

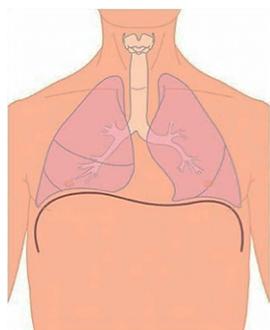
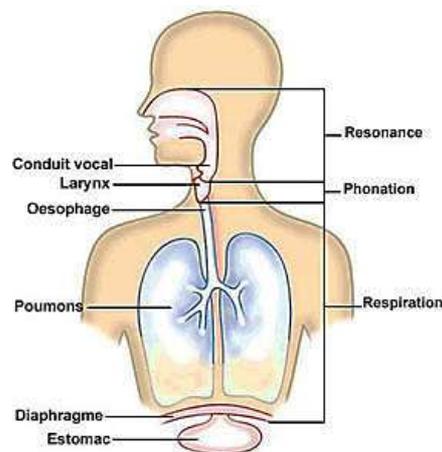
Le fonctionnement de la voix

1

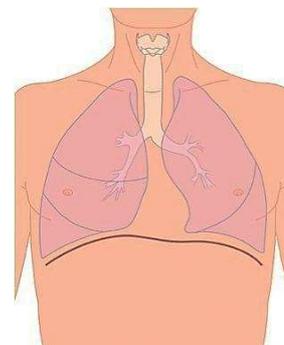
L'appareil vocal humain peut être comparé à la fois à un instrument de musique à vent et à cordes. La voix est produite par la vibration dans le larynx de l'air provenant des poumons, vibration qui est modifiée par des résonances dans la bouche et le nez.

La voix est donc possible par trois systèmes :

La production de l'air, qui met en jeu les poumons, le diaphragme et les différents muscles du thorax :

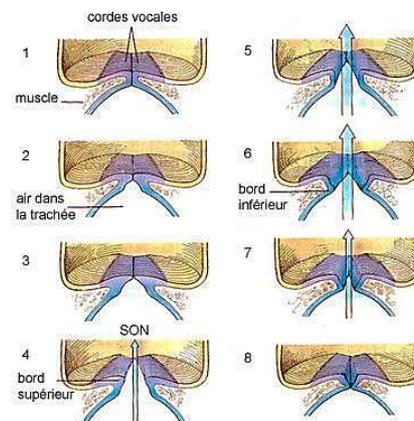
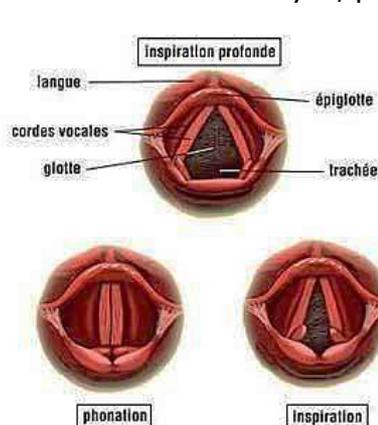


Position expiratoire



Position inspiratoire

La vibration de cet air dans le larynx, produite par les cordes vocales :



La résonance de la vibration dans la bouche et le nez (dont la configuration va changer le timbre de la voix) :

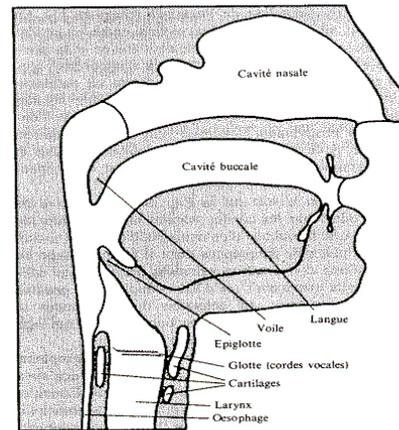
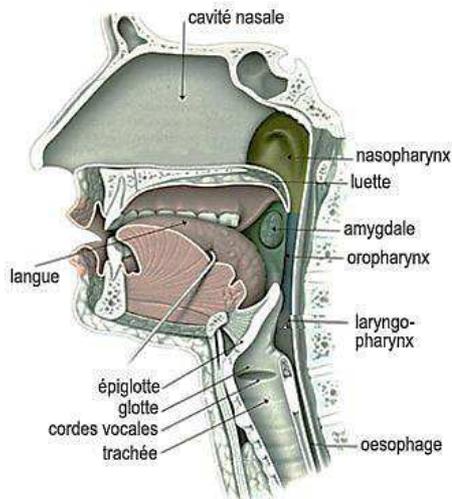


Figure 22.10. Les éléments essentiels de l'organe vocal chez l'homme.

