

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

INFLUENCE DE LA POSITION DU SUJET SAIN SUR LES VOLUMES PULMONAIRES

Mémoire présenté par **Elise Lambin**

étudiante en 3^{ème} année de Masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-Kinésithérapeute

2010-2011.

SOMMAIRE

RESUME

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES	2
2.1. Anatomie	2
2.1.1. La cage thoracique	2
2.1.2. Les voies aériennes	3
2.1.3. La plèvre	3
2.2. Physiologie de la mécanique ventilatoire	4
2.2.1. L'inspiration	4
2.2.2. L'expiration	6
2.3. Définition des volumes pulmonaires.....	6
3. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	8
4. MATERIEL ET METHODE.....	9
4.1. Population.....	9
4.2. Matériel.....	10
4.3. Méthode.....	11
4.3.1. Description des positions.....	11
4.3.2. Déroulement du protocole	13
4.4. Décontamination du matériel.....	15
5. RESULTATS.....	16
5.1. Description de l'échantillon.....	16

5.2. Traitements statistiques	17
6. DISCUSSION	23
6.1. Interprétation des résultats	23
6.2. Intérêt dans la pratique courante	25
6.3. Limites de l'étude.....	26
6.4. Les biais de l'étude.....	27
6.5. Difficultés rencontrées	28
7. CONCLUSION.....	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Dans la littérature, nous retrouvons de nombreuses études qui traitent de l'effet des positions du corps sur la ventilation pulmonaire chez des sujets malades. Il a été prouvé que la ventilation et les volumes sont différents d'une position à une autre chez les sujets pathologiques. Nous avons voulu vérifier la variation des volumes suivant les positions chez le sujet sain afin d'établir un référentiel.

Notre échantillon est composé de 61 personnes saines âgées de 20 à 30 ans. Nous avons effectué des mesures spirométriques des volumes pulmonaires mobilisables dans trois positions différentes : la première, assise avec les pieds au sol, le dos droit, les bras reposants sur des accoudoirs ; la deuxième, semi-assise avec le tronc incliné à 45° ; et la troisième, en décubitus.

Nos résultats montrent que la capacité vitale et le volume de réserve expiratoire sont plus importants en position assise. Le volume de réserve inspiratoire et la capacité inspiratoire sont plus importants en position décubitus.

Mots clés :

- **volumes pulmonaires mobilisables,**
- **position du corps,**
- **spirométrie,**
- **kinésithérapie respiratoire.**

1. INTRODUCTION

La kinésithérapie représente l'un des principaux traitements des pathologies respiratoires. La kinésithérapie respiratoire n'agit pas directement sur le poumon malade mais agit ou traite des symptômes par l'intermédiaire de la pompe respiratoire [1]. Les techniques de kinésithérapie sont nombreuses, elles permettent de désobstruer les bronches, d'améliorer la ventilation, l'hématose, de diminuer la dyspnée...

Le choix et l'application des techniques kinésithérapiques dépendent des données du bilan. Un des éléments du bilan est la spirométrie. «La spirométrie est une mesure physiologique de la façon dont un individu inspire ou expire des volumes d'air au cours du temps» [2]. Elle se mesure en position assise ou debout d'après les recommandations de l'*European respiratory journal* [3].

De nombreux travaux ont étudié l'influence des positions sur la respiration [4] [5] [6] [7]. Pour des patients en réanimation ou immobilisés pendant une longue période, il est recommandé de leur redresser le tronc dès que possible, car cela permet chez certains d'améliorer les échanges gazeux et la capacité résiduelle fonctionnelle [1]. Le procubitus a été étudié sur des Syndromes de Détresse Respiratoire Aigüe, et il a été prouvé une amélioration fréquente de l'oxygénation donc une meilleure ventilation par rapport au décubitus [1] [4] [6].

D'autres études ont montré qu'une différence de plus de 25% de la capacité vitale entre la position assise et la position décubitus aide à diagnostiquer une pathologie neuromusculaire [8].

Si la ventilation et les volumes sont différents d'une position à une autre chez les sujets pathologiques, varient-ils aussi chez les sujets sains ?

Ce travail a pour but de prouver que suivant la position du corps les volumes pulmonaires varient ; le kinésithérapeute devra donc adapter les positions du sujet pour augmenter les volumes qu'il souhaite travailler.

2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

2.1. Anatomie

L'appareil thoraco-pulmonaire est composé de la cage thoracique, des voies aériennes, des poumons et de la plèvre. C'est un système passif qui ne peut fonctionner sans l'action des muscles respiratoires.

Nous allons décrire l'anatomie de ces différents éléments, avant d'expliquer la physiologie respiratoire.

2.1.1. La cage thoracique [1] [9]

La cage thoracique est composée des douze vertèbres dorsales en arrière, des douze paires de côtes latéralement, des cartilages costaux et du sternum en avant. La partie supérieure de la cage thoracique est en communication avec la région du cou, la partie inférieure est fermée par le diaphragme. Ces différents éléments sont articulés entre eux pour permettre les mouvements respiratoires.

Les côtes s'articulent aux vertèbres en deux endroits. L'articulation costovertébrale relie la tête costale aux deux vertèbres adjacentes, cette articulation permet des glissements de faible amplitude, et l'articulation costotransversaire relie le tubercule costal au processus

transverse de la vertèbre correspondante. Elle permet des mouvements de rotation et des glissements réduits dont l'amplitude augmente distalement en raison de la longueur des arcs costaux. Les côtes et le cartilage forment l'articulation costochondrale. Sauf pour la 11^{ème} et 12^{ème} côte qui sont dites flottantes. Le cartilage se rattache au sternum par l'articulation chondrosternale et permet des faibles mouvements de glissement de haut en bas.

2.1.2. Les voies aériennes [1] [10]

Les voies aériennes sont divisées en deux parties, les voies aériennes supérieures (sphère ORL et pharynx) et les voies aériennes inférieures.

Les voies inférieures comprennent : la trachée qui se divise en deux bronches souches, droite et gauche au niveau T3 et T4. Chacune de ces bronches rejoint son poumon correspondant, dans lequel elles pénètrent par le hile, puis elles se divisent en de nombreuses ramifications.

Les échanges gazeux ne se font pas sur l'ensemble de l'arbre bronchique. Il y a une zone de conduction de l'air de la trachée jusqu'aux bronchioles terminales, puis une zone respiratoire qui comprend les bronchioles terminales, les canaux alvéolaires et les sacs alvéolaires. Les échanges gazeux se passent dans cette dernière zone.

2.1.3. La plèvre [1] [9]

La plèvre est constituée de deux feuillets séreux, l'un tapissant la surface des poumons : le feuillet viscéral, et l'autre la surface du thorax et du diaphragme : le feuillet pariétal. Ces feuillets se continuent l'un dans l'autre au niveau du hile du poumon. Ils sont

solidaires l'un à l'autre grâce à la tension superficielle du film liquidien qui se trouve entre les feuillets. L'accolement de ces feuillets rend le poumon et la paroi thoracique solidaires. Le poumon et le thorax sont des structures élastiques caractérisées par leur position de repos ; le poumon a tendance à se rétracter tandis que la paroi thoracique a tendance à se distendre. La plèvre les oblige à quitter leur position de repos et à trouver un équilibre entre les forces de recul pulmonaire et thoracique, il règne donc une pression négative (inférieure à la pression atmosphérique) entre les deux feuillets pleuraux.

2.2. Physiologie de la mécanique ventilatoire

2.2.1. L'inspiration

Le muscle inspirateur principal au repos est le diaphragme. Lors d'un effort, les muscles inspirateurs accessoires sont recrutés (intercostaux externes, sterno-cléido-mastoïdiens, scalènes, petits et grands pectoraux, dentelés antérieurs).

Le diaphragme (fig. 1) sépare le thorax de l'abdomen. Il s'insère :

- au niveau du rachis par un pilier droit allant de L1 à L3 et par un pilier gauche allant de L1 à L2. Une arcade unit ces piliers entre eux,
- du corps de L2 au processus transverse de L1 par une arcade fibreuse médiale,
- du processus transverse de L1 à la 12^{ème} côte par une arcade moyenne,
- de la 12^{ème} à la 11^{ème} côte par une arcade latérale,
- sur les six derniers arcs costaux,
- sur l'appendice xiphoïde.

Ses fibres musculaires convergent vers le centre phrénique qui est tendineux et non contractile. C'est un dôme à deux coupes, la droite au niveau du 4^{ème} espace intercostal, la gauche au niveau du 5^{ème} [11].

