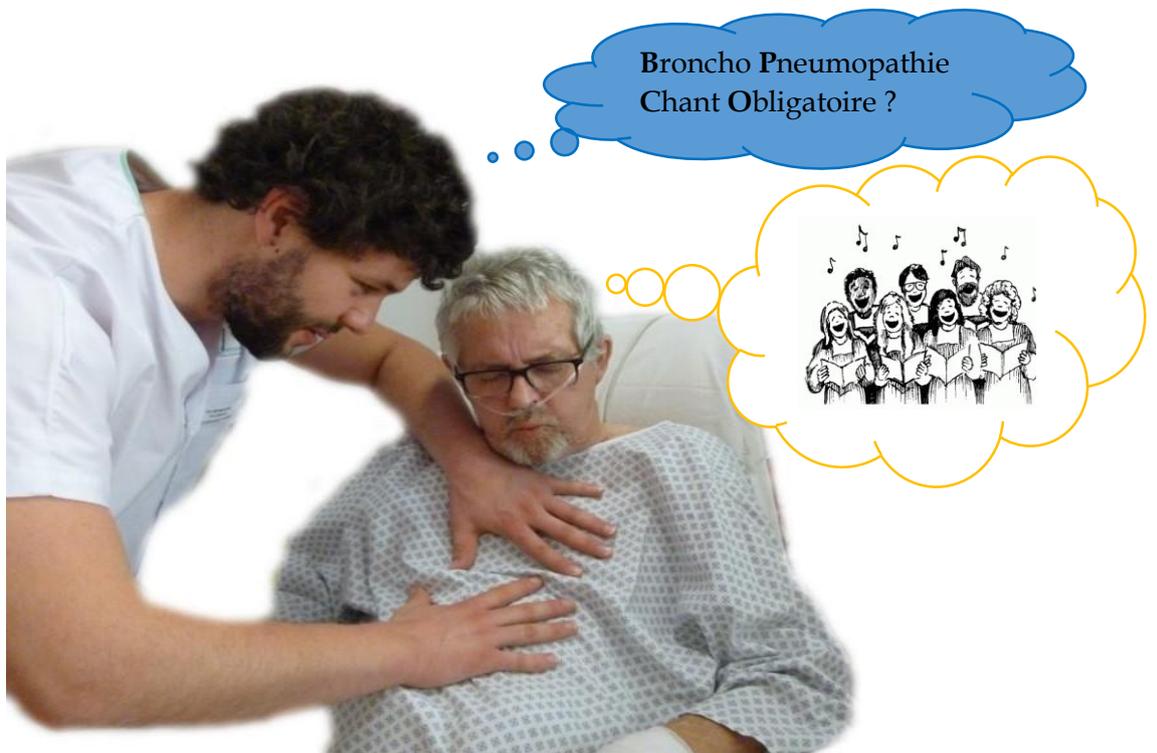


Le chant, une contribution thérapeutique au service de la kinésithérapie respiratoire dans la prise en charge des patients atteints de BPCO

Revue de littérature



Travail personnel présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de
Masseur-Kinésithérapeute

Sous la direction de : Mme Aldjia Abdellaoui et M. Christian Lacan

Montpellier, le 07/04/2016

A l'attention des Jurys du Diplôme d'Etat.

Depuis l'annulation des mises en situation (Juin 2009), l'épreuve de soutenance du travail écrit est la seule épreuve permettant aux étudiants d'obtenir le Diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute.

L'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie apporte de ce fait à chaque étudiant un soutien et une aide importante à la réalisation du travail écrit.

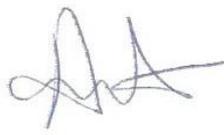
Afin de vérifier et valider ce travail au cours des corrections qui sont proposées aux étudiants, nous leur demandons de faire signer un imprimatur par **le masseur-kinésithérapeute responsable du travail écrit et par l'enseignant chargé du suivi à l'Institut.**

Malgré cela, certains d'entre eux n'ont obtenu **qu'une validation** soit par le masseur-kinésithérapeute responsable, soit par l'Institut et dans certains cas **aucune validation.**

Il nous paraît important d'en tenir compte pour juger du travail réalisé.

En vous remerciant de votre collaboration.

IMPRIMATUR- SESSION 2016

NOM – Prénom de l'étudiant(e) :	
Gueneau Thomas	
NOM – Prénom du moniteur de stage :	
Abdelhamid ALDJIA	
Titre du travail écrit :	
Il s'agit, une contribution thérapeutique au suivi de la kinésithérapie respiratoire dans la prise en charge des patients atteints du BPCO	
Signature du moniteur de stage :	Signature du Directeur de Mémoire IFMK :
	
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE Directeur: F. ROUVIERE C.H.U. BELLEVUE - 1, place Jean Baumes 34295 MONTPELLIER CEDEX 5	

Demande d'autorisation d'utilisation de l'image d'une personne

Je soussigné(e) : **PABION DANIEL**

Demeurant : **VAUVERT (30)**

Autorise Mr GUENERIE Thomas à utiliser et diffuser à titre gratuit et non exclusif des photographies me représentant, ainsi qu'à exploiter ces clichés, en partie ou en totalité, à des fins d'enseignement et de recherche, culturel ou scientifique ou d'exploitation commerciale.

Fait à : **MONTPELLIER**

Le : **08/04/2016**

Signature précédée de la mention « lu et approuvé »

lu et approuvé 

Justificatif de direction

Ce travail a été réalisé sous la direction de :

Aldjia ABDELLAOUI

Docteur en kinésithérapie (PhD), Masseur-Kinésithérapeute Diplômé d'Etat

Christian LACAN

Cadre de santé, Masseur-Kinésithérapeute Diplômé d'Etat

Précaution anti-plagiat

" Je soussigné,

GUENERIE Thomas,

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Les citations tirées du présent mémoire ne sont permises que dans la mesure où elles servent de commentaire, référence ou démonstration à son utilisateur. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article, site Internet ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets. La loi sur le droit d'auteur est applicable.

Les opinions exprimées dans ce travail n'engagent que la responsabilité de leur auteur.

Le 07/05/2016

Signature:

"

Sommaire

Introduction.....	1
1. L'instrument vocal.....	3
1.1. Niveau respiratoire : la soufflerie.....	3
1.1.1. La ventilation et les types de souffle	
1.1.2. Volumes pulmonaires	
1.1.3. Implication des muscles respiratoires	
1.1.4. Adaptations posturales : chanter avec tout son corps	
1.2. Niveau phonatoire : le corps vocal.....	10
1.2.1. Un vibreur : le larynx	
1.2.2. Les cavités de résonance	
2. Adapter ventilation et phonation: un parallèle à la rééducation respiratoire ?.....	12
2.1. Effets sur le désencombrement bronchique.....	13
2.1.1. Modification du rythme respiratoire	
2.1.2. Rétrécissement laryngé : une Pression Expiratoire Positive (PEP) ?	
2.2. Effets sur le réentraînement des muscles respiratoires.....	16
2.2.1. Souffle phonatoire: mode de travail « excentrique » pour le diaphragme ?	
2.2.2. Le chant comme réentraînement des muscles respiratoires ?	
2.3. Le chant, un outil de lutte contre l'hyperinflation et ses conséquences ?.....	19
2.4. Effets psychologiques et réintégration sociale.....	21
3. Analyse des études.....	23
4. Discussion.....	26
Conclusion.....	30
Bibliographie	
Liste des abréviations, sigles et acronymes	

Introduction

« La respiration ne se rééduque pas, elle se libère. » Françoise Mézières

La Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) se définit comme une maladie respiratoire chronique et inflammatoire. Elle est caractérisée par une obstruction permanente et progressive des voies aériennes ayant pour conséquence une diminution non complètement réversible des débits aériens [1]. On observe des modifications anatomiques ou remodelage qui diminuent le calibre des bronchioles ainsi qu'une réaction inflammatoire pulmonaire anormale en réponse aux toxiques inhalés (tabac, polluants...). Les premiers et principaux symptômes évoqués, bien que non spécifiques, sont la toux, l'expectoration et la dyspnée. Elle est la maladie respiratoire chronique dont le poids sur la santé publique est le plus grand par sa morbidité, sa mortalité et les dépenses de santé qu'elle entraîne [2]. Elle risque de devenir en 2020 la 3ème cause de mortalité à l'échelle mondiale après les cardiopathies ischémiques et les maladies cérébro-vasculaires [1].

Les recommandations de la haute autorité de santé (HAS) définissent des objectifs principaux : prévenir la progression de la maladie, soulager les symptômes, améliorer la qualité de vie, prévenir et traiter les complications et les exacerbations [3]. La Masso-Kinésithérapie occupe une place primordiale dans la prise en charge de ces patients. Le rôle du masso-kinésithérapeute (MK) s'axe autour de cinq grands objectifs : le désencombrement bronchique, le réentraînement à l'effort ainsi que des muscles respiratoires et la lutte contre l'hyperinflation aérienne et l'isolement social. Malheureusement, les exercices de drainage bronchique, l'apprentissage des différents types de respiration et la compréhension de la mécanique ventilatoire sont souvent fastidieux, anxigènes et déstabilisants pour ces patients. Une attention trop soutenue et centrée sur la respiration ainsi que sa prise en charge volontaire peuvent devenir réellement gênant voire néfaste d'autant plus que l'acte respiratoire est largement automatisé [4]. Pire encore, l'amélioration de la prise de conscience du fonctionnement de l'appareil respiratoire serait même susceptible d'accentuer la sensation de limitation respiratoire [5]. C'est pourquoi nous prospectons dans la littérature afin de trouver une méthode « ludique », accessible au plus grand nombre et permettant aux patients de ne pas se concentrer directement sur leur respiration. Bien qu'indispensable, la rééducation respiratoire classique ne pourrait-elle pas être aidée par une « alternative thérapeutique » ?

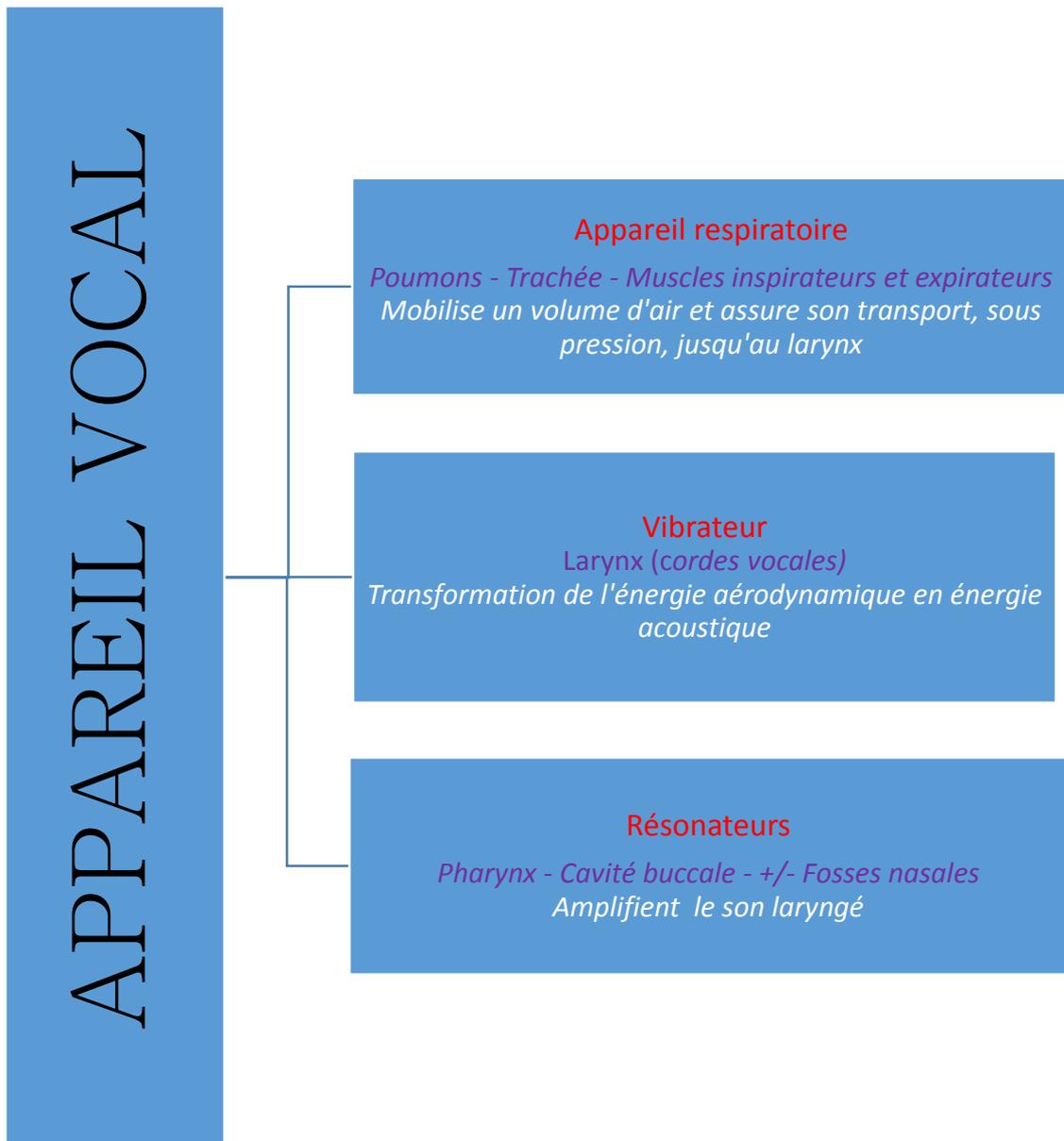
Le sport est souvent évoqué dans ce sens. Malheureusement l'état général, la motivation des patients et l'inconfort lié à la limitation ventilatoire ou à la fatigue rendent la plupart du temps cette pratique difficile [6].

Musique et appareil respiratoire sont intimement liés [5], précisément lorsque le souffle entre en jeu dans l'expression artistique [7]. Maîtriser son souffle implique d'en modifier le rythme, d'adapter les pressions, les volumes et la posture [8] : choses que les patients atteints de BPCO ont du mal à réaliser. L'acte vocal nécessite l'utilisation et la maîtrise des techniques de contrôle respiratoire [9], une harmonie gestuelle et le respect des lois physiologiques du mouvement [10]. De ce fait, le chant ne constituerait-il pas un outil thérapeutique de choix pour aider les personnes en difficulté respiratoire à maîtriser leur souffle et lutter contre leur maladie ? Par quels moyens et selon quels mécanismes peut-on le considérer comme une aide à la kinésithérapie respiratoire ?

Depuis quelques années des hôpitaux, des centres de rééducation et des cliniques mettent en place des cours de chant notamment dans des programmes de réhabilitation respiratoire [5]. Quelques études ont été réalisées dans l'optique de mesurer l'impact réel que peut avoir la pratique du chant sur les patients atteints de BPCO. Le but de notre travail est d'identifier les mécanismes qui nous laissent penser que le chant pourrait être bénéfique pour les patients atteints de BPCO, puis de réaliser un état des lieux sur ce qui a été écrit et réalisé à ce sujet jusqu'à aujourd'hui. Il est également intéressant de se demander si les bénéfices espérés sont susceptibles de s'étendre à d'autres pathologies.

Pour commencer, nous effectuons une présentation anatomique et physiologique de l'appareil vocal ainsi que son fonctionnement lors du chant. Souvent comparé à un instrument à vent il comprend une source d'air, des structures vibrantes et des caisses de résonances [11]. Ensuite, nous identifions comment les mécanismes d'adaptation de la ventilation durant l'acte phonatoire chanté peuvent présenter des intérêts et/ou des inconvénients pour les patients atteints de BPCO. Ces mécanismes sont comparés à ceux des techniques traditionnelles de rééducation respiratoire selon quatre des cinq grands objectifs de la prise en charge kinésithérapique évoqués précédemment. Pour finir, nous effectuons une analyse des études trouvées dans la littérature et dans lesquelles le chant est utilisé dans la prise en charge de patients atteints de BPCO.

Figure 1 : Représentation schématique des différents « étages » de l'appareil vocal



1. L'instrument vocal

« La particularité de l'apprentissage du chant est d'exiger de l'élève qu'il se fasse le luthier de son instrument avant de pouvoir en jouer. » Nicole Scotto Di Carlo [7]

L'ensemble des organes permettant à l'Homme d'émettre des sons est habituellement nommé « appareil vocal ». Cette dénomination sous-entend qu'il s'agirait d'un appareil particulier dont l'unique mission serait la production sonore mais cette conception incarne uniquement une entité fonctionnelle. D'anciennes recherches vont dans ce sens et justifient le fait que la phonation représenterait une adaptation fonctionnelle secondaire mettant en jeu des structures qui, au départ, n'ont rien de particulièrement orienté vers une fonction phonatoire [12]. Avant de servir l'émission sonore, la respiration permet la vie. Elle commence dès la naissance par une première inspiration et se termine à la mort par une dernière expiration. Pourtant la grande majorité d'entre nous ne connaissent, ni l'anatomie, ni la physiologie de l'appareil respiratoire, l'ensemble des humains étant inévitablement autodidacte en la matière.

Pour des commodités de description et malgré le fait que la voix met en jeu un grand nombre de facteurs, la description de l'appareil vocal s'effectue en trois parties (*Figure 1*). Ainsi, nous commençons par la **partie respiratoire de l'appareil vocal** responsable du transport de l'air, sous pression, vers les cordes vocales. Ensuite, notre intérêt se porte sur **le larynx** permettant la vibration à l'origine d'un premier son. Enfin, **l'ensemble des résonateurs** qui filtrent et étoffent ce premier son, est abordé [13].

1.1. Niveau respiratoire : la soufflerie

L'acte respiratoire sert avant tout à ventiler les poumons. Le but ultime est que les échanges gazeux indispensables à la vie se réalisent par un contact intime entre le milieu circulatoire, représenté par le réseau capillaire artérioles et veines, et le milieu aérien représenté par les « culs-de-sac » alvéolaires. Cet acte, considéré comme automatique, est adapté selon les besoins, grâce à « l'œil » avisé du bulbe rachidien sensible à la concentration sanguine en gaz carbonique [4]. Pour qu'il y ait phonation, un flux d'air contenu dans les poumons et la trachée doit transiter jusqu'aux cordes vocales. L'ensemble anatomique, désigné par le terme soufflerie, tend à gérer en dosant la pression de cet air [13].

