

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

**INFLUENCE DU CHANT CHORAL SUR LA CAPACITE
VITALE D'UNE POPULATION SAIN.**

Rapport de travail écrit personnel présenté par
Nathalie ZBOGAR étudiante en 3^{ème} année de
kinésithérapie en vue de l'obtention du
diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute
2008-2009

SOMMAIRE

Page :

RESUME

1. INTRODUCTION.....	1
2. LA PHYSIOLOGIE PHONATOIRE.....	2
2.1. L'appareil respiratoire : la soufflerie.....	3
2.1.1. <u>Les volumes pulmonaires</u>	3
2.1.2. <u>Les muscles inspireurs</u>	4
2.1.3. <u>Les muscles expirateurs</u>	5
2.1.4. <u>La physiologie respiratoire</u>	7
2.2. L'appareil phonateur : le larynx et les cordes vocales.....	8
2.2.1. <u>Anatomie du larynx</u>	9
2.2.2. <u>Les ligaments et membranes</u>	9
2.2.3. <u>La musculature</u>	10
2.2.4. <u>La biomécanique</u>	11
2.3. L'appareil résonateurs : les cavités sous glottiques.....	11
2.3.1. <u>Le pharynx</u>	12
2.3.2. <u>La cavité buccale</u>	12

3. MATERIEL ET METHODE.....	13
3.1. Population.....	13
3.1.1. <u>Les critères d'inclusion</u>	13
3.1.2. <u>Les critères d'exclusion</u>	14
3.2. Matériel.....	16
3.3. Méthode.....	17
3.3.1. <u>Protocole d'hygiène</u>	17
3.3.2. <u>Méthodologie</u>	18
3.3.2.1. <i>Les conditions d'acquisition</i>	18
3.3.2.2. <i>Le protocole</i>	19
4. RESULTATS.....	21
4.1. Etude statistique.....	21
4.2. Discussion des résultats.....	23
5. DISCUSSION.....	24
5.1. Influence du chant sur la capacité vitale	24
5.2. Intérêt kinésithérapique de cette étude	26
5.3. Les limites de cette étude.....	29
6. CONCLUSION	30

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME :

Le but de cette étude est d'observer les effets du chant sur la capacité vitale.

Pour cela nous effectuons un examen de la fonction respiratoire sur une population de 42 choristes chantant depuis au moins 2 ans à raison de 2 heures minimum par semaine et une population de 41 non choristes.

Nous excluons toutes les personnes présentant une déformation thoracique, une déficience pulmonaire, mais aussi les fumeuses, sportives, instrumentistes à vent, travailleuses pouvant être en contact avec poussières, amiante..., ou celle ayant eu des cours de chant.

Nous mesurons les capacités vitales grâce au spiromètre Easyone™.

Nous comparons ensuite les capacités vitales des 2 populations et nous obtenons une différence significative. Celle des choristes est augmentée de 15,15% par rapport aux non choristes.

Ces résultats pourraient être expliqués par un meilleur recrutement des muscles respiratoires, une meilleure souplesse costale, ou, par une levée des micro-atélectasies chez les choristes.

Nous pourrions donc envisager de conseiller le chant à une population saine ayant besoin de développer leur capacité vitale telle que les personnes âgées, les patients en pré opératoire, les obèses, les femmes enceintes, ou même dans certains cas en post opératoire.

Mots clés : capacité vitale, chant, conseil d'hygiène de vie.

1. INTRODUCTION

Plusieurs études montrent que chanter améliore la mémoire, ce qui peut être utile pour certains malades, par exemple, ceux touchés par la maladie d'Alzheimer (10-25). Chez les femmes enceintes, le chant prénatal peut permettre de recruter des territoires pulmonaires restés inexploités jusqu'alors et donc de réduire la sensation d'essoufflement (3). Par ailleurs, la musicologie commence à être reconnue dans les centres hospitaliers, et en particulier dans les longs séjours, pour ses effets positifs sur le moral des malades (18). Enfin, on reconnaît fréquemment que la physiologie du chant a des vertus thérapeutiques telles que, le développement d'une maîtrise de la respiration, de la déglutition, et de l'articulation, et tonifie le diaphragme ainsi que la posture corporelle.

Qu'en est-il concrètement ? Est-ce que le chant, pratiqué sans avoir appris de technique de respiration particulière, juste par plaisir, peut améliorer la physiologie respiratoire ?

Des études récentes montrent que lors du chant les pressions intra pulmonaires augmentent et que les chanteurs professionnels savent utiliser indépendamment leurs muscles thoraciques et abdominaux ce qui prolonge l'expiration. Cela pourrait être utile dans certaines pathologies, mais avant de conseiller cette activité aux patients, observons ses effets sur les volumes respiratoires.

Nous supposons que chanter produit le même effet que de jouer d'un instrument à vent. Des travaux montrent que les Capacités Vitales et/ou Volumes Expiratoires Maximum Seconde sont plus élevés chez les instrumentistes à vent de la famille des cuivres que chez les non musiciens. Une autre étude démontre au contraire que la pratique du hautbois diminue la capacité vitale par rapport aux non musiciens. Une troisième étude quant à elle, prouve qu'il

n'y a pas de différence significative entre les volumes pulmonaires des chanteurs lyriques, des musiciens et des instrumentistes à vent. (12)

Nous pouvons alors nous demander quel est l'effet réel de la pratique du chant sur les volumes pulmonaires mobilisables.

Pour cela, comparons la capacité vitale d'une population chantante et d'une population non chantante au repos à l'aide du spiromètre Easyone TM. Ainsi, nous pourrions voir si le chant amateur peut vraiment avoir une action bénéfique pour les volumes pulmonaires.

2. LA PHYSIOLOGIE DE LA PHONATION.

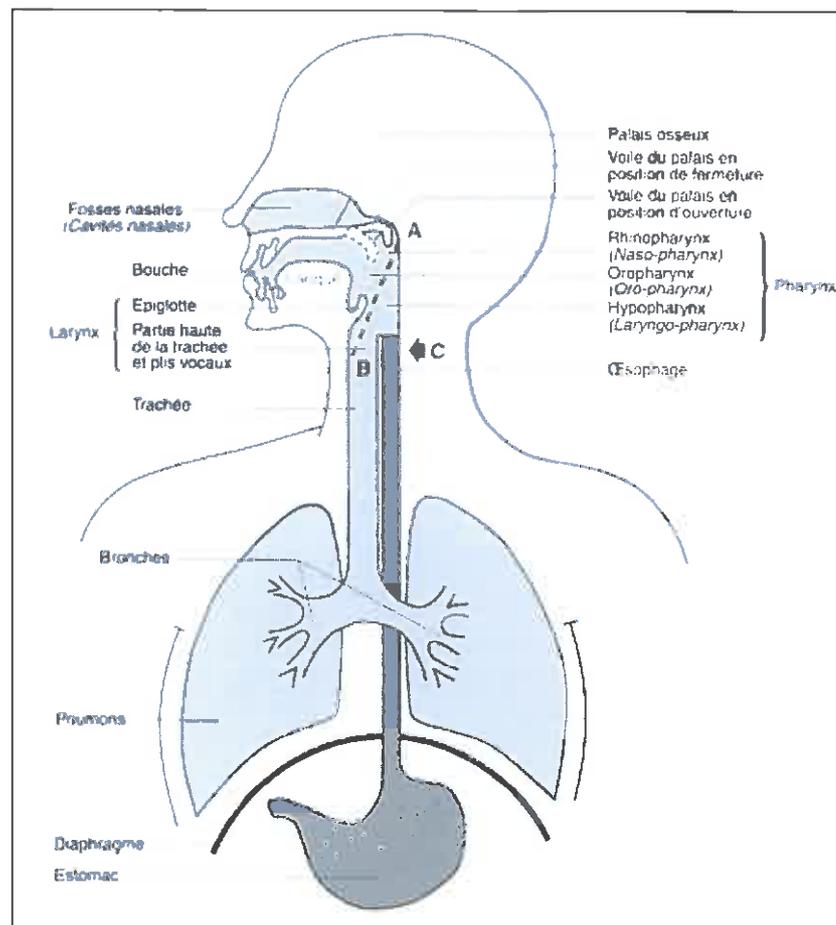


Figure 1 : vue d'ensemble des organes de la voix et de la parole (14)

La voix est le résultat sonore d'un geste à point de départ corporel et respiratoire. C'est le produit d'un équilibre dynamique entre 3 éléments : le souffle produit par l'appareil respiratoire, la vibration créée grâce au larynx et la résonance créée dans les cavités des organes bucco-pharyngées (6).

2.1. L'appareil respiratoire : la soufflerie

Il est composé d'un contenant : la cage thoracique, et d'un contenu les poumons, la plèvre. Cet ensemble est actionné de façon harmonieuse par les muscles pour permettre une circulation de l'air dont la fonction est en premier lieu l'oxygénation de l'individu. (24)

2.1.1. Les volumes pulmonaires

Lors de la respiration normale, au repos, nous ventilons dans notre volume courant (VT).

Quand nous avons besoin de plus d'air, pour pratiquer une activité physique, jouer d'un instrument à vent ou pour chanter, nous prenons une inspiration plus importante en puisant dans notre volume de réserve inspiratoire (VRI).

Nous évacuons ensuite au maximum l'air de nos poumons en dépassant le VT et en vidant le volume de réserve expiratoire (VRE).

A la fin de cette expiration, il restera un volume non mobilisable: c'est le volume résiduel VR.

L'ensemble des volumes mobilisables forme la capacité vitale ou CV, soit

$$CV = VRI + VRE + VT.$$

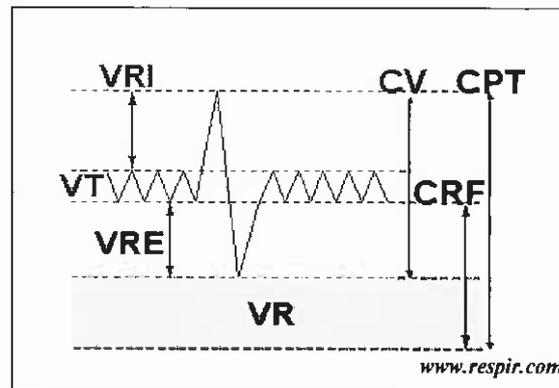


Figure 2 : les volumes pulmonaires

2.1.2. Les muscles inspireurs

➤ Le diaphragme : (5)

Il constitue une véritable cloison musculaire entre le thorax et l'abdomen.

Il a des origines : - sur le rachis : de L1 à L3 à droite et de L1 à L2 à gauche.

- sur des arcades fibreuses : sur le corps du psoas, le carré des lombes
- sur les côtes : sur les 6 derniers arcs costaux
- sur le sternum : appendice xiphoïde.

Les fibres vont converger cranialement vers le centre phrénique en formant un dôme à 2 coupes, la droite en regard du 4^{ème} espace intercostal et la gauche en regard du 5^{ème}.

Elles se terminent en une nappe tendineuse en forme de trèfle à 3 folioles: le centre phrénique. Ce muscle est innervé par les nerfs phréniques droit et gauche de racine C4.

