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

PRECIS

ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE

DU LARYNX

A L'USAGE DU KINESITHERAPEUTE

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Anne-Lucie OUDART**
étudiante en 3 ème année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1996-1997

SOMMAIRE

RESUME **Page**

1. INTRODUCTION 1

2. ANATOMIE DU LARYNX 1

2. 1. Situation générale 1
2. 2. Les cartilages 2
2. 3. L'os hyoïde 4
2. 4. Membranes et ligaments 4
2. 5. Muscles 4
2. 5. 1. Muscles extrinsèques 4
2. 5. 2. Muscles intrinsèques 5
2. 6. La cavité laryngée 6
2. 7. Système sanguin et lymphatique 7
2. 8. Système nerveux 7
2. 9. Biomécanique laryngée, mouvement du larynx et de l'os hyoïde 7

3. PHYSIOLOGIE DU LARYNX 8

3. 1. Fonctions vitales 8
3. 1. 1. La fonction respiratoire 8
3. 1. 2. La manoeuvre de VALSALVA 9
3. 1. 3. La déglutition 10
3. 2. Fonction plus récente dans l'évolution : la phonation 11
3. 2. 1. Le rôle de la glotte : étage laryngé 11
3. 2. 2. Les résonateurs : étage pharyngo-naso-bucal 11
3. 2. 3. Notions d'acoustique physique et vocale 13

4. SON, VIBRATIONS ET PNEUMO-KINESITHERAPIE 15

4. 1. Les thérapeutiques vibratoires.....15
4. 1. 1. Le point sur l'effet des vibrations en respiratoire.....15
4. 1. 2. Le D. B. A. : drainage bronchique autogène 16
4. 1. 3. Discussion.....17
4. 2. Le larynx : un organe mobile 17
4. 2. 1. Position des cordes vocales selon la hauteur du son.....18
4. 2. 2. Tableau récapitulatif sur la mobilité du larynx.....18
4. 2. 3. Glotte et frein expiratoire.....20
4. 3. Le souffle et la rééducation des troubles de la sphère laryngée.....21
4. 3. 1. Les dysphagies.....21
4. 3. 2. Les dysphonies.....23

5. DISCUSSION.....24

6. CONCLUSION 24

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Le larynx est un organe très polyvalent. Il sert à la fois de **"voie de passage"** pour l'oxygène vital que l'on respire, de **soupape de protection** évitant aux corps étrangers d'obstruer "la voie aérienne" ou aux éléments nutritifs d'être "détournés de leur voie" et d'**élément social** par la "voie de la communication" qui produit la voix.

Les techniques de rééducation sollicitant directement ou indirectement, volontairement ou involontairement son activité sont nombreuses et pourtant méconnues. Il nous est donc paru important de faire le point sur l'essentiel des phénomènes qui se produisent au niveau des voies aériennes supérieures ; afin d'élargir nos connaissances sur la physiologie laryngée encore peu détaillée dans notre formation professionnelle, sur les techniques de rééducation en **"voie de développement"** lui faisant appel et éventuellement de les mettre à profit dans la pratique kinésithérapique.

1. INTRODUCTION

La rééducation respiratoire est un domaine en constante évolution, qui supporte peu l'incompétence à plus forte raison si elle repose sur des incompréhensions.
L'appareil respiratoire, s'il comporte la trachée, l'arborisation broncho-alvéolaire du poumon, comprend aussi le larynx, le pharynx, la bouche et les fosses nasales.
Serait-il possible d'assimiler un phénomène tel que la ventilation sans avoir les connaissances et l'ensemble du contexte déterminant son existence ?
C'est pour cette raison, que nous nous proposons d'étudier dans un premier temps l'anatomie des voies aériennes supérieures et particulièrement celle de l'organe vocal : le larynx, dans un second temps la physiologie laryngée, et dans un dernier temps l'aspect rééducatif intéressant le kinésithérapeute.

2. ANATOMIE DU LARYNX (7)

2. 1. Situation générale

Le larynx siège à la base du cou et fait saillie à sa partie médiane. La réunion antérieure des deux lames du cartilage thyroïde le rend facilement palpable et mobilisable latéralement, chez l'homme on le localise au niveau de la Pomme d'Adam. A l'âge adulte, il se localise en avant des faces antérieures de la troisième à la sixième vertèbre cervicale. La bifurcation en deux du pharynx donne naissance à la cavité laryngée en avant et à l'oesophage en arrière. En aval, la voie laryngée se prolonge par la trachée puis par les poumons (fig.1).

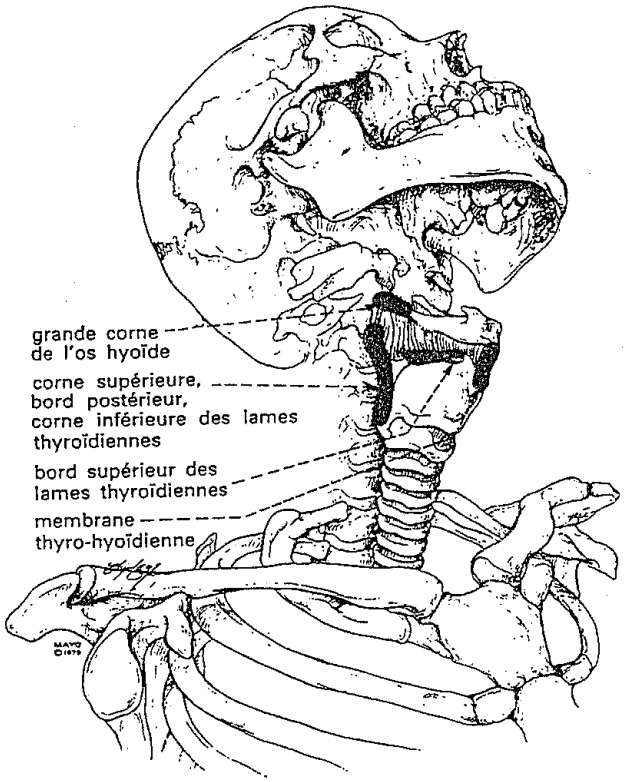


Figure 1 : Situation anatomique du larynx (points palpables en gras) (13)

2. 2. Les cartilages (fig. 2)

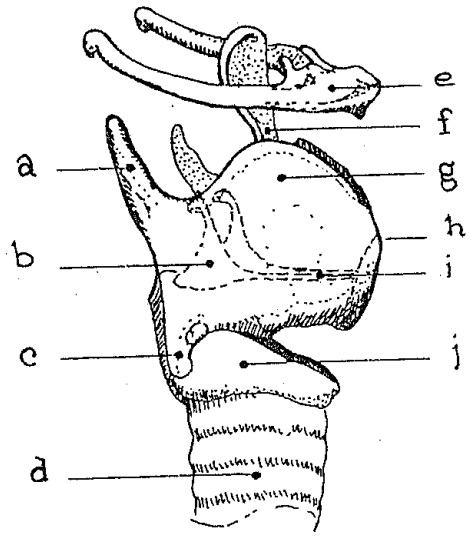
Le larynx est composé de 9 cartilages : 3 impairs et 3 pairs, respectivement le cartilage thyroïde, cricoïde, épiglottique, les cartilages arythénoïdes, corniculés et cunéiformes. Ils forment une véritable armature fibro-cartilagineuse.

- **Le cartilage thyroïde (g) , élément de protection :** le plus volumineux du squelette du larynx, il est constitué de 2 lames quadrilatères et aplaties fusionnant en avant.
- **Le cartilage cricoïde (j) , élément de soutien :** en forme de chevalière élargie d'avant en arrière, il constitue une grande partie de la paroi postérieure du larynx. Il se situe en dessous du cartilage thyroïde, et repose sur le premier anneau cartilagineux de la trachée.
- **Le cartilage épiglottique (f) , élément fonctionnel :** fibrocartilagineux, large et aplati, sa base est fixée à la face interne du cartilage thyroïde par le ligament thyro-épiglottique. Son extrémité libre fait saillie en haut vers la base de la langue et sa base s'articule avec le cartilage cricoïde.

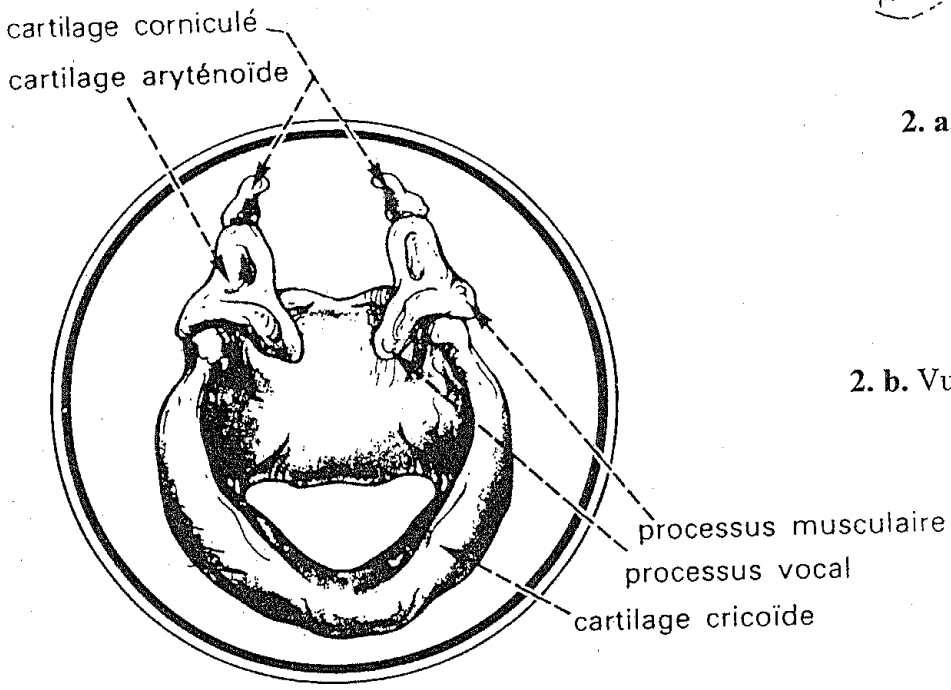
- **Les deux cartilages arythénoïdes (b) :** ce sont des pyramides à trois côtés et à base inférieure, chaque base porte une saillie appelée processus vocal où se fixe le ligament vocal (qui forme la face interne des cordes vocales), ils se rapprochent et s'écartent entraînant l'ouverture et la fermeture de la lumière laryngée.

- **Les deux cartilages cunéiformes et les deux cartilages corniculés :** éléments essentiellement de soutien articulés, avec les cartilages arythénoïdes par une diarthrose ou une fusion cartilagineuse.

a : grande corne
b : arythénoïde
c : petite corne
d : trachée
e : os hyoïde
f : épiglotte
g : thyroïde
h : pomme d'Adam
i : cordes vocales
j : cricoïde



2. a. Vue de profil (17)



2. b. Vue antéro-supérieure (9)

Figure 2 : Les cartilages du larynx (les cartilages cunéiformes n'ont pas été dessinés)

2. 3. L'os hyoïde

Il siège au dessus du cartilage thyroïde et lui est relié par la membrane thyro-hyoïdienne. Sa forme est celle d'un fer à cheval. Il n'appartient pas au larynx. Il n'a pas de rapport direct avec les éléments osseux et cartilagineux laryngés mais joue un rôle important dans la physiologie. Sa particularité, est que, suspendu par des muscles et des ligaments à la mandibule et au cartilage thyroïde, il mobilise le larynx dans le cou.

2. 4. Membranes et ligaments

Il faut savoir que le système suspenseur passif du larynx est un système complexe. Il permet au larynx de retrouver sa configuration de repos après chaque mouvement (déglutir, parler, fléchir ou étendre le cou ...) (annexe I).

