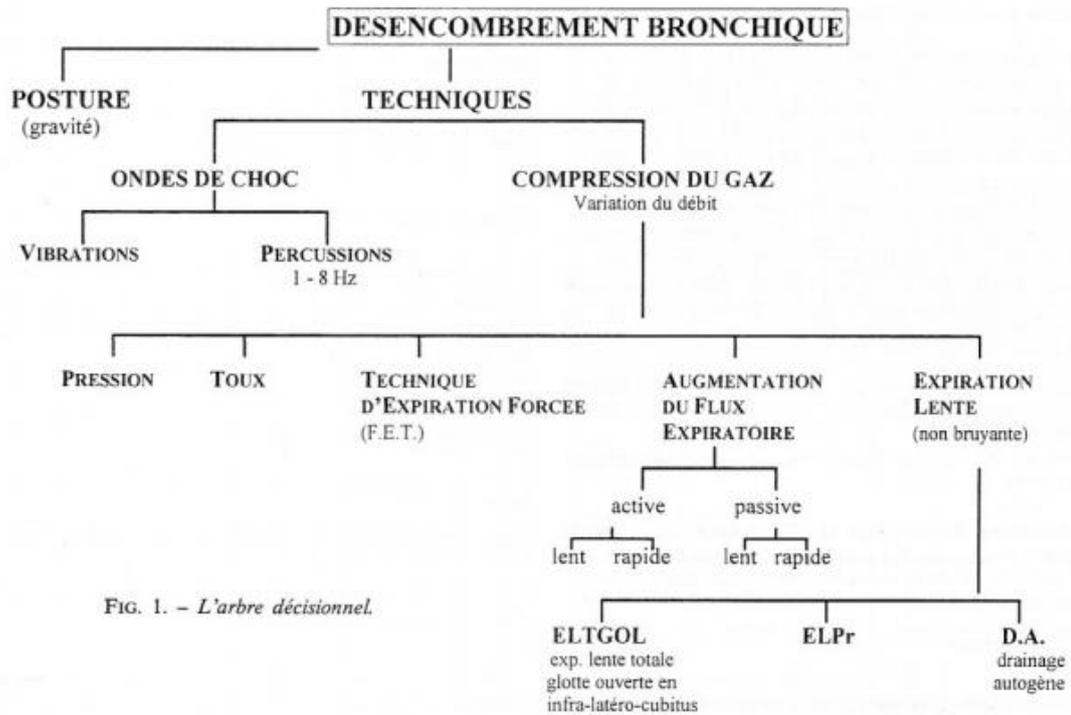
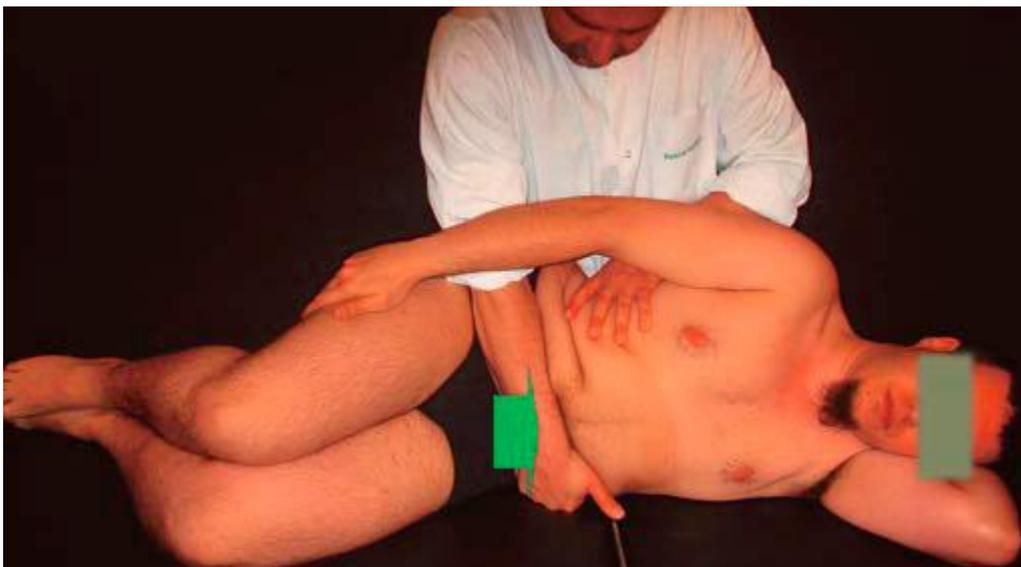


Figure 25 : Manœuvre d'ELTGOL



Le patient est assis ou semi-assis, dos droit, la tête en extension légère, ses mains ou celles du thérapeute mises sur les parties supérieures du thorax, elles ont une action proprioceptive. Il réalise une inspiration nasale, diaphragmatique, suivie d'un tenu inspiratoire glotte ouverte, de façon à homogénéiser la ventilation par stabilisation de la pression alvéolaire et finit par une expiration buccale lente, soupirée jusqu'au niveau expiratoire recherché. Cette technique nécessite une éducation initiale mais pourra ensuite être réalisée en autonomie. (Postiaux 1987)

3.2.2 Expiration lente totale glotte ouverte en latérocubitus (ELTGOL)

L'ELTGOL est une technique active d'expiration lente, initiée à la CRF et maintenu jusqu'au volume résiduel. Le kinésithérapeute positionne son patient en latérocubitus côté encombré, repéré lors de l'auscultation médiate et l'écoute des bruits adventices, du côté du plan d'appui (figure 25).

Le kinésithérapeute peut aider son patient, il se place derrière lui et exerce un contre appui abdominale infralatérale de sa main caudale et un appui sur le gril costal supralatéral de sa main crâniale. La position latérale et les poussées manuelles cherchent à obtenir une déflation pulmonaire, en profondeur dans le poumon infra latérale, déterminante des effets obtenus. On peut donc considérer le latéro cubitus comme position de choix pour l'exécution des techniques d'expiration lente. L'ELTGOL est également réalisable de manière autonome sans l'aide du thérapeute. L'ELTGOL s'adresse principalement aux sécrétions bronchiques moyennes et distales chez des patients coopérants.

Elle a pu être validée comme technique de toilette bronchique des moyennes et petites voies aériennes grâce à des analyses stéthacoustiques cliniques et en vidéobronchographie radio-isotopiques. En vidéobronchographie, l'ELTGOL empêche le collapsus bronchique d'avoir lieu aux différents niveaux et maintient le calibre bronchique lors de sa réalisation (G. POSTIAUX & al 1987).

3.2.3 Augmentation du flux expiratoire (AFE)

L'AFE est une technique active ou passive réalisée à différents niveaux de volume pulmonaire dont la vitesse, la force et la durée sont variables selon le site de l'encombrement. Il existe ainsi une AFE lente à faible débit et bas volume qui participerait

à la mobilisation des sécrétions distales vers les régions proximales et une AFE rapide à haut débit expiratoire pour évacuer les sécrétions les plus proximales.

L'objectif est de mobiliser les sécrétions de la périphérie vers la trachée par le biais d'une accélération du flux expiratoire qui provoque un courant aérien instable, avec formation de turbulence responsable d'une modification des propriétés rhéologiques du mucus et de l'élimination plus facile de ces sécrétions fractionnées et décollées.

Les expirations sont actives, répétées, à glotte ouverte, le patient est en position semi assise et le kinésithérapeute participe lors de l'expiration à l'aide de pressions thoracique.

3.1.4 Toux

Il existe deux sortes de toux : 1) La toux spontanée ou provoquée qui correspond au mécanisme réflexe de défense de l'arbre trachéo-bronchique réalisé par une expiration forcée et explosive. 2) La toux dirigée ou contrôlée qui est une manœuvre volontaire d'expulsion des sécrétions bronchiques, et donc éducatrice. Elle est réalisable à haut volume pulmonaire (initié à la CPT) pour drainer les premières générations bronchiques et à bas volume pulmonaire (initié en dessous de la CRF dans les VRE) afin d'avoir une action sur les petites voies bronchiques. Elle peut se faire en une secousse unique ou en saccade. Ainsi, c'est la vitesse très élevée du flux d'air qui donne de l'efficacité à la toux.

En kinésithérapie respiratoire, la toux compose la séquence commune terminale de chaque séance de DBM afin d'expectorer les sécrétions remontées par les techniques ultérieures. Il faut toutefois l'utiliser avec parcimonie car elle peut être délétère pour les voies aériennes, les parois thoraciques, sur la circulation cérébrale et pour l'hémodynamique pulmonaire. Une toux bien réalisée permet au patient d'acquérir un certain degré d'autonomie.

4. Méthodologie de l'étude

L'objectif de prise en charge du masseur-kinésithérapeute lors d'une séance de kinésithérapie respiratoire en ambulatoire est d'améliorer la fonction ventilatoire, la qualité de l'hématose et donc la qualité de vie du patient, son aisance à réaliser ses activités de la vie quotidienne à la sortie du cabinet.

Les techniques thérapeutiques, mises en place lors de cette étude, correspondent à une séance de désencombrement réalisée au CKRF pour les patients présentant de l'obstruction bronchique qui comprend : une séance de drainage bronchique manuel et une séance de Flutter. Le praticien reste proche du patient lors de l'étude pour vérifier sa bonne adaptation aux contraintes des techniques du protocole et la bonne réalisation de celui-ci.

Les différentes mesures prises lors de cette étude (SpO₂, Fc, Fr, Pa, EVAD) servent principalement au suivi de l'évolution du statut ventilatoire et hémodynamique du patient lors de l'étude et non à une comparaison des valeurs obtenues avec celles des « normes ».

L'étude a été mise en place afin d'avoir des mesures de l'impact immédiat du Flutter chez des patients présentant une obstruction modérée dont l'encombrement n'est pas l'unique facteur causal.

Cette étude est une étude descriptive, elle ne présente pas de groupe témoin. Elle correspond à une analyse de pratique courante, ainsi elle ne nécessite pas d'enregistrement auprès du comité de protection des personnes (CPP), ni d'une autorisation écrite des patients mais uniquement d'une information et d'une acceptation orale.

4.1. Population de l'étude

4.1.1. Taille de l'échantillon

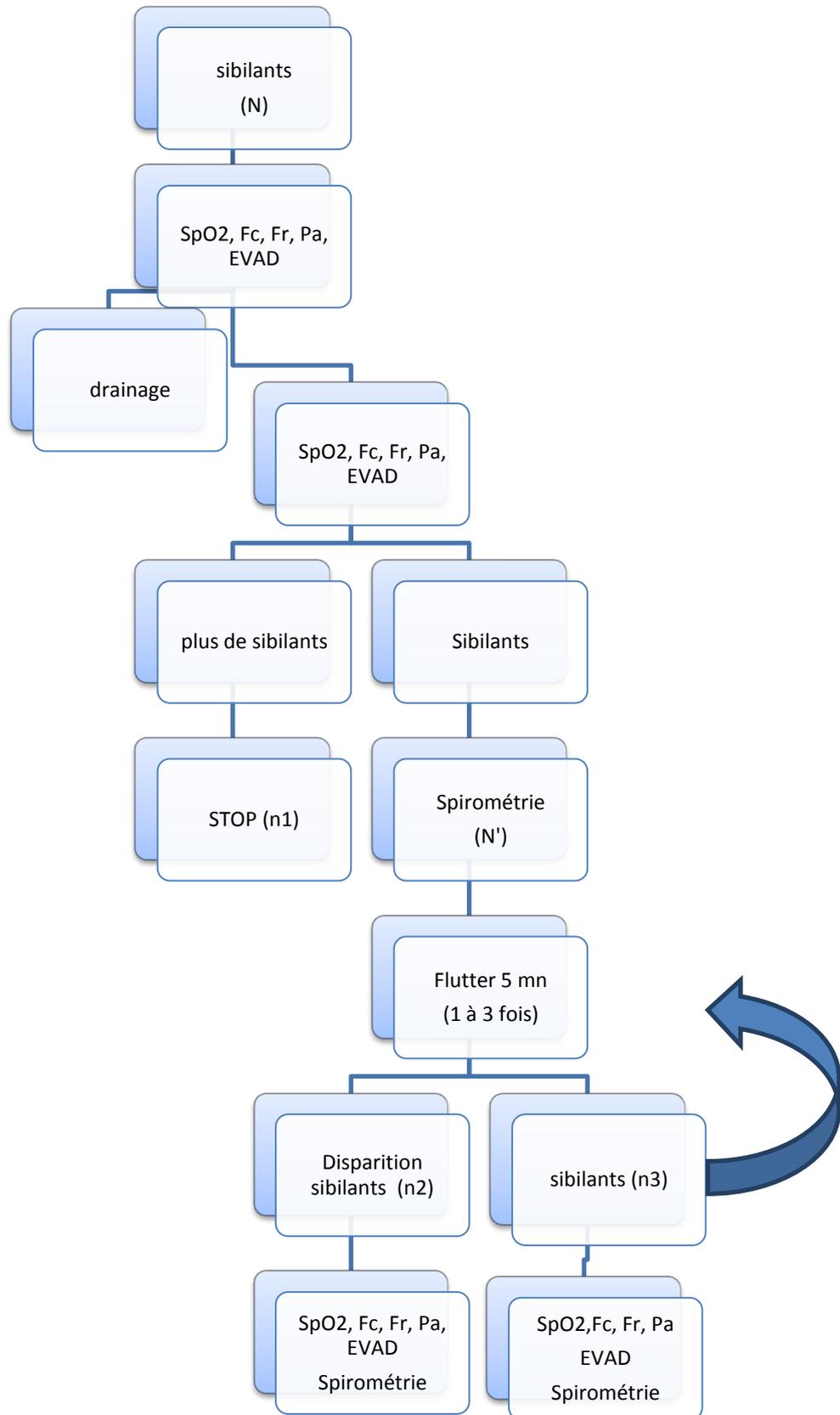
La population de l'étude ayant réalisée l'intégralité du protocole est composée de 5 patients pris en charge en ambulatoire au CKRF. La population comprend 40% d'hommes et de 60% de femmes, leur âge moyen est de 69,2 ans.

