



**Université Lille 2**  
**Droit et Santé**



**Institut d'Orthophonie**  
**Gabriel DECROIX**

# **MEMOIRE**

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophonie  
présenté par :

**Florence NOËL**

soutenu publiquement en septembre 2015

**Étude de la corrélation entre l'apparition  
du vibrato vocal et le phénomène de mue  
chez des jeunes filles choristes âgées de  
9 à 15 ans**

MEMOIRE dirigé par :

**Dominique CHEVALIER**, Chef du service ORL, Hôpital Huriez, Lille

**Marie ARNOLDI**, Orthophoniste, Hôpital Huriez, Lille

Lille – 2015

*Valérie*, in memoriam

## Remerciements

Je tiens à remercier mes directeurs de mémoire, Madame Arnoldi et Monsieur le Professeur Chevalier, pour avoir accepté d'encadrer un sujet de mémoire assez atypique.

Je souhaite également exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur le Professeur Dejonckere, pour ses précieux conseils et sa grande disponibilité.

Je remercie vivement les chefs de chœur et responsables pédagogiques : Madame Pic, Madame Valzy, Madame Stroesser, et Monsieur Moriamez pour leur aide et leur chaleureux accueil.

J'exprime toute ma gratitude aux jeunes choristes et à leurs parents pour m'avoir permis de réaliser mes expériences. Les jeunes filles ont été remarquablement patientes, appliquées et agréables. Je garde un excellent souvenir de mon passage parmi elles.

Je remercie Madame Riquier et Monsieur Aunis, maîtres de stage, pour leur grande gentillesse, leur soutien indéfectible et leur clairvoyance.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Madame Bernard, qui n'a jamais cessé de croire et de m'encourager.

Mes pensées vont vers Madame Cannone, qui a toujours su trouver mots réconfortants et enthousiasme même dans l'adversité.

Je remercie mes camarades, en particulier Marie, Marie-Camille, Camille, Isabelle et Hélène.

Enfin, rien n'aurait pu être possible sans l'aide de mes parents. Merci maman pour tout ce que tu as fait pour moi.

# Table des matières

Introduction.....	1
Contexte théorique, buts et hypothèses.....	4
1. Hypothèses.....	5
2. Buts.....	7
3. Anatomie de l'appareil phonatoire.....	7
3.1 Le thorax.....	8
3.1.1 Les muscles respirateurs.....	8
3.1.2 Les muscles inspireurs.....	8
3.1.3 Les muscles expirateurs.....	9
3.2 Le larynx.....	9
3.2.1 Les cartilages.....	9
3.2.2 Le système musculaire.....	10
3.2.3 Les plis vocaux.....	10
4. La mue vocale.....	10
4.1 Modifications anatomiques.....	10
4.1.1 Migration du larynx.....	10
4.1.2 Augmentation du volume laryngé.....	12
4.2 Modifications vocales dues à la mue.....	12
4.2.1 Le schéma corporel vocal.....	13
4.2.2 Effets de l'imprégnation hormonale.....	14
5. La voix parlée.....	14
5.1 Voix d'expression simple.....	14
5.2 Voix projetée.....	15
5.3 Voix de détresse.....	15
6. La voix chantée.....	15
6.1 Mécanisme 0 : « fry ».....	16
6.2 Mécanisme I : « voix de poitrine ».....	17
6.3 Mécanisme II : « voix de tête ».....	18
6.4 Mécanisme III : « voix de sifflet ».....	18
6.5 La pression sous glottique.....	18
7. Spécificités de la voix infantile.....	20
7.1 La voix parlée.....	20
7.2 La voix chantée.....	20
8. Temps inspiratoire / temps phonatoire.....	21
9. Le vibrato.....	21
9.1 Anomalies du vibrato.....	23
9.1.1 L'amplitude.....	24
9.1.2 La périodicité.....	24
9.1.3 L'irrégularité.....	24
Sujets, matériel et méthode.....	26
1. Critères d'inclusion.....	27
1.1 Présentation de la population.....	27
1.2 Critères d'exclusion.....	28
2. Méthode.....	28
2.1 Exploitation des résultats.....	30
Résultats.....	31
1 Lien entre l'âge et les paramètres vocaux.....	38
2 Lien entre les paramètres vocaux et l'indice de masse corporelle.....	38
3 Lien entre la taille et les paramètres vocaux.....	39
4 Lien entre la ménarche et les paramètres vocaux.....	39

<u>5 Lien entre le vibrato et les autres paramètres vocaux.....</u>	<u>40</u>
<u>6 Évolution des paramètres vocaux.....</u>	<u>41</u>
<u>7 Interprétation des résultats.....</u>	<u>43</u>
<u>Discussion.....</u>	<u>45</u>
<u>1 Sur l'état de l'art.....</u>	<u>46</u>
<u>2 Rappel des résultats.....</u>	<u>47</u>
<u>3 Sur les hypothèses.....</u>	<u>49</u>
<u>4 Nombre des sujets.....</u>	<u>46</u>
<u>5 Conditions de passation des épreuves.....</u>	<u>48</u>
<u>6 Nature des épreuves.....</u>	<u>49</u>
<u>7 Point de vue des chefs de chœur.....</u>	<u>49</u>
<u>8 Ouverture.....</u>	<u>53</u>
<u>Conclusion.....</u>	<u>55</u>
<u>Bibliographie.....</u>	<u>57</u>
<u>Annexes.....</u>	<u>60</u>

# Introduction

Il est communément admis, parmi les pratiquants du chant lyrique, voire parmi les phoniâtres, que la mue est la condition incontournable pour la production du vibrato.

Le vibrato est la production vocale d'une note chantée, caractérisée par la perception d'une oscillation de 5 à 7 cycles par seconde autour de cette note.

Selon Benoît Amy de la Bretèque (1999) p4 : « La voix de l'enfant est dite *droite*, c'est-à-dire dépourvue de ce léger balancement des notes qu'on nomme *vibrato*, et qu'on retrouve plutôt chez l'adulte ».

Robert Expert, contre-tenor, quant à lui, explique via son site Internet que : « les enfants ont peu de vibrato. Celui-ci a tendance à s'amplifier avec l'âge. Malgré tout, un son parfaitement droit ne semble pas possible à produire vocalement. Même pour un son si peu vibré qu'on ne perçoit pas de vibrato, on entend malgré tout une différence en comparaison avec un son (électronique) exempt de vibrato. Produire un son vraiment droit ne semble donc pas naturel, voire pas possible, même au prix de contraintes violentes. »

Pourtant, les mécanismes à l'œuvre dans la production du vibrato ne sont pas élucidés.

Selon Kari Bragg (2012) p1 : « Le phénomène du vibrato vocal n'est pas clairement explicité. Au début des années 1930, Carl Seashore et une équipe de chercheurs ont initié des séries d'études concernant la nature et la production du vibrato. [...] Depuis cette époque, de nombreuses études sur la production du vibrato ont été menées, n'apportant pas de réponse définitive concernant la nature de sa production. Certains croient que le vibrato est un produit de la relaxation laryngée, d'autres pensent que le travail du souffle et le soutien produisent le vibrato; d'autres encore pensent que le vibrato est directement relié aux impulsions nerveuses ou au contexte émotionnel. Les études les plus marquantes de ces dernières années proviennent d'assemblage de multiples causes y concourant. »

Cette absence de consensus laisse à penser qu'émettre une note vibrée n'est peut-être pas indissociable du phénomène de mue vocale.

La mue vocale se définit comme le passage de la voix infantile à la voix adulte, sous l'effet de facteurs hormonaux. Si chez le garçon cette mutation se remarque assez aisément, notamment avec le passage inopiné et involontaire du mécanisme

dit de tête au mécanisme dit de poitrine, et inversement, la mue est un phénomène beaucoup plus discret chez la jeune fille.

Le phénomène de mue vocale est difficilement objectivable chez la jeune fille (Isabelle Chavinier 2005).

L'apparition du vibrato témoignerait ainsi de façon fiable de la mue de la jeune fille.

Pour cette étude de la corrélation entre apparition du vibrato et mue vocale, différents paramètres ont été pris en compte.

D'abord, des phénomènes physiques, comme l'âge, le poids, la taille, l'indice de masse corporelle, la ménarche, c'est-à-dire la date d'apparition des premières menstruations ; puis des phénomènes vocaux comme le fondamental usuel, la note la plus grave, la note la plus aiguë, l'ambitus (étendue maximale de la voix chantée), et la présence ou non de vibrato. Ceci afin d'obtenir des indices d'éventuel processus de mue en train de se produire.

Ces mesures ont été prises entre 4 et 10 mois d'intervalle selon les chœurs, afin de les comparer dans le temps.

La problématique sera de voir en quoi la capacité à émettre un vibrato est ou non liée au processus de la mue vocale.

Connaître les conditions d'apparition du vibrato vocal permet à l'orthophoniste une meilleure prise en compte de la physiologie de la voix chantée, et par conséquent, de juger de façon plus fiable de l'efficacité et de l'aboutissement de la rééducation d'un patient éprouvant des difficultés avec sa voix chantée.

# Contexte théorique, buts et hypothèses

Une soprano, Leslie Leedberg, avec son site Internet, explique que la mue vocale féminine se déroule en trois phases :

« I – Période pré pubertaire (de 8 à 10 voire 11 ans)

Ce stade se caractérise par une voix flûtée. Les jeunes filles peuvent aisément passer des sons graves aux sons aigus.

II A – Période pubertaire/pré ménarchale (de 11 à 13 ans)

A ce stade, les jeunes filles connaissent une « cassure » de leur voix du sol au si dans le haut médium. D'autres effets de la mue vocale incluent le fait d'être soufflée et la difficulté à chanter dans le registre plus grave. Le chant devient plus difficile quelquefois et peut être inconfortable.

II B – Période pubertaire/post ménarchale (de 13 à 15 ans)

Les jeunes filles âgées de 13 à 15 ans peuvent émettre une voix plus rauque ou aggravée. Leur zone la plus confortable est réduite à environ six notes, et les notes inférieures sont habituellement les plus faciles à produire. C'est le stade le plus critique du développement. La tessiture peut se décaler vers les aigus ou vers les graves, en réduisant l'étendue. Les changements à ce stade sont sporadiques et imprévisibles.

III – Période post ménarchale jeune adulte (à partir de 14 ou 15 ans)

Le son produit peut être inconsistant et être empreint de quelque forçage, mais on note une diminution du souffle dans la voix, et le timbre devient plus plein et plus riche. A ce stade, les jeunes filles peuvent commencer à produire le vibrato. »

Pourtant, les mécanismes à l'œuvre dans la production du vibrato ne sont pas élucidés. Il semble donc pour le moins hasardeux d'établir une classification aussi précise comme le fait Leslie Leedberg.

## 1. Hypothèses

L'hypothèse principale, point de départ de ce mémoire, est que la mue vocale serait la condition incontournable pour produire un vibrato.

Ainsi, une jeune fille pré-pubère, et dont la voix aurait conservé des caractéristiques infantiles, comme un fondamental usuel élevé, serait incapable d'émettre une note vibrée.

A l'inverse, la capacité à produire un vibrato serait la preuve indiscutable que le processus de mue vocale est initié, voire accompli.

Pour pouvoir établir que la mue est à l'œuvre, sans tenir compte de la capacité ou non de produire un vibrato, plusieurs repères biologiques ont été envisagés concomitamment.

- La taille, le poids et l'indice de masse corporelle (IMC), afin de repérer la croissance et la prise de poids rapides liées à la puberté.
- La date approximative de la ménarche pour les jeunes filles concernées.
- La note émise la plus grave ; la note la plus aiguë.

On s'attend à ce que plus une choriste est âgée, plus elle est apte à chanter les notes les plus graves ; plus une choriste est jeune, plus elle est capable de chanter les notes les plus aiguës.

Les notes que peut émettre un enfant évoluent peu avec l'âge: l'étendue vocale reste relativement stable. Elle se situe autour de deux à trois octaves de la naissance à la puberté. Cette étendue vocale est centrée sur la fréquence de la voix conversationnelle, qui s'abaisse progressivement avec l'âge.

Le nombre des notes chantées avec lesquelles l'enfant se sent à l'aise, ce qu'on appelle la tessiture, augmente nettement avec l'âge.

Vers l'âge de deux mois, la « tessiture » est de cinq demi-tons, l'enfant utilisant préférentiellement des fréquences aiguës.

Vers l'âge de sept mois, la tessiture est d'environ une octave, avec une plus grande aptitude à émettre des sons graves avec la migration du larynx dans le cou.

La tessiture est d'environ une octave jusqu'à 8 ans, puis elle passe à deux octaves.

- L'étendue maximale de la voix chantée.

On postule que l'étendue vocale d'une jeune fille réglée est supérieure à celle d'une jeune fille non réglée.

- Le fondamental usuel.

On pose que les valeurs du fondamental usuel seront plus élevées chez les jeunes filles non pubères et plus basses chez les jeunes filles pubères. Ce qui signifie que la voix parlée serait plus grave chez un sujet réglé.

- Le vibrato.

Les signes de la mue vocale précédemment évoqués sont analysés avec la variable « absence » ou « présence » de vibrato afin d'établir une éventuelle corrélation avec la mue.

On peut donc s'attendre, pour résumer, à ce que plus une jeune fille est âgée, plus sa note grave sera basse ; moins sa note aiguë sera haute ; plus l'ambitus sera large ; plus le fondamental usuel sera grave et plus le vibrato sera net.

## **2. Buts**

Savoir si l'émission d'un vibrato signe de façon fiable le processus de mue vocale chez les jeunes filles contribue à une meilleure connaissance générale de la voix. On peut alors établir des repères sur ce qu'on peut attendre d'une voix « normale ».

Si la mue est nécessaire pour produire un vibrato, alors la technique vocale des très jeunes filles incapables de l'émettre ne saurait être en cause. De même, elles ne sauraient être considérées comme pathologiques.

Si la mue n'est pas nécessaire pour produire un vibrato, alors il convient d'en rechercher les causes chez les très jeunes filles qui ne parviennent pas à l'émettre, afin de savoir si ceci relève de la prise en charge orthophonique.

## **3. Anatomie de l'appareil phonatoire**

Le système phonatoire comporte trois étages qui se coordonnent afin de produire un son articulé. Ces trois étages sont :

- l'appareil respiratoire, constitué des poumons des muscles inspireurs, dont le principal est le diaphragme, et des muscles expirateurs.
- Le vibreur laryngé, qui permet de produire une vibration sonore grâce à l'action des plis vocaux.
- Les résonateurs, fixes, et les organes articulatoires, mobiles, grâce auxquels l'être humain peut produire une parole articulée, et également enrichir les harmoniques de la voix chantée et parlée.