2. 5. Muscles

Extrinsèques : ils mobilisent globalement le larynx en modifiant sa position dans le cou.
Intrinsèques : ils mobilisent les cartilages les uns par rapport aux autres.

2. 5. 1. Muscles extrinsèques (annexe I)

- Les *sous-hyoïdiens* : le sterno-hyoïdien, le thyro-hyoïdien, l'omo-hyoïdien et le sterno-thyroïdien, reliant le larynx et la partie supérieure du thorax à l'os hyoïde.
- Les *sus-hyoïdiens* : le génio-hyoïdien, le stylo-hyoïdien, le mylo-hyoïdien, le digastrique et le stylo-pharyngien, reliant l'os hyoïde à la mâchoire inférieure.

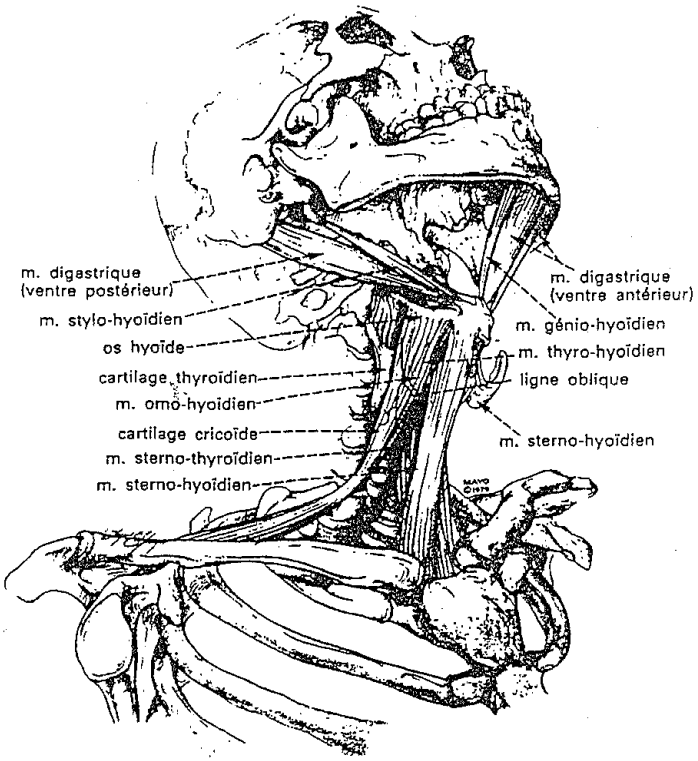


Figure 3 : Les muscles extrinsèques du larynx (10)

2. 5. 2. Muscles intrinsèques

- Le *muscle crico-thyroïdien*,

  action : fait tourner le larynx vers le bas et l'attire vers l'avant (fig. 5).

- Les *muscles crico-arythénoïdiens latéraux*,

  action : adduction des cordes vocales (fig. 4a).

- Les *muscles crico-arythénoïdiens postérieurs*,

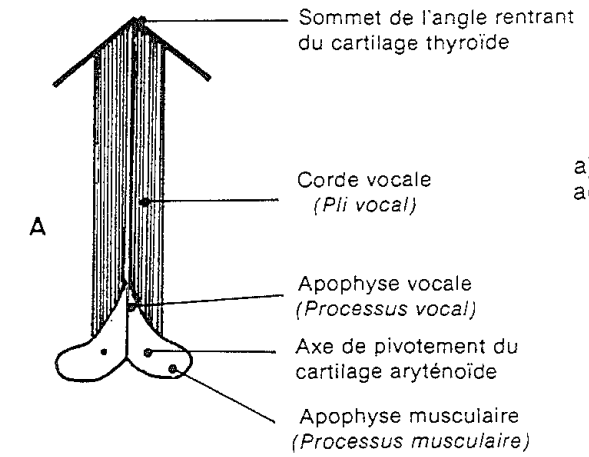
  action : abduction des cordes vocales (fig. 4b).

- Les *muscles arythénoïdiens obliques et transversaux*,

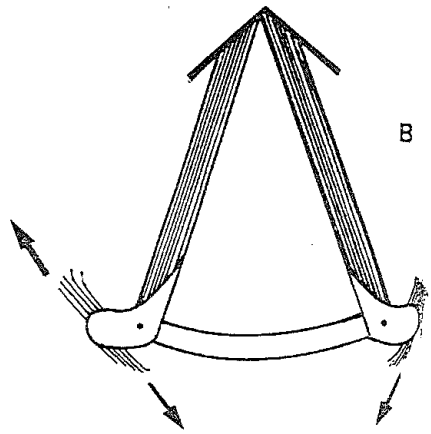
  action : rapprochent les cartilages arythénoïdes, les laissent glisser et basculer en dedans, font une adduction de cordes vocales (fig. 4c).

- Les *muscles thyro-arythénoïdiens* constituant l'essentiel des cordes vocales (annexe I) ,

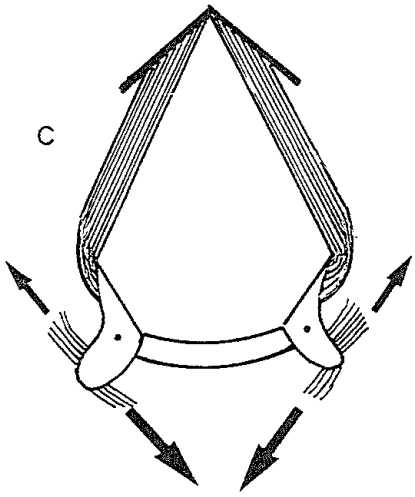
  action : diminuent la lumière du larynx et ajustent leur tension pendant la parole, font une adduction des cordes vocales (fig. 4d).



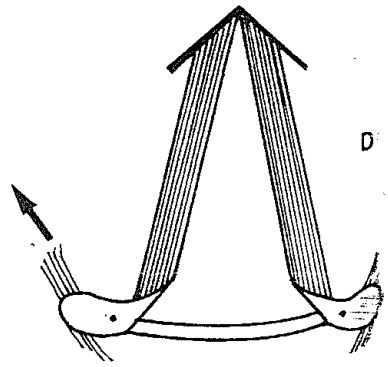
a) **Position de fermeture :** les cordes vocales sont accolées.



b) **Position d'ouverture normale** : le muscle crico-aryténoïdien latéral (CL) tire l'aryténoïde en dehors sans faire pivoter celui-ci sur son axe grâce à l'action compensatrice du muscle crico-aryténoïdien postérieur (CP).



c) **Position d'ouverture forcée** (d'après Ganz) : l'action du muscle circo-aryténoïdien post. est ici plus forte, d'où pivotement de l'aryténoïde portant l'apophyse vocale en dehors. Noter l'ouverture pentagonale de la glotte.



d) **Position d'ouverture incomplète :** ici l'action du muscle crico-aryténoïdien postérieur n'a pas lieu, d'où pivotement de l'aryténoïde, portant l'apophyse vocale vers le dedans (fréquemment observée dans les phonations pathologiques).

Figure 4 : Rapports de mobilisation des cartilages laryngés
(sections horizontales schématiques du larynx, vues du dessus)

En conclusion, les muscles laryngés ont un double rôle : **phoniatrique**, en modifiant l'étirement et la position des cordes vocales, et **sphinctérien** pour fermer la glotte.

2. 6. La cavité laryngée

La configuration interne du larynx se divise en trois niveaux : le vestibule supérieur ou **espace sus-glottique**, le vestibule inférieur ou **espace sous-glottique** et le ventricule du larynx ou **espace glottique**. Ceci lui donne une forme de sablier large en haut et en bas et resserré au milieu.

Quatres saillies en corniche (deux de chaque côté) permettent de séparer les vestibules, ce sont des plis antéro-postérieurs :

- deux saillies supérieures qui sont les bandes ventriculaires ou fausses cordes vocales ;
- deux saillies inférieures qui sont les vraies cordes vocales.

L'espace horizontal qui sépare les deux vraies cordes vocales est appelé : **glotte**.

2. 7. Système sanguin et lymphatique (34)

Le relais lymphatique se fait au niveau des ganglions lymphatiques cervicaux profonds. En effet, le drainage de la face et du cou sollicitent trois chaînes ganglionnaires : la chaîne jugulaire interne, la chaîne du nerf spinal et le cercle ganglionnaire péri-cervical.

Le système sanguin est important et développé. La vascularisation du larynx est assuré par les réseaux artério-veineux laryngés supérieus et inférieurs. L'ensemble se déverse dans le confluent veineux jugulo-sous-clavier.

2. 8. Système nerveux du larynx (42)

Il naît du pneumo-gastrique (X) et donne le nerf récurrent ou laryngé inférieur exclusivement moteur (sauf le muscle crico-thyroïdien) et le nerf laryngé supérieur avec une branche sensitive et une branche motrice pour le muscle crico-thyroïdien.

2. 9. Biomécanique laryngée, mouvement du larynx et de l'os hyoïde (14)

Nous pouvons comparer le larynx à une nacelle suspendue par des cordages musculaires, ligamentaires et membraneux reliant le haut du crâne et le maxillaire inférieur à la partie supérieure du thorax. L'os hyoïde et le larynx se déplacent dans l'espace selon l'utilisation fonctionnelle. Ils sont mobilisés dans différentes directions selon les forces exercées par les muscles qui y sont fixés. L'articulation crico-thyroïdienne est une diarthrose circulaire qui permet des mouvements de glissement, de bascule autour d'un axe transversal passant par les deux articulations, et, de pivotement droite gauche autour de l'axe vertical. Ainsi le cartilage thyroïde se déplace dans les trois plans de l'espace (36). Le mouvement de bascule en avant du cartilage thyroïde met en tension les cordes vocales et augmente leur longueur, c'est l'action principal du muscle crico-thyroïdien (fig. 5) (dont l'antagoniste est le muscle crico-pharyngien).

Lors de l'inspiration dans le volume de réserve inspiratoire, le larynx, solidaire des mouvements de la trachée, du tissu pulmonaire et du diaphragme, est tracté vers le bas. De la même façon le larynx se déplace vers le haut pendant le premier temps de la déglutition (26).

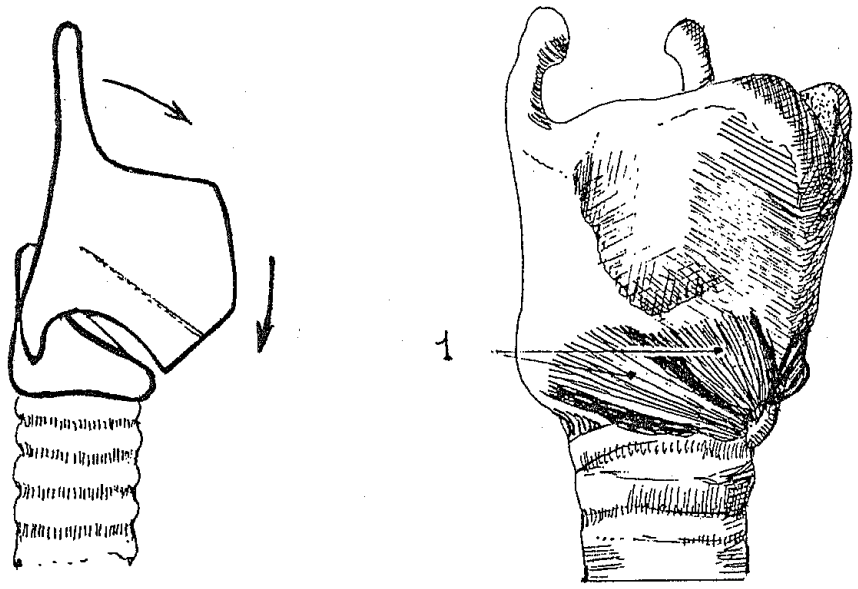


Figure 5 : Schéma de la bascule vers le bas du cartilage thyroïde (à gauche) et du muscle actionnant la bascule (à droite) (19)

3. PHYSIOLOGIE DU LARYNX

3. 1. Fonctions vitales

3. 1. 1. La fonction respiratoire (annexe I)

☞La respiration sans phonation.