4.1.2. Critères d'inclusion

L'étude menée dans le CKRF s'intéresse aux patients pris en charge dans la période d'août 2014 à décembre 2015. Afin d'être intégré à l'étude, les patients devaient correspondre aux critères d'inclusion suivants :

- âge supérieur à dix ans
- capacité à effectuer une séance de Flutter
- présence de sibilants expiratoires à l'auscultation médiate. Ce critère d'inclusion est sémiologique, non nosologique. C'est le marqueur de l'obstruction bronchique quelque soit la pathologie du patient qui nous intéresse.
- Consentement oral après avoir informé le patient des mesures qui seront prises lors de sa séance. L'étude ne nécessite pas de consentement écrit puisqu'elle intègre le cadre du soin courant.

Figure 26 : Protocole de recherche



4.1.3. Critères de non inclusion

Les patients non inclus à l'étude sont les patients présentant les critères suivants :

- âge inférieur à 10 ans
- présence de sibilants à l'auscultation immédiate
- incapacité à effectuer une séance de Flutter
- refus de participation à l'étude ou refus du don de leur accord pour l'utilisation de leurs informations personnelles

4.2. Méthodologie de recherche (figure 26)

L'étude a été réalisée lors de séances de kinésithérapie respiratoire en ambulatoire au sein du CKRF. Le patient vient pour sa séance quelle qu'elle soit (entrée, prise en charge d'une pathologie aiguë, chronique). S'il présente les critères d'inclusion au protocole, qu'il accepte de participer à l'étude et nous autorise à utiliser ses données personnelles, il est soumis à ce dernier. Puisque nous nous intéressons à un des marqueurs cliniques de l'obstruction bronchique et non pas à une pathologie spécifique, un patient ne peut être intégré qu'une seule fois à l'étude afin que les résultats ne soient pas le reflet de sa pathologie.

L'inclusion pour un âge supérieur à 10 ans est un choix arbitraire mais basé sur l'expérience. Il a été estimé qu'à partir de 10 ans tout enfant est capable de comprendre et de réaliser correctement une spirométrie et une séance de Flutter.

Les patients ne sont inclus que pour des sibilants expiratoires à l'auscultation médiate afin d'être dans une situation d'obstruction bronchique modérée et de retrouver des effets immédiats par mécano-thérapie.

Le protocole se déroule selon plusieurs étapes dont la persistance de sibilants expiratoires dicte la continuité du patient dans l'étude.

Elle débute par les mesures de :

- la saturation en oxygène du patient (SpO₂),
- sa fréquence respiratoire (FR),
- sa fréquence cardiaque (FC),
- sa pression artérielle (Pa),
- une estimation de la dyspnée du patient avec une échelle visuelle analogique de dyspnée (EVAD)

Le patient fait une séance de drainage bronchique manuelle (DBM) de 15 minutes : 5 minutes de drainage autogène en position semi-assise puis deux fois 5 minutes d'ELTGOL (expiration lente totale glotte ouverte en latérocubitus). Les manœuvres d'AFE et de toux dirigée sont utilisées lors de remontée de sécrétion en proximal. Cette étape a pour but de désencombrer le patient et d'éliminer au mieux les sibilances provoquées par cet encombrement.

Après cette séance de drainage bronchique manuelle, les mesures précédemment citées sont prises à nouveau. Elles permettent de soulever une sous question de l'étude : Quelles sont les conséquences hémodynamiques immédiates du drainage bronchique manuel ?

Une nouvelle auscultation thoracique est alors réalisée :

- Si le patient ne présente plus de sibilants expiratoires, il est exclu de la suite du protocole (population n1) Nous estimons que les sibilants présents initialement étaient uniquement dus à une obstruction par encombrement bronchique et que le drainage bronchique manuel a effectué sa tâche en éliminant cet encombrement.
- Si des sibilants sont toujours observés, le patient va continuer la suite du protocole (population N'). Il va alors réaliser une spirométrie afin d'avoir les valeurs de ses débits malgré son obstruction persistante au drainage bronchique manuel. Les valeurs étudiées sont la capacité vitale forcée (CVF), le volume expiré maximale à la première seconde (VEMS), le débit 25/75 (D25/75) et le débit expiratoire de pointe (DEP).

La population N' réalise des séries (1 à 3) de 5 minutes de Flutter entre chacune desquelles une auscultation vérifiant la présence ou l'absence de sibilants est faite. S'ils sont présents (population n3), le patient effectue une nouvelle série de 5 minutes de Flutter, si non (population n2), on réalise les dernières mesures du protocole. Le traitement au Flutter se base sur son effet, son action et non pas sur son temps d'utilisation : on ne cherche pas à montrer la durée d'utilisation optimale mais l'impact immédiat du Flutter sur l'obstruction bronchique.

Pour le désencombrement, l'expérience du Flutter montre une efficacité entre 5 et 15 minutes (Annexe 3). Ainsi par analogie, les mêmes durées ont été choisies dans ce protocole.

Pour clôturer cette étude, les mesures réalisées précédemment sont à nouveau effectuées : SpO₂, FR, FC, Pa, EVAD et une spirométrie.

Les mesures finales de la spirométrie et de la dyspnée permettent de soulever la deuxième sous question de l'étude : L'amélioration clinique du patient par objectivation avec la spirométrie s'accompagne-t-elle d'une amélioration de la dyspnée ?

Figure 27 : Tableau des résultats des mesures spirométriques de l'étude.

						moyenne	ecart type	variance
Sibilants fin d'étude	- (2rép)	- (3rép)	- (3rép)	+ (3rép)	- (3rép)			
CVF Avant	3	2,5	1,83	2,01	2,3	2,328	0,45581795	0,2767
CVF Après	2,82	1,89	1,77	2,16	2,1	2,148	0,40727141	0,2202
variable	-0,18	-0,61	-0,06	0,15	-0,2	-0,18	0,27775889	0,07715
VEMS Avant	2,24	1,34	1,19	0,98	1,43	1,436	0,4806558	0,308025
VEMS Après	2,32	1,07	1,21	1,06	1,41	1,414	0,5258612	0,3687
variable	0,08	-0,27	0,02	0,08	-0,02	-0,022	0,14498276	0,02102
D25/75 Avant	1,85	0,79	0,73	0,39	1,02	0,956	0,54825177	0,39906667
D25/75 Après	2,48	0,66	0,82	0,36	1,12	1,088	0,95261045	0,90746667
variable	0,63	-0,13	0,09	-0,03	0,1	0,132	0,29397279	0,08642
%age	34,05	0,83	12,33	0,92	9,8	13,54		
						test de Student		
DEP Avant	4,14	1,61	2,74	2,22	2,65	2,672	0,93438215	1,16389167
DEP Après	4,33	2,25	3,34	2,51	3,12	3,11	0,9382386	0,88029167
variable	0,19	0,64	0,6	0,29	0,47	0,438	0,19460216	0,03787
%age	4,58	39,75	21,9	13,06	17,74	16,48		
						test de Student		

- : Les sibilants ont disparu. + : Les sibilants sont toujours présent à la fin de l'étude.

Nous avons ainsi les proportions de non sibilants après le drainage bronchique manuel (n_1/N), de sibilants après drainage bronchique manuel ($n_2+n_3=N'/N$), de non sibilants après utilisation du Flutter (n_2/N) et de sibilants pour tous les traitements de l'étude (n_3/N).

4.3 Méthode d'exploitation statistique

L'analyse de l'étude de faisabilité s'est servie des moyennes des valeurs initiales de CVF, VEMS, DEP et D25-75 et des moyennes des valeurs post flutter de VEMS, DEP et D25-75 pour calculer la variation des moyennes avant/après flutter.

Il s'agit d'une étude analytique, descriptive, quantitative de comparaison de moyennes, nous avons utilisé le test de Student pour le D25/75 et le DEP. Le test-t de Student (hypothèse de données suivant une loi normale) est un test statistique paramétrique qui permet de comparer les moyennes de deux échantillons. Il s'agit donc de savoir si les moyennes des deux groupes sont significativement différentes d'un point de vue statistique en cherchant à écarter l'hypothèse H_0 = les moyennes sont égales dans les deux groupes.

Cette étude a permis également de calculer le nombre de sujets nécessaires (NSN) afin de démontrer une différence statistique significative aux valeurs de la spirométrie, son calcul s'est fait selon le programme : <http://www.spc.univ-lyon1.fr/mfcalc/>.

5. Résultats

L'ensemble des mesures spirométriques réalisées par les 5 patients de l'étude ont été intégrées dans le tableau ci-contre (Figures 27).

Concernant les sibilants, sur les 5 patients intégrés, 1 en avait encore à la fin de l'étude, 1 n'en avait plus après deux répétitions de 5' de Flutter et 3 n'en avaient plus après trois répétitions.

Les mesures cardiorespiratoires hémodynamiques (SpO_2 , FC, FR, Pa, EVAD) ne sont pas traitées ici car elles concernent une sous question du protocole qui nécessite à elle seul une étude indépendante. Ainsi, les patients ne sifflants plus après le DBM ne sont pas pris en compte lors de l'analyse de ces résultats, bien qu'il y en a eu un nombre assez important.

Figure 28 : Tests de Student :

Test de Student pour le D25/75 :

Hypothèse H0 : différence entre les deux moyennes est nulle.

Résultats du test

- ✚ Méthode : Paired t-test ; Alternative : two.sided
- ✚ Statistique observée Qobservé : -1.004041820273
- ✚ p-value : 0.37216921649842
- ✚ Moyenne : -0.132 Intervalle de confiance à 95% [-0.497 ; 0.233]
- ✚ Degrés de liberté : 4
- ✚ Moyenne des différences : -0.132

Test de Student pour le DEP :

Hypothèse H0 : différence entre les deux moyennes est nulle.

Résultats du test

- ✚ Méthode : Paired t-test ; Alternative : two.sided
- ✚ Statistique observée Qobservé : -5.0328207194355
- ✚ p-value : 0.0073189416011294
- ✚ Moyenne : -0.438 Intervalle de confiance à 95% [-0.6796 ; -0.1964]
- ✚ Degrés de liberté : 4
- ✚ Moyenne des différences : -0.438

5.1. Résultats des mesures spirométriques.

L'analyse des résultats s'est fait dans un premier temps par une comparaison des moyennes des mesures obtenues avant et après la séance de Flutter, et la réalisation d'un test de Student pour les valeurs qui nous intéressaient dans un second temps.

L'évolution des valeurs de CVF, ne sont pas en faveur du Flutter, nous n'avons pas de progression de la CVF entre avant et après le flutter, ni en terme de volume, ni en pourcentage. La diminution moyenne de CVF est de 180ml.

De la même façon, les valeurs du VEMS après la séance de Flutter ne sont, en moyenne, pas améliorées. Nous n'avons pas de progression du VEMS entre avant et après le flutter, ni en terme de volume (perte moyenne de 22ml), ni en pourcentage.

Concernant les valeurs de D25/75, nous retrouvons une progression de 13.54 % qui correspond à 132 ml entre avant et après le flutter. Un test de Student a été réalisé sur cet échantillon (figure 28) : $p\text{-value} = 0.37 > 0.01$, l'hypothèse nulle n'est pas écarté et $p > 0.1$, il n'y a pas de présomption contre l'hypothèse H_0 . Les valeurs de D25/75 obtenues lors de cette étude préliminaire ne sont pas significatives.

Le DEP est la mesure qui observe la meilleure amélioration : 16.48 % qui correspondent à 438 ml de plus expirés entre avant et après le flutter. Le DEP a augmenté après la séance de Flutter pour l'intégralité des sujets de notre étude. Nous avons également réalisé un test de Student (figure 28) pour comparer les deux moyennes du DEP obtenues : $p\text{-value} = 0.007 < 0.01$, il y a une très forte présomption contre l'hypothèse H_0 . On peut écarter l'hypothèse nulle. Les valeurs obtenues lors de l'étude préliminaires sont significatives.

Ces résultats constituent en premier lieu une tendance des effets du Flutter, afin de nous orienter sur les résultats à escompter lors d'une étude avec une population plus vaste.

5.2. Calcul du nombre de sujet nécessaire (NSN)

Le calcul du nombre de sujets nécessaires a été réalisé afin d'essayer d'estimer le nombre d'inclusions nécessaires pour avoir une puissance statistique suffisante de nos mesures de DEP et de D25/75. Il a pu être calculé à partir des différences retrouvées (en pourcentage) entre les valeurs spirométriques d'avant et d'après la séance de Flutter. Ce calcul a été réalisé par la méthode détaillée ci-contre (figure 29). Nous obtenons pour le D25/75 un

Figure 29 : Calcul du NSN :

- ✓ Risque α de 1^o espèce de 5% et un $z_{\alpha/2} = 1.96$ (5% de risque d'erreur)
- ✓ Risque β de 10% (puissance 90%), et un $Z_{\text{puissance}} = 1.282$ (10% de risque sur une hypothèse alternative = résultats liés au hasard)
- ✓ Delta de 13.5 % entre avant/ après (différence escomptée) pour le D27/75.
- ✓ Delta de 16.5 % entre avant/ après (différence escomptée) pour le DEP.
- ✓ Variance S^2 définie par l'étude préliminaire sur 5 cas.
- ✓ Formulation bilatérale = **le flutter est efficace vs rien.**
- ✓ Calcul du NSN, selon le programme <http://www.spc.univ-lyon1.fr/mfcalc/> :
- ✓ Pour le D25/75 : $n \geq 109$ et pour le DEP : $n \geq 4$

NSN de : $n \geq 109$ et pour le DEP : $n \geq 4$. Les résultats de ce calcul sont intéressants puisqu'ils indiquent que nous aurions un échantillon suffisamment nombreux pour le DEP et vont dans le sens des résultats de notre test de Student. L'échantillon estimé suffisant pour le D25/75 est lui par contre beaucoup plus important. Le D25/75 est la mesure que nous considérons initialement comme le meilleur paramètre d'obstruction des bronches de petits et moyens calibres. Comme les deux mesures nous intéressent, nous retiendrons le chiffre d'au moins 109 inclusions. Nous ne prévoyons pas de « perdu de vue » car la mesure est unique et il y a une unité de temps et de lieu.