Comment tout cela fonctionne-t-il ensemble ?

1. Le « générateur »

Quand on parle, les phases d'inspiration de notre respiration deviennent plus rapides et plus courtes. On respire également davantage par la bouche, alors que l'inspiration est normalement exclusivement nasale. Du côté de l'expiration, le volume et la pression de l'air expiré sont augmentés pour pouvoir faire vibrer les cordes vocales situées dans le larynx.

Pour chanter, il faut avoir un débit d'air soutenu et stable. Pour ce faire, il faut, d'une part, travailler les muscles qui sont en jeu dans cette production, mais aussi être dans une posture qui permette d'utiliser au mieux les capacités de ces muscles.

Pour pouvoir expulser de l'air, il faut commencer par l'inspirer et remplir les poumons. C'est le rôle des muscles inspirateurs dont le plus important est le diaphragme. Ensuite on contracte les muscles expirateurs pour souffler l'air dans le larynx. Les muscles inspirateurs et expirateurs fonctionnent en couples et permettent un contrôle du débit de l'air. Les muscles inspirateurs venant freiner les muscles expirateurs pour éviter que tout l'air sorte d'un coup. Le contrôle du diaphragme est important aussi bien pour inspirer une grande quantité d'air que pour contrôler le débit lors du chant.

Quand on est assis ou quand on est voûté, nos poumons ne peuvent pas se remplir complètement et, donc, notre capacité respiratoire est diminuée. Pour bien chanter, mieux chanter, il faut être de préférence debout, avec une posture stable et avec une cage thoracique ouverte.

La position de la tête a aussi une influence, dans la mesure où si elle trop penchée en avant ou en arrière l'air a du « mal à passer ». Il faut donc avoir la tête dans l'alignement du corps.

2. Le « vibreur »

Le larynx joue le rôle d'une porte qui préserve les bronches et les poumons des aliments et autres corps étrangers. Il se compose d'une série de muscles et de cartilages plus ou moins mobiles qui peut être relevés ou abaissés.

Lors de la déglutition, le larynx s'élève tandis que l'épiglotte, cette lame cartilagineuse située à l'entrée du larynx, se rabat vers l'arrière. Ce faisant, elle bloque l'entrée des voies aériennes supérieures et permet au bol alimentaire d'emprunter l'œsophage pour rejoindre l'estomac.

Lorsqu'on parle, l'air expulsé des poumons emprunte la trachée avant d'arriver dans le larynx où il va rencontrer les cordes vocales. Celles-ci sont en fait une paire de muscles et de ligaments de 20 à 25 millimètres de long et recouverts d'une muqueuse. D'un blanc nacré, les cordes vocales sont attachées horizontalement entre le cartilage thyroïde (la "pomme d'Adam" chez l'homme) situé à l'avant et les cartilages aryténoïdes situés à l'arrière. En faisant bouger ces cartilages lorsqu'on parle, on modifie la longueur et la position des cordes vocales. Lorsque l'on commence à dire quelque chose, les cartilages aryténoïdes accolent les cordes vocales l'une contre l'autre, fermant ainsi l'ouverture entre les deux (appelée glotte).

Sous la pression de l'air expiré, les cordes vocales s'écartent, puis se referment aussitôt, entraînant à nouveau une hausse de la pression sous la glotte. En ouvrant et fermant la glotte lors de la phonation, les cordes vocales libèrent de façon saccadée l'air emmagasiné dans les poumons. Au cours d'une phrase, le locuteur modifie ainsi plusieurs fois la fréquence de vibration des cordes vocales pour produire les vibrations acoustiques correspondant à différents sons.

3. Le résonateur

Mais ces sons ne constituent pas encore des mots, ils doivent être « sculptés » par le reste de l'appareil vocal pour en devenir. La première transformation du son se fait dans la cavité du pharynx, le carrefour où se croisent les voies respiratoires et digestives.