Le larynx doit laisser un libre aller-retour à l'air pendant le cycle respiratoire. Lorsque l'inspiration est calme, la glotte s'élargit sous l'effet de l'écartement des cordes vocales et laisse circuler l'air. Lorsque l'inspiration est forcée, le larynx descend et remonte lentement pendant l'expiration : en effet la descente accroît la capacité de la voie respiratoire en permettant l'inhalation d'un plus grand volume d'air. Ainsi, toute la région sus-cricoïdienne s'élargit et pas seulement la glotte (5).

☞La respiration pendant la phonation.

Dans la parole comme dans le chant, la respiration est costo-abdominale. Elle nécessite une maîtrise du souffle afin d'obtenir un courant d'air continu correspondant à la hauteur, au timbre, à l'intensité et à la durée du son produit. Pendant la phonation, le volume d'air inspiré et la fréquence respiratoire varient constamment en fonction des besoins en oxygène du corps et des impératifs du discours. Le rapport de temps I/E est totalement modifié : I (durée de l'inspiration) diminue fortement, E (durée de l'expiration) s'allonge plus ou moins. D'après DINVILLE C. (26) , E peut varier entre 12 et 20 secondes chez l'enfant, 25 et 30 secondes chez l'adulte et peut atteindre 40 à 50 secondes avec l'entraînement. Chez les insuffisants respiratoires, nous savons que la dyspnée expiratoire peut atteindre le stade de gêne dans le discours (annexe III).

3. 1. 2. La manoeuvre de VALSALVA

C'est une manoeuvre à glotte fermée qui fait suite à une inspiration. Elle correspond à une expiration alors que les parois du larynx sont fermées. On l'utilise au cours d'efforts physiques d'intensité importante, tels que : la poussée ou la traction d'objet lourd, la toux, la miction, la défécation, l'accouchement... L'air emprisonné dans les poumons donne un point fixe à la musculature des membres supérieures ou comprime la cavité abdominale (4).

3. 1. 3. La déglutition

Le larynx protège les poumons d'une éventuelle inhalation de corps solide ou liquide grâce à l'épiglotte, et ce, surtout lors de la déglutition pendant l'alimentation (1). Cela concerne aussi la descente de la salive, très fréquente, diurne et nocturne. L'activité musculaire intrinsèque fermant la glotte est importante et bien supérieure à celle durant la phonation.

L'acte de déglutition est classiquement divisé en **trois temps (33) (47).**

- **Le temps buccal** est une activité motrice complexe et volontaire.
- **Le temps pharyngien** est une activité automatique et réflexe : les aliments mâchés et insalivés pénètrent dans l'oesophage grâce à la langue. Ce temps se caractérise par une élévation du voile du palais réalisant la fermeture des fosses nasales. En même temps, un mouvement d'ascension pharyngo-laryngé avec une bascule de l'épiglotte vers l'arrière et l'accolement des plis vocaux et des bords ventriculaires assurent la couverture des voies aériennes inférieures. Le voile du palais reste relevé pendant cette phase empêchant le reflux alimentaire vers la cavité nasale. De plus, la toux constitue un système supplémentaire de sécurité susceptible d'expulser toute particule éventuellement inhalée.
- **Le temps oesophagien** est entièrement réflexe. Pharynx et larynx reprennent leur position normale, l'air circule à nouveau, la respiration reprend. Le bol continue sa progression dans l'oesophage.

Tout ceci correspond à la **déglutition secondaire**, c'est à dire à l'âge adulte. Lors de la première enfance, la déglutition est particulière : **déglutition primaire**, elle comprend l'acte de tétée ou de succion (50).

La déglutition est entièrement programmée par un groupe de neurones situés dans le tronc cérébral : c'est le " centre de déglutition " . Il effectue un contrôle de l'organisation automatico-réflexe de la déglutition par les influx pharyngo-laryngés : c'est la déglutition réflexe. Il intervient aussi dans l'action "starter" de l'acte de déglutition grâce à la voie centrale du cortex cérébral : c'est la déglutition volontaire.

3. 2. Fonction plus récente dans l'évolution : la phonation (annexe IV)

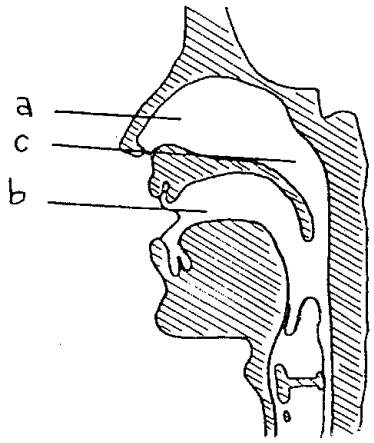
La physiologie est très complexe. Elle fait intervenir différents étages des voies aériennes supérieures du larynx jusqu'aux lèvres.

3. 2. 1. Le rôle de la glotte : étage laryngé

Les théories essayant d'expliquer le phénomène de vibrations sonores engendrées au niveau de la glotte ont été nombreuses. Dans le processus complexe de la phonation, le larynx joue le rôle de transformateur d'énergie (théorie myo-élastique aéro-dynamique de VAN DER BERG 1958). En effet, il n'est pas l'élément vibrant proprement dit de la voix, mais l'initiateur de bouffée d'air provenant du courant d'air continu expiratoire issu des poumons. *"La phonation est le phénomène de la production sonore grâce à l'émission de bouffées d'air en même temps que la glotte s'ouvre et se referme sous l'effet de l'interaction des forces musculaires et aérodynamiques"* (15). Les bouffées d'air sont émises à une fréquence fondamentale générant des harmoniques dans les cavités de résonance.

3. 2. 2. Les résonateurs : étage pharyngo-naso-buccal

Ce sont les cavités traversées par le son avant d'arriver à l'air libre. Elles comprennent : le pharynx, la cavité buccale, quelquefois le nasopharynx et les fosses nasales.



a : fosses nasales

b : cavité buccale

c : cavité pharyngienne

Figure 6 : Cavités de résonance (29)

Leur rôle est déterminant pour la formation du **"coloris vocal"** de l'individu. Tous ces organes sont imbriqués les uns dans les autres. Si, par conformation défectueuse, la mobilité est entravée, l'harmonie peut être détruite et altérer la sonorité de la voix. Nous comprenons donc aisément que toute atteinte morphologique (malformation, suites chirurgicales, cancérologie, infection) ou toute entrave à la mobilité (cicatrice adhérente, oedème, ablation type laryngectomie) peut détruire l'intégrité et l'harmonie de la voix.

En effet, la mobilité des organes que sont la langue, le voile du palais, le larynx, va constamment modifier le volume de ces cavités. Car elles permettent au son de s'enrichir en harmoniques et d'équilibrer les résonances vocaliques afin de constituer le timbre propre de la personne (30).

Leur taille et leur forme varient beaucoup en fonction de :

- la mâchoire dont l'ouverture entraîne un abaissement laryngé,
- la langue et ses 17 muscles, qui modifient le volume buccal,
- le pharynx qui peut se rétrécir dans le plan frontal et sagittal,
- le voile du palais : en position élévée pendant la déglutition et l'émission de voyelles orales ou en position abaissée pendant la respiration et les articulations nasalisées,
- les lèvres, agissant sur la tonicité des joues et sur le volume de la cavité buccale.

Ainsi, nous pouvons remarquer que tous ces éléments travaillent ensemble et sont déterminants sur la position haute ou basse du larynx, sur celle des cordes vocales et donc sur la qualité, la facilité de l'émission vocale et sur les autres fonctions du larynx, comme la déglutition (24).

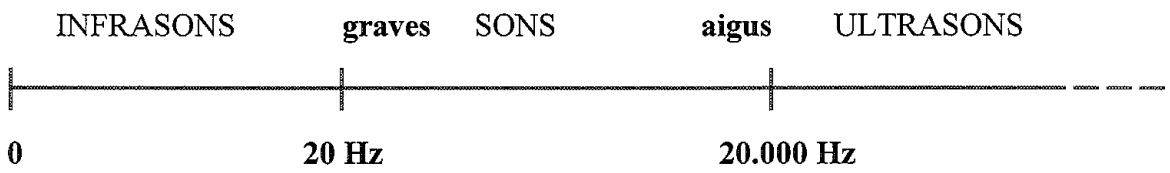
Nous percevons aussi des sensations de résonances dans d'autres cavités. Mais pour G. Cornut, la cage thoracique, la trachée, les sinus et le crâne ne peuvent être considérés comme des résonateurs. D'après C. Fournier, c'est par la charpente osseuse que la vibration laryngée peut être conduite dans la tête ou dans le thorax, c'est une résonance par conduction qui enrichit peu le son. Cependant elle est utilisée dans la rééducation des enfants sourds (53).

3. 2. 3. Notions d'acoustique physique et vocale (45)

La voix est un phénomène acoustique avant d'être un instrument de parole. Un son peut être décomposé et analysé en fréquence, en intensité, en timbre (donné par les cavités de résonnance) et en formants (28).

LA FREQUENCE OU HAUTEUR (en hertz) :

Les ondes mécaniques sonores correspondent à un certain domaine de fréquence :



L'oreille humaine peut percevoir des sons de 20 à 20.000 cycles par seconde, en sachant que certains facteurs comme le vieillissement sont sujets à faire varier cet intervalle.

La hauteur d'un son exprime le nombre de variations de pression correspondant à ce son sur une seconde. Elle dépend de la vitesse d'ouverture/fermeture des cordes vocales. Si cette vitesse augmente, la fréquence du son émis augmente. L'éventail de la voix humaine s'étale de 20 à 2.000 Hz (55). La fréquence fondamentale de la voix varie avec l'âge, le sexe, et les influences hormonales. La fréquence fondamentale est définie comme la fréquence la plus souvent utilisée lors de l'émission vocale. Au début de la vie, elle est supérieure de 300 à 400 Hz à celle de la voix adulte (8). Elle s'abaisse donc avec l'âge. Les modifications se produisent entre la naissance et l'adolescence, parallèllement à la descente du larynx dans le cou. On sait aussi que la fréquence fondamentale de la voix baisse pendant toute la vie adulte, ensuite, vers 69 ans elle commence à s'élever mais uniquement chez l'homme (6).

En général, la voix féminine est plus aiguë que la voix masculine (annexe I). La fréquence fondamentale de la voix parlée chez la femme est en moyenne 1,6 fois plus haute que celle de l'homme : 260 Hz chez la femme jeune et 130 Hz chez l'homme jeune (57) (annexe I). Par ailleurs, une voyelle est formée sur un son de fréquence moyenne comprise entre 250 et 3.000 Hz et une consonne de 200 à 300 Hz (58).

La fréquence de résonance : lorqu'une onde vibratoire entre en contact avec un corps dont la fréquence propre est identique à la sienne, ce corps se met lui-même à vibrer, c'est l'effet de résonance. Si elle est différente, la résonance sera plus faible, voire nulle.

L'INTENSITE (en décibel) :

L'intensité de la voix est déterminée par l'amplitude des variations de pression de l'onde sonore. Elle est principalement liée à la pression frappant les cordes vocales ou pression sous-glottique. Elle peut varier du murmure jusqu'au cri difficilement supportable (110 Db).