6. Discussion

Cette étude est une étude préliminaire, nous ne pouvons pas faire d'interprétation des résultats. Ces derniers nous apportent toutefois une tendance prise par l'étude et nous permettent d'avoir une estimation du nombre de sujet nécessaire pour espérer obtenir une puissance statistique significative.

6. 1. Critique de l'étude

6. 1. 1. Biais de méthodologie

Cette étude descriptive monocentrique est basée sur l'hypothèse de départ que le bronchospasme est sensible aux vibrations mécaniques (Youhua 2006) et notamment à la PEP oscillante du Flutter. Les sibilants sont l'indicateur numéro un du suivi du protocole, c'est un bon indicateur de l'obstruction bronchique, mais il ne permet pas de faire la part entre les différentes causes d'obstruction bronchique. On ne s'intéresse qu'à un seul des facteurs de l'obstruction bronchique : le bronchospasme.

Nous essayons de démontrer une action du Flutter sur un bronchospasme des voies aériennes de petit et de moyen calibre par l'intermédiaire d'un critère auscultatoire : les sibilants expiratoires à l'auscultation médiate. Le DBM qui précède le Flutter est là pour nous affranchir de l'encombrement. Bien que démontré comme efficace, on ne peut pas affirmer qu'il supprime la totalité des sécrétions responsables des sibilants. Par ailleurs, il existe d'autres facteurs d'obstruction bronchique (œdème bronchique, atteinte du parenchyme pulmonaire, tumeur, corps étranger...) qu'aucune thérapeutique actuelle n'est capable de résoudre de manière instantanée, on ne peut donc pas les supprimer pour

Figure 30 : Tableau des différents résultats possibles

<i>Différents cas de figures en fonction des résultats obtenus</i>	Disparition des sibilants après la séance de Flutter	Sibilants toujours présents après la séance de Flutter
Amélioration des débits à la spirométrie.	<ul style="list-style-type: none"> - Le Flutter a eu un réel impact sur le bronchospasme unique responsable du sifflement qui a disparu. Cette levée de bronchospasme est objectivable avec la mesure des débits expiratoires. - Le Flutter a continué l'action de désencombrement du DBM et a dégagé les dernières sécrétions responsable des sibilants avec un impact sur les débits expiratoires. - Un peu des deux actions 	<ul style="list-style-type: none"> - Le Flutter a eu un impact partiel sur le bronchospasme ce qui a amélioré la spirométrie mais il est encore présent et responsable du sifflement. - Le Flutter a eu un impact total sur le bronchospasme ce qui a permis d'améliorer les débits, toutefois, les sifflements qui persistent sont dus à des facteurs d'obstruction bronchique sur lesquels le flutter n'a pas d'action ou à de l'encombrement. - Le Flutter a participé en partie à la levée du bronchospasme ainsi qu'au désencombrement ce qui a permis d'améliorer les débits, il persiste toutefois un ou plusieurs facteurs d'obstruction bronchique quels qu'ils soient. - Le Flutter a continué uniquement l'action de désencombrement du DBM améliorant ainsi la spirométrie sans avoir d'action sur le bronchospasme, mais des sécrétions sifflantes et/ou le bronchospasme sont encore présents
Non amélioration des débits à la spirométrie	<ul style="list-style-type: none"> - Le Flutter a eu un réel impact sur le bronchospasme en supprimant le sifflement qu'il provoquait, mais ce levé de bronchospasme n'est pas objectivement mesurable avec les débits. - Le Flutter a continué l'action de désencombrement du DBM et a dégagé les dernières sécrétions restantes responsable des sibilants sans avoir d'impact sur les débits. - Un peu des deux actions précédentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le Flutter n'a aucune action sur le bronchospasme. - Bien qu'efficace, l'encombrement et/ou le spasme sont toujours présent et restent trop importants pour que l'amélioration du Flutter soit objectivable. - La cause majeure de l'obstruction et des sibilants fait partie des facteurs d'obstruction bronchique sur lesquels le flutter n'a pas d'action, il est normal de ne pas retrouver d'amélioration. Dans ce cas, le flutter peut avoir une réelle action ou non sur le bronchospasme, mais il est impossible de le savoir.

l'étude, le Flutter n'aura aucun effet sur eux, aucune amélioration de l'obstruction ne sera retrouvée que le Flutter soit efficace ou non sur le bronchospasme. Les résultats encourus dépendent de la cause de cette obstruction bronchique, les différents cas de figures envisageables ont été regroupés dans un tableau (Figure 30).

Il est important de comptabiliser et de conserver les résultats de ceux qui après DBM ne présentent plus de sibilants et voir leur pourcentage afin de mesurer la part de patients qui présentent des sibilants dus à un encombrement bronchique proximal, leurs résultats n'ont pas été conservés alors qu'ils auraient dû l'être.

Enfin, les données collectées sur les conséquences hémodynamiques du désencombrement ainsi que sur la corrélation entre l'amélioration de la dyspnée et de la spirométrie nécessitent une analyse des données qui devrait faire part d'une étude indépendante, et pas seulement d'une sous-question.

6. 1. 2. Biais de mesures et de matériels

Le premier biais de l'étude réside dans l'auscultation thoracique conventionnelle. Bien que celle-ci permette de déterminer avec suffisamment de précision la nature et le siège de l'obstruction bronchique afin que le kinésithérapeute puisse réaliser son choix interventionnel (Postiaux & al 2011), l'opérateur n'a une oreille assez fine pour détecter des variations de sibilances et l'auscultation est opérateur-dépendante. L'utilisation d'un stéthoscope électronique permettrait une comparaison stéthacoustique des bruits respiratoires (Andrès & al 2010).

L'oxymètre de pouls présente une certaine erreur de SpO₂ vis-à-vis de la PaO₂, mais celle-ci est reproductible sur chaque mesure, elle ne constitue donc pas un biais entre nos mesures.

Du côté de la spirométrie, on retrouve des difficultés lors de son apprentissage et de sa réalisation, certaines mesures obtenues sont effort-dépendantes. Son bon apprentissage et sa bonne réalisation sont fondamentaux pour espérer avoir des mesures représentatives de l'état de l'appareil respiratoire du patient.

La dyspnée présente un caractère largement subjectif et une grande complexité de ses déterminants. L'EVAD est l'une des échelles les plus utilisées et capables d'identifier avec précision la dyspnée du patient. Son biais provient de la terminologie utilisée pour définir

les extrémités : « essoufflement », « gêne respiratoire », « oppression thoracique », « sensation d'asphyxie », « dyspnée maximale », « à court d'haleine »... (Nosedà 2003) Le terme employé influence la compréhension et donc la réponse fournie à l'EVAD.

6. 1. 3. Biais de population

Lors de cette étude, nous avons décidé de prendre les patients du CKRF en prise en charge ambulatoire quelque soit leur pathologie ou leur traitement dès lors qu'ils présentaient des sibilants expiratoire à l'auscultation médiate. Cette population exclut ainsi les personnes atteintes d'obstruction bronchique (éventuellement d'ordre bronchospastique) mais n'ayant pas recours à de la kinésithérapie respiratoire, pourtant ces derniers pourraient présenter comme nous le cherchions une obstruction bronchique modérée : asthme léger, BPCO non diagnostiqué...

6. 1. 4. Limite de l'étude

La première limite de l'étude correspond au « oui ou non » des sibilants expiratoires, leur non graduation font d'eux un simple indicateur du suivi du protocole afin d'éliminer dans un premier temps les patients présentant une obstruction bronchique proximale et dans un second temps ceux qui ne sifflent plus grâce au Flutter. Nous n'avons pas de mesure du degré d'atténuation des sibilants, seul la spirométrie nous permet d'objectiver les progrès du patient.

La population intégrée dans cette étude préliminaire n'est qu'un petit échantillon de la population. Malheureusement avec seulement 5 patients qui ont réalisé le protocole entièrement, la force statistique de nos résultats est faible.

L'étude a été réalisée sur une période de quelques mois, il aurait été intéressant de réaliser l'étude sur l'ensemble d'une année afin d'avoir une population mise en contact par ses activités à une multitude éléments aériens irritants favorables à une hyperréactivité bronchique et un bronchospasme : aéropolluants domestiques, atmosphériques, professionnels, allergènes, eau chlorée, eau salé, air marin, air froid ; et voir ainsi si leur réponse au flutter est identique.

La population intégrée provient uniquement de l'Ouest Lyonnais, elle n'est pas représentative de la population globale.

Figure 31 : Tableau récapitulatif des études publiées sur le Flutter entre 1989 et 1996.

Etudes cliniques publiées — variables mesurées. Etudes cliniques publiées sur le Flutter VRP1. Années 1989-1996.

Auteurs/Année	Pathol.	CV	VEMS DEM	Pefr.	Dyspnée	Volume expectoration	Facilit. expectoration	paO2
Althaus/Leuenberger 1989	CF	SC	+	+	+	+	+	NM
Hüls/Lindemann 1991	CF	NM	NM	NM	NM	+	NM	NM
Cegla 1993	COPD	+	+	+	+			
Casaulta 1993	CF	+	+			NM	NM	NM
Konstan 1994	CF					+	+	
Girard 1994	A	+	+	+	+	NM	+	NM
Niu Shan Fu 1994	COPD	+	+					
Kraemer 1995	CF	+	+			NM	NM	NM
Byrne 1995	CF	SC	SC	SC		SC		SC
Lindemann 1995	CF	NM	NM	NM	NM	+	NM	NM
Ambrosino 1995	COPD	+	+	SC	+	SC	NM	SC
Chanon 1995	Bronchiectasies		+			+	+	
App 1996	CF	SC	SC			SC	+	
Dasgupta 1996	CF <i>in vitro</i>						+	
Youngchayud 1996	Bronchiectasies		+			+		
Weiner 1996	COPD		+		+			
Voshaar 1996	COPD	+	+	+	+			

BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive ; A : Asthme ; CF : Mucoviscidose ; NM : Non Mesuré ; SC : sans changement ; + : amélioration.

6.2 Comparaison avec les résultats existants dans la bibliographie

La gestion de l'encombrement bronchique du Flutter par mobilisation des sécrétions et facilitation de leur expectoration est largement reconnu quelque soit la pathologie (Tambascio & al 2011), elle permet d'améliorer la ventilation, l'oxygénation et favorise l'indépendance des patients atteints de pathologies chroniques en suppléant le DBM (De Oliveira Antunes & al 2001). Son action sur les débits ventilatoires l'est moins, les résultats diffèrent. La plupart des études s'intéressent à une pathologie en particulier ou aux effets du Flutter au long cours, cependant leurs résultats vont majoritairement dans le sens d'une amélioration assez fréquente de débits expirés (Figure 31) L'étude de Nesreen & al (2011) retrouve par exemple une amélioration du DEP.

Dans une population de patients BPCO présentant un asthme modéré, la tolérance à l'effort est améliorée après utilisation du Flutter (Titova & al 2005). Cette étude nous conforte dans l'idée d'une action du Flutter sur le bronchospasme facilitant les débits expiratoires.

Une étude qui date de 1990 (Beauvois & al, 1990) s'intéresse aux performances du Flutter à court terme sur des patients présentant un TVO. Ses résultats vont la même direction que les notre, le DEM 25/75 est même davantage amélioré, plus de la moitié des patients l'améliorent de 23%. Elle ne se souci pas de la cause d'obstruction bronchique, en ne réalisant pas de DBM préalable, d'où peut provenir la différence de nos résultats.