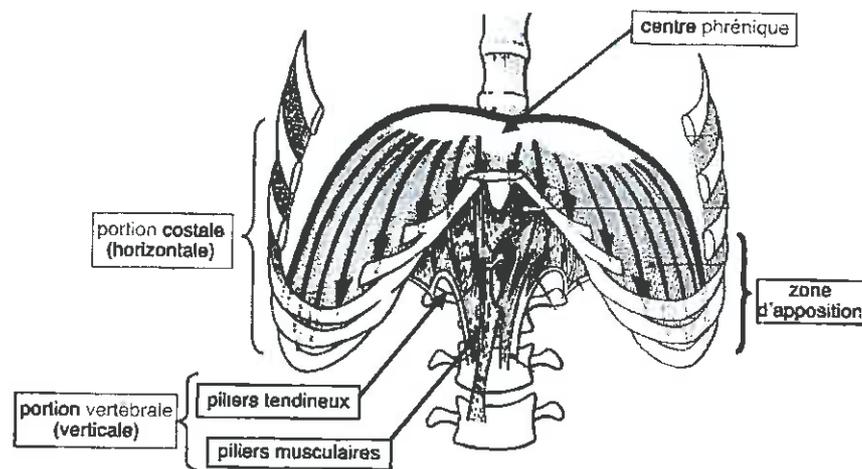


Figure 1 : Schéma du diaphragme [9]

Lors de l'inspiration, les muscles inspireurs accessoires se contractent pour stabiliser la cage thoracique. Ensuite le diaphragme se contracte, il prend appui sur le grill costal puis son centre phrénique descend, il y a une augmentation du diamètre vertical. Dans un deuxième temps, quand la masse abdominale est comprimée, le diaphragme prend appui dessus et le mouvement se fait au niveau des côtes, il y a une augmentation des diamètres antéropostérieur et transversal. Les muscles intercostaux externes se contractent en même temps que le diaphragme et induisent un mouvement des côtes : au niveau costal supérieur, le mouvement est assimilé à un mouvement en bras de pompe, dans le plan sagittal ; au niveau costal inférieur, le mouvement est assimilé à un mouvement en anse de seau, dans le plan frontal [1] [9] [12].

Le volume de la cavité thoracique augmentant grâce à la contraction musculaire, la pression dans le poumon devient de plus en plus négative, il y a une différence de pression de plus en plus grande entre l'intérieur du poumon et l'air ambiant. Cela entraîne l'aspiration de l'air dans le poumon [1] [9] [12].

2.2.2. L'expiration [1] [9]

L'expiration au repos est passive. Elle se fait grâce à la mise au repos des muscles inspiratoires. Il y a un retour à l'équilibre entre les forces de recul pulmonaire et thoracique, le thorax retourne vers la position de repos, la pression intra-pulmonaire devient proche de la pression atmosphérique ce qui entraîne l'expulsion de l'air.

A l'effort, l'expiration est active par contraction des muscles abdominaux et des intercostaux internes. La contraction du transverse augmente la pression intra-abdominale ce qui refoule le diaphragme vers le haut ; les autres abdominaux abaissent les dernières côtes et le sternum ce qui diminue le diamètre transversal. La contraction des muscles intercostaux internes ramène les côtes en position initiale.

2.3. Définition des volumes pulmonaires

«La capacité vitale (CV) est le plus grand volume gazeux mobilisable par l'appareil respiratoire de la quantité d'air inspirée entre la fin d'une expiration maximale et la fin d'une inspiration maximale» [2].

Le volume courant (V_t) est le volume mobilisé pendant une respiration normale, avec une expiration passive [13].

La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) est le volume d'air qu'il reste dans les poumons à la fin d'une expiration passive ($CRF=VRE+VR$) [13].

Le volume de réserve expiratoire (VRE) est le volume mobilisé depuis la fin d'une expiration normale passive jusqu'à la fin d'une expiration active complète donc jusqu'au volume résiduel (VR). Le VRE représente environ 25% de la CV [13].

Le volume de réserve inspiratoire (VRI) est le volume mobilisé depuis la fin d'une inspiration normale jusqu'à la fin d'une inspiration totale donc jusqu'à la CPT. Le VRI représente environ 40% de la CV [13].

La capacité inspiratoire (CI) est le volume mobilisé lors d'une inspiration lente et complète (jusqu'à la CPT) à partir d'une fin d'expiration normale passive correspondant à la CRF ($CI=VRI+Vt$) [13].

Le volume résiduel (VR) est un volume d'air non mobilisable restant dans les poumons à la fin d'une expiration active totale [13].

La capacité pulmonaire totale (CPT) est la quantité maximale d'air que les poumons peuvent contenir, c'est la somme des volumes mobilisables ($CV=VRE+VRI+Vt$) et des volumes non mobilisables (VR) [13].

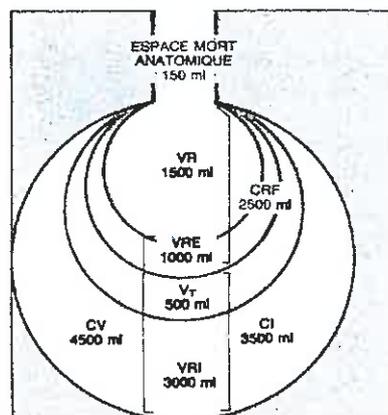


Figure 2 : Subdivision du poumon en volumes mobilisables et non mobilisables [9]

3. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour effectuer la recherche bibliographique, nous interrogeons les moteurs de recherche suivant : Réédoc, Kinédoc, HAS, Medline/Pubmed. Nous consultons aussi les moteurs de recherche de revue : EM-consulte, Kinésithérapie la revue, Kinésithérapie Scientifique.

Sur les moteurs de recherche francophones, les mots clés utilisés sont : volumes pulmonaires, volumes respiratoires, spirométrie, position, EFR, exploration fonctionnelle respiratoire, kinésithérapie respiratoire, capacité vitale, VRI, VRE...

Sur les moteurs de recherche anglophones, les mots clés utilisés sont : lung volume, spirometry, vital capacity, body position, posture, lung mechanic...

Pour la période de recherche des articles et ouvrages, au début nous recherchions une bibliographie ne dépassant pas les années 2000 mais pour trouver des recherches similaires à la notre, nous avons dû remonter plus loin jusque dans les années 1980.

Suivant les combinaisons des mots clés (volumes pulmonaires et position, EFR et position, spirométrie et volumes...), de nombreuses réponses sont ressorties. Pour sélectionner les différents articles, nous lisons d'abord le titre ; s'il correspond à ce que nous cherchons, nous lisons le résumé puis s'il est pertinent et accessible gratuitement nous lisons l'article complet. Pour sélectionner les articles, il faut qu'ils portent sur des sujets sains, les volumes pulmonaires, les EFR, la spirométrie, ou la kinésithérapie respiratoire et les positions du corps des sujets.

Beaucoup de recherches n'ont pas abouti car la plupart des articles traitent de personnes pathologiques, aussi la courbe débit-volume est beaucoup plus étudiée que la courbe volume-temps que nous étudions.

Nous effectuons des recherches manuelles à la bibliothèque de médecine de Nancy, à Réédoc, à la bibliothèque de l'Hôpital Bon Secours. Lorsqu'un livre ou un article est pertinent, nous allons consulter les références sur lesquelles les auteurs se sont appuyés.

4. MATERIEL ET METHODE

4.1. Population

Nous avons recruté 61 étudiants volontaires de l'I.L.F.M.K. (Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie) de Nancy.

L'étude se faisant sur sujets sains, en est exclu toute personne :

- porteuse ou ayant des antécédents de pathologie respiratoire ou cardiaque,
- porteuse ou ayant des antécédents de pathologie rachidienne ou thoracique,
- ayant des douleurs thoracique ou abdominale quelque soit la cause,
- ayant des douleurs faciales ou buccales exacerbées par la mise en bouche de l'embout buccal,
- ayant des incontinences urinaires d'effort,
- souffrant de confusion mentale ou de démence,
- ayant un IMC supérieur à 30,
- présentant un rhume, une bronchite ou une rhinite de moins de 15 jours [3].

Avant de se soumettre à la mesure spirométrique, il faut éviter de :

- fumer dans l'heure qui précède les mesures,
- consommer de l'alcool dans les 4 heures qui précèdent les mesures,
- se livrer à un exercice physique intense moins de 30 minutes avant les mesures,
- porter des vêtements qui limitent la pleine expansion thoracique ou abdominale,
- consommer un repas copieux moins de 2 heures avant les mesures,
- prendre les mesures sur une personne dans l'heure qui suit son réveil sinon elle ne sera pas au maximum de ses capacités [3].

4.2. Matériel

Pour cette étude, nous utilisons :

- un ordinateur avec le logiciel Speedyn V_k® (fig. 3),
- des spirettes (embout buccal individuel dans lequel le patient respire) (fig. 3),
- un pince-nez (fig. 3),
- un fauteuil roulant avec accoudoirs, roues bloquées par les freins (fig. 4),
- une table de massage avec dossier inclinable (fig. 5) (fig. 6).

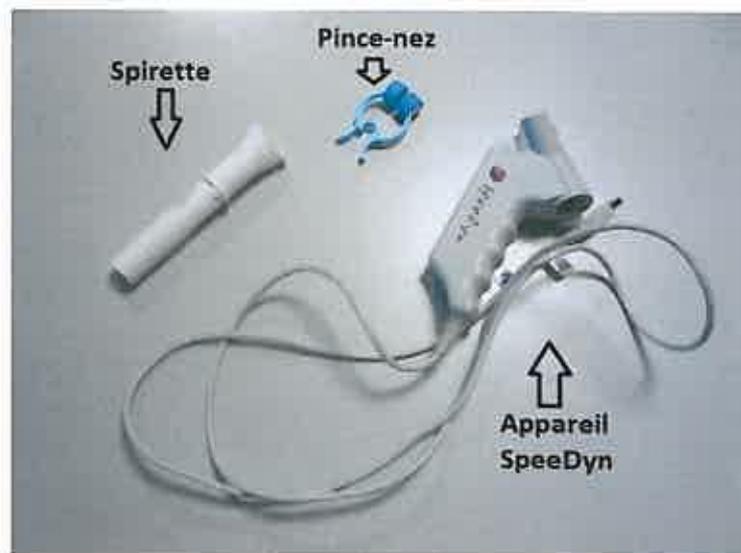


Figure 3 : Matériel utilisé pour les mesures

4.3. Méthode

Chaque personne remplit au préalable la fiche de renseignements [Annexe I]. Puis neuf mesures au total sont réalisées dans trois positions différentes.

