

La Mue Vocale des Garçons : que Savons-nous à Présent ?

Leon Thurman, spécialiste de l'éducation vocale

Beaucoup d'adolescents abandonnent le chant pendant leur mue¹. Plus nous en savons sur la mue, plus les jeunes auront de chances de développer leur attrait pour les bénéfices du chant en matière d'expression. A cette fin, l'article ci-dessous offre des informations détaillées sur les points suivants :

(1) deux manières distinctes de rassembler des connaissances quant à la mue des adolescents ;

(2) deux méthodes de classification découlant de l'accroissement du savoir ;

(3) des éléments scientifiques émanant d'autres sources que la recherche en chant choral, approfondissant notre savoir à propos de la mue des garçons à la puberté ;

(4) le besoin des chefs de chœur de prendre une décision quant à la fiabilité des paramètres de classification en usage dans l'éducation chorale.

Pour Commencer

Tous les garçons de 10 à 16 ans traversent deux processus discrets mais interactifs : la puberté et l'adolescence². Ces deux termes sont communément utilisés comme s'ils désignaient le même processus de croissance; or, ce n'est pas le cas.

On entend par *puberté* les processus anatomiques conduisant à la capacité de se reproduire et au début d'une vie indépendante³. D'une façon générale, ils se mettent en route à n'importe quel moment entre 10 et 16 ans, de la fin de la scolarité primaire au début des années de lycéen. L'évolution pubertaire se produit par phases (changement et stabilisation) sur une durée d'un à deux ans, ou plus, chez tous les hommes se développant normalement⁴.

L'*adolescence* est une période de développement neurobiologique et d'adaptation considérables⁵. Le début de la puberté signale celui de l'adolescence. On appelle 'début de l'adolescence' la fin de la puberté. L'adolescence moyenne s'étend jusqu'à 18 ans et l'adolescence tardive jusqu'à 21 ans environ⁶. L'adolescence est grandement influencée par :

- (1) la capacité de désir sexuel et de reproduction, et
- (2) la croissance physique et cérébrale menant à de remarquables accroissements des possibilités physiques, intellectuelles, émotionnelles et sociales⁷.



*Azuoliukas Boy's and Youth
Choir, Lithuania
©filharmonija.lt*

Rassembler les Connaissances

La voix humaine masculine est profondément influencée par ces processus d'adaptation et de croissance, mais cet article ne s'intéresse qu'aux influences pubertaires. La première question est de 'savoir' ce qui arrive aux voix des jeunes garçons au cours de la puberté. Cette question en amène une seconde : quelles sont les moyens les plus valables d'inventer des techniques d'apprentissage aidant ces jeunes à convertir leurs nouvelles *capacités* vocales en des *possibilités* d'expression vocale de sorte qu'ils choisissent de chanter leur vie durant. Il y a deux moyens de 'savoir'.

Premier moyen. On peut observer de l'œil et de l'oreille un grand nombre de jeunes entre 10 et 16 ans lorsqu'ils :

(1) chantent des degrés choisis et/ou des extraits d'œuvres variés quant à la hauteur, le volume et la rapidité du rythme (agilité vocale) ; et

(2) parlent spontanément, sans conscience claire de leurs façon de parler. Des enregistrements audio et vidéo peuvent aider à analyser cette information.

On peut suivre ces garçons visuellement et oralement chaque année entre 10 et 16 ans. Les observateurs avertis peuvent détecter des dispositions dans ce qu'ils entendent les voix faire en parlant et en chantant. Ces dispositions peuvent être couchées par écrit et chronologiquement associées à l'âge, au développement, et à une description de l'expérience passée des sujets, chantant et parlant. Ces observations permettent d'interpréter la tessiture vocale, le volume et l'agilité articulatoire au fur et à mesure des paliers du développement pubertaire et de la 'stabilisation' adolescente.

Avec ce premier moyen d'accroître la connaissance des voix des garçons entre 10 et 16 ans, les perceptions et

les interprétations des observateurs sont complètement subjectives. En l'absence de mesure objective des données, la validité et la fiabilité des observations sont sujettes à caution.

Second moyen. En utilisant les meilleurs enregistreurs numériques, il est possible d'effectuer des enregistrements vidéo et/ou audio de nombreux sujets de 10 à 16 ans, parlant ou chantant, en situations diverses, degré ou motif, volume et débit rythmique. En utilisant un stroboscope au niveau du larynx, des enregistrements vidéo des cordes vocales de chaque sujet et d'autres informations peuvent aussi être enregistrées : âge, masse corporelle, pratique antérieure du chant, cours de chant privés, etc.

Il est alors possible d'employer divers instruments de mesure calibrés, capables de détecter avec précision des mouvements caractéristiques se produisant lorsque le sujet parle ou chante, de détecter par le menu des particularités acoustiques appartenant au son du sujet, puis de réaliser des représentations visuelles de ces détails en vue d'une étude ultérieure approfondie. Il en résulte des représentations graphiques pouvant sérier des détails comme :

1. Les fréquences fondamentales de vibration (degré) produites par les cordes vocales au moment de l'enregistrement ;
2. Le spectre (fréquences fondamentales, harmoniques et leur intensité) produit d'emblée par les cordes vocales puis modifié par les changements de l'appareil phonatoire émettant des ondes à partir des cavités buccale et nasale ;
3. Les durées progressives du spectre vocal.

Le *spectrogramme* est une des représentations graphiques produites par certains instruments de mesure (voir les échantillons du panneau 3). Un analyste expérimenté peut lire les spectrogrammes du travail vocal d'un sujet en

fonction de sa personne et son passé (âge, taille, etc.) en écoutant les enregistrements à partir desquels les spectrogrammes ont été élaborés. Après l'étude de l'ensemble des données recueillies chez de multiples sujets, un analyste peut :

(1) relever des constantes et proposer des descriptions mathématiques de l'information ;

(2) verbaliser un savoir comparatif fondé sur des faits quant à la manière dont les phases du développement pubertaire affectent les changements des capacités vocales des garçons ; et enfin

(3) élaborer des concepts, des nomenclatures et des pratiques d'enseignement en rapport avec l'information recueillie. Cela est rattaché au processus de pédagogie vocale, au choix de répertoire et aux exercices destinés au sujet en fonction des changements de la voix dus à la puberté.

Le processus ci-dessus, qui consiste à aller de l'observation des données vers la pratique, est fondé sur les méthodes en usage dans toutes les professions scientifiques telles que la médecine, la neuropsychologie, les défauts de la parole et la logopédie, l'audiologie et la thérapie physique.

Deux Systèmes Modélisants pour Classer les Voix des Garçons Pubères.

Aux États-Unis en particulier, deux systèmes modélisants sont couramment utilisés pour classer les voix des garçons pubères. L'un a été initié par Irvin Cooper, et l'autre par un de ses étudiants dans sa thèse, John Cooksey

Le Système Cooper

Cooper enseigna la musique à l'Université de l'État de Floride de 1950 à 1970. Il est très largement connu comme pionnier du développement de concepts interdisciplinaires, de nomenclatures et de méthodes pratiques pour enseigner aux sujets en cours de mue en contexte choral. Cooper publia ses idées, y compris son système de classification vocale, en 1965 dans *Teaching Junior High School Music: General Music and the Vocal Program*⁸ dont le directeur de l'école de musique de l'université d'État de Floride, Karl O. Kuersteiner, fut co-auteur. Une seconde édition parut en 1970, environ un an avant le décès du Dr. Cooper⁹.