Le pharynx et les différentes cavités avec lesquelles il communique (fosses nasales, bouche, larynx) jouent le rôle de "résonateur" qui amplifie les sons émis au niveau des cordes vocales. Certaines fréquences seront amplifiées, d'autres atténuées. Les résonateurs vont favoriser ou diminuer certaines harmoniques, certains formants.

4. Le « modulateur » :

La transformation du son laryngé en parole est ensuite complétée par la position du voile du palais, de la langue, des lèvres et des dents qui agissent en "modulateurs" du son émis. Car si le larynx est l'organe phonatoire par excellence, c'est tout l'appareil buccal qui contribue à donner sa flexibilité et sa souplesse à la voix.

Celui-ci agit de différentes façons :

le voile du palais, en obturant ou pas les cavités nasales supérieures;

les mâchoires, en étant plus ou moins ouvertes;

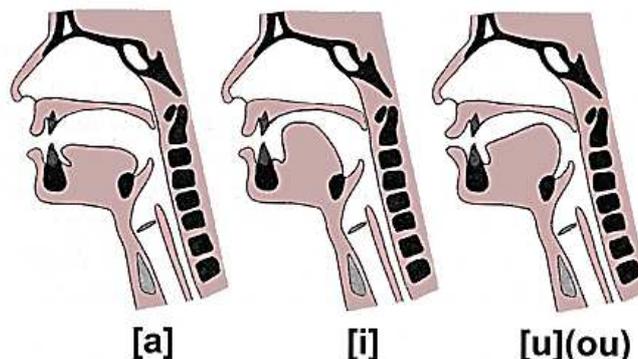
la langue, par son côté polymorphe;

les dents, en étant plus ou moins obturées par la langue ou par les lèvres;

les lèvres, en étant plus ou moins fermées, pincées ou étirées.

Par exemple :

Pour produire la voyelle "i", on doit déplacer la langue vers l'avant du palais, ce qui entraîne un élargissement du pharynx ainsi qu'une légère élévation du larynx. Pour le "a", la mâchoire et la langue doivent plutôt s'abaisser... Les consonnes sont aussi prononcées grâce à de tels mouvements de la langue et des lèvres. La colonne d'air peut par exemple être freinée pour produire un "F" ou un "S"; elle peut être stoppée, puis libérée plus ou moins brutalement pour produire un "B", un "P" ou un "T" (consonnes occlusives); elle peut vibrer pour produire un "V" ou un "J"; elle peut chuintier pour produire un "CH", etc.

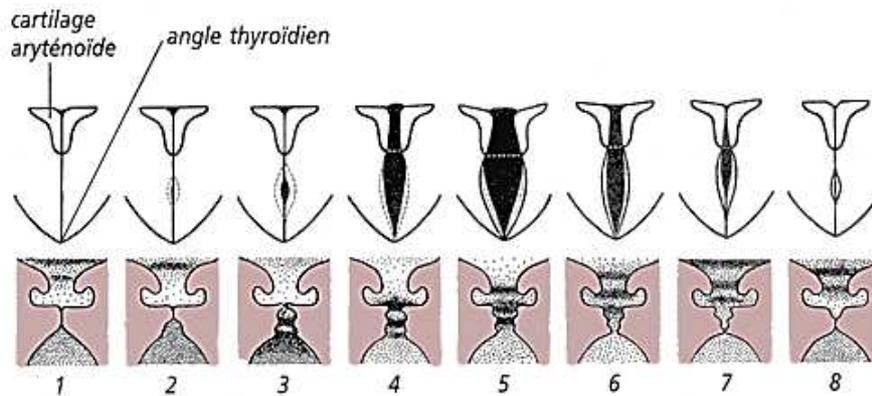


Les mécanismes

L'ouverture et la fermeture des cordes vocales se font suivant deux modes :

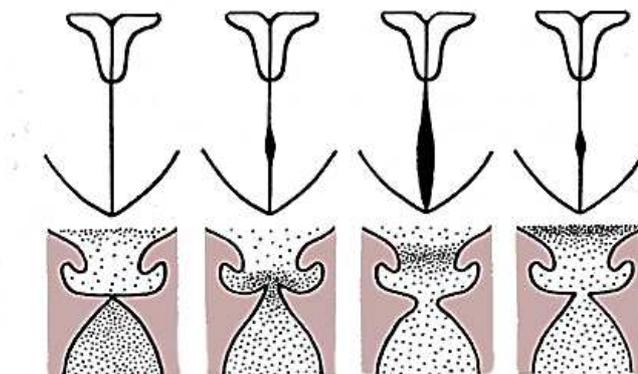
- le mécanisme lourd (ou mécanisme I)
- et le mécanisme léger (ou mécanisme II).