Sa contraction abaisse le centre phrénique jusqu'à ce qu'il prenne appui sur les viscères, maintenus par la tonicité des abdominaux, c'est à ce moment qu'il écarte les côtes et augmente le volume transversal du thorax. Son influence sur le caisson abdominal en contraction statique est la stabilisation du rachis et, en contraction dynamique, il permet l'expulsion. En travail excentrique, il contrôle le débit expiratoire, utile lors de la phonation et du chant.

➤ les scalènes

Constitués de 3 faisceaux : antérieur, moyen et postérieur. Ils sont tendus entre la face supérieure de la 1^{ère} et la 2^{ème} côte jusqu'aux processus transverses de respectivement : C3-C6, C2-C7 et C5-C6, ils sont innervés par les racines C5 à C8. Leurs fonctions : inspireurs accessoires, par l'élévation des 2 premières côtes ; sur le rachis cervical ils créent un hauban latéral du cou et agissent dynamiquement par une inclinaison homolatérale.

➤ Les intercostaux externes

Ils sont tendus du bord inférieur de la côte sus-jacente au bord supérieur de la côte sous-jacente. Ils sont obliques en bas et en avant. Ils sont innervés par les nerfs intercostaux correspondant. Lors de la contraction de ces 12 muscles, il se produit une élévation costale. Ils sont donc inspireurs accessoires et participent au maintien de la cage thoracique.

2.1.3. Les muscles expirateurs

➤ Les intercostaux internes et intimes

Tendus du versant interne du bord inférieur de la côte sus-jacente au bord supérieur de la côte sous-jacente, leurs fibres sont obliques en bas et légèrement vers l'arrière et elles sont innervées par le nerf intercostal correspondant. Ces muscles participent au maintien de la cage thoracique et sont expirateurs accessoires, leurs contractions abaissent les côtes.

➤ L'oblique externe de l'abdomen

Il a un trajet en éventail en bas, en dedans, et en avant.

Les origines des fibres musculaires de l'oblique externe se trouvent sur la partie antérieure de la face externe des 7 derniers arcs costaux et celles-ci se terminent en 3 endroits : les fibres

inférieures s'insèrent sur l'os coxal, les fibres supérieures sur la ligne blanche et les fibres moyennes sur le ligament inguinal et sur les 2 côtés du pubis

➤ L'oblique interne de l'abdomen

Il a pour origine l'os coxal et le ligament inguinal. Ses fibres vont avoir un trajet en éventail en haut, en dedans et en avant. Les fibres postérieures se terminent sur les 3 dernières côtes et sur le cartilage costal, les fibres antérieures sur la ligne blanche et les fibres inférieures au niveau tendon conjoint.

➤ Le transverse de l'abdomen

Il a 3 origines différentes, la première est thoracique (sur les 6 derniers arcs costaux), la seconde est vertébrale (sur les processus costiforme de L1 à L5) et la troisième est coxale (crête iliaque, épine iliaque antéro-supérieure et ligament inguinal)

Ce muscle se termine sur la ligne blanche.

➤ Le droit de l'abdomen

Il a pour origine les 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} arc costaux et le processus xiphoïde. Il se termine sur l'os coxal.

Les muscles obliques interne, externe, le transverse et le droit constituent les muscles abdominaux, ils sont innervés par les racines T6 à L2.

Leur action est la contention du caisson abdominal et la stabilisation du rachis lombaire.

Ils permettent aussi de rentrer le ventre (surtout par l'action du transverse) donc l'expiration forcée, les expulsions et la toux.

2.1.4. La physiologie respiratoire

Avant le début de l'inspiration tous les muscles respiratoires sont relâchés, le volume pulmonaire représente la capacité résiduelle fonctionnelle (volume d'air dans les poumons à la fin d'une expiration au repos). Il n'y a pas d'écoulement d'air, et la pression alvéolaire est égale à la pression atmosphérique. Le volume pulmonaire est un équilibre entre deux forces égales et opposées, à savoir la force de rétraction du poumon d'une part et la force d'expansion de la paroi d'autre part.

Au début de l'inspiration, la contraction du diaphragme augmente le volume de la cage thoracique en abaissant le centre phrénique.

Ensuite, celui-ci prend appui sur les viscères abdominaux et augmente le diamètre transversal de la partie basse de la cage thoracique. 75% de l'augmentation du volume de la cage thoracique lors de la respiration calme est permise par la contraction du diaphragme. Ensuite, la contraction des 12 muscles intercostaux tire les côtes et le sternum vers le haut et l'extérieur ce qui augmente les diamètres latéral et antéropostérieur.

L'augmentation du volume de la cage thoracique entraîne une baisse de la pression alvéolaire. Celle-ci devient plus basse que la pression atmosphérique et l'air s'écoule de la pression la plus élevée vers la plus faible ; il va pénétrer dans les poumons jusqu'à ce que la pression alvéolaire redevienne la même que la pression atmosphérique.

Si on veut réaliser une inspiration plus profonde, il faut diminuer davantage la pression alvéolaire, donc augmenter le volume de la cage thoracique. Les scalènes et les sterno-cléido-mastoïdien vont alors amener les 2 premières côtes vers le haut et augmenter ainsi le volume de la partie haute de la cage thoracique

L'expiration est un phénomène passif, le relâchement des muscles inspiratoires permet de revenir à la pression d'équilibre soit à la CRF. Par ailleurs, si on veut dépasser cet état pour vider encore plus d'air, ou pour expirer plus rapidement comme lors d'une activité physique, les muscles expiratoires vont se contracter. La contraction des muscles de la paroi abdominale augmente la pression intra-abdominale. Le diaphragme est refoulé plus haut dans la cage thoracique, ce qui réduit le volume vertical. La contraction des muscles intercostaux interne emmène les côtes vers le bas et le dedans, le thorax est aplati et le volume antéro-postérieur s'en trouve diminué. Cette réduction supplémentaire du volume de la cage thoracique comprime d'avantage les poumons et augmente alors la pression alvéolaire. Elle devient donc supérieure à la pression atmosphérique et accroît le volume d'air expiré (24).

2.2. L'appareil phonateur : le larynx et les cordes vocales

Le larynx est à l'origine d'une vibration qui sera transformée jusqu'aux lèvres pour former un son. (16).

Le larynx a différents rôles :

- un rôle respiratoire : il constitue la partie haute de la trachée.
- un rôle phonatoire : il contient les cordes vocales
- un rôle digestif : il est couvert par l'épiglotte, et constitue un sphincter qui permet un aiguillage des aliments vers l'œsophage.

2.2.1. Anatomie du larynx

C'est un organe mobile il effectue essentiellement des mouvements d'élévation et d'abaissement, mais également de légers mouvements antéropostérieurs et latéraux.

Il a une longueur approximative de 5 cm.

Il s'étend de C3 à C6 et se situe dans la partie antérieure du cou.

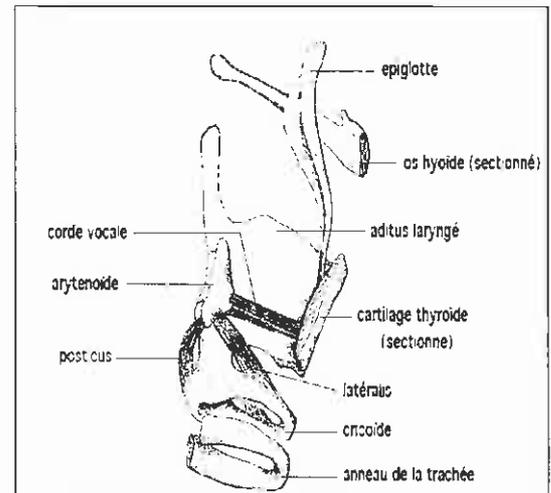


Figure 3 : vue d'ensemble du larynx (14)

Il se compose de 10 cartilages dont 5 seulement sont importants pour la phonation.

- Le cartilage cricoïde : le premier anneau de la trachée,
- Les deux cartilages aryténoïdes en forme de pyramide,
- Le thyroïde s'articulant de chaque côté du cricoïde.
- l'épiglotte, s'articulant sur le thyroïde, agit comme un clapet pour fermer le tout et sépare ainsi le larynx du pharynx.

2.2.2. Les ligaments et membranes

Un ensemble de ligaments et de membranes relie le larynx aux structures adjacentes.

Les ligaments et les membranes extrinsèques suspendent le larynx.

Les ligaments et les membranes intrinsèques lient les cartilages du larynx entre eux et les aident à régler l'extension et la direction de leurs mouvements ; ils proviennent de la membrane élastique du larynx qui est un tissu conjonctif fibro-élastique tapissant tout le larynx. (Annexe I)

Il existe deux paires de plis vocaux. Ils sont disposés parallèlement dans une direction antéropostérieure et sont séparés par une fissure appelée ventricule.

Les faux plis vocaux (ou plis ventriculaires) n'ont pas de fonction dans la phonation, ce sont de simples replis recouverts de muqueuse à l'intérieur du larynx. En dessous se trouvent les vrais plis vocaux anciennement appelés « cordes vocales ».

Ces vrais plis vocaux ont une longueur moyenne qui varie de 9 à 20 mm en fonction du sexe de l'individu. Leur épaisseur est de 5 mm environ. Le pli vocal, chez l'adulte est composé de 5 couches de tissus dont les 2 premières servent de couverture, les 2 suivantes constituent le ligament vocal sous lesquelles se trouve la dernière couche qui est le muscle vocal.

2.2.3. La musculature

Les muscles intrinsèques relient et assurent la mobilité des cartilages entre eux, leurs noms signalent leurs points d'insertions. On y trouve les crico-aryténoïdiens latéraux qui allongent les cordes vocales lors de leur contraction, l'inter-aryténoïdien (ou l'aryténoïdien transverse et l'aryténoïdien oblique qui fonctionnent en parfaite synchronisation), et les thyro-aryténoïdiens.

Les muscles extrinsèques au larynx étant très nombreux, voici ceux présentant un intérêt pour le chant :

En bas du larynx : les muscles sous hyoïdiens (sterno-hyoïdiens, homo-hyoïdien et le thyro-hyoïdiens) abaissent le larynx.

En haut du larynx : les muscles sus-hyoïdiens (le plus important : le muscle stylo-hyoïdien dont l'action est d'élever le larynx). Enfin, les pharyngo-staphylins abaissent le voile du palais et les péris staphylins le relèvent.

2.2.4. La biomécanique

Le larynx a 3 fonctions essentielles : la phonation, la respiration et la déglutition.

La phonation : le flux d'air provenant des poumons entre en vibration grâce à l'oscillation des plis vocaux. Ceux-ci sont mis au contact l'un de l'autre sur toute leur longueur et leur épaisseur. La vibration des cordes vocales est un mouvement d'une grande complexité avec des composantes horizontales, verticales et ondulatoires. La fréquence fondamentale du son est déterminée par le nombre d'oscillations laryngées produites par seconde. Pour la formation des sons aigus, les cordes vocales sont plus tendues, elles s'allongent de plusieurs millimètres et vibrent avec une amplitude faible. La formation de sons graves nécessite des cordes vocales relâchées, plus courtes et qui vibrent sur toute leur longueur avec une grande amplitude.

La respiration est possible grâce au système d'ouverture du larynx. Il peut bloquer l'air à l'intérieur du thorax pour stabiliser celui-ci lors d'un effort important, il empêche les fausses routes s'il se ferme et il peut modifier la résistance des voies respiratoires par la contraction des cordes vocales.