Les mesures sont effectuées entre 9 h et 12 h ou entre 14 h et 18 h pour les raisons données dans les critères d'exclusion.

4.3.1. Description des positions

- Position 1 : Le sujet est assis le dos droit sur une chaise avec des accoudoirs, les pieds au sol, les bras relâchés sur les accoudoirs (fig. 4).
- Position 2 : Le sujet est en position demi-assise sur une table de massage, dont le dossier est incliné à 45°. La tête est à plat sur la table, les membres supérieurs sont relâchés le long du corps, les membres inférieurs sont dans le prolongement du tronc sans coussin (fig. 5).

- Position 3 : Le sujet est en décubitus dorsal strict, les membres supérieurs sont relâchés le long du corps, les membres inférieurs sont dans le prolongement du tronc (fig. 6).



Figure 4 : Position assise

Figure 5 : Position demi-assise



Figure 6 : Position décubitus

4.3.2. Déroulement du protocole

Après avoir rempli la fiche de renseignements, nous expliquons au patient le déroulement de la prise de mesures. Une fois que l'installation du sujet est correcte, nous lui mettons un pince-nez puis un embout buccal que nous tenons afin d'éviter toutes modifications de la position. Nous demandons au patient de fermer les yeux pour éviter qu'il regarde le tracé de la courbe des volumes sur l'écran, et ainsi éviter un biais.

Pour commencer, le sujet respire normalement dans l'embout, il effectue quatre V_t ; à la fin de la quatrième expiration, nous lui demandons d'effectuer une expiration maximale lente jusqu'au VR, suivi d'une inspiration jusqu'à la CPT, suivi d'une expiration normale passive (fig. 7).

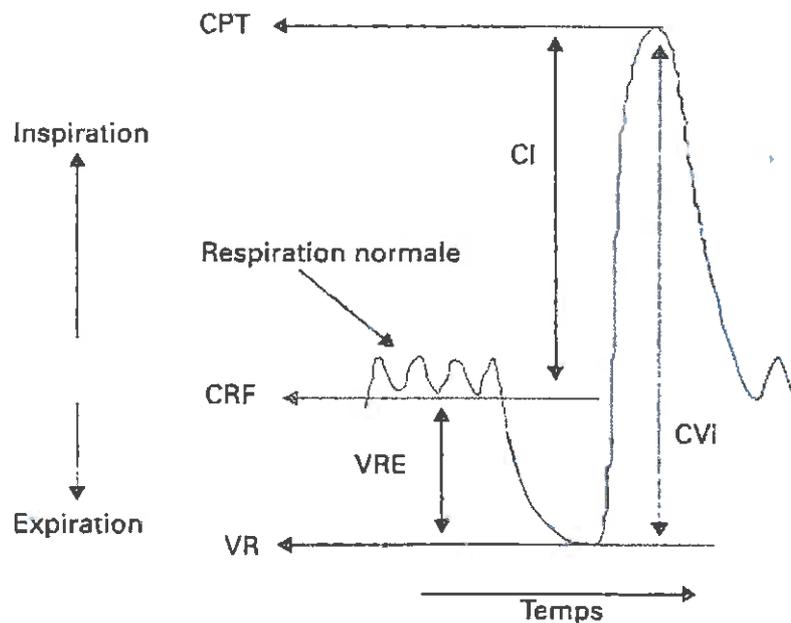


Figure 7 : Tracé d'un EFR [2]

Il faut obtenir un minimum de trois manœuvres de CV acceptables pour chaque position. Si la différence entre la valeur la plus élevée et la valeur la plus basse est supérieure à 0,150 litres, il faut effectuer des mesures supplémentaires conformément aux recommandations de l'*European Respiratory Journal* [2]. Sur les trois manœuvres acceptables, la valeur de la CV lente la plus élevée sera retenue ; pour la CI, la moyenne des trois manœuvres sera retenue. [2]

Entre chaque mesure, nous laissons au sujet une période de repos d'une minute.

Les consignes données au sujet sont :

- pour le Vt : «respirer dans l'embout normalement»,
- pour l'expiration totale à la fin du quatrième Vt : «soufflez à fond, videz les poumons entièrement»,
- pour l'inspiration maximale : «inspirez à fond, encore, encore, encore»,
- pour l'expiration passive : «soufflez normalement, relâchez vous».

Il est important d'être attentif aux compensations qui peuvent exister :

- les personnes doivent garder le dos droit ainsi que la tête, elles ne doivent ni s'enrouler en flexion lors de l'expiration, ni réaliser une extension du rachis lors de l'inspiration,
- elles ne doivent pas réaliser une antépulsion des épaules en expiration, ni une rétropulsion en inspiration,
- elles doivent garder les membres supérieurs et inférieurs fixes durant les mesures,
- elles doivent être les plus détendues possibles.

Les respirations maximales répétitives peuvent fatiguer le sujet. Les valeurs spirométriques dans la dernière position peuvent être diminuées mais sans que cela soit dû à la position elle-même. A l'inverse, certaines personnes ne sont pas au maximum de leur capacité au début, elles réalisent des volumes plus importants au fur et à mesure des prises de CVL par effet d'entraînement. Afin d'éviter ces biais, il faut faire en sorte que chaque position soit utilisée un nombre de fois égal en première, deuxième et troisième place pour exclure toute influence de l'ordre des positions dans les prises de mesure. Nous avons donc déterminé six ordres différents :

- Ordre A : mesures prises dans la position 1, puis la 2 puis la 3.
- Ordre B : mesures prises dans la position 2, puis la 3 puis la 1.
- Ordre C : mesures prises dans la position 3, puis la 2 puis la 1.
- Ordre D : mesures prises dans la position 1, puis la 3 puis la 2.
- Ordre E : mesures prises dans la position 2, puis la 1 puis la 3.
- Ordre F : mesures prises dans la position 3, puis la 1 puis la 2.

Le choix de l'ordre des positions est fait par tirage au sort pour éviter un biais.

4.4. Décontamination du matériel

Pour respecter les règles d'hygiène, nous mettons en place un protocole de désinfection des spirettes. Pour cela nous utilisons du Salvaniol pH10 qui est un détergent pré-désinfectant alcalin des instruments. Ce produit se dilue à 0,5 % soit 25mL de produit pour 5L d'eau. Nous laissons les spirettes tremper dans le produit pendant dix minutes puis nous rinçons abondamment à l'eau du robinet et nous laissons sécher sur un plan propre. Cette

opération peut être renouvelée trois fois sur les spirettes, donc chaque spirette peut être utilisée quatre fois.

Pour le pince-nez, nous utilisons un mouchoir en papier entre le pince-nez et le nez du sujet. Le pince-nez peut être utilisé autant de fois que nécessaire.

5. RESULTATS

5.1. Description de l'échantillon

Tableau I : Description des variables qualitatives

Variables	Paramètres de la variable	Nombre de sujets	Pourcentage
Sexe	Homme	28	46
	Femme	33	54
Fumeur		12	20
Sport		18	29.5
Type de respiration	Thoracique	15	25
	Abdominale	39	64
	En bloc	7	11
Heure de passage	Entre 9 et 12h	37	61
	Entre 14 et 18h	24	39
Ordre	A	9	14.8
	B	10	16.4
	C	12	19.7
	D	10	16.4
	E	10	16.4
	F	10	16.4

Les mesures ont été réalisées sur 61 personnes. Le tableau I présente les variables qualitatives de l'échantillon, le tableau II présente les variables quantitatives.

Le tableau Excel regroupant toutes les données des mesures se trouve en Annexe II.

Tableau II : Description des variables quantitatives

	Age (en année)	Poids (en kg)	Taille (en cm)	BMI
Moyenne	22,51	66,36	1,72	22,23
Ecart-type	2,08	12,79	0,09	2,67
Minimum	20	47	1,55	17,63
Maximum	30	106	1,9	29,89

5.2. Traitements statistiques

Le tableau III suivant présente les moyennes et écarts-types des différents paramètres respiratoires en fonction des différentes positions obtenus chez les hommes et chez les femmes. Les comparaisons entre les deux sexes, réalisées à l'aide du test paramétrique sur deux échantillons non appariés (le test de Student) mettent en évidence que les hommes ont des valeurs significativement plus importantes que les femmes pour l'ensemble des paramètres et positions.