Cooper est né en Grande-Bretagne et obtint sa licence à l'université de Manchester. Il s'installa ensuite au Canada, où il commença à enseigner la musique vocale et instrumentale dans les écoles publiques de Montréal. Il devint finalement directeur de l'enseignement musical de toutes les écoles de la province, soutint son doctorat à l'université McGill, y devenant ensuite enseignant¹⁰.

Au cours de ses années à Montréal, Cooper remarqua que la plupart des jeunes chanteurs à mi-chemin de la scolarité étaient momentanément écartés, alors que presque tous les autres suivaient des cours de musique vocale ou instrumentale. Cette observation éveilla sa curiosité : il chercha à savoir pourquoi ces élèves-là ne chantaient pas. Ce fut le début de son intérêt, dédié toute sa vie durant à des sujets pubertaires, pour la création de moyens permettant de prendre conscience de leurs capacités vocales, et de les faire continuer à chanter¹¹.

En travaillant individuellement avec des garçons de cet âge, en les écoutant minutieusement chanter, il s'aperçut qu'ils étaient capables de fort bien chanter pendant tout leur développement pubertaire, lequel modifiait la hauteur de la voix à laquelle ils pouvaient chanter confortablement et avec

une sonorité agréable. La principale raison pour laquelle ils avaient cessé de chanter, c'était qu'on leur demandait de chanter des parties qui ne correspondaient pas à la hauteur où ils se sentaient capables de bien chanter¹².

Cooper se mit en devoir de déterminer les ambitus confortables au cours du développement pubertaire. Sa méthode identifia les difficultés vocales des garçons pendant leur scolarité au collège (de 12 à 15 ans). Au cours du temps, il élaborait ce qu'on nomma le *Plan Cambiata* pour sérier les voix. Le mot *Cambiata* vient du verbe italien *cambiare* (changer). Cooper connaissait le terme de théorie musicale *cambiata nota* et le changea en *cambiata voce* (voix changeante)¹³.

Cooper évalua sa vie durant les facultés de plus de 114.000 sujets en début, au milieu et après la puberté. Il prit en compte les sujets pourvus de voix aiguës et graves, les niveaux auxquels ils chantaient confortablement, sans fatigue et avec leur meilleur ton (tessiture), et les niveaux auxquels la qualité du ton changeait significativement, ou les transitions de registre. Les sujets devaient chanter des parties particulières en fonction de ces délimitations. Il développa en outre une méthode de composition ou de transposition de la musique chorale distincte des polyphonies standard SATB, SAB, TTBB et TTB. Une partie *Cambiata*, ou « C » remplaçait les lignes ténor traditionnelles, de sorte que les arrangements et compositions selon sa méthode pouvaient être écrits SACB, SAC, CCBB ou CCB. Au cours des années 1950-60, Cooper composa, arrangea et diffusa une vaste littérature de musique chorale qui fut disponible dans tout le pays¹⁴.

En 1972, Don Collins, ancien doctorant de Cooper à l'Université d'État de Floride, fonda *Cambiata Press* à Conway (Arkansas), où il enseignait au département de chant choral de l'Université Centrale d'Arkansas. Collins fonda plus tard le *Cambiata Vocal Music Institute of America*, société sans but lucratif qui offrait des ateliers et autres services éducatifs aux enseignants de chant choral¹⁵. En 1981 il écrivit *The*

Cambiata Concept, livre décrivant en détail « ...une philosophie et méthodologie complète pour l'enseignement du chant choral aux adolescents ». ¹⁶

Collins prit sa retraite en 2009. L'institut fut transféré au *College of Music* de l'Université de North Texas sous ce nouveau nom : *The Cambiata Vocal Institute of America for Early Vocal Music Education (Institut vocal Cambiata d'Amérique pour l'éducation vocale précoce)*. Le directeur actuellement en exercice est Alan Mc Clung.

La Mue Vocale des Garçons : Classifications et étendue des Sons de Cooper

Notation d'après Cooper et Kuersteiner, *Teaching Junior High School Music : General Music and the Vocal Program*, Allyn and Bacon, 1970. Les citations proviennent de la même source.

"Au collège, il y a essentiellement cinq types de voix ," selon Cooper: "1) celles des filles, 2) celles inchangées des garçons, 3) celles des garçons dans leur premier changement, 4) celles des garçons dans leur deuxième changement, et 5) les voix changées des garçons." (p. 18)

La gamme de ces tessitures vocales sont:



Soprano [Inchangée]



Cambiata [1ère phase du changement de voix]



Baritone [Deuxième phase du changement de voix]



Bass [Voix changée]

"C'est une grossière erreur de penser que chaque voix de chaque catégorie rentre précisément dans les limites de la gamme correspondante ; mais il est prudent de déclarer que dans chaque catégorie vocale, quatre vingt dix pour cent des chanteurs peuvent se mouvoir vocalement à l'intérieur des étendues vocales appropriées, ci-dessus désignées" (p. 18)

Tessitures Vocales

"La tessiture est cette portion de l'étendue vocale dans laquelle il est confortable de chanter pendant un temps considérable sans se fatiguer... mais si la ligne générale d'un chant se situe hors de la tessiture, il en résulte une tension vocale." (p. 19)

Le *Cambiata Plan* de Cooper comprenait deux catégories pour les sujets en cours de mue pubertaire. Les garçons en première phase de mue vocale étaient classés 'voix *Cambiata*'. Dans la seconde phase, ils étaient 'voix *Baryton*' (voir Tableau n°1). Les garçons n'ayant pas mué étaient dénommés 'Voix *Soprano*'. Ceux dont la voix avait achevé sa mue étaient appelés '*Basses*'. En répétition comme en représentation, tous les pupitres de garçons étaient devant les jeunes filles¹⁷.

Le Système Cooksey

John Cooksey¹⁸ soutint sa maîtrise en Pédagogie du Chant Choral à l'Université d'État de Floride sous la direction de Cooper. Il enseigna aussi le chant choral en collège dans les écoles publiques de Tampa (Floride), en appliquant le *Plan Cambiata* de Cooper. Il commença à remarquer pendant ces années des caractéristiques des mues vocales des garçons qui posaient question par rapport à quelques aspects du *Plan Cambiata*. Il se mit donc à l'adapter en fonction de ses expériences, et jugea qu'une étude scientifique de la mue des garçons était nécessaire.