### **3.1. Le thorax**

Le thorax constitue la partie supérieure du tronc.

Il a la forme d'un cône tronqué aplati d'avant en arrière. Il est limité en haut par la première paire de côtes, le manubrium sternal et la première vertèbre dorsale. Il est limité en arrière par les 12 vertèbres dorsales et par les arcs costaux postérieurs. Il est limité en avant par le sternum. Il est limité en bas par le diaphragme et par l'appendice xiphoïde.

Chez l'enfant, la cage thoracique est de forme circulaire (en forme d'ellipse chez l'adulte), ce qui implique un fonctionnement dynamique différent, notamment en terme de mécanique respiratoire.

Les côtes s'articulent avec les facettes articulaires des vertèbres correspondant. Ceci permet les mouvements costaux et thoraciques liés à la respiration.

#### **3.1.1. Les muscles respirateurs**

Les muscles respirateurs se divisent en deux groupes : les muscles inspireurs et les muscles expirateurs. La fonction vocale est une fonction accessoire de la respiration : la fonction principale étant d'assurer l'hématose.

#### **3.1.2. Les muscles inspireurs**

Le muscle inspireur principal est le diaphragme.

Il est en forme de dôme allongé transversalement. Lorsque le diaphragme se contracte, il élargit la base du thorax dans les trois plans de l'espace, offrant ainsi l'espace nécessaire à la dilatation des poumons.

Les muscles intercostaux externes et moyens sont les muscles inspireurs accessoires. Ils sont mobilisés en cas d'effort respiratoire plus intense, comme lors du recours à la voix chantée.

### **3.1.3. Les muscles expirateurs**

Les muscles expirateurs principaux sont les muscles abdominaux.

De la profondeur à la surface, on trouve le transverse, le petit oblique et le grand oblique. Ces muscles produisent un resserrement de la sangle abdominale. En cela, leur action est antagoniste du muscle diaphragmatique. Cette action antagoniste à celle du diaphragme permet de réguler le débit du souffle phonatoire, et donc la pression sous glottique.

Les muscles intercostaux externes et moyens forment le deltoïde costal, et permettent aux côtes de s'abaisser en « anse de seau » (François Le Huche, 1991). Ceci correspond à une utilisation appropriée de la mécanique costale, préservant le sujet parlant ou chantant du phénomène de forçage vocal.

Lorsque la pression expiratoire n'est pas correctement régulée, c'est le larynx qui supplée ce déséquilibre en augmentant la fréquence et la pression d'accolement des plis vocaux : c'est le forçage. Si ce fonctionnement devient habituel, des lésions risquent d'apparaître, comme des nodules.

## **3.2. Le larynx**

Le larynx ressemble à une boîte cylindrique. Il est formé de muscles, recouvert d'une muqueuse de type respiratoire, de membranes et de cartilages. Il est situé à la face antérieure du cou, en regard des vertèbres C6 – C7 à l'âge adulte, comme le montre le schéma de la migration laryngée p 11.

Sa fonction principale est d'assurer la protection des voies aériennes supérieures lors de la déglutition.

### **3.2.1. Les cartilages**

La structure cartilagineuse du larynx est constituée de cinq éléments principaux.

Le cartilage cricoïde fait suite à la trachée. Il est de forme circulaire avec un « chaton » à la partie dorsale. Il supporte les deux cartilages aryénoïdes. Le rôle

premier de ce cartilage et de maintenir la trachée ouverte et d'éviter le collapsus en phase inspiratoire.

Le cartilage thyroïde est formé de deux lames ouvertes en arrière qui se prolongent en bas par les petites cornes et en haut par les grandes cornes.

Les cartilages aryénoïdes, au nombre de deux, sont de forme triangulaire. Ils sont posés en équilibre au sommet du chaton cricoïdien. Ce sont ces cartilages qui supportent le ligament du pli vocal.

L'épiglotte est un cartilage en forme de feuille qui se rabat sur la margelle laryngée lors de la phase pharyngienne de la déglutition. Il ne joue aucun rôle dans la phonation.

### **3.2.2. Le système musculaire**

Les muscles intrinsèques du larynx se divisent en trois catégories : abducteurs, adducteurs de la glotte, et tenseur des plis vocaux.

Les muscles adducteurs sont : les deux thyro aryénoïdiens inférieurs ; l'inter aryénoïdien ; les deux crico aryénoïdiens latéraux et les deux thyro aryénoïdiens inférieurs. Ces muscles permettent la fermeture de la glotte, nécessaire lors de la déglutition et de la phonation.

Les muscles adducteurs sont les deux crico aryénoïdiens postérieurs. Ils permettent à la glotte une ouverture forcée, notamment en cas d'efforts respiratoires intenses.

Le muscle tenseur des plis vocaux sont les deux muscles crico thyroïdiens. Ils permettent de réaliser la bascule du larynx, qui entre en jeu lors de l'utilisation du registre dit de tête.

### **3.2.3. Les plis vocaux**

Les plis vocaux sont disposés horizontalement. Ils naissent en arrière de l'apophyse vocale du cartilage aryénoïde et s'insèrent en avant sur l'angle de la face interne du cartilage thyroïde.

Le pli vocal est constitué de trois éléments, de la profondeur à la surface :

le muscle thyro aryénoïdien, la *lamina propria*, principalement constituée de collagène, et la muqueuse qui ménage en son centre une cavité appelée espace de Reinke. Cet espace permet une plus grande liberté à la vibration, et donc une plus grande efficacité pour celle-ci.

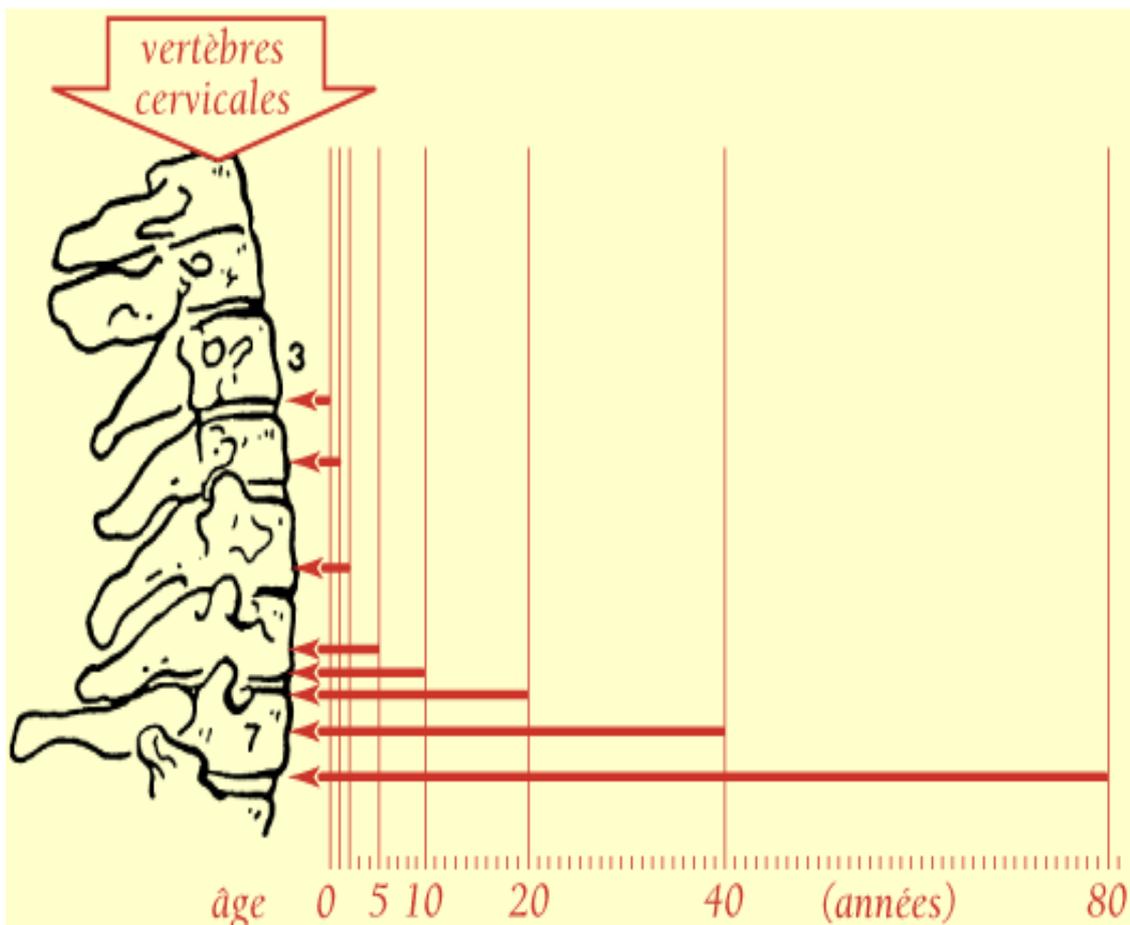
## 4. La mue vocale

### 4.1. Modifications anatomiques

La mue vocale a lieu dans un contexte plus général de modification du corps, appelée puberté. Pendant la période pubertaire, la courbe staturo-pondérale s'accroît, l'indice de masse corporelle (IMC) augmente, et la ménarche se met en place. Chez la jeune fille, le phénomène de mue vocale est assez discret, c'est pourquoi les modifications corporelles plus générales sont autant d'indices pour déterminer si ce phénomène est initié.

#### 4.1.1. Migration du larynx

Figure 1 : schéma de la migration du larynx en fonction de l'âge.



Jan Wind (2001) cité par Jocelyne Sarfati (2002).

Au cours de la vie, le larynx ne cesse de descendre dans le cou.

A la naissance, le larynx se situe en rapport avec la troisième vertèbre cervicale, ce qui permet la tétée et la respiration simultanées.

À l'âge de 10 ans, il est situé en rapport avec la sixième vertèbre cervicale (Jocelyne Sarfati 2001). Par conséquent, la longueur du tractus vocal est augmentée, jusqu'à environ 17 cm, ce qui a pour effet de déplacer le fondamental usuel vers des fréquences plus graves.

#### **4.1.2. Augmentation du volume laryngé**

Chez le nourrisson, les plis vocaux mesurent environ 5 mm de long.

Chez l'enfant, les plis vocaux mesurent 6 mm à un an et 8 mm à six ans (François Le Huche, 1991). La taille du larynx augmente dans tous les plans de l'espace. Cette augmentation, qui s'accélère pendant la mue, est de 34% chez la fille (64% chez le garçon). Le pli vocal s'allonge et devient proportionnellement moins épais. Cet allongement est achevé en 13 à 20 mois chez la jeune fille. La taille définitive est atteinte vers 17 ou 18 ans, et les plis vocaux mesurent alors 12 à 17 mm. L'angle du cartilage thyroïde est ouvert à 120°, ce qui explique que les plis vocaux sont moins longs chez la femme que chez l'homme, et donc que sa voix est plus aiguë.

#### **4.2. Modifications vocales dues à la mue**

La hauteur tonale, c'est-à-dire le nombre de vibrations des plis vocaux par seconde, baisse au fil de la mue. La voix parlée de la jeune fille passe de 260 Hz vers 12 ans à 220 Hz à l'âge adulte, ce qui représente une aggravation d'une tierce. En musique, une tierce représente l'intervalle séparant deux sons. Par exemple, de do à mi il y a une tierce (do-ré-mi).

Le timbre représente l'identité vocale d'un individu. Il dépend de la taille et de la conformation des résonateurs, ainsi que de la structure des plis vocaux. De plus, des facteurs psychologiques peuvent également l'influencer.

D'une façon générale, les harmoniques graves se renforcent avec la mue. Une harmonique est une composante d'un son périodique, multiple de la fréquence fondamentale.

Chez les jeunes filles, la mue est plus discrète que chez les garçons. En particulier, elle n'est pas marquée par une instabilité de passage entre le registre de tête et le registre de poitrine, appelée « couacs ». Tout juste les jeunes filles choristes

décrivent-elles une gêne momentanée due à la congestion des plis vocaux inhérente au phénomène de la mue (Isabelle Chavinier 2005).

#### **4.2.1. Le schéma corporel vocal**

Le schéma corporel vocal intéresse la voix parlée et la voix chantée. Toutefois, lorsque ce schéma n'est pas convenablement mis en place, la voix chantée sera affectée de façon plus flagrante que la voix parlée.

L'émission de la voix, qu'elle soit chantée ou parlée, est le résultat de la coordination de plusieurs muscles, qui ne se limitent pas à ceux du larynx. En effet, le chanteur règle la position du larynx dans son cou, la quantité d'air dans ses poumons, l'action des muscles thoraciques et abdominaux, qui lui permettent d'inspirer, d'expirer de réguler le débit d'air et la pression sous glottique. Et finalement, c'est la position de son corps tout entier que le chanteur doit réguler.

Or, à l'adolescence, lorsque la voix mue, le corps dans son ensemble subit une mutation. En particulier, on assiste à un pic de croissance et à une prise de poids concomitante. Parfois, les membres inférieurs croissent plus rapidement que le tronc, entraînant une dysharmonie morphologique temporaire, et une remise en cause des repères corporels anciens.

De surcroît, l'adolescence est également une période de grands remaniements psychologiques et affectifs. En particulier, il s'agit pour l'enfant d'accepter sa nouvelle identité sexuée, ce qui ne va pas toujours de soi : les garçons, peuvent voir leur mue faussée, tandis que les jeunes filles peuvent adopter des stratégies déviantes, comme le recours à une voix soufflée, afin de conserver artificiellement une voix infantile.

Tout ceci peut entraîner, chez le jeune garçon comme chez la jeune fille, un changement des repères proprioceptifs et psychologiques, et donc une modification du schéma corporel vocal. Selon Yves Omezzano (2014) p73 : « Son contrôle [de l'émission de la voix] se fait grâce à l'utilisation continue des informations sur l'état du « système » par des récepteurs sensitifs et acoustiques, grâce à la comparaison avec des schémas vocaux préétablis et connus. [...] Le schéma corporel vocal recouvre en fait la sensation, au sens large du terme, que l'on a de sa voix : somesthésique, kinesthésique, auditive, etc. » (Yves Omezzano, 2014).