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des paramètres respiratoires en respiration de repos (Rr) et lors du chant (RC)

D'après Cornut [12]

	Respiration de Repos	Respiration Chant
Gestion	Automatique	Contrôlée
Inspiration	Active	
Expiration	Passive	Active
Temps inspiratoire (Ti)	$Ti_{Rr} > Ti_{RC}$	
Temps expiratoire (Te)	$Te_{Rr} < Te_{RC}$	
Volume d'air mobilisé	V_T	50-60% CV

CV : Capacité Vitale , V_T : Volume courant

Tableau 2 : Tableau comparatif des deux types de souffle majoritairement utilisés lors de la phonation

D'après Le Huche [14]

	Souffle thoracique supérieur	Souffle abdominal
Zone thoracique mobilisée	Haute	Basse
Axe de mobilité des côtes	Antéro-postérieur	Médio-latéral
Mouvement costaux	Poignée de pompe	Anse de seau
Muscles impliqués	Intercostal interne	Obliques, Transverse de l'abdomen et diaphragme
Rôles du larynx	Sphincter, Vibrateur	Vibrateur
Intensité de la voix en résultant	Faible	Forte
Implication en phonation	Voix parlée	Voix chantée

1.1.1. La ventilation et les types de souffles

En respiration de repos, c'est-à-dire dans le volume courant (V_T), la condition nécessaire à l'inspiration est que la pression alvéolaire soit inférieure à la pression atmosphérique. Grâce à l'action du diaphragme le volume de la cage thoracique s'agrandit. Le poumon, solidaire de cette paroi par le biais de ses feuillets pleuraux se voit « tiré » vers l'extérieur : permettant ainsi à l'air de pénétrer dans les poumons. Cette entrée s'effectue par la bouche, par le nez ou par les deux combinés. Chargé en O_2 , cet air transite par de nombreuses structures : le pharynx, le larynx, la trachée puis les bronches souches. Ces dernières donnent, après division, les bronches secondaires qui se divisent à leur tour en bronchioles pour déboucher finalement au niveau des alvéoles pulmonaires, lieu des échanges gazeux [12].

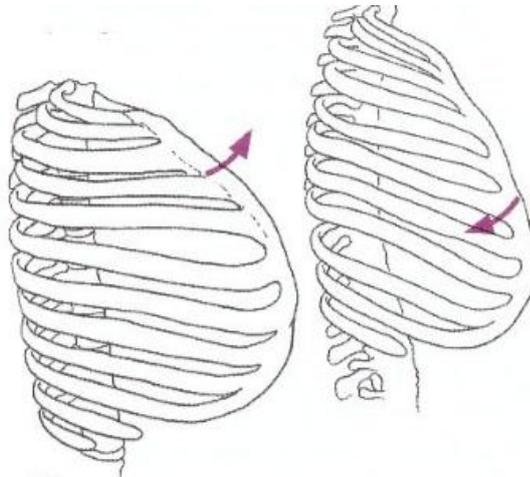
A l'inverse l'expiration débute lorsque la pression alvéolaire devient supérieure à la pression atmosphérique. Dans le V_T , cette phase est purement passive. Placées hors de leur position d'équilibre par l'inspiration, les structures élastiques tendent à retrouver leur position de repos.

La respiration correspond globalement à une lutte constante entre d'un côté les forces musculaires actives et de l'autre les résistances élastiques qui s'y opposent. Lors de la respiration de repos, la durée du temps inspiratoire et expiratoire est du même ordre de grandeur, bien que l'expiration soit légèrement plus longue [14].

Durant l'acte phonatoire, la voix représente la sonorisation de l'air expiré. Le mouvement expiratoire est la plupart du temps, plus rapide et prolongé que lors de la respiration de repos. Ces modifications nécessitent l'action des muscles expirateurs. L'air, parcourt alors le chemin inverse à l'inspiration, et arrive au niveau du larynx avec une pression et une vitesse réglées selon la voix à produire (Tableau 1). Lorsque ce réglage est bien réalisé, l'impression d'émission de souffle se perd au profit d'une émission de vibration. Talma disait : « *L'expiration perd sa qualité de vent pour prendre sa qualité de son* » [14]. Cette citation incite à bien distinguer la voix du courant d'air qui lui permet d'exister. Autrement dit, ce n'est pas l'air qui sort de nos poumons par notre bouche, qui va dans les oreilles de notre interlocuteur mais la vibration de l'air qui nous sépare de lui [4]. Cette expiration sonorisée n'est pas toujours produite de la même façon. On répertorie trois types de souffle parmi lesquels les plus utilisés sont le souffle thoracique supérieur et le souffle abdominal [14] (Tableau 2).

Figure 2 : Abaissement costal en poignée de pompe

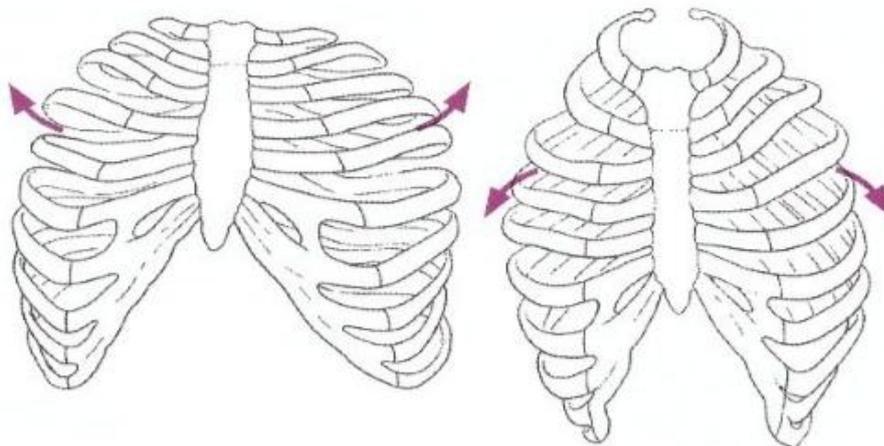
D'après Calais-Germain [13]



Visible dans le plan sagittal, les mouvements de la partie antérieure des côtes entraînent des modulations du diamètre antéro-postérieur du thorax. L'élévation est du à l'action des scalènes et des Sterno-Cléido-Occipito-Mastoïdiens à la fin du Volume de Réserve Inspiratoire (VRI). L'abaissement se réalise soit passivement via la pesanteur ou activement par une action des muscles intercostaux internes.

Figure 3 : Abaissement costal en anse de seau

D'après Calais-Germain [13]



Visible dans le plan frontal, les mouvement de la partie latérale des côtes entraînent des modulations du diamètre médio-latéral du thorax. L'élargissement est obtenu directement via l'action des intercostaux externes et indirectement via le diaphragme. Le resserrement peut être passif (action de la pesanteur et retour élastique des structures), ou actif par contraction des obliques et du transverse de l'abdomen.

Le type de souffle utilisé varie en fonction de l'individu, la situation dans laquelle il se trouve et l'intention qu'il a vis-à-vis de son public. Il existe donc une grande variation à ce niveau, les différents types de souffle pouvant même se succéder au cours d'un couplet ou d'une même phrase [14].

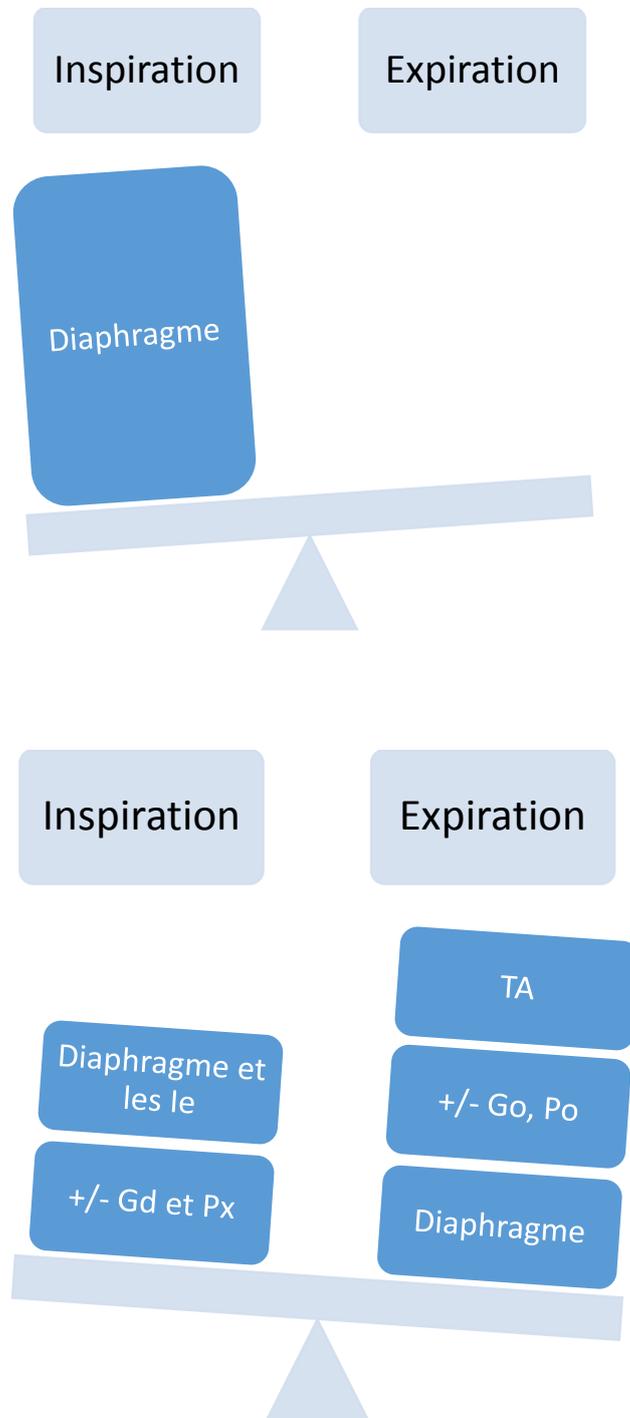
Lors du **souffle thoracique supérieur**, c'est la partie haute du thorax qui est employée. Ce dernier s'élève et s'abaisse au rythme des cycles respiratoires. L'axe de mobilité du thorax et des côtes est essentiellement antéropostérieur, l'abaissement costal étant en poignée de pompe (*Figure 2*). La voix qui en résulte est d'intensité plutôt faible : elle ne porte pas. Il est utilisé majoritairement dans ce qu'on appelle l'expression simple [4]. A contrario il est utilisé avec parcimonie dans le chant car l'avancée du manubrium sternal implique directement une mise en tension des muscles suspenseurs du larynx favorisant ainsi le serrage laryngé.

C'est le **souffle abdominal** qui est majoritairement utilisé lors du chant car il permet la projection vocale. François le Huche parle de « *voix implicatrice* ». En utilisant ce type de souffle, le chanteur a l'intention d'agir sur ses interlocuteurs. Dans ce cas c'est la partie basse du thorax qui est mobilisée : elle s'élargie amplement dans un plan horizontal et s'accompagne d'un soulèvement latéral des côtes, témoignant de l'action diaphragmatique intense. Parallèlement, on observe un effacement de la région épigastrique. Dans ce type de souffle, l'abaissement costal est en anse de seau [4] (*Figure 3*).

1.1.2. Volumes pulmonaires

En dehors de tout effort particulier, le volume d'air utilisé au cours d'un cycle respiratoire est appelé volume courant (V_T). Il est de 400 à 500 ml en moyenne. Lorsque l'inspiration et l'expiration sont poussées à leur maximum à partir du V_T on obtient les volumes de réserve inspiratoire (VRI) d'environ 3000 ml et expiratoire (VRE) aux alentours de 1200 ml. A la fin d'une expiration forcée, c'est-à-dire lorsque le VRE est épuisé, un volume d'air nommé volume résiduel (VR) siège dans l'appareil respiratoire. Il est non mobilisable et estimé à 1200 ml. L'ensemble V_T , VRI et VRE forment la capacité vitale (CV) et l'ensemble VRE et VR la Capacité Résiduelle Fonctionnelle (CRF). **Lors du chant, les volumes d'air mobilisés sont la plupart du temps autour de 50 à 60 % de la CV. Ils sont nettement supérieurs au V_T de la respiration de repos [12].**

Figure 4 : Représentation schématique de l'activité des muscles respiratoires en respiration de repos (en haut) et lors du chant (en bas)



Légende : *le* : Intercostaux externes, *Gd* : Grand dentelé, *Px* : Pectoraux, *TA* : Transverse de l'abdomen, *Go* : Grands obliques, *Po* : Petits obliques

Pour autant, il ne faut pas confondre la voix avec la source d'air qui l'a produit, l'exagération du mouvement respiratoire et la mobilisation du souffle pulmonaire n'étant pas forcément gage de qualité vocale. En pratique il est plus utile de savoir prendre de l'air plus fréquemment avec souplesse et discrétion que d'emmagasiner d'importantes quantités d'air [4].

1.1.3. Implication des muscles respiratoires

La phonation fait intervenir de façon massive les muscles de la ventilation (*Figure 4*). Dans cette partie, seul le rôle vocal de ces muscles est abordé.

Commençons par les inspireurs. On regroupe actuellement un inspireur principal : le diaphragme qui peut être aidé par sept inspireurs accessoires : les sterno-cléido-occipitaux-mastoïdiens (SCOM), les scalènes (SCA), les intercostaux externes (Ie), les trapèzes (TRA) le grand dentelé (Gd) et les pectoraux (Px). La voix étant produite sur l'expiration, la fonction vocale de ces muscles est peu évidente. Sauf que pour souffler il faut bien entendu reprendre de l'air. De plus, suite à une profonde inspiration, la pression générée par les forces élastiques est très importante. **Pour freiner le mouvement de fermeture de la cage thoracique à l'expiration, les muscles inspireurs doivent rester contractés. Ils permettent ainsi un dosage de la pression sous-glottique [13]. C'est ce « paradoxe » qui rend le souffle abdominal redoutablement efficace car il permet un contrôle accru du débit et de la pression expiratoire par contraction simultanée du diaphragme et du transverse de l'abdomen (TA).** Les volumes d'air mobilisés sont importants alors que le « jeu » musculaire est plus économique : la pression expiratoire est exercée là où le volume d'air est le plus important. Selon Benoit Amy de la Bretèque le diaphragme « *reste en partie contracté dans l'expiration sonorisée pour contrôler l'action de la sangle abdominale et régler le souffle* » [8]. Blandine Calais Germain lui attribue également la fonction de freinage du retour élastique du poumon [13]. **En pratique lors du chant, ces deux modes d'actions s'illustrent par une position inspiratoire conservée lors de l'expiration** [15]. Dans l'acte vocal, les inspireurs accessoires peuvent agir en synergie avec le diaphragme pour freiner l'expiration et ainsi doser le débit d'air sous-glottique.

Tableau 3: Comparaison des stratégies respiratoires mises en place entre des professionnel(le)s et des débutant(e)s pendant la vocalisation.

D'après Lassalle et al. [16]

	Professionnel(le)s	Débutant(e)s
Inhibition des muscles grands droits lors de l'émission vocale	Oui	Non
Mise en jeu préalable au chant (initiation vocale) des muscles obliques et transverses	Oui	Non
Prise inspiratoire avant la vocalisation	Abdominale	Thoraco-abdominale
Attitude lors de l'émission d'une note aiguë	Rentre la région sus-pubienne et fait saillir la région abdominale. La zone thoracique reste stable.	Saillie de la zone sus-pubienne et rétraction de la zone abdominale. La zone thoracique s'affaisse.
Attitude posturale	Cage thoracique en ouverture, diaphragme en position basse	Affaissement de la cage thoracique, diaphragme qui remonte rapidement

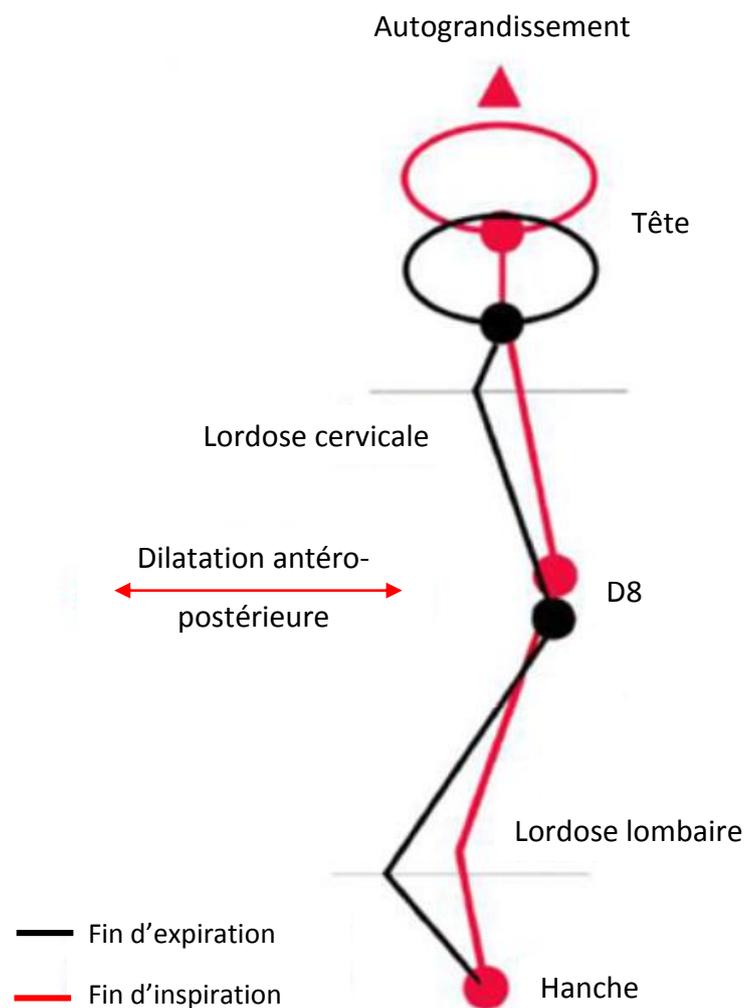
L'attitude des chanteurs lors de l'émission d'une note grave n'a pas été étudiée dans cette étude.

Dans ce cas, le recrutement des muscles thoraciques (Ie, Gd et les Px) est à préférer à ceux du cou (SCOM, SCA et TRA) pour laisser les muscles du larynx bien libres dans leurs actions [13]. Il en est de même pour les patients atteints de BPCO pour éviter la fatigue et les déformations induites par l'activité intense des inspireurs accessoires, en particulier ceux du cou.

Intéressons-nous maintenant aux muscles expirateurs, supports de la voix et dont la contraction tend à entrainer une sortie d'air [8]. Ces muscles sont principalement des abdominaux. En plus du TA, on en compte huit répartis en quatre paires de deux (les obliques (grands (Go) et petits (Po)), les intercostaux internes (Ii) et les grands droit (GD). Avant de commencer la description de leurs fonctions phonatoire, rappelons que seule l'expiration active recourt à leur action [13]. **Durant l'acte phonatoire ces muscles expirateurs permettent d'allonger la durée de l'expiration c'est-à-dire de rentrer dans le VRE. Ce phénomène est recherché en rééducation respiratoire car il permet une meilleure mobilisation des sécrétions bronchiques et s'oppose à l'inflation du VR qui augmente la CRF.** Très courant dans le chant, l'action des muscles expirateurs permet d'augmenter la pression, sous la glotte en particulier, pour majorer l'intensité du son ou pour chanter des notes plus aigües. Quelque soit le muscle expiratoire, leurs actions dans l'acte vocal restent similaires mais dépendantes de la position du bassin par rapport au thorax. L'intensité de leur activité varie, notamment en fonction du niveau d'entraînement. La comparaison de sujets sains, professionnels et amateurs en est la preuve (*Tableau 3*). **Les professionnels sont capables de modifier leur stratégie respiratoire.** Ils inhibent leurs GD pour empêcher le mouvement de flexion du tronc : l'ouverture thoracique est maintenue ce qui allonge le temps expiratoire. En revanche, les débutants utilisent tous leurs muscles abdominaux ce qui implique une fermeture de leur cage thoracique : des difficultés dans la gestion de l'air et une expiration raccourcie [16]. Quoi qu'il en soit, tous peuvent agir en synergie/antagonisme avec le diaphragme. Dans le but de gérer la pression sous glottique, les expirateurs contribuent à l'expiration tandis que le diaphragme retient cette dernière. Pour la performance vocale il n'est pas profitable de travailler les abdominaux dans leur fonction squelettique : une série lever de jambes par exemple. Il est par contre primordial d'affiner leur aptitude à mobiliser ou fixer les masses viscérales [13]. Les muscles du plancher périnéal, bien qu'ils ne soient ni inspireurs ni expirateurs présentent également un rôle primordial. C'est eux qui s'opposent à la descente verticale des viscères [15]. Selon Blandine Calais Germain une

Figure 5 : Organisation des courbures dorso-lombaires autour de la huitième vertèbre dorsale (D8) en fin d'inspiration poussée (en rouge) et en fin d'expiration poussée (en noir)

D'après Hutois et al. [15]



A la fin de la phase d'expiration poussée (tracé noir) les courbures physiologiques sont respectées (lordose lombaire et cervicale accompagnées d'une cyphose dorsale). En fin d'inspiration poussée (tracé rouge), les courbures « s'estompent », le sujet s'autograndit et l'on observe une dilatation antéro-postérieure du thorax.

faiblesse à ce niveau se répercute sur la soufflerie vocale qui se trouve comme « *sans fondement* » [13].