Le **mécanisme lourd** est surtout utilisé par les hommes, il permet de produire des sons entre 80 Hz et 400 Hz. Dans ce mode de fonctionnement, les cartilages aryténoïdes, qui sont à une des extrémités des cordes vocales, bougent en même temps que celles-ci.



Mécanisme lourd

Le **mécanisme léger** est plus particulièrement utilisé par les femmes et les enfants. Dans ce mode, les cordes vocales sont plus tendues, et les cartilages aryténoïdes ne bougent pratiquement pas. Les fréquences produites ainsi vont approximativement de 300 Hz à 1500 Hz.



Mécanisme léger

Ces mécanismes ne sont pas réservés à un sexe ou l'autre. Les hommes peuvent utiliser le mécanisme léger et les femmes le mécanisme lourd. Par contre, les études les plus récentes montrent qu'il n'existe pas d'autre mode de production, on utilise soit l'un soit l'autre, et il n'existe pas de transition douce entre les deux.

Le passage entre les mécanismes

Quand un homme part d'une note grave et monte progressivement dans l'aigu (et le contraire pour les femmes, de l'aigu au grave), on peut entendre une discontinuité au moment où l'on passe d'un mécanisme à l'autre.

Il est possible de s'entraîner pour que ce passage soit inaudible, on peut alors produire une "sirène" continue.

On parle de "**voix de tête**" pour la voix produite par le mécanisme léger par une femme. Quand c'est par un homme, on parle de "**voix de fausset**" (falsetto en Italien).

Pour le mécanisme lourd utilisé par les hommes ou par les femmes, on parle de "**voix de poitrine**".

Ces termes ont été créés à une époque où on ne connaissait pas encore le mécanisme exact de la production de la voix.

Les autres mécanismes

Il existe deux autres mécanismes moins utilisés que les deux principaux, il s'agit du "**Fry**" et du "**sifflet**".

Le fry est une sorte de râle produite dans l'extrême grave réalisé en détendant les cordes vocales et en utilisant une faible pression d'air. Il est peu sonore et plus facilement produit par les hommes.

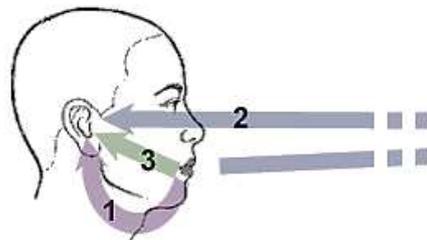
Le sifflet est plus facilement produit par les femmes pour produire des sons extrêmement aigus. L'air passe avec force dans un passage étroit, les cordes vocales ne vibrant pratiquement pas. C'est la turbulence de l'air qui produit le son.

Les boucles audio-phonatoires

Bien chanter suppose de bien entendre. Les sourds ont du mal à contrôler leur voix, un bouchon de cérumen ou certaines otites vont empêcher d'entendre certains sons graves, d'autres surdités touchent les sons aigus.

La voix que l'on émet soi-même parvient à nos oreilles selon trois chemins:

1. par une voie courte depuis la bouche,
2. après modification par l'acoustique extérieure,
3. en traversant le crâne directement vers l'oreille interne.



- (1) Les aigus sont mal transmis par **la voie directe**, ce qui fait que lorsque l'on écoute sa voix enregistrée, on a du mal à la reconnaître, elle paraît trop aiguë.
- (2) Dans le **circuit long**, il existe une rétroaction de la salle qui est variable selon la nature des matériaux utilisés et ses dimensions. Certaines salles sont plus agréables que d'autres selon que la voix est correctement renvoyée ou qu'elle se perd au loin.
- (3) Dans **l'écoute interne**, la voix parvient à l'oreille par le biais des vibrations des os, des tendons et des muscles. La voix est déformée: les sons ne se propagent pas de la même manière dans l'air et dans les tissus du corps.