#### **4.2.2. Effets de l'imprégnation hormonale**

Sous l'action hormonale, la voix se sexualise. Avant la puberté, l'individu a une voix d'enfant, et on peut difficilement faire la différence entre la voix d'un garçon et la voix d'une fille. Seul le contour intonatif, plus riche chez la fille, permet à une oreille habituée de déterminer le sexe de l'interlocuteur.

Durant la puberté, la production d'œstrogènes et de progestérone va faciliter le passage de d'une voix d'enfant à une voix de femme.

L'ovaire est prêt à assumer sa fonction de reproduction, et les cycles menstruels apparaissent, d'abord irréguliers, puis ils se régularisent.

La muqueuse vocale voit se développer un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé avec trois couches individualisées sur le bord libre des plis vocaux ; la muqueuse glandulaire sus et sous cordale devient hormono-dépendante aux œstroprogestatifs.

Ainsi, la sécrétion d'œstrogènes entraîne une hypertrophie et une prolifération des cellules de la muqueuse laryngée, et une diminution de la desquamation des couches superficielles de la muqueuse du pli vocal. L'action de la progestérone ne débute qu'après une imprégnation œstrogénique des tissus : les œstrogènes déclenchent l'action et l'augmentation des sites récepteurs à la progestérone.

L'action de la progestérone est anti proliférative sur la muqueuse, et accélère le processus de desquamation des cellules. La muqueuse laryngée se dessèche lors de l'exposition à la progestérone.

## **5. La voix parlée**

Selon François Le Huche (1991) la voix parlée revêt différents aspects, directement liés aux circonstances d'utilisation de la voix. Ceci montre que le chant n'est pas le seul moyen d'expression où l'intentionnalité et l'émotion sont prépondérantes ; n'y a donc pas de dichotomie stricte entre la voix parlée et la voix chantée.

### **5.1. Voix d'expression simple**

La voix d'expression simple est utilisée lorsque le locuteur n'a pas l'intention d'agir sur autrui, pour modifier son comportement. Il s'agit d'exprimer des impressions, des souvenirs, ou de parler tout seul. Le plus souvent, c'est la

respiration thoracique supérieure qui est employée dans ce type de comportement qui ne demande pas de gros effort vocal.

## **5.2. Voix projetée**

On utilise la voix projetée dans le but de modifier le comportement ou la disposition mentale du récepteur. Elle est utilisée pour appeler quelqu'un, affirmer des convictions, ou se produire vocalement en public (François Le Huche, 1991). Elle demande un plus gros effort des muscles respiratoires et laryngés que la voix d'expression simple.

Le souffle abdominal est le plus souvent utilisé dans ce comportement de projection vocale : l'action agoniste et antagoniste du diaphragme et des muscles abdominaux permettent une régulation du souffle phonatoire.

Chez le choriste amateur, et en particulier chez le jeune choriste, dont la technique vocale est le plus souvent « intuitive », c'est la voix projetée qui est utilisée (Émilie Bach, 2011). La voix chantée est une voix projetée, mais d'un type particulier, avec une recherche d'expressivité spécifique, qu'une technique aboutie permet d'acquérir.

## **5.3. Voix de détresse**

Un locuteur est amené à utiliser la voix de détresse lorsqu'il perçoit un caractère d'urgence. Le message, ainsi que l'intention d'agir sur autrui est au premier plan. Ici, le diaphragme ne peut pas intervenir pour contrôler la pression expiratrice, ce qui rend la parole « aboyante ». Si ce comportement vocal se reproduit trop souvent, il y a un risque d'endommager les plis vocaux.

## **6. La voix chantée**

Lorsque l'on chante, à la différence de lorsque l'on parle (sauf en cas de production littéraire ou artistique), la visée esthétique est prépondérante.

Ceci suppose donc un travail particulier tant au niveau de la production d'un effort vocal spécifique, que d'une intention expresse de toucher un auditoire notamment par la recherche esthétique. Dans le cadre de cette recherche esthétique, une plus grande étendue vocale est utilisée dans le chant que dans la voix parlée. Pour augmenter cette étendue vocale, le chanteur est amené à utiliser différents « registres ».

Comme l'explique Nathalie Henrich (2012) : p73 « [les] différences entre voix parlée et voix chantée ne sont [...] pas anatomiques. Elles proviennent du contrôle de l'instrument, de l'exploration de ses possibles, de la conscientisation de son usage. » Toujours selon Nathalie Henrich (2012) p73 « Les différents niveaux de l'appareil vocal sont donc identiques mais le chant exige une maîtrise précise des adaptations pneumo-phono-résonantielles ». Ainsi, dans la voix chantée, par rapport à la voix parlée, on assiste à :

- un allongement des voyelles ;
- une exploitation plus importante de l'ambitus (étendue extrême de la voix chantée. Les extrêmes grave et aigus ne sont pas utilisés car inconfortables pour le chanteur) ;
- un travail du timbre ;
- une augmentation de l'intensité et de la dynamique.

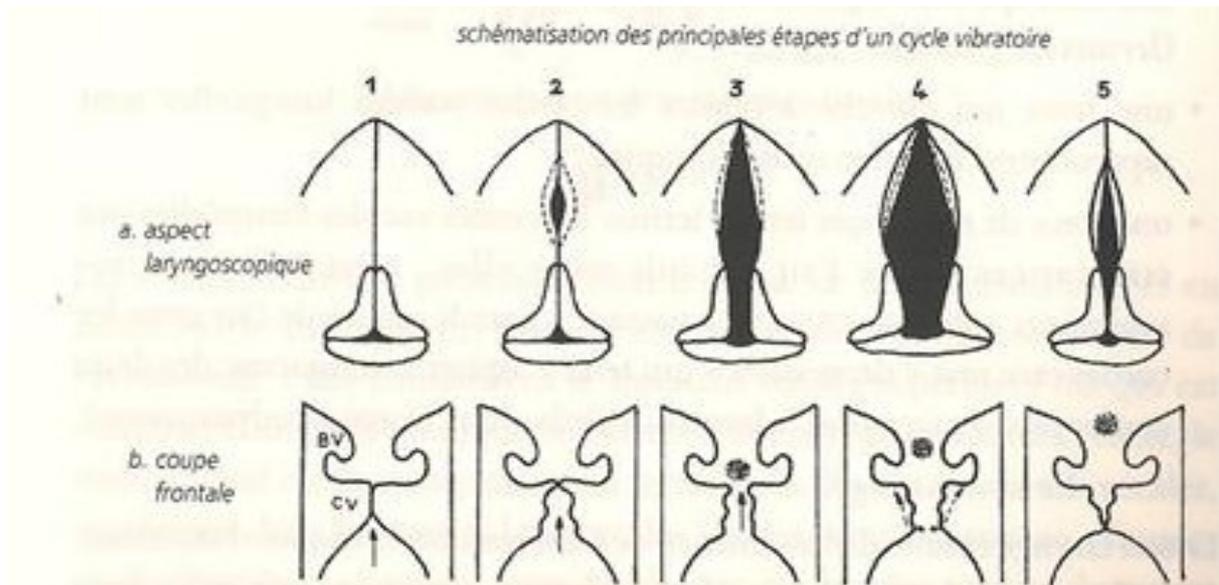
### **6.1. Mécanisme 0 : « fry »**

Ce mécanisme, surtout utilisé par les barytons (voix masculine intermédiaire entre le ténor et la basse) et les basses (voix masculine la plus grave), mais qu'on peut également rencontrer chez les femmes, permet d'émettre les fréquences les plus basses, jusqu'à 80 à 100 Hz.

Les plis vocaux sont raccourcis, ce qui augmente la masse vibrante. Le muscle vocal est assez détendu et peu sollicité. Les bandes ventriculaires, replis muqueux laryngés situés au-dessus des plis vocaux, sont souvent impliquées dans ce registre.

## 6.2. Mécanisme I : « voix de poitrine »

Figure 2 : schéma d'un cycle vibratoire en mécanisme I.



Adapté d'après Vennard (1967), par Lacau St Guily & Roubeau (1994), cité par Henrich, (2001)

Le mécanisme I est requis pour l'émission des sons graves à médium. Les plis vocaux s'affrontent en bourrelets épais, et le pli vocal est impliqué dans toute sa longueur. Les sons de faible intensité sont difficiles à réaliser en voix de poitrine.

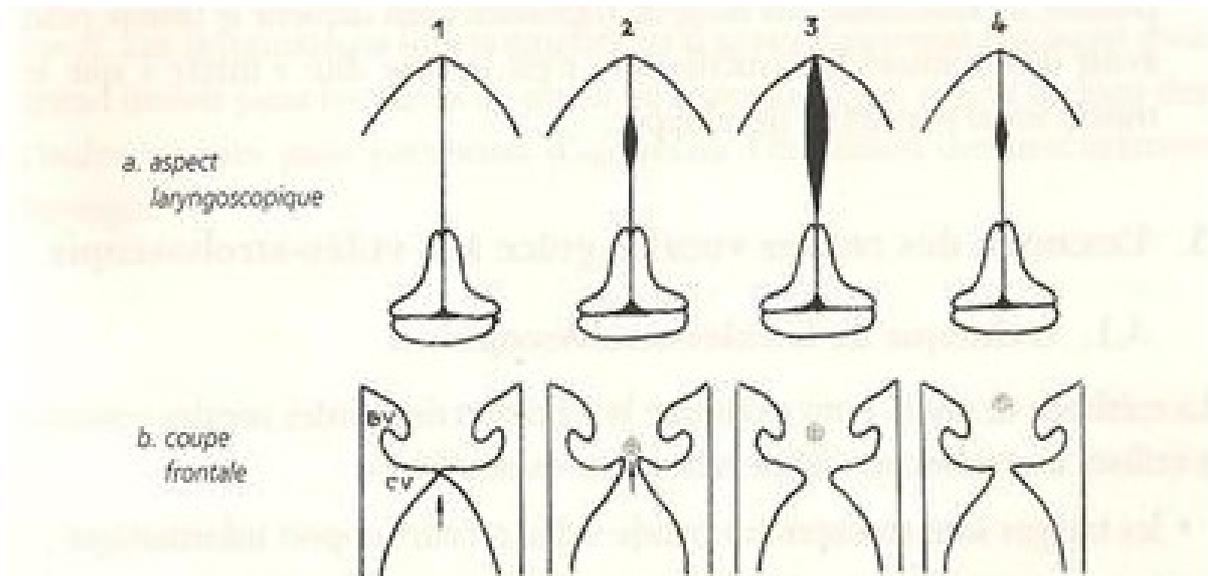
Avant la mue, l'enfant peut occasionnellement utiliser ce mécanisme, mais il n'a pas sa préférence, en particulier chez les jeunes filles.

D'après Robert Roubeau et *al.*, intervenant dans le cadre du congrès de phoniatry de Paris (2013) p1 : «L'exploration d'une population de 36 enfants comportant des apprentis chanteurs et des "non chanteurs" âgés de 8 à 13 ans a montré de grandes similitudes entre le phonétogramme de l'enfant et celui de l'adulte, permettant de conclure que les propriétés vibratoires des mécanismes laryngés sont déjà installées chez l'enfant dès 8 ans. »

A l'occasion de ce congrès de phoniatry, il a donc été expliqué qu'un enfant de huit ans recourt à la même mécanique laryngée qu'un adulte. Ce qui signifie que si un enfant de huit ans ne parvient pas à produire un vibrato, c'est que la réalisation de celui-ci ne dépend pas uniquement de la mécanique laryngée.

### 6.3. Mécanisme II : « voix de tête »

Figure 3 : schéma d'un cycle vibratoire en mécanisme II.



Adapté d'après Vennard (1967), par Lacau St Guily & Roubeau (1994), cité par Henrich, (2001)

Avant la mue, l'enfant, fille ou garçon, adopte préférentiellement ce mécanisme tant pour la voix parlée que pour la voix chantée, car « le larynx de petite taille vibre plus aisément en deuxième mécanisme » Benoît Amy de la Bretèque (1999).

Les plis vocaux s'affrontent en bourrelet mince, la masse vibrante est plus faible que pour le registre dit de poitrine. Ce mécanisme II permet d'émettre des sons plus aigus, mais également moins riches en harmoniques graves. Le muscle crico-thyroïdien est sollicité et réalise la « bascule laryngée ».

### 6.4. Mécanisme III : « voix de sifflet »

Ce registre, rarement utilisé, est requis pour atteindre les sons les plus aigus. La masse vibrante du pli vocal est particulièrement faible. L'enfant peut utiliser ce registre lorsqu'il crie.

### 6.5. La pression sous glottique

Dans le cadre des Entretiens de Bichat en orthophonie de septembre 2011, Claire Pillot-Loiseau présente une expérimentation visant à mesurer la pression sous glottique, afin de mieux poser le diagnostic de la dysodie.

Pour que la parole soit suffisamment puissante, une pression sous glottique constante doit être maintenue.

La pression pendant la parole fluctue entre 10 cm H<sub>2</sub>O et la pression atmosphérique, dépendant de la phase d'expiration : durant l'inspiration, la pression est en dessous de la pression atmosphérique, et durant l'expiration, elle est au-dessus. Pendant la phase de tenue des occlusives sourdes, la pression sous glottique est habituellement égale à la pression intra orale.

Pour la tenue des occlusives sonores, la pression intra orale est inférieure à la pression sous glottique en raison du voisement.

Pour les voyelles, la pression intra orale est nulle car la bouche est ouverte Donald William Warren (1996).

Toujours selon Claire Pillot-Loiseau, les valeurs de la pression sous glottique de la voix parlée sont très variables car celle-ci est liée à la fréquence fondamentale et à l'intensité. Pour la voix parlée, les valeurs de la pression sous glottique sont comprises entre 7 et 10 cm H<sub>2</sub>O à intensités et fréquences fondamentales « confortables », et peuvent atteindre 15 cm H<sub>2</sub>O à très fortes intensités.

Chez les chanteurs professionnels, la dynamique de la pression sous glottique est beaucoup plus grande : en moyenne 20 à 30 cm H<sub>2</sub>O chez les chanteurs d'opéra.

Le débit des femmes est généralement moins élevé que celui des hommes. Les valeurs de la pression sous glottique d'une voix parlée féminine sont très variables, et s'étendent le plus souvent entre 125 et 170 ml/s pour les intensités et fréquences « confortables » .

Les valeurs de la pression sous glottique d'une voix chantée féminine se situent entre 150 et 250 ml/s pour les voyelles.