Tableau III : Comparaison homme-femme

		HOMME		FEMME			
		Moyenne	Ec-Type	Moyenne	Ec-Type	Valeur t	p
CV	Assis	5,47	0,78	3,65	0,51	10,92	0,0000000
CV	Demi-assis	5,36	0,78	3,54	0,48	11,08	0,0000000
CV	Décubitus	5,24	0,68	3,53	0,47	11,50	0,0000000
VRE	Assis	2,28	0,51	1,42	0,34	7,90	0,0000000
VRE	Demi-assis	1,83	0,40	1,12	0,31	7,71	0,0000000
VRE	Décubitus	1,26	0,48	0,82	0,25	4,62	0,0000215
VRI	Assis	2,18	0,55	1,48	0,47	5,37	0,0000014
VRI	Demi-assis	2,61	0,57	1,71	0,50	6,61	0,0000000
VRI	Décubitus	3,05	0,74	1,95	0,52	6,81	0,0000000
VT	Assis	1,01	0,46	0,75	0,29	2,64	0,0105445
VT	Demi-assis	0,92	0,35	0,72	0,28	2,44	0,0175614
VT	Décubitus	0,94	0,34	0,77	0,27	2,06	0,0436272
CI	Assis	3,18	0,58	2,20	0,36	7,99	0,0000000
CI	Demi-assis	3,49	0,56	2,40	0,39	8,91	0,0000000
CI	Décubitus	3,93	0,69	2,69	0,40	8,74	0,0000000

Nous cherchons à savoir si la position dans laquelle le test a été réalisé (assis, demi-assis, décubitus) a une influence, autrement dit «un effet principal», sur les différents paramètres respiratoires. Pour cela, nous réalisons une analyse de variance (ANOVA) à mesures répétées pour chaque paramètre en intégrant ce paramètre «position». Sont considérées comme «différence significative» les valeurs de $P < 0,05$ et comme «tendance

significative» les valeurs de $P < 0,10$. Lorsque les résultats de l'ANOVA sont significatifs, indiquant que le facteur «position» a un effet principal sur le paramètre mesuré, des comparaisons post-hoc deux à deux sont réalisées à l'aide du test post-hoc HSD de Tukey, afin de comparer les trois positions entre elles (assis/demi-assis, assis/décubitus, demi-assis/décubitus).

Au préalable, nous cherchons à savoir si les variables indépendantes suivantes : sexe, fumeur, sports, et heure de passage ont une influence significative, autrement dit «un effet d'interaction», sur les volumes respiratoires en les intégrant dans l'ANOVA. Nos analyses montrent que seule la variable sexe a un effet d'interaction avec le VRE, VRI, Vt, CI ; par conséquent, les ANOVA à mesures répétées sont réalisées distinctement chez les femmes puis chez les hommes.

Les graphiques suivants illustrent les valeurs moyennes de chaque paramètre en fonction des trois positions chez les hommes (courbe bleue) et chez les femmes (courbe rose), les résultats de l'ANOVA et des comparaisons post-hoc.

Les résultats des ANOVA montrent un effet principal significatif du facteur «position» pour tous les volumes sauf pour le Vt.

Analyse de l'effet de la position sur la CV (fig. 8) :

Pour les hommes, les comparaisons post-hoc montrent que la CV est significativement plus faible en demi-assis (tendance significative $p=0,07$) et en position décubitus ($p<0,0002$) par rapport à la position assise, et que la CV en décubitus est plus faible qu'en demi-assis (tendance significative $p=0,07$).

Pour les femmes, la comparaison assis/demi-assis et assis/décubitus montre une différence significative, la CV est plus faible en décubitus ($p > 0,011$) et en demi-assis ($p = 0,024$) par rapport à la position assise. Il n'y a pas de différence significative entre la position demi-assis et décubitus.

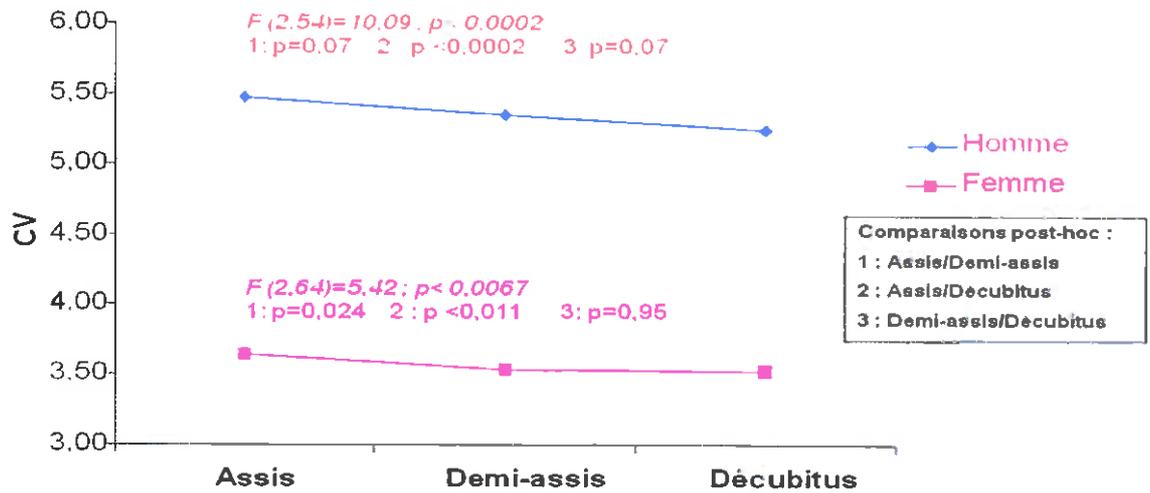


Figure 8 : Comparaisons post-hoc pour la CV

Analyse de l'effet de la position sur le VRE (fig. 9) :

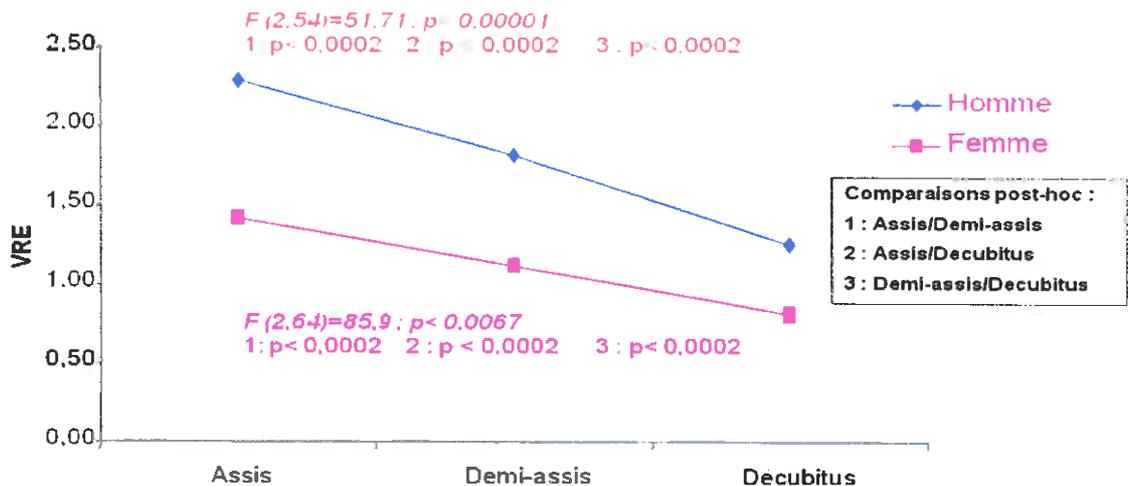


Figure 9 : Comparaisons post-hoc pour le VRE

Pour les hommes comme pour les femmes, les comparaisons post-hoc des VRE entre les positions assise/demi-assise, assise/décubitus, demi-assise/décubitus sont significatives. Le VRE obtenu en position assise est plus important que le VRE obtenu en demi-assis mais celui-ci est plus important que le VRE obtenu en décubitus.

Analyse de l'effet de la position sur le VRI (fig. 10) :

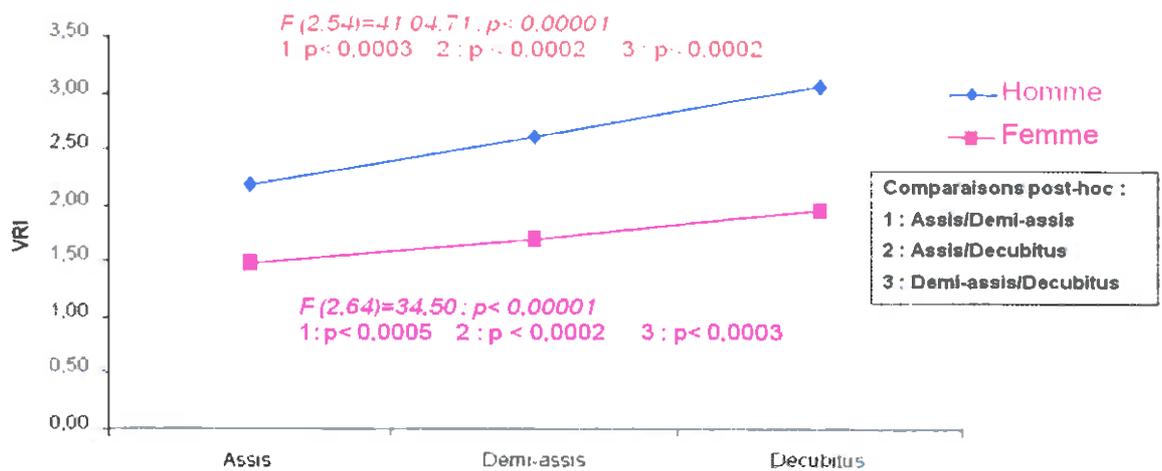


Figure 10 : Comparaisons post-hoc pour le VRI

Pour les hommes comme pour les femmes, les comparaisons post-hoc des VRI entre les positions assise/demi-assise, assise/décubitus, demi-assise/décubitus sont significatives. Le VRI obtenu en décubitus est plus important que le VRI obtenu en demi-assis mais celui-ci est plus important que le VRI obtenu assis.