Tous ces sons internes et externes se mélangent, variés en qualité et décalés dans le temps : c'est une raison supplémentaire pour ne pas reconnaître sa voix lors d'un enregistrement.

Le contrôle de la hauteur

La hauteur du son produit dépend de quatre paramètres :

1. la pression de l'air,
2. l'étirement des cordes vocales,
3. la tonicité du muscle vocal,
4. la force d'accolement des cordes vocales.

La pression de l'air est contrôlée par l'ensemble des muscles respiratoires : diaphragme, abdominaux, muscles intercostaux, et dans une moindre mesure muscles du cou.

Les autres paramètres sont contrôlés par les muscles du larynx : muscle crico-thyroïdien, muscle thyro-aryténoïdien, muscle crico-aryténoïdien latéral et muscle crico-aryténoïdien postérieur. L'effet de ces muscles dépend du mécanisme utilisé.

Le contrôle de la hauteur est donc avant tout un contrôle musculaire.

Sa maîtrise est une question d'entraînement, comme dans un entraînement sportif.

Chanter juste

Tout le monde peut chanter, avec plus ou moins de facilité, mais le chanter faux se corrige en général assez bien. Chanter juste comprend trois étapes : entendre, mémoriser, reproduire.

Dans de nombreux cas, chanter faux provient d'une déficience d'apprentissage. (Sensation, éducation de l'oreille,...). Et... les casseroles ne chantent pas !

Le vibrato

Le vibrato est une variation de fréquence et d'amplitude de la voix autour de la note visée par le chanteur. L'écart est de l'ordre d'un quart à un demi-ton, avec une fréquence de 5 à 7 Hz.

Il ne faut pas confondre le vibrato avec la trille qui est l'alternance entre deux notes, ni avec le trillo qui est la répétition haché de la même note.

La voix chuchotée ne possède pas de vibrato, ni une voix forcée ou émise sans confort avec crispation musculaire.

Le vibrato est involontaire, il doit être naturel. Il est produit lorsqu'il existe une position d'équilibre entre deux muscles antagonistes du larynx grâce à une boucle réflexe. C'est le même mécanisme réflexe qui fait trembler les genoux de certains lorsqu'en position assise ils mettent leurs pieds sur la pointe.

Le vibrato est amplifié de façon importante par un effet de résonance du squelette laryngé dont la fréquence propre est de l'ordre de 5 Hz.

Supprimer le vibrato d'une voix est possible, mais exige de l'énergie et fait baisser le rendement de la voix.

Le vibrato est donc un phénomène naturel, programmé neurologiquement. Il ne s'apprend pas mais se dévoile quand le reste du geste vocal est réalisé dans des conditions optimales.

La mue

La mue est provoquée par une modification de l'épaisseur des plis vocaux sous l'influence des hormones liées au passage à l'état adulte.

Les femmes subissent également une mue, mais celle-ci est beaucoup moins marquée que chez les garçons (l'influence sur les plis vocaux étant surtout due aux hormones mâles, comme la testostérone, de sorte que la voix descend d'une tierce ou d'une quinte chez la femme contre une octave chez l'homme).

Sous l'effet des hormones de la puberté, en particulier de la testostérone, le larynx grandit, et les cordes vocales deviennent plus épaisses et plus longues ; Elles vibrent différemment et la voix est plus grave.

L'appareil phonatoire humain essentiel à la parole ?

Si nos cousins primates n'ont pas réussi à accéder au langage humain malgré tous les efforts entrepris, on a longtemps cru que c'était en grande partie dû à l'anatomie particulière de l'appareil phonatoire des singes. Chez ces derniers, comme chez le nourrisson humain d'ailleurs, le larynx est placé très haut dans le cou ce qui le rendrait incapable de produire tous les sons du langage humain. Cette position a toutefois certains avantages puisque les singes et les bébés peuvent par exemple respirer par le nez tout en continuant de s'alimenter.

À l'opposé, la position basse du larynx entraîne chez l'être humain adulte le croisement des voies de l'œsophage et des poumons, augmentant ainsi les risques d'étouffement. Il semble donc que l'avantage que lui procure ce larynx descendu réside dans un système de communication vocal qui vaut le risque d'étouffement.