La déglutition est permise grâce à la fermeture laryngée. L'ascension du larynx horizontalise le cartilage épiglottique qui ferme le vestibule laryngé (l'espace entre les plis vestibulaires et la glotte).

2.3. L'appareil résonateur : les cavités sus-glottiques.

Les résonateurs sont les cavités que le son laryngé traverse avant d'arriver à l'air libre. Leur but est d'amplifier le son, le modeler, le renforcer ou l'atténuer.

Leur fonction est l'articulation des sons de la parole, la propagation du son, la continuité de la parole et la variation du timbre et des voyelles. Le son est formé par le pharynx, la cavité buccale, les cavités nasales et les sinus, le voile du palais et les narines. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux plus importants : le pharynx et la cavité buccale.

2.3.1. Le pharynx

Il fait suite au larynx et se poursuit pas les fosses nasales. Il est mobile et suit les mouvements du larynx. C'est une cavité musculaire que l'on peut décomposer en trois étages : l'hypo-pharynx qui s'abouche à l'œsophage, l'oro-pharynx formé de repli muqueux constituant les piliers antérieurs et postérieurs du voile du palais et le rhino pharynx qui correspond à l'arrière nez.

2.3.2. La cavité buccale

C'est le deuxième résonateur principal. Elle est composée de la langue, des mâchoires et des lèvres et constitue l'articulateur principal. La mandibule, sous la dépendance des muscles masticateurs, effectue de nombreux mouvements. Son ouverture permet un agrandissement des cavités buccale et pharyngée par un abaissement du larynx. La langue a un rôle dans l'articulation, en bougeant dans des directions nombreuses et variées grâce à ses 17 muscles. Les mouvements des lèvres quant à eux, modifient la taille et la forme de la cavité buccale.

3. MATERIEL ET METHODE

3.1. Population

3.1.1. Les critères d'inclusion

Afin d'obtenir une population diversifiée, les volontaires non chantants, constituant la population témoin, sont essentiellement des étudiants de l'ILFMK de Nancy, des étudiants de la faculté de lettres de Nancy ainsi que des personnes de notre entourage direct.

La population chantante doit pratiquer le chant choral depuis au minimum deux ans à raison de plus de deux heures par semaine. L'échantillon de choristes a été constitué à partir : du groupe vocal Equinoxe de Thionville, du Grand Choral du festival Les Nuits de Champagne édition 2008 (regroupant des choristes de la France entière) et de la chorale Hope Voices de Nancy. Etaler l'échantillon sur plusieurs chorales regroupant des choristes d'âge, de provenance et de technique différentes nous permet d'obtenir un échantillonnage moins biaisé que si nous avions sélectionné qu'un seul groupe musical particulier.

Nous prenons des personnes de tout âge, sexe, et taille car la formule théorique de la capacité vitale tient compte de ces paramètres (13,26).

La capacité vitale est dépendante de l'origine ethnique. C'est pourquoi nous nous restreindrons à une population de type européenne.

3.1.2. Les critères d'exclusions

Pour éviter les biais nous excluons de cette étude les personnes ayant des activités pouvant modifier les capacités pulmonaires à savoir :

- **les sportifs** : le sport a une action bénéfique sur le recrutement des volumes pulmonaires. En tenant compte des activités de la vie quotidienne, nous mesurons uniquement les personnes pratiquant moins de 2 heures d'exercice physique par semaine.
- **les fumeurs et anciens fumeurs** : le tabac crée une obstruction des bronches et est un facteur de risque au développement de fibrose pulmonaire ce qui diminue les volumes mobilisables (23).
- Les musiciens pratiquant ou ayant pratiqué des **instruments à vent** (flûte, saxophone...) car certaines études montrent que la pratique d'un instrument à vent a une influence sur les volumes pulmonaires mobilisables (12).
- Les chanteurs ayant déjà eu des **cours de chant** (différentes techniques de respirations y sont apprises et travaillées) (17),
- Les travailleurs pouvant, ou ayant pu, être en contact avec des matériaux altérant les poumons (amiantes, silices, poussières trop abondantes...) et provoquant de nombreuses maladies respiratoires telles que les pneumoconioses, l'asthme, les Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive, des cancers...Les secteurs professionnels les plus touchés et évités pour cette étude sont : **les mines, travaux publics, fonderies, sidérurgies, les domaines du textile, du bois et du ciment...**(15) (20) (13).
- **Les personnes obèses**, en effet il est démontré que pour ce type de personne (IMC>30) (19) la capacité vitale est de 88% de la valeur théorique. Pour les personnes en surpoids par contre, il n'y a pas de modification significative de la capacité vitale. (15).

Nous ne prendrons pas non plus en compte les personnes présentant différentes déficiences pouvant influencer sur l'Exploration Fonctionnelle Respiratoire (EFR) :

- **Les asthmatiques** : l'obstruction, l'inflammation de bronches et la prise régulière de bronchodilatateurs peuvent influencer sur les volumes pulmonaires
- Les personnes atteintes de broncho-pneumopathie obstructive (**BPCO**) maladie dont l'évolution irréversible augmente le volume pulmonaire par la création de bulles d'emphysèmes irréductibles. Celles-ci vont distendre le poumon augmentant l'espace mort au détriment des volumes mobilisables (2)
- Les **allergiques à la poussière** (nous autoriserons les allergies alimentaires et aux pollens, les mesures étant faites en hiver dans des endroits dépourvus de plantes)
- Les sujets présentant un **syndrome restrictif** strict tel que séquelles d'embolie pulmonaire, sarcoïdose, silicose, dilatation bronchique (qui dans 1/3 des cas montrent un syndrome restrictif à l'EFR) ... (2) ainsi que les volontaires présentant une pathologie atteignant le contenant par exemple :
 - atteinte musculaire : maladies neuromusculaires, neurologiques... (13)
 - atteinte de la cage thoracique : scolioses, cyphoses, sternotomie... (2)
 - atteinte de la plèvre : pneumothorax (2).

Comme pour tous les examens spirométriques, nous ne mesurerons pas la capacité vitale des personnes bénéficiant d'un traitement type aérosol, ni celles souffrant d'une infection Oto-Rhino-Laryngologie, bronchique ou pulmonaire survenue dans les 3 semaines précédant l'examen car cela pourrait perturber les résultats. (7).

3.2. Matériel

Pour effectuer les mesures des capacités vitales sur les volontaires nous avons utilisé (Annexe III) :

- un questionnaire (Annexe II)
- le spiromètre Easyone TM Diagnostic fabriqué par ndd Medizintechnik AG en Suisse
- des spirettes : petits tubes en plastique dans lesquels nous avons fait souffler les sujets
- un pince nez

Principe du spiromètre :

Ce spiromètre utilise les ultrasons pour mesurer les débits. Les spirettes comportent quatre ouvertures : celle où le sujet souffle, celle où l'air sort, et deux ouvertures diamétralement opposées et en diagonale sur la partie cylindrique qui traverse l'appareil.

Ces deux ouvertures latérales sont recouvertes par une membrane filtre antibactérienne. L'air expiré par l'individu passe par la spirette et n'est pas en contact direct avec le capteur ultrasonique.

En effet, celui-ci est situé dans le spiromètre de part et d'autre des ouvertures latérales sur la spirette. Il y a un capteur /récepteur de chaque côté.

Chacun émet et reçoit des ultrasons alternativement. Quand un débit gazeux est présent dans le tube, l'émission d'ultrasons traversant dans le sens du débit (passage en aval) est accélérée

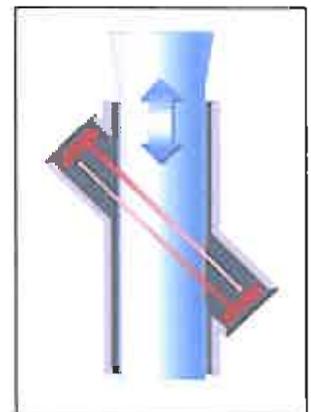


Figure 4 : mécanisme d'une spirette.

pour atteindre le capteur opposé, inversement, l'émission d'ultrasons traversant le débit à contresens est ralentie et atteint le capteur opposé au bout d'un temps plus long. Le temps de passage de l'émission des ultrasons est enregistré précisément par une chaîne de mesure digitale et le débit gazeux est ainsi calculé par le spiromètre (Annexe IV).

Ce calcul est donc indépendant de la composition des gaz, de la pression, de la température et de l'humidité ce qui permet de prendre des mesures plus librement.

3.3. Méthode

3.3.1. Protocole d'hygiène

Matériel nécessaire pour ce protocole d'hygiène : (Annexe III)

- du gel Assenis Family TM
- des lingettes tissu DRS imprégnées de détergent désinfectant alimentaire (solution DARS homologuée par le Ministère de l'Agriculture traitement bactéricide 100% POA/POV n°2030132)
- de la solution SALVANIOS PH7

Pour cette étude nous faisons souffler les volontaires dans les spiromètres. Pour cela, il est essentiel de maintenir des règles d'hygiène draconienne.

Avant chaque mesure, nous nous désinfectons les mains à l'aide d'une solution hydro alcoolique (SHA) que l'on peut trouver en pharmacie (Assenis Family gel®).

Chaque spiromètre est désinfecté à l'aide de lingettes détergentes désinfectantes à contact alimentaire que l'on peut trouver dans les cuisines des collectivités.

Trois personnes soufflent dans la même spirette. Entre chaque passage, nous désinfectons à l'aide d'une lingette désinfectante à usage unique la spirette, l'appareil et le pince nez.

Nous nous désinfectons ensuite les mains avec de la SHA.

Après les trois passages, les spirettes sont décontaminées avec une solution de SALVANIOS PH7 des laboratoires ANIOS diluée de 0,5% soit 25 ml de solution pour 5 litres.

Nous procédons à un bain de 15 minutes dans de l'eau froide ou chaude; puis elles sont rincées à l'eau et séchées à l'air libre ; avant toute réutilisation elles seront à nouveau désinfectées par une lingette, afin d'être sûr de ne pas contaminer les sujets de quelque manière que ce soit. (Annexe V)

Chaque spirette ne pouvant être décontaminée que trois fois, seulement neuf passages par spirette sont possibles.

3.3.2. Méthodologie

3.3.2.1. *Les conditions d'acquisition*

Le spiromètre mesure un débit d'air grâce à des ultrasons, par conséquent, le volume ne dépend pas de la température extérieure, ni de l'humidité, ni de la pression atmosphérique, et est indépendante de la composition du gaz.

Nous choisissons une pièce ayant une température ambiante avoisinant les 20°C et dépourvue de courant d'air, pour le confort des sujets.

Les mesures sont effectuées à distance des repas pour éviter un syndrome restrictif temporaire.

En ce qui concerne la population de choristes c'est pendant une répétition que nous effectuons les mesures.

Toutes les mesures ont été faites entre le 18/10/2008 et le 10/12/2008.

3.3.2.2. *Le protocole*

Il dure environ 15 minutes par personne (hygiène, éducation du sujet, mesure).

Pour cette étude nous effectuons 2 mesures à l'aide du spiromètre Easyone™ nous mesurons tout d'abord la Capacité Vitale Lente CV ou CVL puis la Capacité Vitale Forcée (CVF).

Nous commençons par faire remplir le questionnaire, avant de réaliser les mesures (Annexe II).