6. 3. Amélioration possible du protocole

On sait qu'il existe déjà un moyen résolutif au bronchospasme : les bronchodilatateurs. Ils présentent une efficacité certaine, ils améliorent la qualité de vie en diminuant la dyspnée et la fréquence des exacerbations des malades atteints de BPCO. Cependant chez le BPCO, la réversibilité aux bronchodilatateurs de l'obstruction bronchique est généralement moins importante que chez un sujet asthmatique. (Jaffuel 2000) De plus, les bronchodilatateurs présentent comme toute substance médicamenteuse des effets secondaires : tremblement des extrémités, tachycardie, céphalées, hypersensibilité pour les β_2 agonistes et sécheresse buccale, constipation, glaucome, rétention aigue d'urine pour les anticholinergiques (Bourdin 2012). Les recommandations prônent un usage raisonné de ces bronchodilatateurs dans l'asthme comme dans la BPCO. Nous pourrions ainsi modifier le schéma d'étude, avec pour critère d'inclusion : patient sifflant à l'auscultation médiate et ayant eu une spirométrie chez le pneumologue avant et après β_2 , afin d'avoir un objectif

Figure 32 : Deep breeze

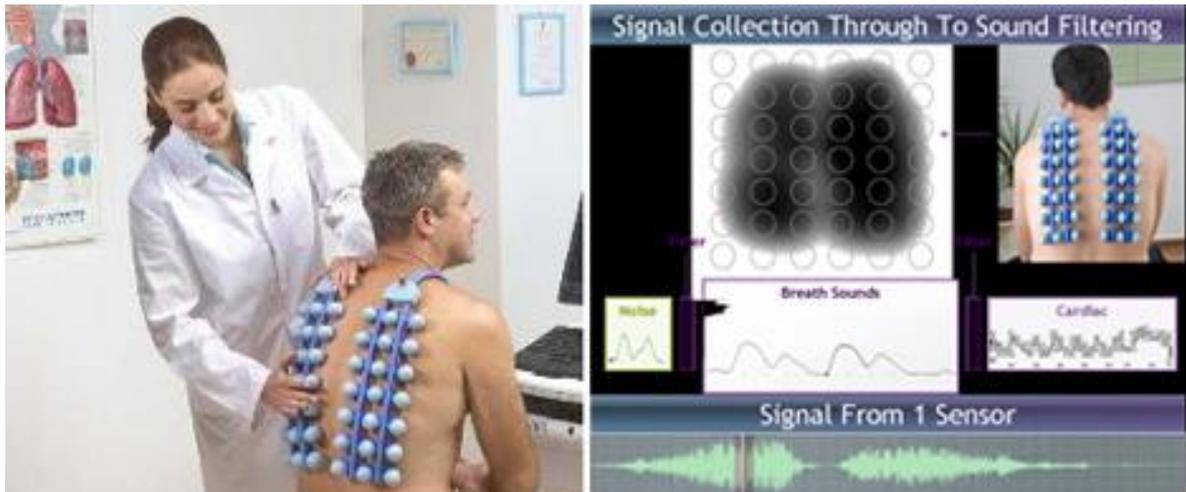
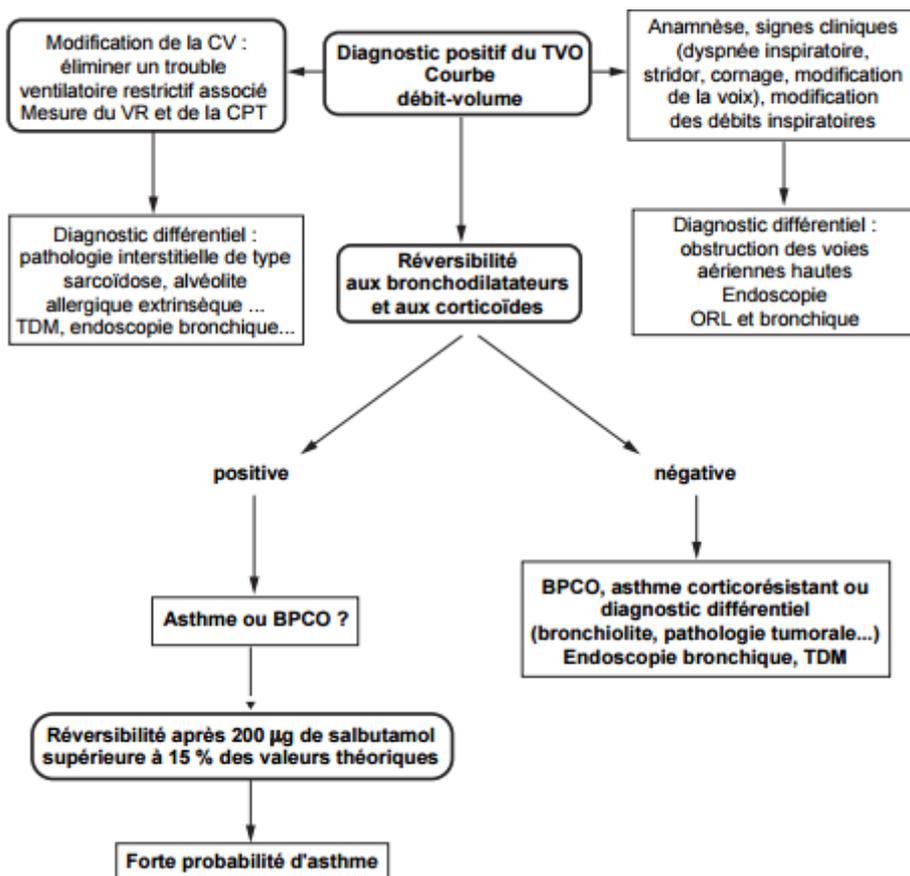


Figure 33 : Graphique décisionnel du diagnostic du TVO



pour l'utilisation du flutter. L'analyse se ferait sur la variation moyenne de VEMS, DEP, D25-75 après β_2 comparée à variation moyenne de VEMS, DEP, D25-75 après flutter : Si son action à des effets inférieurs aux β_2 , il ne présente que très peu intérêt. Si son action est supérieure ou égale, le Flutter présente un réel intérêt sur la levée de bronchospasme et n'a pas la toxicité des β_2 . Tout en ayant en conscience que dans la BPCO (la majorité de nos patients), le bronchospasme n'est que partiellement répondeur aux β_2 (le critère de réversibilité est fixé à une amélioration du VEMS de plus de 200ml en valeur absolue et plus de 12% en valeur relative). (Weitzenblum 2006)

L'utilisation d'un stéthoscope électronique permettrait de corriger le caractère personnel et peu partageable de l'auscultation thoracique classique. De plus, cela affinerait la stéthacoustique et nous pourrions avoir une graduation des bruits respiratoires, une mesure objective de la modification apportée aux sibilants. Parallèlement, un deep breeze (Figure 32) pourrait être utilisé afin d'objectiver la répercussion du Flutter avec une vision de la ventilation des différents territoires pulmonaires.

Il serait intéressant de rajouter un critère d'inclusion visant à éliminer les diagnostics différentiels de l'étude : les facteurs d'obstruction sur lesquels ni le Flutter, ni les bronchodilatateurs n'ont d'action : obstruction des voies aériennes hautes, présence d'un corps étranger, tumeur extra ou intra bronchique, atteinte du parenchyme pulmonaire, aberration anatomique (le diagnostic de ces facteurs nécessite cependant la réalisation d'examens complémentaires : fibroscopie, radiographie, IRM). (Figure 33)

6. 4 Synthèse et perspectives

La comparaison des effets du Flutter à ceux des bronchodilatateurs, la suppression des biais de méthodologie, de matériels et l'inclusion d'un plus grand nombre de patient permettrait d'affirmer ou d'infirmer les tendances des résultats obtenus lors de cette étude et de voir si l'utilisation du Flutter peut suppléer l'utilisation de bronchodilatateurs dans la gestion l'obstruction bronchique en aigu en agissant notamment sur le bronchospasme afin d'obtenir un moyen thérapeutique non médicamenteux, ne présentant pas d'effet secondaire iatrogène.

Il est important de trouver différents moyens de traitement pour chaque pathologie afin d'avoir une solution en fonction de la tolérance de chacun. Le masseur-kinésithérapeute doit chercher à élargir son panel de techniques qu'elles soient manuelles, instrumentales ou médicamenteuse afin d'être capable de proposer un traitement par choix en connaissance de l'efficacité spécifique, du coût et des effets secondaires de chacun. De plus, la réalisation d'un diagnostic clinique et la mise en place d'un projet thérapeutique restent indispensables pour articuler ces moyens de traitement.

7. Conclusion

Actuellement, le flutter fait partie intégrante des séances de désencombrement bronchique. D'autres appareils réalisant également une PEP oscillante existent (acapella, shaker), leur performance serait similaire (Pereira dos Santos & al 2013).

L'auscultation thoracique existe depuis très longtemps avec notamment une première nomenclature en 1819 (Laennec), mais elle est constamment actualisée avec de nouvelles approches cliniques, méthodologiques et surtout technologiques. Ces améliorations permettent d'objectiver davantage de paramètres cliniques afin de mieux connaître l'efficacité réelle de chacune de nos techniques. Le soin et la guérison dans l'immédiat sont aujourd'hui de plus en plus recherchés, il semble nécessaire de trouver de nouveaux outils plus performants mais également d'optimiser l'utilisation de ceux que nous avons déjà et de connaître leur action. L'amélioration des techniques d'évaluation nous permet d'orienter notre prise en charge d'améliorer sa qualité.

La kinésithérapie possède une multitude de technique à l'hygiène des voies aériennes et au désencombrement bronchiques, il semble important de définir le grade d'efficacité et le lieu d'action de chacune d'entre elles afin d'apporter une réponse spécifique à chaque patient pour qui le diagnostic se fait de plus en plus précisément.

Cette étude descriptive monocentrique n'est qu'une étude préliminaire. Elle est intéressante car elle se base seulement sur un critère clinique (les sibilants à l'auscultation médiate) et cherche à faire le lien entre l'étude in vitro de Youhua Du (2006) réalisé à l'université d'Auckland sur la réponse du muscle lisse bronchique aux vibrations et des patients qui présentent une obstruction d'ordre bronchospastique. Les résultats obtenus lors de cette étude préliminaire nous informent plutôt d'une tendance des effets immédiats du flutter que d'une efficacité démontrée chez des patients présentant une obstruction

bronchique dont la composante liée à l'encombrement a été diminuée. L'objectif de cette étude était d'évaluer la capacité du Flutter à lever une obstruction bronchique d'ordre bronchospastique dans l'idée de conférer au patient de l'autonomie. Nous notons une légère amélioration du DEM25/75 qui n'est toutefois pas statistiquement significative et une augmentation du DEP qui semble statistiquement significative.

Il ne faut toutefois pas oublier que la prise en charge kinésithérapique d'un patient atteint d'une pathologie respiratoire chronique est une prise en charge globale du patient qui allie moyens instrumentaux et manuel. Il est intéressant de connaître l'efficacité, les contraintes et les effets indésirables afin de mettre en place ceux qui auront le plus d'impact et une meilleure observance.

Pour finir, le travail de recherche clinique m'a paru intéressant car la formation en masso-kinésithérapie s'oriente vers une universitarisation avec un accès facilité à la recherche. Il m'a aidé à développer mon esprit critique lors de la comparaison des différentes études réalisées sur le Flutter. L'élaboration d'une méthodologie de recherche demande une argumentation rigoureuse de tout ce qui est utilisé, cette démarche m'a permis d'améliorer ma pratique en cherchant le bien fondé de chacun de mes gestes.

En conclusion, les masseurs-kinésithérapeutes ont une place centrale dans la prise en charge des pathologies respiratoires chroniques notamment dans l'éducation thérapeutique qui vise à conférer un maximum d'autonomie aux patients pour une amélioration de leur qualité de vie. Le Flutter est un appareil de moindre coût qui possède une efficacité sans demander la présence d'un professionnel de santé. La validation de son efficacité faciliterait le système de soin. Le patient doit cependant être très impliqué dans la prise en charge de sa maladie puisqu'il est l'acteur majeur pour l'observance de son traitement à domicile. La comparaison de son efficacité à celle des bronchodilatateurs semble nécessaire à sa validation lors d'une étude à plus grande échelle.

Sommaire des annexes :

Annexe 1 : Articles du décret de compétences des masseurs-kinésithérapeutes

Annexe 2 : Rappels anatomo-physiologiques sur l'appareil respiratoire

Annexe 3 : Article descriptif du Flutter par son laboratoire Aphtalis : *FLUTTER Mucus clearance device* (site aptalispharma)

Annexe 4 : Flutter en 13 points

Annexe 5 : Glossaire

Annexe 6 : Sitographie

Annexe 7 : Attestation de production d'autorisations écrites du patient et de son médecin en vue de la rédaction du travail écrit

Annexe 8 : Références bibliographiques

Annexe 9 : Analyse de la bibliographie

Annexe 1 : Articles du décret de compétences des masseurs-kinésithérapeutes

Article R4321-1 SP

La masso-kinésithérapie consiste en des actes réalisés de façon manuelle ou instrumentale, notamment à des fins de rééducation, qui ont pour but de prévenir l'altération des capacités fonctionnelles, de concourir à leur maintien et, lorsqu'elles sont altérées, de les rétablir ou d'y suppléer. Ils sont adaptés à l'évolution des sciences et des techniques.

Article R4321-5 SP

Sur prescription médicale, le masseur-kinésithérapeute est habilité à participer aux traitements de rééducation suivants :

- 1) Rééducation concernant un système ou un appareil :
 - a) rééducation orthopédique ;
 - b) rééducation neurologique ;
 - c) rééducation des affections traumatiques ou non de l'appareil locomoteur ;
 - d) rééducation respiratoire ;**
 - e) rééducation cardio-vasculaire, sous réserve des dispositions de l'article 8 ;
 - f) rééducation des troubles trophiques vasculaires et lymphatiques ;
- 2) Rééducation concernant des séquelles :
 - a) rééducation de l'amputé, appareillé ou non ;
 - b) rééducation abdominale, y compris du post-partum à compter de l'examen postnatal ;
 - c) rééducation périnéo-sphinctérienne dans les domaines urologique, gynécologique et proctologique, y compris du post-partum à compter du quatre-vingt-dixième jour après l'accouchement ;
 - d) rééducation des brûlés ;
 - e) rééducation cutanée ;

3) Rééducation d'une fonction particulière :

a) rééducation de la mobilité faciale et de la mastication ;

b) rééducation de la déglutition ;

c) rééducation des troubles de l'équilibre.

Article R4321-8 SP

Sur prescription médicale, et à condition qu'un médecin puisse intervenir à tout moment, le masseur-kinésithérapeute est habilité :

1) A pratiquer des élongations vertébrales par tractions mécaniques (mise en oeuvre manuelle ou électrique) ;

2) A participer à la rééducation cardio-vasculaire de sujets atteints d'infarctus du myocarde récent et à procéder à l'enregistrement d'électrocardiogrammes au cours des séances de rééducation cardiovasculaire, l'interprétation en étant réservée au médecin ;

3) A participer à la rééducation respiratoire.

Article R4321-9 SP

Dans le cadre des traitements prescrits par le médecin et au cours de la rééducation entreprise, le masseur-kinésithérapeute est habilité :

1) **A prendre la pression artérielle et les pulsations ;**

2) Au cours d'une rééducation respiratoire :

a) à pratiquer les aspirations rhinopharyngées et les aspirations trachéales chez un malade trachéotomisé ou intubé ;

b) à administrer en aérosols, préalablement à **l'application de techniques de désencombrement** ou en accompagnement de celle-ci, des produits non médicamenteux ou des produits médicamenteux prescrits par le médecin ;

c) à mettre en place une ventilation par masque ;

d) à mesurer le débit respiratoire maximum ;

- 3) A prévenir les escarres ;
- 4) A assurer la prévention non médicamenteuse des thromboses veineuses ;
- 5) A contribuer à la lutte contre la douleur et à participer aux soins palliatifs.