Des travaux de modélisation et de simulation ont cependant montré que les capacités phonatoires des larynx hauts n'handicapent que relativement peu les primates ou les bébés au niveau du langage. D'ailleurs, la position haute du larynx que l'on observe chez les bébés humains ne les empêche pas, dès l'âge de 4 mois, d'imiter les voyelles " i ", " a " et " u " des adultes et, huit mois plus tard, alors que son larynx est encore très haut et sa cavité pharyngiale très peu volumineuse, de produire ses premiers mots...

La cause de l'incapacité à parler des primates et des bébés se situerait donc plutôt au niveau des capacités cognitives nécessaires à la maîtrise du langage.

La descente du larynx au cours de l'évolution

Chez les Australopithèques, le larynx n'étant pas encore descendu, l'information se transmettait par cris et par gestes. L'accès à la station debout a ensuite progressivement entraîné le recul et l'élévation de la tête qui a subi un effet de bascule. Cette flexion de la base du crâne a ainsi provoqué l'émergence du cou et la descente du larynx.

Comme le plafond de l'appareil phonatoire correspond à la base du crâne, le registre fossile permet d'avoir une idée de la période où le larynx est descendu. Des indices de cette descente apparaissent ainsi chez *Homo Ergaster*, il y a presque 2 millions d'années. Un crâne d'*Homo Heidelbergensis* d'Éthiopie montre par ailleurs que le larynx avait pratiquement sa position actuelle il y a 600 000 ans. Ce qui amène au constat suivant : un appareil phonatoire capable d'un langage articulé a probablement existé presque un demi-million d'années avant l'avènement de la parole.

Par conséquent, il semble peu probable que l'appareil phonatoire humain ait été sélectionné " pour " le langage, bien qu'il puisse avoir conféré certains avantages dans un contexte de communication pré-linguistique. Mais était-ce une pression sélective suffisante ?

Certains pensent que cette position aurait apporté des bénéfices au niveau respiratoire. D'autres font remarquer que certaines espèces animales, comme les cerfs, ont un larynx abaissé et pensent pour cette raison que cette caractéristique anatomique aurait pu évoluer parce qu'elle permet d'émettre des sons qui font croire que l'animal est plus gros qu'il ne l'est réellement.

Il ne serait donc pas surprenant que l'appareil phonatoire humain soit une exaptation, c'est-à-dire une adaptation ayant obéi à des pressions sélectives autres que pour favoriser la parole, mais dont le résultat, un larynx descendu, a tout de même facilité l'articulation des mots.

La voix de l'enfant

http://web.mac.com/polysons/Site_6/Voix_de_l'enfant.html

Évolution morphologique et physiologique du larynx de la naissance à l'âge adulte

Edifié très tôt au cours de la vie fœtale (le larynx est constitué complètement au cours du troisième mois de la vie fœtale), le larynx va subir des modifications importantes durant l'enfance puis à l'adolescence pour devenir définitif après la puberté.

I-Particularités anatomiques du larynx infantile

1-SITUATION

Le larynx de l'enfant est situé plus haut dans le cou, par rapport à l'adulte. Cette position s'abaissera progressivement au cours de la croissance :

À la naissance, les cordes vocales sont au niveau de la partie moyenne de la quatrième vertèbre cervicale.

À cinq ans, elle se situe entre la quatrième et la cinquième vertèbre cervicale.

Chez l'adulte, les cordes vocales sont au niveau du bord inférieur de la cinquième vertèbre cervicale.

2-ORIENTATION

Les cordes vocales de l'enfant, et d'une manière plus générale son larynx, ne sont pas dans un plan horizontal, mais dans un plan incliné vers le bas et l'avant.

3-TAILLE

Le diamètre transversal du larynx du nouveau-né équivaut au tiers de celui du larynx d'une femme adulte.

Le larynx d'un nouveau-né mesure 18 mm de hauteur totale, c'est-à-dire la moitié de celui du larynx d'une femme adulte.

Les cordes vocales mesurent 4,5 à 5 mm de longueur à la naissance et vont présenter une croissance très rapide au cours des premiers mois de vie, pour atteindre 8 mm à l'âge de cinq ans (les cordes vocales d'une femme adulte mesurent 12 à 17 mm, celles d'un homme adulte 17 à 23 mm).