Pour résumer, les muscles respiratoires, qu'ils soient inspireurs ou expirateurs fonctionnent en synergie/antagonisme. La métaphore de François le Huche [4] illustre parfaitement cette situation : « *Cette synergie peut se comparer, ai-je dit, à celle qui intervient dans le maniement d'une perceuse, où la pression exercée par la foret sur la pièce à percer, résulte d'un dosage subtil entre l'action de la main qui pousse sur la machine et celle de la main qui la retient* ». Contrairement à la respiration réflexe, lors du chant, la commande de ces muscles est d'avantage un acte volontaire. Le chanteur doit effectuer une contraction synergique antagoniste concomitante du diaphragme, du TA et des muscles du périnée afin de réorganiser la masse viscérale déformable mais non compressible. **Cet équilibre musculaire est nécessaire à l'obtention d'un débit d'air contrôlé et d'une pression sous glottique constante permettant ainsi de répondre instantanément aux nécessités de l'émission vocale [15].**

1.1.4 Adaptations posturales : chanter avec tout son corps

La production vocale est sous l'influence de plusieurs facteurs, les organes phonatoires ainsi que les muscles respiratoires y occupent une place essentielle tout comme la posture. Le « comportement corporel » de l'orateur a de nombreuses répercussions sur le travail de ses organes et de ses muscles. Le schéma corporel équivaut à la construction psychique que l'individu a de son corps. Dans le chant, cette construction s'appuie sur les sensations internes phonatoires. En rééducation, il est primordial de toujours resituer le geste vocal dans un mouvement plus global, intégrant les sensations du corps : les tensions générées par les postures ou au contraire le relâchement. La posture et la respiration sont indissociables et interagissent l'un sur l'autre. Les mouvements respiratoires amples rythment les courbures vertébrales (*Figure 5*). Au cours du mouvement d'inspiration on observe un redressement de ces courbures. L'axe vertébral se redresse et se rigidifie par réaction stabilisatrice des muscles paravertébraux. De par leurs insertions sur la partie antérieure des corps vertébraux, ils exercent une traction dirigée vers le bas au niveau de l'apophyse basilaire. Il en résulte un maintien du crâne en flexion sur l'atlas, on parle parfois d'acquiescement car le mouvement est de très faible amplitude. Cette position a deux effets principaux. D'une part, elle permet d'acquérir une

Figure 6 : Redressement vertébral (petites flèches ascendantes) suite à la contraction des muscles paravertébraux (grande flèche descendante)

D'après Hutois et al. [15]



détente musculaire, notamment des sus-hyoïdiens. Cette détente est indispensable à la mise en place des ajustements cervico-mandibulaires et à l'intégrité pharyngée et laryngée. D'autre part, elle étire les muscles postérieurs profonds de l'axe vertébral qui par le biais du reflexe myotatique se contractent et entraîne la vertèbre sous-jacente vers le haut (*Figure 6*). Cet autograndissement se propage à tous les étages vertébraux permettant ainsi d'homogénéiser les courbures vertébrales. **Le support axial se retrouve ainsi érigé et solidifié. Il offre un arrimage ferme à l'arc costal et aux muscles inspireurs permettant une horizontalisation des basses côtes et une ouverture thoracique optimale dans le plan transversal dans le VRI.** Dans cette position, c'est sur la huitième vertèbre dorsale que s'alignent harmonieusement les autres vertèbres et les disques intervertébraux. Dans le même temps, le bassin se rétroverse passivement et le sacrum se verticalise [15]. Dans son livre [17], Philippe Campignon, nomme cette réaction en chaîne la « *vigilance rachidienne* ». Lors du travail vocal, il faut veiller à ce que ce redressement ne devienne pas trop rigide afin de conserver la micro-flexibilité de la zone contenue entre l'occiput et le sacrum indispensable à un travail musculaire efficient [13].

À l'expiration poussée, les côtes s'abaissent et le volume intrathoracique diminue. Les courbures vertébrales réapparaissent par relâchement du tonus musculaire antigravitaire évoqué précédemment [15].

Dans le chant, cette mécanique est inversée. Tout l'art de ce dernier repose sur la conservation de la position inspiratoire durant l'expiration. Le chanteur effectue un contrôle précis de son souffle grâce à ce paradoxe mécanique. L'impossibilité partielle ou totale de cette inversion a des conséquences directes sur l'activité phonatoire [15]. Un grand nombre de situations vocales sont réalisées en station debout mais la voix peut très bien être produite dans d'autres positions, il n'est d'ailleurs pas dénué d'intérêt de l'exercer dans différentes positions [13]. En position debout, les choristes et les solistes s'affairent à conserver l'équilibre vertical. D'un chanteur à un autre cette posture peut prendre des expressions très variées selon la combinaison des différentes forces, les proportions corporelles, les habitudes, les groupes musculaires recrutés... Chaque individu adopte une attitude corporelle qui lui est propre et qui découle de son vécu psycho-comportemental [17]. On retiendra surtout que la posture debout peut avantager le fonctionnement de la voix grâce à l'application du « paradoxe mécanique »

Figure 7 : Topographie générale du larynx

D'après Calais-Germain [13]

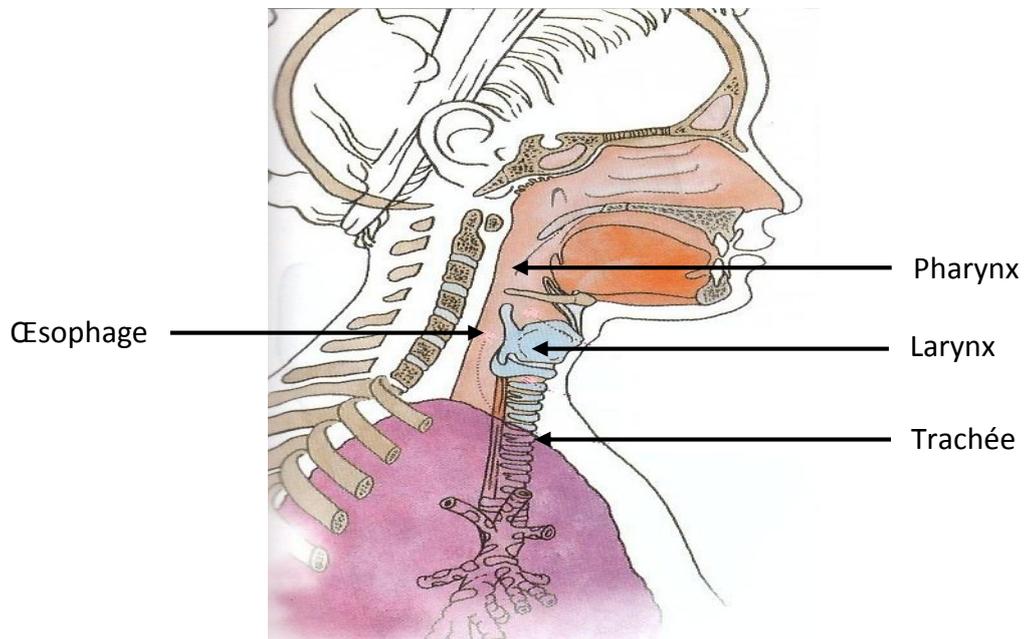
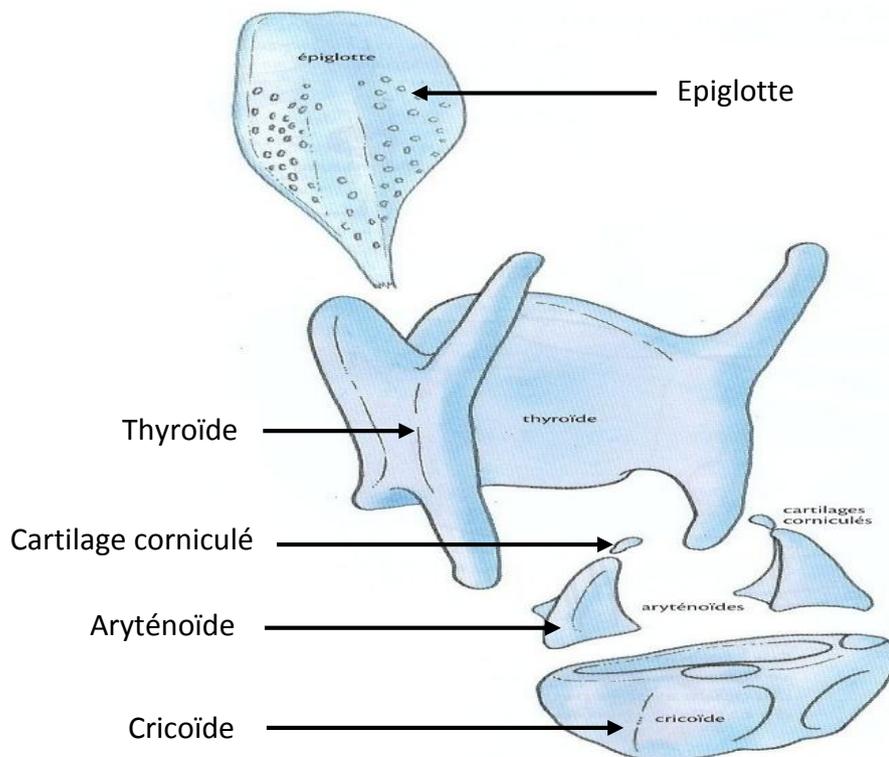


Figure 8 : Vue «éclatée» du larynx depuis le côté gauche de ¾ profil

D'après Calais-Germain[13]



ou au contraire l'entraver lorsque par exemple le chanteur présente une hyperlordose lombaire [13]. Lorsqu'elle est correctement « effacée », la poussée diaphragmatique s'applique sur les viscères abdominaux à l'inspiration. Cela entraîne leur déplacement vers le bas et indirectement la distension du muscle TA, véritable rempart convexitaire anti-lordosant, et de la paroi musculaire périnéale. Par contraction reflexe, ces muscles s'opposent à la pression induite par la descente des viscères abdominaux. L'obtention de l'équilibre entre ces différentes pressions permet ainsi une immobilisation des masses viscérales, nécessaire à l'équilibre musculaire, à la formation de la fameuse colonne d'air et au soutien tant convoité par les chanteurs. Une lordose trop prononcée inhibe cet équilibre. En effet l'axe du bassin étant dévié la poussée abdominale se fait vers l'avant du périnée. Il en résulte d'une part une fragilité de ce dernier, d'autre part une diminution des contres poussées périnéale et transversale responsables d'un déséquilibre musculaire et donc vocal.

1.2. Niveau phonatoire : le corps vocal

1.2.1. Un vibreur : le larynx

Le larynx, du grec larunx signifiant « gosier », est selon Blandine Calais-Germain le lieu source de la voix [13]. De formation complexe, il est difficile de résumer en quelques lignes l'anatomie de ce dernier. Quelques notions essentielles doivent tout de même être précisées car il est l'organe principal de la voix [12].

Le larynx se situe à mi-hauteur du cou, dans l'alignement de la 5^e vertèbre cervicale. Palpable sous la peau, il succède au pharynx, « surmonte » la trachée et est « adossé » à l'œsophage (*Figure 7*). Il a la forme d'un organe creux. Sa structure, rigide mais déformable, lui est donnée par les cinq cartilages qui le composent (cricoïde, thyroïde, les deux aryénoïdes, les deux corniculés et l'épiglotte) (*Figure 8*). Même au repos, c'est cette armature de cartilages qui permet au tube laryngé de garder une certaine ouverture assurant ainsi son premier rôle, vital, la conduction de l'air nécessaire à la respiration. Ces cartilages sont mobiles mais maintenus par des ligaments, des lames aponévrotiques et des muscles qui les relient entre eux et aux éléments voisins.

Les cordes vocales, encore appelées plis vocaux, sont placées à l'extrémité supérieure de la trachée : tendues du cartilage aryénoïde au cartilage thyroïde [13].

Figure 9 : Mécanismes de l'abduction (haut) et de l'adduction (bas) des cordes vocales

D'après http://medias.larousse.fr/archives/img/grande-encyclopedie/full/phonation_002.jpg

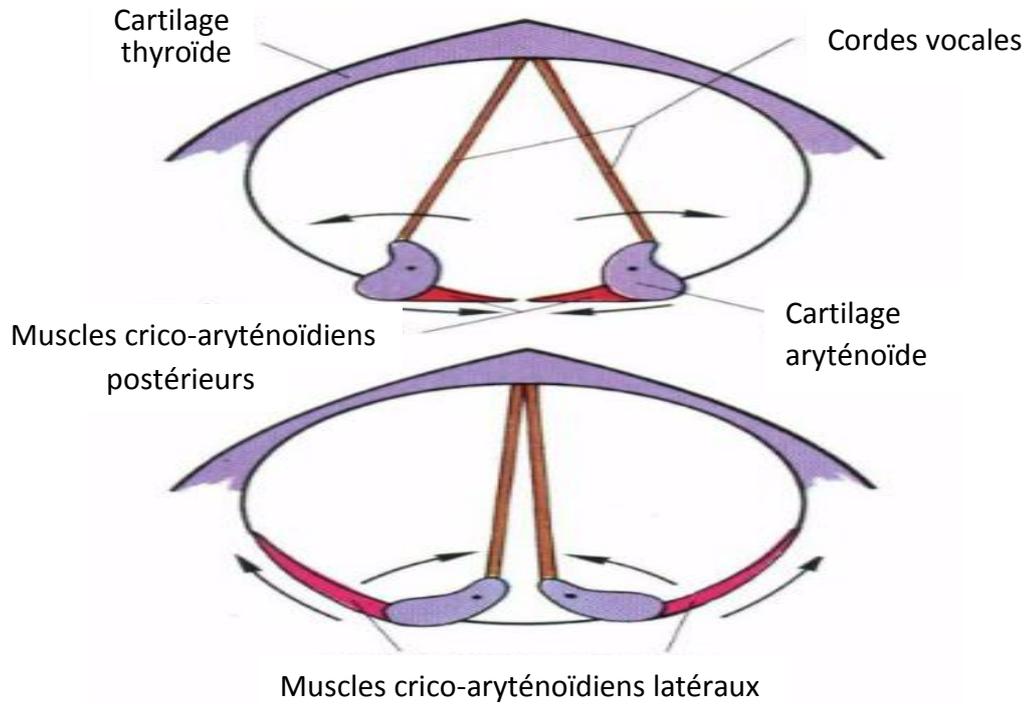
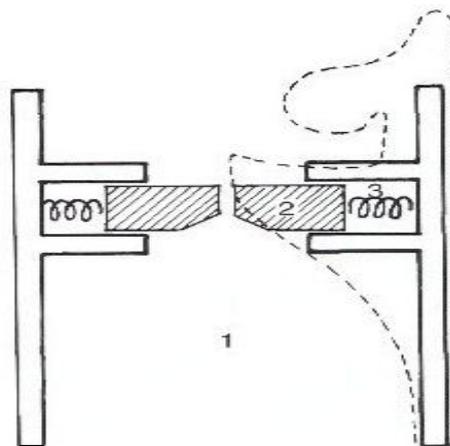


Figure 10 : Représentation schématique de la mécanique laryngée selon la théorie myo-élastique

D'après Le Huche et al. [14]



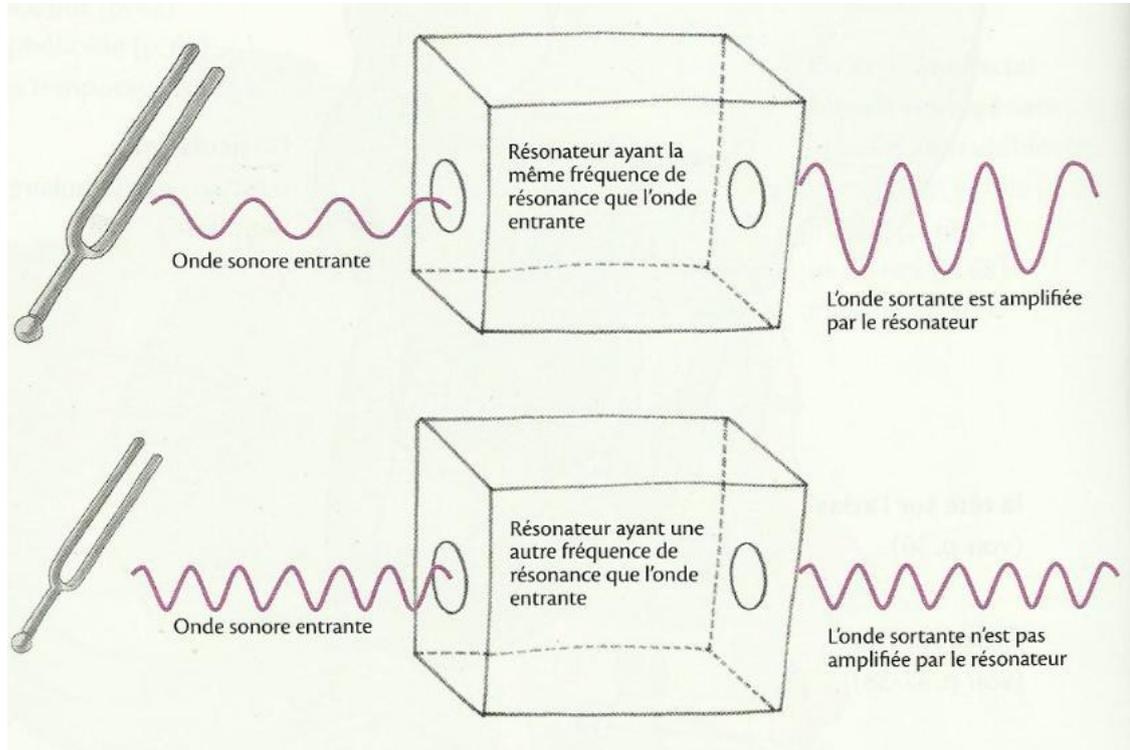
- 1) Tube représentant la trachée.
- 2) Pièce métallique représentant le pli vocal.
- 3) Ressort figurant la force de rappel résultant de l'élasticité du pli vocal.
- 4) A droite, en trait pointillé, coupe frontale de l'hémilarynx correspondant.