Article R4321-13 SP

Selon les secteurs d'activité où il exerce et les besoins rencontrés, le masseur-kinésithérapeute participe à différentes actions d'éducation, de prévention, de dépistage, de formation et d'encadrement.

Ces actions concernent en particulier :

- 1) La formation initiale et continue des masseurs-kinésithérapeutes ;
- 2) La contribution à la formation d'autres professionnels ;
- 3) La collaboration, en particulier avec les autres membres des professions sanitaires et sociales, permettant de réaliser des interventions coordonnées, notamment en matière de prévention ;
- 4) **Le développement de la recherche en rapport avec la masso-kinésithérapie ;**
- 5) La pratique de la gymnastique hygiénique, d'entretien ou préventive.

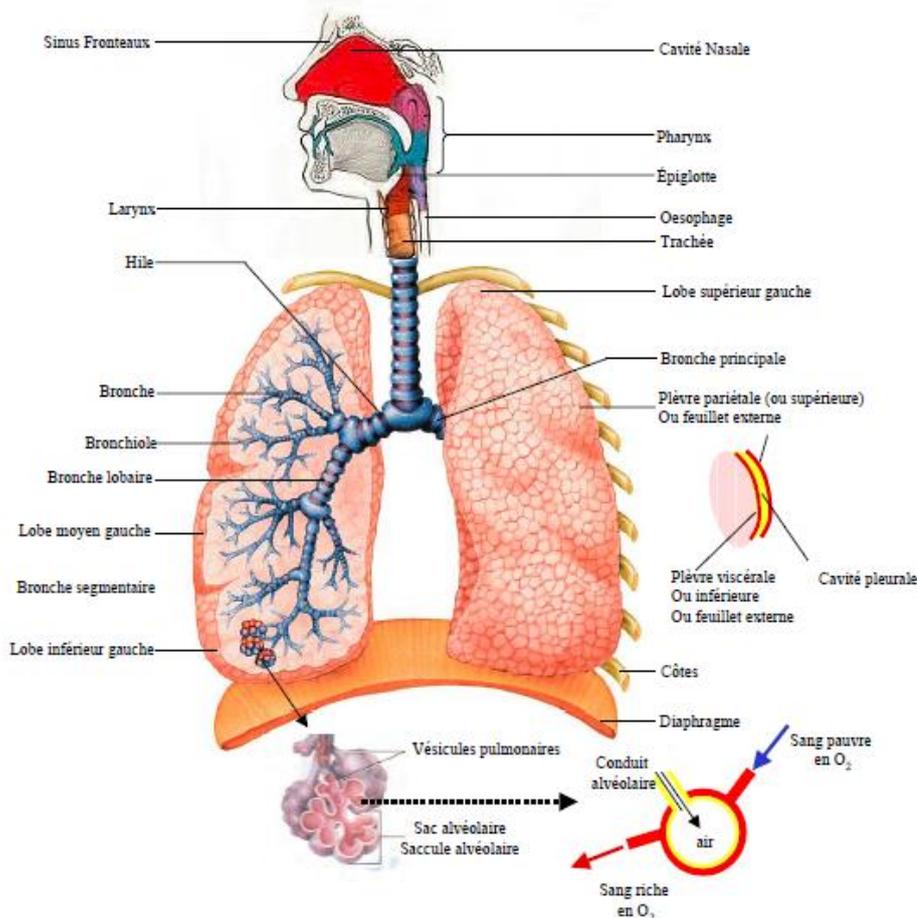
Annexe 2 : Rappels anatomo-physiologiques sur l'appareil respiratoire

http://brassart.iut-amiens.fr/perso/fichier/N4_anatomie_juin_2006.pdf

C'est grâce à lui que l'homme peut vivre en apportant aux cellules l'oxygène indispensable et en éliminant le dioxyde de carbone par l'intermédiaire du transporteur qu'est le sang. La ventilation comprend deux phases :

- L'inspiration (remplissage des poumons avec de l'air ambiant oxygéné),
- L'expiration (vidage des poumons de l'air vicié appauvri en oxygène). C'est le muscle du diaphragme qui permet à l'air d'entrer et de sortir des poumons

Anatomie : L'appareil respiratoire contient deux parties comprenant : les voies aériennes supérieures et les voies aériennes inférieures



Les voies aériennes supérieures

Sur terre, à l'inspiration l'air entre par les narines dans les fosses nasales. Deux rôles primordiaux leur sont assignés :

- Réchauffement de l'air avec l'aide des sinus,
- Filtrage des poussières en suspension dans l'air et d'une partie des microbes grâce aux poils qui tapissent cette muqueuse. L'air est ensuite dirigé vers les poumons à travers le pharynx (ou arrière-gorge), le larynx et la trachée artère.

Les voies aériennes inférieures

C'est elles qui assurent les échanges d'oxygène (inspiration) et de dioxyde de carbone (expiration) entre l'air et le sang par osmose ou différence de pression partielle. Elles débutent dans la partie inférieure de la trachée et se terminent par les poumons. La trachée se subdivise en deux parties (diamètre 1,2 cm) et entre dans chaque poumon par le hile. Ensuite il y a subdivision en bronche de plus en plus petite (bronches lobaires, segmentaires, etc.) pour finir en bronchioles, lobule puis les sacs alvéolaires où s'effectueront les échanges gazeux. Un lobule contient environ 300 à 400 millions de sacs alvéolaires et chaque cavité sphérique a un diamètre de 0,1 à 0,3 mm. La surface totale de contact dans les alvéoles est d'environ 100 à 150 m². Les deux tiers des alvéoles sont fonctionnelles et l'épaisseur de la paroi alvéocapillaire est inférieure à 1 micron. Les alvéoles sont tapissées par une mince pellicule lubrifiante (le surfactant) qui évite que les poumons se collent avec fermeture de l'alvéole et permet d'amortir les extensions et rétractions des alvéoles. Certaines alvéoles peuvent être obstruées pour diverses raisons : pathologique (asthme) ou anatomique (alvéoles à clapets). Cela fait courir un risque certain au plongeur en scaphandre. D'un point de vue tissus les poumons sont des masses spongieuses, rosées, élastiques, entourées d'un double feuillet protecteur, la plèvre : un feuillet pariétal adhérent à la paroi thoracique et un feuillet viscéral qui adhère aux poumons. Entre ces feuillets, c'est la cavité pleurale. Le poumon droit est formé de 3 lobes, et le gauche seulement de 2 laissant ainsi la place au cœur. Le poids de chaque poumon est d'environ 700 g pour le droit et 600 g pour le gauche.

La mécanique ventilatoire

Lors de l'inspiration le diaphragme s'abaisse et les muscles des côtes se contractent, ce qui a pour effet d'augmenter le volume de la cage thoracique et ainsi diminuer la pression dans les poumons. Cela crée une dépression et entraine l'air dans les poumons. C'est une phase active. Lors de l'expiration les muscles se relâchent (ceux des côtes et du diaphragme) qui baisseront la cage thoracique, ce qui aura pour effet d'augmenter la pression dans les

poumons. L'air sera donc chassé vers l'extérieur. Cette phase est passive. Cette dernière phase peut devenir active s'il y a contraction des abdominaux. C'est ce qui va se passer

Les volumes pulmonaires Ces volumes peuvent être mesurés grâce à un spiromètre.

Capacités :

- Volume de réserve inspiratoire (VRI) : 1,5 à 2,5 litres.
- Volume courant (VC): 0,5 litre.
- Volume de réserve expiratoire (VRE) : 1,5 litres.
- Volume résiduel (VR) : 1 à 1,5 litres.
- Capacité totale (CT): 5 à 6 litres.

Physiologie

- Inspiration

Dès que le taux de CO₂ devient conséquent, il y a excitation du bulbe rachidien par les chémorécepteurs artériels. Le bulbe commande alors au nerf moteur - le nerf phrénique -, l'abaissement du diaphragme, les côtes se soulèvent, créant alors une dépression intrapulmonaire, les poumons se remplissent, c'est l'inspiration. Des muscles vont évidemment intervenir dans cette phase inspiratoire. Ce sont, pour une inspiration normale : le diaphragme et les scalènes (muscles latéraux du cou) et en plus pour une inspiration forcée : les intercostaux externes, les pectoraux, le trapèze et les sterno-cléido mastoïdiens (muscles du cou).

- Expiration

L'expiration est un phénomène passif excepté pour l'expiration forcée où les abdominaux et les intercostaux internes jouent un rôle actif.

- Régulation

En plus du bulbe rachidien, un autre centre joue un rôle important dans la régulation automatique de la respiration, c'est le sinus carotidien qui est sensible aux variations des PP O₂ et PP CO₂ du sang, et de la position de la tête.

Annexe 3 : Article descriptif du Flutter par son laboratoire Aptalis :
FLUTTER Mucus clearance device (site aptalispharma)

FLUTTER® Mucus Clearance Device

Instructions for Use

PRODUCT DESCRIPTION

The FLUTTER® mucus clearance device is shaped like a pipe with a hardened plastic mouthpiece at one end, a plastic protective, perforated cover at the other end, and a high-density stainless steel ball resting in a plastic circular cone on the inside.

INDICATIONS

The FLUTTER® provides positive expiratory pressure (PEP) therapy for patients with mucus producing respiratory conditions, including: Atelectasis, Bronchitis, Bronchiectasis, Cystic Fibrosis, Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), Asthma or other conditions producing retained secretions.

CONTRAINDICATIONS

The FLUTTER® is contraindicated for patients known to have pneumothorax or overt right-sided heart failure.

PRINCIPLES OF OPERATION

The principle of the FLUTTER® as a mucus clearance device is based on its ability to: (1) vibrate the airways (which loosens mucus from the airway walls); (2) intermittently increase endobronchial pressure (which helps maintain the patency of the airways during exhalation so that mucus does not become trapped as it moves up the airways); and (3) accelerate expiratory airflow (which facilitates the upward movement of mucus through the airways so that it can be more easily cleared).

The FLUTTER® effect occurs during the expiratory phase of respiration. Before exhalation, the steel ball blocks the conical canal of the FLUTTER®. During exhalation, the actual position of the steel ball is the result of an equilibrium between the pressure of the exhaled air, the force of gravity on the ball, and the angle of the cone where the contact with the ball occurs. As the steel ball rolls and bounces up and down, it creates an opening and closing cycle which repeats itself many times throughout each exhalation (Figure 3). The net result is that oscillations in expiratory pressure and airflow are produced. When the oscillation frequency approximates the resonance frequency of the pulmonary system, endobronchial pressure oscillations are amplified and result in vibrations of the airways. The vibrations produced by these oscillations cause the "fluttering" sensation from which the FLUTTER® derived its name. These vibrations loosen mucus from the

airway walls. The intermittent increases in endobronchial pressure decrease the collapsibility of the airways during exhalation, increasing the likelihood of clearing mucus from the tracheobronchial tract. The airflow accelerations increase the velocity of the air being exhaled, facilitating the movement of mucus up the airways (Figure 4).

The FLUTTER® produces a range of oscillation frequencies between 6 and 20 Hz, which corresponds to the range of the pulmonary resonance frequencies in humans. Attaining oscillation frequencies in this range is fundamental to the efficacy of the FLUTTER®. The individual pulmonary resonance frequency of each patient is dependent on many factors, including lung volume, lung elasticity, and degree of airway obstruction. The frequency of oscillation that produces the best transmission of vibrations in a given patient corresponds to the pulmonary resonance frequency for that patient. When the resonance frequency of the pulmonary system is achieved, the pressure variations are amplified, maximizing the vibrations of the airway wall. These vibrations, coupled with increases in expiratory pressure and airflow, facilitate the clearance of mucus.

The oscillation frequency produced by the FLUTTER® when its stem is in the horizontal position is approximately 15 Hz. This frequency can be modulated by changing the inclination of the FLUTTER® slightly up (higher frequency) or down (lower frequency) from its original horizontal position. Adjusting the FLUTTER® to the resonance frequency is easily accomplished by the patient who selects the angle tilt that results in the best transmission of vibrations to his/her airways.

CLINICAL STUDY RESULTS

Cystic Fibrosis, Bronchitis and Bronchiectasis are characterized by abnormally thick mucus. Inhaled bacteria can become imbedded in these secretions, resulting in inflammation which leads to destructive disease of the lungs. The efficacy of the FLUTTER® in facilitating mucus clearance in Cystic Fibrosis has been reported. The average amount of sputum expectorated with the FLUTTER® was over four times the amount expectorated after conventional postural drainage with percussion and vibration.

Every patient expectorated more mucus with the FLUTTER® than with conventional postural drainage.¹

DIRECTIONS FOR USE

The patient should be seated with back straight and head slightly tilted upward so the upper airway is wide open (Figure 5). This will allow exhaled air to flow smoothly from the lungs and out through the FLUTTER®. As an alternative, the patient may be seated with elbows resting on a table at a comfortable level and head position as described above.

The angle at which the patient holds the FLUTTER® is critical. Initially, the FLUTTER® should be held so that the stem is horizontal to the floor, which places the cone at a slight tilt. The tilt insures that the ball not only bounces but also rolls during exhalation. This combined rolling and bouncing of the steel ball produces the vibrations that dislodge mucus from the airways. The FLUTTER® then needs to be adjusted to the patient's pulmonary resonance frequency, which is done by moving the FLUTTER® slightly up or down to achieve the maximum "fluttering" effect (Figure 7). This resonance is evidenced by the vibrations within the chest that can be felt by the patients. The healthcare professional can help determine if the patient has achieved the "fluttering" effect by placing one hand on the patient's back and the other hand on the patient's chest. The vibrations in the lungs can be felt as the patient exhales.

After the patient has established a comfortable position and selected the proper tilt to maximize "fluttering," therapy may begin.