LE TIMBRE VOCALIQUE :

Il est caractéristique du son de la voix, il dépend : du nombre et de l'intensité relative des harmoniques (état des multiples du fondamental), de l'accolement des cordes vocales et de la qualité des cavités de résonance (qui renforcent certaines harmoniques, en fonction de leurs propres fréquences).

4. SON, VIBRATIONS ET PNEUMO-KINESITHERAPIE

4. 1. Techniques de masso-kinésithérapie

L'application de vibrations de manière instrumentale ou manuelle sur le corps humain est depuis longtemps utilisée (31). Nous pouvons citer : les appareils vibrants pour le désencombrement bronchique, les appareils vibrants à visée antalgique, défibrosante, désensibilisante et proprioceptive utilisés en traumatologie et en exemple récent, le Flutter ® réalisant des vibrations intra-pulmonaires (annexe II) (38).

4. 1. 1. Le point sur l'effet des vibrations en respiratoire

Une vibration est un mouvement rapide de "va et vient" autour d'une position d'équilibre. Elle engendre des ondes longitudinales qui se transmettent à la matière en modifiant ses propriétés, sa fréquence, son amplitude et sa célérité selon le milieu qu'elles traversent.

La vitesse de l'onde est d'autant plus élevée que le milieu traversé est moins déformable, par exemple : 340 m/s dans l'air, 1.500 m/s dans l'eau, 1.560 m/s dans les muscles, 3.000 m/s dans les os et 5.000 m/s dans le verre et l'acier (54). Ainsi du fait de l'interaction des ondes sonores et de l'absorption selon les milieux traversés, il n'existe pas de son pur. Et comme nous l'avons vu dans le chapître 2. 2. 3. , pour obtenir la meilleure transmission de l'onde vibratoire, sonore ou non, à un autre milieu, il faut que la fréquence propre de ce milieu doit se rapprocher de celle de l'onde afin qu'ils entrent en résonance.

En respiratoire, la Conférence de Consensus s'accorde à dire que les vibrations jouent un rôle sur les propriétés physiques du mucus lorsqu'elles ont une fréquence se rapprochant de celle des battements ciliaires : 13 Hz (62). Ce sont des vibrations mécaniques externes appliquées sur le thorax. La fréquence de résonance du thorax serait de 100 à 120 Hz chez l'adulte sain d'après un article de POSTIAUX (59).

D'autre part, les travaux in vitro de BOISSEAU, mettent en évidence une diminution des propriétés "visco-élastiques" du mucus soumis à des vibrations de 75 Hz pendant 5 minutes.

Qu'en est-il des vibrations engendrées par la voix ?

4. 1. 2. Le D. B. A. : Drainage Bronchique Autonome (23)

C'est la seule technique utilisant la voix que nous ayons trouvé dans la bibliographie de kinésithérapie respiratoire. L'article énonçant cette technique a été publié en 1977, il est donc relativement ancien, et d'autre part ne comporte aucune bibliographie !

Le D. B. A. est une méthode expérimentée chez les enfants porteurs de mucoviscidose. Nous rappelons que ces jeunes patients ont des sécrétions bronchiques très denses, visqueuses et adhérentes. La méthode consiste à associer à un drainage postural et à une A F. E. (Augmentation active du Flux Expiratoire) , une émission de **sons graves soufflés** A, E, OU et ON, dans un but de désencombrement bronchique. En effet le **son grave** entraînerait des vibrations endothoraciques de basse fréquence, et le **son soufflé** nécessiterait un minimum de contraction des muscles phonatoires ralentissant le flux expiratoire et fatiguant le patient. Les résultats apportés sont une augmentation de la quantité de bronchorrhée proportionnelle aux méthodes de percussion thoracique manuelle et percussion vibratoire mécanique ainsi qu'une évolution du profil spirométrique avec augmentation de la C. V. (Capacité Vitale) sur une période de 10 jours avec 1 à 2 séances par 24 heures espacées de 4 à 5 heures.

Il est regrettable, que le D. B. A. ne soit pas expérimenté seul, sans le drainage postural, dont on connaît l'efficacité chez ce type de patient (35). *Malgré cela, la question se pose de savoir si oui ou non, et dans quelles conditions et indications, l'utilisation de la vibration sonore est efficace du point de vue de la clairance muco-ciliaire, de la fréquence des battements ciliaires ou encore de la libération enzymatique de substance fluidifiante sur les sécrétions bronchiques ?*

4. 1. 3. Discussion

D'après les données théoriques, rappelons que l'éventail de la voix humaine s'étale entre 20 et 2.000 Hz, et que la fréquence fondamentale moyenne d'une femme et d'un homme sont respectivement 260 Hz et 130 Hz. En effet, il est exceptionnel de rencontrer des voix graves atteignant les 20 Hz de fréquence fondamentale moyenne.

Grâce à ces valeurs, nous pouvons théoriquement supposer que certains domaines de fréquence vocale avoisinant les 100-120 Hz, correspondent à la fréquence de résonance du

thorax, et que ceux se rapprochant des 75 Hz, seraient susceptibles de modifier la visco-élasticité du mucus.

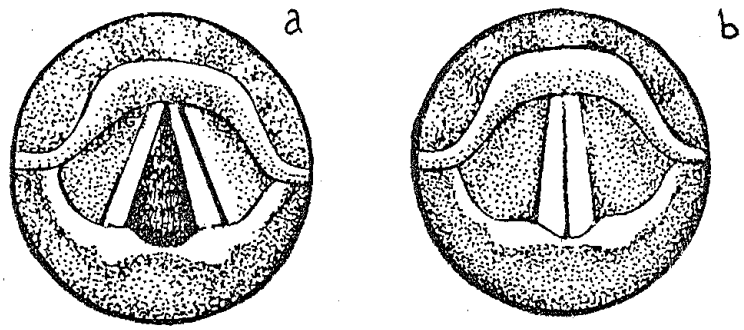
Par contre, la fréquence d'oscillation des cils vibratiles ne paraîtrait pas correspondre à celle des vibrations sonores. Cependant, si les propriétés physiques du mucus variaient par l'intermédiaire d'un son, le transport muco-ciliaire s'en trouverait modifié.

D'autres questions se posent alors : jusqu'où se propageraient les ondes sonores dans l'arbre trachéo-bronchique ? Quelles seraient la ou les vocalisations les plus efficaces pour fluidifier le mucus ? Leur fréquence, leur intensité ? Autant d'interrogations qui ne demandent que des réponses !

4. 2. Le larynx : un organe mobile

4. 2. 1. Position des cordes vocales (C. V.) selon la hauteur du son

Le cartilage thyroïde est un des seuls cartilages mobile du larynx avec l'épiglotte et les arythénoïdes. Les C. V. s'insèrent par leur extrémité antérieure sur la face interne du thyroïde, ainsi lors de la bascule vers le haut ou le bas de ce cartilage, la position, la tension et l'épaisseur des ligaments vocaux varient. De l'autre côté, la fixation sur les arythénoïdes des cordes vocales permet de se positionner dans le plan horizontal en les écartant ou en les rapprochant.



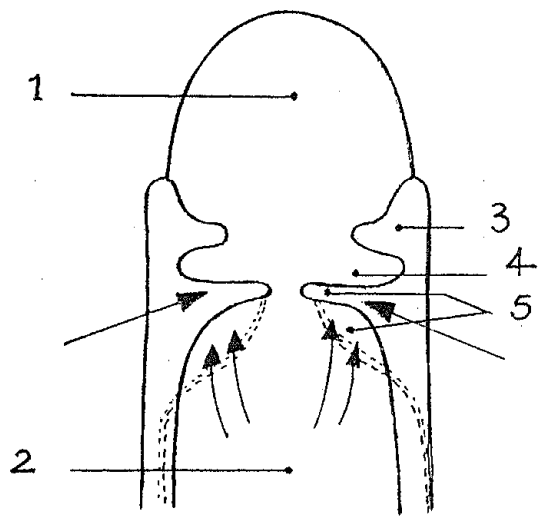
Vue laryngoscopique du dessus des cordes vocales (18)

a. Ouvertes : inspiration

b. Rapprochées : émission sonore

Pour un son aigu, les cordes vocales sont très fortement rapprochées et leur épaisseur est minime. Lorsque le son devient plus grave, les cordes vocales sont moins serrées, plus courtes, plus relâchées et s'accolent sur une plus grande épaisseur (21).

1. Face postérieure de l'épiglotte
2. Trachée
3. Bande ventriculaire
4. Ventricule laryngée
5. Corde vocale



Son aigu : rapprochement et amincissement progressif de l'épaisseur des cordes vocales.
Son grave : (en pointillés) les cordes vocales se rapprochent vers le centre sur leur plus grande épaisseur.

Figure 7 : La glotte selon la hauteur du son (coupe frontale, vue postérieure) (20)

4. 2. 2. Tableau récapitulatif sur la mobilité du larynx (37)

Elévation	Abaissement
- Lors de la déglutition	- Lors de l'abaissement de la mandibule
- Lors de l'inspiration	- Lors de l'expiration
- Lors de l'extension du cou	- Lors de la flexion du cou
- Lors de la protrusion de la langue	- Lors de la rentrée de la langue
- Lors de la remontée du voile du palais	- Lorsque le voile du palais s'abaisse
- Lors du passage de la voyelle O au E et au I	
- Lorsque le son est aigu (car en position haute, le volume laryngé diminue et renforce les harmoniques aiguës)	- Lorsque le son est grave
- Lors de la contraction des muscles :	- Lors de la contraction des muscles :
↳ génio-, mylo-, stylo-, thyro-hyoïdiens	↳ sterno-thyroïdien
↳ constricteurs moyens et inférieurs	↳ sterno-cléido-hyoïdien
↳ stylo-pharyngien	
↳ pharyngo-staphylien	
↳ fléchisseurs de la nuque	

4. 2. 3. Glotte et frein expiratoire

La voix résulte d'une colonne d'air expiratoire sous-glottique faisant pression sur des cordes vocales de tension, longueur et épaisseur variables. Quand nous produisons un son, les cordes vocales sont serrées (plus ou moins selon la hauteur du son). Quand l'expiration est simple, sans phonation, l'espace glottique est à son volume maximum (56).

Il serait donc intéressant de comparer un son tenu quelques secondes à une expiration lèvres serrées (R. L. S.) (60) , car le frein réalisé par le rapprochement des cordes vocales, serait peut être initiateur d'une pression positive à point de départ glottique. Il serait admis que la pression répercutée en aval dans l'arbre bronchique, diminuerait le collapsus expiratoire en décalant distalement le point d'égale pression (61). Cette pression devrait être comprise entre 6 et 10 mm de mercure. Les indications de cette respiration lèvres serrées sont les pathologies présentant un risque de collapsus expiratoire : l'asthme, la mucoviscidose, les B. P. C. O. (Broncho Pneumopathies Chroniques Obstructives). Cette technique de R. L. S. nécessite un contrôle de l'expiration afin d'obtenir une pression constante et un flux continu. L'expiration sonorisée serait alors un excellent moyen de biofeed-back surtout chez les enfants, afin de contrôler la pression et la durée d'un exercice de tenue du souffle.
Cependant, il reste à connaître la hauteur du son à produire afin d'obtenir une pression de 6 à 10 mm de mercure ?

4. 3. Le souffle et la rééducation des troubles de la sphère laryngée

Le souffle a un rôle primordial dans la physiologie de la déglutition comme dans celle de la phonation.

4. 3. 1. Les dysphagies

Dans la rééducation des troubles de la déglutition, le contrôle de la respiration abdomino-diaphragmatique, la maîtrise de la toux volontaire, de l'apnée et le contrôle des mouvements de la tête et du cou sont les éléments clés du rééducateur, qu'il soit kinésithérapeute ou orthophoniste. En effet, l'acte de déglutition nécessite une bonne synchronisation déglutition, apnée et reprise respiratoire.