4-CONSTITUTION

La corde vocale est constituée chez l'enfant du muscle vocal recouvert de la muqueuse, sans ligament vocal individualisé. Ce dernier va se constituer progressivement à partir de l'âge de quatre ans pour être présent comme chez l'adulte au moment de la puberté.

Cette absence de ligament vocal rend la corde très lâche et probablement plus résistante que celle de l'adulte au forçage vocal, en particulier aux cris de la petite enfance.

II-particularités physiologiques de la phonation chez l'enfant

Chez l'enfant, l'évolution de la fonction phonatoire ne se fait pas seulement au niveau de la croissance et de la structure du larynx : elle est également physiologique.

En effet, plusieurs éléments vont intervenir :

- la croissance des organes phonateurs,
- la maturation neurologique,
- l'apprentissage par mimétisme,
- le développement du contrôle audio phonatoire.

Ces éléments du développement tiennent sous leur dépendance les caractères de la voix de l'enfant.

1-VENTILATION PHONATOIRE DE L'ENFANT

La cage thoracique de l'enfant est de forme circulaire (alors qu'elle est de forme ellipsoïdale chez l'adulte), et il y a prépondérance du jeu diaphragmatique dans la respiration : chez le nouveau-né, la respiration est abdominale de manière quasi exclusive.

Les muscles respiratoires deviennent de plus en plus puissants au cours de l'enfance, et la maîtrise progressive du souffle entraîne une augmentation de la puissance et de la stabilité de la voix.

La fréquence respiratoire est rapide chez l'enfant (25 à 45 cycles par minute au lieu de 16 par minute chez l'adulte) : cette fonction ne sera mature que vers 14 ans chez la fille, 18 ans chez le garçon.

Tout ceci fait que la mécanique respiratoire ne s'adapte pas d'emblée à la phonation :

Le cri, première manifestation vocale, met en jeu une activité musculaire diffuse, abdominale, thoracique, cervico-faciale et parfois même faisant participer les muscles de la colonne vertébrale.

Progressivement, en développant sa fonction vocale, l'enfant va adapter son fonctionnement musculaire et respiratoire pour une activité phonatoire de plus en plus fine.

2-QUALITES DU SON LARYNGE DE L'ENFANT

2-1-étendue vocale et tessiture

Il est important de différencier l'évolution physiologique de la voix parlée de l'enfant et celle de sa tessiture en voix chantée.

Étendue vocale : toutes les notes possiblement émises par un enfant évoluent peu avec l'âge. L'étendue vocale se situe autour de deux à trois octaves de la naissance à la puberté.

Cette étendue vocale est globalement centrée par la fréquence de la voix conversationnelle, qui s'abaisse progressivement avec l'âge.

Tessiture : l'ensemble des notes chantées sur lesquelles l'enfant se sent à l'aise, s'élargit nettement avec l'âge. La tessiture est d'environ une octave jusqu'à 8 ans, puis elle passe à deux octaves.

2-2-mécanismes laryngés

Comme l'adulte, l'enfant va utiliser différents mécanismes en fonction du son émis. On rappellera simplement que, comme pour l'adulte, la hauteur du son est proportionnelle à l'étirement de la corde vocale et inversement proportionnelle à la masse cordale en vibration : c'est-à-dire que plus la corde est tendue plus le son est aigu, plus la masse en vibration est importante plus le son est grave.

L'enfant va utiliser dans son fonctionnement laryngé différents mécanismes, mais c'est dans le mécanisme léger que l'accolement des cordes vocales est le meilleur (voix de tête pour la voix parlée de l'enfant).

Certains enfants utilisent dans le cri un mécanisme différent de la voix de tête, appelé « mécanisme de sifflet », qui aboutit à des cris stridents que tout le monde a entendu avec frissons... (!)

2-3-rôles des cavités de résonance

Les cavités de résonance sont plus réduites que chez l'adulte : or, plus une cavité est petite, plus la fréquence de résonance augmente. Les formants des différentes voyelles sont ainsi légèrement décalés vers l'aigu chez l'enfant, tout en conservant les mêmes rapports entre eux.

L'enfant apprend progressivement les positions correctes de la langue, du voile du palais, des lèvres pour l'articulation de la parole.

Les cavités de résonance sont le site des infections O.R.L. à répétition de l'enfance, et l'enfant devra s'adapter aux variations fréquentes de l'état de la muqueuse lors de la phonation.

