

Gilles Léothon

Théorie de la Phonation

Cours de DEUG 2^e année

DMU3D1B

Année universitaire 2004-2005

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
Introduction.....	6
Chapitre I	10
Anatomie du système phonatoire	10
1. L'appareil vocal.....	10
2. Le larynx	12
2.1. Les cartilages du larynx	12
2.2. Les muscles du larynx.....	12
2.2.1. Muscles intrinsèques	13
2.2.2. Muscles extrinsèques.....	14
2.3. Membranes et ligaments du larynx.....	15
2.4. Situation du larynx.....	15
2.5. Action des muscles du larynx.....	16
2.5.1. Action des crico-thyroïdiens.....	16
2.5.2. Action des thyro-aryténoïdiens.....	17
2.5.3. Les configurations glottiques.....	18
3. Le corps sonore	19
3.1. Le pharynx et la cavité nasale	20
3.2. Les cavités buccales et labiales	20
4. Le système articulateur	20
Chapitre II.....	22
La respiration	22
1. Les différents volumes respiratoires.....	22
2. La mécanique respiratoire.....	23
2.1. L'inspiration	23
2.2. L'expiration	24
2.3. La respiration phonatoire	25
3. Les muscles de la respiration	25
3.1. Muscles de l'inspiration	25
3.2. Muscles de l'expiration.....	26
4. Typologie de la respiration	27
4.1. Le type thoracique supérieur	28
4.2. Le type thoracique inférieur	28
4.3. Le type abdominal	28
4.4. Le type vertébral	28
Chapitre III.....	29
Physiologie de la phonation.....	29
1. Survol historique	29
1.1. Époque ancienne.....	29
1.2. Époque moderne	29
1.3. Les moyens d'investigation.....	30
2. Les théories de la phonation.....	33

2.1. La théorie myo-élastique.....	33
2.2. La théorie neuro-chronaxique	33
2.3. La théorie muco-ondulatoire	34
2.4. La théorie aéro-dynamique (ou myo-élastique complétée).....	35
2.5. La théorie impulsionnelle.....	36
Chapitre IV	37
La hauteur chantée	37
1. Définitions.....	37
2. La registration vocale	37
2.1. Problèmes de terminologie.....	37
2.2. Physiologie de la registration vocale	39
2.3. Les registres laryngés.....	39
2.3.1. Le mécanisme I.....	40
2.3.2. Le mécanisme II.....	42
2.3.3 Le mécanisme 0	43
2.3.4. Le mécanisme III	43
2.3.5. Le sifflet laryngé.....	43
2.4. Les registres résonantiels	44
2.4.1. Problématique	44
2.4.2. La voix mixte et le passage.....	44
2.4.3. Physiologie	44
3. La recherche de l'aigu.....	46
3.1. Période ancienne.....	46
3.2. Période moderne	46
Chapitre V	48
L'intensité vocale	48
1. Acoustique de l'intensité.....	48
1.1. Source de l'intensité.....	48
1.2. Le rôle du conduit pharyngo-buccal	48
1.2.1. Le fonctionnement des pavillons d'extériorisation.....	49
1.2.2. Application au système phonatoire	49
2. Les gestes de l'intensité	50
3. Aspects glottographiques de l'intensité	51
4. Conclusion	51
Chapitre VI	53
Le timbre de la voix.....	53
1. Genèse acoustique du timbre vocal	53
1.1. La fourniture laryngée.....	53
1.2. L'action des cavités pharyngo-buccales	54
1.2.1. Fonctionnement des résonateurs	54
1.2.2. La fréquence propre	54
1.3. Couplage exciteur/résonateur	56
1.3.1. Excitation de basses fréquences.....	56
1.3.2. Excitation de hautes fréquences.....	56
1.3.3. La fréquence critique.....	56
1.3.4. Conclusion	56
2. Les formants de la voix chantée	57
2.1. Timbre résonantiel et extra-résonantiel	57
2.2. Topologie du timbre vocal	58
2.2.1. Les qualités du timbre de la voix	58
2.2.2. La nasalisation	59
2.2.3. Le <i>singing-formant</i>	59