Position pour les mesures (7):

Nous demandons au sujet de se tenir debout les jambes légèrement écartées pour avoir le meilleur équilibre possible, de mettre le pince nez, de tenir l'appareil avec les deux mains et de mettre les lèvres autour de la spirette de manière à éviter les fuites d'air (Annexe VI).

Remarque : le sujet ne doit pas mordre la spirette cela créerait une obstruction de celle-ci et fausserait les résultats.

Ensuite nous lui montrons la position correcte à adopter :

- menton légèrement élevé, cou légèrement en extension
- une légère flexion de tronc est acceptée et habituelle mais il ne doit pas y avoir de rapprochement entre le menton et le thorax dû à une flexion de cou.

1^{ère} mesure : la CV (Annexe VII)

Remarque : cette étude reposant sur la mesure de la CV nous mesurons toujours celle-ci en premier pour éviter de fatiguer le sujet. Ce n'est qu'après que nous relevons la CVF qui nous servira pour comparaison et observation.

Nous invitons le sujet à respecter les consignes suivantes :

- respirer 3 fois normalement à l'intérieur de l'appareil
- la quatrième fois, inspirer puis souffler le plus profondément possible en ayant un débit d'air lent.

Nous répétons la manœuvre trois fois de manière à pouvoir réaliser une moyenne de ces CV et ainsi éviter les biais. Pour éviter que la fatigue ne fausse les résultats nous laissons une minute de repos au sujet entre chaque prise.

2^{ème} mesure : la CVF (Annexe VII)

- même position du sujet que celle évoquée précédemment,
- le sujet prend une inspiration assez importante à l'intérieur de l'appareil
- nous l'encourageons ensuite à souffler le plus fort, le plus vite et le plus longtemps possible
- une fois qu'il a expiré le maximum d'air possible, nous lui demandons d'inspirer de la même manière : le plus fort, le plus vite et le plus longtemps possible.

On répète la manœuvre de sorte à avoir 3 mesures comme précédemment en laissant à nouveau une minute entre chaque mesure.

Si le patient ne comprend pas nos indications, nous allons lui imaginer verbalement ce que nous lui demandons : « vous êtes un ballon vous gonflez au maximum et vous vous

dégonflez tout doucement », ou « c'est votre anniversaire vous allez souffler les bougies ... » si cela ne convient pas, nous pourrions alors lui mimer ce qu'il doit faire.

Pendant chaque mesure, nous encourageons le sujet avec des stimulations verbales, des ordres simples comme : « allez y, soufflez, soufflez, soufflez, encore, encore, encore...c'est bien on continue...encore... ». Entre chaque mesure, nous lui donnons également des indications plus précises pour perfectionner la mesure en fonction des indications lues sur le spiromètre et de ce que nous avons déjà observé. (26)

4. RESULTATS

4.1. Etude statistique.

Tableau de toutes les mesures effectuées (Annexe VIII).

Au total nous avons fait remplir 177 questionnaires, mais nos critères d'exclusion étaient si sélectifs que notre population est de 42 choristes et 41 non choristes.

Concernant l'analyse proprement dite, après comparaison grâce à un T de Student, nous observons sur notre échantillon une hausse significative de 15,15% de capacité vitale chez les choristes. Par ailleurs, on relève les résultats suivants pour les autres variables les plus souvent observées en kinésithérapie :

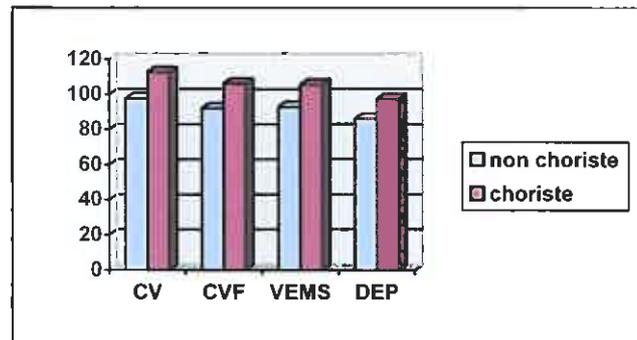
11,31 % de débit de pointe (DEP) en plus chez les choristes,

12,64% d'amélioration pour le VEMS

14,12% de renforcement de la capacité vitale pour les choristes.

Notre étude concerne la capacité vitale, les autres valeurs apportent uniquement des informations supplémentaires.

Tableau I : Comparaison de la CV, CVF, VEMS et DEP d'un échantillon de choristes et non-choristes



Le spiromètre nous donne un pourcentage par rapport à une valeur théorique calculée à partir d'une formule mathématique. Puis, nous utilisons l'échantillon de non choristes comme nouvelle référence pour la comparaison des pourcentages.

La valeur théorique de départ est calculée directement pour chaque sujet par l'appareil en fonction des renseignements que nous avons communiqué à l'appareil : âge, sexe, taille, poids.

Pour obtenir ces résultats nous avons calculé les moyennes des résultats donnés par le spiromètre pour les deux groupes et nous les avons comparés.

Tableau II : Résultats pour les non choristes

Variable	Nombre de mesure	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
Age (ans)	41	23,4485186	8.8164076	10.2587269	55.0472279
Imc (kg/m ²)	41	21,75	2,88516813	17,3	29,1
CV (%)	41	97,7073171	14,0361033	75,0	135,0

Tableau III : Résultats pour les choristes

Variable	Nombre de mesure	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Age (ans)	42	37.4150777	15.3080871	16.9034908	67.4496920
IMC(kg/m ²)	41	23.1439024	2.9988372	18.40	29.50
A_CHANT (ans)	41	13.2926829	11.0888320	3.0	50.0
H_CHANT (heures)	42	3.5357143	2.1253202	2.0	15.0
CV (%)	42	112.8571429	15.1827428	86.0	150.0

Les âges ne sont pas significatifs, mais comme la formule de la capacité vitale en tient compte de toute façon, cela ne pose pas de problème.

La population de choristes est composée de 35 femmes et 7 hommes.

La population de non choristes est composée de 16 hommes et 25 femmes.

Au niveau épidémiologique, après ajustement sur l'âge et le sexe, nous obtenons une différence de capacité vitale significative ($p=0.03$). Cela signifie que quelque soit l'âge et le sexe de l'individu la capacité vitale augmente de manière significative dans la population de choristes par rapport à celle de non choristes. Après une régression linéaire multiple, nous observons que le sexe n'a pas d'effet ($p = 0,42$) ainsi qu'une augmentation de la capacité vitale avec l'âge ($p= 0,0009$).

4.2. Discussion des résultats.

Cette étude nous montre que la capacité vitale de la population de l'échantillon de choristes est significativement plus élevée que celle de l'échantillon des non choristes. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que la pratique du chant choral en amateur améliore les capacités pulmonaires mobilisables. De plus, la différence augmente avec l'âge, et la

population la plus âgée est celle qui chante depuis le plus grand nombre d'années. L'amélioration de la capacité vitale serait donc dépendante de la durée de la pratique ; comme nous l'avons supposé lorsque nous avons sélectionné des choristes chantant depuis minimum deux ans.

Pour pouvoir l'affirmer, nous aurions pu effectuer un autre type d'expérience, par exemple, prendre une population de non choristes. Leur faire passer un examen de la fonction respiratoire, leur demander de ne pas modifier leur mode de vie, leur faire intégrer une chorale et leur refaire régulièrement de nouveaux examens pour voir l'évolution. Nous aurions ainsi pu savoir si le chant a vraiment un effet sur la capacité vitale, à partir de combien de temps et voir son évolution dans le temps.

5. DISCUSSION

5.1. Influence du chant sur la capacité vitale.

Emettons l'hypothèse que cette augmentation de la capacité vitale est due à la pratique du chant, voyons quels mécanismes pourraient permettre cette augmentation.

Lors du chant, la production vocale est possible grâce au courant d'air permanent émanant des poumons.

Le chanteur utilise au maximum l'air de ses poumons et diminue son volume résiduel afin d'augmenter son efficacité pulmonaire. Cela peut donc expliquer pourquoi la capacité vitale du choriste est augmentée. (8)

Seul un total contrôle du larynx permet de chanter. Le chanteur ne va donc pas contracter les muscles respiratoires accessoires, qui sont aussi les muscles suspenseurs du

larynx. Il développe donc sa respiration diaphragmatique. Ainsi des études ont démontré que chez les chanteurs lyriques, le diaphragme a une ampliation haut/bas du double par rapport à l'individu normal (22). Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que le même phénomène se produit chez les choristes amateurs. Le diaphragme descendant plus bas, il permet l'entrée d'un volume d'air plus important d'où une augmentation de la capacité vitale à force de pratique et de répétition de l'action.

La respiration chantée peut aussi assouplir la cage thoracique. En effet, nous venons de démontrer que le chant développe la musculature diaphragmatique.

Et, lors du 2^{ème} temps de la contraction du diaphragme, le diamètre transversal du thorax augmente. Les côtes basses étant tractées vers le bas. Le chant permet donc, par translation, d'améliorer la mobilisation costale basse en augmentant son ampliation. Or, si la cage thoracique est plus souple, les efforts fournis pour recruter un volume respiratoire donné diminuent. Cela pourrait expliquer pourquoi les chanteurs sont capables de recruter une capacité vitale plus importante.

Lorsque nous chantons, nous contractons nos muscles pour effectuer l'attaque de la note alors que l'air est dans nos poumons. Alors, une augmentation de la pression pulmonaire va pouvoir créer un effet de pression expiratoire positive. Cela pourrait permettre de lever certaines micro-atélectasies naturellement et donc de recruter un plus grand volume alvéolaire, qui restait sans cela fermé.

Une des techniques de kinésithérapie respiratoire, pour augmenter la capacité vitale, est la pratique de la spirométrie incitative (21). L'intérêt est le feedback visuel. Dans le chant, il s'agirait d'un feedback sonore, le larynx permet d'entendre la gestion du volume pulmonaire par le fait de tenir une note le plus longtemps possible.

Nous pouvons donc penser que les chanteurs développent leur capacité vitale de cette manière. Grâce à la spirométrie incitative par le son de leur voix.

5.2. Intérêt kinésithérapique de cette étude

Lorsqu'un patient doit augmenter sa capacité vitale les conseils d'hygiène de vie sont très limités. Nous leur recommandons de travailler la ventilation dirigée et de pratiquer une activité physique.

Cette étude révèle une augmentation statistiquement significative de la capacité vitale chez les sujets sains pratiquant le chant choral depuis deux ans et à raison de deux heures par semaine au minimum.

Nous pouvons donc, en tant que Masseur Kinésithérapeute, conseiller le chant choral pour des personnes ayant un appareil pulmonaire sain.

Par exemple, la préparation à une intervention pourrait associer aux séances de kinésithérapie la pratique régulière du chant. Il conserverait ainsi le bénéfice de ses séances, et cela pourrait même peut être contribuer à en améliorer les effets. Grâce à cette étude ne nous savons néanmoins pas à partir de combien de temps de pratique chantée l'augmentation de la capacité vitale est significative. Mais, lors du chant nous recrutons environ 60% des volumes pulmonaires mobilisables (8), alors que le volume courant lui en recrute seulement 12% environ (24). Cela ne peut donc que permettre un meilleur recrutement des volumes pulmonaires. Notre étude porte sur des sujets qui chantent par plaisir, sans avoir eu de cours de chant, par conséquent, sans avoir appris de techniques de respiration particulières.