Le fait que la pression sous glottique ne cesse de varier, en fonction de nombreux critères, rend la maîtrise du soutien du souffle délicate. Or, la production du vibrato est le résultat d'un équilibre entre l'action des muscles constricteurs et dilatateurs de la glotte. La régulation de cette action est elle-même fonction de la force qui s'applique sur ceux-ci. Donc l'émission du vibrato s'effectue à partir d'un « matériau » mouvant. D'où l'importance de l'expérience pour apprendre à maîtriser son instrument vocal.

## 7. Spécificités de la voix infantile

### 7.1. La voix parlée

L'étendue vocale, c'est-à-dire toutes les notes que peut émettre un enfant, évolue peu avec l'âge. Elle se situe autour de deux à trois octaves de la naissance à la puberté. Cette étendue vocale est globalement centrée sur la fréquence de la voix conversationnelle, qui s'abaisse progressivement avec l'âge.

Les premiers cris émis par le nouveau-né se situent autour de 440 à 500 Hz, pour une intensité de 80 à 90 dB. Les harmoniques sont assez pauvres, et surtout centrés sur les aigus.

Vers deux mois, l'étendue de la voix parlée est de cinq  $\frac{1}{2}$  tons, avec une préférence pour les aigus.

Vers sept mois, l'étendue atteint environ une octave. Le larynx, qui est à présent capable de s'abaisser, permet d'émettre des sons plus graves. Les variations rythmiques sont très explorées par l'enfant.

A sept ans, le fondamental usuel des garçons comme des filles se situe autour de 250 à 280 Hz. L'étendue vocale est de 2,5 octaves.

Peu à peu, le fondamental va s'aggraver, et la tessiture continue de gagner des notes aiguës.

La voix de l'enfant est donc très fluctuante selon son âge. Les fluctuations concernent l'intensité, le timbre, l'étendue vocale, et la capacité pulmonaire. Cette instabilité peut être une des raisons pour lesquelles l'enfant ne peut maîtriser suffisamment son instrument vocal pour produire un vibrato.

### 7.2. La voix chantée

L'intensité de la voix chantée de l'enfant est moindre par rapport à celle de l'adulte.

Ceci est dû au développement anatomique de ses organes respiratoires et phonatoires qui n'ont pas encore atteint leurs capacités optimales et définitives. Ceci explique également que le temps phonatoire est réduit chez l'enfant.

Or, l'émission d'un vibrato requiert qu'on puisse tenir vocalement une note pendant un certain temps.

La préférence de l'enfant pour le mécanisme « de tête » lui permet de chanter les notes des octaves 3 et 4.

La tessiture, c'est-à-dire 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 huit ans, puis elle passe à deux octaves, notamment en raison de la migration du larynx dans le cou qui augmente les dimensions de la cavité pharyngolaryngée.

## **8. Temps inspiratoire / temps phonatoire**

Au repos, le temps inspiratoire et le temps expiratoire sont égaux.

Mais lorsqu'on utilise la voix chantée, le rapport entre le temps inspiratoire et le temps phonatoire est très inégal, en faveur du temps expiratoire. La reprise inspiratoire correspond à une interruption de la ligne mélodique, à moins que le compositeur ne l'ait prévue dans sa partition. Il convient donc de la rendre la plus brève possible.

La fréquence respiratoire au repos est plus rapide chez l'enfant que chez l'adulte : 25 à 45 cycles par minute au lieu de 16 par minute chez l'adulte. La fonction respiratoire ne sera mature que vers 14 ans chez la fille, 18 ans chez le garçon, c'est-à-dire dans la période autour de la puberté. L'enfant utilise préférentiellement une respiration abdominale, les muscles inspireurs accessoires étant moins développés.

## **9. Le vibrato**

D'un point de vue acoustique, le vibrato se définit comme la perception d'une oscillation de 6 à 7 cycles par seconde autour d'une note.

Le son émis vocalement va alternativement plus haut et plus bas que la note cible. L'émission de cette note cible se produit à une distance plus ou moins rapprochée. Selon Robert Francès (1958) p26 « l'intensité est également concernée par le vibrato, sa variation est de l'ordre de 4,4 dB ».

Il n'y a pas de consensus quant aux processus qui concourent à la production d'un vibrato. D'après Ingo Titze (2001), il s'agirait d'un mécanisme réflexe de longue latence (supérieur à 40 ms).

Une action équilibrée des muscles laryngés agonistes et antagonistes serait la cause de l'oscillation propre au vibrato. On comprend donc, par ce phénomène de latence du mécanisme réflexe, que le vibrato ne peut se « déclencher » que si on

tient une note suffisamment longtemps, de l'ordre de deux à trois secondes pour les chanteurs ayant acquis une grande maîtrise vocale.

Cependant, Robert Expert explique via son site Internet que : « Chez les 4/5 [des chanteurs] restants qui étudient le chant lyrique, la construction du vibrato est la simple révélation d'un phénomène naturel, par suppression d'actions musculaires et/ou nerveuses empêchant son expression. »

La pédagogie du chant lyrique semble s'accorder sur le fait qu'on ne travaille pas spécifiquement le vibrato, mais qu'il est plutôt la révélation de processus naturels.

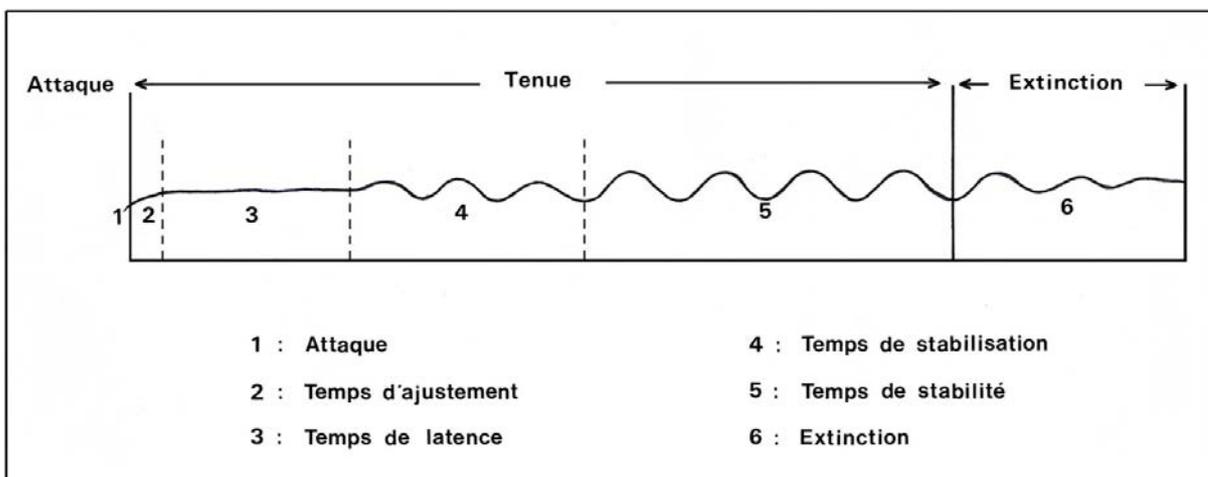
De même, lorsqu'un chanteur se plaint de son vibrato à un professionnel de santé, celui-ci se penchera sur la santé générale de la voix, et non pas sur le vibrato en particulier : « [...] Les problèmes structurels, persistants, de vibrato sont souvent à mettre en rapport avec un problème plus général de technique vocale, dépassant largement le cadre spécifique du vibrato. Le problème de vibrato ne fait alors qu'attirer l'attention sur le déséquilibre musculaire » (Philippe Dejonckere, 1998), p5.

« Dans la voix chantée, la tenue d'un son vibré isolé ou à l'initiale d'un groupe respiratoire, se décompose en quatre phases :

- un temps d'ajustement (2) qui correspond au délai du feed-back auditif et au cours duquel le chanteur rectifie sa justesse d'émission par rapport à l'attaque;
- un temps de latence (3) qui lui permet de s'assurer de la bonne hauteur du son avant de commencer à le faire vibrer ;
- un temps de stabilisation (4) au cours duquel s'installe le vibrato qui est très souvent instable dans ses premières périodes ;
- et enfin un temps de stabilité (5) qui apparaît lorsque le vibrato est parfaitement stabilisé ».

(Nicole Scotto Di Carlo, 2006) p159.

Figure 4 : schéma des différentes phases d'un son vibré, ibid. p159.



Émettre un vibrato permet aux chanteurs de « passer par-dessus » l'orchestre et de mieux faire entendre au public leur émission vocale.

Le *singing formant*, ou « formant du chanteur », qui correspond à un renforcement des harmoniques autour de la fréquence de 3000 Hz, permet également à un chanteur de faire entendre sa production vocale, malgré la musique jouée parfois par 120 musiciens. Cependant, le formant du chanteur concerne en priorité les voix masculines. De plus, la physiologie de l'audition met en avant un phénomène dit d'adaptation, par lequel « la sensation subjective d'intensité sonore diminue lorsqu'un son continu est présenté de façon prolongée. » (Philippe Dejonckere, 1998), p4.

Par ailleurs, le fait que le vibrato corresponde à une oscillation d'environ  $\frac{1}{2}$  ton autour d'une note (oscillation de fréquence) rend la précision d'émission de la note moins exigeante. C'est pourquoi, il est plus difficile de « chanter juste » une note non vibrée qu'une note vibrée : «le vibrato permet de chanter moins juste. En effet, lorsque son amplitude atteint un demi-ton par exemple, cela signifie que le chanteur a une marge de sécurité d'un demi-ton à l'intérieur de laquelle il peut se permettre des variations de hauteur sans que les auditeurs s'en aperçoivent. » (Nicole Scotto Di Carlo, 2006) p159.

### 9.1. Anomalies du vibrato

L'émission du vibrato étant un phénomène complexe, tant du point de vue de l'initiation que de la tenue, les différents paramètres qui le constituent peuvent être concernés par une « malfaçon ».

Selon Nicole Scotto Di Carlo (2006), les anomalies peuvent affecter les éléments suivants :

### **9.1.1. L'amplitude**

L'amplitude normale d'un vibrato est située entre  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{3}{4}$  de ton.

Mais au-dessous d' $\frac{1}{4}$  de ton, le son est dur et désagréable. Si ceci est émis d'une voix puissante dans le haut médium, le vibrato paraît beaucoup plus puissant, et difficilement supportable par l'auditoire. On rencontre ce cas chez des chanteurs débutants, par manque de coordination de la musculature phonatoire, ou à cause d'une contraction musculaire entravant le libre fonctionnement de l'appareil vocal.

Si l'amplitude dépasse le ton, cela se traduit par une instabilité du son. Si ce vibrato est émis dans le registre grave, alors cela fait penser à un « bêlement ». Ceci est dû à l'instabilité du débit d'air, conséquence d'un appui diaphragmatique inadapté.

### **9.1.2. La périodicité**

La périodicité normale d'un vibrato est de 5 à 7 périodes par seconde.

Au dessous de 5, on parle d'une voix « chevrotante ». La tension émotionnelle ou la fatigue des muscles vocaux expliquent ce phénomène.

Au dessus de 7 périodes, on parle de trémolo. Ceci s'explique par une tension musculaire très marquée de la partie haute du tractus vocal. On rencontre ce phénomène chez des sujets hypertoniques, dont l'appui du souffle est réalisé par une contraction exagérée des musculatures diaphragmatique, abdominale et pelvienne. Les chanteurs hypertoniques présentent un serrage dû à une trop forte contraction des muscles pharyngés, ou une pression sous glottique inadaptée à la tâche vocale.

### **9.1.3. L'irrégularité**

Un vibrato erratique trahit le plus souvent un forçage vocal ou un manque de coordination entre le diaphragme et les muscles abdominaux.

Ces différentes anomalies du vibrato, telles qu'expliquées par Nicole Scotto Di Carlo, font parfois appel, pour la perception de l'auditoire, à des données objectives de physique acoustique, mais ce sont également des appréciations esthétiques et subjectives qui permettent de déterminer si le vibrato est « normal ».

Le phénomène du vibrato vocal est paradoxal.

En effet, il correspond à un état fragile d'équilibre musculaire. Ses paramètres physiques, physiologiques et esthétiques sont extrêmement précis, ce qui rend sa production particulièrement sensible aux défauts et imprécisions. La maîtrise de l'instrument vocal doit être grande pour obtenir un vibrato de qualité.

Mais d'autre part, il n'est pas l'objet d'un apprentissage spécifique, ni d'une rééducation particulière en cas de dysfonctionnement.

Ceci montre qu'il s'agit là d'un phénomène à la fois naturel, que l'on obtient presque sans l'avoir suscité, mais également d'un phénomène très révélateur de la santé vocale, de la « simple » fatigue à la lésion organique.

# Sujets, matériel et méthode

## **1. Critères d'inclusion**

Les sujets susceptibles d'être recrutés pour cette expérimentation sont des jeunes filles âgées de 8 à 19 ans.

Elles devaient pratiquer le chant choral ou lyrique de façon régulière, c'est-à-dire au moins une fois par semaine.

### **1.1. Présentation de la population**

Au début du processus expérimental, c'est-à-dire en avril, mai et septembre 2014, 47 jeunes filles chantant régulièrement dans un chœur ont été recrutées. Elles faisaient partie de 4 formations différentes des départements du Nord et du Pas-de-Calais. Certaines étaient élèves de conservatoires à rayonnement régional, d'autres appartenaient à une chorale répétant au sein d'un établissement scolaire (collège). Ces chorales répétant au sein d'un collège ont comme chef de chœur un professionnel spécialement dédié : il ne s'agit pas du professeur de musique de l'établissement.

Lors de la seconde session d'enregistrement, c'est-à-dire en janvier 2015, 7 jeunes filles étaient absentes. Il y a donc eu 7 défections, portant de 47 le nombre initial de sujets à 40 ayant participé jusqu'au bout à l'expérimentation.

Les données relatives aux 47 jeunes filles ont pu être statistiquement exploitées, sauf lorsqu'il s'agissait de comparer les résultats des deux sessions d'enregistrement.

Ces jeunes filles choristes étaient âgées de 9 ans 11 mois à 15 ans 5 mois.

Leur niveau est assez hétérogène. Six d'entre elles pratiquaient le chant depuis 2 ans ; trois pratiquaient depuis 6 ans, avec une technique vocale bien maîtrisée chez la plupart, mais encore hésitante chez d'autres.