📖 Pour DANOY M.C (25) "réentraîner l'apnée et la toux volontaire est indispensable à la protection des voies aériennes respiratoires...le sujet doit pouvoir expirer et tousser après chaque déglutition, pour éliminer les résidus alimentaires persistant au niveau du vestibule laryngé". Dans le cas où l'apnée volontaire est mal maîtrisée, un effort à glotte fermée permet d'obtenir une apnée réflexe, donc une occlusion laryngée réflexe lors d'une déglutition. Le temps d'apprentissage de protection des voies respiratoires est primordial pour prévenir les éventuelles fausses routes.

📖 Dans un article sur la motricité bucco-faciale chez les enfants I. M. C. (Infirmes Moteurs Cérébraux) , LE METAYER M. (51) nous parle de la position de la tête au cours de la déglutition. En effet, chez ces enfants les attitudes en extension du cou prédominent et gênent fortement les mouvements physiologiques du pharynx et du larynx. L'auteur explique qu'il est indispensable de corriger cette attitude et de favoriser un maintien du tronc droit et un axe tête/tronc de 40 degrés. Aussi "faut-il amener les aliments par le bas pour éviter que le regard de l'enfant ne s'élève et entraîne automatiquement une extension active du cou". Car cette extension du cou entraîne une limitation du jeu du larynx à l'origine de risques de fausses routes, une gêne du déroulement du temps buccal avec difficulté à fermer la mâchoire en raison de la mise en tension des abaisseurs de la mandibule, et une limitation des mouvements de la langue.

📖 Dans son mémoire sur l'importance du contrôle de la glotte en kinésithérapie lors du travail du diaphragme, DONSKOFF S. montre que lors d'un mouvement inspiratoire contrôlé, la glotte se ferme plus tardivement que lors d'une inspiration non contrôlée et forcée et qu'elle est plus importante que lors de l'expiration (32). Il y décrit 3 manoeuvres à glotte fermée :

- la manoeuvre de VALSALVA : inspiration maximale glotte ouverte puis expiration glotte fermée,
- la manoeuvre de MULLER : expiration maximale glotte ouverte puis inspiration glotte fermée,
- la manoeuvre qui consiste à sortir le ventre alors que la glotte est fermée.

Sa démonstration nous montre que le contrôle de la ventilation passe par celui de la glotte.
Tout ces travaux confortent l'idée d'une complémentarité nécessaire entre intervenants (patient, orthophoniste, kinésithérapeute...) dans la réhabilitation des fonctions d'alimentation "normale", tant d'un point de vue fonctionnel que socio-psychologique.

4. 3. 2. Les dysphonies

Là encore, le contrôle de la motricité bucco-faciale, la statique du patient (48), le travail du souffle (49) , de la pression de la colonne d'air sur la glotte chez les chanteurs (22) et de la dynamique corporelle (24) sont les bases de la rééducation.

🕮 Dans son livre La Voix (39), LE HUCHE F. consacre quelques pages à la place de la kinésithérapie dans la rééducation vocale où il cite : "... pratique de la relaxation, exercices respiratoires, exercices concernant l'attitude verticale". Malgré tout il insiste sur les objectifs différents d'une respiration à visée phonatoire : "... orientée d'avantage sur la précision et le naturel du geste et vers l'économie d'énergie... plutôt que vers l'augmentation des périmètres thoraciques et de la capacité vitale...".

🕮 IGOUNET J. en 1973 propose une rééducation cervicale à visée phoniatrique en proposant une action sur la musculature endolaryngée par l'intermédiaire des muscles cervicaux.

🕮 Dans leur mémoire d'orthophonie, NELTOUX S. et COLLOT C. insistent sur le fait que corps et voix sont imbriqués. L'influence du corps sur la voix malgré sa réalité n'est que très peu abordée dans la formation en orthophonie ; il en est de même en ce qui concerne la voix pour notre profession.

Aussi, le but n'est pas ici, de détailler la rééducation orthophonique, phoniatrique et "phagique" mais bien d'éveiller notre attention sur les diverses "voies" qui touchent de plus ou moins près à la pratique du kinésithérapeute et à élargir ses connaissances personnelles.

5. DISCUSSION

Ce travail que nous nous sommes proposés d'étudier repose sur une recherche bibliographique et sur une réflexion à partir de données théoriques. Il serait certainement très intéressant de le compléter par une recherche clinique dans les différentes questions abordées.
D'autre part, nous aurions pu élargir notre champ d'exploration en traitant de la rééducation uro-gynécologique où la respiration et la contraction de la glotte interviennent ; ou bien de la rééducation des articulations de la mandibule mettant en jeu la musculation extrinsèque du larynx (sus et sous-hyoïdienne) qui donne un point fixe aux abaisseurs du maxillaire...
L'effort de synthèse et de clarté a dominé ce travail du fait de la complexité de l'appareil phonatoire. Ceci explique la volonté d'y faire apparaître de nombreux shémas bien plus parlants que l'écriture et nécessaires à la visualisation et à la compréhension du lecteur.
Il est à regretter que certains articles bibliographiques soient anciens et peu nombreux en ce qui concerne la kinésithérapie.

6. CONCLUSION

Incontestablement, il existe encore des domaines de rééducation où la kinésithérapie n'a pas fait sa place.
Les incidences de certaines techniques sur le complexe bucco-pharyngo laryngé nous conduisent à la découverte de nouvelles *voies* de reflexion et d'investigation.
Aussi serait-il interressant d'introduire ces nouvelles notions au cours de la formation de masseurs-kinésithérapeutes, tant du point de vue de l'approche anatomo-physiologique que rééducative ; de la même façon que s'instaurent déjà progresssivement la rééducation vestibulaire et la rééducation des articulations temporo-mandibulaires...Ne laissons pas échapper ces voies qui s'offrent à nous.

BIBLIOGRAPHIE

1 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Déglutition, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 32 - 33.

2 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Définition des termes et des concepts. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 6 - 14.

3 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Evolution normale de la voix. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 47 - 59.

4 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Fermeture forcée, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 31.

5 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Fonction respiratoire, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 30.

6 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - L'âge adulte, Evolution normale de la voix. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 55 - 59.

7 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Le larynx de l'adulte, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 17 - 27.

8 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les cris du nourrisson, Evolution normale de la voix. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 50.

9 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 19.

10 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 21.

11 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 48.

12 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 57.

13 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 206.

14 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Mouvement des cartilages du larynx, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p 27 - 29.

15 - ARNOLD E., ARONSON P.D. - Phonation, Anatomie et physiologie du larynx. - Les troubles cliniques de la voix. - Paris : Masson, 1983. - p. 33 - 35.

16 - ATTAL P., BOBIN S., CHARBONNEAU G. - Etude spectrale des bruits laryngo-trachéaux. - Paris : Ann. Oto-laryng., 1993, 110. - p. 143 - 146.

17 - BARTHELEMY Y. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art lyrique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 148.

18 - BARTHELEMY Y. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art lyrique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 154.

19 - BARTHELEMY Y. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art lyrique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 159.

20 - BARTHELEMY Y. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art logique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 164.

21 - BARTHELEMY Y. - Mécanisme vibratoire des cordes vocales. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art lyrique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 157 - 158.

22 - BARTHELEMY Y. - Muscles de la respiration, le souffle. - La voix libérée, une nouvelle technique pour l'art lyrique et la rééducation vocale. - Paris : Robert Laffont. - p. 139 - 143.

23 - BRIEN J. C., ROCHE D., MARSAN H. - Le drainage bronchique autonome (D. B. A.) dans le cadre des bronchopneumopathies chroniques infantiles. - Paris : Kiné. Scientifique, 1977, juillet, N°149 (282) - p. 19 - 27.

24 - COLLOT C., NECTOUX S. - Influence de la dynamique corporelle sur la qualité de la voix. - Mém. Orthophonie : Lyon : 1995. - p. 15 - 20.

25 - DANOY M.C. - Aspects particuliers de la rééducation des troubles de la déglutition d'origine neurologique. - Bull. Audiophonol. 1993, 9/1. - p. 73 - 86.

26 - DINVILLE C. - La respiration dans la voix parlée. - Les troubles de la voix et leur rééducation. - Coll. d'Orthophonie. - 2ème éd. - Paris : Masson, 1993. - p. 17 - 20.

27 - DINVILLE C. - La voix chantée. - Coll. d'Orthophonie. - 2ème éd. - Paris : Masson, 1989. - p. 21.

28 - DINVILLE C. - Les cavités de résonance. - La voix chantée. - Coll. d'Orthophonie. - 2ème éd. - Paris : Masson,1989. - p. 23 - 27.

29 - DINVILLE C. - Les troubles de la voix et leur rééducation. - Coll. d'Orthophonie. - 2ème éd. - Paris : Masson, 1993. - p. 22.

30 - DINVILLE C. - Rôle des cavités de résonance. - Les troubles de la voix et leur rééducation. - Coll. d'Orthophonie. - 2ème éd. - Paris : Masson, 1993. - p. 21.

31 - DOLHEM R. - La médecine vibratoire d'hier et d'aujourd'hui. - Paris : La revue du Praticien, 1995, vol. 45 (17). - p. 2127 - 2131.

32 - DONSKOFF S. - Importance du contôle de la glotte en Kinésithérapie Respiratoire lors du travail du diaphragme. - Mém. Ecole des cadres en kinésithérapie : Bois-Larris 1983. - 33 p.

33 - GAILLARD DE COLLOGNY L., SENELLAUSE S. - Rééducation des troubles du carrefour pharyngo-oesophagien. - J-Fr. Otorhinolaryngol. 1990, 39/6 - 7. - p. 333 - 344.

34 - GOMEZ F., LOZANO V., GUATTERIE M. - Drainage lymphatique cervical après curage ganglionnaire dans les cancers O. R. L. - Rééducation 1994 / sous la présidence Pr DE SEZE. - Paris : Expansion Scientifique Française, 1994 (Journée de Médecine Physique et de Rééducation 1994). - p. 235 - 238.

35 - HOFMEYR J.L., WEBBER B.A., HODSON M.E. - Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. - Thorax, 1986, 41 - p. 951 - 954.

36 - IGOUNET J. - Kinésithérapie cervicale et Phoniatrie. - Cahiers d'O. R. L., 1973, T. 8, n°3. - p. 250.

37 - IGOUNET J. - Kinésithérapie cervicale et Phoniatrie. - Cahiers d'O. R. L., 1973, T. 8, n°3. - p. 247 - 256.

38 - Laboratoire - Flutter®, dispositif d'aide à la kinésithérapie respiratoire. - Eurorga, Groupe Jouveinal. - 1995, avril.

39 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Kinésithérapie. - Thérapeutique des troubles vocaux, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 31. - Vol. III.

40 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 28. - Vol. I.

41 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 88. - Vol. I.

42 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 101. - Vol. I.

43 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 107. - Vol. I.

44 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 108. - Vol. I.

45 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Physiologie phonatoire du larynx. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 144 - 146. - Vol. I.

46 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 146. - Vol. I.

47 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Physiologie de la déglutition. - Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 229 - 231. - Vol. I.

48 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Pédagogie de la verticalité. - Thérapeutique des troubles vocaux, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 154 - 155. - Vol. III.

49 - LE HUCHE F., ALLALI A. - Pédagogie du souffle phonatoire. - Thérapeutique des troubles vocaux, La voix. - Paris : Masson, 1990. - p. 136 - 142. - Vol. III.

50 - LE METAYER M. - Organisation et fonctionnement du réseau neuronique central programmant la déglutition. - Motricité cérébrale, 1995, 16. - p. 146.

51 - LE METAYER M. - Rééducation de la motricité bucco-faciale. - Motricité cérébrale, 1995, 16. - p. 46 - 50.