Chapitre VII	62
La cybernétique vocale.....	62
1. La notion de rétroaction.....	62
2. Analyse de la boucle de rétroaction.....	62
3. Le circuit court	63
3.1. Rétrocontrôle de la hauteur	63
3.1.1. Troubles d'ordre physiologique.....	64
3.1.2. Troubles d'ordre psychologique	64
3.2. Rétrocontrôle de l'intensité	64
3.2.1. Expérience de Lombard (Hôpital Lariboisière, Paris, 1909).....	64
3.2.2. Compensation du <i>side-tone</i> (H. Fletcher, 1918).....	65
3.2.3. Appariement vocal (Fletcher).....	65
3.2.4. Conclusion	65
3.3. Rétrocontrôle du timbre	66
3.3.1. Expériences de Tomatis (1954-1957)	66
3.3.2. Expérience de contrôle unilatéral.....	67
3.3.3. Conclusion	67
4. Le circuit long	68
4.1. La « couleur » d'une salle	68
4.2. Le temps de réverbération.....	68
4.2.1. Perception du TR	68
4.2.2. Modalités d'action du TR.....	69
4.2.3. Conclusion	69
5. Le circuit intime	70
5.1. Les plages de sensibilité interne	70
5.2. Les directivités subjectives.....	72
5.3. La sensation de projection vocale.....	74
5.4. Le schéma corporel.....	74
5.4.1. Définition.....	74
5.4.2. Le schéma corporel vocal.....	75
6. Le circuit public.....	75
6.1. Rôle du public.....	75
6.2. Rétroaction sur le chanteur.....	76
6.3. Conclusion.....	77
7. Les contraintes théâtrales.....	77
7.1. Influence de la mise en scène	77
7.2. Influence du partenaire.....	78
7.3. Effets du trac	78
Chapitre VIII.....	80
La classification des voix	80
1. Origines.....	80
2. Principes de classification.....	80
2.1. Impératifs d'une classification	80
2.2. Méthodes de classement des voix.....	81
3. Les principaux types de voix.....	82
3.1. Voix féminines	82
3.1.1. Soprano léger colorature.....	82
3.1.2. Soprano léger demi-caractère	82
3.1.3. Soprano lyrique.....	82
3.1.4. Soprano dramatique	82
3.1.5. Soprano dramatique colorature.....	83
3.1.6. Mezzo-soprano.....	83

3.1.7. Contralto dramatique.....	83
3.1.8. Contralto colorature	83
3.2. Voix masculines	84
3.2.1. Haute-contre (sopraniste, contre-ténor).....	84
3.2.2. Ténor aigu.....	84
3.2.3. Ténor léger.....	84
3.2.4. Ténor lyrique	85
3.2.5. Ténor dramatique	85
3.2.6. Ténor héroïque	85
3.2.7. Baryton-Martin	85
3.2.8. Baryton-Verdi	86
3.2.9. Baryton-basse.....	86
3.2.10. Basse chantante, basse bouffe.....	86
3.2.11. Basse noble ou profonde	86
4. Introduction à l'écoute critique du chant	87
4.1. Les éléments d'ordre musical.....	87
4.2. Les éléments d'ordre technique.....	88
Bibliographie.....	89
Table des illustrations.....	92

INTRODUCTION

Le langage articulé, avec inflexions, objet d'une construction logique, organisé en discours exprimant la pensée, est un caractère spécifiquement humain. En effet ni la fabrication d'outils, ni la communication orale ou gestuelle, ni même la pensée ne sont propres à l'homme. Le langage est le seul trait qui nous distingue de l'animal si l'on admet qu'il est la conséquence de la posture verticale :

« Ainsi c'est grâce à cette organisation que l'esprit, comme un musicien, produit en nous le langage et que nous devenons capables de parler. Ce privilège, jamais sans doute nous ne l'aurions, si nos lèvres devaient assurer, pour les besoins du corps, la charge pesante et pénible de la nourriture. Mais les mains ont pris sur elles cette charge et ont libéré la bouche pour le service de la parole ».

(Grégoire de Nysse)

(*Traité de la Création de l'Homme*, IV^e s. apr. J.-C.)

Et comme l'écrit A. Leroi-Gourhan¹, « *outil pour la main et langage pour la face sont deux pôles d'un même dispositif* »².