Des jeunes filles n'avaient pas encore atteint l'âge de la puberté (non encore réglées), tandis que d'autres l'étaient depuis plusieurs années.

Figure 5 : Tableau de répartition des sujets selon leur âge lors de la première session d'enregistrement.

Âge au premier enregistrement	Nombre de sujets
9	2
10	1
11	9
12	12
13	13
14	6
15	4

## 1.2. Critères d'exclusion

Les sujets ne pouvant participer à cette étude sont les jeunes filles de moins de 8 ans et de plus de 19 ans, c'est-à-dire celles qui ne sont pas encore ou plus concernées par le processus de la mue vocale.

Le tabagisme est rédhibitoire pour cette étude.

Toutefois, il eût été trop délicat voire impossible de ne pas retenir certaines jeunes filles à cause du tabagisme passif, notamment lorsque celui-ci a lieu au sein de la famille. Ce point n'a donc pas été recherché.

Les sujets qui ne sont pas assidus, c'est-à-dire qui ne sont pas venus à deux répétitions consécutives n'ont pas été inclus.

## 2. Méthode

Plusieurs types de données ont été recueillis auprès des sujets.

Des éléments biométriques ont été systématiquement consignés, comme la taille, relevée grâce à une toise médicale (marque Comed). Pour des questions de contrainte temporelle, et afin d'éviter la gêne, il n'a pas été demandé aux sujets de retirer leurs chaussures.

Chaque jeune fille a également été pesée grâce à un pèse-personne de classe médicale (marque Seca). Grâce à la taille et au poids, l'indice de masse corporelle a été calculé.

Il a également été demandé aux jeunes filles la date des premières règles le cas échéant.

Chaque jeune fille a récité une série automatique (les mois de l'année) afin que leur voix parlée soit enregistrée dans le but de déterminer le fondamental usuel. L'enregistreur est un dispositif portable de marque Olympus ; modèle LS-11.

Ensuite, l'étendue vocale a été mesurée.

Au clavier, une note médiane, estimée en fonction de la voix parlée de la jeune fille, a été choisie. Il s'agissait le plus souvent du do 3. À partir de cette note médiane, les jeunes filles chantaient chaque note de la gamme diatonique naturelle en montant vers les aigus. La note la plus aiguë a été relevée.

En repartant de la note médiane, la jeune fille chantait de nouveau les notes de la gamme diatonique naturelle, mais en descendant dans les graves. La note la plus grave a également été consignée.

Avec ces relevés de la note la plus grave et de la note la plus aiguë, l'étendue vocale de la gamme diatonique naturelle de chaque jeune fille a été « convertie » en demi-tons de l'échelle diatonique.

Le dernier exercice demandé aux sujets était la production d'une *messa di voce*. La *messa di voce* est un exercice qui consiste en la production d'une note d'abord *piano* voire *pianissimo*, et dont l'intensité augmente jusqu'au *forte*, avant de redescendre au *piano* ou au *pianissimo*. Ceci tout en conservant la même note, et en une seule émission de voix. C'est-à-dire que seule l'intensité varie, tandis que la fréquence reste la même tout au long de l'exercice.

Afin que chaque choriste puisse réaliser la *messa di voce*, qui est un exercice technique assez compliqué, dans les meilleures conditions possibles, une note « confortable » a été choisie en accord avec la jeune fille. Elle s'entraînait d'abord avec la note donnée au clavier. Puis, lorsqu'elle se sentait suffisamment prête, un enregistrement *a cappella* a été réalisé.

La *messa di voce* permet à chaque sujet d'émettre un vibrato. En effet, même lorsque les choristes n'avaient pas conscience de pouvoir en émettre, cet exercice permet de produire un vibrato presque à leur insu. La difficulté technique conjuguée à la nécessité de tenir une note fait que la jeune fille est presque « obligée » d'émettre un vibrato si elle en a les capacités, alors même qu'elle ne l'aurait pas travaillé. Comme tente de l'expliquer Frederick Gable (1992) p 93 : « Cependant, cette sorte de vibrato [le vibrato baroque] peut survenir en raison de la combinaison de la *messa di voce* avec le vibrato, grâce à quoi la voix effectue un crescendo et introduit ensuite le vibrato ».

Aucune des jeunes filles ne connaissait la *messa di voce*, ni ne l'avait jamais pratiquée.

## 2.1. Exploitation des résultats

Les différentes données précédemment citées ont été recueillies lors de deux sessions : d'abord en mai, avril et septembre 2014, puis en janvier 2015.

La taille et le poids ont été consignés afin de calculer l'indice de masse corporelle et de voir si la croissance rapide propre à l'adolescence est ou non en cours.

La date de la ménarche, tout comme les données statur pondérales ont pour but de constater si le processus de mutation corporelle inhérent à l'adolescence est en œuvre. Ceci sert de repère dans la mesure où le phénomène de mue vocale féminine passe le plus souvent inaperçu.

L'enregistrement de la voix parlée sert à déterminer le fondamental usuel, établi à l'aide du logiciel Praat.

Le relevé de la note la plus grave et de la note la plus aiguë s'est effectué au clavier de piano (gamme diatonique naturelle), et grâce à l'écoute subjective. Il sert d'une part à connaître l'étendue vocale en demi-tons, et d'autre part savoir si celle-ci s'est restreinte, élargie, s'est décalée vers les graves ou vers les aigus, ou encore si elle est restée identique entre la première et la deuxième session d'enregistrement.

La production de la *messa di voce* lors de ces deux temps d'enregistrement permet d'établir s'il y a présence de vibrato selon l'échelle suivante : absence de vibrato, vibrato ténu, vibrato net ou vibrato très net. Cette classification a été établie d'abord à l'écoute subjective, puis grâce à l'analyse du logiciel Praat. Ce sont les valeurs du jitter et du shimmer qui ont été retenues pour cette classification.

Ce travail de comparaison entre classes d'âge d'une part et entre première et deuxième session d'enregistrement d'autre part vise à mesurer l'évolution vocale des jeunes filles choristes afin de repérer le plus précisément possible à quel moment la production du vibrato apparaît le plus souvent. Dès lors, on peut voir si l'apparition du vibrato est corrélée ou non à la mue vocale, et de quelle façon.

# Résultats

Les résultats obtenus auprès des choristes ont été regroupés dans un tableau synoptique.

On y trouve ainsi les différents paramètres recueillis lors des première et seconde sessions d'enregistrement.

Les lignes grisées correspondent aux défections, mais ces résultats ont pu être partiellement traités : seule la comparaison temporelle n'a pu être effectuée.

Concernant la qualité du vibrato, les qualificatifs de « tenu », « net » et « très net » ont été retenus.

« Tenu » signifie qu'on entend une ondulation légère, que le logiciel Praat ne peut traiter à cause d'une intensité trop faible, vraisemblablement un prémisses à l'installation du vibrato.

« Net » signifie que Praat perçoit bien le vibrato, mais l'intensité à laquelle celui-ci a été émise n'est pas optimale.

« Très net » signifie que la présence du vibrato est particulièrement remarquable.

La mention « trémolo » correspond à une variation de fréquence supérieure à 7 Hz, ceci n'est donc pas considéré comme un vibrato.

Figure 6 : tableau synthétique des résultats obtenus auprès des jeunes choristes.

Identifiant du sujet	Age (aux dates des enregistrements)	Taille (en cm)	Poids (en kg)	IMC	Ménarche	Note la plus basse	Note la plus haute	Étendue vocale en ½ tons	Fondamental usuel (F0 en Hz)	Vibrato	Pratique du chant à la première session (en mois)
1) O.A CL	12 ans 1semaine	158	44	17.6	Non	Ré 3	Do 4	8	221.8	Non	6
2) C.J CL	11 ans 11 mois 12 ans 4 mois	144 159	33 36	15.9 14.2	Non Non	Ré 3 Do 3	Fa 5 Do 6	25 33	242.8 253.6	Net Très net	10
3) L.M CL	12 ans 5 jours	165	48	17.6	Le 02/03/2014	Mi 3	Fa 5	25	230.7	Non	6
4) H.E CL	12 ans 3 mois 13 ans 10 jours	160 165	53 60	20.7 22	Non (douleurs) Juin 2014	Si 3 Fa 3	Fa 5 Sol 5	17 24	256 267.1	Ténu Ténu	10
5) S.H.L CL	9 ans 11 mois 10 ans 4 mois	150 155	50 59	22.2 24.6	Non Non	Do 3 Mi 3	Ré 5 Si 5	24 28	231 230.6	Non Ténu	6
6) D.M.L CL	12 ans 11 mois 13 ans 4 mois	150 156	32 36	14.4 14.8	Non Non	La 4 Sol 2	Sol 5 Fa 5	9 26	210.8 243.8	Ténu Ténu	10
7) G.E. CL	13 ans 3 mois 14 ans 2 jours	166 169	50 50	18.1 17.5	Non Octobre 2014	Si 3 Do 3	La 5 Ré 5	21 24	249.1 211.3	Non Net	15
8) G.A. CL	14 ans 2 mois 15ans 1 mois	165 165	40 43	14.7 15.8	Le 03/01/2012	Fa 3 Do 3	Mi 5 Do 6	21 27	229 244.8	Ténu Ténu	20
9) D.A. CL	14 ans 2 mois 15 ans 1 mois	162 165	50 68	19.1 25	Le 28/06/2011	Mi 3 Do 3	Do5 Mi 6	18 37	240.7 235.7	Non Très net	20
10) C.L CW	14 ans 3 mois	172	60	20.3	« Entre janvier et février 2014 »	Do 2	Do 4	21	228.8	Ténu	20
11) M.H CW	13 ans 10 mois 14 ans 9 mois	170 175	45 50	15.6 16.3	Non Juin 2014	La 2 Do 3	Sol 5 Sol 5	31 29	208 207.1	Ténu Très net	15

Résultats

12) M.M CW	13 ans 8 mois 14 ans 7 mois	155 158	41 44	17.1 17.6	« Depuis plus d'1 an »	Do 3 Do 3	Do 4 Mi 4	11 15	198.7 216.8	Ténu Net	15
13) S.C CW	13 ans 7 mois 14 ans 4 mois	155 160	45 49	18.7 19.1	Juillet 2013	Sol 2 Sol 2	Mi 5 Sol 5	29 32	226.4 246	Très net Très net	15
14) D.M CW	11 ans 7 mois	150	35	15.6	Non	Fa 3	Si 5	27	237.2	Non	10
15) L.Mar CW	13 ans 11 mois 14 ans 9 mois	160 164	40 43	15.6 16	Non Non	Sol 3 Do 3	Sol 5 Ré 5	22 24	205 225.7	Ténu Ténu	15
16) L.M CW	14 ans 5 mois	155	45	18.7	« Depuis 2 ans »	Fa 3	Do 4	6	225.1	Net	20
17) B.C CW	14 ans 11 mois 15 ans 3 mois	159 162	62 64	24.5 24.4	« Depuis 1 an »	Ré2 Ré 2	Mi 4 La 4	24 29	202 195.7	Ténu Net	20
18) G.O CW	15 ans 1 mois	160	40	15.6	« Depuis 2 ans »	Do 2	Sol 4	29	212.8	Net	50
19) H.S CW	11 ans 6 mois 12 ans 2 mois	157 162	52 55	21.1 21	Novembre 2012	Do 3 Do 3	Mi 5 Mi 5	26 26	220 223.4	Ténu Très net	6
20) B.E CW	10 ans 9 mois 11 ans 6 mois	143 146	28 30	13.7 14.1	Non Non	Si 2 Sol 2	Fa 5 Ré 5	28 31	223 236.8	Trémolo Ténu	10
21) T.L CW	12 ans 1 mois 12 ans 10 mois	148 155	40 44	18.3 18.3	Non Août 2014	Mi 2 Si 3	Mi 5 Ré 5	33 14	241.7 238.1	Ténu Net	10
22) V.A CW	12 ans 2 mois 12 ans 11 mois	144 149	31 34	14.9 15.3	Non Non	Do 3 Do 3	Do 5 La 5	22 30	227.3 241.1	Net Net	10
23) M.C CW	11 ans 6 mois 12 ans 2 mois	134 138	27 31	15 16.3	Non Non	Do 2 Ré2	Ré 4 Ré 4	24 24	231.9 225.6	Net Net	6
24) V.L CW	11 ans 6 mois 12 ans 6 mois	147 153	31 36	14.3 15.4	Non Septembre 2014	Si 2 Do 2	Ré 4 Mi 4	15 25	233.5 232.9	Ténu Ténu	6
25) A.L CW	11 ans 8 mois 12 ans 4 mois	160 165	40 50	15.6 18.4	Non Mai 2014	Si 2 Sol 2	Mi 5 Fa 5	27 31	201 195	Ténu Net	6

Résultats

26) G.P CW	11 ans 6 mois 12 ans 3 mois	160 165	60 69	23.4 25.3	Non Non	Fa 2 Do 2	Mi 5 Do 5	32 34	200 197.4	Très net Très net	6
27) V.E S-O	15 ans 2 mois 15 ans 10 mois	173 174	55 56	18.4 18.5	« Janvier 2013 »	Fa 2 Ré 3	La 5 Ré 6	37 33	228.2 234.1	Net Net	60
28) L.L S-O	15 ans 5 mois 16 ans 1 mois	153 154	43 45	18.4 19	« Fin mai 2010 »	Do 3 Do 3	Mi 5 Do 6	26 32	205.5 215.1	Ténu Net	61
29) W.L S-O	13 ans 11 mois 14 ans 2 mois	162 162	70 70	26.7 26.7	« Avril 2013 »	Sol 3 Fa 2	Ré 5 Si 5	17 38	258.2 226.4	Très net Très net	15
30) D.B S-O	13 ans 4 mois 14 ans 3 jours	171 173	55 57	18.8 19	Non « fin octobre 2014 »	Mi 3 Ré 3	Ré 6 Si 6	31 40	252.6 224.9	Ténu Très net	15
31) L.C S-O	13 ans 4 mois 14 ans 3 jours	162 164	55 52	21 19.3	« Depuis 2 ans »	Do 3 Do 2	Do 5 La 4	22 33	201 231	Non Ténu	10
32) C.M S-O	13 ans 1 mois 14 ans 6 mois	153 156	43 46	18.4 18.9	Non Non	Si 2 Do 3	Fa 5 Fa 5	28 22	230.1 232.6	Non Non	10
33) C.L S-O	12 ans 2 mois	157	45	18.3	« Depuis 1 an »	Do 3	Do 5	22	247.9	Ténu	15
34) S.C S-O	13 ans 1 mois 14 ans 6 mois	164 165	41 44	15.2 16.2	Non Non	Si 2 Do 3	Ré 5 Do 5	25 22	261 208.5	Non Trémolo	20
35) A.C S-O	12 ans 11 mois 13 ans 8 mois	155 157	58 57	24.1 23.1	Non « septembre 2014 »	Ré 3 Do 2	Fa 5 Sol 5	25 40	222.3 233.5	Net Net	15
36) P.J S-O	15 ans 4 mois 15 ans 11 mois	169 169	46 48	16.1 16.8	Le 17/12/2011	Mi 3 Do 3	Fa 5 La 5	23 29	253.2 227.8	Net Net	63
37) D.C S-O	13 ans 5 mois 14 ans 2 mois	158 158	43 42	17.2 16.8	Le 08/11/2013	Do 3 Do 3	Do 5 La 5	22 30	211.6 238.8	Net Net	15
38) D.A S-O	13 ans 2 mois 14 ans 6 mois	156	40	16.4	Le 18/04/2014	Do 3 Do 3	Do 4 Mi 5	11 26	239.1 240.9	Ténu Ténu	15