Analyse de l'effet de la position sur le Vt (fig. 11) :

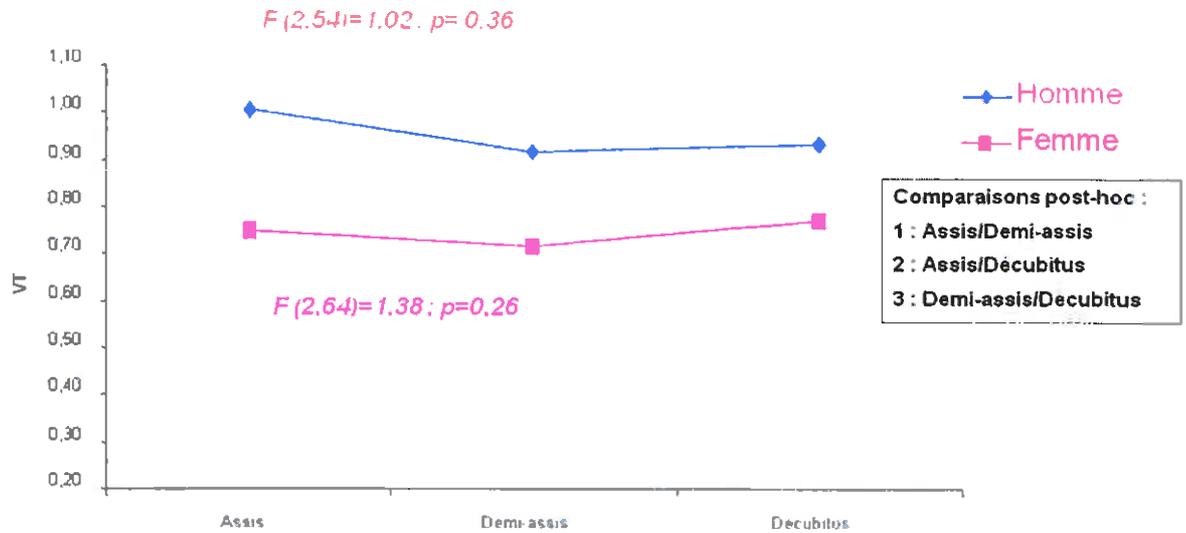


Figure 11 : Test ANOVA pour la Vt

Pour le paramètre Vt, l'ANOVA ne montre pas d'effet principal de la position. Les comparaisons post-hoc ne sont donc pas réalisées.

Analyse de l'effet de la position sur le CI (fig. 12) :

Pour les hommes comme pour les femmes, les comparaisons post-hoc des CI entre les positions assise/demi-assise, assise/décubitus, demi-assise/décubitus sont significatives. La CI obtenue en décubitus est plus importante que la CI obtenue en demi-assis mais celle-ci est plus importante que la CI obtenue assis.

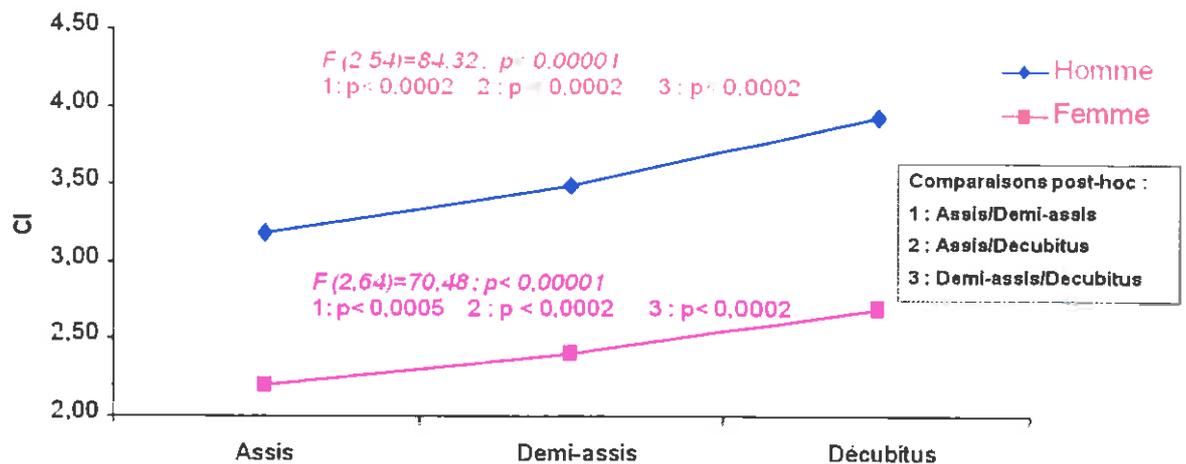


Figure 12 : Comparaison post-hoc pour la CI

6. DISCUSSION

6.1. Interprétation des résultats

Le traitement statistique des résultats montre que la CV est plus faible en décubitus qu'en position assise de 4,2% pour les hommes et de 3,3% pour les femmes. Dans la littérature, nous retrouvons les mêmes conclusions [7] [8] [14] [15] [16]. Dans un article de Mr FITTING [8], il est dit que pour un sujet sain la CV diminue de moins de 10%, et dans le livre *Maitriser les EFR* [14] il est dit que la CV diminue de moins de 5%.

Dans notre étude, nous trouvons que le VRE est plus faible en décubitus qu'en position assise de 44,8% pour les hommes et de 42,3% pour les femmes. Dans la littérature, nous retrouvons les mêmes conclusions [15] [16] [17] et dans une étude de Mr BEHRAKIS P. K. [17], il est trouvé que le VRE diminue de 50% entre la position assise et couchée.

Nous trouvons que le VRI est plus faible en position assise qu'en position décubitus de 29% chez les hommes et de 24,2% chez les femmes. Nous ne retrouvons pas dans la littérature, des études parlant du VRI chez le sujet sain.

Nous trouvons que la CI est plus faible en position assise qu'en position décubitus de 19,1% chez les hommes et de 18,3% chez les femmes. Nous ne retrouvons pas dans la littérature, des études parlant de la CI chez le sujet sain.

Les hypothèses que nous émettons face aux changements de volumes sont :

- en décubitus, la cage thoracique semble être en position expiratoire à cause de la pesanteur entraînant son affaissement. Assis, la cage thoracique semble être en position inspiratoire.
- Le diaphragme n'a pas la même hauteur à l'horizontale ou à la verticale. Debout ou assis, le diaphragme est en position basse due à l'action de trois forces. La première est la traction pulmonaire vers le haut (par la plèvre pariétale s'insérant sur les coupes diaphragmatiques), la deuxième est la traction vers le bas due à sa forme (sa position de raccourcissement étant en inspiration maximale), la troisième est la pression hydrostatique abdominale dirigée vers le bas en position debout. En décubitus, les deux premières tractions sont les mêmes mais la pression hydrostatique abdominale n'est plus dirigée en caudale mais en dorsale. Le diaphragme est en position haute. Pendant l'inspiration, le mouvement diaphragmatique (son amplitude de course musculaire) est plus important en décubitus, du fait de sa position haute, qu'assis [18].
- Quand nous sommes debout, la ventilation est hétérogène dans le poumon, les régions inférieures sont mieux ventilées que les sommets. En décubitus, la différence disparaît entre l'apex et le sommet ; par contre il y a apparition d'une légère différence de ventilation entre les zones dorsales et ventrales, les dorsales étant mieux ventilées. Cela est dû au poids du

poumon qui entraîne une différence de pression intra-pleurale, elle est plus élevée (moins négative) à la base qu'à l'apex. A la CRF la base est plus comprimée ; à l'inspiration elle se gonfle plus que la zone supérieure [12].

6.2. Intérêt dans la pratique courante

Nous allons voir les applications de cette étude sur les techniques de kinésithérapie respiratoire manuelle.

Tout d'abord récapitulons : en position assise, la CV et le VRE sont augmentés, la CI et le VRI sont diminués. En position décubitus, la CV et le VRE sont diminués, la CI et le VRI sont augmentés. Le Vt ne change pas suivant les positions.

La ventilation abdomino-diaphragmatique est une respiration abdominale faite à grand volume courant avec une expiration active. Cette technique se fait soit en décubitus soit légèrement redressée avec une détente de la paroi abdominale par flexion des membres inférieurs et détente des inspireurs accessoires par flexion de cou [9]. D'après les EMC, «la position du patient permet par le poids des viscères de varier la résistance opposée à l'abaissement du diaphragme» [19]. Cette technique associant des inspirations et des expirations amples, il serait judicieux de mettre le patient en position demi-assise d'après notre étude.

La ventilation dirigée est une technique qui associe une inspiration calme et non profonde avec une expiration active et de plus en plus profonde. La ventilation dirigée permet d'améliorer l'hématose en décalant le Vt dans le VRE, en augmentant le Vt et en diminuant la fréquence respiratoire [19]. D'après notre étude, il faudrait mettre le patient assis.

La spirométrie incitative est une technique utilisant un spiromètre incitatif qui permet au moyen d'un feedback visuel ou auditif de faire des inspirations maximales soutenues. Son but est d'amener le sujet à inspirer des volumes les plus grands possible proches de la CPT [20]. La spirométrie incitative permet d'augmenter les volumes inspiratoires donc la CI et le VRI. D'après DELGUSTE [20], le patient est préalablement placé en position demi-assise. D'après les conclusions de notre étude, il serait judicieux de faire cette technique en décubitus, la CI et le VRI étant augmentés dans cette position.