S'il est impossible de dater l'apparition de la parole, la plupart des spécialistes estiment qu'*Homo habilis* (- 2,3 millions d'années) présentait au minimum une aptitude au langage, à défaut de parler une langue. Rappelons qu'il s'agit de notre ancêtre direct³, celui qui entreprit de vastes migrations et colonisa la Terre.

L'appareil phonatoire, tel qu'il s'est finalement constitué, manifeste deux grands types d'activité. Tout d'abord le langage, c'est-à-dire la projection dans l'espace de la pensée conceptuelle, matérialisée en ondes sonores, permettant une communication de type logique, domaine de la sémantique, donc visant à produire du sens.

Mais l'organe vocal permet également la projection spatiale de la pensée non conceptuelle, d'une communication toujours sonore mais de type sensible, relevant de l'esthétique. Dans cette seconde fonction, il s'apparente à un instrument de musique.

Comme tout instrument de musique, l'appareil phonatoire se compose d'un système excitateur et d'une structure vibrante mais présente, par rapport à l'ensemble des autres instruments, certaines spécificités.

Tout d'abord, l'excitateur et le résonateur sont *en nous*, à l'intérieur du corps ; mieux, *nous sommes* à la fois excitateur et structure vibrante. L'appareil phonatoire est donc un instrument vivant, sous l'étroite dépendance du système nerveux central, c'est-à-dire non seulement de la conscience, mais également de l'inconscient et des systèmes réflexes et neurovégétatifs.

La voix est aussi le seul instrument de musique dont on peut jouer sans apprentissage particulier autre que les acquisitions fondamentales de l'éducation : tout le monde sait en effet chanter sans avoir jamais pris de cours de chant. Mais qu'en est-il alors des artistes professionnels, dont la

¹ À qui l'on doit cette citation (*Le geste et la parole*, p. 40)

² *Ibid.* p. 34.

³ La théorie monophylétique est la seule admise actuellement par la science, qui refuse donc l'idée de plusieurs foyers, simultanés ou non, pour l'origine de l'homme.

technique est le fruit de nombreuses années d'effort passées dans les conservatoires ou auprès de professeurs souvent très exigeants ?

Cette dernière spécificité indique clairement que si l'instrument reste le même, son utilisation est différente, d'où la nécessité d'une terminologie sans ambiguïté, qui rende compte des différents niveaux de technique mise en œuvre. Nous distinguerons ainsi deux grandes catégories : la *voix naturelle* et la *voix cultivée*.

La voix naturelle s'appuie sur une technique sinon innée, liée en tout cas au développement ontologique de l'individu, et largement alimentée par l'imprégnation mimétique. Avec ce type d'émission, le timbre de la voix chantée est identique ou très proche de celui de la voix parlée. C'est le cas de l'amateur sans formation, en quelque sorte le degré zéro de la technique vocale. Il est toutefois possible de pratiquer ainsi sans danger, à condition de respecter trois impératifs : chanter ni très fort, ni très longtemps, ni très aigu. La voix solfégique relève de ce niveau, et l'on peut parfaitement chanter juste et en mesure sans technique vocale particulière.

La technique du choriste se situe un degré plus haut, mais toujours dans le cadre de la voix naturelle. On fait ici l'apprentissage de quelques règles élémentaires d'émission et de placement de la voix. Certains chanteurs de variétés acquièrent ces éléments de base, et parfois beaucoup plus, mais préfèrent garder une émission naturelle, en accord avec le style de leur musique, et avec le souci que leur voix chantée soit toujours reconnue et identifiée à leur voix parlée⁴. Pour ces musiciens, les problèmes de puissance ne se posent pas, car ils chantent presque toujours avec l'aide d'une amplification électrique.

À la limite de la voix naturelle, mais cette fois avec une haute technicité et un apprentissage spécifique, se placent les interprètes de ce qu'on a appelé à ses débuts, à la fin des années soixante, la « nouvelle musique baroque ». En effet, la technique lyrique couramment en usage à l'heure actuelle ne date en réalité que du XIX^e siècle, et certains chanteurs estiment qu'il est anachronique d'interpréter les œuvres antérieures à cette époque selon cette technique. C'est pourquoi ils cherchent à reconstituer le plus fidèlement possible les anciens principes d'émission tels qu'ils sont décrits dans les traités de chant anciens. Comme nous le verrons au chapitre V, les impératifs d'intensité étaient beaucoup moins importants aux XVII^e et XVIII^e siècle que plus tard, et la technique vocale reposait de ce fait sur des bases différentes. On constate par cet exemple que le concept de voix naturelle n'est pas uniquement lié au travail vocal, mais à l'usage qui en est fait, le critère retenu étant de conserver à l'émission chantée le timbre de la voix parlée, ou au moins d'en rester proche.