52 - MONDAY J., GAUDRIN D., CARTIER A. - Le syndrome d'hyperventilation chronique, rôle de la rééducation respiratoire. - Paris : Rev. Mal. Resp., 1995, 12 - p. 291 - 298.

53 - MORGON A., AIMAND P., DAUDET N. - Education précoce de l'enfant sourd. - Paris : Masson, 1977. - p. 35 - p. 43.

54 - PIALOUX P., VALTAT M., FREYSS G. - Audition (acoustique physique). - Précis d'orthophonie. - Paris : Masson, 1975. - p. 33.

55 - PIALOUX P., VALTAT M., FREYSS G. - Précis d'orthophonie. - Paris : Masson, 1975. - p. 119.

56 - PIALOUX P., VALTAT M., FREYSS G. - Phonation. - Précis d'orthophonie. - Paris : Masson, 1975. - p. 71.

57 - PIALOUX P., VALTAT M., FREYSS G. - Phonation. - Précis d'orthophonie. - Paris : Masson, 1975. - p. 84.

58 - PIALOUX P., VALTAT M., FREYSS G. - Phonation. - Précis d'orthophonie. - Paris : Masson, 1975. - p. 91.

59 - POSTIAUX G. - Paris : Kinésithérapie Scientifique, 1984, janvier, N° 220. - p. 23.

60 - REMONDIERE R. - La respiration à lèvres serrées. - Paris : Ann. Kinésithérapie, 1980, 7/9. - p. 165 - 168.

61 - VANDEVENNE A. - Modification de la distribution aérienne par la ventilation dirigée. - Rééducation respiratoire des bronchopneumopathies obstructives. - 2ème éd. - Paris : Masson, 1988. - p. 75.

62 - ZAHM J.M. - Propriétés physiques et fonctions de transport du mucus respiratoire : effet des vibrations. - Conférence de consensus. - Lyon - 1995 (ANDEM). - p. 8 - 14.

ANNEXE I

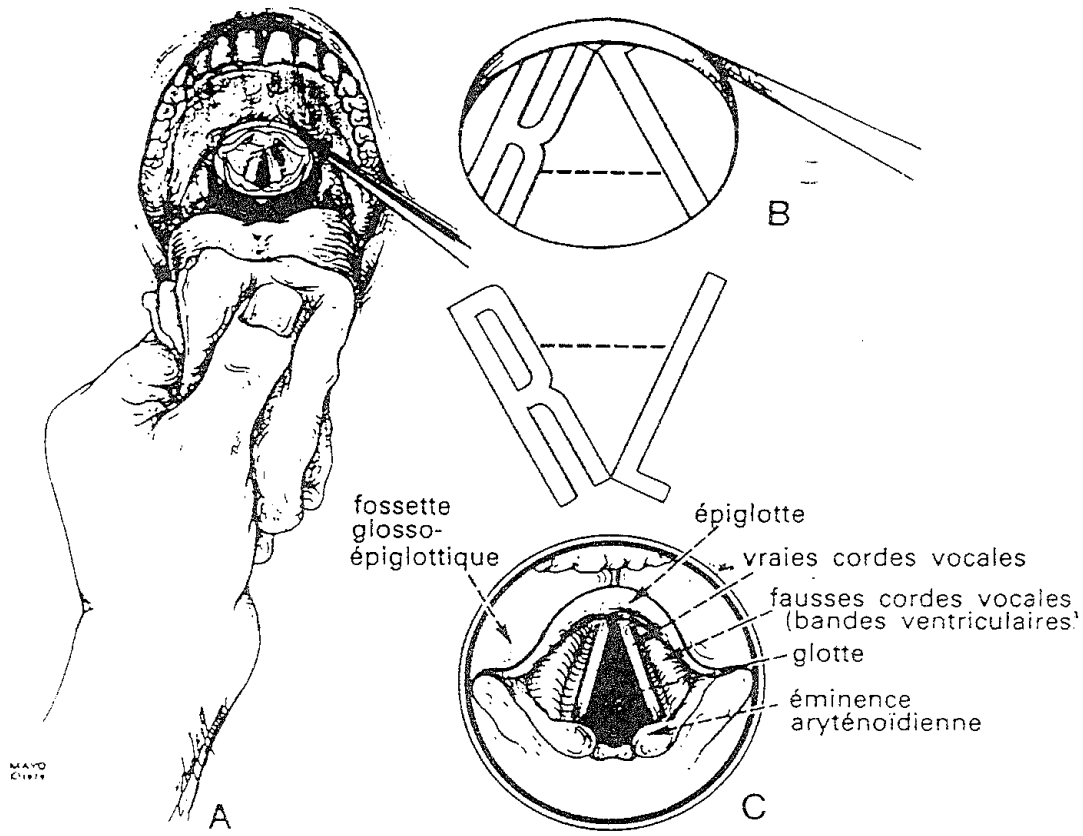
ELEMENTS D'ANATOMIE COMPLEMENTAIRES

Description des cordes vocales

Elles sont fixées en avant aux faces internes des lames thyroïdiennes, en arrière de la face antéro-externe de chaque cartilage arythénoïde, formant ainsi un large feuillet.
La contraction du muscle thyro-arythénoïdien mobilise les cartilages arythénoïdes aux côtés de l'épiglotte et attire cette dernière vers le bas au dessus de l'orifice laryngé.

Longueur des cordes vocales selon les auteurs :

- d'après LE HUCHE F. (46)
    - enfant 5 à 12 mm
    - femme adulte 14 à 18 mn
    - homme adulte 18 à 25 mm
- d'après DINVILLE C. (27)
    - femme adulte 14 à 21 mm
    - homme adulte 18 à 25 mm
- d'après ARNOLD E. , ...(11)
    - nourisson 6 à 8 mm
    - enfant à la puberté 12 à 15 mm
    - femme adulte 12,5 à 17 mm
    - homme adulte 17 à 23 mm



Laryngoscopie au miroir montrant l'inversion en miroir des cordes vocales ainsi que les repères anatomiques spécifiques.

Ages	N	Fréquences fondamentales moyennes (Hz)	Chercheurs
20-29	175	120	Hollien et Shipp (1972)
	27	119	Hanley (1951)
	157	128	Hollien et Jackson (1973)
	24	132	Philhour (1948)
	8	132	Pronovost (1942)
	103	138	Majewski et coll. (1972)
30-39	175	112	Hollien et Shipp (1972)
40-49	175	107	Hollien et Shipp (1972)
	39	113	Mysak (1959)
50-59	175	118	Hollien et Shipp (1972)
60-69	175	112	Hollien et Shipp (1972)
70-79	175	132	Hollien et Shipp (1972)
	39	124	Mysak (1959)
80-89	175	148	Hollien et Shipp (1972)
	39	141	Mysak (1959)

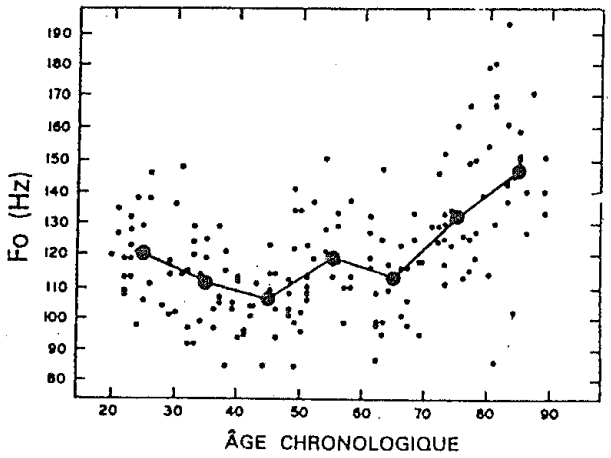
Etudes comparatives de la fréquence moyenne (Hz) de l'homme en fonction de son âge (3).

Ages	N	Fréquence fondamentale moyenne (Hz)
20-29	10	227
30-39	10	214
40-49	10	214
50-59	10	214
60-69	10	209
70-79	10	208
80-89	10	197

* *d'après Kelley A. :* Fundamental Frequency Measurement of Female Voices from Twenty to Ninety years of age. *(Manuscrit non publié), Greensboro, Université de Caroline du Nord, 1977.*

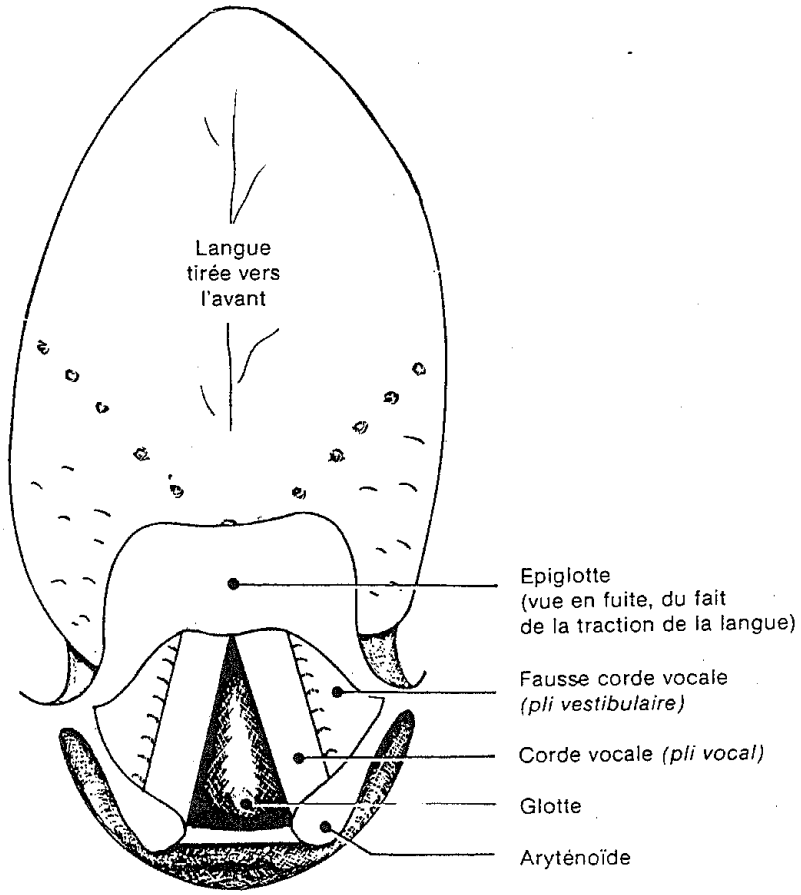
Cette étude a montré un fait important qui a été la baisse systématique de la fréquence fondamentale moyenne de la femme de 20 à 70 ans, en mettant en évidence un coefficient de corrélation de Pearson r = − 0,62 (significatif pour un taux de fiabilité P = 0,0001) entre l'âge et la fréquence fondamentale moyenne. Ces chiffres ne concordent pas avec les résultats des travaux de McGlone et Hollien (1963) qui n'avaient pas trouvé d'altérations significatives de la fréquence fondamentale moyenne de la femme depuis le début de l'âge adulte jusqu'à la vieillesse. En outre, Saxman et Burk (1967) ont noté que cette fréquence diminue à l'âge moyen pour augmenter avec la vieillesse.