Après Tampa, Cooksey fut reçu dans l'École doctorale (pédagogie) à l'Université de l'Illinois. Étudiant avec Richard Colwell pendant cette période, il apprit à utiliser dans le champ de l'instruction musicale la méthode scientifique de recherche expérimentale. Cooksey rejoignit ensuite le corps enseignant de l'Université d'État de Californie (Fullerton) où il s'associa à deux professeurs de pathologies de la parole : Ralph Beckett et Richard Wiseman. L'équipe prépara et exécuta une étude triennale des adolescents traversant la mue pubertaire. Avant la collecte des données, Cooksey écrivit sur ce sujet une série de quatre articles théoriques, publiée dans quatre numéros consécutifs

de *Choral Journal*¹⁹. L'un de ces articles comprenait son étude préalable des lignes directrices de la classification vocale.

La collecte des données en vue de l'étude Cooksey-Beckett-Wiseman débuta en septembre 1979. Des 86 sujets au niveau de la 5e du district scolaire du comté d'Orange, quelques-uns seulement chantaient dans un chœur. Chaque mois sauf pendant l'été, de leur année de 5e, 4e et 3e (27 mois au total), 23 ensembles de données furent enregistrées pour chaque élève²⁰. En tout, 621 ensembles pour chaque élève : soit pour les 86 sujets, un total de 53.406.

Un enregistrement audio était fait chaque mois de chaque sujet exécutant des travaux vocaux prédéterminés. Voici la séquence de ces travaux pour chaque sujet

- Il comptait de 20 à 1 à l'envers. Ce faisant, l'attention étant fixée sur l'enchaînement inhabituel des chiffres, les réseaux neuraux mettant les cordes vocales en mouvement les faisaient vibrer par habitude autour d'un certain degré. Une fréquence fondamentale moyenne de la parole (ASF_0) était déterminée lorsque l'enregistreur de données percevait une fréquence moyenne, la repérait sur un clavier de piano et l'enregistrait manuellement.
- Il commençait sur l' ASF_0 temporaire et chantait les degrés d'une gamme montante majeure (sur le son vocalique /ah/). Il poursuivait jusqu'à la fréquence la plus élevée qu'il pouvait aisément émettre bien. Puis, à partir d'une fréquence de son choix, il chantait, sur /ah/ une gamme majeure descendante jusqu'à la fréquence la plus basse qu'il pouvait émettre correctement. Toute fréquence, la plus grave ou aigue, émise avec effort, tension ou 'affaiblissement' audible était écartée de l'ambitus complet dans le cadre de l'étude.
- Il maintenait une fréquence pendant plusieurs secondes dans le registre grave (dénommé *modal*), une autre fréquence dans le registre aigu (dénommé *tête*), et une troisième si possible en voix de fausset.

27 enregistrements audio de chaque sujet, étalés sur trois années, représentaient un total de 2.322 enregistrements à analyser objectivement de la façon suivante :

- Les enregistrements des échantillons parlés de chaque sujet étaient diffusés dans un programme d'analyse vocale afin d'obtenir une mesure objective de leur ASF_0 . Au fur et à mesure que chaque sujet passait d'une phase de mue à une autre, son ASF_0 était au-dessus de sa fréquence confortable la plus basse, environ une tierce mineure ou majeure (3 ou 4 demi-tons).
- Les gammes chantées révélèrent que certains sujets avaient vers le milieu de leur ambitus un « trou » où il ne pouvait produire du son. Cela se produisait presque toujours lorsque les sujets étaient dans la catégorie 'Newvoice' [nouvelle voix]. (voir le tableau n°2).

**La Mue Vocale des Garçons :
Classifications et étendue des Sons de Cooper**

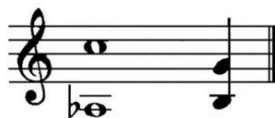
Notation d'après Cooksey-Beckett-Wiseman (1985/2000).

De 1977 aux années 1980, John Cooksey, Ralph Beckett et Richard Wiseman dirigèrent *The California Longitudinal Study of Male Adolescent Voice Maturation*. A cette époque, Beckett et Wiseman étaient à la faculté des Pathologies du discours portant sur les sciences de la voix à Fullerton, Université de l'Etat de Californie. Etant donné la grande quantité de données recueillies, le rapport écrit de l'étude ne fut achevé qu'en 1985.

Le guide des classifications vocales de Cooksey-Beckett-Wiseman est un corolaire des étapes de la mue vocale et d'autres données qui furent identifiées lors de recherches scientifiques antérieures. Deux études influencèrent particulièrement le développement du rapport Cooksey-Beckett-Wiseman : "*five- and ten-year longitudinal studies*" par Naidr, Zbořil, et Ševčík et par Frank et Sparber, respectivement (répertoriés en Notes 55 et 56). Dans ces trois études, très peu de sujets ont l'expérience du chant en écoles de musique, religieuses ou chorales associatives, et aucun d'entre eux n'a étudié le chant en privé. Les étapes de la maturation, les classifications vocales et la hauteur des sons qui en dérive scientifiquement sont les suivantes :



Premutation Stage Unchanged Voice



Early Mutation Stage Midvoice I



High Mutation Stage Midvoice II



Mutation Climax Stage Midvoice IIA



Postmutation Stabilization Stage Newvoice (former label: New Baritone)



Postmutation Settling Stage Emerging Adult Voice (former label: Settling Baritone)

- Les enregistrements des fréquences soutenues de chaque sujet étaient diffusées dans un analyseur vocal électronique qui exécutait des analyses spectrales objectives comprenant la fréquence fondamentale, les fréquences harmoniques au-dessus de la fondamentale jusqu'à environ 4100 Hertz (cycles de vibration par seconde) et les niveaux d'intensité de toutes ces fréquences. Un spectrogramme était imprimé après chaque analyse, pour étude et comparaison par les chercheurs. Plus de 6500 spectrogrammes furent imprimés (voir le tableau n°3).

Spectrogrammes Types des Mues Vocales des Adolescents Masculins de l'étude de Cooksey-Beckett-Wiseman

Cooksey-Beckett-Wiseman (1985/2000). Avec leur permission.

Dans tous les spectrogrammes ci-dessous, les sujets chantèrent leur version des voyelles/ah/. Des registres sonores soutenus furent produits dans des analyseurs spectraux calibrés, après quoi furent imprimés des spectrogrammes – présentation d'un graphique de deux types de tons vocaux.

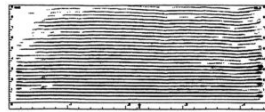
1. Les lignes horizontales superposées représentent tous les harmoniques/partiels détectés à l'intérieur d'un son vocal (*partiels* se réfèrent à chaque 'partie' d'un ton vocal entier). La ligne horizontale la plus basse représente la fréquence fondamentale que les auditeurs entendent comme son résultant ; toutes les autres lignes représentent les fréquences 'pointes' multiples produites au même moment que la fréquence fondamentale.

Sur les côtés droit et gauche des graphiques se trouve une série de nombres qui montent de 1 à 9, de bas en haut. Ils indiquent la gamme de fréquence vibratoire dans laquelle les partiels furent produits par intervalles de 1,000 Hertz (cycles de vibration par seconde). Le nombre neuf indique des partiels dans la gamme de 9,000 Hz . Les nombres sur le bas de chaque graphique représentent le défilement du temps en secondes.

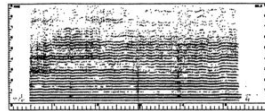
2.