La voix cultivée, quant à elle, est le fruit d'une pratique élaborée et complexe qui, dans la musique savante occidentale, se traduit essentiellement par la recherche de quatre critères fondamentaux d'émission, lesquels ont largement conditionné son évolution technique. Ces critères sont :

1. la pureté d'émission, la voix « propre », avec suppression totale de tout bruit de souffle, considéré comme parasite. Dans certaines musiques de tradition orale, ce bruit est au contraire perçu comme la marque spécifique de l'humain et apprécié en tant qu'élément esthétique à part entière, comme dans le flamenco, par exemple ;
2. une large étendue, aussi bien pour les femmes que pour les hommes, mais développée surtout vers l'aigu, plus valorisé que le grave⁵. Rares sont d'ailleurs les cultures qui n'ont pas de préférences marquées pour une tessiture particulière (grave dans la musique religieuse orthodoxe des Slaves ou au Tibet, aigu dans les Andes ou le monde méditerranéen) ;
3. une forte puissance, permettant de se faire entendre dans des salles de concert de plusieurs milliers de places, et sans amplification⁶. Cette qualité est rarement recherchée dans d'autres traditions, sauf pour les voix de plein air ;

⁴ Ceci pour des raisons sociologiques qu'il n'y a pas lieu de développer ici.

⁵ Cf. chap. VIII.

⁶ Cf. chap. V § 4.

4. une parfaite homogénéité, c'est-à-dire une égalisation et une harmonisation du timbre sur toute l'étendue vocale, masquant notamment les ruptures naturelles de registres. Cette exigence est la cause du développement de certains gestes techniques comme le passage⁷.

Ces exigences d'émission s'inscrivent dans le cadre d'une esthétique plus générale, et se retrouvent pour une large part dans la conception des instruments de musique occidentaux, qui doivent répondre, eux aussi, aux impératifs énumérés ci-dessus.

Remplir ces conditions implique en contrepartie une transformation de la voix naturelle, la construction d'un timbre particulier, typique du chant lyrique, éloigné de celui de la voix parlée — qui rend d'ailleurs plus difficile l'identification des interprètes. C'est le domaine des chanteurs d'opéra, qui provoquent enthousiasme et fascination chez les amateurs d'art lyrique.

* *
*

L'une des plus grandes difficultés de l'étude de la voix chantée provient du vocabulaire technique. Ce vocabulaire est riche et ancien, semblable en cela à beaucoup d'autres lexiques professionnels. Schématiquement, ses utilisateurs se répartissent en deux catégories : ceux qui *réalisent* ou *font réaliser* un geste vocal (les chanteurs et les pédagogues), et ceux qui *analysent* ou tentent d'*expliquer* ce qui est effectivement réalisé (les physiologistes, les acousticiens, les phoniâtres).

Cette double entrée est à l'origine de l'extrême confusion régnant en matière de définition de termes ou d'expressions pourtant couramment employés, tels que « registre », « fausset », « passage », « couverture », placement de la voix, chanter « dans le masque », ou « en arrière », « serrer », « voix blanche », « timbrer les sons », « coup de glotte », « appui vocal », « émission horizontale ou verticale », pour ne citer que quelques exemples.

L'imbroglie est total, mais la cause en est claire : le vocabulaire n'a pas la même fonction pour tous les usagers, quoique les mots restent identiques.

Émettre un son représente une somme d'actions synchronisées et synergiques, dont certaines relèvent de la volonté directe (ouvrir la bouche, bloquer la respiration), d'autres étant réalisées par des commandes indirectes (rabattre l'épiglotte, étirer les cordes vocales). C'est alors qu'intervient l'*artifice pédagogique* dans la relation maître-élève ; ce n'est évidemment pas en demandant à un chanteur de contracter ses crico-thyroïdiens que le professeur obtiendra un tel mouvement ; il utilisera à la place une *image* de cette action, véritable métaphore, dont la fonction est de donner physiologiquement accès à la bonne commande sans impliquer nécessairement la conscience claire ou même la connaissance de cette action. L'image se fonde sur la perception d'une sensation, garante de la réalisation correcte du geste recherché.