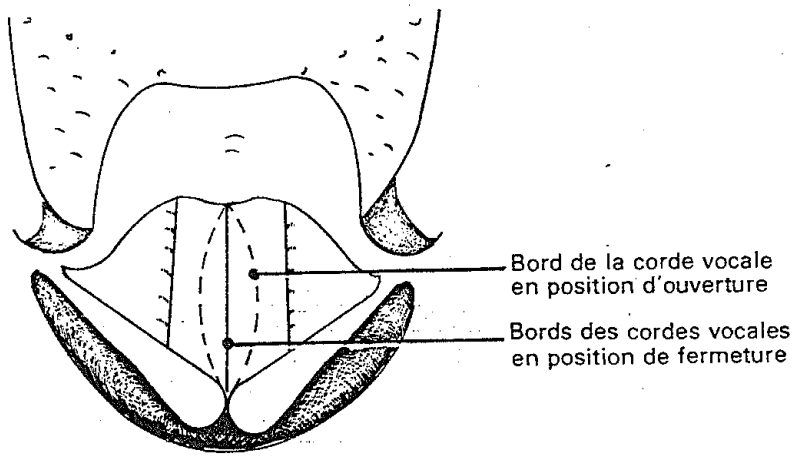
Etudes comparatives de la fréquence moyenne (Hz) de la femme en fonction de son âge (3).



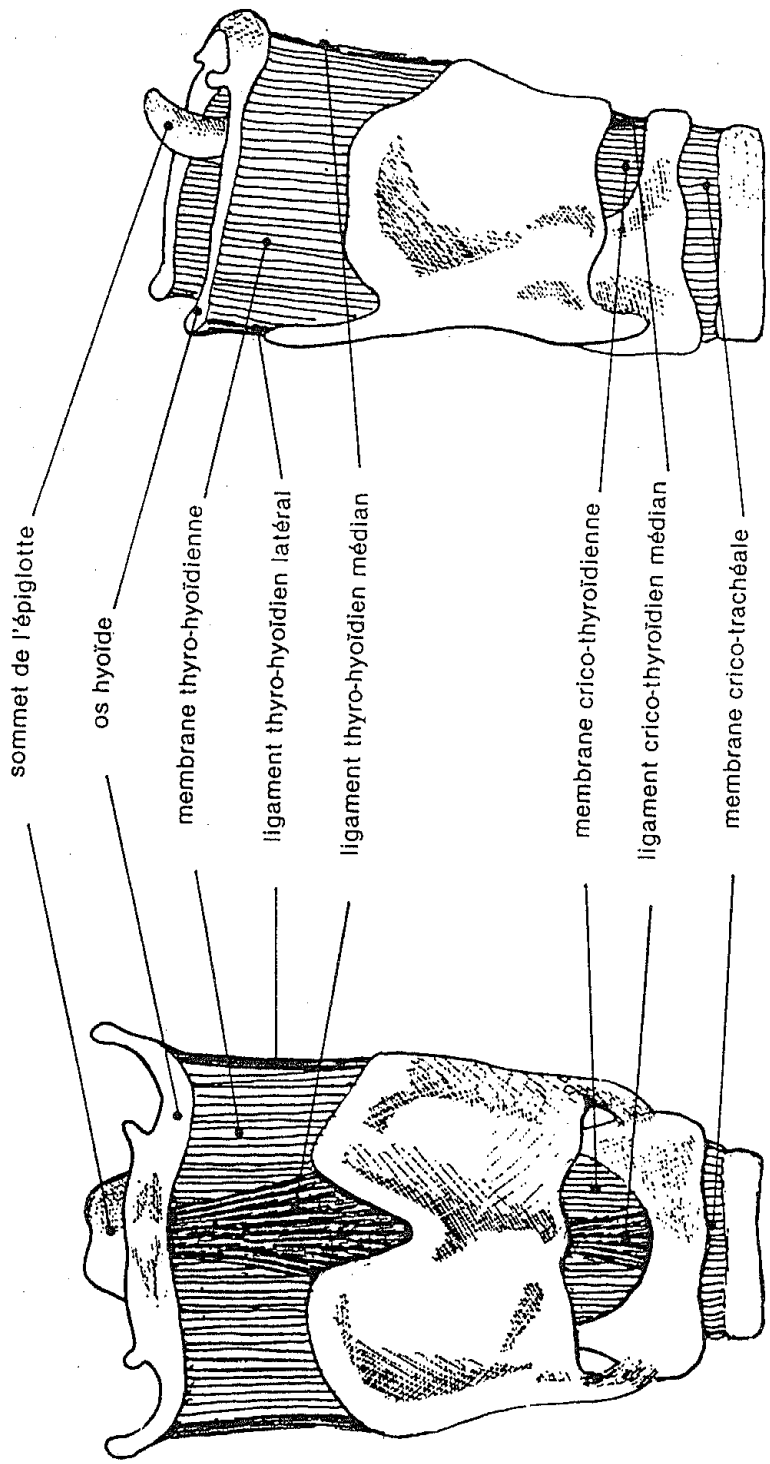
Fréquence fondamentale de l'homme en fonction de son âge : les points disséminés concernant les voix parlées de 175 sujets. Les lignes pleines reliant les valeurs moyennes de chaque décennie. (D'après Hollien H. et Shipp T. : Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. J. Speech Hear. Res. 15 : 155-159, 1972.)
(12)

Larynx vu d'en haut pendant la respiration et pendant la phonation (40)

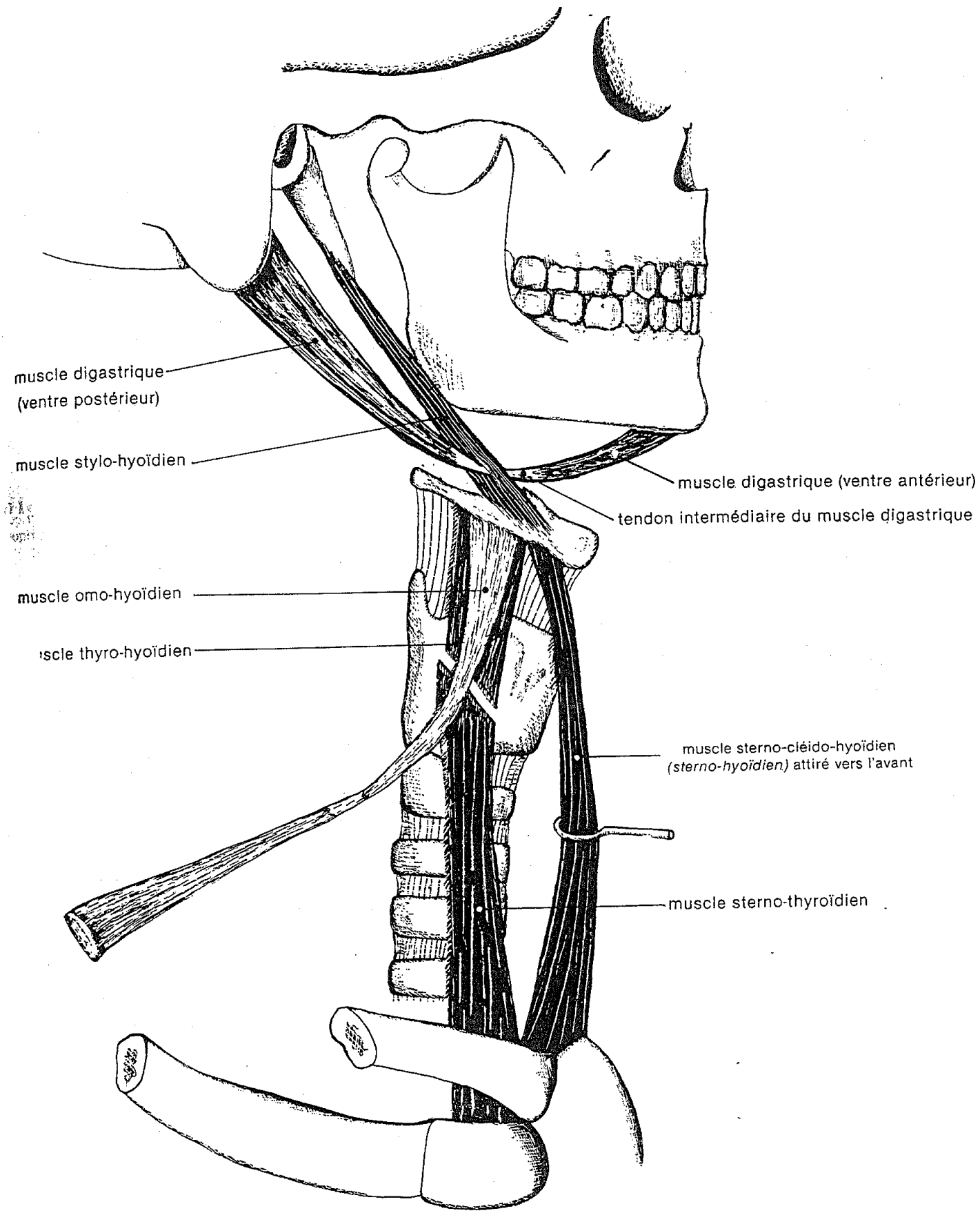




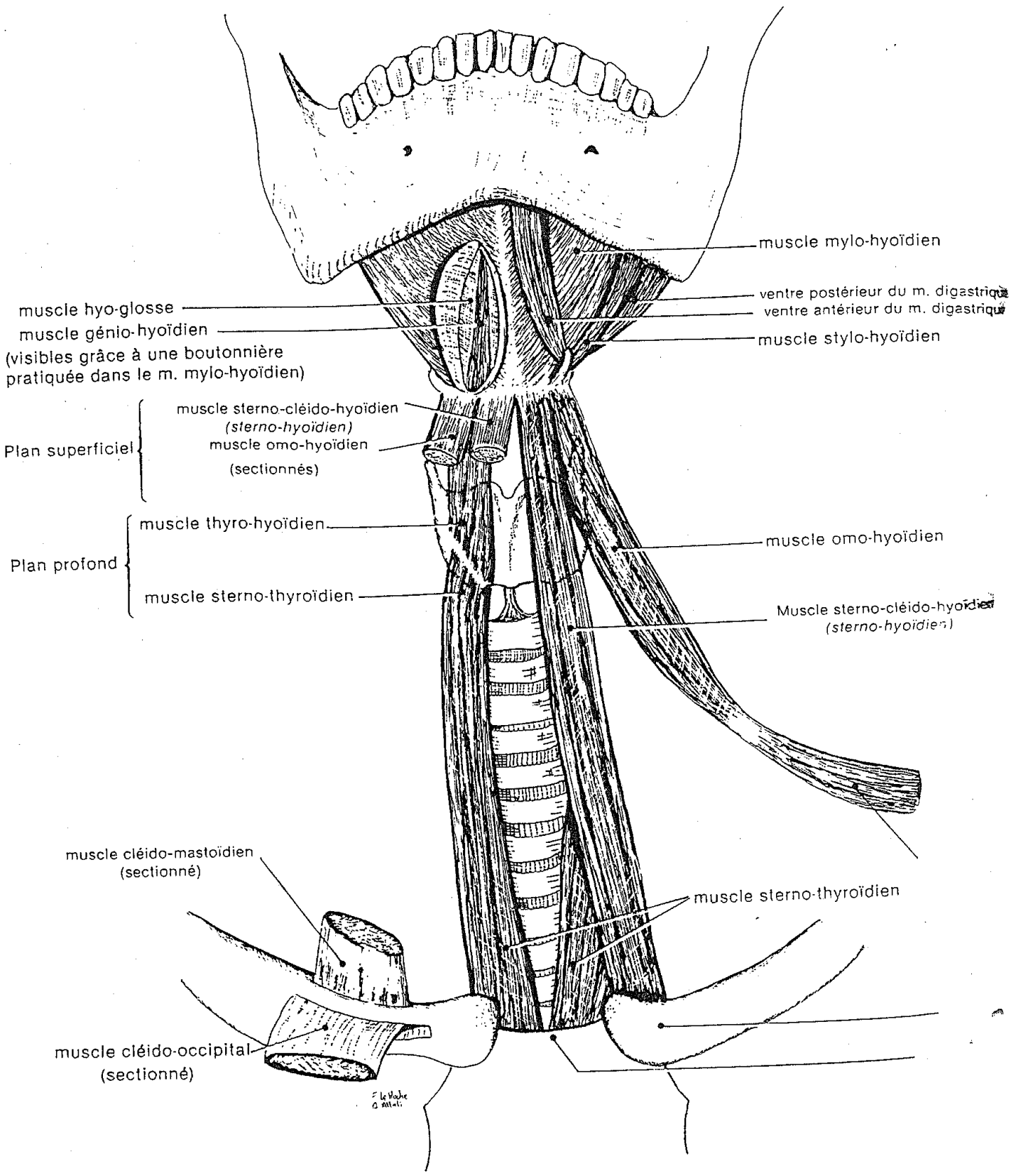
Système ligamentaire du larynx (41)



Appareil suspenseur du larynx (43)



Muscles sus et sous-hyoïdiens (44)



ANNEXE II

LE FLUTTER®

Extrait de la notice d'utilisation du FLUTTER® VRP1

FLUTTER® VRP1

Propriétés: le Flutter® VP1 est destiné à améliorer la ventilation pulmonaire, diminuer la dyspnée et faciliter l'expectoration.