En bas de chaque spectrogramme se trouve une série de nombres de 1 à 4. Ces nombres montrent le temps qui passe en secondes pendant la production de sons soutenus.

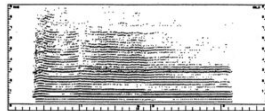
La densité de l'encre plus sombre (plus épaisse) de chaque ligne horizontale représente des intensités plus grandes (tension intense) de chaque partiel. La densité de l'encre plus claire-fine de chaque ligne horizontale représente moins de force (intensité) dans chaque partiel.



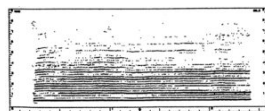
Unchanged Voice (Premutation Stage): Notez l'uniformité de la force dans tous les partiels.



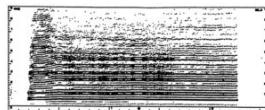
Midvoice I (Early Mutation Stage): Notez les partiels intermédiaires et les plus hauts 'cassés' et l'oscillation dans la plupart des partiels. Ce trait "cassé" représenterait un certain degré de souffle dans le son vocal. L'oscillation pourrait s'expliquer par « l'effort fourni » pour atteindre les fréquences (sons) fondamentales précédentes plus hautes « faciles ». Notez, également, qu'il y a un peu de vibrato qui peut refléter l'effort supplémentaire pour surmonter une perte de clarté et de force dans les fréquences fondamentales plus élevées (sons).



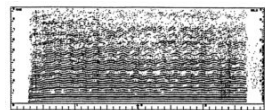
Midvoice II (High Mutation Stage): Notez l'affaiblissement progressif et l'absence croissante des partiels les plus hauts dans la voix de ce garçon, entraînant une baisse de clarté dans les plus hauts partiels de sa qualité vocale et une instabilité accrue de la fonction vocale. Un soupçon de vibrato est présent.



Midvoice IIA (Mutation Climax Stage): Il y a une baisse nette (absence) du nombre de partiels élevés dans la voix de ce garçon et même ses partiels les plus bas (fréquence fondamentale) sont assez faibles. Il en est au stade le plus haut de la mue de ses cordes vocales, et donc il expérimente un maximum d'instabilité vocale. Très peu de vibrato est produit, reflétant peut-être un état général faible des muscles internes du larynx.



Newvoice (Postmutation Stabilizing Stage): Notez que la force à la fois des partiels les plus hauts et les plus bas reviennent dans cette voix de garçon, bien que ses partiels montrent de la faiblesse. Avec une stabilité plus grande des muscles internes de son larynx, le vibrato aussi réapparaît.



Emerging Adult Voice (Postmutation Settling Stage): Même s'il y a des signes de faiblesse dans les partiels les plus hauts de la voix de ce garçon, la trajectoire globale est une stabilité et une force accrues. Notez la force et la clarté de ses partiels les plus bas. Il y a aussi une présence beaucoup plus complète du vibrato.

- Les 27 spectrogrammes des sujets furent classés suivant la date de l'enregistrement afin d'examiner visuellement les changements du système spectral.
- En se fondant sur les mesures objectives, Cooksey, Beckett et Wiseman conclurent de commun accord que les fréquences et tessitures visibles dans le tableau n° 2 révélaient les ambitus moyens de chaque sujet au cours de chaque phase de la mue pubertaire.

Il n'existe à ce jour qu'une source présentant tous les détails pertinents de l'étude²¹. Chaque été lors d'un stage dans le cadre du 'Voice Care Network' (réseau d'entretien de la voix), Cooksey tient des ateliers sur la mue pubertaire masculine et féminine²².

Puberté et Mue Masculine:

Détails Scientifiques Pertinents

L'âge où se déclenche la puberté est très variable, mais se situe pour la plupart des sujets entre 12 et 13 ans²³. [En latin, *pubesco*, du verbe *pubescere*, désigne l'action de devenir adulte (capacité à se reproduire) ; *pubertas* = âge adulte, impliquant le développement pileux sur le visage et le pubis]. Le processus de puberté débute lorsque les gènes dans une partie du cerveau (l'hypothalamus) déclenchent la production de gonadotropine libérant l'hormone (GnRH) [autrefois connue comme l'hormone lutéinisante libérant l'hormone (LH-RH)]²⁴. GnRH se fixe ensuite sur ses récepteurs de la glande pituitaire, ce qui déclenche la production et libération dans le sang de plusieurs gonadotrophines [en grec, *gone* = graine ; *trophe* = nourriture] telle l'hormone

luteinisante (LH) et l'hormone stimulant les follicules (FSH)²⁵. Ces deux hormones circulent jusqu'à leurs récepteurs placés dans les deux testicules, et cela déclenche la production de sperme et la production et circulation de testostérone (T)²⁶, hormone stéroïde androgénique [en grec : *andros* = masculin ; *genein* = produire]. T déclenche plusieurs effets de croissance corporelle, dont l'accroissement de la masse musculaire, la poussée pileuse (visage et pubis) et la mue vocale²⁷. La mue vocale et le système pileux sont les signes les plus évidents de la puberté masculine²⁸.

La croissance physique humaine passe par deux phases : celle de 'saltation' [latin *saltation* = un saut], et celle de stase [grec *stasis* = état d'équilibre]²⁹. L'ensemble de la croissance pubertaire est un ensemble de courts épisodes de développement et de stabilisation étendu sur plusieurs semaines ou plusieurs mois. Ils se produisent les uns à la suite des autres dans divers lieux corporels, mais le début et la durée de chaque phase diffère chez tous les individus³⁰. Par exemple, les extrémités des quatre membres grandissent en premier (les mains et les pieds), puis les os et les chairs des bras et jambes se renforcent et s'allongent. Une taille plus grande de chaussures et de gants annonce donc des vêtements plus grands en général. James Tanner, pédiatre anglais, a distingué une évolution, en usage aujourd'hui, en cinq étapes du développement sexuel chez les sujets masculins. Cela permet aux pédiatres de distinguer entre croissance pubertaire normale et anormale³¹.

La croissance et la forme des poumons, et donc de la respiration, capacité vitale, comptent parmi les effets du développement pubertaire³². Cooksey trouva que la capacité pulmonaire augmentait avec chaque phase de la mue vocale, ce qui sous-entendait une croissance physiologique de la poitrine

annonciatrice des évolutions de la mue³³. S'impliquer dans une activité pulmonaire accrue telle que le chant accroît la taille des poumons et la capacité vitale³⁴. Un besoin moins grand implique une moindre croissance de la capacité pulmonaire vitale.