Ici, le patient connaît la respiration abdomino-diaphragmatique, il l'assimilera d'une nouvelle façon grâce au chant et pourra plus ou moins en améliorer l'efficacité. C'est à nous de le

conduire à faire des essais au cabinet en le laissant choisir une chanson. Cependant, il faut être attentif à apprécier autant que possible la tessiture vocale du patient afin de ne pas avoir d'effets délétères sur sa voix. Il devra ensuite penser à respirer comme on le lui a appris, tout en chantant. Il automatisera ainsi ce mouvement progressivement, car son attention sera nécessairement divisée, et la proprioception de la respiration diaphragmatique se fera ainsi de manière plus ludique. Il est bien sûr nécessaire de commencer par des petits exercices vocaux avant de réellement faire chanter le patient. Ainsi nous lui apprendrons à ressentir le chant, à le maîtriser. Pour commencer, après une inspiration normale, nous lui faisons tenir un « S » le plus longtemps possible en veillant à ce que le débit et l'intensité soient réguliers, ainsi il n'est pas question de tessiture pour commencer. Puis il émettra une voyelle tel qu'un « u » dans le grave pour qu'il ressente les vibrations qui se propagent depuis son larynx. Ensuite nous lui demanderons de faire un « m » les lèvres fermées en faisant varier la hauteur pour qu'il puisse ressentir dans quelle tessiture il se sent à l'aise (4). C'est seulement à ce moment que nous lui ferons chanter une phrase tel que : « manéminémanéminéma » ...

Le chant pourrait être conseillé suite à une opération. En effet dans le cas de patient lobectomisé, à la sortie de l'hôpital, les objectifs de rééducation sont d'augmenter la capacité vitale et le fonctionnement physiologique de la plèvre (9). Sous réserve que toute la partie du poumon pathologique soit retiré, nous nous retrouvons dans le cas d'un poumon sain, nous pouvons donc espérer augmenter la capacité vitale du patient par le chant.

De plus, certaines pathologies empêchent les patients de pouvoir faire l'exercice nécessaire à un bon maintien de leur capacité respiratoire : arthrose, personne âgée alitée... Il pourrait donc être intéressant de conseiller aux personnes âgées sédentarisées de chanter pour entretenir leur capacité vitale. De plus, lors de l'étude épidémiologique, nous avons remarqué qu'il semblerait que la différence obtenue augmente avec l'âge, mais nous ne

savons pas si cela est conditionné par un nombre d'années de pratique plus importante ou les bienfaits du chant qui augmenteraient en fonction de l'âge. Dans le second cas, chanter pourrait être encore plus bénéfique pour les personnes âgées que pour les jeunes.

Les obèses présentent un syndrome restrictif mais leurs poumons sont sains. Nous pourrions aussi leur conseiller de pratiquer le chant car leur état ne leur permet pas de pratiquer une activité physique, la plupart souffrant de déconditionnement physique.

Les femmes enceintes se plaignent souvent quant à elles « de plus avoir d'air ». Le chant prénatal augmente leur capacité respiratoire (3). Le chant prénatal existe depuis plusieurs années ; maintenant grâce à notre étude, nous pouvons penser que les effets physiologiques bénéfiques existent vraiment.

Le chant améliore d'ailleurs notoirement la proprioception musculaire au niveau respiratoire, et en plus, il est prouvé qu'il conditionne un meilleur moral.

On peut aussi conseiller le chant dans certaines maladies neuromusculaire (11) où les objectifs de la prise en charge kinésithérapique sont d'entretenir les muscles respiratoires, la souplesse costale et un maintien des capacités vitales le plus longtemps possible (21).

Remarque : Il est nécessaire de bien maîtriser la respiration avant de pratiquer le chant, afin de ne pas léser les cordes vocales. Si nous observons un problème corollaire, il est important de ne pas nous substituer aux orthophonistes, il est possible d'expliquer au patient comment adapter sa respiration à la phonation mais notre rôle s'arrête là. Si le patient n'arrive pas à placer sa voix ou s'il a un autre problème phonatoire, il est important de lui conseiller d'aller voir un orthophoniste.

5.3. Les limites de cette étude.

Malgré toutes les dispositions prises pour éviter le plus grand nombre de biais, nous sommes conscients que notre étude aurait pu bénéficier de quelques améliorations.

La population aurait pu être plus importante, mais le questionnaire s'avérant être très sélectif, nous rencontrons des difficultés pour trouver des sujets. Nous avons fait remplir 177 questionnaires pour seulement 83 mesures.

Les mesures des choristes sont effectuées lors des répétitions, nous ne pouvons pas savoir si cela a une influence sur la capacité vitale.

Nous avons évité au maximum l'effet restrictif post prandial. En effet, lors de la respiration, le diaphragme descend pour prendre appui sur des viscères. Or, vide, l'estomac a un volume de 50ml et pendant un repas il atteint environ 1litre. Son volume est alors multiplié par 20 (24). Le volume pulmonaire mobilisable sera donc différent en fonction du repas absorbé par l'individu. Pour être vraiment fiable, nous aurions dû faire souffler les sujets à la fin de la digestion, mais, pour un repas de 610 kcal il faut 3h40 pour évacuer les $\frac{3}{4}$ des parties solides de l'estomac. Les travaux de Moore nous montrent que le temps nécessaire à l'évacuation de la moitié des solides d'un repas de 621 kcal varie de 1h15 à 5h30 (1).

Pour des raisons pratiques nous avons effectué les mesures 1h15 au minimum après les repas.

Les difficultés de l'étude, quant à elles, se sont essentiellement réduites à l'obtention d'un spiromètre. Nous avons pu l'emprunter à notre école. Le retard à la livraison par le fournisseur a réduit les délais de mise en route et d'entraînement à l'utilisation de l'appareil à 3 semaines seulement, avant le début du festival des Nuits de Champagne d'où provient la plus grande partie de la population des choristes.

6. CONCLUSION

Cette étude nous a démontré que les choristes sains, non sportifs, non fumeurs, n'ayant pas de déformation thoracique et ne pratiquant pas d'instruments à vent ont une augmentation significative de leur capacité vitale par rapport à une population similaire de non choristes.

Elle nous autorise à penser que nous pouvons conseiller aux patients sédentaires de chanter pour garder un bon volume pulmonaire mobilisable et qu'il peut être aussi utile de faire chanter les patients en pré opératoire et en post-opératoire pour minimiser le syndrome restrictif.

En plus de ces effets physiologiques il pourrait être important d'étudier les autres aspects du chant sur le corps humain. De plus en plus de magazines de presse (7) conseillent le chant, il serait intéressant de voir ce qu'il peut apporter en plus pour compléter notre prise en charge de masseur kinésithérapeute.

En effet, nous savons maintenant que le chant a un effet bénéfique sur les volumes mobilisables de sujets sains mais nous ne savons pas à partir de combien de temps, ni si nous obtiendrions les même résultats sur des poumons pathologiques.

Lors de notre enquête, plusieurs personnes asthmatiques nous ont expliqué que depuis qu'elles chantent, elles se sentent mieux et ont amélioré leur débit de pointe.

Ce mémoire a été réalisé à partir d'une population saine, mais qu'en est-il pour les patients souffrant de pathologies respiratoires ? Il pourrait être utile de poursuivre ce travail.

BIBLIOGRAPHIE :

1. BERNIER J.J., ADRIAN J., VIDON N. - Les Aliments dans le tube digestif.
- Paris : Doin, 1997 - 468 p. - p.81-88

2. DAUTZENBERG B. - Décision de pneumologie - 2^{ème} édition - Paris :
éditions Vigot, 1997.- 414 p.- p. 271-277 ; 308-326 ; 343-355 ; 386-411.

3. DEBERNARDI N. - Une grossesse heureuse : de la conception à
l'accouchement, préparez activement chaque étape de votre grossesse. - Alpen,
2005. - 95p. - p. 43.

4. DINVILLE C. - Les troubles de la voix et leur rééducation. - collection
d'orthophonie. - Paris : Masson, 1993. - 240 p.- p. 83-104 ; 110-116 ; 208-211.

5. DUFOUR M. - Anatomie de l'appareil locomoteur : tome 3 : tête et tronc.-
Paris, Masson, 2002.- 369 p.

6. DUPPESSEY M., COULOMBEAU B. - A l'écoute des voix pathologiques.
- Edition Symétrie, 2004. - 104 p. - p.5-7.

7. DUSSET - MASQUELEIN C. - Je chante et je m'affirme!, santé magazine,
octobre 2008, p16-19.

8. DUTOIT MARCO M.L. - Tout savoir sur la voix.-Paris : Favre, 1996. - 207 p.
9. FOLLONIER R. - Entraînement des muscles inspiratoire chez le patient lobectomisé. - KS, n° 477, mai 2007, 21-24.
10. GROSCLAUDE M. - Psychothérapies des démences, quels fondements ? Quels objectifs ? - John Libbey Eurotext, 1997. – 220 p. - p.50 ; 218.
11. HEITMANN-ANDRE K. - Modalités, indications, limites de la rééducation dans les pathologies neuromusculaire non acquises. - KS, n°416, mai 2001, 63-64.
12. HERER B.- Musique et pathologies respiratoire. - Rev Mal Respi, 2001, 18, 115-122. SPLF, Paris 2001.
13. HOUSSET B. - Abrèges connaissances et pratique PNEUMOLOGIE - 2^{ème} édition- Paris : éditions Masson 1999. - p. 281 ; 86-87.
14. LE HUCHE F. - Tome 1 : Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole. -3^{ème} édition. - Paris : MASSON, 2001.
15. LEMARIE E. - La pneumologie fondée sur les preuves. - édition margauxorange, édition 2008. - 671 p.

16. MAC FARLAND D. - L'anatomie en orthophonie : Parole voix et déglutition. - Paris : Masson, 2006. - 225 p.
17. MILLER R. - La structure du chant pédagogie systématique de l'art du chant.- Edition Cité de la musique, 1986. - 394 p.
18. MORON P., SUDRES J.L., ROUX G. - Créativité et art-thérapie en psychiatrie.- 2^{ème} édition.- Elsevier Masson, Paris, 2004 - 260 pages P 189-199.
19. Organisation Mondiale de la Santé. - Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale : rapport d'une consultation de l'OMS. - Edition : Organisation mondiale de la santé, 2003.- 284 p.
20. PETIET G., ANTHONIE D. - Les maladies respiratoires d'origine professionnelle- édition : Elsevier Masson- 1999- 288 p.
21. REYCLER G., MAESELER J., DELGUSTE P. - Kinésithérapie respiratoire. - 2ème édition revue et argumentée. - édition Elsevier Masson, 2009.-303p.-p.203-211 ; 221-235.
22. SCOTTO DI CARLO N. - La voix chantée. - La Recherche, 1991, XXIII, 235 : 1016-1025.
23. STELLMAN J. M. - Encyclopédie de sécurité et de santé au travail - volume 1. - 4eme Edition - Publié par International Labour Organization - 2000

24. SHERWOOD L., LOCKHART A. - Physiologie humaine. - Edition: 2. -
Bruxelles : De Boeck Université, 2006. - 768p.- p. 366- 402.