En avant, les cordes vocales se rejoignent au niveau du cartilage thyroïde tandis que l'écartement au niveau de la partie arrière varie avec des mouvements de glissement des aryténoïdes. Sous l'action des muscles crico-aryténoïdiens, elles délimitent un espace variable appelé glotte qui peut être plus ou moins fermé [13]. Lorsque les plis vocaux s'écartent : on parle alors d'abduction. C'est ce qui se passe lorsque nous respirons : la glotte est ouverte et forme un triangle horizontal dont la pointe est dirigée vers l'avant.

Les plis vocaux peuvent aussi se rapprocher et parfois même se toucher ce qui contribue à diminuer la lumière glottique: dans ce cas on parle d'adduction (*Figure 9*). Il faut différencier la fermeture glottique totalement hermétique qui a lieu lors d'un effort physique momentané (défécation, pousser une charge lourde), de celle de la phonation, non hermétique, permettant à l'air expiratoire de passer entre les plis vocaux et ainsi de les faire vibrer [4]. Dans ces conditions l'air qui vient « frapper » les cordes vocales génère une pression, on parle de pression sous-glottique. Les modifications de l'espace glottique sont indépendantes de la voix mais influencent directement l'acte vocal car ce rapprochement représente la position préalable à toute phonation [12]. La glotte pouvant être ouverte ou fermée on parle de cycle d'ouverture/fermeture : c'est la théorie « myo-élastique ». Lorsque la glotte est fermée, la pression sous-glottique augmente jusqu'à ce qu'elle soit suffisante pour écarter les cordes vocales. Lorsqu'elle est ouverte une partie de l'air passe entre les pli vocaux, l'échappement entraîne alors une baisse de la pression sous glottique qui aboutit à un nouvel accollement des cordes vocales et à une fermeture de la glotte (*Figure 10*). Outre sa production, les cordes vocales permettent également le contrôle de la hauteur du son. Cette notion se définit par la vitesse des cycles d'ouverture/fermeture, plus ces derniers seront rapides plus le son sera aigu et inversement. L'intensité sonore dépend, elle, de la pression sous-glottique : le son produit est d'autant plus fort que la pression est importante. La tension qui siège au niveau des plis vocaux a également un rôle important. La vibration est fonction de cette dernière car les cordes vocales cherchent à retrouver leur position d'origine à la manière d'un ressort [13]. En plus d'être un vibreur, le larynx permet via les déplacements verticaux de la Pomme d'Adam l'articulation notamment des voyelles [14].

Figure 11 : Représentation schématique du rôle des résonateurs

D'après Calais-Germain[13]



Les ondes sonores ont une fréquence propre. Le rôle du résonateur est d'amplifier l'onde qui le traverse. Cela n'est possible que si cette dernière possède une fréquence propre contenue dans la plage de fréquence du résonateur. La plage de fréquence du résonateur est l'ensemble des fréquences que le résonateur est capable d'amplifier.

Tableau 4 : Caractéristiques des deux principaux résonateurs

D'après Calais-Germain[13]

	Pharynx	Cavité buccale
Plage de fréquence (Hz)	250-500	700-2500
Sons amplifiés	Graves	Aigus

Outre ses fonctions phonatoire et respiratoire évoquées précédemment. Le larynx ne peut-il pas être considéré en rééducation respiratoire comme un générateur de vibrations favorisant le drainage bronchique par fractionnement du mucus et stimulation de l'épurateur sécrétoire naturel par « excitation » des cils vibratiles ?

1.2.2 Les cavités de résonance

Avant de sortir au « grand air » le son laryngé traverse des cavités : les résonateurs. On en distingue deux principaux : **le pharynx et la cavité buccale**. Les fosses nasales peuvent pour certains sons exercer ce rôle, mais elles ne sont pas systématiquement traversées [12].

Quel que soit le résonateur, sa caractéristique première est d'amplifier le son laryngé qui le traverse. Pour être amplifié le son propagé doit posséder une fréquence contenue dans la plage du résonateur qui l'accueille (*Figure 11*). Si cette condition est respectée, l'air contenu dans la cavité sera ébranlé à une fréquence particulière (*Tableau 4*). Contrairement aux idées reçues la cage thoracique, la trachée ou les sinus du crâne ne sont pas considérés comme résonateurs. Malgré cela il est fréquent que le chanteur ressente une impression de « résonance » à ces différents niveaux [12].

2. Adapter ventilation et phonation: un parallèle à la rééducation respiratoire ?

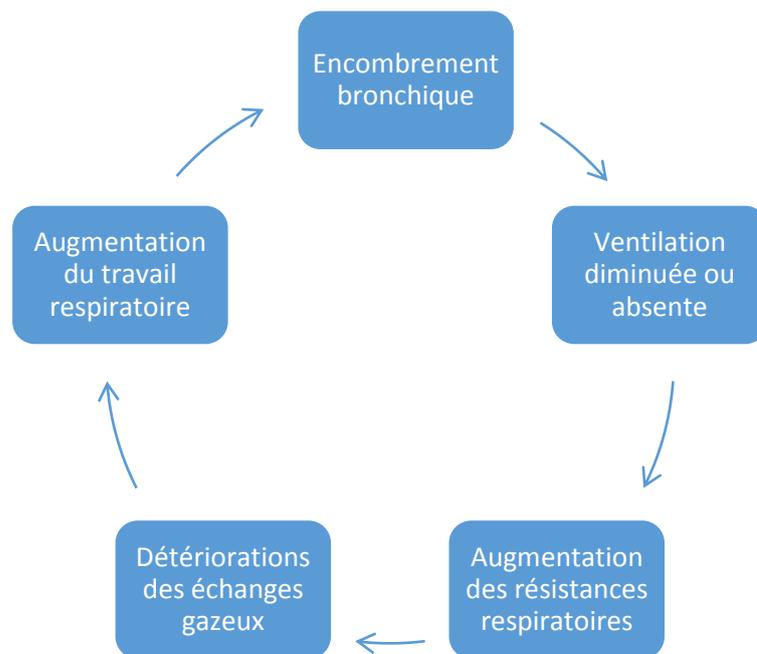
«Si vous ne savez pas comment respirer, vous ne saurez pas comment chanter»

Gina Cigna

Selon Benoit Amy de la Bretèque, « *Le mouvement respiratoire adapté à la parole dans les situations moyennes (voix conversationnelle) est spontanément correct chez l'immense majorité des gens* » [8]. Cela n'est pas le cas du chant qui nécessite une adaptation respiratoire particulière [12]. Les modalités de la ventilation au cours du chant ne sont pas identiques à celles de la respiration réflexe puisque la finalité du geste respiratoire n'est pas la même. Nous allons maintenant aborder point par point cette adaptation et ses rapports avec la respiration vitale. Le but étant d'extraire les raisons qui laissent penser qu'elle serait susceptible d'aider les patients atteints de BPCO voir de présenter une alternative en rééducation respiratoire.

Figure 12 : Cercle vicieux de l'encombrement bronchique

D'après Aubriot et al. [21]



2.1. Effets sur le désencombrement bronchique ?

L'encombrement bronchique (*Figure 12*) est un élément indissociable d'un grand nombre de pathologies pulmonaires, à fortiori la BPCO. Il se définit comme « *une accumulation de sécrétions au sein de l'arbre trachéo-bronchique résultant d'un déséquilibre entre le statut sécrétoire (volume et propriétés rhéologiques des sécrétions) et les capacités d'épuration de ces sécrétions* » [18]. Parmi les nombreuses répercussions on observe : une réduction du calibre bronchique et la diminution du rapport ventilation/perfusion, respectivement responsable d'une élévation de la résistance au débit aérien et d'une hypoxémie [18]. La lutte contre l'encombrement bronchique, autrement dit le désencombrement, figure comme l'un des but majeur de la prise en charge de ces pathologies par les équipes de soins [19]. Cette lutte « *nécessite avant tout des techniques de kinésithérapie visant à épurer les voies aériennes centrales et périphériques du mucus qui les obstruent* » [20]. Dans ce but, de multiples techniques sont utilisées. Malgré une littérature fournie à ce sujet, il est compliqué « d'objectiver la supériorité d'une technique par rapport à une autre » [21].

2.1.1. Modification du rythme respiratoire

Le chant impose d'importantes modifications au rythme respiratoire qui devient fondamentalement différent de celui de la respiration calme [4]. En effet, les durées inspiratoires et expiratoires ne sont plus comparables. Dans la plupart des cas l'inspiration se trouve raccourcie, François le Huche parle d'un « élan du geste phonatoire » [14]. A l'inverse l'expiration, point de départ du souffle phonatoire, est davantage prolongé. Le mouvement expiratoire doit être parfaitement soutenu et régulier [12]. **Cela met à jour le premier intérêt communs entre les patients atteints de BPCO et les chanteurs. La pression ainsi que le débit expiratoire doivent être dosés.** Pour les patients atteints de BPCO, cette gestion réduit l'incidence des bronchospasmes à l'origine de l'*air trapping*. De plus, l'allongement du temps expiratoire inévitablement associé à un ralentissement de la fréquence respiratoire augmente le V_T , favorisant ainsi une réduction de la distension thoracique. Cette réduction, même minime, est source de bénéfices pour les patients atteints de BPCO : diminution de la dyspnée et augmentation de la performance à l'effort [22].

Figure 13 : Position inspiratoire conservée lors de l'expiration

D'après Calais-Germain [13]



Le chanteur, tâche de conserver tout au long de l'expiration cette posture, proche de celle qui prévalait au passage V_T - VRI . Le sternum est modérément haut, les côtes maintenues en ouverture et le diaphragme en position basse. Cette position facilite le soutien respiratoire permettant un allongement des rhèses expiratoires ainsi qu'une précision du geste vocal.

L'équilibre dynamique entre les forces inspiratoires et expiratoires joue alors un rôle primordial. Pour faciliter ce contrôle, le chanteur conserve une position thoracique inspiratoire durant l'expiration. Tout en restant souple, le sujet contracte ses muscles dorsaux qui maintiennent ainsi l'ouverture costale observable dans le VRI [12] (*Figure 13*).

Le dosage du débit et de la pression expiratoire est l'une des préoccupations principales des kinésithérapeutes. En effet ces paramètres influent sur l'efficacité des techniques de modulation du flux expiratoire : leur principal outil dans la lutte contre l'encombrement bronchique. Parmi les très nombreuses techniques, l'augmentation du flux expiratoire (AFE) est la « technique la plus enseignée et la plus pratiquée en France » [23].

Les recommandations de la 1^{ère} conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire, réalisée à Lyon les 2 et 3 décembre 1994 sont unanimes. « Le désencombrement par contrôle du flux expiratoire est reconnu comme efficace, quelle que soit la technique employée ». Malgré des noms variés, un grand nombre de similitudes relient les différentes techniques [20]. Dans tous les cas, l'expiration doit alors être subtilement dosée. Le but est d'obtenir le débit expiratoire optimal à la progression des sécrétions en fonction de leur localisation dans l'arbre bronchique. Ainsi, une expiration prolongée à débit lent permet le désencombrement des voies aériennes distales (VAD). Tandis que, les voies aériennes proximales (VAP), de par leur calibre et leur structure plus rigide autorisent l'utilisation d'expirations plus courtes et dynamiques. La succession d'efforts expiratoires à débits variés doit être sans cesse ajustée afin de collecter, mobiliser puis expectorer les sécrétions. **De ce fait et avec un choix judicieux et adapté au patient, le chant ne regorge-t-il pas de richesses de par ses innombrables styles et chansons ?**

Hormis l'AFE, rares sont les techniques qu'un patient éduqué peut pratiquer en toute autonomie [23]. **Ne serait-il pas plus efficace de responsabiliser et autonomiser le patient avec des exercices vocaux, facilement transposables au domicile ?**

Toutefois comme pour les techniques «traditionnelles » la difficulté réside dans l'adaptation des modalités en fonction de l'état de perméabilité de ses bronches [23]. Il faut savoir qu'un débit expiratoire efficace, c'est-à-dire contribuant à la mobilisation des sécrétions n'existe que si le volume inspiratoire est suffisamment important [21]. Ce qui n'est pas toujours le cas lors du chant. De plus, le bouleversement rythmique témoigne que la fonction phonatoire devient le facteur responsable du comportement respiratoire. Les nécessités de l'hématose passant au second plan, il arrive parfois qu'un essoufflement gêne le patient [14].

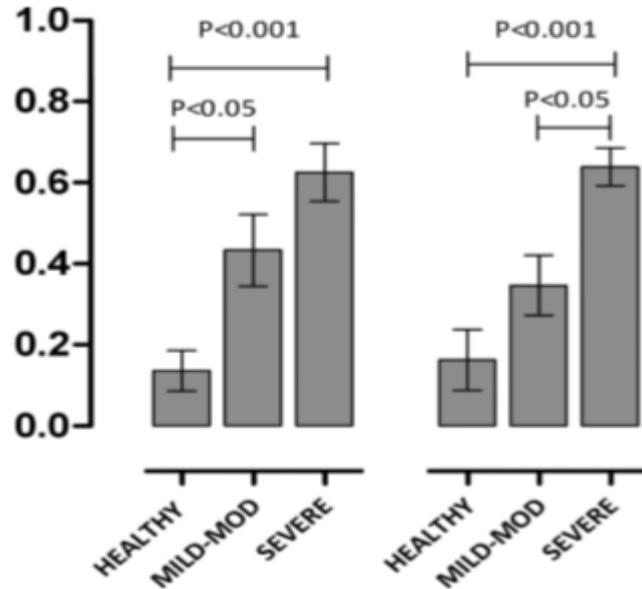
2.1.2. Rétrécissement laryngé : une Pression Expiratoire Positive (PEP) ?

Comme nous l'avons vu dans la première partie, la pression sous glottique est un élément fondamental dans la production d'un son voisé. Créée par l'adduction des cordes vocales, elle permet de chiffrer la résistance au flux expiratoire. De cette façon, la résistance est à l'origine d'une PEP. Couramment utilisée en kinésithérapie respiratoire, elle représente un adjuvant au désencombrement favorisant la mobilisation des sécrétions par prolongement du temps expiratoire [21] tout en limitant le surplus de travail causé par l'hyperinflation aérienne [23]. Le calibre de l'appareil utilisé peut être fixe ou variable [18], la pression produite est alors continue on parle de PEP (TheraPep, PEPmask, Threshold expiratoire ou PariPEP) ou oscillante on parle dans ce cas de OPEP (Flutter, Acapella, RC Cornet) [21]. Seule différence notable, la pression intrabronchique générée : de 5 à 30 cm H₂O pour un calibre variable contre 10 à 20 cm H₂O pour un calibre fixe [18]. L'oscillation permet de diminuer la viscosité des sécrétions [21]. Le recrutement alvéolaire est ainsi obtenu favorisant la ventilation collatérale. Cette situation optimise le volume de gaz présent en amont des sécrétions [18] et augmente le débit aérien de fin d'expiration. De plus, ces appareils contribuent à la diminution de la compression dynamique responsable des collapsus car ils confèrent aux voies aériennes une relative stabilité [21]. Tout cela facilite l'ouverture des voies encombrées. Selon Reychler et al [10], la pression générée par le patient doit être contenue entre 10 et 20 cm H₂O pour avoir une action efficace.

Le chant, vu sous cet angle, présente donc un mécanisme d'action comparable à ces exercices expiratoires. En voix chantée la pression sous glottique se trouve souvent comprise entre 5 et 20 cm H₂O, pouvant même atteindre 50 à 60 cm H₂O à forte intensité.

Figure 14 : Comparaison du rétrécissement glottique de patients atteints de BPCO à l'expiration, au repos (à gauche) et à l'exercice (à droite)

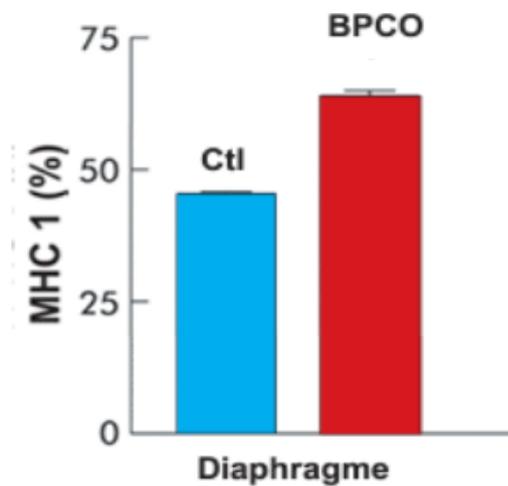
D'après Baz et al. [25]



Légende : 1= Fermeture complète des cordes vocales, 0= Ouverture complète des cordes vocales, Sujets sains (Healthy, n=11), BPCO modérée (Mild-Mod, n=8) et sévère (Severe, n=11)

Figure 15 : Proportion relative des isoformes lentes (Myosin Heavy Chain I) dans un prélèvement biopsique de diaphragme de sujets contrôles (Ctl) et de patients atteints de BPCO

D'après Hayot [27]



Il est important de préciser que ces fortes pressions sont d'autant plus faciles à atteindre que le volume pulmonaire est grand [12]. **Le chant, réalisé dans des conditions spécifiques, pourrait donc présenter une alternative intéressante favorisant le drainage bronchique et la mobilisation des sécrétions.** De plus, l'appareillage nécessaire aux techniques classiques impose de strictes règles d'hygiène [18]. Ce qui n'est pas le cas du chant, ce dernier ne faisant intervenir aucun matériel.

Le rétrécissement laryngé expiratoire est d'ailleurs répandu chez les patients atteints de BPCO : en respiration de repos [24] comme lors d'un exercice physique [25]. Utilisé inconsciemment par les patients, le rétrécissement glottique, est directement lié au stade de la maladie et à la capacité d'exercice du patient (*Figure 14*). De par la PEP qu'il induit, il optimise la mécanique pulmonaire opérationnelle dans la BCPO par contrôle des flux d'air [54] et diminution de la pression expiratoire positive intrinsèque (PEPi). L'expiration nasale ou lèvres pincées sont également utilisées dans ce but. [25]

2.2. Effets sur le réentraînement des muscles respiratoires

Chez les patients atteints de BPCO, le dysfonctionnement des muscles locomoteurs et respiratoires, en particulier le diaphragme est une manifestation systémique importante. La déformation de la paroi thoracique et l'hyperinflation aérienne entraînent une faiblesse du diaphragme par raccourcissement de ses fibres. Indirectement la déformation serait donc en partie responsable de la dyspnée et de l'insuffisance respiratoire. Par ailleurs, les difficultés respiratoires permanentes liées à l'obstruction entraînent une majoration de l'activité diaphragmatique et des modifications au niveau de sa composition fibrillaire [26]. Chez des patients présentant une BPCO sévère on observe un pourcentage de fibres de type I (fibres lentes) nettement plus élevé que chez des sujets sains. Cette augmentation s'effectue au détriment des fibres rapides (type II) [27] (*Figure 15*).