Résultats

39) J.M S.O	13 ans 6 mois 14 ans 1 mois	151	41	18	« Janvier 2014 »	Ré 3	La 4	18 16	252.9 250.3	Non Ténu	15
40) G.E Av	11ans 7 mois 11 ans 11 mois	148 151	53 51	24.2 22.4	Non Non	Sol 3 Do 3	Sol 5 Mi 5	22 26	214.4 206.2	Non Non	6
41) D.B Av	12 ans 8 mois 13 ans 1 mois	155 160	52 52	21.6 20.3	« En 2010 »	Do 3 Do 3	Mi 5 Do 5	25 21	251.7 262.6	Ténu Net	10
42) G.S Av	14 ans 6 mois 14 ans 10 mois	167 167	63 63	22.6 22.6	« En 2012 »	Ré 3 Ré 3	Fa 5 Ré 5	24 22	256.1 206.7	Net Très net	20
43) L.C Av	12 ans 9 mois 13 ans 2 mois	146 151	35 35	16.4 15.8	Non Non	Fa 3 Mi 3	La 5 La 5	26 25	259.1 240.2	Non Non	6
44) K.E Av	12 ans 8 mois 13 ans 5 jours	135 141	27 29	14.8 14.6	Non Non	La 3 La 2	Fa 5 Sol 5	17 29	229.4 235.1	Ténu Ténu	6
45) D.A Av	12 ans 7 mois 12 ans 11 mois	158 158	45 45	18 18	« Début août 2014	Sol 3 Mi 3	Mi 5 Mi 5	17 22	230.1 237.3	Net Net	6
46) L.E Av	9 ans 9 mois 10 ans 5 mois	145 148	37 39	17.6 17.8	Non Non	Mi 3 La 2	La 5 Do 6	27 35	239.7 226.3	Très net Très net	6
47) C.J Av	11 ans 10 mois 12 ans 2 mois	156 158	41 43	16.8 17.2	Non « 14 janvier 2015 »	Fa 3 Do 3	Fa 5 La 5	22 31	226.9 213.7	Très net Très net	10

L'étendue vocale de ces jeunes choristes est assez étonnante, puisqu'elle dépasse fréquemment les 30 demi-tons, soit environ trois octaves.

Pourtant, selon Jocelyne Sarfati et al. (2002), la capacité à chanter se stabilise vers 8 ans. Âge auquel, d'après Virginie Woisard et al. (1998), l'enfant est capable de chanter en moyenne sur deux octaves.

26 choristes sur 47 ont pu produire un vibrato « net » à « très net » à l'une ou l'autre session d'enregistrement, ce qui représente 55% de jeunes filles capables d'émettre un vibrato entre 9 et 15 ans.

Les paramètres qualitatifs ont été décrits en termes de fréquence et de pourcentage. Les paramètres numériques ont été décrits en termes de médiane et d'étendue. La normalité des paramètres numériques a été vérifiée graphiquement et testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk.

Pour étudier le lien entre les paramètres vocaux à la première mesure et une variable quantitative, le coefficient de corrélation de Spearman a été calculé. La comparaison des distributions des paramètres vocaux entre deux groupes a été réalisée à l'aide d'un test du U de Mann-Whitney.

Pour étudier l'évolution des paramètres vocaux, le test de Wilcoxon pour mesures appariées a été utilisé.

La comparaison de l'évolution des paramètres numériques entre les deux groupes d'évolution du vibrato, chez les sujets qui n'émettaient pas un vibrato très net à la première mesure, a été réalisée à l'aide du test du U de Mann-Whitney. Pour la comparaison de ces deux groupes en fonction de l'apparition des règles, un test de Fisher exact a été utilisé.

Les statistiques ont été réalisées par l'unité de méthodologie biostatistique du CHRU de Lille. Le niveau de significativité a été fixé à 5%. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute version 9.4).

Pour pouvoir procéder à l'analyse statistique, des données ont dû être « converties » en données chiffrées.

- Les adjectifs « absent ; ténu ; net et très net » qualifiant le vibrato ont été transformés respectivement en « 0;1;2,3 »

- Les notes de la gamme diatonique ont été converties en chiffres : 1 correspond à do 1 ; 2 correspond à ré1 ; 3 correspond à mi 1, etc. Les sept notes des six octaves sont donc numérotées de 1 à 42.

## 1. Lien entre l'âge et les paramètres vocaux

Pour établir s'il y a ou non un lien entre l'âge et les paramètres vocaux, cinq variables vocales ont été mises en relation avec l'âge des sujets.

Ainsi, à la première session d'enregistrement, c'est-à-dire en avril, en mai et en septembre 2014, l'âge de tous les sujets, donc des 47 jeunes filles, a été confronté avec la note la plus grave ; la note la plus haute ; l'ambitus ; le fondamental usuel et la qualité du vibrato.

En effet, on peut s'attendre à ce que plus une jeune fille est âgée, plus sa note grave sera basse ; moins sa note aiguë sera haute ; plus l'ambitus sera large ; plus le fondamental usuel sera grave et plus le vibrato sera net.

Après avoir procédé à une analyse statistique selon ces modalités, il appert que les résultats sont non significatifs.

*Figure 7 : analyse statistique de la corrélation entre l'âge et les paramètres vocaux.*

	Note la plus grave	Note la plus aiguë	Étendue voix chantée	Fondamental usuel	Vibrato
r	-0.21	-0.06	-0.12	-0.05	0.13
p	0.16	0.67	0.41	0.74	0.36

Ceci ne confirme pas l'hypothèse selon laquelle plus une jeune fille est âgée plus sa voix est grave, étendue, et propre à émettre un vibrato.

## 2. Lien entre les paramètres vocaux et l'indice de masse corporelle

Les paramètres vocaux recueillis lors de la première session d'enregistrement, c'est-à-dire auprès de 47 jeunes filles, ont été confrontés avec l'indice de masse corporelle de la même période. On s'attend à ce que plus cet indice est élevé

(trahissant l'accélération de la croissance et la prise de poids concomitante propres à la puberté), plus la voix est grave, l'étendue vocale vaste et le vibrato très net.

Figure 8 : analyse statistique de la corrélation entre l'âge et les paramètres vocaux.

	Note la plus grave	Note la plus aiguë	Étendue voix chantée	Fondamental usuel	Vibrato
r	0.02	0.009	0.06	0.01	0.06
p	0.88	0.95	0.66	0.90	0.65

Les résultats ne permettent pas d'établir un lien entre un indice de masse corporelle élevé et les différents paramètres vocaux cités.

### 3. Lien entre la taille et les paramètres vocaux

Les mêmes paramètres vocaux que précédemment (note la plus grave ; note la plus aiguë ; étendue vocale ; fondamental usuel et qualité du vibrato), recueillis lors de la première session d'enregistrement, ont été confrontés avec la taille des sujets.

Figure 9 : analyse statistique de la corrélation entre la taille et les paramètres vocaux.

	Note la plus grave	Note la plus aiguë	Étendue voix chantée	Fondamental usuel	Vibrato
r	-0.10	0.13	0.02	-0.005	0.03
p	0.49	0.35	0.86	0.96	0.83

Les résultats ne sont pas significatifs.

On ne peut pas établir de lien entre une taille plus grande et une voix plus grave, une étendue vocale plus vaste, un fondamental usuel plus grave et une plus grande propension à produire un vibrato.

### 4. Lien entre la ménarche et les paramètres vocaux

Ces résultats concernent la première session d'enregistrement. Les données liées à la ménarche : présence ou absence et ancienneté de celle-ci ont été confrontées.

On pourrait s'attendre à ce qu'une jeune fille réglée puisse chanter des notes plus graves, et soit plus capable d'émettre un vibrato qu'une jeune fille non réglée.

De même, on pourrait s'attendre à ce qu'une jeune fille non réglée puisse chanter des notes plus aiguës qu'une jeune fille réglée.

Figure 10 : Analyse statistique de la corrélation entre la ménarche et les paramètres vocaux.

	Note la plus grave	Note la plus aiguë	Étendue voix chantée	Fondamental usuel	Vibrato
Ménarche non (n=25)	16 [8 ; 28]	32 [22 ; 34]	25 [8 ; 33]	231 [200 ; 261]	1 [0 ; 3]
Ménarche oui (n=22)	15 [8 ; 21]	29 [22 ; 34]	22 [6 ; 37]	228 [199 ; 258]	1 [0 ; 3]
p	p=0.27	p=0.01	p=0.18	p=0.75	p=0.25

On remarque que les résultats ne sont pas significatifs sauf en ce qui concerne la note la plus aiguë.

Les résultats signifient que la présence ou l'absence de règles n'affecte pas la note plus grave, ni l'ambitus, ni le fondamental usuel, ni la capacité à émettre un vibrato.

En revanche, les jeunes filles réglées voient leur capacité à émettre la note la plus haute régresser. C'est-à-dire que lorsqu'une jeune fille est réglée, elle a significativement moins de capacité à émettre les notes les plus aiguës, qu'elle pouvait émettre lorsqu'elle n'était pas encore réglée.

## 5. Lien entre le vibrato et les autres paramètres vocaux

On formule l'hypothèse selon laquelle il existerait un lien entre la capacité à émettre un vibrato et les paramètres vocaux étudiés.

Ainsi, l'analyse statistique à la première session d'enregistrement a été effectuée en confrontant la capacité à émettre un vibrato avec les autres paramètres vocaux.

Figure 11 : analyse statistique du lien entre le vibrato et les autres paramètres vocaux.

	Note la plus grave	Note la plus aiguë	Étendue voix chantée	Vibrato
r	-0.27	0.02	0.10	-0.07
p	0.063	0.89	0.48	0.61

Ceci montre qu'on ne peut pas établir de lien entre une plus grande capacité à émettre un vibrato et la capacité à émettre une note très aiguë et à avoir une grande étendue de la voix chantée,

En revanche, on relève une tendance à la significativité concernant la note la plus grave. Plus une jeune fille est capable d'émettre une note grave, plus elle a de chance de pouvoir émettre un vibrato.

## 6. Évolution des paramètres vocaux

Deux sessions d'enregistrement ont été réalisées afin de comparer les résultats obtenus. Ceci permet de voir l'éventuelle évolution de la voix des sujets dans le temps. Ces résultats ne concernent donc que les 40 jeunes filles étant allées au bout de l'expérimentation.

Figure 12 : analyse statistique de l'évolution des paramètres vocaux entre les deux sessions d'enregistrement.

	Première session	Seconde session	$\Delta$	p
Note la plus grave	16 [8 ; 28]	15 [8 ; 21]	-0.5 [-15 ; 8]	0.0092
Note la plus aiguë	29 [22 ; 34]	31 [23 ; 38]	1[-4 ; -2]	0.0143
Étendue voix chantée	22 [6 ; 37]	27[14 ; 40]	4[-19 ; -3.5]	0.0001
Fondamental usuel	230[198.70 ; 261]	228[195 ; 267]	-0.50[-52.50 ; -29.75]	0.9895
<b>Vibrato</b>				
Absence	13 (27%)	31 (7.5%)	Non pertinent	0.0001
Ténu	18 (38%)	12 (30%)		
Net	11 (23%)	14 (35%)		
Très net	5 (10%)	11 (27.5)		

Les résultats montrent que les jeunes choristes sont capables d'émettre des notes graves à la seconde session. La voix chantée acquiert des notes plus graves au fil du temps.

De même, les notes chantées étaient plus aiguës à la seconde session, ce qui signifie que les sujets améliorent leur capacité à chanter des notes plus aiguës.

Par conséquent, l'ambitus augmente, que ce soit dans les aigus ou dans les graves. D'ailleurs, les chiffres de l'analyse statistique le confirment.

Le facteur temps est donc responsable d'une augmentation de l'étendue vocale chez les jeunes filles choristes en période de mue.

La propension à émettre un vibrato de plus en plus net augmente avec le temps.

En revanche, les résultats concernant le fondamental usuel ne sont pas significatifs. On ne peut donc pas affirmer que le fondamental usuel est sensible au facteur temps dans cette étude.

Cette étude montre une modification significative avec le temps seulement pour les paramètres qui concernent la voix chantée.

En toute hypothèse, l'entraînement au chant, c'est-à-dire l'acquisition d'une technique vocale plus aboutie au fil du temps, conjuguée à des repères corporels plus fiables, contribuent à de meilleures performances vocales.

Le vibrato, quant à lui, est plus fréquemment émis, et de façon plus évidente, avec le temps qui passe. Il semble donc que les repères proprioceptifs, qui s'affinent avec le temps, ainsi que les dispositions psychologiques et affectives (souvent appelées « maturité ») des jeunes filles permettent de mettre en œuvre la synergie entre les muscles agonistes et antagonistes nécessaire à l'émission du vibrato, concomitamment au soutien du souffle phonatoire.

Il a également été procédé à l'analyse statistique des données concernant les jeunes filles qui avaient vu la qualité de leur vibrato « s'améliorer » à la deuxième session d'enregistrement, afin de déterminer ce qui pouvait les différencier des jeunes filles dont la qualité du vibrato était restée analogue d'une session à l'autre. Les résultats ne sont pas significatifs : rien ne permet ici d'expliquer pourquoi la qualité du vibrato s'est améliorée.