25. SUDRES J.-L., ROUX G., DE LA FOURNIERE F., LAHARIE M. - La
personne âgée en art-thérapie : De l'expression au lien social. - Editions
L'Harmattan, 2004.- 270p. – p.157.

26. WANGER J. - Exploration fonctionnelle pulmonaire une approche pratique
- éditions MASSON - Williams & Wilkins - 1997- 256 p.-p.26-30 ; 250-251.

Pour en savoir plus :

- CEUGNIET F. - La ventilation au service de la voix. - Dossier de presse
du 10^{ème} Congrès de Pneumologie de langue Française (CPLF) ; 2006 - p. 4.

- COSSETTE I.- Mécanisme respiratoire des flûtistes professionnels.- Rev
Mal Respi 2002, 19, 197-206 SPLF, Paris, 2002.

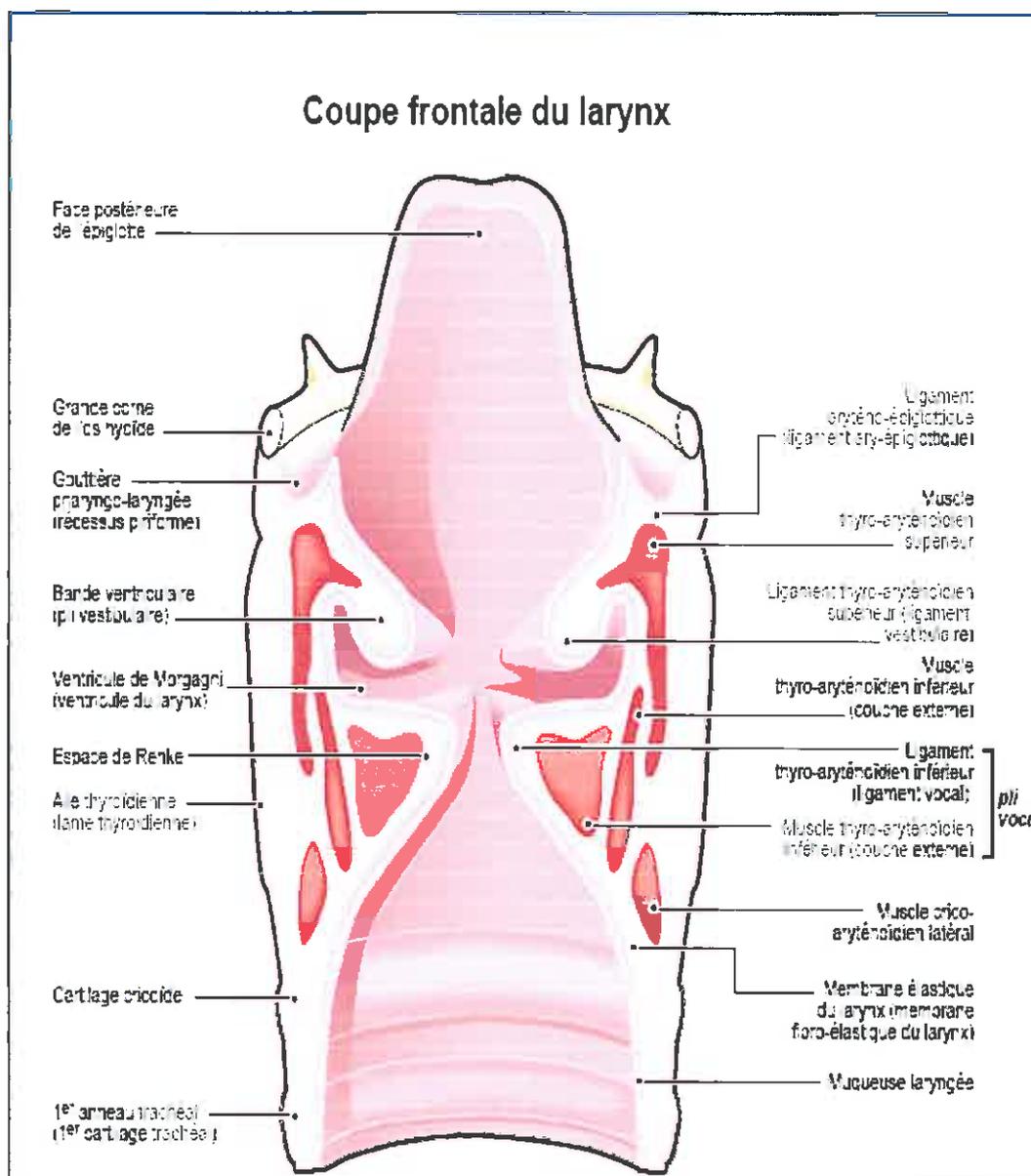
- Info respiration N°35 janvier 2000 fiche patient N°4 SPLF

- www.respir.com

- www.splf.org

- www.ndd.ch

Annexe I : Coupe frontale du larynx



Source :

ELUARD P.F. – Troubles de la voix chez les enseignants. – INRS, documents pour le médecin du travail n°98, 98 TF 132 , 2^{ème} trimestre 2004, 221- 238.

Annexe II : le questionnaire

Sujet N° :

Initiale prénom et nom : _____ adresse mail : si vous voulez
recevoir les résultats de l'étude : _____

1) Date de naissance : ____/____/19____

2) Taille : _____ cm

3) Poids : _____ Kg

4) Sexe : F M

5) Fumez-vous ? OUI NON

Avez-vous fumé ? OUI NON

Si oui, nombre de cigarettes par jour : _____ depuis combien de temps: _____

6) Avez-vous une activité physique de manière régulière ?
OUI NON

Si oui, nombre d'heure par semaine : _____,
type d'activité physique ? : _____

7) Quelle est votre activité professionnelle ? _____

8) Pratiquez-vous un instrument à vent ? OUI NON

Quel type s'instrument ? _____

9) Chantez-vous de manière régulière ? OUI NON

Si oui, nombre d'heures par semaine : _____ depuis combien d'année : _____

Nom de votre chorale : _____

Pratiquez-vous des cours de chant particulier ? OUI NON

10) Avez-vous été malade ses dernières semaines ? OUI NON

Si oui, nature de l'infection ? _____

11) Avez-vous une maladie respiratoire chronique ? OUI NON

Si oui, laquelle ? _____

12) Êtes-vous allergique ? OUI NON

Si oui, à quoi ? _____

13) Avez-vous une déformation thoracique ? OUI NON

14) Prenez-vous un traitement médicamenteux ? OUI NON

Si oui, lequel ? _____

Annexe III : présentation du matériel



I . Le spiromètre, le pince nez, la base de transfert et une spirette.



II . Le spiromètre en fonctionnement.



II . Le matériel d'hygiène.

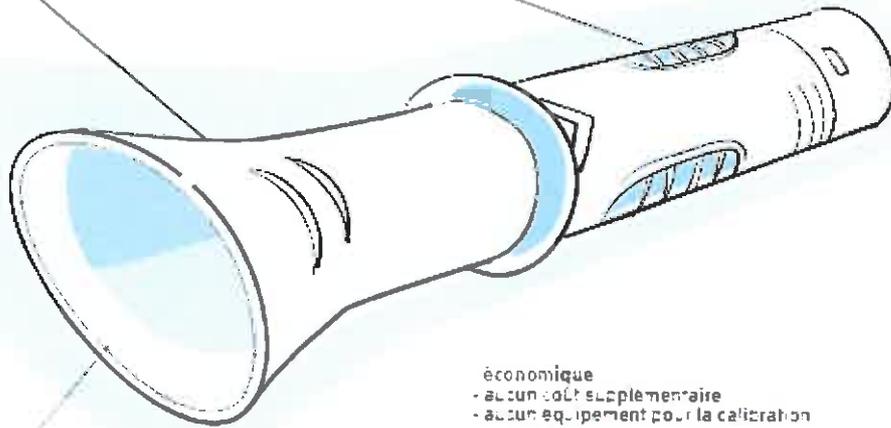
Planche d'information pour les spirettes.

ndd
spirette™

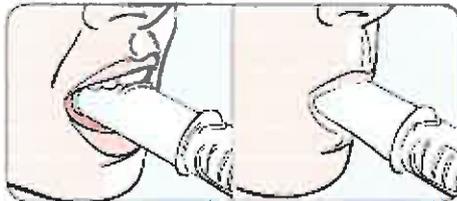
Position des dents
• restent en place sur la **spirette™**

Bonne étanchéité buccale
• prévient d'éventuelle fuite

Membrane de filtre
• membrane anti-bactérienne présente sur chaque **spirette™**
• prévient de la contamination croisée



Erbout buccal
• lisse et en polyéthylène teflonisé pour le confort des patients
• en forme d'ovale pour une optimisation de l'étanchéité buccale et du positionnement des dents
• conique pour convenir à toutes les tailles de bouches



économique

- aucun coût supplémentaire
- aucun équipement pour la calibration
- aucun coût ou perte de temps pour la maintenance
- aucun coût de filtre, capteur ou adaptateur
- la **spirette™** est le seul accessoire

simple et "infaillible"

- insérer simplement la **spirette™**, l'appareil est prêt pour la mesure (aucun code barre, aucune saisie numérique)
- Le TrueFlow instrument vous guide tout au long de la spirométrie

aucune maintenance

- aucune maintenance nécessaire avec la **spirette™** et le TrueFlow instrument
- aucune calibration ou vérification requise

hygiénique

- le système de mesure respiratoire le plus sûr

sécurité environnementale

- poids léger PE, environnement convivial, disponible et bio-dégradable

Produit conforme à la norme EN 13624



ndd

ndd Medizintechnik AG
Technoparkstrasse 1
CH-8005 Zurich, Switzerland
www.ndd.ch

Annexe IV : formule pour calculer le volume d'air passé dans la spirette

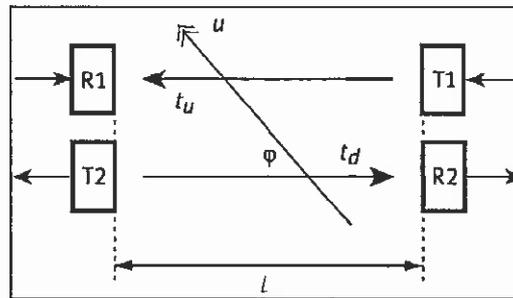


Figure 1: principes de mesure fondamentaux

T1 et T2 sont les 2 émetteurs ; R1 et R2 sont les 2 récepteurs. L'onde acoustique se déplace entre eux. La vitesse moyenne d'écoulement de l'air est u . L est la longueur de la voie de transmission, c est la vitesse du son dans l'air, et φ l'angle entre le vecteur vitesse d'écoulement et de la transmission du son chemin.

t_u et t_d représentent la durée de propagation des ultrasons entre émetteur et récepteur et sont calculés par la formule suivante :

$$t_u = \frac{L}{c + \bar{u} \cdot \cos \varphi}; \quad t_d = \frac{L}{c - \bar{u} \cdot \cos \varphi}; \quad \text{D'où : } \bar{u} = \frac{L}{2 \cos \varphi} \cdot \frac{t_d - t_u}{t_d \cdot t_u}$$

Le terme constant $L/2\cos\varphi$ ne dépend que de la géométrie du débitmètre.