Lors d'une infection, la charge de travail augmente brutalement. La nouvelle composition du muscle rend son adaptation difficile et augmente ainsi fortement les risques de décompensation [26]. L'augmentation chronique de la charge de travail des muscles respiratoires imposée par l'obstruction bronchique place les muscles respiratoires de ces patients à un plus haut risque de fatigue. De plus, cela exposerait le diaphragme au développement de lésions de l'ultrastructure de ses fibres musculaires. Ces lésions seraient supérieures à celles observées chez des sujets sains pour un même exercice.

2.2.1. Souffle phonatoire : mode de travail « excentrique » pour le diaphragme ?

Lors du chant, le diaphragme travaille majoritairement en « excentrique », lors de la phase de « contrôle » expiratoire. Ce mode de travail est anaérobie donc moins coûteux en oxygène et en adénosine triphosphate (ATP) [27]. De plus il permet un « *gain de force musculaire au prix d'un stress cardiovasculaire et d'une dépense énergétique plus faible chez le coronarien et l'insuffisant respiratoire* » [28]. **Le gain de force pourrait être jusqu'à quatre fois supérieur à celui obtenu en concentrique, tandis que la consommation d'oxygène, la fréquence respiratoire et la production de CO₂ sont diminuées [29].** Ce mode de renforcement est bien toléré [30] et ne présente pas de danger [31] lors du renforcement des muscles des membres de patients atteints de BPCO sévères. Le type d'atteinte et la plasticité des muscles des membres étant différents de ceux observés dans le diaphragme [26], les résultats obtenus seront-ils les mêmes ? Rien n'est moins sûr car sa fonction impose au diaphragme un travail phasique et continu qui dure toute la vie. Cela fait de lui un muscle fort singulier, avec des capacités d'adaptation incomparables [27]. D'après nos recherches, il semble qu'aucun travail n'ait été réalisé sur l'impact du renforcement « excentrique » du diaphragme chez les patients atteints de BPCO. Ce mode de travail, éventuel pourvoyeur de lésions musculaires [28], ne risque-il pas de majorer les lésions du diaphragme déjà nombreuses chez ces patients ?

2.2.2. Le chant comme réentraînement des muscles respiratoires ?

La phonation « fait intervenir massivement les muscles de la respiration » [13]. Leurs actions synergiques et/ou antagonistes assurent l'équilibre et la dynamisation des effecteurs du geste vocal [32]. L'Insuffisance Respiratoire Chronique (IRC) est en partie liée à l'altération de la force et de l'endurance de ces muscles respiratoires [33]. Cette faiblesse est associée à une grande partie de la mortalité de patients atteints de BPCO [34]. **L'action spécifique, « agoniste/antagoniste » que ces derniers prennent lors du chant serait-elle susceptible d'aider les patients atteints de BPCO ?**

Avant de débiter sa prise en charge, le MK doit réaliser une évaluation de la force des muscles respiratoires du patient. La force maximale de ces muscles s'évalue par les biais de manœuvres volontaires maximales [35]. Simples et non invasives elles permettent une estimation globale de la force [36]. On distingue deux épreuves distinctes : la pression inspiratoire maximale (P_{Imax}) pour les muscles inspiratoires et la pression expiratoire maximale (P_{E_{max}}) pour les muscles expiratoires [37].

Figure 16 : Threshold IMT (à gauche) et Threshold PEP (à droite)

D'après Tout et al. [38]



Le Threshold IMT crée une résistance à l'inspiration. Il est muni d'une valve inspiratoire à seuil de déclenchement réglable, qui ne s'ouvre que pour un niveau de pression déterminé au préalable. La pression inspiratoire peut être ajustée entre -7 et -40 cm H₂O. Son utilisation impose au patient une pression inspiratoire constante et indépendante du débit et du mode ventilatoire : la charge inspiratoire est ainsi régulière et contrôlée. Le principe de fonctionnement du Threshold PEP est identique à celui du Threshold IMT (valve expiratoire à seuil de déclenchement réglable). Il crée une résistance à l'expiration. La PEP peut être ajustée entre 5 et 41 cm H₂O.

En kinésithérapie, le réentraînement spécifique des muscles respiratoires est réalisé, la plupart du temps, grâce à deux appareils : le Threshold Inspiratory Muscle Trainer (Threshold IMT) et le Threshold Positive Expiratory Pressure (Threshold PEP) (*Figure 16*) qui permettent respectivement de travailler les muscles inspiratoires et expiratoires.

Les données de la littérature, rapportent que le réentraînement des muscles inspiratoires par le Threshold IMT selon un programme allant de 30 à 60% de la P_{Imax} du patient améliore significativement la force des muscles inspiratoires des patients atteints de BPCO [38]. Cette progression permet indirectement de réduire la dyspnée, et d'améliorer les capacités fonctionnelles et la qualité de vie [35].

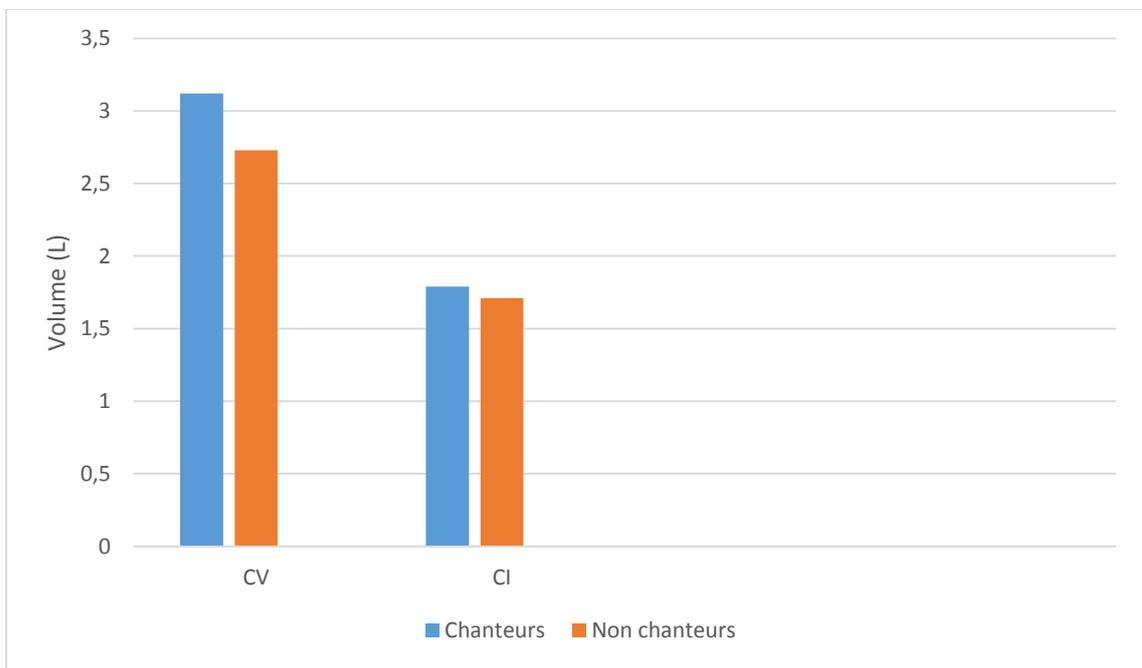
Le réentraînement des muscles expiratoires de patients atteints de BPCO par Threshold PEP est moins efficace et ne permet pas d'amélioration significative en terme de P_{E_{max}} et de force des muscles expiratoires [38]. Par le biais du Threshold PEP ou dans leur fonction squelettique, le réentraînement des muscles expirateurs n'a toujours pas fait ses preuves, les bénéfices obtenus sont encore sources de débats aujourd'hui [35].

Une récente méta-analyse conclut que le réentraînement des muscles expiratoires associé ou non à celui des muscles inspiratoires permet d'augmenter la force des muscles respiratoires sans pour autant augmenter les capacités fonctionnelles ou diminuer la dyspnée [34].

Lors du chant l'action agoniste/antagoniste existe lors de l'expiration. L'intensité et la tonalité que le chanteur souhaite donner à l'émission sonore détermine la durée de ce « frein ». Pour un son de forte intensité ou de tonalité aigüe la pression sous glottique devra être importante. Dans ce cas l'action de frein des inspireurs est courte suite à l'inspiration profonde. De plus, les muscles expirateurs interviennent d'autant plus tôt que la pression sous-glottique doit être élevée. Au contraire, lors de l'émission d'un son de faible intensité et/ou de tonalité basse on observera le phénomène inverse [12]. En comparant ces actions à celles en respiration de repos il est évident que le chant nécessite un travail important et un contrôle accru de ces différents muscles [36].

Figure 17 : Comparaison de la CV et de la CI entre des chanteurs et des non chanteurs

D'après Irzaldy et al. [39]



CV : Capacité Vitale = VT + VRI + VRE ; CI : Capacité Inspiratoire = VT + VRI ; Chanteurs (n=10) : minimum 2 ans de pratique avec minimum 2 séances/semaine, non-fumeurs et sans maladie respiratoire ; Non chanteurs (n=10) : pas de pratique de chant ou tout autre activité mettant en jeu le souffle depuis au moins 2 ans, non-fumeurs et sans maladie respiratoire.

Malheureusement aucune étude ne compare la P_Imax et la P_Emax chez des sujets chanteurs et non chanteurs. Bien qu'elle soit réalisée sur des sujets sains, l'étude de Irzaldy et al. [39] (*Figure 17*) laisse tout de même présager que le chant est véritablement efficace dans le renforcement des muscles respiratoires. L'impact sur les muscles expirateurs semble tout de même plus marqué que pour les inspireurs. **De ce fait, il est légitime de se demander si le chant peut être considéré comme un « réentraînement » voire un renforcement des muscles respiratoires chez les patients atteints de BPCO ?**

2.3. Le chant, un outil de lutte contre l'hyperinflation et ses conséquences ?

Chez les patients atteints de BPCO, il est fréquent qu'en fin d'expiration, un petit volume d'air se retrouve piégé dans le poumon du patient et s'ajoute au VR, créant ainsi une PEPi. L'effort inspiratoire du diaphragme, visualisé par le débit inspiratoire, doit alors être suffisamment conséquent pour vaincre cette pression positive dans un premier temps et créer une pression négative permettant l'appel d'air dans les poumons dans un second temps [38]. Malgré ce surcroît de travail, et une débauche d'énergie plus importante, la Capacité Inspiratoire (CI) du patient diminue [40]. Petit à petit s'installe une distension thoraco-pulmonaire, ou distension dynamique, définie par une augmentation temporaire du volume télé-expiratoire au-dessus du volume dit « de relaxation » [41]. Inévitablement, la distension s'accompagne d'un aplatissement diaphragmatique. Cette condition mécanique défavorable conduit inéluctablement à une insuffisance fonctionnelle [38] qui se manifeste par une augmentation du VR, de la CRF et de la Capacité Pulmonaire Totale (CPT) qui interfèrent négativement sur la dyspnée du patient [42]. L'un des moyens naturel réflexe pour augmenter la capacité thoracique est d'utiliser les muscles inspireurs accessoires, en particulier ceux du cou : SCOM, SCA et TRA [43]. En position assise et en respiration de repos, les patients atteints de BPCO très obstructifs (Forced expiratory volume (FEV) =0,69+/- 0,18L) et sujets à l'hyperinflation aérienne (CRF =228+/-40% de la valeur prédite) contractent toujours leurs SCA à l'inspiration. L'activité des SCOM est nettement moins automatisée, celle des TRA quasi inexistante [44]. A terme l'utilisation permanente de ces muscles induit un coût énergétique supplémentaire et une évolution pathologique fixée en raccourcissement.

Ce raccourcissement musculaire crée une situation de « pré inspiration » qui s'accompagne d'une réduction de la CI et du volume expiratoire [45].

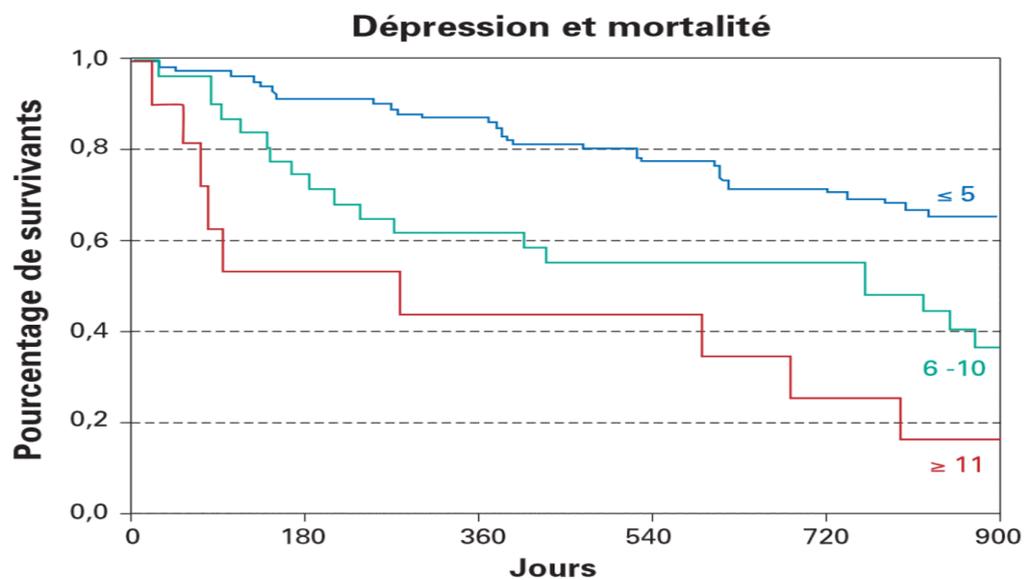
D'un point de vue clinique, cette hyperinflation aérienne, modifie la stratégie respiratoire, qui devient thoracique supérieure et distend le thorax qui prend progressivement une forme de « tonneau ». Fort heureusement, une stratégie respiratoire s'analyse et peut se modifier, en jouant, sur tout ou partie accessible des éléments qui l'influencent. D'autant plus que seules les activités du diaphragme, du TA et des intercostaux ne peuvent être abolies volontairement [46]. **Le chant ne pourrait-il pas interférer avec les caractéristiques mécaniques du système thoracopulmonaire et le mode ventilatoire des patients atteints de BPCO, en particulier en rapport avec ce concept de distension ?** [47]

En effet, plusieurs points nous laissent penser que la pratique du chant peut s'avérer bénéfique à ce sujet. Lors de l'activité phonatoire, le recrutement des SCOM, SCA et TRA est à éviter au maximum. Leur utilisation, provoque des déplacements de la clavicule, des premières côtes et du manubrium sternal. De par leur situation anatomique, voisine du larynx, ces mouvements parasitent les rôles du larynx [48]. **L'intégration de l'impératif relâchement de ses muscles associés à une respiration plus « basse » ne pourrait-il pas venir du chant ?**

Les chanteurs expérimentés mettent en place et assimilent des stratégies respiratoires différentes et particulières à leur activité. L'inspiration est abdominale chez le chanteur expérimenté tandis qu'elle est thoraco-abdominale voire thoracique supérieure chez le débutant [16]. Cela s'explique par le fait que l'activité électrique des muscles SCOM et supra hyoïdiens est plus importante lors de la respiration thoracique supérieure que lors de la respiration costo-diaphragmatique [49]. Des méthodes de biofeedback par électromyogramme sont d'ailleurs utilisées, avec succès, pour réduire l'activité de ces muscles chez les chanteurs [48]. Binazzi et al [50], a étudié le mode respiratoire et la cinématique thoracique de patients atteints de BPCO durant la phonation. Quelle que soit l'activité phonatoire (chuchotement, la lecture à voix haute ou le chant) le mode de respiration diffère par rapport à la respiration de repos : plutôt abdomino-diaphragmatique chez l'homme et costale-basse chez la femme. Cela conforte notre hypothèse.

Figure 18 : Différence de survie des patients atteints de BPCO en fonction de leur score de dépression (*Yesavage scale*)

D'après Jouneau [59]



≤ 5 : patients non déprimés ; 6-10 : patients déprimés ; ≥ 11 : patients sévèrement déprimés

Le rôle postural des muscles respiratoires est souvent négligé. Or la stabilisation requiert une co-activation proportionnelle du diaphragme, des muscles de la ceinture abdominale et du plancher pelvien. À l'inverse, la ventilation permettant d'alterner inspirations et expirations, nécessite un antagonisme au moins partiel dans le travail de ces mêmes muscles. La solution la plus efficace, permettant un équilibre entre ces deux rôles, et qui se met en place automatiquement si elle n'est pas « désactivée » ou parasitée est le recours à la respiration thoracique basse. En effet elle permet d'adapter la pression intra-abdominale et ainsi la gestion du centre de gravité dans le plan vertical et sagittal, en comprimant vers le bas et l'arrière la masse viscérale. De plus ce mode respiratoire s'effectue sans recrutement des muscles inspireurs accessoires [46].

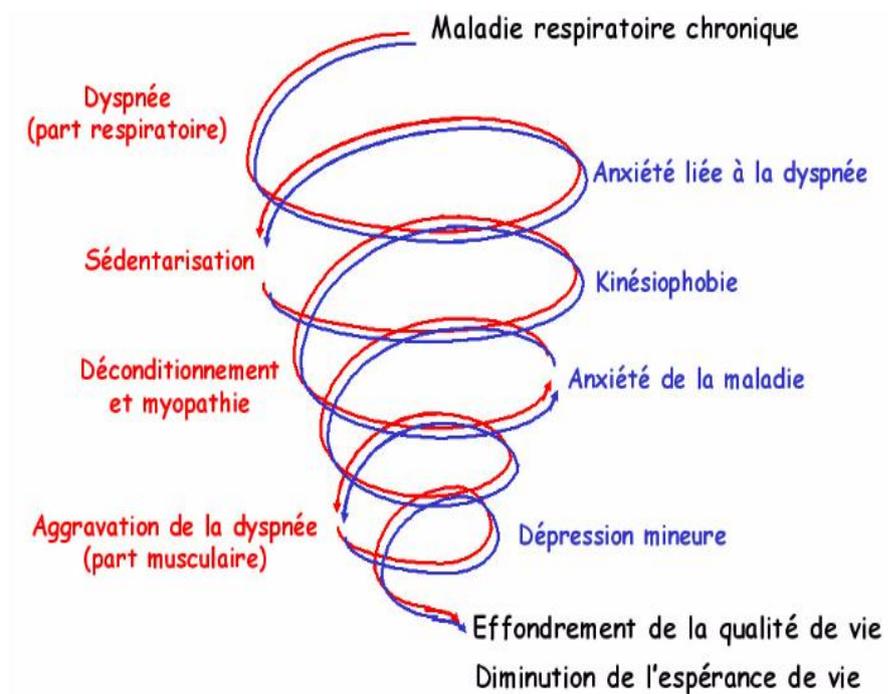
La prévention voire le ralentissement du processus de distension peut également être envisagé par d'autres vertus du chant, notamment celle du renforcement des muscles inspireurs. En effet, le réentraînement des muscles inspireurs améliore la tolérance à l'effort et réduit la dyspnée. Il permet également l'amélioration de la CI qui est couplé à une réduction de l'hyperinflation aérienne [47]. Par ailleurs, outre la lutte contre la fermeture bronchiolaire, il semblerait que l'utilisation d'une PEP chez les patients atteints de BPCO baisse significativement l'activité électromyographique des SCOM [51].