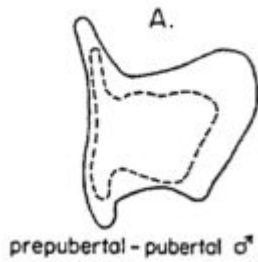
Les cordes vocales se composent de trois types de tissus³⁵. D'abord, le centre de chaque corde est fait de la partie vocaliste de son *muscle thyroaryténoïde* (TA) dont le rôle est le raccourcissement des cordes. On l'appelle parfois le 'corps' des cordes vocales. Ensuite, relié à chaque *vocalis*, est la partie non musculaire, le « tissu souple » des couches profondes, moyennes et superficielles de la *lamina propia* [latin *lamina* = couches fines, *proprius* = particulier, unique] des cordes. La couche profonde est dense, faite de fibres collagènes filiformes. La couche moyenne a de moins en moins de collagène et de plus en plus de ces fibres semblables à l'élastine. Les couches profonde et moyenne forment le ligament vocal. La couche superficielle semble plus fluide et très souple, semblable à de la gélatine non solidifiée³⁶. Elle est principalement constituée d'élastine, d'acide hyaluronique, de capillaires et autres constituants. Enfin, les cellules de l'épithélium (peau) maintiennent l'ensemble. Leur surface extérieure est le lieu où les effets du cisaillement débutent pendant la vibration des cordes. La '*lamina propia*' et l'épithélium sont parfois appelés 'les *tissus de couverture*' des cordes³⁷.

A l'intérieur, le cartilage thyroïdien masculin, la longueur des cordes de la pré- à la post- puberté peut s'accroître d'environ 67% (voir le tableau 1). La maturation pubertaire de l'anatomie du larynx va de pair avec la croissance des tissus musculaires et non musculaires³⁸. Pendant la croissance pubertaire, la définition des couches de la *lamina propia* s'accélère pour distinguer clairement les

couches superficielle et moyenne. Les couches moyenne et profonde forment alors un ligament vocal mûr. Il faut atteindre au moins 16 ans pour que les caractéristiques essentielles de la *lamina propria* adulte soient établies³⁹.

Table 1				
Signifie la longueur totale (en millimètres) du pli vocal masculin et féminin de la prépuberté à la puberté. [Données de Kahane, 1983. Avec permission.]				
	Prepuberte	Puberte	Croissance	% Augmentation
Masculin	17.35	28.92	11.57	66.68
Féminin	17.31	21.47	4.16	23.97

En même temps que les poussées de développement pubertaire, on observe un alourdissement et agrandissement des cartilages du larynx masculin⁴⁰. Le changement le plus significatif des proportions se situe de part et d'autre de la partie antérieure du plus gros cartilage, la thyroïde. Cette dimension chez l'homme subit un accroissement triple de celui de la femme (15,04 par rapport à 4,47 mn). Cette partie allongée du cartilage masculin est communément appelé 'pomme d'Adam'.



Comparaison à l'échelle du cartilage thyroïdien masculin préburtaire avec le postpubertaire.. [Données de Kahane, 1978. Avec permission.]

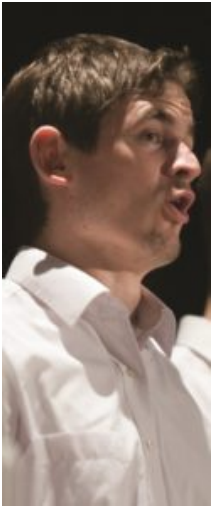
L'appareil vocal est, en gros, un tube formé de la bouche et de la gorge : l'aire de résonance de la voix⁴¹. Pendant et après la puberté, la longueur moyenne de l'appareil vocal masculin augmente. Il s'allonge notablement et sa circonférence s'accroît. Les dimensions pleinement adultes sont atteintes vers 20 ou 21 ans. La croissance du système vocal se résout en une amplification du grave du spectre, ajoutant donc une 'plénitude' à la qualité de la voix perçue.

Un indicateur de la longueur du système vocal est l'emplacement de la partie basse du larynx (cartilage cricoïde) par rapport aux vertèbres⁴². Chez les nourrissons, cette partie basse du larynx se situe à proximité de la troisième vertèbre (C3). Vers 5 ans, quand la croissance est normale, la partie basse du larynx masculin se situe à proximité du milieu de C5 ; près de la moitié haute de C6 à 10 ans et près de la partie basse de C6 à la fin de la puberté. Vers 20 ans, la partie basse du larynx masculin se situe vers le haut de C7. La descente peut se poursuivre, mais le bas du larynx reste au voisinage de C7 pendant toute la vie de l'homme.

Puberté et Mue Masculine :
De la Science à la Pratique

En 1984, lors du colloque annuel de la *Fondation de la Voix*, Cooksey présenta une recherche achevée avec l'aide de Joel Kahane, anatomiste de la voix réputé⁴³. Cette étude confirmait les résultats de l'étude californienne antérieure de Cooksey, Beckett et Wiseman. Mitzi Groom présenta les résultats de sa thèse lors d'un colloque scientifique sur la voix des jeunes adolescents. Elle trouva des preuves que les phases de la mue étaient plus rapides dans un climat chaud, y compris pendant les mois d'été aux USA⁴⁴. En 1985, Joanne Rutkowski, à présent professeur d'éducation musicale à l'Université d'État de Pennsylvanie, publia les résultats d'une étude testant et validant le schéma directeur de Cooksey pour le classement de la mue pubertaire masculine⁴⁵.

La communication de Cooksey en 1984 au colloque de la *Fondation de la Voix* fut l'une des quatre sessions traitant de l'apprentissage musical scolaire, de ce qu'il était et pouvait être. Un atelier s'ensuivit, impliquant quatre intervenants : les distingués laryngologistes Robert Sataloff et Friedrich Brodnitz, ainsi que James Gould, fondateur de la *Fondation de la Voix*. Brodnitz avait auparavant, et d'excellente façon, argué qu'on ne devrait pas autoriser les garçons pubères à chanter⁴⁶. Pourtant, prenant en compte les preuves scientifiques, Brodnitz déclara que les garçons pouvaient chanter sans crainte si les professeurs musique et les chefs de chœur suivaient les résultats de la recherche du Dr. Cooksey. La science pouvait donc influencer la pédagogie de la musique chorale destinée aux garçons dont la voix mue⁴⁷.



WYC singer
Marianene
Grimont
©NamurImage
.be

En 1992-993, Cooksey passa une année sabbatique en Grande Bretagne, reçu par le chercheur renommé sur la voix enfantine Graham Welch. Une étude d'une année sur les jeunes chanteurs de London Oratory School and Primary School (l'Oratoire et école primaire de Londres) fut entreprise et les résultats publiés⁴⁸, confirmant la validité et la fiabilité du schéma de Cooksey.

Quelques années plus tard, le pédiatre gallois Meredydd Harries et ses collègues cherchèrent à savoir s'il y avait une corrélation entre les cinq étapes du développement génital masculin selon Tanner (G1-G5) et les six phases de la mue vocale du schéma de Cooksey (C1-C6)⁴⁹. Pendant un an, 26 élèves de 13 à 14 ans, non chanteurs, furent évalués à cinq reprises à trois mois d'intervalle. Les deux schémas de classification (de Tanner et de Cooksey) furent suivis et diverses données comme le profil salivaire et de la testostérone, des électrolaryngographes et des analyses d'enregistrements de parole et d'épisodes chantés, furent collectionnées. L'étude établit une bonne corrélation entre les étapes des méthodes G et C, et confirma la validité du

schéma Cooksey permettant de suivre un sujet individuel durant la puberté⁵⁰.