Pour des raisons de disponibilité d'un des chefs de chœur, une première séance d'enregistrement n'a pu avoir lieu qu'en septembre 2014, alors que les autres

avaient eu lieu en avril et mai 2014. Ainsi, il s'est écoulé environ 10 mois entre certaines sessions, tandis qu'il ne s'est écoulé que 4 mois pour entre deux sessions pour une formation.

Cette différence de durée, entre 10 et 4 mois, ne modifie pas les résultats des paramètres vocaux.

Autrement dit, quel que soit le laps de temps qui s'est écoulé, on retrouve les mêmes caractéristiques et les mêmes modifications.

Ceci tendrait à montrer une certaine régularité des caractéristiques et des modifications vocales.

Il semblerait donc qu'un modèle organisationnel sous tend la maturation de la voix chantée et parlée.

## **7. Interprétation des résultats**

On remarque, à l'issue de cette étude, que la mue n'est pas la condition sine qua non pour pouvoir émettre un vibrato.

Toute jeune choriste, quel que soit son âge, est donc potentiellement apte à chanter une note vibrée.

Si une jeune fille se plaint de ne pouvoir produire de vibrato, alors il conviendra d'en rechercher les causes.

Dans ce cas, les étiologies possibles sont :

- Une technique vocale inaboutie, notamment un manque de soutien et une mauvaise régulation de la pression sous glottique, qui peut s'expliquer par une capacité pulmonaire faible si l'intéressée est très jeune.
- Un schéma corporel encore confus, ne permettant pas une prise de repères satisfaisante pour que les muscles agonistes et antagonistes soient en position d'équilibre.
- Un geste vocal inadapté, notamment un forçage vocal. Un accolement trop fort et trop durable empêche la survenue du vibrato.

La capacité à émettre un vibrato est le signe d'une bonne technique vocale, et également le signe d'une bonne santé vocale. C'est pourquoi, lors d'une prise en charge orthophonique d'un individu dysodique, la restauration de l'émission du vibrato peut être considérée comme un témoin d'une rééducation satisfaisante.

Chez les enfants, la demande de prise en charge orthophonique de la dysodie concerne principalement le manque de justesse, l'incapacité à monter dans les aigus et le phénomène appelé « bourdon ».

La plainte au sujet du vibrato est exceptionnelle, voire inexistante.

Ceci s'explique de deux façons.

D'abord, la pédagogie du chant choral ne valorise pas l'émission du vibrato par les pratiquants.

Le chant lyrique, qui lui met beaucoup plus en avant ce phénomène, s'étudie le plus couramment à partir de 16 ans, c'est-à-dire lorsque la mue vocale est largement entamée, voire révolue. D'ailleurs, l'un des chefs de chœur rencontré, qui enseigne également le chant lyrique, reconnaît que la mue des élèves « gêne » les pédagogues du chant lyrique, et qu'il préfèrent « évacuer » ce phénomène en n'enseignant qu'à des individus dont la mue est réalisée.

Ensuite, la dysodie, chez les enfants, empêche la justesse du chant, ou la production d'aigus satisfaisants. Ceci est considéré comme beaucoup plus gênant qu'un vibrato qui serait absent ou dysfonctionnel.

Cependant, l'absence de vibrato peut trahir un geste vocal inadapté, notamment par serrage ou forçage. Un vibrato qui ne peut plus être émis chez qui le maîtrisait pourtant peut être le signe d'une masse qui alourdirait les plis vocaux, comme des nodules ou un polype.

# Discussion

Le sujet traité ici est encore assez peu étudié. Il existe peu de travaux sur la mue féminine et les conditions d'apparition du vibrato. C'est pourquoi il n'a pas été possible de s'appuyer sur une bibliographie riche.

## **1. Sur l'état de l'art**

En dépit de nombreuses recherches bibliographiques, et suite à un entretien téléphonique auprès de Monsieur Robert Expert, contre-ténor, professeur de chant au Conservatoire de Bobigny et collaborateur associé aux recherches du Laboratoire d'Acoustique Musicale de Paris VI, plusieurs points n'ont pu être éclaircis.

Selon Monsieur Robert Expert, les recherches en acoustique musicale, qu'elle concerne la voix parlée ou la voix chantée, n'en sont qu'à leurs débuts ; et il ne connaît pas de publications au sujet du rapport entre mue vocale et installation du vibrato. Les publications d'étude à ce sujet semblent inexistantes.

En particulier, il n'a pas été possible de savoir pourquoi un individu ne pourrait pas produire de vibrato avant la mue vocale. Est-ce à cause de structures laryngées immatures ? Est-ce à cause d'une position laryngée trop haute dans le cou ? Est-ce à cause d'une mauvaise coordination pneumo-phonique qui s'acquerrait à un âge plus avancé ? Est-ce à cause d'une capacité pulmonaire insuffisante ? Est-ce à cause d'une technique vocale encore inaboutie ?

Seule l'hypothèse de structures laryngées immatures serait spécifiquement due au fait que la mue n'a pas encore eu lieu, et cette hypothèse n'est pas encore explorée.

Il n'a pas été possible de trouver de source écrite permettant de répondre à ces questions.

De même, il existe assez peu d'écrits scientifiques mentionnant la mue comme condition sine qua non à la production d'un vibrato, alors que cette hypothèse est communément admise parmi les pratiquants du chant lyrique.

Au fil de cette étude, il s'avère que la croyance selon laquelle on ne peut émettre de vibrato tant qu'on n'a pas mué, relève beaucoup plus de l'intuition que du fait scientifique. Dès lors, on peut s'interroger sur les raisons pour lesquelles ce « fait » semble assez largement entériné.

## 2. Rappel des résultats

Les relations suivantes n'ont pas pu être établies à l'issue de cette étude :

- L'âge et la voix :

Les cinq paramètres vocaux : note la plus grave ; note la plus aiguë ; ambitus ; fondamental usuel et vibrato ne sont ici pas modifiés avec l'âge.

- L'IMC et la voix :

Un IMC élevé ne modifie pas les cinq paramètres vocaux.

- La taille et la voix :

La taille n'influence pas les paramètres vocaux.

- La ménarche et l'émission de notes graves :

La présence des règles ne signifie pas qu'une jeune fille peut émettre des notes plus graves.

- La ménarche et l'ambitus :

La présence des règles n'augmente pas l'étendue vocale.

- La ménarche et le fondamental usuel :

La présence des règles n'abaisse pas le fondamental usuel.

- La ménarche et le vibrato :

Une jeune fille est capable d'émettre un vibrato très net même en n'étant pas encore réglée ; à l'inverse, toutes les choristes réglées n'ont pas pu l'émettre.

- L'ancienneté de la ménarche et les paramètres vocaux :

Qu'une jeune fille soit réglée depuis un mois ou deux ans ne change en rien les données vocales.

- La présence d'un vibrato et l'ambitus, le fondamental usuel, des notes plus aiguës :

Si une jeune fille peut émettre un vibrato, cela ne signifie pas que son ambitus, son fondamental usuel et ses aigus sont différents des autres jeunes filles ne pouvant pas l'émettre.

- Le temps et le fondamental usuel ( $f_0$ ) :

Le  $f_0$  ne s'est pas significativement modifié entre les deux séances d'enregistrement.

En revanche, l'étude a permis de mettre en évidence les liens suivants :

- Ménarche et amenuisement des aigus :

Une jeune fille réglée ne sera pas capable d'émettre une note aussi aiguë qu'une jeune fille non réglée.

- Vibrato et notes plus basses :

Un sujet capable d'émettre un vibrato sera capable de descendre plus bas dans la gamme.

- Temps et notes plus basses :

Lors de la seconde session d'enregistrement, les choristes ont pu descendre plus bas dans la gamme que lors de la première session.

- Temps et notes plus hautes :

Lors de la seconde session d'enregistrement, les choristes ont pu monter plus haut dans la gamme que lors de la première session.

- Temps et étendue vocale :

L'ambitus des jeunes filles s'est élargi à la seconde séance par rapport à la première, tant pour les notes graves que pour les notes aiguës.

- Temps et vibrato :

Les choristes étaient plus susceptibles de produire un vibrato lors de la deuxième session que lors de la première.

Il est difficile de déterminer avec précision si une jeune fille a mué, comme le montre Isabelle Chavinier (2005). L'écoute subjective « à l'oreille » permet de constater l'aboutissement de la mue, tandis que les mesures objectives n'apportent qu'un faisceau d'indices.

C'est pourquoi affirmer, à l'instar de Benoît Amy de la Bretèque ou de la soprano Leslie Leedberg, que la mue est la condition sine qua non à l'apparition du vibrato est assez délicat, car d'une part il est très difficile de déterminer à quel moment une jeune fille entre dans le processus de mue vocale, et à quel moment celui-ci est achevé ; et d'autre part il n'est pas possible d'établir quelles sont les conditions propres à l'acquisition du vibrato.

En outre, des aspects affectifs, psychologiques, et socio-éducatifs, entrent en ligne de compte, permettant une meilleure connaissance et affirmation de sa personnalité et de son schéma corporel vocal, comme l'affirment Émilie Bach (2011) et Yves Ormezzano (2014).

La bonne connaissance du schéma corporel vocal est indispensable pour l'acquisition d'une technique vocale suffisamment élaborée pour permettre le

développement et le travail du vibrato, même si traditionnellement la pédagogie vocale ne comporte pas d'exercice spécifique pour le vibrato, qui doit « venir » naturellement.

Dans ces conditions, le découpage temporel très précis de la mue vocale féminine, corrélé à la capacité d'émettre un vibrato, tel que présenté par Leslie Leedberg, soprano, est très artificiel, ne tient pas compte des différences inter individuelles, et ne repose, semble-t-il, sur aucune étude scientifique, même si l'on admet que le caractère artificiel proviendrait d'une simplification à visée didactique.

De même, affirmer, à l'instar de Benoît Amy de la Bretèque que « la voix de l'enfant est dite *droite* » (c'est-à-dire sans vibrato), est inexact.

En effet, les résultats de cette étude montrent que des jeunes filles, alors même qu'elles ne sont pas encore réglées, sont capables d'émettre un vibrato de façon tout à fait nette, quand bien même elles n'ont pas conscience d'avoir émis un vibrato. Et à l'inverse, il est arrivé que des choristes, pourtant réglées, n'y parviennent pas.

L'étude de l'acoustique vocale est une discipline encore très récente. Chez des individus comme des adolescentes, dont la voix, la personnalité, la physiologie corporelle, et en particulier laryngée se modifient, cette discipline n'a pas encore permis d'établir de façon définitive comment des jeunes filles en période de mue vocale peuvent émettre un vibrato.

### 3. Sur les hypothèses

Il a été posé que la voix parlée et chantée évolue avec les modifications liées à la puberté. En particulier, plus une choriste est âgée, plus son fondamental usuel est grave et plus son étendue vocale se décale vers les notes graves.

Ceci n'est pas confirmé par l'étude. Les caractéristiques vocales sont peu sensibles au temps.

L'indice de masse corporelle, dont l'augmentation est un indice d'installation de la puberté, peut être lié aux fréquences de la voix parlée et chantée. Une jeune fille avec un IMC élevé aurait une voix plus grave qu'une jeune fille dont l'IMC serait bas.

Ceci n'est pas ici vérifié. Les modifications corporelles liées à la puberté, comme la prise de poids et le pic de croissance, ne modifient pas les caractéristiques vocales de l'individu.

On pensait qu'une jeune fille non réglée avait un fondamental usuel aigu et une plus grande capacité à émettre des notes aiguës, au détriment des notes graves, par rapport à une jeune fille réglée. De même, on pensait qu'une jeune fille non réglée était moins, voire pas capable de produire un vibrato par rapport à un sujet réglé.

Cette hypothèse est partiellement vérifiée. En effet, une jeune fille réglée voit sa capacité à chanter les notes les plus aiguës s'émousser. En revanche, la ménarche n'affecte pas la voix chantée grave, ni la propension à produire un vibrato.

A l'encontre de ce qui était couramment admis quant à la mue comme condition à l'émission d'un vibrato, cette étude montre que la ménarche n'influence pas le vibrato.

On avait posé que le temps favoriserait l'émission de notes plus graves ; et que les données de la seconde session d'enregistrement seraient plus basses que celles de la première session.

Ceci est confirmé par cette étude. Mais de surcroît, les notes chantées sont également plus aiguës à la seconde session qu'à la première ; l'ambitus s'est donc élargi.

On peut se demander si l'élargissement de l'ambitus est lié aux évolutions physiologiques des jeunes chanteuses ou s'il est lié à l'acquisition d'une technique vocale plus aboutie.

#### **4. Nombre des sujets**

Au début de l'expérimentation, 47 sujets ont été recrutés afin de participer à l'étude. Après 7 défections, il reste donc 40 résultats qu'on peut comparer selon la variable temporelle.

Il aurait été souhaitable qu'un plus grand nombre de jeunes filles puisse participer à cette étude, afin que les résultats soient plus représentatifs. En particulier, il est dommage que des sujets plus jeunes, entre 7 et 9 ans, n'aient pas pu participer.

#### **5. Conditions de passation des épreuves**

Les conditions de passation des épreuves étaient variables selon le chœur.

Certaines jeunes filles avaient déjà pu chanter avant de passer les différentes épreuves, d'autres n'avaient pu avoir qu'une activité de voix parlée durant la journée, mais n'avait pas encore chanté.

Par conséquent, il est arrivé que plusieurs jeunes filles se présentent pour émettre la note la plus grave et la note la plus aiguë en n'ayant pas pu échauffer leur voix.

La différence entre jeunes filles qui avaient pu « chauffer » leur voix, et celles qui réalisaient l'exercice « à froid » constitue un biais, dans la mesure où les conditions ne sont pas analogues. Or, l'échauffement vocal permet aux chanteurs d'explorer une plus grande étendue vocale.

En outre, l'exercice a intimidé certains sujets, malgré les réassurances et encouragements de l'examineur, et ses tentatives d'instaurer de la légèreté dans la passation des différentes épreuves. Ces réassurances consistaient en des remerciements adressés à chaque jeune fille pour avoir accepté de se prêter à l'expérience ; en la valorisation systématique de toute prestation, en expliquant que ce sont elles, les choristes, qui ont quelque chose à faire comprendre à autrui, que leur prestation serait riche d'enseignement.