2.4. Effets psychologiques et réintégration sociale

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit la santé comme « *un état de complet bien-être physique, mental et social et pas simplement une absence de maladie ou d'infirmité* » [52]. L'isolement social est un enjeu important pour les personnes âgées en général. Cela est d'autant plus vrai chez les patients atteints de BPCO, [53] car l'anxiété et la dépression sont des comorbidités communes et importantes [54] (*Figure 18*). L'isolement social dont ces patients sont victimes s'associe à une vision dégradée d'eux-mêmes et de leurs relations avec les autres [55]. La persistance et l'intensité de la souffrance respiratoire entraînent petit à petit une exténuation psychologique conduisant inévitablement à la dépression [56]. La relation étroite qui lie la sensation de dyspnée et les facteurs psycho-affectifs est d'ailleurs largement démontrée [5]. Toutes ces raisons font que la prise en charge kinésithérapique inclue toutes les manifestations de la maladie respiratoire. Avec en premier lieu le repli sur soi et le syndrome dépressif [57] qui concernerait entre 20 et 60% des patients atteints de BPCO selon les études, le stade de la BPCO et les échelles [56].

Figure 19 : La spirale de la dyspnée et du déconditionnement psychosocial

D'après Ninot et al. [58]



Le versant psychologique (en bleu) est en lien intime avec le versant physique (en rouge)

Une rééducation bien menée doit permettre l'enrayement de la spirale (*Figure 19*) dont sont victimes les patients atteints de BPCO. L'aspect psychologique est parfois difficile à aborder en rééducation classique. Son approche est plus facile dans les programmes de réhabilitation respiratoire grâce à l'éducation thérapeutique et la pluridisciplinarité. **Le recours à la pharmacothérapie est quelquefois inévitable [59] mais peu de travaux démontrent une efficacité réelle des antidépresseurs chez les patients atteints de BPCO [60]. Le chant permet de l'aborder de façon plus naturelle avec une étonnante simplicité.** En effet la pratique collective du chant permet le partage d'expériences, des échanges sur les préoccupations quotidiennes et rassemble les patients autour d'un objectif éducatif similaire [55]. Ils expérimentent de nouvelles perceptions corporelles et vivent des émotions intenses (fierté, peur...). La création d'une « bulle sonore » éloigne et protège du surgissement de pensées tracassantes. Nul besoin de préoccupation technique, de justesse ou d'apprentissage méthodique tant que l'on chante pour créer un tel espace [4]. Cet atelier regorge d'occasions éducatives et stimule l'apprentissage. Les patients sont confrontés à des difficultés et parfois même des limites mais c'est aussi l'occasion pour eux de prendre conscience de leurs ressources leur permettant d'enclencher un processus d'adaptation [61].

L'engagement régulier dans une pratique agréable impliquant une interaction sociale avec des professionnels de santé et des sujets atteints de la même maladie a le potentiel d'influencer positivement les attitudes et les perceptions des patients. Dans ce contexte, la qualité de vie est susceptible d'être améliorée indépendamment du type d'intervention mis en œuvre [6].

Pourtant considéré comme dyspnéisant par le questionnaire de Cincinnati [62], il semblerait que le chant puisse avoir des effets bénéfiques sur la sensation de dyspnée et/ou l'anxiété. D'une part, par son effet de détournement de la sensation de dyspnée au profit d'une activité distractive qui concentre l'attention du malade, d'autre part par son effet réducteur sur l'anxiété. De par ces propriétés il permettrait de remplacer, au moins dans les troubles mineurs, les antidépresseurs dont la tâche est également de modifier la perception de la dyspnée et améliorer la qualité de vie [56]. Certaines de ces améliorations semblent être spécifiques au chant et non aux activités de groupe. En plus des effets « génériques », attribués à l'activité de groupe, le chant participe d'avantage que tout autre activité en terme d'accomplissement de soi. La sensation de bien-être qu'il procure renforce les émotions positives : l'anxiété s'en trouve amoindrie [53]. Le chant semble

Tableau 5 : Principaux résultats (xf-xi) observés suite à l'étude

D'après Bonilha et al. [9]

	Groupe chant (n=15)	Groupe contrôle (n=15)	Significativité (p)
CVF (L)	-0,14 +/- 0,48	-0,10 +/- 0,30	0,76
VEMS (L.s ⁻¹)	-0,03 +/- 0,31	0 +/- 0,14	0,76
VEMS/CVF (%)	1,9 +/- 8,3	1,5 +/- 2,9	0,85
VRE (L)	0,06 +/- 0,4	-0,11 +/- 0,2	0,13
CI (L)	-0,09 +/- 0,3	0,07 +/- 0,3	0,14
PI max	3 +/- 19,2	-1,0 +/- 15,5	0,54
PE max	3 +/- 17,2	-11,3 +/- 20,2	0,05*
BDI	0,7 +/- 1,2	0,3 +/- 1,7	0,47
SGRQ	-5,9 +/- 5,8	-5,0 +/- 7,8	0,72

CVF : Capacité Vitale Forcée, VEMS : Volume Expiratoire Maximal par Seconde, VRE : Volume de Réserve Expiratoire, CI : Capacité Inspiratoire, PImax : Pression inspiratoire maximale, PEmax : Pression expiratoire maximale, BDI : Basal Dyspnea Index, SGRQ : Saint George's Respiratory Questionnaire, xf : mesure finale, xi : mesure initiale, * : résultats statistiquement significatifs, résultats donnés en moyenne +/- écart-type.

Tableau 6 : Principaux résultats (xf-xi) observés suite à l'étude

D'après Lord et al. [54]

	Groupe chant (n=15)	Groupe contrôle (n=13)	p
Temps d'apnée (s)	-0,3 +/- 6,9	5,3 +/- 5,7	0,029*
« Comptage » du souffle	0,3 +/- 7,7	2,0 +/- 2,7	0,46
HAD anxiety	-1,1 +/- 2,7	0,8 +/- 1,7	0,033*
HAD dépression	-1,1 +/- 2,5	-0,1 +/- 1,7	0,21
SGRQ	-1,1 +/- 10,6	-0,4 +/- 5,6	0,81
Distance parcourue au test de marche (ISWT) (m)	26 +/- 52,6	11,3 +/- 83	0,58
Temps de resaturation (s)	47,3 +/- 67,6	32,2 +/- 124,7	0,69
Temps de récupération de la FC (s)	29 +/- 63,8	19,4 +/- 110	0,78
SF36 PCS	7,5 +/- 14,6	-3,8 +/- 8,4	0,02*
SF36 MCS	2,5 +/- 20,9	-3,2 +/- 10,5	0,38

HAD : Hospital Anxiety and Depression score, SGRQ : Saint George's Respiratory Questionnaire, ISWT : Incremental Shuttle Walk Test, SF36 : Short Form 36, PCS : Physical Component Score, MCS : Mental Component Score, xf : mesure finale, xi : mesure initiale, * : résultats statistiquement significatifs, résultats donnés en moyenne +/- écart-type.

avoir un effet prometteur sur la diminution de la sensation de « fardeau » du traitement comme cela est souvent le cas dans les maladies chroniques [36]. **Cette méthode peut représenter une approche originale et efficace dans l'amélioration de la qualité de vie [57].**

3. Analyse des études

Des études, visant à évaluer les bénéfices attribués à l'exercice vocal, sont réalisées sur des personnes saines. Grape et al. [63] signalent des effets favorables à la pratique du chant. Suite aux séances, les amateurs évoquent une recrudescence des émotions positives s'accompagnant d'une amélioration de la sensation de bien-être. Deux études, réalisées dans une université anglaise [52], rapportent les avantages perçus suite à la participation à une chorale. Lors de la première expérience, la grande majorité des participants remarque des bénéfices au niveau social (87%), émotionnel (75%), physique (58%) et spirituel (49%). Eclairée par cette première expérience, l'équipe de Clift et al, réalise une deuxième étude qui révèle de nouveau des vertus majoritairement sociales et émotionnelles.

L'idée que la pratique du chant puisse être bénéfique pour la santé remonte au 19^e siècle [64]. Malgré cela, il existe peu d'études réalisées sur des patients atteints de BPCO :

Bonilha et al. [9], par le biais d'une étude contrôlée et randomisée, comparent les bénéfices de 28 séances d'éducation au chant à des séances d'activités manuelles (collages, dessins...) chez 30 patients atteints de BPCO et à raison d'une heure hebdomadaire (*Tableau 5*). D'après les résultats, la pratique du chant est réalisable chez les patients atteints de BPCO modérées à sévères dans un état clinique stable. Aucune plainte n'est enregistrée et les patients tolèrent bien les efforts respiratoires liés au cours de chant. La pratique du chant permet des réductions transitoires de l'hyperinflation pulmonaire dynamique et préserve la PEmax au long terme ce qui n'est pas le cas dans le groupe contrôle ($p=0,05$). On note aussi une amélioration de la PImax, la valeur n'est par contre pas statistiquement significative ($p=0,54$). La qualité de vie, évaluée par le *Saint George's Respiratory Questionnaire* (SGRQ), est améliorée de façon équivalente dans les deux groupes.

Lors de leur première étude [54], Lord et al. comparent, chez 28 patients atteints de BPCO, l'effet de 12 séances de chant par rapport aux soins habituels (*Tableau 6*). La composante physique du questionnaire *Short Form 36* (SF-36) est meilleure dans le

Tableau 7 : Principaux résultats (xf-xi) observés suite à l'étude

D'après Lord et al. [53]

	Groupe chant (n=13)	Groupe contrôle (n=11)	p
Temps d'apnée (s)	-1,64 +/- 4,1	2,39 +/- 7,8	0,14
« Comptage » du souffle	1,5 +/- 7,1	7,0 +/- 7,8	0,15
HAD anxiety	-0,8 +/- 3,6	-0,9 +/- 2,3	0,89
HAD dépression	-1,3 +/- 3,8	-0,7 +/- 1,6	0,49
CAT	-1,1 +/- 8,3	-0,7 +/- 5,6	0,44
SF36 PCS	12,9 +/- 19	-2,5 +/- 11,9	0,02*
SF36 MCS	9,3 +/- 25,3	4,3 +/- 9,0	0,41
Distance parcourue au test de marche (ISWT) (m)	-7,2 +/- 46,1	14,5 +/- 38	0,22
Nombre de pas par jours	-763 +/- 1647	1011 +/- 1003	0,14
Sédentarité (min/j)	-35,9 +/- 127,3	-27,3 +/- 67	0,66
Activité physique (min/j)	-92,7 +/- 216,9	49,5 +/- 40,9	0,16
Dépense d'énergie (KJ/j)	-144,2 +/- 436,0	228,8 +/- 146,3	0,19

*HAD : Hospital Anxiety and Depression score, CAT : COPD Assessment Test Score, SF36 : Short Form 36, ISWT: Incremental Shuttle Walk Test, xf : mesure finale, xi : mesure initiale, *: résultats statistiquement significatifs, résultats donnés en moyenne +/- écart-type.*

Tableau 8 : Principaux résultats statistiquement significatifs obtenus suite à l'étude

D'après Herer [5]

	Début de RR	% de variation obtenu en fin de RR	p
TM6 (m)	326 +/- 114	+13,8%	0,006
VO ₂ max (ml/kg/min)	18,1 +/- 6,1	+8,3%	0,01
Pmax (W)	75 +/- 31	+14,7%	0,001
Score MRC	2,3 +/- 0,6	-21,7%	<10 ⁻⁴
VSRQ	34 +/- 13	+50%	<10 ⁻⁶
UCDQ (item 3 section 2)	2,87 +/- 1,22	-16,7%	0,02
Index de BODE	4,7 +/- 2,0	-23,4%	<10 ⁻⁵

TM6 : Test de marche de 6 minutes. VO₂max : consommation maximale en O₂. Pmax : puissance maximale. MRC : Medical Research Council. VSRQ : Visual Simplified Respiratory Questionnaire, UCDQ : University of Cincinnati Dyspea Questionnaire, BODE : Body mass index, airflow Obstruction, functional Dyspnea, Exercise capacity, Les résultats sont exprimés en moyenne +/- écart-type.

groupe chant que dans le groupe témoin à l'issue de l'étude ($p=0,02$). De plus les patients du groupe chant relèvent des bénéfices au niveau de la qualité de vie, s'accompagnant d'une baisse significative de l'anxiété mesurée par l'échelle HAD anxiety ($p = 0,03$). Lors d'entretiens personnels les patients soulignent les effets positifs sur le bien-être général, les relations sociales, le soutien communautaire et le sentiment d'accomplissement. Par ailleurs ils déclarent également participer à davantage d'activités depuis l'expérience. Sur les 150 patients participants aux sessions « portes ouvertes », 96% ont jugés les ateliers comme « très agréables » et 92% des participants désirent réitérer l'expérience. Par ailleurs, aucune conséquence néfaste n'est observée lors de l'étude.

Une autre étude réalisée avec des patients atteints de BPCO par la même équipe [53], compare l'effet du chant ($n=13$) à un atelier « cinéma » ($n=11$). Les résultats obtenus confirment la première étude avec une amélioration de la composante physique du SF-36 (*Tableau 7*). Dans les deux études, les avantages subjectifs perçus et décrits par les patients du groupe chant ne s'accompagnent pas de différences significatives au niveau des mesures objectives du bilan. Le contrôle de la respiration, la capacité d'exercice fonctionnel, l'activité physique quotidienne et la composante mentale du SF-36 ne sont pas améliorés.

Herer [5], évalue l'intérêt d'un atelier éducatif de chant dans un programme de réhabilitation respiratoire (RR) de 45 patients souffrants de pathologies respiratoires chroniques (n BPCO=37). Les résultats obtenus sont comparables à ceux des programmes de RR conventionnels (*Tableau 8*). Il est difficile de dissocier les bénéfices attribués à la RR et au chant. Toutefois, il semblerait que l'acte vocal facilite l'obtention d'un résultat positif en terme de tolérance à l'exercice et de qualité de vie. Cette pratique ne détériore pas la sensation de dyspnée de ces patients, le score de Cincinnati n'est pas modifié suite à l'étude.

Goodridge et al [65], ont également évalué l'apport du chant sur des patients atteints de BPCO lors d'un programme de RR d'une durée de 8 semaines. Deux groupes ont été constitués, l'un ($n=5$) témoin, ne recevant que les soins habituels, l'autre ($n=14$) contrôle, recevant un cours de chant (1h/semaine) en plus des soins habituels. Au terme de l'expérience aucune différence ne sont révélée en terme de qualité de vie ou de capacité à l'exercice entre les deux groupes. Pourtant, les patients du groupe chant sont unanimes quant à l'utilité du chant dans la gestion de leur dyspnée et l'apport social.

Tableau 9 : Principaux résultats observés suite à l'étude

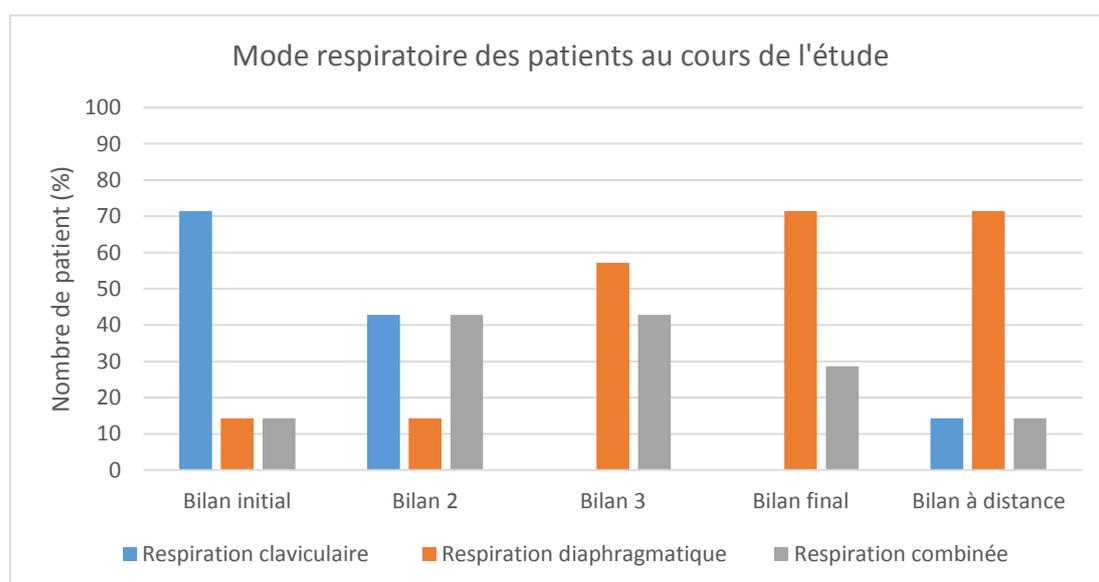
D'après Morrison et al. [67]

	Bilan initial	Bilan final	<i>p</i>
VEMS (% valeur prédite)	54,34 +/- 20,45	56,28 +/- 21,98	0,006*
CVF (% valeur prédite)	81,72 +/- 22,60	85,35 +/- 21,70	0,034*
SGRQ total	48,71 +/- 16,95	45,42 +/- 16,96	0,024*
MRC dypnea	2,68 +/- 0,98	2,54 +/- 1,03	0,210
EQ-5D (questionnaire)	0,71 +/- 0,22	0,75 +/- 0,22	0,152
EQ-5D (EVA)	65,61 +/- 17,96	68,86 +/- 18,99	0,150
SF12 mental	53,48 +/- 9,87	54,99 +/- 9,06	0,216
SF12 physique	28,91 +/- 7,98	28,82 +/- 7,87	0,882

*VEMS : Volume Expiratoire Maximal par Seconde, CVF : Capacité Vitale Forcée, SGRQ : Saint George's Respiratory Questionnaire, MRC dyspnoea : Medical Research Council dyspnoea, EQ-5D: EuroQol ; SF12 : Short Form 12, *: résultats statistiquement significatifs, résultats donnés en moyenne +/- écart-type.*

Figure 20 : Type de respiration utilisé par les patients au cours de l'étude

D'après Engen [68]



Bilan initial : 1 semaine avant le début de l'étude, Bilan 2 : 2 semaines après le début de l'étude, Bilan 3 : 4 semaines après le début de l'étude, Bilan final : 6 semaines après le début de l'étude, Bilan à distance : 2 semaines après le bilan final, Respiration combinée : associant les modes claviculaire et diaphragmatique.

Une récente étude portugaise menée par Pacheco et al [66], évalue la pratique du chant chez 8 patients atteints de BPCO sur une durée de 10 semaines. La seule amélioration notable suite à ce programme est celle de la PEmax. La qualité de vie, semble quant à elle, ne pas être améliorée par le programme. Toutefois les patients trouvent cette expérience agréable. Elle leur procure une sensation de bien-être avec une diminution de l'anxiété et une majoration de l'estime de soi.