DESCRIPTION, FONCTIONNEMENT ET ACTION PHYSIOLOGIQUE

1. INTRODUCTION

Le Flutter® VRP1 est un petit appareil médical de poche destiné à la thérapie respiratoire qui vous accompagnera fidèlement pendant de longues années. Il ne contient pas de pile, car il est interactif à l'expiration.
Issu d'une longue recherche, il ne requiert qu'une manipulation très simple tout en offrant une grande sécurité d'emploi. Il est générateur d'une pression positive oscillatoire contrôlée et d'interruptions du débit expiratoire à fréquence réglable (COS™: Controlled Oscillating System).
Le Flutter®VRP1 combine ces deux phénomènes physiques qui, grâce à leur interaction et à la résonance qui s'ensuit, ont permis d'obtenir des résultats d'une grande efficacité. Votre médecin, votre physiothérapeute ou votre pharmacien vous a peut-être déjà expliqué l'utilité du Flutter® VRP1 et la manière de vous en servir. Toutefois, comme il s'agit d'une thérapie tout à fait nouvelle, il vous est recommandé de lire attentivement ce mode d'emploi, afin de vous familiariser avec le maniement du Flutter® VRP1 et de profiter pleinement de ses possibilités.

2. DESCRIPTION DU FLUTTER® VRP1 ❶

a) Pièce buccale et corps de l'appareil en matériau dur.
b) Entonnoir circulaire en matériau dur.
c) Bille de haute densité en métal inoxydable.
d) Capuchon amovible avec perforations.

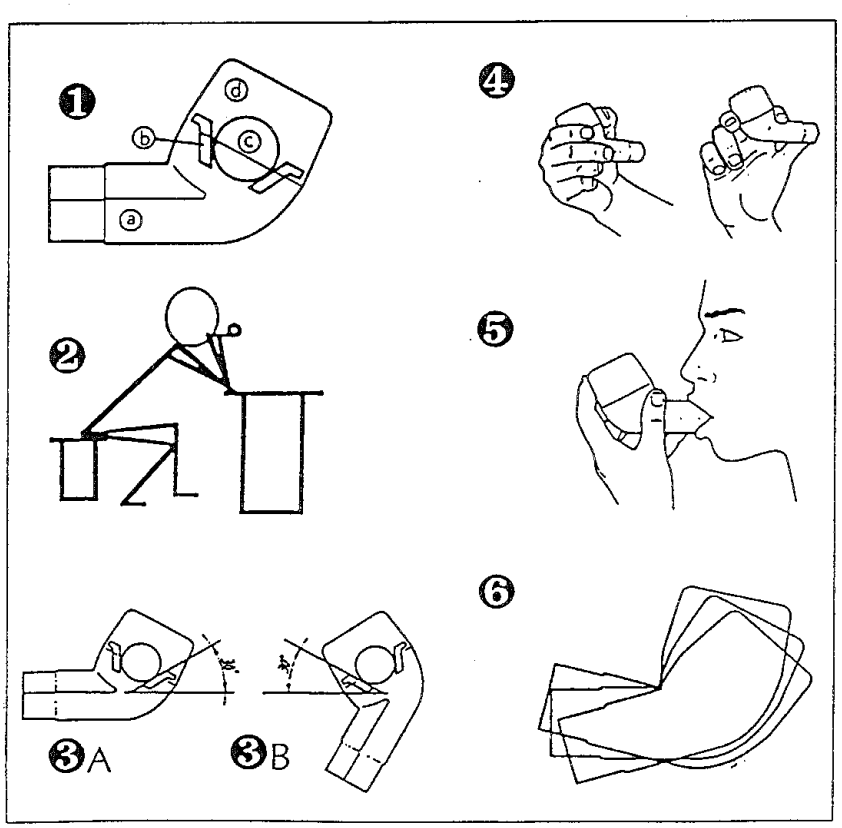
3. COMMENT LE FLUTTER® VRP1 FONCTIONNE-T-IL ?

Avant l'expiration, la bille obstrue le canal du cône. Durant l'expiration, la position instantanée de la bille résulte d'un état d'équilibre entre sa propre force de gravité, la pente de son lit de roulement et la pression de l'air expiré. Après une surpression, il s'ensuit un mouvement de la bille qui permet à l'air de s'échapper par un orifice croissant en fonction de sa position (votre flux expiratoire est alors en phase de forte accélération).
La pression chute, la bille roule jusqu'à sa position initiale et bloque l'orifice, créant à nouveau une surpression déterminée. La fréquence de ce cycle doit être adaptée à chaque patient. Vous allez donc rechercher la fréquence qui vous permettra d'obtenir une * résonance (battements) pulmonaire spécifique; autrement dit, vous allez accorder la fréquence du Flutter® VRP1 à votre propre système pulmonaire.

* Résonance: phénomène par lequel un système physique en vibration peut atteindre une plus grande amplitude lorsque la vibration excitatrice se rapproche d'une fréquence naturelle.

4. QUELLE EST L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DU FLUTTER® VRP1?

Grâce à la pression positive oscillante, les bronches sont élargies jusqu'aux structures périphériques les plus fines, les "bouchons" de mucus sont éliminés, les zones des bronches obstruées par le mucus sont à nouveau ouvertes et le collapsus précoce des bronches que l'on observe dans les cas de voies respiratoires instables est inhibé. Ainsi la résistance respiratoire diminue, de même que le travail respiratoire, et la capacité vitale (volume de réserve expiratoire) est augmentée. De par les vibrations qu'il engendre, le Flutter® VRP1 entraîne la libération et la liquéfaction du mucus, qui est éliminé automatiquement des bronches par le flux oscillant d'air, sans qu'il soit nécessaire de tousser de façon notable.
Le Flutter® VRP1 permet ainsi de pallier la fonction mucociliaire de nettoyage affaiblie ou supprimée, caractéristique de toutes les affections citées sous chiffre 5.
Par ce principe thérapeutique, l'accumulation de mucus dans les bronches est évitée; les bactéries inhalées sont éliminées de leur bouillon de culture (ou terrain favorable), supprimant ainsi le développement d'inflammations bronchiques.



ANNEXE III

COTATION DE SADOUL

LA COTATION DE SADOUL DE LA DYSPNEE

La **dyspnée** est définie pour certains comme une gêne respiratoire et pour d'autres comme un essoufflement.

STADE 0	Aucune dyspnée
STADE I	La dyspnée apparaît à la montée de deux étages et plus, ce qui correspond à un effort important.
STADE II	La dyspnée apparaît à la montée d'un étage, ou à la marche rapide à plat, ou encore à la marche sur un terrain en montée.
STADE III	La dyspnée apparaît à la marche à allure normale.
STADE IV	La dyspnée est permanente : c'est l'orthopnée et gêne la parole.

ANNEXE IV

TERMINOLOGIE

ET

ETIOLOGIE

DEFINITION DES TERMES (2)

Phonation **:** c'est l'acte physique de la production de sons grâce à l'interaction des cordes vocales et du débit d'air exhalé. Des bouffées d'air sont libérées dans une gamme de fréquences audibles qui résonnent dans les cavités sus-glottiques.

La voix est le son audible produit par la phonation.

Les paramètres vocaux sont les éléments de la voix : hauteur, intensité, timbre et souplesse.

Hauteur : le corrélatif perceptif de la fréquence

Intensité : le corélatif perceptif de la force

Timbre : le corrélatif perceptif de la complexité

Souplesse : le coorélatif perceptif des variations de la hauteur, de l'intensité et du timbre.

Dysphonie **:** anomalie de la voix appréciée par celui qui écoute et portant sur la hauteur, sur l'intensité, sur le timbre, sur la souplesse ou sur leurs combinaisons.

Aphonie : absence d'une tonalité laryngée définissable. La voix manque nettement de portée ou est chuchotée.

Mutisme : incapacité d'émettre un son ou d'articuler.

Cordes vocales : replis du muscle thyro-aryténoïdien, recouverts d'une muqueuse et de tissu fibro-élastique et faisant saillie dans le conduit laryngé.

Glotte : espace compris entre les bords libres des cordes vocales lorsque celles-ci sont en abduction partielle ou totale.

L'adduction des cordes vocales est leur approximation vers la ligne médiane du conduit laryngé.

L'abduction des cordes vocales est leur écartement qui les éloigne de la ligne médiane du conduit laryngé

ETIOLOGIE DES TROUBLES DE LA VOIX (2)

Troubles organiques

Un trouble phonatoire est organique s'il est provoqué par une lésion anatomique ou physiologique, qu'il s'agisse d'une atteinte du larynx proprement dit ou d'une affection systématique éloignée qui interfère avec l'anatomie ou la physiologie laryngée.

Etiologie des troubles phonatoires organiques

Troubles congénitaux :
- Syndrome du cri du chat
- Laryngomalacie
- Bride laryngée congénitale
- Kystes
- Division palatine
- Division laryngotrachéale
- Papillome
- Mongolisme

Inflammation

Tumeurs :
- Bénignes
- Malignes

Troubles endocriniens :
- Hypothyroïdie
- Hyperthyroïdie
- Hyperpituitarisme
- Troubles hormonaux

Traumas

Affections neurologiques :

- Trouble flasque du neurone moteur périphérique
- Trouble spasmodique bilatéral du neurone moteur central
- Trouble mixte (flasque-spasmodique)
- Lésion des noyaux gris centraux (hypokinésie-parkinsonisme)
- Lésion cérébelleuse (ataxique)
- Lésion des noyaux gris centraux (hyperkinésie-chorée, hyperkinésie-dystonie)
- Lésion du tronc cérébral
- Maladie de Gilles de la Tourette
- Apraxie de phonation
- Mutisme akinétique

Troubles psychogènes

On emploie fréquemment le terme "fonctionnel" comme synonyme de "psychogène". Les troubles psychogènes de la voix portent sur son timbre, sa hauteur, son intensité et sa souplesse et sont dus à des psychonévroses, à des troubles du caractère ou à un mauvais usage de la voix. La voix est anormale bien que l'anatomie et la physiologie du larynx soient normales.

Etiologie des troubles phonatoires psychogènes

Stress émotionnel-tension musculaire :

- Troubles phonatoires sans atteinte laryngée secondaire
- Troubles phonatoires avec lésion laryngée secondaire (nodules des cordes vocales, ulcères de contact)

Psychonévroses :

- Réaction de conversion (mutisme, aphonie,dysphonie)
- Conflit psychosexuel (voix de fausset, dysphonie liée à un conflit d'identification sexuelle)
- Iatrogènes

Troubles d'origine indéterminée

Dysphonies spasmodiques par adduction et/ou abduction des cordes vocales.