En raison de l'indépendance de la vitesse du son c , la vitesse moyenne d'écoulement n'est influencée ni par la composition du gaz, ni par sa pression, ni par sa température et / ou de l'humidité.

En mesurant le temps de transit t_u et t_d et grâce à la connaissance de la géométrie du capteur de flux nous calculons la vitesse du courant.

La voie de transmission des ultrasons se compose de trois parties: deux sont à l'intérieur du spiromètre (où la vitesse du gaz est nulle), et une est à l'intérieur du tube. Soit \bar{u} : la vitesse moyenne du gaz dans la voie de transmission ; et, \bar{u} : la vitesse moyenne

d'écoulement du gaz dans le tube respiratoire : sont calculées par :

$$\bar{u} = \frac{1}{L} \cdot \int_0^L u(x) dx = \frac{1}{L} \cdot \tilde{u}(L - 2L_c) \Rightarrow \tilde{u} = \bar{u} \cdot \frac{L}{L - 2L_c}$$

Le volume de section du tube, nous permet de calculer le volume du flux expiratoire :

$$\dot{V} = \tilde{u} \cdot \pi r^2 = \frac{\pi^2}{2 \cos \varphi} \cdot \frac{L^2}{L - 2L_c} \cdot \frac{t_d - t_u}{t_d \cdot t_u}$$

Cette formule est basée sur un arrangement idéal comme le montre la figure 2, la transmission d'impulsions et la mesure du temps de transit sont idéales.

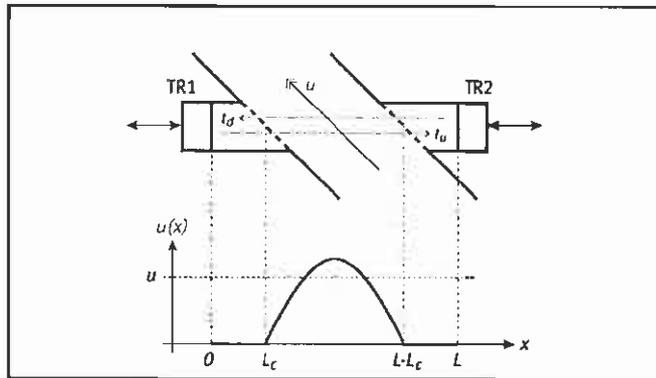


Figure 2: profil de vitesse (laminaire) sur une voie de transmission

La relation entre le débit moyen mesuré la vitesse \tilde{u} et la véritable vitesse moyenne u' est

$$\tilde{u} = 1.33 \cdot u' \quad \text{à flux laminaire, et}$$

$$\tilde{u} = (1 + 0.01 \sqrt[3]{6.25 + 431 \cdot R_e^{-0.237}}) \cdot u'; \quad R_e = \rho \cdot 2r \cdot \tilde{u} / \mu$$

dans un écoulement turbulent.

C'est lorsque Re (le nombre de Reynolds) est supérieur à 2000, que le flux commence une transition vers la turbulence et le profil de vitesse devient de plus en plus uniforme.

La Figure 3 montre l'évolution prévue du ratio \tilde{u}/u' (u' nombre de Reynolds Re a été

calculée pour l'air sec, à l'aide $\rho = 1,2929 \text{ kg/m}^3$ et $\mu = 18,46 \cdot 10^{-6} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$). Dans un tube idéal avec $r = 10 \text{ mm}$, le passage de l'écoulement laminaire à turbulent théoriquement se passe à $\bar{u} = 0,45 \text{ L / s}$ (néanmoins en pratique, \bar{u} sera encore plus faible). L'air expiré est essentiellement turbulent. Les turbulences naissent au niveau de l'embout buccal, à l'intérieur puis à la sortie du débitmètre.

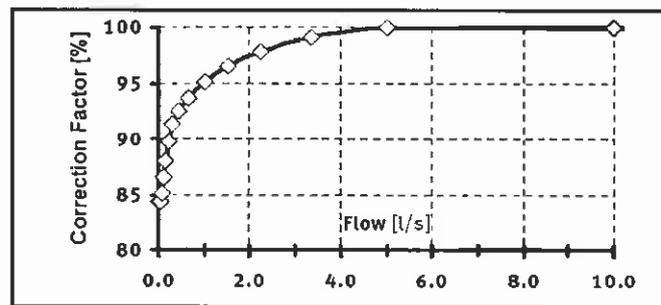


Figure 3 : linéarité avec correction pour un tube de 20mm.

En pratique, la géométrie de chaque capteur de flux (c'est-à-dire la disposition des transducteurs ultrasonores et tube) est corrigée individuellement par l'utilisation d'une table de correction de linéarité. La figure 3 montre la linéarité de correction mises en œuvre dans les dispositifs de spirométrie avec un tube de diamètre intérieur de 20 mm.

La correction des valeurs ont été déterminées à l'aide constante de vitesses d'écoulement généré avec un moteur d'étalonnage seringue.

(Traduit de l'anglais par Nathalie Zbogor)

Bibliographie :

BUESS C. - Transit-Time Ultrasonic Airflow Meter for Medical Application.- nnd Medizintechnik AG, Zürich, Switzerland, March 2004

BUESS C. - Transit-Time Ultrasonic Airflow Meter for Medical Application -Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, 1988.

PLAUT D., WEBSTER J.. - Ultrasonic measurement of respiratory flow.- IEEE Trans.- Biomed. Eng., 27(19): 549-558, October 1980.

Annexe V: Protocole de décontamination des spirettes



1. Remplir le doseur gradué à 25 ml.



2. Verser ces 25 ml dans 5 litres d'eau.



**3. Immerger totalement les spirettes.
Temps de trempage au minimum 5 min.**



4. Rincer soigneusement sous l'eau courante.



5. Essuyer avec un champ propre.



6. Laisser sécher à l'air libre les filtres des spirettes.

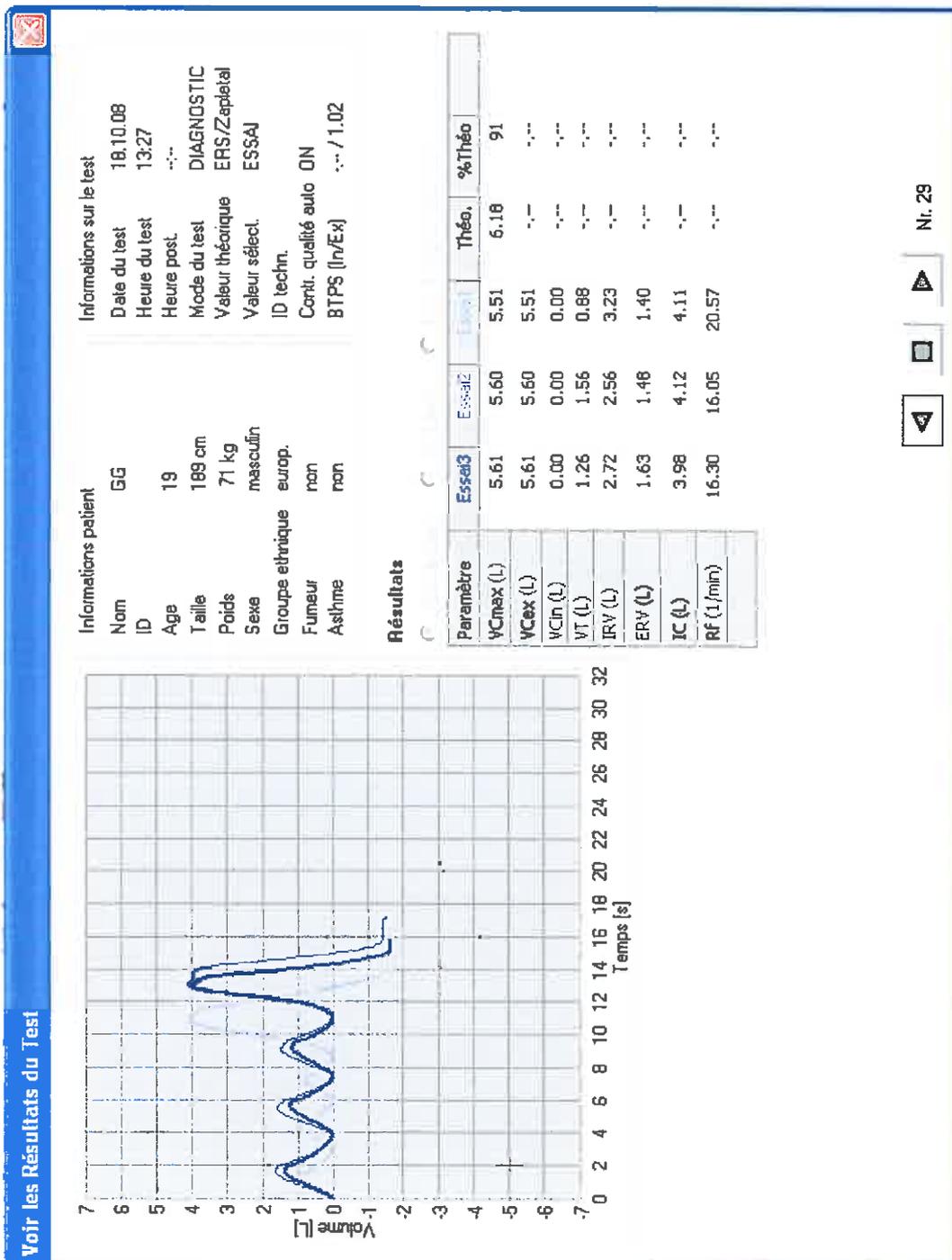
Inspiré du protocole Anios mais adapté aux spirettes.

Annexe VI : photo de la bonne position.



Annexe VII : graphiques retenus pour l'étude et obtenus grâce au logiciel EasyWare.