Morrison et al [67], ont également évalué l'impact du chant sur la santé de patients atteints de BPCO. De par la taille de l'échantillon (n=106) et la durée de l'étude (36 semaines) et ce malgré l'absence de groupe contrôle, l'étude présente un intérêt important. Les résultats ont montré des améliorations significatives entre le début et la fin de l'étude au niveau du volume expiratoire maximum seconde (VEMS) et de la capacité vitale forcée (CVF), ainsi que dans le SGRQ. Ces résultats sont importants car c'est la seule étude qui, pour le moment, obtient des améliorations notables en terme de spirométrie. Aucune amélioration n'a été trouvée vis-à-vis de la dyspnée ou de la qualité de vie (*Tableau 9*).

L'étude d'Engen [68] (n=7), réalisée sur des patients souffrants d'emphysème, apporte des informations supplémentaires. Bien qu'il n'y ait pas de changement au niveau de la force des muscles inspiratoires, de la capacité d'exercice ou de la spirométrie, il semble que le chant améliore la qualité de vie des personnes âgées souffrants d'emphysème et modifie leur mode de respiration, passant d'une respiration thoracique haute à une respiration diaphragmatique (*Figure 20*).

Fait important et commun à de nombreuses études : les patients sont désireux de poursuivre l'intervention. Les patients des groupes témoins des études contrôlées et randomisées révèlent vouloir participer au groupe chant. Morrison et al [67], laissent le choix de leur groupe aux patients : tous, sans exception, ont choisi le chant.

L'intérêt du chant est également étudié dans d'autres pathologies :

Une méta-analyse Cochrane [69], synthétise les effets chez des patients atteints de mucoviscidose. Malheureusement sur les 56 études identifiées depuis 2009, seule une a été conservée pour être étudiée. Dans cette étude [36], les 51 enfants hospitalisés pour exacerbation étaient séparés en deux groupes. L'un réalisant un atelier de chant, l'autre des activités distractives (jeux vidéo ou films).

Tableau 10 : Tableau comparatif des modes d'action permettant d'atteindre les objectifs de la prise en charge

Objectifs de la prise en charge	MK	Chant
Désencombrement bronchique	<ul style="list-style-type: none"> • Vibrations/Percussions thoraciques manuelles • Techniques inspiratoire lente : EDIC • Toux dirigée • AFE • ACBT • ELTGOL • PEP/OPEP • SI 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibrations laryngées • Expirations prolongées, soutenues et régulières • PEP laryngée
Réentraînement des muscles respiratoires	<ul style="list-style-type: none"> • Threshold IMT • Threshold PEP 	<ul style="list-style-type: none"> • Activité accrue des muscles respiratoires • Activité agoniste/antagoniste • Travail « excentrique » du diaphragme
Lutte contre l'hyperinflation aérienne	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'une PEP 	<ul style="list-style-type: none"> • Inhibition de l'activité des inspireurs accessoires • Respiration thoracique basse • PEP laryngée
Travail psychologique et réintégration sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Education thérapeutique 	<ul style="list-style-type: none"> • Activité ludique distrayante avec détournement de l'attention • Activité de groupe qui facilite le contact social • Augmente la confiance en soi et le sentiment d'auto-accomplissement

ACBT: Active Cycle of Breathing Technique, ELTGOL: Expiration Lente Totale Glotte Ouverte en Infralatéral, SI: Spirométrie incitative, PEP : Pression Expiratoire Positive, AFE : Augmentation du Flux Expiratoire, EDIC : Exercices à Débit Inspiratoire Contrôlé.

Lors de l'évaluation, réalisée 6 à 8 semaines après l'intervention, la qualité de vie est augmentée de façon similaire dans les deux groupes. Seules les valeurs de PEmax et de PImax étaient supérieures dans le groupe chant. Aucune méta-analyse n'a pu être effectuée. De futures études contrôlées et randomisées sont nécessaires pour évaluer les effets du chant pour les personnes atteintes de fibrose kystique du pancréas.

La pratique du chant pourrait aussi potentiellement aider les personnes atteintes de sclérose en plaques (SEP) [70] : la faiblesse des muscles respiratoires, principalement des muscles expirateurs étant caractéristique de ces patients. La comparaison d'un groupe chant, avec un groupe de simple écoute musical montre une amélioration en terme de force musculaire expiratoire, par contraste avec le groupe témoin.

4. Discussion

Les données actuelles de la littérature rapportent que la pratique du chant préserve la PE max des patients atteints de BPCO à long terme. Les avis sont partagés quant aux effets sur la qualité de vie, les mesures spirométriques et l'hyperinflation dynamique pulmonaire. Aucune amélioration n'est observable, tout du moins sur les durées expérimentées, au niveau de la capacité d'exercice fonctionnel. Ces résultats contrastent fortement avec les données qualitatives rapportées par des entretiens ou des questionnaires. La très grande majorité des patients considèrent cette activité bénéfique et utile car selon eux, elle améliore le contrôle de la respiration, diminue l'anxiété, augmente les performances physiques, l'estime de soi et la sensation de bien-être. Ces louanges dithyrambiques nous confortent dans l'idée que la participation à des cours de chant devrait être encouragée lorsque ceux-ci sont disponibles.

Toutes les interrogations émises quant à l'éventuel parallèle pouvant être fait entre le chant et la kinésithérapie respiratoire n'ont pas trouvé réponse (*Tableau 10*).

Seule une des études actuellement publiées évoque l'impact du chant vis-à-vis du **désencombrement bronchique**. Selon Bonilha et al [9] : les patients de l'étude toussent et éliminent une quantité substantielle de crachats juste après la fin des séances de chant. Cette constatation n'est pas enregistrée en utilisant un protocole de recherche formel. Des études supplémentaires visant à enquêter de façon adéquate cet aspect, par exemple par évaluation du poids des sécrétions, sont nécessaires. Cela suggère toutefois que le chant peut également présenter des propriétés d'hygiène bronchique. Des études précises sur la

Tableau 11 : Stade GOLD des patients impliqués dans les études

Référence de l'étude	Stade GOLD des patients impliqués dans l'étude
Lord et al. (2012) [53]	GOLD II-III
Herer (2013) [5]	GOLD I-II-III-IV
Bonilha et al. (2009) [9]	GOLD II-III
Lord et al. (2010) [54]	GOLD III-IV
Pacheco et al. (2014) [66]	GOLD III-IV
Engen (2005) [68]	GOLD I-II-III-IV
Goodridge et al. (2013) [65]	GOLD II-III-IV
Morrison et al. (2013) [67]	GOLD I-II-III-IV

GOLD I (Obstruction légère): VEMS \geq 80%

GOLD II (Obstruction modérée): 50% \leq VEMS \geq 80%

GOLD III (Obstruction sévère): 30% \leq VEMS \geq 50%

GOLD IV (Obstruction très sévère): VEMS \leq 30%.

Les mesures sont exprimées en % de la valeur prédite après la prise d'un bronchodilatateur.

propagation des vibrations du larynx à travers le poumon doivent être réalisées pour déterminer si elles présentent un rôle dans le fractionnement et l'épuration du mucus.

Le réentrainement des muscles respiratoires est à moitié validé. Les études sont unanimes quant à l'effet du chant sur les muscles expirateurs, elles le sont moins pour les muscles inspirateurs. Le travail excentrique du diaphragme n'est, à proprement dit, jamais évoqué dans les études. Seul les livres spécifiques au chant [8] le mentionne mais les conséquences physiologiques et anatomiques de ce type de travail n'ont pas été étudiées dans ces ouvrages.

Concernant **l'hyperinflation aérienne**, certains résultats sont intéressants. En position debout, les patients atteints de BPCO ont une tendance naturelle à respirer progressivement à des niveaux plus élevés de leur CRF. La pratique du chant s'oppose à ce cours et donc à l'hyperinflation [9]. L'augmentation de la CVF obtenue dans l'étude de Morrison [67], peut également être considérée comme un indicateur de réduction d'hyperinflation aérienne.

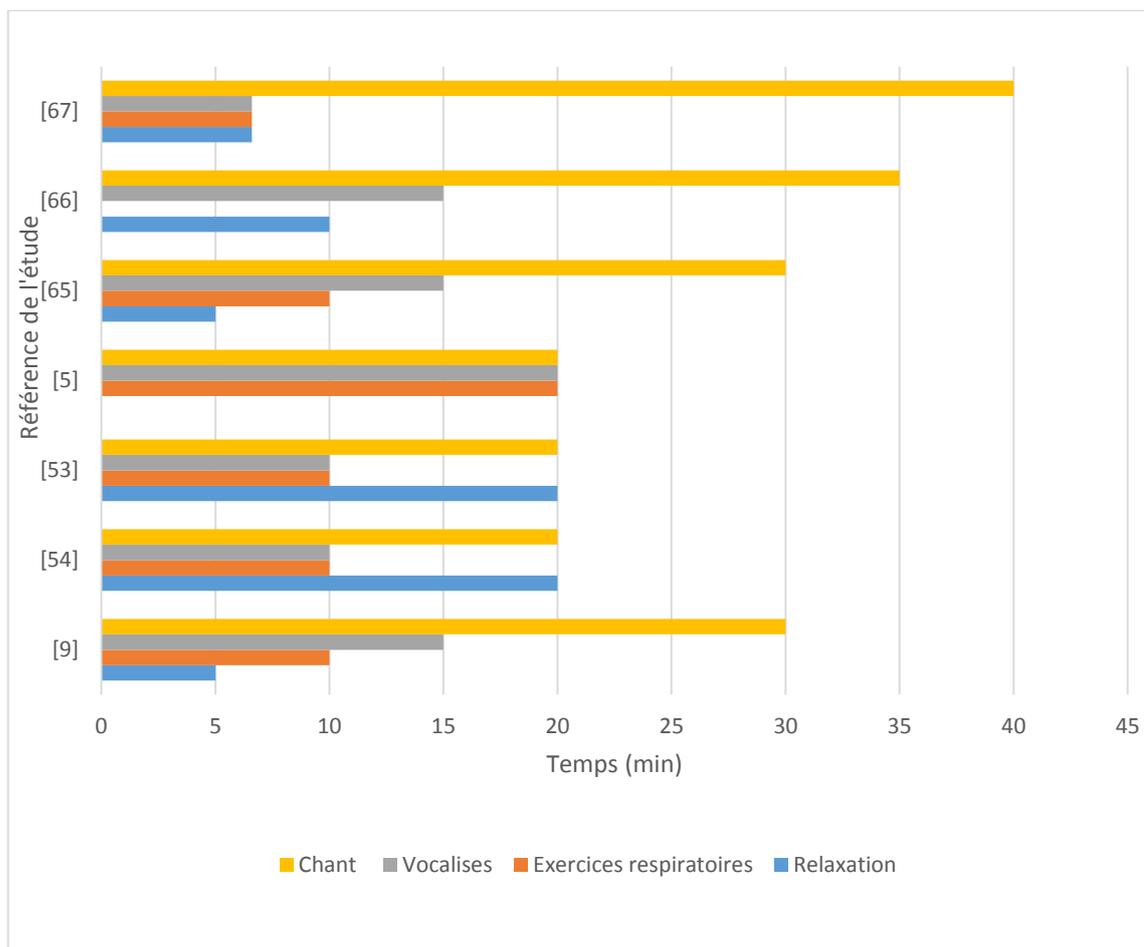
Au vu des résultats donnés par les études, **les effets psychologiques et sociaux** sont incontestablement les plus marqués. Le chant est à la fois motif de réjouissance et objet d'attention. Les patients éprouvent un sentiment de communauté et de soutien social [53] : « *chanter en compagnie revient à se concentrer sur un certain plaisir d'être ensemble que le chant exalte* » [71]. Le sentiment d'isolement qu'éprouve la majorité des malades respiratoires chroniques laisse petit à petit place à la dynamique de groupe. L'atelier vocal stimule la détente, le bien-être physique [67] et la réduction de l'anxiété [54] liée à la dyspnée. Ainsi les patients maîtrisent mieux les symptômes quotidiens et vivent autrement avec leur maladie. Leurs dires élogieux en fin de programme en témoigne.

Ce type de programme est parfaitement toléré par les patients, aucune plainte n'est à noter et la dyspnée n'est pas détériorée. L'ensemble des études ne révèlent que très peu d'abandons dont le motif est intrinsèquement lié au chant. De ces faits, il semble que le stade GOLD n'est pas un facteur limitant à la participation aux ateliers de chant (*Tableau 11*). Au contraire, la stabilité clinique des deux mois qui précèdent l'étude s'avère être une condition indispensable au bon déroulement de celle-ci. Cette condition réduit les programmes propices à recevoir ce type de séance, les patients ne peuvent être en période d'exacerbation.

Tableau 12 : Tableau récapitulatif de différentes données des études (durée, fréquence des séances, nombre de patients analysés, nombre de patients qui refusent de participer à l'étude)

Référence de l'étude	Durée de l'étude (semaines)	Durée et fréquence des séances (heure/semaine)	Nombre de patients analysés
Bonilha et al. (2009) [9]	28	1	30
Lord et al. (2010) [54]	6	2 x 1	28
Lord et al. (2012) [53]	8	2 x 1	24
Herer (2013) [5]	52	1	45
Goodridge et al. (2013) [65]	8	1	19
Pacheco et al. (2014) [66]	10	1	6
Engen (2005) [68]	6	2 x 0,75	7
Morrison et al. (2013) [67]	36	1	60

Figure 21 : Graphique récapitulatif du contenu d'une séance de « chant » dans les différentes études



Dans les études analysées, la majorité des séances se déroule dans le cadre d'un programme de RR ou bien lorsque les patients sont cliniquement stables et hors des établissements hospitaliers. La meilleure solution ne serait-elle pas la combinaison des deux ? A savoir que le traitement par le chant commence lors de la RR, et que le patient continue, en autonomie et/ou avec des associations de patient ou des chorales à la fin de la RR.

De nombreuses **limites** altèrent la signification des résultats. Il est important de s'interroger sur ces points afin de les corriger dans les futurs travaux.

La **durée des études** est un élément important, il semble que 6 semaines soit la durée minimale pour obtenir les premiers progrès. La fréquence des séances est aussi une variable importante à prendre en compte [54] (*Tableau 12*). Cette faible fréquence n'expliquerait elle pas en grande partie l'inadéquation entre les mesures objectives et subjectives des bilans finaux ?

Actuellement, **toutes les études sont réalisées sur une période déterminée et continue, le nombre de participants est fixé** au début de l'étude. Lord et al [53], évoquent une autre approche, sur le long terme ou les séances seraient facultatives et la participation ouverte tout au long de l'étude. Ainsi réalisé, le programme présenterait une plus grande flexibilité pour les participants et permettrait d'augmenter le taux de participation. Malheureusement, l'arrivée de « débutants » risque d'entraver la dynamique de progression du groupe car elle nécessite de reprendre les techniques de bases.

Le contenu même des séances peut également être remis en cause. Plus de la moitié des séances sont consacrées à des échauffements vocaux, des exercices de posture, de relaxation et de respiration tandis que l'autre moitié est consacrée à du chant « pur » [53] (*Figure 21*). Dans ces conditions, les effets attribuables au chant sont difficiles à évaluer. Quelle est la part de responsabilité des exercices respiratoire et de relaxation dans l'obtention des résultats ? Ces types d'exercices, proche de la rééducation « classique » ne risquent-ils pas d'atténuer l'une des force du chant : à savoir d'être ludique et de réduire la sensation de fardeau que peut représenter le traitement ?

Tableau 13 : Tableau récapitulatif du nombre de patients refusant de participer à l'étude

Référence de l'étude	Nombre de patients qui refusent de participer à l'étude
Bonilha et al. (2009) [9]	19
Lord et al. (2010) [54]	54
Lord et al. (2012) [53]	150
Herer (2013) [5]	0
Goodridge et al. (2013) [65]	0
Pacheco et al. (2014) [66]	2
Engen (2005) [68]	0
Morrison et al. (2013) [67]	0

Tableau 14 : Intervention des MK dans les études

Référence de l'étude	Séance de contrôle respiratoire	Bilans	Séance « chant »
Lord et al. (2012) [53]	MK	MK	PdC
Herer (2013) [5]	∅	Non renseigné	1 instrumentiste + 1 chef de chœur
Bonilha et al. (2009) [9]	∅	Non renseigné	MK + PdC
Lord et al. (2010) [54]	MK	MK	PdC
Pacheco et al. (2014) [66]	∅	Non renseigné	MK + PdC
Engen (2005) [68]	∅	Non renseigné	Non renseigné
Goodridge et al. (2013) [65]	∅	Non renseigné	PdC
Morrison et al. (2013) [67]	∅	Non renseigné	PdC

∅ : Pas réalisée dans l'étude ; PdC : Prof de chant ; Séance de contrôle respiratoire : séance de 30' réalisée avant le début de l'étude dans laquelle le MK aborde les techniques respiratoires permettant de gérer l'essoufflement (respiration nasale, lèvres pincées...). A la fin de cette séance un petit livret : « *Help Yourself – physiotherapy for people with respiratory symptoms* » est remis à chaque participant.

La présence d'un groupe contrôle est souhaitable car elle donne de la légitimité à l'étude qui l'emploie. Seulement **l'activité imposée à ces groupes** est peut être « mal choisie » et responsable, en partie, des refus de participation à l'étude (*Tableau 13*). L'intérêt ne serait-il pas plus grand si l'activité était en rapport avec la fonction respiratoire ?

La taille des échantillons reste peut être le problème majeur, les variations excessives des résultats à l'intérieur même des groupes réduisant obligatoirement la puissance statistique [9]. Il serait intéressant que les travaux des chercheurs s'orientent vers une collaboration afin d'obtenir un nombre suffisant de patients, permettant une évaluation plus rigoureuse des différents effets. L'ensemble des décisions prises vis-à-vis de ces limites sont fatalement dictées par des facteurs pratiques et économiques.

Dans certaines des études, les « cours » de chant sont donnés par un professeur de chant sans l'aide d'un professionnel de santé. Dans ce cas, le MK effectue « seulement » les bilans et parfois une séance de « contrôle respiratoire » préalable au début de l'étude (*Tableau 14*). **Sans vouloir porter préjudice aux professionnels de la voix, la présence de professionnels de santé durant ces séances nous semble indispensable.** Herer [5], résume parfaitement cette situation : « *Un tel projet nécessite toutefois le recours à des professionnels spécifiquement formés pour enseigner une activité artistique à des patients atteints de handicap respiratoire* ». La pluridisciplinarité est donc de mise. Elle permet aux patients de se sentir plus rassurés, elle donne de la crédibilité au programme pour les patients douteux et réfractaires ainsi qu'auprès des organismes de financement [72]. **Selon nous, au sein de cette équipe, le MK semble le mieux placé pour épauler le professeur de chant dans la réalisation de la séance.** « Chanter de tout son corps », cette expression révèle bien que le chant n'implique pas seulement l'appareil vocal mais un engagement corporel plus large [13]. Or par sa vue et son toucher, le MK est en mesure d'apprécier les positions et mouvements des différents organes et membres afin d'amener progressivement les patients à prendre conscience des sensations internes, primordiales dans la gestion du souffle. Connaissant parfaitement la pathologie il identifie les difficultés et les éventuels écueils. Il adapte ainsi des exercices thérapeutiques parfois au détriment de la justesse et de la technique vocale pure... Un bon relationnel, avec des qualités humaines sont indispensables : patience, compréhension, le tout couronné d'un enthousiasme communicatif permettent la construction d'un projet thérapeutique pluridisciplinaire dans un climat de confiance [12].