Beginning with Stage 1 - Mucus Loosening and Mucus Mobilization. Instruct the patient to slowly inhale to approximately 3/4 of a full breath. Place the FLUTTER® in the mouth with lips closed firmly around the stem. Position the FLUTTER® at the proper angle and perform a 2 to 3 second breath-hold. This allows the inhaled air to be evenly distributed throughout the lungs.

Now the patient should exhale through the FLUTTER® at a reasonably fast but not too forceful speed. During the exhalation, keep the cheeks stiff, so the vibrations produced by the FLUTTER® are not wasted in the cheeks. Have the patient concentrate on feeling the airways vibrate and continue to exhale through the FLUTTER® to a level slightly further than one would exhale during normal breathing without the FLUTTER®. At this point the urge to cough should be suppressed. Have the patient repeat this breathing technique for another 5 to 10 breaths to loosen and mobilize as much mucus as possible. The mucus moves farther up the airways with each FLUTTER® exhalation. *Emphasize to the patient the importance of inhaling slowly, holding the breath 2 to 3 seconds, and suppressing the urge to cough.*

Now the patient is ready to begin Stage 2 - Mucus Elimination. Have the patient perform 1 or 2 additional breaths through the FLUTTER®. This time, breathe in slowly and as fully as comfortably possible. Really fill the lungs with air. Again perform a 2 to 3 second breath-hold.

Now, have the patient exhale forcefully through the FLUTTER® as completely and as comfortably as possible. This forceful exhalation moves mucus up to a level in the lungs that triggers a cough. However, if the mucus is not easily coughed out following 1 or 2

elimination breaths, the patient should attempt a "huff" maneuver (like trying to "huff" a bread crumb out of the throat).

The standard series of 5 to 10 mucus-loosening breaths with cough suppression followed by 1 or 2 mucus elimination breaths with cough should result in successful airway clearance. If your patient is new to FLUTTER® therapy or has particularly thick mucus, it may take multiple repetitions of Stage 1, Mucus Loosening and Mucus Mobilization, before performing Stage 2, Mucus Elimination. Several trials may be necessary to determine the appropriate number of breaths needed in each stage for individual patients.

FREQUENCY AND DURATION OF USE

FLUTTER® therapy is complete when no further mucus can be expectorated following several diligent sequences. Frequency of use and duration of each session should be determined by the healthcare professional. FLUTTER® therapy is a more "goal-based" than "time-based" therapy, and experience has shown that successful clearing of the airways for most patients will occur in approximately 5 to 15 minutes. Generally, morning and late afternoon or evening sessions are recommended. Patients can avoid becoming overly tired by adding a session instead of extending any one session to a point of discomfort. Remember, the goal of airway clearance therapy is to comfortably and efficiently remove as much mucus as possible. The FLUTTER® will assist your patients in achieving this goal.

CLEANING THE FLUTTER®

The FLUTTER® is recommended for single patient use only. Instruct patients to clean the FLUTTER® after each session to remove moisture and/or mucus (Figure 8). Disassemble and rinse all components with tap water; wipe with a clean towel, reassemble, and store in a clean, dry location. Every two days, patients should disassemble and clean their FLUTTER® in a solution of mild soap or detergent. Chlorine bleach or other chlorine-containing products (e.g., dishwashing detergent) should not be used. Rinse, dry, reassemble, and store.

NOTE TO PHYSICIANS AND HEALTHCARE PROFESSIONALS

The FLUTTER® provides positive expiratory pressure (PEP) therapy for patients who have Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) such as Asthma, Bronchitis, Cystic Fibrosis, Atelectasis, or other conditions producing retained secretions. PEP therapy, combined with forced expiratory technique (FET), or "huff" coughing, may be used for airway clearance, bronchial hygiene, or as an alternative to conventional chest physiotherapy (CPT) and pursed lip breathing. PEP therapy will help prevent accumulation of secretions; improve mobilization of secretions; promote effective breathing patterns and

improve gas exchange and distribution of ventilation; improve central and peripheral airway function; prevent or reverse Atelectasis; and improve bronchodilation when used in combination with respiratory drug delivery via nebulizer or MDI spacer devices.

PRECAUTIONS

Federal law restricts this device to sale by or on the order of a physician. The patient should be instructed in FLUTTER® use by a licensed practitioner. The steel ball within the FLUTTER®, if separated from the FLUTTER®, could pose a choking hazard. The FLUTTER® must be handled carefully; it may break if dropped on a hard surface.

Reference:

1. Konstan MW, Stern RC, Doershuk CF. Efficacy of the FLUTTER® device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis.

J Pediatrics May 1994; 124:689-693.

Manufactured for: Aptalis Pharma US, Inc.

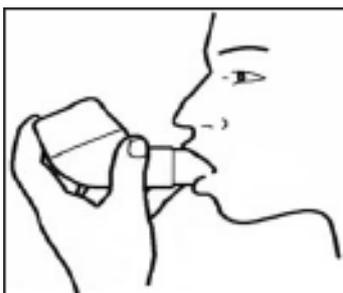
100 Somerset Corporate Boulevard Bridgewater, NJ 08807 USA

www.aptalispharma.com

FLUTTER® is a registered trademark of VarioRaw Percutive S.à.r.l., a subsidiary company of Aptalis Pharma US, Inc. Aptalis Pharma™ and the Aptalis

Pharma™ logo are trademarks of Aptalis Pharma Inc., an affiliated company of Aptalis Pharma US, Inc. ©2013 Aptalis Pharma US, Inc.

Annexe 4 : Flutter en 13 points



1 Qu'est-ce que le Flutter ?

- Le Flutter est un petit appareil individuel d'aide à la kinésithérapie respiratoire.
- Le Flutter est un appareil d'exercice nécessitant une participation active du patient.

2 Comment marche le Flutter ?

Dépourvu de système électronique, de pile ou de moteur, il ne risque donc jamais de tomber en panne. Il utilise comme énergie votre propre souffle.

Lors de la phase d'expiration (selon la méthode d'augmentation lente du flux expiratoire, utilisée en kinésithérapie respiratoire), la bille en acier très dense contenue dans le cône du Flutter est mise en mouvement, et ses oscillations répétées provoquent des vibrations.

Ces vibrations, répercutées jusque dans les bronches, vont favoriser le décollement du mucus et sa mobilisation au niveau des gros troncs bronchiques où il pourra être évacué par la toux.

3 A qui s'adresse le Flutter ?

A tous les patients souffrant de maladies respiratoires chroniques sécrétantes, et pour qui la kinésithérapie respiratoire est prescrite.

C'est votre médecin traitant qui vous conseillera en fonction de votre état de santé.

4 Y a-t-il des contre indications à l'utilisation du Flutter ?

En cas de pneumothorax, d'emphysème, etc..., vous devez impérativement demander l'avis de votre médecin traitant ou pneumologue.

Le Flutter peut être utilisé par des patients faible ou « fatigués » (personnes âgées par exemple) car la pression opposée reste inférieure à 20 cm d'eau.

5 A partir de quel âge peut-on utiliser le Flutter ?

Chez un enfant déjà habitué à la pratique régulière de la kinésithérapie respiratoire (mucoviscidose), le Flutter peut être utilisé à partir de 3 à 4 ans environ, lorsque la participation active de celui-ci peut être obtenue et l'utilisation bien comprise.

6 Comment apprendre à s'en servir ?

Votre kinésithérapeute est celui qui sera le mieux à même de vous enseigner l'usage du Flutter. Son apprentissage est indispensable, pour apprendre à travailler avec le Flutter dans les meilleures conditions.

Il vous montrera comment trouver l'angle d'inclinaison de l'appareil, pour obtenir les résultats les plus efficaces (le bruit ta-ta-ta et les vibrations sont le signe d'une bonne utilisation), en mettant en résonance votre propre fréquence pulmonaire avec celle du Flutter. Il définira avec vous le nombre et la durée de séances de votre kinésithérapie habituelle.



7 Combien de temps une séance de Flutter doit-elle durer ?

En moyenne, le Flutter sera utilisé 5 à 10 mn 2 à 3 fois par jour. (5 à 10 expirations dans le Flutter puis repos et recommencer).

En cas de mucus très épais, la séance peut être prolongée, sur avis du kinésithérapeute (se référer aux conseils d'utilisation fournis avec le Flutter).

8 Est-ce-que le Flutter fait tousser tout de suite ?

Pas nécessairement.

Il peut arriver que la toux productive ne survienne que 20 à 30 mn après la séance de Flutter. Vous devez en tenir compte en cas d'utilisation avant le coucher.

9 Le Flutter remplace-t-il la kinésithérapie ?

Absolument pas.

Le Flutter est un appareil de travail qui **doit s'inscrire dans une séance de Kinésithérapie**, comme un appareil de gymnastique peut s'intégrer dans une séance de culture physique.

Le flutter permet de prolonger de manière autonome les bienfaits de la kinésithérapie tout au long de la journée.

10 Quand doit-on utiliser le Flutter par rapport aux aérosols de mucolytiques ?

En complément de la kinésithérapie en général

- Soit avant, pour favoriser la vacuité des grosses bronches rendant plus efficace l'aérosol.
- Soit après, afin de mieux évacuer le mucus fluidifié. Le moment « post-aérosol » précis de la séance doit être fixé par le pneumologue ou le kinésithérapeute, en fonction de chaque patient.

11 Comment nettoyer le Flutter ?

Le Flutter étant un appareil à usage individuel, il doit être lavé comme n'importe quel ustensile de vaisselle (lave-vaisselle ou main), en prenant soin d'enlever la bille.

Évitez toutefois le contact direct avec l'eau de javel ou l'alcool.

12 Le Flutter est-il fragile ?

Fabriqué avec un matériau robuste et de grande qualité, le Flutter est conçu pour durer des années.

Évitez cependant de la faire tomber sur une surface dure (carrelage), car ébréché ou fissuré, il perdrait toutes ses propriétés.

13 En cas de perte de la bille, peut-on le remplacer par une autre de même taille trouvée dans le commerce ?

Non, car le poids et la densité de la bille du Flutter sont calculés spécialement pour provoquer les vibrations.

Une bille d'un autre type modifierait totalement les propriétés mécaniques du Flutter.

Lors du démontage pour nettoyage, veillez à ne pas égarer la bille originale, car nous ne pourrions en assurer le remplacement et le Flutter deviendrait inutilisable.

Annexe 5 : Glossaire

A FE : Augmentation du Flux Expiratoire

ANDEM : Agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale

ARS : Agence Régionale de Santé

BPCO: Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

CF : Cystic Fibrosis

CKRF : Centre de kinésithérapie respiratoire et fonctionnelle

CépiDc : Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès

CO₂ : dioxyde de carbone

COPD : Chronic Obstructive Pulmonary Disease

CPT : Capacité Pulmonaire Totale

CPT* : Chest Physical Therapy (*si l'article est en anglais)

CRF : Capacité résiduelle fonctionnelle

CV: Capacité Vitale

CVF : Capacité vitale forcée

CVL : Capacité vitale lente

DA : Drainage Autogène

DBM : Drainage Bronchique Manuel

DEM 25 : Débit expiratoire maximal à 25% de la CVF

DEM 25/75 : Débit expiratoire maximal entre 25 et 75% de la CVF (= D25/75)

DEM 50 : Débit expiratoire maximal à 50% de la CVF

DEM 75 : Débit expiratoire maximal à 75% de la CVF

DEP : Débit expiratoire de pointe

DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

EFR : Exploration Fonctionnelle Respiratoire

ELTGOL : Expiration Lente Totale Glotte Ouverte

EVAD : Echelle visuelle analogique de dyspnée

FEF 25/75 : Forced Expiratory Flow 25/75

HAS : Haute Autorité de Santé

INSEE : Institut Nationale de la Statistique et des Etudes Economiques

IR : Infrarouge

JIKRI : Journées Internationales en Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale

mmHg : Millimètre de Mercure

NSN : Nombre de Sujets Nécessaires

O₂ : dioxygène

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PA : Pression Artérielle

PaCO₂ : Pression partielle en dioxyde de carbone

PaO₂ : Pression partielle en dioxygène

PEF : Peak Flow

PEPE : Point d'Egal Pression Expiratoire

PEP : Pression Expiratoire Positive

pH : potentiel Hydrogène

PtCO₂, PtcCO₂ ou ptcCO₂: Pression transcutanée en dioxyde de carbone

SPLF : Société de Pneumologie de Langue Française

SpO₂ : Saturation pulsatile en dioxygène

TVO : Trouble ventilatoire obstructif

TVR : Trouble ventilatoire restrictif

VEMS : Volume Expiré Maximal en une Seconde

VR : Volume de réserve

VRE : Volume de réserve expiratoire

VRI : Volume de réserve inspiratoire

Vt : Volume courant

Annexe 6 : Sitographie

- Site de l'organisation mondiale de la santé : <http://www.who.int/fr/>

- Site de la Haute Autorité de Santé : www.has-sante.fr

- Site de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques : <http://www.drees.sante.gouv.fr/>

- Site de l'Association de Kinésithérapie Cardio-Respiratoire en Rhône-Alpes : www.akcr.fr

- Site du Congrès de Pneumologie de Langue Française (CPLF) : www.congres-pneumologie.com

- Site Respir : www.respir.com

- Site de la Société de Pneumologie de Langue Françaises : www.splf.org

- Site de l'association Spiro: <http://reseau-spiro.univ-lyon1.fr>

Certaines images ont été prises sur Google® image.

Annexe 7 : Attestation de production d'autorisations écrites du patient et de son médecin en vue de la rédaction du travail écrit

 **Annexe IV : Attestation de production d'autorisations écrites
Du patient et de son médecin en vue de la rédaction du travail écrit**

Je soussigné : *Christophe PETITNICOLAS* représentant la direction
pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université Claude Bernard
Lyon1 – ISTR,
Atteste que
Madame, Mademoiselle, Monsieur *DUPRAS J.B.E.O.*,
Étudiant(e) en kinésithérapie de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université
Claude Bernard Lyon1 – ISTR a présenté les pièces justificatives montrant le suivi de la
procédure de demande d'autorisations écrites visant au respect des règles déontologiques
d'anonymat et garantie du secret professionnel, sous forme écrite et informatique.