Les résultats d'une investigation de cinq années consécutives de la mue adolescente masculine furent publiés en 1994⁵¹. L'étude fut financée par un des instituts parmi ceux de *U.S. National Institutes of Health* et décrivait les effets de la mue sur la parole (à l'exclusion des sons chantés). Les 48 sujets avaient de 10,5 à 11,5 ans au début de l'enquête et de 15,5 à 16,5 ans à la fin. Les mesures objectives les plus pertinentes furent la fréquence parlée fondamentale (*speaking fundamental frequency*, SF_0) et l'étendue de la fréquence phonatoire (*phonational frequency range*, PFR). Des passages parlés standardisés furent lus afin de déterminer le SF_0 et des glissements de tonalité pour déterminer le PFR. En se fondant sur les connaissances d'alors en matière de sciences de la parole, on put obtenir des mesures stables de la mue adolescente. Les changements afférents se produisaient sous des formes prévisibles, et le début aussi bien que la durée de la mue s'étendaient sur un laps de temps plus long qu'on ne le pensait auparavant.

Beaucoup plus récemment, Harry Hollien a fait le bilan d'un vaste ensemble d'études anatomiques, physiologiques et pratiques quant à la mue masculine⁵². L'étude de cinq ans citée ci-dessus en faisait partie, et la recherche de Cooksey, Beckett et Wiseman fit l'objet d'une mention spéciale. Hollien conclut que les corrélations entre le déroulement de la croissance pubertaire dans son ensemble et la mue de l'étendue de la fréquence fondamentale (F_0) étaient des mesures valides de ce qu'il nommait mue vocale adolescente (*adolescent voice change*, AVC). Il proposa un modèle d'AVC pour lequel les graphiques du paramètre du changement F_0 parlé ou chanté pouvaient définir l'AVC, y compris son début, sa durée et sa terminaison.

Les trous de la phonation (absence de son) dans la tessiture chantée du jeune adolescent (ce que Cooksey appelle

des 'points vides' sont un défi pour les éducateurs et les savants de la voix. Elizabeth Willis et Dianna Kenny, avec l'assistance de Graham Welch, relevèrent ce défi et publièrent des résultats remarquables⁵³. Ils étudièrent les rapports entre les trous de la phonation, le poids corporel et le SF₀ chez 18 garçons terminant leur septième année dans deux écoles secondaires de Sydney en Australie. L'âge moyen des garçons était juste au-dessous de 13 ans au début de l'étude. Les mesures physiques et acoustiques objectives furent rassemblées lors de cinq visites réparties sur l'année.

Willis et Kenny confirmèrent le 'point vide' de Cooksey, ajoutant qu'il survenait presque toujours vers la seconde moitié de la mue qui commence au moment de la transition entre *Midvoice IIA* et *Newvoice*. Ils rassemblèrent leurs données en utilisant des instruments d'analyse vocale plus sophistiqués que ceux dont Cooksey disposait au début des années 80. Les chanteurs furent enregistrés exécutant six glissements (*glissandi*). Trois descendaient des plus hautes fréquences des sujets (*phonational frequency range*, PFR) au PFR le plus grave, et trois montaient du PFR le plus grave au plus aigu afin de détecter la présence de tous les trous. Trois conclusions majeures se dégagèrent.

Premièrement, chez ceux des sujets manifestant un trou phonatoire pendant les glissandi, les trous s'étendaient sur une échelle plus large que celle détectée par Cooksey et certains des garçons avaient jusqu'à trois trous qui changèrent de degré en cours d'étude. Les premiers débutaient par des trous au-dessous du SF₀ du sujet (étendue moyenne de la₂ à ré₃), puis plus tard se déplaçaient vers un trou dans le registre aigu (de mi₅ à fa₅) avant de devenir un trou au niveau moyen (de do₄ à sol₄). Certains des trous comprenaient des niveaux que Cooksey avait trouvés facilement chantables, et certains des trous situés au milieu de la tessiture perduraient davantage que Cooksey l'avait dit.

Deuxièmement, les chercheurs s'intéressèrent à des résultats connexes selon lesquels les sujets prennent

d'habitude du poids pendant la seconde moitié du début de l'adolescence⁵⁴. Ils se demandèrent s'il y avait un rapport entre cette prise de poids et les trous phonatoires signalant la seconde moitié du processus de mue. Pour sûr, à la fin de l'étude alors que l'âge moyen approchait de 14 ans, tous les sujets dépassant 54,8 kg avaient des trous, en moyenne de ré#4 à sol#4.

Troisièmement, Willis et Kenny indiquèrent qu'aucune méthode d'éducation de la voix pouvait éliminer les trous phonatoires, mais n'exprimèrent aucune opposition à la recommandation de Cooksey, des glissements soupirés vers le grave afin d'aider la transition vers une pleine capacité vocale et la disparition des trous. Les auteurs recommandèrent que leurs conclusions soient l'objet d'autres recherches.

Les Garçons Choisissent de Chanter parce qu'ils Le Peuvent

Irvin Cooper et John Cooksey ont consacré un temps considérable à aider des adolescents à savoir que leur voix (toute leur vie) est en mesure de *bien* chanter. Et que chacun d'entre eux est capable de chanter et de parler (et de se déplacer) *en exprimant son sentiment*, avec une riche empathie envers autrui.

En haut d'un mur de la salle de musique chorale, un enseignant qui utilisait le schéma de classification de Cooksey affichait une rangée de six écriteaux nommant chacune des classifications de Cooksey, '*Inchangé*', '*Mi-voix I*', etc. Sur la gauche du mur, des écriteaux de haut en bas avec les noms de chaque élève engagé dans le programme. Et de même, sur un autre mur pour les jeunes filles engagées.

Un jour où les garçons seuls sont présents, le professeur de chant choral explique en termes simples la mue, ses étapes, et les changements de possibilités vocales les accompagnant. En utilisant le piano et avec le concours de garçons plus aguerris, il leur montre comment classer leur propre voix. Quand les élèves pensent être passés dans la catégorie suivante, il leur faut informer le professeur de

chant qui confirme ou infirme la décision du garçon. En cas de confirmation, le garçon déplace son nom sous sa nouvelle catégorie lors de la répétition en cours ou de la suivante.

Ces échanges étaient possibles en raison du savoir de l'enseignant quant à la physiologie du changement vocal, et sa conscience du développement social et cognitif de l'adolescent. Les garçons étaient impliqués dans la musique, conscients de leurs possibilités du moment, et désireux de franchir une étape vers l'expérience suivante. La transformation vocale avait permis la transformation musicale.

Dans l'ordre naturel des choses.

NOTES

¹ Patrick K. Freer, "Two Decades of Research on Possible Selves and the 'Missing Males' Problem in Choral Music," *International Journal of Music Education* 28, no. 1 (2010): 17-30.

² Cheryl L. Sisk and Douglas L. Foster, "The Neural Basis of Puberty and Adolescence." *Nature Neuroscience* 7, no. 9 (2004): 1040-1047.

³ Ibid.

⁴ Harry Hollien, Rachel Green, and Karen Massey, "Longitudinal Research on Adolescent Voice Change in Males." *Journal of the Acoustical Society of America* 96, no. 5 (1994): 2646-2654.