Les expansions costales sont des techniques qui interviennent lors de diminution de la mobilité costale. La cage thoracique étant moins mobile, les volumes pulmonaires sont moins importants. Cela entraîne un trouble ventilatoire restrictif. Les principes de ces techniques sont l'ouverture thoracique, le travail inspiratoire. D'après notre étude, pour travailler l'inspiration, il faudrait placer le sujet en décubitus.

Les techniques décrites précédemment sont les plus utilisées pour le traitement des troubles ventilatoires restrictifs [9]. De nombreuses techniques de kinésithérapie sont basées sur la variation des débits ventilatoires pour le traitement des troubles ventilatoires obstructifs comme le drainage autogène, les augmentations de flux expiratoire, la toux à glotte ouverte et fermée. Mais peu sont basées sur la variation des volumes. Pourtant si les volumes inspirés ne sont pas importants, il ne sera pas possible d'obtenir des débits suffisants.

6.3. Limites de l'étude

Les sujets étant des élèves de l'IFMK, nous avons recruté des personnes dont l'âge varie entre 20 et 30 ans. Il faudrait réaliser une étude similaire sur des enfants et des personnes plus âgées pour savoir si nous obtiendrions les mêmes résultats.

Nous n'avons pas obtenu assez de sujets fumeurs, sportifs, ou ayant une activité avec une répercussion sur les volumes pulmonaires pour savoir si ces paramètres ont un effet sur les volumes suivant les positions.

Concernant les conditions de réalisation de notre étude : nous avons essayé d'être le plus reproductible possible par rapport aux articles de l'*European Respiratory Journal* [2] [3]. Les mesures pour tous les individus ont été effectuées dans le même lieu, avec le même observateur, avec le même mode opératoire, avec les mêmes instruments de mesures.

Quant aux positions :

- nous avons choisi la position assise car c'est celle qui semble être la plus utilisée dans la pratique courante. Dans tous les articles trouvés sur la spirométrie, les auteurs précisent que le sujet se trouve soit assis soit debout [3] [9] [15]. D'après *General considerations for lung function testing* [3], «chez les sujets de poids normal, les valeurs obtenues sont généralement les mêmes que les tests soient pratiqués en position assise ou debout».
- Nous avons choisi la position demi-assise car c'est celle retrouvée le plus chez les patients hospitalisés.
- Nous avons choisi la position décubitus car c'est la position de repos chez le patient sain.

6.4. Les biais de l'étude

Pour mesurer la CV lente, il est recommandé de ne pas faire plus de quatre manœuvres à la suite [2]. Dans notre étude, les sujets effectuent neuf à douze manœuvres à la suite. Cela peut induire une baisse des volumes au fur et à mesure des manœuvres à cause de la fatigue

provoquée par la répétition. Pour éviter ce biais, nous déterminons six ordres pour que chaque position soit utilisée un nombre de fois à peu près égal en première, deuxième et troisième position. Le choix de l'ordre des positions se fait par tirage au sort. Pour avoir un nombre égal dans chaque groupe, à chaque tirage un ordre est enlevé. En conséquence les groupes ne sont pas faits selon une vraie randomisation, ce qui peut induire un biais de sélection.

Un autre biais dans l'étude est qu'avec le SpeeDyn VK® nous ne pouvons pas évaluer les fuites autour de l'embout contrairement aux mesures prises dans une cabine de pléthysmographie.

6.5. Difficultés rencontrées

L'étude a rencontré des difficultés à différents degrés.

La principale a été le recrutement des personnes saines au sein de l'école : nous devions recruter un grand nombre de sujets sur un temps imparti relativement court (dû aux stages, aux heures de cours, aux horaires de prise de mesure...). De plus, le temps de prise de mesure étant relativement long, entre 25 et 45 minutes, certaines personnes étaient réticentes pour participer à cette étude. Aussi, les mesures étant prises lors des mois de novembre et décembre, de nombreuses personnes étaient malades, et nous devions attendre deux semaines qu'elles soient totalement guéries avant de pouvoir les mesurer.

Une autre difficulté a été que pour chaque position, nous avons dû obtenir trois manœuvres de CV acceptables, donc un minimum de neuf manœuvres. Ces trois manœuvres acceptables ont été difficiles à obtenir chez un certain nombre de sujets. Nous n'avons pas dépassé le maximum de quatre mesures par position pour ne pas induire une trop grande fatigue chez le sujet. Si après quatre manœuvres de CV, nous n'avons pas obtenu trois

manœuvres de CV acceptables, nous sommes passés à la position suivante, mais le sujet a quand même été inclus dans l'étude.

Une autre difficulté a été d'éviter les compensations des sujets tout en contrôlant l'écran du spiromètre, en veillant à ce qu'il n'y ait pas fuite autour de l'embout, et en veillant à ce que le sujet fasse bien une inspiration et une expiration complète.

7. CONCLUSION

Notre but était de prouver qu'il existait une variation entre les volumes pulmonaires mesurés sur un sujet assis, demi-assis et décubitus. Assis, la CV et le VRE sont augmentés, la CI et le VRI sont diminués. En décubitus, la CV et le VRE sont diminués, la CI et le VRI sont augmentés. La position demi-assise est une position intermédiaire. Le V_t ne change pas suivant les positions.

Suite à ces résultats trouvés sur un petit échantillon de sujets sains, il faudrait vérifier nos résultats sur un plus grand échantillon. Par ailleurs, notre étude s'est faite sur une population avec la même tranche d'âge, il serait également intéressant de la faire sur une population avec des âges différents.

Aussi, nous constatons que nos résultats correspondent à ceux retrouvés dans la littérature, mais nous n'avons trouvé aucun article concernant le VRI et la CI. De nombreuses techniques de kinésithérapie sont basées sur la variation des débits ventilatoires pour le traitement des syndromes obstructifs, mais peu sont basées sur la variation de volume pour le traitement des syndromes restrictifs. Pour permettre d'améliorer leur prise en charge, des recherches plus approfondies pourraient s'intéresser au VRI et à la CI.

Enfin, des études pourraient être faites sur des sportifs, des chanteurs ou des musiciens jouant un instrument à vent. Ces différentes activités nécessitent de grands volumes pulmonaires. Des recherches pourraient permettre d'améliorer leur entraînement respectif.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. **REYCHLER G., ROESELER J., DELGUSTE P.** - Kinésithérapie respiratoire. - 2^{ème} édition. - Issy-les-Moulineaux : Elsevier, 2008. - 300 p.
- [2]. **MILLER MR., CRAPO R., HANKINSON J., BRUSASCO V., BURGOS F., CASABURI R., COATES A., ENRIGHT P., VAN DER GRINTEN CP., GUSTAFSSON P., JENSEN R., JOHNSON DC., MacINTYRE N., McKAY R., NAVAJAS D., PEDERSEN OF., PELLEGRINO R., VIEGI G., WANGER J.** - Standardisation of spirometry. - European Respiratory Journal, 2005, 26, p. 319 - 338.
- [3]. **MILLER MR., CRAPO R., HANKINSON J., BRUSASCO V., BURGOS F., CASABURI R., COATES A., ENRIGHT P., VAN DER GRINTEN CP., GUSTAFSSON P., JENSEN R., JOHNSON DC., MacINTYRE N., McKAY R., NAVAJAS D., PEDERSEN OF., PELLEGRINO R., VIEGI G., WANGER J.** - General considerations for lung function testing. - European Respiratory Journal, 2005, 26, p. 153 - 161.
- [4]. **BINET A., SUN L., LE MASSON P.** - Décubitus ventral et kinésithérapie en réanimation. - Kinésithérapie Scientifique, 2004, n° 440, p 33 - 37.
- [5]. **TALWAR A., SOOD S., SETHI J.** - Effect of body posture on dynamic lung functions in young non-obese Indian subjects. - Indian J Med Sci, 2002, volume 56, n° 12, p 607 - 612.

[6]. **MARTINEZ O., NIN N., ESTEBAN A.** - Prone Position for the Treatment of Acute Respiratory Distress Syndrome : A Review of Current Literature. - Arch Bronconeumol, 2009, volume 45, n° 6, p. 291 - 296.

[7]. **IBAÑEZ JUVE J., GARCIA MORIS S., MARSE MILLA P., ABIZANDA CAMPOS R., FIOL SALA M., ABADAL CENTELLAS JM.** - Pulmonary function differences in healthy subjects according to postural changes. -, Med Clin (Barc), 1979, 73(4), p. 149 - 152.

[8]. **FITTING JW.** - Techniques d'évaluation de la force des muscles respiratoires - Kinésithérapie la revue, 2009, n° 94, p. 23 - 28.

[9]. **ANTONELLO M., DELPLANQUE D.** - Comprendre la kinésithérapie respiratoire : du diagnostic au projet thérapeutique. - 2^{ème} édition. - Paris : Masson, 2004. - 315 p.

[10]. **ROUVIERE H., DELMAS A.** - Anatomie humaine : descriptive, topographie et fonctionnelle Tome 2 : Tronc. - Paris : Masson, 2002. - 725 p.

[11]. **DUFOUR M.** - Anatomie de l'appareil locomoteur : Tome 3 Tête et tronc. - 2^{ème} édition. - Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2007. - 369p.