Autorisation remise à l'intéressé(e) pour servir ce que valoir de droit.

Le *11/05/15*
Signature et tampon : *Christophe*



Annexe 8 : Références bibliographiques

AHMED M. Al-Jumaily, Prisca Mbikou, Prachi R. Redey (2012). *Effect of length oscillations on airway smooth muscle reactivity and cross-bridge cycling. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 303: L286–L294, 2012.

ALTHAUS P., (2003) *Place de l'aide instrumentale dans le traitement de la mucoviscidose. Revue des maladies respiratoires* 2003 ; 20 : 3S194-3S200.

ALVES L.A., Pitta F., Brunetto A.F. (2008) *Performance Analysis of the Flutter VRP1 Under Different Flows and Angles. Respiratory care* 2008 Volume 53 n°3.

ANDEM (1995) *Recommandations de la Ire conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire. Annale Kinésithérapie* 1995, t. 22, n°1.

ANDRES E., Brandt C., Gass R., Reichert S. (2010) *Nouveaux développements dans le domaine de l'auscultation. Revue de Pneumologie clinique* 66, 209-213.

BARTHE J., (2001) *Place des PEP systèmes dans le désencombrement bronchique (Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale). Cahier de kinésithérapie, 2011 fascicule 209-210, n°3-4, 11-25.*

BEAUVOIS E., BERNU E., (1990). *Etude des effets d'une séance courte de flutter VRP sur la spirométrie d'une population de sujets porteurs d'un trouble ventilatoire obstructif. Les cahiers de kinésithérapie volume 143/3 page 51-55.*

BOURDIN A., Gamez A.S., Godard P., Vachier I., Chanez P. (2012) *Bronchodilatateurs. EMC Pneumologie, volume 9 n°4, 6-000-P30.*

BRASSART E. (2006). *Physiologie – Anatomie. E.B. Amiens juin 2006.*

CEGLA UH., Retzow A., (1993). *Physical therapy with VRP1 in chronic obstructive respiratory tract diseases--results of a multicenter comparative study. Pneumologie* 1993 Novembre 47 (11) : 636-9.

CHICAYBAN L., Zin A., Guimaraes F., (2011) *Can the Flutter Valve improve respiratory mechanics and sputum production in mechanically ventilated patients? A randomized crossover trial. Heart and lung* 40 545-553.

DANNA E. (2000). *Explorations fonctionnelles respiratoires et évaluation de l'encombrement*. Etude réalisé au CHRU de Lille.

DELPLANQUE D., Antonello M., Selleron B., (2004) Kinésithérapie et syndrome ventilatoire obstructif, en phase stable. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 26-506-A-10.

DE OLIVEIRA ANTUNES L.C., De Carvalho S.M.F., Borges F.D. (2001). *A study of the conventional chest physiotherapy versus Flutter® VRP1 in the treatment of patients carrying bronchiectasis*. Salusvita, Bauru, v. 20, n.1, p. 23-33, 2001.

DUREUIL B. (1996) *Anesthésie et hyperréactivité bronchique*. Traité EMC Anesthésie-Réanimation [36-655-F-10].

FEISSEIL M. (2007) *La pléthysmographie de l'oxymètre de pouls : un ancien tracé plein d'avenir ? Principes et applications cliniques*. Réanimation 16 124-131 Elsevier Masson.

FIGUEIREDO P., Zin W., Guimaraes F., (2010). *Flutter Valve Improves Respiratory Mechanics and Sputum Production in Patients with Bronchiectasis*. *Physiother. Res. Int.* 17 (2012) 12–20 © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

Fizioterapii Lechebnoi Fizicheskoi Kultury 2005 Mars Avril ;(2):7-9.

FOURE H., (2007) Arguments pour une kinésithérapie de désencombrement guidée par la courbe débit/volume. *Kinésithérapie la Revue* ; (70) : 46-51.

GIRARD JP., Terki N., (1994). *The Flutter VRP1: a new personal pocket therapeutic device used as an adjunct to drug therapy in the management of bronchial asthma*.

GONDOR M., Nixon P., Mutich R., Rebovich P., Orenstein D., (1999). *Comparison of Flutter Device and Chest Physical Therapy in the Treatment of Cystic Fibrosis Pulmonary Exacerbation*. *Pediatric Pulmonology* 28:255–260.

GONZALEZ-BERMEJO J., Rabec C. (2012). *Comment et pourquoi acheter un oxymètre de pouls ? Tentative de réponse de 29 à 899euros*. Info respiration n°109 www.splf.org.

GOUILLY P., (2001) *Existe-t-il une kinésithérapie respiratoire du bronchospasme ?* *Annale de Kinésithérapie* 2001, t 28, n°8, pp 343-348.

GOUILLY P., Cabillic M., (2006) *Désencombrement bronchique de l'adulte et de l'adolescent*. Kinésithérapie la revue 2006 (56-57) : 30-4.

GOUILLY G., Darmency M.P., (2000) *Techniques d'évaluation de l'encombrement des voies aériennes*. Recommandations des Journées Internationales en Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale.

GOUILLY P., Gnos Pl., Haoulani C., Politi F., Seignert J.C., Rousse J.M. (2001) *Kinésithérapie et encombrement respiratoire*. Service de rééducation CHR Metz.

GUIMARÃES F., Moço1 V., Menezes S., Dias C., Salles R., Lopes A (2012) *Effects of ELTGOL and Flutter VRP1® on the dynamic and static pulmonary volumes and on the secretion clearance of patients with bronchiectasis*. Revista Brasileira de Fisioterapia ISSN 1413-3555.

GUISLAIN J., Reychler G., (2014) *Auto évaluation de la dyspnée comparée à l'évaluation du thérapeute*. Kinésithérapie, la revue volume 14, numéro 155 page 35.

Investigational allergology Clinical Immunology 1994 janvier février 4 (1) 23-7.

JAFFUEL D., Demoly P., Chanez P., Godard P. (2000) *Diagnostic d'un syndrome obstructif : bronchodilatation, réactivité bronchique. Eléments d'analyse décisionnelle. Encyclopédie Médico-Chirurgicale Pneumologie, 6-090-E-10, 2000 8p.*

Journal [Titova ON.](#), [Ignatiev VA.](#), (2005). *Effects of positive oscillatory expiratory pressure on functional condition of patients with chronic diseases of the lungs*.

JOUD Ph., Chevallier J., (2000) *Place des PEP systèmes dans le désencombrement bronchique*. Recommandation JIKRI.

LAGERKVIST A.L., StenG., Redfors S., Lindblad A., Hjalmarson O., (2006). *Immediate Changes in Blood-Gas Tensions During Chest Physiotherapy With Positive Expiratory Pressure and Oscillating Positive Expiratory Pressure in Patients With Cystic Fibrosis*. Respiratory care October 2006 volume 51 n°10.

MAGGIE McILWAINE P., Wong L., Peacock D., Davidson A., (1997). *Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive*

expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. The journal of Pediatrics volume 131, n°4.

McILWAIN M., (2007) *Chest physical therapy, breathing techniques and exercise in children with Cystic Fibrosis*. Paediatric Respiratory Reviews (2007) 8, 8–16.

MILLER M.R., Hankinson J., Brusasco V., (2007). *Standardisation de la spirométrie*. Revue des Maladies Respiratoires 24 : 2S27-2S49.

NESREEN GHAREEB E., Gihan Samir M., Azza Fekry I., (2011) *Oscillating Positive Expiratory Pressure Improves Peak Expiratory Flow and Exercise Capacity in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. Med. J. Cairo Univ., Vol. 79, No. 1, December: 693-698.

NOSEDA A., (2003). *Dyspnée et perception de l'obstruction des voies aériennes*. Revue des Maladies Respiratoires 2003 ; 20 : 364-72.

PEREIRA dos SANTOS A., Contato Guimaraes R., Maria de Carvalho E, Clarice Gastaldi A., (2013). *Mechanical Behaviors of Flutter VPR1, Shaker, and Acapella Devices*. Respiratory Care 2013 volume 58 n° 2.

PEREZ T. (2014) *La dyspnée : pourquoi l'évaluer et comment ?* Archives des maladies professionnelles et de l'environnement 2014 ;75 :511-542.

POSTIAUX G(1997). *Des techniques expiratoires lentes pour l'épuration des voies aériennes distales. Conférence de consensus*. Annales de Kinésithérapie, t24, n°4, pp 166-177.

POSTIAUX G. (2009) *Nomenclature d'auscultation pulmonaire : nécessité d'un consensus francophone*. Revue des maladies respiratoires 2009 ; 26 : 93-4.

POSTIAUX G., Lens E., (1999) *Nomenclature stéthacoustique pulmonaire : pourquoi pas un consensus mondial ?* Revue des maladies respiratoires 1999, 16, 1075-1090.

POSTIAUX G. (2014) *La kinésithérapie respiratoires du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme*. Revue des maladies respiratoires (2014) 31, 552-567.

POSTIAUX G., Lens E., Alsteens G. (1987) L'expiration lente totale glotte ouverte en décubitus latéral (ELTGOL) : nouvelle manœuvre pour la toilette bronchique objectivée par vidéobronchographie. *Annales de Kinésithérapie* t14 n°7-8, pp 341-350.

POSTIAUX G., Louis J., Marchand E. (2011) *Auscultation pulmonaire et kinésithérapie. Motricité cérébrale* 32 25-31.

POTTECHER J., Bouzou G., Van de Louw A., (2003). *Monitoring de la saturation de pouls : intérêts et limites. Réanimation* 12 30-36 Elsevier.

SERGYSELS R., Deboeck G. (2005) *L'évaluation de la dyspnée à l'effort. Revue des Maladies Respiratoires* 2005 ; 22 : 77S42-7S46.

REYCHLER G. Coppens T., Leonard A., Palem A., Lebecque P., (2012) *Mucoviscidose : les techniques instrumentales de désencombrement des voies aériennes. Revue de Maladies Respiratoires* (2012) 29, 128-137.

SESTINI P, Renzoni E, Robinson S, Poole P, Ram FS.(2002) *Short-acting beta 2 agonists for stable chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(4):CD001495.

Société de Pneumologie de Langue Française (2010) *Recommandation pour la pratique clinique. Prise en charge de la BPCO. Revue des Maladies Respiratoires* (2010) 27, 522-548.

STRAUS C., Zelter M., (2005) *Explorations fonctionnelles respiratoires. EMC (Elsevier SAS, Paris), Traité de Médecine Akors, 6-0955.*

TAMBASCIO J., Tatiana de Souza L., Lisboa R.M., (2011). *The influence of Flutter_VRP1 components on mucus transport of patients with bronchiectasis. Respiratory Medicine* (2011) 105, 1316-1321.

TILLIE-LEBLOND I., Iliescu C., Deschildre A., (2004) *Physiopathologie de la réaction inflammatoire dans l'asthme. Archives de pédiatrie* 11 2004 58s-64s.

VAN WINDEN C.M.Q., Visser A., Hop W., Sterk P.J., Beckers S. De Jongste J.C., (1998). *Effects of flutter and PEP mask physiotherapy on symptoms and lung function in children with cystic fibrosis. Eur Respir J* 1998; 12: 143–147.

VERGARA P., MARIN J., SERVERA E., PEREZ M.E., GIMENEZ M., GONZALEZ M., (1994). *Utilité du Flutter VRP 1 dans le traitement physiothérapeutique ambulatoire des malades hypersécrétants bronchiques*. Cahier de kinésithérapie 1994 fascicule 169 n°5, page 1-6.

VORPOSY KURORTOLOGII WEITZENBLUM E., (2006) *Explorations fonctionnelles respiratoires dans la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)*. Pneumologie, 6-030-A-13

YERNAULT J.C., (1999) *Physiologie respiratoire*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 6-000-A-70.

YOUHUA D. (2006). *Airway Smooth Muscle Response to Vibrations*. Auckland University of Technology.

Annexe 9 : Analyse de la bibliographie

Article 1 : AHMED M. Al-Jumaily, Prisca Mbikou, Prachi R. Redey (2012). *Effect of length oscillations on airway smooth muscle reactivity and cross-bridge cycling. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 303: L286–L294, 2012.

Article 2 : ALTHAUS P., (2003) *Place de l'aide instrumentale dans le traitement de la mucoviscidose. Revue des maladies respiratoires* 2003 ; 20 : 3S194-3S200.

Article 3 : ANDEM (1995) *Recommandations de la Ire conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire. Annale Kinésithérapie* 1995, t. 22, n°1.

Article 4 : BARTHE J., (2001) *Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI). Cahier de kinésithérapie*, 2011 fascicule 209-210, n°3-4, 11-25.

Article 5 : JAFFUEL D., Demoly P., Chanez P., Godard P. (2000) *Diagnostic d'un syndrome obstructif : bronchodilatation, réactivité bronchique. Eléments d'analyse décisionnelle. Encyclopédie Médico-Chirurgicale Pneumologie*, 6-090-E-10, 2000 8p.

Article 6 : LAGERKVIST A.L., StenG., Redfors S., Lindblad A., Hjalmarson O., (2006). *Immediate Changes in Blood-Gas Tensions During Chest Physiotherapy With Positive Expiratory Pressure and Oscillating Positive Expiratory Pressure in Patients With Cystic Fibrosis. Respiratory care* October 2006 volume 51 n°10.

Article 7 : MILLER M.R., Hankinson J., Brusasco V., (2007). *Standardisation de la spirométrie. Revue des Maladies Respiratoires* 24 : 2S27-2S49.

Article 8 : POSTIAUX G., Louis J., Marchand E. (2011) *Auscultation pulmonaire et kinésithérapie*. *Motricité cérébrale* 32 25-31.