⁵ Sisk and Foster, "Neural Basis of Puberty and Adolescence."

⁶ Leon Thurman and Carol A. Klitzke, "Voice Education and Health Care for Young Voices." In *Vocal Arts Medicine: The Care and Prevention of Professional Voice Disorders*, ed. Michael S. Benninger, Barbara H. Jacobson, and Alex F.

Johnson, 226-268. New York: Thieme Medical Publishers, 1994.

⁷ Stephanie Burnett and Sarah-Jayne Blakemore, "The Development of Adolescent Social Cognition." In *Values, Empathy, and Fairness across Social Barriers*, ed. Scott Atran, Arcadi Navarro, Kevin Ochsner, Adolf Tobeña and Oscar Vilarroya, 1167, 51-56. New York: Annals of the New York Academy of Sciences, 2009; Kurt W. Fischer and Samuel P. Rose, "Dynamic Growth Cycles of Brain and Cognitive Development." In *Developmental Neuroimaging: Mapping the Development of Brain and Behavior*, ed. by Robert W. Thatcher, G. Reid Lyon, J. Rumsey and N. Krasnegor, 263-279. New York: Academic Press, 1996; Sisk and Foster, "Neural Basis of Puberty and Adolescence."

⁸ Irvin Cooper and Karl O. Kuersteiner, *Teaching Junior High School Music: General Music and the Vocal Program*. (Boston: Allyn and Bacon 1965).

⁹ Irvin Cooper and Karl O. Kuersteiner, *Teaching Junior High School Music: General Music and the Vocal Program*, 2nd ed. (Boston: Allyn and Bacon 1970).

¹⁰ Don L. Collins, *Teaching Choral Music*, 2nd ed. (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999) 128, 129.

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

¹³ Ibid.

¹⁴ Cooper and Kuersteiner, 1970, 18-21; Collins, *Teaching Choral Music*, 132, 133.

¹⁵ Collins, *Teaching Choral Music*, 133, 134.

¹⁶ Don L. Collins, *The Cambiata Concept: A Comprehensive Philosophy and Methodology of Teaching Music to Adolescents*. Conway, AR: Cambiata Press, 1981.

¹⁷ Collins, *Teaching Choral Music*, 132.

¹⁸ Biographical information for Dr. Cooksey was obtained in a personal telephone interview, January 15, 2012.

¹⁹ John M. Cooksey, "The Development of Contemporary, Eclectic Theory for the Training and Cultivation of the Junior High School Male Changing Voice," Part I: "Existing Theories," Part II: "Scientific and Empirical Findings: Some Tentative Solutions," Part III: "Developing an Integrated Approach to the Care and Training of the Junior High School Male Changing Voice," and Part IV: "Selecting Music for the Junior High School Male Changing Voice." *Choral Journal*, 18 no. 2 (1977): 5-14; 18 no. 3 (1977): 5-16; 18 no. 4 (1977): 5-15; 18 no. 5 (1978): 5-18.

²⁰ All of the information about the Cooksey-Beckett-Wiseman study is from two sources: John Cooksey, "Voice Transformation in Male Adolescents" and "Male Adolescent Transforming Voices: Voice Classification, Voice Skill Development, and Music Literature Selection." In *Bodymind and Voice: Foundations of Voice Education*, ed. Leon Thurman and Graham Welch, 718-738 and 821-841. Collegeville, MN: VoiceCare Network and National Center for Voice and Speech, 2000; personal telephone interview, January 15, 2012.

²¹ Leon Thurman and Graham Welch, *Bodymind and Voice: Foundations of Voice Education*, rev. ed., 3 volumes. (Collegeville, MN: VoiceCare Network and National Center for Voice and Speech, 2000).

²² Information about *Bodymind and Voice* and the summer courses

in which Dr. Cooksey teaches can be found at www.voicecarenetwork.org

²³ Harry Hollien, "On Pubescent Voice Change in Males." *Journal of Voice*, (in press).

²⁴ Melvin M. Grumbach, "The Neuroendocrinology of Human Puberty Revisited." *Hormone Research* 57, no. Suppl. 2 (2002): 2-14.

²⁵ Leo Dunkel, Henrik Alfthan, Ulf-Hoakan Stenman, Päivi Tapanainen, and Jaakko Perheentupa. "Pulsatile Secretion of LH and FSH in Prepubertal and Early Pubertal Boys Revealed by Ultrasensitive Time-Resolved Immunofluorometric Assays." *Pediatric Research* 27, no. 3 (1990): 215-219.

²⁶ C. Thøger Nielsen, Niels E. Skakkebak, Janet A.B. Darling, William M. Hunter, David W. Richardson, Merete Jørgenson, and Niels Keiding. "Longitudinal Study of Testosterone and Luteinizing Hormone (LH) in Relation to Spermatogenesis, Pubic Hair, Height and Sitting Height in Normal Boys." *Acta Endocrinologica Supplementum (Copenhagen)* Supplement, (1986): 98-106.

²⁷ Peter A. Lee and Claude J. Migeon. "Puberty in Boys: Correlation of Serum Levels of Gonadotropins (LH, FSH), Androgens (Testosterone, Androstenedione, Dehydroepiandrosterone and Its Sulfate), Estrogens (Estrone and Estradiol), and Progestins (Progesterone, 17-Hydroxy-Progesterone)." *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 41, (1975): 556-562.

²⁸ James M. Tanner, "Sequence, Tempo, and Individual Variation in Growth and Development of Boys and Girls Aged Twelve to Sixteen." In *Twelve to Sixteen: Early Adolescence*, edited by Jerome Kagen and R. Coles. New York: W.W. Norton, 1972; C.Thøger Nielsen, et al., "Longitudinal Study of Testosterone and Luteinizing Hormone (LH);" Deso A. Weiss, "The Pubertal

Change of the Human Voice (Mutation).” *Folia Foniatrica* 2, no. 3 (1950): 126-159.

²⁹ Manfred Lampl, Johannes D. Veldhuis, and Mark L. Johnson. “Saltation and Stasis: A Model of Human Growth.” *Science* 258, (1993): 801-803.

³⁰ Nielsen, et al., “Longitudinal Study of Testosterone and Luteinizing Hormone (LH);” Johanna M.B. Wennick, Henriette A. Delemarre-Van de Waal, Herman Van Kessel, Gerhard H. Mulder, J. Peter Foster, and Joop Schoemaker. “Luteinizing Hormone Secretion Patterns in Boys at the Onset of Puberty, Measured Using a Highly Sensitive Immunoradiometric Assay.” *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 67, (1988): 924-928; Paul M. Martha, Alan D. Rogol, Johannes D. Veldhuis, James R. Kerrigan, David W. Goodman, and Robert M. Blizzard. “Alterations in the Pulsatile Properties of Circulating Growth Hormone Concentrations During Puberty in Boys.” *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 69, (1989): 563-570; John M. Cooksey, Ralph L. Beckett, and Richard Wiseman. “The California Longitudinal Study of Male Adolescent Voice Maturation: An Investigation of Selected Vocal, Physiological, and Acoustical Factors Associated with Voice Maturation in the Male Adolescent Attending Junior High School.” Fullerton, California: California State University, 1985; Harry Hollien, “On Pubescent Voice Change in Males.” *Journal of Voice*, (in press).