Conclusion

Les techniques de kinésithérapie respiratoire montrent des atouts et des préjudices qui doivent être pris en compte pour étoffer une réflexion bénéfices/risques lors de leur choix. Il en est de même pour le chant, d'autant plus que cette technique est utilisée depuis peu dans la prise en charge des patients atteints de BPCO et les articles sont peu nombreux dans la littérature.

Les publications sont unanimes concernant la faisabilité et la bonne tolérance d'une population de BPCO (GOLD I-IV, état clinique stable) quant à ce type de séances. La pratique du chant préserve la PEmax à long terme. Son efficacité en tant que technique isolée reste encore à démontrer car les résultats en terme de désencombrement, de qualité de vie, d'hyperinflation aérienne et de tolérance à l'exercice sont non renseignés ou insuffisants.

La comparaison à la kinésithérapie respiratoire traditionnelle est intéressante car elle permet de souligner des similitudes au niveau des mécanismes d'action (modification du rythme respiratoire, PEP, réentraînement des muscles respiratoires, réintégration de la respiration abdomino-diaphragmatique). D'autres mécanismes, propres au chant et avancés dans ce travail (vibrations du larynx, travail « excentrique » du diaphragme, maintien de la position inspiratoire pendant l'expiration) doivent être analysés dans de futures études afin de déterminer si oui ou non ils présentent un intérêt réel pour les patients atteints de BPCO. Cette méthode présente des avantages : elle est peu coûteuse, ne nécessite pas de matériel et s'effectue préférentiellement en groupe. L'autonomisation est facilitée : les patients pratiquent volontiers le chant au domicile ou dans une chorale sans pour autant majorer la sensation de « fardeau » que le traitement représente dans les maladies chroniques. Inéluctablement, les études présentent des biais méthodologiques qu'il faudra abroger afin d'augmenter la fiabilité des résultats.

L'intérêt pour cette technique dépasse aujourd'hui le cadre des patients atteints de BPCO puisque des bienfaits sont également observés dans la prise en charge de la mucoviscidose, de l'asthme, de la SEP, de la maladie de Parkinson ou du cancer. Sans faire chanter tous les patients, ce procédé montre une approche novatrice bienfaitrice sur le plan psychologique qui doit être approfondie pour en explorer tous les effets.

Bibliographie:

- [1] Biron E, Carré P, Chanez P, et al. Programme d'actions en faveur de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) 2005 – 2010 « Connaître, prévenir et mieux prendre en charge la BPCO ». Ministère de la Santé et des Solidarités.
- [2] SPLF. Recommandations de la Société de Pneumologie de Langue Française sur la prise en charge de la BPCO (mise à jour 2009). *Rev Mal Respir.* 2010;27(S1):S1-S2.
- [3] Haute Autorité de Santé (HAS). Guide du parcours de soins « Bronchopneumopathie chronique obstructive ». Les parcours de Soins. 2014.
- [4] Le Huche F. Et votre voix, comment va-t-elle ? Petit traité de la voix à l'intention de ses usagers... c'est-à-dire de tout un chacun ! Bruxelles: de boeck solal; 2012.
- [5] Herer B. Education respiratoire par le chant au cours d'un programme de réhabilitation respiratoire. *Rev Mal Respir.* 2013;30:194-202.
- [6] Lonsdorfer-Wolf E. Sport et insuffisance respiratoire chronique. *Science et Sports.* 2010;25:158-164.
- [7] Herer B. Musique et pathologie respiratoire. *Rev Mal Respir.* 2001;18:115-122.
- [8] Amy de la Bretèque B. A l'origine du son: le souffle. Le travail de la respiration pour la voix et pour l'instrument à vent. Marseille: Solal; 2000.
- [9] Bonilha AG, Onofre F, Vieira ML, Almeida Prado MY, Baddini Martinez JA. Effects of singing classes on pulmonary function and quality of life of COPD patients. *International Journal of COPD.* 2009;4:1-8.
- [10] Taberlet C, Coppens T, Reychler G. Evaluation de l'interface sur l'utilisation de la pression expiratoire positive. 7^e journée de recherche en kinésithérapie respiratoire (JRKR). *Kinésithér Rev.* 2014;14(155):30-42.
- [11] Henrich N. Physiologie de la voix chantée : vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles. R Garrel, Benoit Amy de la Bretèque, Vincent Brun Collectif. 40^{èmes} Entretiens de Médecine physique et de réadaptation, Mar 2012, Montpellier, France. Sauramps Médical, pp.17-32, Echanges en réadaptation. <hal-00680692>

- [12] Cornut G. La voix. 8^{ème} édition. Paris: Presses Universitaires de France; 2009.
- [13] Calais-Germain B, Germain F. Anatomie pour la voix. Comprendre et améliorer la dynamique de l'appareil vocal. Mondovi: DésIris; 2013.
- [14] Le Huche F, Allali A. La voix, Tome 1 Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole. 4^{ème} édition. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010.
- [15] Hutois M, Scotto Di Carlo N. Analyse anatomo-physiologique des systèmes ostéo-articulaire et ventilatoire impliqués dans le chant. Rev Médecine des art. 2006;(57):8-17.
- [16] Lassalle A, Grini MN, Amy de la Bretèque B, Ouaknine M, Giovann A. Etude comparative des stratégies respiratoires entre les chanteurs lyriques professionnels et débutants. Rev Laryngol Otol Rhinol. 2002;123,5:279-290.
- [17] Campignon P. RESPIR-actions. Programme d'exercices et d'étude des mécanismes de la respiration. 3^e édition. Paris: Editions Frison-Roche; 2012.
- [18] Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI). Ann Kinésither. 2001;28(4):166-78.
- [19] Cabillic M, Gouilly P, Reychler G. Techniques manuelles de drainage bronchique des adultes et adolescents : quel niveau de preuve ? Kinésither Rev. 2014;14(155):43-64.
- [20] Recommandations de la 1^{ere} conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire. Ann Kinesither. 1995;22(1):49-57.
- [21] Aubriot AS, Poncin W. Kinésithérapie du désencombrement des voies aériennes. In : Reychler G, Roeseler J, Delguste P. Kinésithérapie respiratoire. 3^e édition. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014. p. 157-73.
- [22] Sergysels R. Doit-on « réhabiliter » la respiration dirigée abdomino-diaphragmatique pour les patients atteints de BPCO ? Rev Mal Respir. 2009;26:495-497.
- [23] Antonello M, Cottureau G, Selleron B, Delplanque D. Techniques kinésithérapiques en rééducation respiratoire. EMC – Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation. 2015;[Article 26-500-A-10]. In press.
- [24] Higenbottam T, Payne J. Glottis narrowing in lung disease. Am Rev Respir Dis 1982;125:746-50.

- [25] Baz M, Haji GS, Menzies-Gow A, et al. Dynamic laryngeal narrowing during exercise : a mechanism for generating intrinsic PEEP in COPD ? *Thorax*. 2015;70:251-257.
- [26] Caron MA, Debigaré R, Dekhuijzen PNR, Maltais F. L'atteinte du diaphragme et du quadriceps dans la BPCO : une manifestation systémique de cette maladie ? *Rev Mal Respir*. 2011;28:1250-1264.
- [27] Hayot M. Les muscles respiratoires sont-ils des muscles squelettiques comme les autres ? *Rev Mal Respir*. 2005;22:29-36.
- [28] Horobeti ME, Dufour SP, Vautravers P, Geny B, Coudeyre E, Richard R. L'entraînement en travail excentrique : modalités applications et perspectives. *Sports Med*. 2013;43(6):483-512.
- [29] Ellis R, Shields N, Lim K, Dodd KJ. Eccentric exercise in adults with cardiorespiratory disease : A systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 2015;1-20.
- [30] Rocha Vieira DS, Baril J, Richard R, Perrault H, Bourbeau J, Taivassalo T. Eccentric cycle exercise in severe COPD : feasibility of application. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2011;8:270-274.
- [31] Rooyackers JM, Berkeljon DA, Folgering HT. Eccentric exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Rehabil Res*. 2003;26(1):47-49.
- [32] Heuillet-Martin G, Garson-Bavard H, Legré A. Une voix pour tous : Tome I, La voix normale et comment l'optimiser. 3^e édition. Marseille: Solal; 2007.
- [33] Pepin JL, Bachasson D, Borel JC, et al. Atteinte musculaire au cours des insuffisances respiratoires chroniques – Explorations, implications thérapeutiques. *Rev Mal Respir Actual*. 2014;6:55-62.
- [34] Neves L, Reis M, Plentz R, Matte D, Coronel C, Sbruzzi G. Expiratory and Expiratory Plus Inspiratory Muscle Training Improves Respiratory Muscle Strength in Subjects with COPD: Systematic Review. *Respir Care*. 2014;59(9):1381-8.
- [35] Barreiro E, Bustamante V, Cejudo P, et al. Guidelines for the Evaluation and Treatment of Muscle Dysfunction in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Bronconeumol*. 2015;51(8):384-395.

- [36] Irons JY, Kenny DT, McElrea M, Chang AB. Singing Therapy for Young People With Cystic Fibrosis : A Randomized Controlled Pilot Study. *Music and Medicine*. 2012;4(3):136-145.
- [37] Pépin JL, Bachasson D, Borel JC, et al. Atteinte musculaire au cours des insuffisances respiratoires chroniques - Explorations, implications thérapeutiques. *Rev Mal Respir*. 2014;6:55-62.
- [38] Tout R, Tayara L, Halimi M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013;56:193-211.
- [39] Irzaldi A, Wiyasihati SI, Purwanto B. Lung Vital Capacity of Choir Singers and Nonsingers: A Comparative Study. *Journal of Voice*. 2015;?(?):1-4.
- [40] Mac Kenzie D. To breathe or not to breathe: the respiratory muscles and COPD. *J Appl Physiol*. 2006;101:1279-80.
- [41] O'Donnell DE. Implications cliniques de la distension thoracique, ou quand la physiopathologie change la prise en charge thérapeutique. *Rev Mal Respir*. 2008;25:1305-18.
- [42] Sergysels R. BPCO et distension : une simple gonflette pour les physiologistes respiratoires ? *Rev Mal Respir*. 2009;26:1032-3.
- [43] Brouchet L, Thomas P, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Prise en charge chirurgicale de la distension thoracique au cours de la BPCO. *Rev Mal Respir*. 2009;26:838-50.
- [44] De Troyer A, Peche R, Yernault JC, Estenne M. Neck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;150(1):41-7.
- [45] Souchard PE. Le rôle de la rééducation posturale globale (RPG) dans les pathologies respiratoires. *Rev Mal Respir*. 2005;22:524-52.
- [46] Scheer C. La respiration, régulateur postural oublié ? In: Weber B, Villeneuve P. *Posturologie clinique : Tonus, posture et attitudes*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010. p. 138-48.

- [47] Perez Bogerd S, Selleron B, Hotton R, Ferrali O, Sergysels R. Les techniques de médecine physique peuvent-elles pallier la distension ? *Rev Mal Respir.* 2009;26:1107-17.
- [48] Pettersen V, Westgaard RH. Muscle activity in the classical singer's shoulder and neck region. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2002;27(4):169-78.
- [49] De Mayo T, Miralles R, Barrero D, et al. Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2005;32:487-494.
- [50] Binazzi B, Lanini B, Gigliotti F, Scano G. Breathing Pattern and Chest Wall Kinematics during Phonation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients. *Respiration.* 2013;86:462-471.
- [51] Cardoso DM, Paiva DN, De Albuquerque IM, Jost RT, Da Paixao AV. Effects of expiratory positive airway pressure on the electromyographic activity of accessory inspiratory muscles in COPD patients. *J. bras. pneumol.* 2011;37(1):46-53.
- [52] Clift SM, Hancox G. The perceived benefits of singing: findings from preliminary surveys of a university college choral society. *The Journal of The Royal Society for the Promotion of Health.* 2001;121(4):248-256.
- [53] Lord VM, Hume VJ, Kelly JL, et al. Singing classes for chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *BMC Pulmonary Medicine.* 2012;12:69.
- [54] Lord VM, Cave P, Hume VJ, et al. Singing teaching as a therapy for chronic respiratory disease - a randomized controlled trial and qualitative evaluation. *BMC Pulmonary Medicine.* 2010;10:41.
- [55] Bouric G, Beaumont M. L'éducation thérapeutique du patient atteint de BPCO en réhabilitation respiratoire*. *Kinésithér Rev.* 2012;(121):13-19.
- [56] Brinchault G, Diot P, Dixmier A, et al. Les comorbidités dans la BPCO. *Revue de Pneumologie clinique.* 2015;71:342-349.
- [57] Pontier-Marchandise S. Si on chantait ? *Rev des Mal Respir.* 2013;(30):171-172.

- [58] Ninot G, Roche N. Bases psychologiques : du déconditionnement psychosocial à l'appropriation. In : Préfaut C, Ninot G. La Réhabilitation du malade respiratoire chronique. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2009. p. 61-81.
- [59] Ninot G. L'anxiété et la dépression associées à la BPCO : une revue de question. *Rev Mal Respir*. 2011;28:739-748.
- [60] Jouneau S. Dépression et anxiété chez les patients atteints de BPCO. *Rev Mal Respir Actual*. 2010;2:462-466.
- [61] Guillemot S d'après les communications de M. Chambouleyron (Genève) et A. Martin (Angers). Les occasions éducatives au-delà du programme de réhabilitation respiratoire. *Rev Mal Respir Actual*. 2014;6:241-243.
- [62] Binazzi B, Lanini B, Romagnoli I, et al. Dyspnea during Speech in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: Effects of Pulmonary Rehabilitation. *Respiration*. 2011;81:379-385.
- [63] Grape C, Sangren M, Hansson LO, Ericson M, Theorell T. Does singing promote well-being?: An empirical study of professional and amateur singers during a singing lesson. *Integr Physiol Behav Sci*. 2003;38(1):65-74.
- [64] Hunter BC. Singing as a Therapeutic Agent, in *The Etude*, 1891-1949. *J Music Ther*. 1999;36(2):125-143.
- [65] Goodridge D, Nicol JJ, Horvey KJ, Butcher S. Therapeutic Singing as an Adjunct for Pulmonary Rehabilitation Participants With COPD: Outcomes of a Feasibility Study. *Music and Medicine*. 2013;5(3):169-176.
- [66] Pacheco C, Costa A, Amado J, Almeida P. Singing in chronic obstructive pulmonary disease patients: A pilot study in Portugal. *Rev Port Pneumol*. 2014;20(4):225-8.
- [67] Morrison I, Clift S, Page S et al. A UK feasibility study on the value of singing for people with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *UNESCO Observatory Multi-Disciplinary Journal in the Arts*. 2013;3(3):1-19.
- [68] Engen RL. The Singer's Breath: Implications for Treatment of Persons with Emphysema. *J Music Ther*. 2005;42(1):20-48.

[69] Irons JY, Petocz P, Kenny DT, Chang AB. Singing as an adjunct therapy for children and adults with cystic fibrosis (Review).The Cochrane Library. 2014.

[70] Wiens ME, Reimer MA, Guyn HL. Music Therapy as a Treatment Method for Improving Respiratory Muscle Strength in Patients with Advanced Multiple Sclerosis: A Pilot Study. Rehabil Nurs. 1999;24(2):74-80.

[71] Lortat-Jacob B. Donner de la voix, être ensemble. In: Henrich Bernadoni N. La voix chantée. Entre sciences et pratiques. Bruxelles: de boeck solal; 2014. p. 143-161.

[72] Gick MK, Nicol JJ. Singing for respiratory health: theory, evidence and challenges. Health Promotion International. 2015:1-10.

Liste des abréviations, sigles et acronymes

AFE : Augmentation du Flux Expiratoire

ATP : Adénosine Triphosphate

BPCO : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

CI : Capacité Inspiratoire

CPT : Capacité Pulmonaire Totale

CRF : Capacité Résiduelle Fonctionnelle

CV : Capacité Vitale

CVF : Capacité Vitale Forcée

FEV : *Forced Expiratory Volume*

Gd : Grand dentelé

GD : Grand Droit

Go : Grand oblique

HAD : *Hospital Anxiety and Depression score*

HAS : Haute Autorité de Santé

Ie : Intercostaux externes

Ii : Intercostaux internes

IRC : Insuffisance Respiratoire Chronique

MK : Masso-Kinésithérapeute

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PEmax : Pression Expiratoire Maximale

PEP : Pression Expiratoire Positive

PEPi : Pression Expiratoire Positive intrinsèque

PImax : Pression Inspiratoire Maximale

Po : Petit oblique

Px : Pectoraux

RR : Réhabilitation Respiratoire

SCA : Scalènes

SCOM : Sterno-Cléido-Occipitaux-Mastoïdiens

SEP : Sclérose En Plaques

SF-36 : *Short Form 36*

SGRQ : *Saint George's Respiratory Questionnaire*

TA : Transverse de l'Abdomen

Threshold IMT : *Threshold Inspiratory Muscle Trainer*

Threshold PEP : *Threshold Positive Expiratory Pressure*

TRA: Trapèze

VAD: Voies Aériennes Distales

VAP : Voies Aériennes Proximales

VEMS : Volume Expiratoire Maximum Seconde

VR : Volume Résiduel

VRE : Volume de Réserve Expiratoire

VRI : Volume de Réserve Inspiratoire

V_T: Volume Courant

Abstract

Le chant est une pratique relativement récente et novatrice dans la prise en charge des patients atteints de BPCO. Cette pratique peut paraître « ambiguë » dans le sens où elle confronte des patients atteints d'une maladie respiratoire chronique à une pratique qui nécessite une bonne maîtrise et un contrôle important de l'appareil respiratoire. Les résultats des études réalisées jusqu'à aujourd'hui ne sont pas homogènes. Des effets positifs sont évoqués sur le maintien de la Pe max, la réduction de l'hyperinflation dynamique, l'amélioration de la qualité de vie et la diminution de l'anxiété mais ces résultats ne sont pas unanimes. Bien que le faible nombre d'études et les défauts méthodologiques limitent la portée de ces conclusions, il n'existe pas à notre connaissance de travaux qui tentent d'élucider les mécanismes physiologiques à l'origine de ces résultats. La comparaison avec la kinésithérapie respiratoire classique nous a permis de trouver des similitudes entre les deux méthodes. D'autres mécanismes, propres au chant, doivent être davantage analysés pour en évaluer les effets.

Mots-clés : BPCO, kinésithérapie respiratoire, chant, réhabilitation respiratoire.

Singing is quite a new and recent way to treat persons with COPD (Chronic Obstrusive Pulmonary Disease). This practice may seem ambiguous in the way it confronts patients with a chronic obstructive pulmonary disease with the requirement of having a good control of their breathing apparatus. Existing studies results in this domain are not homogenous. Some positive effects are noted like maintaining the PE max, reducing dynamic hyperinflation, improving quality of life and lowering anxiety, but these results are not unanimously accepted. Despite the small number of studies and the defaults in methodologies which limit the scope of these conclusions, there is, as far as we know, no work which can explain the physiological mechanisms leading to these results. The comparison with conventional chest physiotherapy has allowed us to find similarities between the two methods . Other mechanisms , clean vocals, must be further analyzed to evaluate the effects .

Keywords: COPD, respiratory physiotherapist, singing, pulmonary rehabilitation program