Courbe de la CV :



Courbes CVF

Informations patient

Nom CV
 ID 16
 Age 164 cm
 Taille 61 kg
 Poids féminin
 Sexe europ.
 Groupe ethnique non
 Fumeur non
 Asthme non

Informations sur le test

Date du test 22.11.08
 Heures du test 15:36
 Heures post. --:--
 Mode du test DIAGNOSTIC
 Valeur théorique ERS/Zapletal
 Valeur sélect. ESSAI
 ID techn.
 Contr. qualité auto ON
 BTFS (Irv/Ex) 1.11 / 1.02

Résultats

Paramètre	Essai2	Essai3	Théo.	%Théo
FVC (L)	3.75	3.70	3.66	101
FEV1 (L)	3.52	3.43	3.41	108
FEV1/FVC	0.94	0.93	0.93	111
PEF (L/s)	9.13	7.48	9.59	128
FEF25-75 (L/s)	5.52	5.28	5.23	134
FEF25 (L/s)	8.74	7.39	9.16	140
FEF50 (L/s)	6.63	6.38	5.71	146
FEF75 (L/s)	2.92	2.73	2.62	132
FET (s)	2.21	3.54	2.60	--
FIVC (L)	3.78	3.90	3.90	101
PIF (L/s)	5.51	5.05	5.01	--

Graphiques

Fonction normale des poumons

QC Degré = A (Test de base):

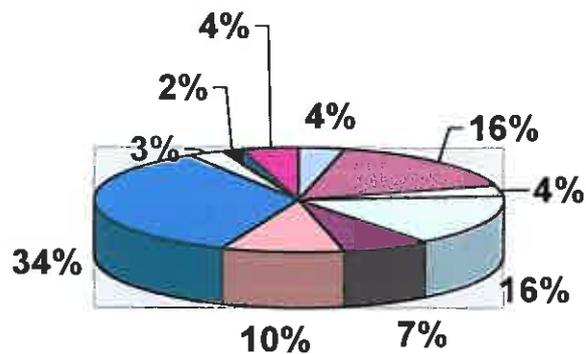
Navigation: [Left Arrow] [Home] [Right Arrow]

Nr: 205

Annexe VIII : les résultats

Les exclusions

Raisons pour lesquelles nous avons exclus 94 personnes de notre étude après avoir fait remplir le questionnaire :



- Obésité
- Maladie respiratoire
- Ethnie
- Tabac
- Erreur CV<CVF
- Problème avec le spiromètre
- Activité physique trop importante
- Déformation thoracique
- Cours de chant
- Pratique d'un instrument à vent

Tableau des résultats des choristes :

NOMBRE	DÉPERSONNE	INITIALES	DATE-NAISSANCE	POIDS	IMC	SEXE	CV	DEP	CVF	VEMS	VEMS/CVF	FEF 25-75	FEF 25	FEF 50	FEF 75	FNC	
1	C	NZ	04/05/1985	168	62	22,20	2	119	110	111	115	108	125	124	122	129	111
2	C	JL	15/03/1991	167	58	20,80	2	91	71	90	96	99	79	61	81	74	99
3	C	GG	29/06/1989	166	71	19,90	1	86	66	92	103	106	100	92	99	113	90
4	C	MH	05/12/1993	175	61	19,90	2	128	83	117	104	92	81	83	80	78	121
5	C	EP	07/08/1986	180	52	20,30	2	86	86	86	91	109	66	93	86	89	79
6	C	PC	06/02/1992	168	53	18,90	2	97	68	95	101	106	102	76	101	111	96
7	C	PC	15/04/1997	166	66	24,20	1	96	48	48	45	97	34	49	37	32	91
8	C	MPA	26/07/1985	190	52	20,80	1	127	90	89	88	103	75	96	88	59	120
9	C	LW	29/08/1986				2	127	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
10	C	JD	07/05/1948	166	75	27,50	2	120	84	106	109	112	97	79	74	143	108
11	C	CZ	06/07/1971	180	52	18,40	2	94	101	96	105	111	113	95	101	134	93
12	C	CV	03/05/1990	164	61	22,70	2	103	128	101	108	111	134	140	146	132	101
13	C	VA	22/12/1962	166	68	25,00	2	114	136	113	115	103	118	138	118	117	108
14	C	RA	20/04/1988	164	60	22,30	2	96	91	96	99	108	95	89	89	111	99
15	C	MCJ	21/07/1941	167	75	26,90	2	125	126	126	122	99	84	112	100	68	130
16	C	AA	19/10/1960	164	68	25,30	2	104	117	106	92	93	56	83	60	40	98
17	C	CL	26/02/1948	163	68	25,80	2	124	96	126	120	103	95	106	88	103	78
18	C	LT	28/12/1976	173	66	28,40	1	105	108	104	104	103	92	105	97	91	91
19	C	AK	26/08/1977	145	62	21,50	2	135	100	134	134	94	78	86	62	75	133
20	C	EG	01/08/1976	171	64	21,90	1	106	104	108	112	108	126	106	127	127	98
21	C	IM	30/04/1989	180	53	20,70	2	120	103	119	120	107	100	98	101	107	134
22	C	CB	18/08/1964	180	50	19,50	2	125	89	126	120	102	98	60	91	134	107
23	C	ND	15/06/1955	168	58	20,50	2	122	111	116	114	105	117	122	142	81	118
24	C	LM	01/03/1990	199	58	23,20	2	119	121	118	114	102	66	122	93	70	105
25	C	FC	08/10/1956	180	89	27,50	2	122	89	111	92	90	66	64	78	63	108
26	C	VP	31/10/1975	165	65	23,90	2	116	81	104	98	99	81	84	91	71	106
27	C	CT	19/08/1941	165	71	26,10	2	139	126,00	123	121	108	107	127	113	100	108
28	C	GT	25/12/1948	171	70	23,90	1	109	84,00	105	112	111	130	91	124	119	107
29	C	BP	13/07/1990	166	68	25,00	1	119	94	121	115	100	99	104	83	102	100
30	C	CM	11/10/1967	196	66	27,10	2	117	101	118	110	100	78	112	112	52	100
31	C	MB	07/12/1998	165	67	27,00	2	150	128	132	137	112	134	104	138	127	134
32	C	RG	28/12/1958	156	59	24,20	2	124	106	109	109	107	97	116	99	78	118
33	C	FJD	17/01/1978	180	65	29,00	2	115	116	112	106	99	90	97	85	82	102
34	C	VB	19/01/1977	170	59	20,40	2	119	88	119	108	95	87	96	108	73	107
35	C	AM	06/08/1942	166	72	26,10	2	144	116	136	127	102	95	125	90	80	127
36	C	AE	09/11/1990	174	60	19,80	2	112	106	111	118	106	102	76	110	132	103
37	C	SHA	02/06/1977	163	67	25,20	2	91	102	66	91	111	126	116	128	112	95
38	C	MOB	06/01/1983	188	70	24,80	2	92	100	76	87	98	73	96	80	57	86
39	C	SR	09/01/1956	169	60	21,00	2	111	114	113	101	97	74	116	90	96	7
40	C	IMC	17/07/1990	162	52	19,80	2	102	62	100	94	97	73	69	76	77	90
41	C	EF	23/09/1987	165	62	22,80	2	100	56	92	79	82	55	33	48	75	89
42	C	ALJ	07/12/1983	188	57	20,20	2	110	117	94	119	112	128	128	138	130	100

Tableau des résultats des non choristes :

NOMBRE DE PERSONNE INITIALES	DATE NAISSANCE	POIDS	IMC	SEXE	CY	DEP	CVF	VEMS	MEMSCVF	FEF 25-75	FEF 25	FEF 50	FEF 75	FNC			
1 NC	TM	230/1/1985	178	68	21.50	1	80	100	104	83	104	71	73	79	87		
2 NC	MM	24/07/1986	171	80	27.40	2	104	60	105	100	99	86	89	81	87	114	
3 NC	PJ	01/02/1989	162	56	21.00	2	100	68	73	73	67	62	63	108	101		
4 NC	CM	06/03/1985	165	56	20.60	2	113	112	115	107	97	82	106	83	78	97	
5 NC	JY	27/07/1982	178	90	28.40	1	91	93	93	93	104	116	108	128	102	94	
6 NC	SB	20/08/1988	184	96	28.10	1	134	66	97	78	81	50	91	36	73	125	
7 NC	MG	11/08/1988	165	47	17.30	2	98	71	92	95	107	61	69	76	96	93	
8 NC	SAC	31/03/1988	188	62	22.00	2	91	94	90	90	108	66	104	76	103	77	
9 NC	GV	17/03/1986	189	59	20.70	2	99	64	107	101	107	67	66	78	129	83	
10 NC	SL	30/09/1986	180	66	26.50	1	83	107	85	91	99	80	115	92	61	82	
11 NC	JS	14/07/1990	180	75	23.10	1	90	72	94	72	79	67	53	69	111	105	
12 NC	AG	29/09/1988	140	37	18.90	1	90	75	90	90	106	86	83	75	99	33	
13 NC	MG	27/08/1985	157	50	20.30	1	86	81	86	90	102	67	87	88	84	69	
14 NC	PAC	29/12/1988	184	86	25.40	1	96	51	97	91	95	77	54	79	109	95	
15 NC	SJ	14/04/1988	164	80	22.30	2	94	97	96	98	106	106	90	117	96	93	
16 NC	JR	24/05/1985	189	56	19.30	2	90	60	60	89	78	61	57	60	62	47	88
17 NC	YS	15/10/1985	189	51	17.90	2	106	50	50	104	72	38	54	42	50	100	
18 NC	AG	17/12/1985	180	54	21.10	2	125	103	108	106	98	81	101	90	75	114	
19 NC	MG	15/12/1983	171	66	29.10	1	76	82	70	71	105	63	80	81	49	71	
20 NC	AG	10/07/1985	188	84	25.60	2	119	131	107	106	106	99	131	117	76	99	
21 NC	EJ	03/12/1986	167	80	22.50	2	106	126	109	102	109	126	146	145	120	115	
22 NC	LP	20/05/1985	178	70	22.30	1	102	96	104	106	104	118	98	136	101	103	
23 NC	SW	04/01/1985	180	82	25.30	1	117	147	119	122	101	104	104	77	97	117	
24 NC	LS	11/12/1986	169	58	20.30	2	86	101	77	64	113	128	115	114	180	106	
25 NC	DG	09/10/1989	189	81	21.40	2	92	87	79	78	103	66	78	67	67	44	
26 NC	AM	27/09/1989	167	80	21.50	2	104	54	96	96	109	63	63	61	118	96	
27 NC	CC	10/12/1988	185	58	21.30	2	86	87	86	90	109	63	82	81	94	81	
28 NC	PL	22/07/1987	162	60	22.90	2	107	107	105	98	97	72	96	73	65	112	
29 NC	AH	09/10/1986	162	66	25.10	2	97	81	96	76	84	49	56	48	41	106	
30 NC	PS	03/01/1986	156	55	22.90	2	88	84	87	87	103	76	79	67	68	91	
31 NC	KL	28/02/1987	175	67	21.90	1	96	69	69	78	103	108	101	96	100	154	83
32 NC	GP	18/10/1987	175	60	19.60	1	88	105	105	80	105	121	137	122	146	154	10
33 NC	RT	06/02/1990	182	79	23.80	1	106	96	90	119	114	134	106	130	157	103	
34 NC	GL	10/11/1990	170	66	22.50	2	86	49	79	81	98	68	50	63	105	82	
35 NC	AS	06/06/1980	153	46	19.70	2	82	55	77	66	109	78	52	80	89	77	
36 NC	AS	29/04/1990	170	54	19.70	2	81	66	80	89	114	69	96	62	105	84	
37 NC	JJ	06/05/1988	178	62	19.60	1	84	60	75	81	110	69	86	92	88	130	
38 NC	BO	28/02/1988	188	58	20.50	2	108	57	109	100	95	61	63	78	99	105	
39 NC	JS	06/01/1988	160	53	20.70	2	95	68	94	94	104	80	96	98	73	88	
40 NC	IM	06/04/1971	165	54	19.80	2	88	96	90	90	108	69	100	106	80	81	
41 NC	EZ	28/11/1991	186	75	21.70	1	136	112	114	120	104	138	126	154	115	119	

Concernant les autres données :

- Pas de différence significative de DEP ($p=0.69$)
- Pas de différence significative de CVF ($p=0.12$)
- Pas de différence significative de VEMS ($p=0.07$)
- Pas de différence significative de VEMS-CVF ($p=0.96$)
- Pas de différence significative de FEF 25-75 ($p=0.37$)
- Pas de différence significative de FEF 25 ($p=0.71$)
- Pas de différence significative de FEF 50 ($p=0.51$)
- Pas de différence significative de FEF 75 ($p=0.59$)
- Pas de différence significative de FIVC ($p=0.17$)