[12]. **WEST J.** - La physiologie respiratoire. - 6^{ème} édition. - Canada, Edisem Maloine, 2003. - 221 p.

[13]. **PELLEGRINO R., VIEGI G., BRUSASCO V., CRAPO R., BURGOS F., CASABURI R., COATES A., VAN DER GRINTEN CP., GUSTAFSSON P., HANKINSON J., JENSEN R., JOHNSON DC., MacINTYRE N., McKAY R., MILLER**

MR., NAVAJAS D., PEDERSEN OF., WANGER J. - Standardisation of the measurement of lung volumes. - European Respiratory Journal, 2005, 26, p. 511 - 522.

[14]. **DAKIN J., KOURTELI E., WINTER R.** - Maitriser les épreuves fonctionnelles respiratoires de la théorie à la clinique. - Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2007. - 164 p.

[15]. **WEITZENBLUM E.** - L'exploration fonctionnelle respiratoire en pneumologie. - Paris : Margaux Orange, 2004. - 315p.

[16]. **GOULOIS T., REMONDIERE R.** - Influence de la posture sur les volumes et les débits pulmonaire. - Annales de kinésithérapie, 1985, tome 12, n° 10, p. 483 - 485.

[17]. **BEHRAKIS PK., BAYDUR A., JAEGER MJ., MILIC-EMILI J.** - Lung mechanics in sitting and horizontal body position. - Chest, 1983, 83, p. 643 - 646.

[18]. **MACCAGNO A-L.** - Rééducation respiratoire : La kinésiologie respiratoire. - 3^{ème} édition. - Paris : Masson, 1976. - 237 p. - collection de rééducation fonctionnelle et de réadaptation.

[19]. **ANTONELLO M., DELPLANQUE D., SELLERON B.** - Kinésithérapie respiratoire : démarche diagnostique, techniques d'évaluation, techniques kinésithérapiques. - Encycl. Med. Chir., Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-500-C-10, 2003, 24 p.

[20]. **DELGUSTE P.** - Indication, limites et modalités d'application de la spirométrie incitative. - SOCIETE DE REANIMATION DE LA LANGUE FRANCAISE. - Actualités en kinésithérapie de réanimation. - Paris : Elsevier, 2003. - p. 48 à 53.

Pour en savoir plus :

<http://www.mapar.org/article/communications.php?champs=annee&clef=2008>

RICHARD J-C., BEDUNEAU G. - Position demi assise du malade au cours du SDRA. -
MAPAR édition, 2008 - p 639 - 643.

ANNEXES

ANNEXE I : Fiche de recueil des données

Ordre des positions : A B C D E F

N°

Questionnaire

Sexe : Féminin Masculin

Age : années Poids : Kg Taille : cm

Fumeur : Oui Non Si oui, consommation en paquets/année :

Antécédents respiratoires : Oui Non Si oui, le(s)quel(s) ? (asthme, pneumothorax, ...)

Antécédents cardiaques : Oui Non Si oui, le(s)quel(s) ? (arythmie, ...)

Antécédents rachidiens ou thoraciques : Oui Non Si oui, le(s)quel(s) ? (scoliose, cyphose, ...)

Avez-vous des douleurs au niveau du thorax ou de l'abdomen ? Oui Non

Avez-vous des douleurs au niveau de la bouche ou de la face exacerbées par la mise en bouche de l'embout buccal ? Oui Non

Actuellement, êtes-vous malade ou avez-vous eu récemment une maladie telle qu'une rhinite, une bronchite ou un rhume ? Oui Non

Actuellement, suivez-vous un traitement médicamenteux ? Oui Non Si oui, le(s)quel(s) ?

Loisirs : (chant, instrument à vent, ...)

Sports : Oui Non Si oui, le(s)quel(s) et nombre heure/semaine ?

Sujet inclus : Oui Non

Type de ventilation du sujet : Thoracique Abdominale En bloc Paradoxe

**ANNEXES II : Tableau Excel comportant
toutes les données recueillies et sa légende**

Légende du tableau Excel de recueil des données

- Sexe : Homme = 1, Femme = 2.
- Age : en années.
- Poids : en kilogramme.
- Taille : en centimètre.
- BMI (Body Masse Indice = Indice de Masse corporelle) : $\text{Poids} / (\text{Taille} * \text{Taille})$.
- Fumeur : oui = 1, non = 0.
- Loisir : oui = 1, non = 0.
- Sport : oui = 1, non = 0.
- Ventilation : thoracique = 0, abdominale = 1, en bloc = 2, paradoxale = 3.
- Ordre : de A à F.
- Volume : en Litre.
- Heure de passage : de 9 à 12h = 0, de 14 à 18h = 1.

N° anonymat	Sexe	Age	Poids	Taille	BMI	Fumeur	Paquet/Année	Loisirs	h/sem	Sport	h/sem	Ventilation	heure de passaj	Ordre	Position I CV
1	2	23	57	1,66	20,6851502	0	0	0	0	1	8	1	1	B	3,58
2	2	24	49	1,57	19,8791026	0	0	0	0	1	4	1	1	E	3,36
3	1	21	75	1,85	21,9138057	0	0	0	0	1	3	1	0	D	4,86
4	1	21	73	1,77	23,3010948	0	0	0	0	1	5	2	0	A	4,98
5	2	21	63	1,74	20,8085612	0	0	0	0	1	1,5	1	0	A	4,01
6	1	21	99	1,82	29,8876947	0	0	0	0	0	0	1	0	B	5,05
7	1	21	72	1,7	24,9134948	1	0,6	0	0	0	0	1	0	B	5,02
8	1	24	69	1,76	22,2753099	0	0	0	0	1	5	1	0	F	6,67
9	2	21	80	1,7	27,6816609	1	0,5	0	0	1	1	1	0	B	4,85
10	1	21	66	1,77	21,0667433	0	0	0	0	1	3	1	1	F	3,98
11	1	22	73	1,86	21,1007053	1	1,5	0	0	0	0	1	1	E	6,31
12	2	24	65	1,55	27,0551509	0	0	0	0	1	2	0	1	B	3,62
13	2	21	58	1,62	22,1002896	1	2	0	0	0	0	1	1	E	3,01
14	1	22	77	1,8	23,7654321	1	3	0	0	1	3	1	1	B	4,86
15	1	22	70	1,75	22,8571429	0	0	0	0	1	3	1	1	F	4,44
17	1	20	72	1,78	22,7244035	0	0	0	0	1	8	2	1	C	5,51
18	2	24	52	1,55	21,6441207	0	0	0	0	1	3	1	1	F	3,38
19	2	30	75	1,7	24,9515571	0	0	1	2	0	0	1	1	C	3,69
20	2	22	53	1,6	20,703125	0	0	0	0	0	0	0	0	C	3,19
21	2	23	59	1,67	21,1552942	0	0	0	0	1	1	2	0	C	3,45
22	2	22	52	1,59	20,5688066	0	0	0	0	0	0	0	0	D	2,68
23	2	22	59	1,65	21,671258	0	0	0	0	1	4	1	0	D	2,93
24	1	22	60	1,69	21,0076678	0	0	0	0	1	1,5	1	0	D	4,77
25	2	22	50	1,58	20,0288415	0	0	0	0	0	0	0	0	A	3,58
26	2	20	51	1,65	18,7327824	0	0	0	0	0	0	1	0	E	3,58
27	1	22	63	1,78	19,883853	0	0	0	0	1	3	1	0	C	4,33
28	2	22	52	1,64	19,3337299	0	0	0	0	0	0	0	0	E	3,14
29	1	21	60	1,69	21,0076678	0	0	0	0	0	0	0	1	E	4,16
30	1	23	73	1,85	21,3294375	0	0	0	0	1	4	1	1	F	4,82
31	2	22	53	1,68	18,7783447	1	1,05	0	0	0	0	1	0	D	3,45
32	1	24	63	1,74	20,8085612	0	0	0	0	1	2	0	0	A	4,39
33	1	21	83	1,86	23,9912129	0	0	0	0	1	8	1	0	A	5,64
34	1	22	75	1,78	23,6712536	0	0	0	0	1	6	1	0	A	4,96
35	2	22	63	1,68	22,3214286	1	0,5	0	0	1	2	1	0	F	3,55
36	2	21	58	1,65	21,3039486	0	0	1	0,5	0	0	1	0	A	3,47
37	2	23	63	1,73	21,0498179	0	0	0	0	0	0	1	1	C	3,76
38	1	22	73	1,82	22,0384012	1	2,5	0	0	0	0	2	1	A	6,27
39	1	22	92	1,84	27,173913	0	0	0	0	0	0	1	0	B	7,17
40	2	22	55	1,64	20,4491374	0	0	0	0	1	3	0	0	F	3,99
41	1	22	76	1,75	24,8163265	0	0	0	0	1	1	1	1	C	4,87
42	1	21	75	1,85	21,9138057	0	0	0	0	1	2	2	1	D	6,79
43	1	25	77	1,8	23,7654321	0	0	1	2	1	2	1	1	D	5,66
44	1	23	91	1,82	27,4725275	0	0	0	0	1	2	1	1	F	6