Il était le plus clairement possible expliqué à toutes les choristes à quoi servirait chaque épreuve. Par exemple, réciter les mois de l'année semblait assez étrange à la plupart des jeunes filles. Il leur a été expliqué qu'il était intéressant de savoir si leur voix parlée était plutôt grave ou aiguë, afin d'essayer de savoir si leur voix avait mué.

L'anonymat des données était toujours promis et signifié à chaque jeune fille.

D'une façon générale, les choristes étaient surprises par la démarche expérimentale, mais se sont montrées curieuses, et finalement heureuses d'y participer.

Concernant la *messa di voce*, l'examineur donnait un exemple (même très imparfait, entraînant souvent le rire) afin que la choriste sache ce qui était attendu. Pour les plus jeunes, l'exemple de l'appel d'un camarade ou d'un animal domestique (chien) parti au loin, puis se rapprochant peu à peu était fourni à l'appui de la démonstration chantée.

Un chef de chœur, qui assistait à la recherche au clavier de la note la plus aiguë, a confié qu'en temps ordinaire la jeune fille était capable d'émettre une note beaucoup plus aiguë. Ce « trac » est donc un biais dans l'expérimentation, dans la

mesure où certains sujets se sont trouvés limités dans l'expression de leurs capacités.

Par ailleurs, certaines jeunes filles pratiquaient le chant depuis plusieurs années (jusqu'à 6 pour les plus âgées), tandis que d'autres ne pratiquaient le chant que depuis un an.

Cependant, il était tout à fait surprenant de constater que des jeunes filles, ne pratiquant le chant que depuis une dizaine de mois, avaient tellement investi la discipline qu'elles furent capables de produire un vibrato très net, tandis que d'autres jeunes filles plus expérimentées ne purent pas en faire autant.

Les locaux assignés pour cette étude n'étaient pas insonorisés. Les pièces les plus calmes possible ont été mises à disposition de l'examineur, mais dans des établissements où l'on étudie et pratique la musique, il est arrivé que des sons instrumentaux, le plus souvent de piano, viennent faire concurrence au déroulement des épreuves vocales et à leur enregistrement.

## **6. Nature des épreuves**

Peser et mesurer des adolescentes peut s'avérer assez délicat, en raison d'un inconfort avec son image corporelle lié à cette période de la vie. S'il est à noter qu'aucune jeune fille n'a refusé, il est sûr que certaines se sont trouvées mal à l'aise. L'examineur montait alors à son tour sur le pèse-personne en montrant que le poids, ce n'est finalement qu'une aiguille qui indique un chiffre.

En outre, il était impossible, pour une question de temps, de faire se déchausser les jeunes filles afin de les mesurer.

De même, les jeunes filles ont gardé leurs vêtements pour monter sur le pèse-personne.

C'est pourquoi les chiffres de la taille et du poids ont respectivement été diminué de 3 cm à 5 cm selon la hauteur du talon, et d'un kilogramme (selon les conseils d'un médecin omnipraticien) afin de réajuster les données.

La crispation liée à une certaine anxiété a pu restreindre l'amplitude d'un vibrato qui aurait été plus « net » s'il avait été émis dans des conditions plus naturelles. Il pourrait donc être intéressant de s'allier plus étroitement aux chefs de chœur, qui connaissent bien les jeunes filles, afin de procéder à une enquête plus précise.

Il est arrivé que des sujets particulièrement perfectionnistes pensent, à tort, qu'ils auraient dû connaître la *messa di voce*. L'examineur a alors rassuré les jeunes filles concernées qu'à leur âge, le terme et la technique lui étaient totalement inconnus.

## 7. Point de vue des chefs de chœur

Les chefs de chœur, à l'exception d'un seul qui a refusé de participer, se sont tous montrés très intéressés par l'objet de l'étude et très coopérants.

L'un d'entre eux a indiqué avoir constaté à plusieurs reprises au long de sa carrière que des jeunes filles âgées de 10 ans (dont on peut donc penser qu'elles ne sont pas encore pubères) avaient émis un vibrato, et qu'elles ont pu le travailler de façon tout à fait consciente.

Lorsque la question : « Pourquoi est-il si communément admis que sans mue on ne peut émettre de vibrato ? » a été posée à ce chef de chœur, celui-ci a émis deux hypothèses.

D'abord, l'hypothèse d'une recherche très restreinte sur ce sujet, et ensuite, l'hypothèse selon laquelle il serait délétère pour une voix juvénile d'envisager des exercices trop difficiles. Donc, il s'agirait de laisser muer les jeunes chanteurs avant de leur proposer des exercices qui risqueraient de détériorer une voix trop fragile pour les exécuter. Cette attente permettrait, selon le chef de chœur, d'éviter de décourager l'apprenti chanteur, et de le préserver des habitudes de forçage vocal.

## 8. Ouverture

L'étude de l'installation du vibrato apporte une plus grande connaissance des capacités de la voix chantée. Cette connaissance plus précise conduit à effectuer des choix pédagogiques et rééducatifs mieux adaptés aux capacités vocales et aux attentes des sujets. Philippe Dejonckere a expliqué, dans un numéro de *Médecine des Arts*, que la présence de vibrato est le signe d'une bonne santé vocale. La présence du vibrato chez un chanteur en cours de prise en charge orthophonique pourrait servir « d'étalon » pour juger du caractère satisfaisant de la prise en charge, et peut-être de l'imminence de son achèvement.

Cette étude montre qu'il serait intéressant de resserrer les liens entre chef de chœur et orthophoniste, dans la mesure où les potentialités de la voix chantée sont le plus souvent affaire de ressenti, tant chez le professionnel qui fait travailler la voix que chez le sujet chantant. Les deux professions s'enrichiraient mutuellement à échanger sur leurs pratiques et ressentis respectifs.

Par exemple, un chef de chœur a voulu connaître l'avis d'une future orthophoniste quant à un choriste qualifié par lui de « bourdon ». Un « bourdon » est un choriste qui a la voix rauque et qui ne parvient pas à chanter les notes les plus aiguës de son répertoire. Ceci a mené à interroger le choriste sur ses habitudes vocales en dehors du chœur. Il s'est avéré que celui-ci a l'habitude de s'exprimer souvent en criant, et cette habitude peut être à l'origine de sa difficulté au sein de la chorale.

Il semble donc que les chefs de chœur aient développé de nombreuses compétences dans le travail de la voix chantée, mais qu'ils aient tendance à occulter le comportement vocal général de l'élève.

De même, les orthophonistes ont à prendre en charge des patients présentant des pathologies vocales. Mais dans le cas des voix chantées, les rééducateurs n'ont pas toujours les connaissances pour voir quelles sont les difficultés que peut engendrer pour la voix tel ou tel répertoire.

C'est pourquoi les deux professions auraient intérêt à échanger sur leurs attentes et spécificités afin qu'un chanteur éprouvant des difficultés se sente aidé par un tandem uni.

# Conclusion

Il s'agissait de déterminer si la capacité à produire un vibrato était la preuve objective que le processus de mue vocale avait bien eu lieu, et par conséquent si la mue est la condition sine qua non à l'apparition du vibrato.

En réalité, les circonstances d'apparition du vibrato demeurent assez mystérieuses. La mue vocale semble jouer un rôle, mais il est difficile d'établir de quelle façon.

La mue vocale, qu'elle soit absente ou avérée, ne permet pas à elle seule d'expliquer comment le vibrato naît au sein de la pratique vocale.

Il est très probable qu'une intrication de facteurs concoure à la mise en place du vibrato. Parmi ceux-ci, la bonne connaissance du schéma corporel vocal, des dispositions psychologiques et affectives propices, l'investissement personnel du sujet dans l'activité chorale, et une capacité à réfléchir à sa propre pratique vocale, favorisent très certainement l'apparition du vibrato.

La voix, et en particulier la voix chantée, est liée aux prédispositions physiques et morphologiques individuelles, mais également à la personnalité de chacun. C'est sans doute pourquoi il est difficile d'en saisir scientifiquement toutes les dimensions.

Dire qu'un enfant, c'est-à-dire un individu qui n'a pas encore mué, est incapable d'émettre un vibrato, est faux.

C'est pourquoi l'orthophoniste doit rester prudent face aux affirmations péremptoires. Ses observations cliniques sont prépondérantes, afin d'adapter sa prise en charge à l'individu unique, avec son histoire et ses attentes, qu'il a face à lui.

# Bibliographie

- Amy de la Bretèque, B. (1990) « La mue vocale des jeunes chanteurs ». *Revue de laryngologie*. Vol 111. n°4.
- Amy de la Bretèque, B. (1999) « Particularités physiologiques de la voix chantée de l'enfant », *Médecine des Arts* n°29.
- Bach, E. (2011) *La problématique de la voix chez les choristes amateurs*, Mémoire d'orthophonie, Université de Lorraine, Nancy.
- Bragg, K. (2012) *Development and utilization of vibrato and non-vibrato singing in choral music*. An abstract of a supporting paper submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts in the Department of Music. University of Central Missouri.
- Chavinier, I. (2005) *Etude longitudinale du phénomène de mue vocale chez les adolescentes de 12 à 17 ans chantant dans un chœur*. Mémoire d'orthophonie, Besançon.
- Cornut, G. (coord.) (2002) *Moyens d'investigation et pédagogie de la voix chantée*, actes de colloque.
- Dejonckere, Ph. (1998) « Le vibrato vocal », *Médecine des Arts* n°25.
- Francès, R. (1958) *La perception de la musique*. Rééd 1984. Librairie philosophique J. Vrin. Paris.
- Gable, F. K. (1992) "Some Observations Concerning Baroque and Modern Vibrato," *Performance Practice Review*: Vol. 5 No. 1, Article 9.
- Henrich, N. (2001) *Etude de la source glottique en voix parlée et chantée : modélisation et estimation, mesures acoustiques et électroglottographiques, perception*. Paris : thèse de doctorat.
- Henrich, N. (2012). « Physiologie de la voix chantée : vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles ». R. Garrel, B. Amy de la Bretèque, V. Brun (Ed), *La voix parlée et la voix chantée*. Montpellier : Sauramps médical.
- Le Huche, F. , Allali, A. (2001) *La Voix*, tome 1, 3ème édition, Collection Phoniatrie, Masson, Paris.
- Ormezzano, Y. (2014) « Le médecin phoniatre et le chanteur : soigner au-delà des seules cordes vocales » *La voix chantée entre sciences et pratiques*, Henrich. N (dir). Voix Parole Langage. De Boeck Solal, Paris.
- Pillot-Loiseau, C. (2011) *Pression et débit comme aides à la pose du diagnostic de dysodie ; axes rééducatifs conséquents*. Entretiens de Bichat en Orthophonie, Paris.
- Roubeau, B. Marchand, C. Hareau, E. Alonso, N. (2013) *Mécanismes laryngés chez l'enfant : apport du phonétogramme*. Congrès de Phoniatrie, Paris, octobre 2013.
- Sarfati, J. (1998). Le chant chez l'enfant et ses difficultés. *Rééducation orthophonique*.

- Sarfati, J. (2002) « La voix de l'enfant qui chante » *Moyens d'investigation et pédagogie de la voix chantée*, Cornut G. (coord.) actes de colloque. Symétrie. Lyon.
- Scotto Di Carlo, N. (2006) *Voix Parlée et Voix Chantée*, éditions Klein-Dallant, Paris.
- Titze, R. Story, B. Smith, M. Long, R. (2002) « A reflex resonance model of vocal vibrato » Acoustical Society of America.
- Warren, D.W.(1996) « Regulation of speech aerodynamics » LASS N.J.: *Principles of Experimental Phonetics*, Ed Mosby, Saint Louis.
- Woisard, V., Percodani, J., Serrano, E. & Pessay, J.J. (1998). L'évolution de l'appareil phonatoire et la voix de l'enfant. *Rééducation orthophonique*.

### Sites Internet

2ème partie. Esthétique et physiologie du vibrato dans la voix chantée. Robert Expert. [Http://gsam.sfa.free.fr/manifestations/vibrato/vibvoix](http://gsam.sfa.free.fr/manifestations/vibrato/vibvoix) [Consulté le 04/10/2014]

Adolescent singing voices. Leslie Leedberg.  
<http://www.leedberg.com/voice/pages/female.html> [Consulté le 04/10/2014]

# Étude de la corrélation entre l'apparition du vibrato vocal et le phénomène de mue chez des jeunes filles choristes âgées de 9 à 15 ans

Florence NOËL

Discipline : Orthophonie

## Résumé :

Parmi les phoniatries et les chanteurs, il est fréquent de croire que le vibrato vocal, qui résulte d'un équilibre de l'action des muscles agonistes et antagonistes, n'apparaît que suite à la mue. Pourtant, les circonstances de l'installation du vibrato ne sont pas clairement établies. Chez des jeunes filles choristes en période de mue, différentes mesures physiques et vocales ont été relevées à plusieurs mois d'intervalle, afin de voir s'il existe une corrélation entre la mue et l'apparition du vibrato. Il s'avère qu'une intrication de plusieurs facteurs autres que la mue, parmi lesquels des considérations psychologiques et affectives, concourent à l'apparition du vibrato. Il est donc trop réducteur de ne retenir que la mue comme condition à l'élaboration du vibrato, même si au fil du temps les jeunes filles voient leurs chances de produire un vibrato augmenter. La capacité à produire un vibrato est donc avant tout affaire de dispositions individuelles et de santé vocale.

## Mots-clés :

Vibrato – mue vocale – chant – jeunes filles – voix

## Abstract :

Among phoniatries and singers, it is frequent to think that the vocal vibrato, which results from a balance of the action of agonistic and antagonistic muscles, appears only further voice molt. However, the circumstances of the installation of the vibrato are not clearly established. At girls members of the chorus in period of voice molt, different physical and vocal measures were raised in several months of interval, to see if there is a correlation enters transforms it and the appearance of the vibrato. It proves to be that an interlacement of several factors others than voice molt, among whom psychological and emotional considerations, compete to the appearance of the vibrato. It is therefore too reducing to keep only voice molt as condition in the development of the vibrato, even if in the course of time the girls see their chances to produce a vibrato to augment. The capacity to produce a vibrato is therefore first of all affair of individual dispositions and of vocal health.

## Keywords :

Vibrato – breaking voice – singing – young girls – voice

MEMOIRE dirigé par : **Dominique CHEVALIER**, Chef du service ORL, Hôpital Huriez, Lille

**Marie ARNOLDI**, Orthophoniste, Hôpital Huriez, Lille