³¹ James M. Tanner, “Sequence, Tempo, and Individual Variation in Growth and Development of Boys and Girls Aged Twelve to Sixteen.” In *Twelve to Sixteen: Early Adolescence*, edited by Jerome Kagen and R. Coles. New York: W.W. Norton, 1972; James M. Tanner, “Physical Growth and Development.” In *Textbook of Pediatrics*, edited by J.O. Forfar and G.C. Arneil, 1984.

³² Elisabeth G. Degroot, Phillip H. Quanjer, Mervyn E. Wise, and Bert C. Van Zomeren. “Changing Relationships between

Stature and Lung Volumes During Puberty." *Respiration Physiology* 65, no. 2 (1986): 139-153; Xiaobin Wang, Douglas W. Dockery, David Wypij, Diane R. Gold, Frank E. Speizer, James H. Ware, and Benjamin G. Ferris. "Pulmonary Function Growth Velocity in Children 6 to 18 Years of Age." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 148, no. 6 (1993): 1502-1508; Véronique Nève, François Girard, Antoine Flahault, and Michèle Boulé, "Lung and Thorax Development During Adolescence: Relationship with Pubertal Status." *European Respiratory Journal* 20, no. 5 (2002): 1292-1298;

³³ John M. Cooksey, "Voice Transformation in Male Adolescents." In *Bodymind and Voice*, 729.

³⁴ John E. Cotes, *Lung Function*. 4 ed. Oxford, United Kingdom: Blackwell Scientific, 1979.

³⁵ Leon Thurman, Graham Welch, Axel Theimer, Patricia Feit, and Elizabeth Grefsheim, "What Your Larynx Is Made Of." In *Bodymind and Voice: Foundations of Voice Education*, ed. Leon Thurman and Graham Welch, 356-366. Collegeville, MN: VoiceCare Network and National Center for Voice and Speech, 2000.

³⁶ Statement during course instruction, Principles of Voice Production, Ingo R. Titze, Director, National Center for Voice and Speech, June, 2004.

³⁷ Leon Thurman, et al., "What Your Larynx Is Made Of."

³⁸ Minoru Hirano, "Phonosurgery: Basic and Clinical Investigations." *Otologia* (Fukuoka) 21(1975): 239-442; Joel Kahane, "Growth of the Human Prepubertal and Pubertal Larynx." *Journal of Speech, Language, and Hearing Science* 25 (1982): 446-455.

³⁹ Minoru Hirano, Shigejiro Kurita, Teruyuki Nakashima, "Growth, Development, and Aging of Human Vocal Folds." In

Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues, ed. Diane M. Bless, James H. Abbs, 22-43. San Diego, CA: College Hill Press, 1983.

⁴⁰ Joel Kahane, "Growth of the Human Prepubertal and Pubertal Larynx;" Joel Kahane, "Postnatal Development and Aging of the Human Larynx." *Seminar in Speech and Language* 4 (1983): 189-203.

⁴¹ Leon Thurman, Axel Theimer, Graham Welch, Patricia Feit, and Elizabeth Grefsheim, "What Vocal Sounds Are Made Of." In *Bodymind and Voice: Foundations of Voice Education*, ed. Leon Thurman and Graham Welch, 321-325. Collegeville, MN: VoiceCare Network and National Center for Voice and Speech, 2000; Minoru Hirano, Shigejiro Kurita, Teruyuki Nakashima, "Growth, Development, and Aging of Human Vocal Folds."

⁴² Joel Kahane, "Postnatal Development and Aging of the Human Larynx." Jan Wind, *On the Phylogeny and the Ontogeny of the Human Larynx: A Morphological and functional Study*. Groningen, Sweden: Wolters-Noordhoff Publishing, 1970.

⁴³ John M. Cooksey, "Vocal-Acoustical Measures of Prototypical Patterns Related to Voice Maturation in the Adolescent Male." In *Transcripts of the Thirteenth Symposium, Care of the Professional Voice, Part II: Vocal Therapeutics and Medicine*, ed. Van L. Lawrence. (New York: The Voice Foundation, 1985) 469-480.

⁴⁴ Mitzi Groom, "A Descriptive Analysis of Development in Adolescent Male Voices During the Summer Time Period." In *Proceedings: Research Symposium on the Male Adolescent Voice*, ed E.M. Runfola, (Buffalo, New York: State University of New York at Buffalo Press, 1984) 80-85.

⁴⁵ Joanne Rutkowski, "Final Results of a Longitudinal Study Investigating the Validity of Cooksey's Theory for Training

the Adolescent Voice." *Pennsylvania Music Educators Association Bulletin of Research in Music Education* 16, (1985): 3-10.

⁴⁶ Friedrich Brodnitz, "On the Changing Voice." *National Association of Teachers of Singing Bulletin* 45, no. 2 (1983): 24-26.

⁴⁷ Personal recollection as organizer and one presenter in four presentations on voice education in music education; other presenters were Anna Peter Langness and Deborah K. Lamb.

⁴⁸ John M. Cooksey, "Do Adolescent Voices 'Break' or Do They 'Transform'?" *VOICE, The Journal of the British Voice Association* 2, no. 1 (1993): 15-39; John M. Cooksey and Graham F. Welch, "Adolescence, Singing Development and National Curricula Design." *British Journal of Music Education* 15, no. 1 (1998): 99-119.

⁴⁹ Meredydd Lloyd Harries, Judith M. Walker, David M. Williams, Sarah M. Hawkins, and Ieuan A. Hughes, "Changes in the Male Voice at Puberty." *Archives of Disease in Children* 77, (1997): 445-447.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Harry Hollien, Rachel Green, and Karen Massey, "Longitudinal Research on Adolescent Voice Change in Males." *Journal of the Acoustical Society of America* 96, no. 5 (1994): 2646-2654.

⁵² Harry Hollien, "On Pubescent Voice Change in Males." *Journal of Voice*, (in press).

⁵³ Elizabeth C. Willis and Dianna T. Kenny, "Relationship between Weight, Speaking Fundamental Frequency, and the Appearance of Phonational Gaps in the Adolescent Male Changing Voice." *Journal of Voice* 22, no. 4 (2008): 451-471.

⁵⁴ Jody Kreiman, Bruce R. Gerratt, Gail B. Kempster, Andrew Erman, and Gerald S. Berke, "Perceptual Evaluation of Voice Quality: Review, Tutorial, and a Framework for Future Research." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 36, (1993): 21-40.

Avec l'aimable autorisation du Choral Journal de l'ACDA où l'article a paru dans le n° d'avril 2012



Leon Thurman est spécialisé dans l'éducation de la voix au *Leon Thurman Voice Center* à Minneapolis (Minnesota). Il est le fondateur et le premier enseignant du réseau *VoiceCare*.

Courriel : leon@leonthurman.com

Traduit de l'anglais par Claude Julien (France) – Partie 1

Chantal Elisene-Six (France) – Partie 2