N° anonymat

Position I CV

	Position 1 VRE	Position 1 VRI	Position 1 Vi	Position 1 CI	Position 2 CV	Position 2 VRE	Position 2 VRI	Position 2 Vi	Position 2 CI	Position 3 CV	Position 3 VRE	Position 3 VRI	Position 3 Vi	Position 3 CI
1,2	1,99	0,4	2,38	3,41	1,09	1,96	0,37	2,32	3,26	0,46	2,38	0,41	2,8	
0,97	1,83	0,56	2,39	3,32	0,6	2,05	0,68	2,72	3,08	0,19	2,22	0,67	2,88	
2,69	1,38	0,78	2,16	4,92	1,69	2,13	1,1	3,23	4,59	1,88	1,78	0,93	2,71	
2,09	1,88	1,02	2,89	4,67	1,34	2,39	0,94	3,34	4,71	0,88	2,82	1,02	3,84	
1,69	1,94	0,38	2,32	3,79	0,99	2,16	0,64	2,81	3,93	0,84	2,48	0,61	3,09	
1,3	3,14	0,61	3,74	4,91	1,58	2,77	0,56	3,33	4,62	0,13	3,77	0,73	4,49	
2,,27	2,24	0,51	2,75	4,9	1,63	2,78	0,5	3,28	4,76	0,81	3,28	0,68	3,95	
3,16	2,87	0,64	3,51	6,51	2,06	3,35	1,11	4,45	6,14	1,84	3,79	0,51	4,3	
2,55	1,45	0,86	2,3	4,3	1,45	2,05	0,81	2,86	4,18	1,12	2,29	0,77	3,07	
1,21	2,14	0,63	2,78	4,04	1,77	1,42	0,85	2,27	3,67	1,14	1,94	0,59	2,53	
3,41	2,14	0,75	2,9	5,46	2,1	2,63	0,74	3,36	5,42	1,29	3,56	0,57	4,13	
1,02	2,01	0,58	2,6	3,72	0,93	1,98	0,82	2,8	3,55	0,44	2,34	0,77	3,11	
1,3	1,16	0,54	1,71	3,16	1,22	1,23	0,71	1,94	3,25	0,87	1,8	0,58	2,38	
2,03	2,37	0,47	2,83	5,03	1,41	3,27	0,35	3,62	4,86	0,75	3,69	0,42	4,11	
1,74	1,29	1,41	2,7	4,36	1,29	2,61	0,46	3,07	4,33	1,09	2,51	0,73	3,24	
2,03	1,97	1,52	3,48	5,86	2,18	2,56	1,13	3,68	5,64	1,93	2,45	1,26	3,71	
0,97	1,87	0,55	2,41	3,4	0,56	2,34	0,5	2,84	3,32	0,38	2,3	0,64	2,94	
1,32	1,32	1,06	2,38	3,95	0,71	2,21	1,02	3,24	3,84	0,52	2,39	0,93	3,32	
1,21	1,47	0,51	1,98	3,04	1,04	1,66	0,34	2	3,03	1,03	1,41	0,58	2	
0,99	1	1,47	2,46	3,11	0,89	0,69	1,52	2,21	3,31	0,91	0,87	1,53	2,4	
1,06	0,74	0,88	1,62	2,65	0,98	0,9	0,77	1,67	2,62	0,75	1,17	0,7	1,87	
1,26	0,75	0,92	1,67	2,85	0,95	1,13	0,77	1,9	3	0,7	1,62	0,69	2,3	
1,85	1,96	0,96	2,92	4,82	1,52	2,13	1,17	3,3	4,79	1,02	2,73	1,04	3,77	
1,14	1,79	0,64	2,43	3,55	1,13	1,88	0,54	2,42	3,4	0,75	1,94	0,71	2,65	
1,58	1,48	0,52	2	3,66	1,33	1,61	0,73	2,34	3,64	1,14	1,69	0,81	2,5	
1,67	1,64	1,01	2,65	4,27	1,57	1,68	1,02	2,7	4,31	1,54	1,84	0,94	2,77	
1,17	0,72	1,25	1,97	2,79	0,79	0,66	1,35	2,01	2,91	0,6	1,06	1,25	2,32	
1,75	1,66	0,75	2,41	4,19	1,55	1,96	0,69	2,64	4,12	1,05	2,35	0,72	3,07	
1,8	2,34	0,69	3,02	4,68	1,63	2,19	0,86	3,05	4,79	1,46	2,82	0,52	3,34	
1,49	1,18	0,78	1,96	3,63	1,21	1,64	0,78	2,42	3,41	1,11	1,68	0,63	2,31	
1,99	1	1,4	2,4	4,33	1,43	1,96	0,94	2,89	4,4	1,17	1,7	1,52	3,22	
2,42	2,35	0,87	3,21	5,59	2,04	2,63	0,93	3,55	5,46	1,61	2,98	0,87	3,85	
2,73	1,78	0,44	2,23	4,73	1,86	2,3	0,57	2,88	4,48	1,08	2,82	0,58	3,4	
1,22	1,45	0,88	2,33	3,3	0,95	1,67	0,68	2,35	3,4	0,63	1,88	0,89	2,78	
1,23	1,16	1,08	2,24	3,63	1,26	1,13	1,25	2,37	3,77	0,69	1,99	1,09	3,08	
1,7	1,45	0,62	2,06	3,86	1,64	1,61	0,62	2,22	3,73	1,06	1,99	0,69	2,67	
2,79	2,32	1,17	3,48	6,07	2,39	2,98	0,69	3,68	6,05	2,04	3,02	1	4,01	
2,11	2,81	2,26	5,06	7,58	1,91	4,36	1,31	5,66	6,93	0,96	4,47	1,5	5,97	
1,71	1,6	0,69	2,29	3,81	1,19	2,11	0,51	2,62	3,55	1,07	1,75	0,74	2,48	
1,5	2,29	1,09	3,37	4,56	1,09	2,51	0,97	3,47	5,18	2,2	1,55	1,43	2,98	
3,26	2,53	1,01	3,54	6,27	2,25	2,58	1,44	4,02	6,56	1,37	3,52	1,67	5,2	
2,44	1,7	1,52	3,22	5,52	2,18	2,41	0,93	3,34	5,4	1,23	3,27	0,9	4,18	
2,49	2,76	0,75	3,51	6,09	2,18	2,65	1,25	3,91	5,92	1,25	3,83	0,85	4,68	

2,66	1,41	2	3,41	6,11	2,98	2,28	0,85	3,13	5,41	0,71	3,53	1,17	4,7
0,94	0,81	1,43	2,24	3,15	0,93	1,45	0,78	2,22	3,03	0,55	0,85	1,63	2,48
1,64	1,04	0,94	1,99	3,61	1,45	1,25	0,91	2,16	3,47	0,88	1,78	0,8	2,59
1,63	2,39	0,64	3,04	3,67	1,25	1,86	0,57	2,42	4,55	0,99	2,99	0,57	3,57
1,77	1,62	0,34	1,97	3,57	1,24	1,97	0,36	2,33	3,48	0,88	2,04	0,56	2,6
1,75	1,49	1,14	2,63	4,44	1,86	1,83	0,75	2,58	4,29	1,25	2,26	0,78	3,04
1,41	0,95	0,99	1,94	3,39	1,13	1,23	1,03	2,27	3,48	0,87	1,67	0,94	2,61
1,75	2,38	0,63	3,01	4,74	1,22	2,84	0,69	3,53	4,66	0,88	3,13	0,65	3,78
1,77	1,07	0,38	1,45	2,89	1,06	1,51	0,32	1,83	3,06	0,83	1,83	0,4	2,22
1,54	1,14	0,77	1,91	3,28	0,93	1,78	0,56	2,35	3,2	0,76	1,54	0,89	2,43
2,49	2,95	0,74	3,69	5,62	1,7	3,02	0,9	3,92	5,65	1,38	3,45	0,82	4,27
2,2	2	1,5	3,49	5,54	2,02	1,54	1,98	3,52	5,32	1,35	2,61	1,37	3,97
2,26	2,89	1,18	4,07	6,23	1,89	3,15	1,18	4,34	5,97	0,86	3,99	1,12	5,11
1,23	1,77	0,51	2,28	3,37	0,94	2,02	0,41	2,43	3,38	0,63	2,29	0,46	2,74
2,05	2,62	0,59	3,21	4,9	1,38	3,19	0,32	3,52	4,89	0,54	3,82	0,53	4,35
1,61	1,96	0,49	2,44	3,69	0,72	2,52	0,45	2,97	4,04	0,94	2,31	0,8	3,11
2,22	2,52	0,81	3,32	5,59	1,8	2,99	0,79	3,79	5,29	1,56	2,84	0,89	3,73
2,27	1,84	0,54	2,38	4,85	2	2,11	0,74	2,85	4,93	1,25	3,08	0,61	3,68

**ANNEXE III : Autorisation de reproduction et
de représentation de photographie**

Autorisation de reproduction et de représentation de photographie

Je soussigné(e) JACQUEMIN ELODIE

Demeurant 165 rue du petit gnas 55 800 Nancy ss Montfont

Autorise Mlle Elise LAMBIN à me photographier et/ou me filmer ce jour.

En conséquence de quoi et conformément aux dispositions relatives au droit à l'image et au droit du nom, j'autorise Mlle Elise LAMBIN à fixer, à reproduire et à communiquer au public les images prises dans le cadre de la présente.

Les images pourront être exploitées et utilisées par Mlle Elise LAMBIN sous toutes formes et tous supports que ce soient concernant son mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute 2010-2011.

Fait à Nancy, le 19/04/11

Signature : 