Par ailleurs, les atteintes infectieuses répétées de la région ORL peuvent se compliquer d'épisodes hypo-acousie (otite) qui gêneront le contrôle audio phonatoire de la voix.

2-4-évolution de la motricité

Au fur et à mesure, l'enfant va progressivement améliorer ses capacités phonatoires par :

- l'adaptation de la mécanique respiratoire et du jeu laryngé,
- la maîtrise de l'activité musculaire nécessaire au fonctionnement des résonateurs.

Il lui faudra en effet une parfaite coordination motrice de cet ensemble très complexe pour progresser dans sa conquête de la parole et du langage. L'évolution de la voix et de la parole chez l'enfant s'inscrit donc dans le contexte général de la maturation neurologique et de la motricité.

2-5-contrôle audio phonatoire

Enfin, le développement de la phonation chez l'enfant, dépend pour une grande part du perfectionnement des fonctions d'analyse dont il dispose, et tout particulièrement de l'analyse auditive.

L'audition de sa propre voix est d'une importance capitale pour l'enfant : c'est le son qu'il entend le plus tôt et le plus souvent.

Plus tard, pour apprendre les positions articulatoires correctes, l'enfant utilise son oreille : il apprend à parler par approximations successives jusqu'à l'émission parfaite du son voulu.

On conçoit dès lors facilement les conséquences des pertes auditives mais modérées sous le développement de la parole du langage bien sûr, mais également sur celui de la voix de l'enfant.

III-la mue

La mue correspond à des modifications anatomiques, physiologiques et psychologiques survenant au moment de la puberté, particulièrement importantes chez le garçon et qui seront décrites ici.

La modification de la voix qui survient au cours de l'adolescence est spectaculaire chez le garçon. Elle survient le plus souvent entre 12 et 15 ans.

Elle n'est pas forcément brutale, et pendant plusieurs mois la voix subit sa maturation, instable entre le registre de tête de l'enfance, et le registre de poitrine de l'homme adulte.

Classiquement, la voix s'abaisse d'une octave chez le garçon.

Chez la fille, la mue passe plus inaperçue, avec abaissement du fondamental laryngé d'une tierce seulement, le timbre s'enrichissant en harmoniques graves.

1-LA MUE ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

1-1-modifications laryngées

Sous l'effet de l'arrivée des hormones mâles, des transformations importantes se produisent au niveau du larynx :

- les cartilages grandissent, le cartilage thyroïde change de forme, devenant saillant, ce qui correspond au relief de la pomme d'Adam,
- les muscles se renforcent, le ligament vocal s'individualise parfaitement,
- la partie membraneuse des cordes vocales s'accroît et représente maintenant les deux tiers antérieurs de la corde vocale,
- le registre vibratoire des cordes vocales se modifie, la voix est produite préférentiellement par le mécanisme lourd (chez le garçon).

1-2-modifications des résonateurs

Avec la croissance du crâne et du massif facial, les résonateurs se développent. Les amygdales palatines se rétractent, les végétations disparaissent, l'oropharynx s'élargit. Les fosses nasales se développent sous la croissance du nez et participent ainsi à la modification du timbre.

1-3-modifications respiratoires

La cage thoracique s'élargit, la musculature gagne en puissance, les volumes d'air mobilisés sont plus importants.

2-LA MUE PSYCHOLOGIQUE

2-1-s'adapter à cette nouvelle voix

La mue du garçon est parfois un épisode désagréable, à cause de l'instabilité vocale, des «couacs », de l'enrouement,...

Le garçon peut se sentir ridiculisé par cette voix qu'il contrôle mal, les sons pouvant être au cours de la même phrase produits successivement en voix de tête puis en voix de poitrine.

Par ailleurs, pour les enfants chanteurs, il faut faire en plus le deuil de la voix chantée infantile.

2-2-accepter son identité sexuelle

La voix est un caractère sexuel secondaire (comme la pilosité).

Chez l'enfant, le fondamental laryngé d'un garçon et d'une fille ainsi que leur voix chantée sont peu différents avant la puberté.

L'apparition d'une voix masculine chez le garçon va forcément de pair avec des considérations psychologiques concernant l'identité sexuelle. Un refus d'acceptation de cette identité peut conduire à fausser le déroulement d'une mue.