Article 9 : POTTECHER J., Bouzou G., Van de Louw A., (2003). *Monitorage de la saturation de pouls : intérêts et limites*. *Réanimation* 12 30-36 Elsevier.

Article 10 : SERGYSELS R., Deboeck G. (2005) *L'évaluation de la dyspnée à l'effort*. *Revue des Maladies Respiratoires* 2005 ; 22 : 77S42-7S46.

Article 1 : AHMED M. Al-Jumaily, Prisca Mbikou, Prachi R. Redey (2012). *Effect of length oscillations on airway smooth muscle reactivity and cross-bridge cycling*. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 303: L286–L294, 2012.

Auteur	Ahmed M. Al-Jumaily, Prisca Mbikou, and Prachi R. Redey
Titre	Effect of length oscillations on airway smooth muscle reactivity and cross-bridge cycling
Type de document	Article de recherche
Source	<i>Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol</i> 303
Date de parution	2012
Nombre de pages	9
Plan de l'article	Materials and methods, results, discussion, author contribution, references
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Pont d'actine myosine, respiration normale, relaxation, muscle lisse bronchique, quantification fluorescente.
Commentaire ou questionnement secondaire	<p>Cet article est une suite de celui publié en 2006 par Youhua Du <i>Airway Smooth Muscle Response to Vibrations</i>. Il se consacre à l'effet des oscillations sur la vasoconstriction du muscle lisse bronchique in vitro.</p> <p>Les oscillations similaires à une respiration normale ont un effet de réduction de la contraction sur les ponts d'actine myosine. Cet effet est dépendant de la fréquence et du temps d'application.</p> <p>L'application d'une tension longitudinale réduit la force active d'induction par acétylcholine, cette relaxation se prolonge sur une période assez longue après l'arrêt des oscillations.</p>

Article 2 : ALTHAUS P., (2003) *Place de l'aide instrumentale dans le traitement de la mucoviscidose*. Revue des maladies respiratoires 2003 ; 20 : 3S194-3S200.

Auteur	P. Althaus
Titre	Place de l'aide instrumentale dans le traitement de la mucoviscidose
Type de document	Texte des experts
Source	Revue des maladies respiratoires 2003
Date de parution	2003
Nombre de pages	7
Plan de l'article	Au niveau bronchio-alvéolaire Au niveau des petites bronches Transport du mucus lors de la toux Percussionnaire Pression positive expiratoire Pression positive expiratoire oscillante : Pourquoi ? Pour qui ? Où ? Comment ? Le traitement est suivi selon quoi ? Combien ?
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : aide instrumentale, mucoviscidose, désencombrement bronchique.
Commentaire ou questionnement secondaire	Cet article reprend les différentes aides instrumentales qui facilitent le désencombrement bronchique et notamment la pression expiratoire positive oscillante qu'il détaille. Il reprend également 17 études réalisées sur le Flutter dans un tableau dans lequel différents paramètres cliniques sont dégagés.

Article 3 : ANDEM (1995) *Recommandations de la 1re conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire*. Annale Kinésithérapie 1995, t. 22, n°1.

Auteur	ANDEM
Titre	Recommandations de la 1re conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire
Type de document	Conférence de consensus
Source	Annale de kinésithérapie
Date de parution	1995
Nombre de pages	9
Plan de l'article	Recommandation Rapport Les vibrations, les percussions thoraciques manuelles, intérêt de la posture dans le désencombrement bronchique, la toux, les techniques d'expiration forcée, Des techniques expiratoires lentes pour l'épuration des voie aériennes distales, l'eltgol, l'expiration lente prolongée, drainage autogène, accélération du flux expiratoire chez l'adulte, les pressions manuelles thoraciques et abdominales à visée de désencombrement, accélération du flux expiratoire chez l'enfant, Conclusion générale.
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Kinésithérapie respiratoire, désencombrement bronchique, mucus, sécrétions bronchiques.
Commentaire ou questionnement secondaire	Cet article reprend la conférence de consensus réalisé à Lyon les 2 et 3 décembre 1994 sur le désencombrement bronchique. Il décrit l'ensemble des techniques majoritairement utilisées pour le désencombrement. Il se résume en : Le désencombrement par contrôle du flux expiratoire est reconnu comme efficace, quelle que soit la technique employée. Les postures ne constituent qu'un adjuvant occasionnel. L'utilisation de vibrations manuelles et percussions n'apporte rien de positif. L'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement du désencombrement bronchique a été reconnue et acceptée par tous les membres du jury.

Article 4 : BARTHE J., (2001) *Place des PEP systèmes dans le désencombrement bronchique* (Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale). Cahier de kinésithérapie, 2011 fascicule 209-210, n°3-4, 11-25.

Auteur	J. Barthe
Titre	Place des PEP systèmes dans le désencombrement bronchique
Type de document	Recommandation
Source	JIKRI
Date de parution	2000
Nombre de pages	2
Plan de l'article	<p>AU COURS D'UNE MANOEUVRE D'EXPIRATION FORCEE EN VENTILATION CALME</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Les résistances obtenues avec un appareil de calibre fixe préalablement déterminé 2. Les résistances obtenues avec un appareil de calibre variable <p>Conclusion</p>
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : PEP, résistance externe, flux respiratoire.
Commentaire ou questionnement secondaire	Cet article est une partie des recommandations JIKRI qui s'intéresse à la place la pression expiratoire positive dans le désencombrement. Ces systèmes PEP ont démontré une efficacité sur l'aide au désencombrement par leur mobilisation et la modification de leurs qualités rhéologiques.

Article 5 : JAFFUEL D., Demoly P., Chanez P., Godard P. (2000) *Diagnostic d'un syndrome obstructif : bronchodilatation, réactivité bronchique. Eléments d'analyse décisionnelle*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale Pneumologie, 6-090-E-10, 2000 8p.

Auteur	D. Jaffuel, P. Demoly, P. Chanez, P. Godard
Titre	Diagnostic d'un syndrome obstructif : bronchodilatation, réactivité bronchique. Eléments d'analyse décisionnelle
Type de document	Article
Source	Elsevier Masson. Encyclopédie médico chirurgicale
Date de parution	2000
Nombre de pages	8
Plan de l'article	Introduction Syndrome ventilatoire obstructif Intérêt des tests de réversibilité bronchique aux bronchodilatateurs dans la distinction asthme/broncho pneumopathie chronique obstructive Hyperréactivité bronchique Dispose-t-on d'autres examens pour affiner le diagnostic d'un syndrome obstructif et en particulier distinguer asthme et BPCO
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Trouble ventilatoire obstructif, asthme, BPCO, diagnostic, hyperréactivité bronchique, bronchodilatateur, réversibilité.
Commentaire ou questionnement secondaire	Cet article explique les différences cliniques retrouvées entre l'asthme la BPCO afin d'être capable de faire le diagnostic de l'un ou de l'autre. Il définit initialement le syndrome ventilatoire obstructif, ces deux pathologies et l'hyperréactivité bronchique. Le test de réversibilité aux bronchodilatateurs est celui le plus utilisé et le plus efficace pour distinguer l'asthme de la BPCO, toutefois ce dernier n'est pas formel. L'asthme présente une réversibilité plus importante que la BPCO. Les diagnostics différentiels sont également présentés lors de cette étude.

Article 6 : LAGERKVIST A.L., StenG., Redfors S., Lindblad A., Hjalmarson O., (2006). *Immediate Changes in Blood-Gas Tensions During Chest Physiotherapy With Positive Expiratory Pressure and Oscillating Positive Expiratory Pressure in Patients With Cystic Fibrosis*. Respiratory care October 2006 volume 51 n°10.

Auteur	Anna-Lena B Lagerkvist, Gunilla M Sten MSc, Staffan B Redfors, Anders G Lindblad, and Ola Hjalmarson
Titre	Immediate Changes in Blood-Gas Tensions During Chest Physiotherapy With Positive Expiratory Pressure and Oscillating Positive Expiratory Pressure in Patients With Cystic Fibrosis
Type de document	Article de recherche clinique
Source	Respiratory Care
Date de parution	2006
Nombre de pages	8
Plan de l'article	Introduction Methods Results Discussion Summary
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Mucoviscidose, PEP, PEP oscillante, PtO ₂ , PtCO ₂ .
Commentaire ou questionnement secondaire	Cette étude s'intéresse aux effets immédiats, il ne parle pas d'effets à longs termes. Les deux systèmes de PEP ont des effets sur les gaz du sang (SpO ₂ , SpCO ₂). La PEP oscillante semble plus efficace mais l'inconfort qu'elle provoque par hyperventilation peut diminuer le temps de traitement, lors de son utilisation, on a une augmentation de la PtO ₂ et une diminution de la PtCO ₂ plus importante que pour une PEP.

Article 7 : MILLER M.R., Hankinson J., Brusasco V., (2007). *Standardisation de la spirométrie*. Revue des Maladies Respiratoires 24 : 2S27-2S49.

Auteur	MR Miller, J. Hankinson, V. Brusasco
Titre	Standardisation de la spirométrie
Type de document	Article de groupe de travail
Source	Revue des maladies respiratoires 2007
Date de parution	2005
Nombre de pages	23
Plan de l'article	Généralités Manœuvre du VEMS et de la CVF Manœuvre de CV et de CI Débit expiratoire de pointe Ventilation maximale minute Considérations techniques Abréviations Annexe
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Spirométrie, évaluation de la santé respiratoire, mesure physiologique, courbe débit volume.
Commentaire ou questionnement secondaire	Cet article reprend en détails tous les aspects de la spirométrie pour en dégager une référence afin que les applications soient les plus larges possible. Il détaille notamment les différentes mesures que l'on peut obtenir avec un spirométrie.

Article 8 : POSTIAUX G., Louis J., Marchand E. (2011) *Auscultation pulmonaire et kinésithérapie*. Motricité cérébrale 32 25-31.

Auteur	G. Postiaux, J. Louis, E. Marchand
Titre	Auscultation pulmonaire et kinésithérapie
Type de document	article
Source	Em-consulte. Motricité cérébrale
Date de parution	Disponible sur internet 16 février 2011
Nombre de pages	7
Plan de l'article	<p>I. Systématique de l'auscultation pulmonaire</p> <p>I.1 Les bruits respiratoires : bruits respiratoires normaux et bronchiques</p> <p>I.2 Les bruits adventices : craquements et sibilances</p> <p>II. Auscultation et kinésithérapie</p>
Éléments de l'article en lien avec la problématique	<p>Mots clés : phonopneumographie temporelle ; phonopneumographie spectrale ; bruit respiratoire normale ; bruit respiratoire bronchique ; craquement ; sibilances; auscultation en kinésithérapie respiratoire</p>
Commentaire ou questionnement secondaire	<p>Cet article apporte la définition psychoacoustique et physicoacoustique de l'ensemble des bruits respiratoires qui sont répartis en 4 catégories dans la nomenclature actualisée : bruit respiratoire normal, bronchique, les craquements et les sibilances. Cette définition rigoureuse a pour objectif de faire progresser l'objectivité de l'auscultation pulmonaire sur lequel se fonde le choix interventionnel du kinésithérapeute.</p> <p>La définition des sibilances nous intéresse particulièrement pour notre étude. On leur attribue 5 paramètres : le taux de sibilants déduits de leur situation dans le cycle respiratoire, la complexité mono phonique ou polyphonique, la fréquence hertzienne, la position-dépendance et l'intensité. Cet article résume également les actions connues de la kinésithérapie respiratoire sur les bruits respiratoires pathologiques et leurs paramètres objectifs.</p>

Article 9 : POTTECHER J., Bouzou G., Van de Louw A., (2003). *Monitorage de la saturation de pouls : intérêts et limites*. Réanimation 12 30-36 Elsevier.

Auteur	J. Pottecher, G. Bouzou, A Van de Louw
Titre	Monitorage de la saturation de pouls : intérêts et limites
Type de document	Article de mise au point
Source	Elsevier. Réanimation
Date de parution	2003
Nombre de pages	7
Plan de l'article	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Principes théoriques 3. Intérêts théoriques de l'oxymétrie de pouls 4. Application en anesthésie 5. L'oxymétrie de pouls en réanimation 6. Implications économiques 7. Conclusion
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : Oxymétrie, oxygène, réanimation, monitoring
Commentaire ou questionnement secondaire	<p>L'oxymètre de pouls est le fruit d'avancées technologiques récentes, il améliore la sécurité du patient par son monitoring permanent.</p> <p>Cet article décrit les principes théoriques de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls et ses intérêts (détection d'épisodes d'hypoxémie par surveillance de l'oxygénation du sang artériel est l'intérêt principal)</p>

Article 10 : SERGYSELS R., Deboeck G. (2005) *L'évaluation de la dyspnée à l'effort*.

Revue des Maladies Respiratoires 2005 ; 22 : 77S42-7S46.

Auteur	R. Sergysels, G. Deboeck
Titre	Question 3-5. L'évaluation de la dyspnée à l'effort
Type de document	Article argumentaire
Source	EM Premium. Revue des maladies respiratoires
Date de parution	2005
Nombre de pages	5
Plan de l'article	Introduction, Les échelles de dyspnée employées au cours de l'épreuve d'exercice (EFX), L'apport physiopathologique de l'usage des échelles de dyspnée dans le protocole d'effort, Mode d'expression de la dyspnée d'effort, Résultats obtenues en cours de validation, Recommandation.
Éléments de l'article en lien avec la problématique	Mots clés : EVA Dyspnée, dyspnée, ventilation, effort.
Commentaire ou questionnement secondaire	La réhabilitation lors de maladies respiratoires passe par un réentraînement à l'effort qui vise à réduire la dyspnée, ce paramètre doit donc pouvoir être évalué. Tout en ne voulant pas écarter l'échelle de Borg, l'EVA s'adapte mieux à une possibilité d'expression du patient à partir d'un potentiomètre. Seuil de dyspnée permet d'aider au choix du niveau d'entraînement. Problème : Des valeurs de références manquent.