Cela est compréhensible, et pratiqué d'ailleurs dans d'autres disciplines s'appuyant sur une activité corporelle. Mais les difficultés apparaissent lorsque les praticiens du chant, artistes et pédagogues, décrivant la réalisation d'une action à partir de la perception qu'ils en ont — ou qu'ils imaginent lorsqu'ils parlent d'autrui — confondent de fait sensation et réalité physiologique⁸. Il existe une différence entre demander de projeter la voix vers le sommet du crâne, et croire (parfois affirmer...) que, dans ce cas, le son prend *effectivement* une telle direction, et en tout état de cause, sort ailleurs que par la bouche. Un terme aussi consacré que « registre de tête » est ambigu dans la mesure où sa formulation semble contenir l'« explication », maintes fois reproduite, qu'il est riche en « résonance de tête ». Mais pour résonner, la tête devrait être creuse... La confusion est ici manifeste entre résonance et vibration, ce qui est acoustiquement différent⁹.

⁷ Cf. chap. IV § 2.6.

⁸ L'argument consistant à dire que l'on *sait* parce que l'on *sait faire* serait ici bien imprudent, puisque le corps et sa physiologie sont directement impliqués : tout le monde respire, mais n'est pas pour autant spécialiste de mécanique pulmonaire.

⁹ Cf. chapitre VII.

Faute de vocabulaire consensuel et dans l'attente d'une hypothétique redéfinition globale du lexique, que beaucoup appellent de leurs vœux, les termes de technique vocale utilisés ici seront toujours soigneusement explicités, en tenant compte, le plus possible, des données scientifiques admises à l'heure actuelle.

* *
*

Ce cours ne prétend pas être un traité de chant, et se limite volontairement à quelques aspects essentiels de la phonation. Son but n'est pas d'enseigner la pratique vocale, mais d'aider à comprendre comment naît et fonctionne l'activité phonatoire.

Le chapitre I est consacré à l'anatomie de l'appareil vocal, et donc décrit les principaux organes jouant un rôle direct ou indirect dans la production sonore. Le chapitre II fournit des explications sur la mécanique respiratoire, spécialement dans le chant. Le chapitre III traite de la physiologie phonatoire, et explique comment se crée le son de la voix ; le point de vue scientifique actuel est bien entendu exposé ici, mais ce chapitre propose également un rapide tour d'horizon des théories de la phonation plus anciennes, parce que s'y trouve la source de plusieurs erreurs encore véhiculées aujourd'hui. Les trois chapitres suivants portent sur la genèse et la réalisation des paramètres sonores. Le chapitre IV, sur la hauteur, analyse la notion de registre, et apporte quelques informations sur l'histoire et l'évolution de l'aigu dans le chant lyrique. Le chapitre V, sur l'intensité, met en évidence l'importante notion d'impédance, et par suite de technique vocale spécialisée. Le chapitre VI s'attache au timbre et traite de l'acoustique du conduit phonatoire ainsi que de l'origine des formants vocaux. Le chapitre VII analyse en détail la question de la régulation du chant et des rétrocontrôles de toutes sortes qui en permettent la réalisation. Le chapitre VIII, enfin, présente les classifications vocales, propose un classement des voix lyriques et comporte une introduction à l'écoute critique de la voix chantée.

L'ensemble du cours se termine par une bibliographie pouvant orienter les lectures dans un domaine où, il faut l'avouer, le meilleur côtoie le pire.

Quelques notions d'acoustique musicale sont utiles à la bonne compréhension de certains phénomènes et mécanismes exposés dans ce cours. Ces connaissances sont rappelées chaque fois que le contexte le nécessite, et succinctement expliquées. Pour plus de détails, il est possible de se reporter à un manuel spécialisé, comme *Acoustique et Musique*, de É. Leipp, publié chez Masson, ou à mon *Cours d'acoustique musicale*, spécialement destinés aux étudiants du DEUG de Musicologie.

CHAPITRE I

ANATOMIE DU SYSTEME PHONATOIRE

Quelques connaissances de base sur l'anatomie (c'est-à-dire la description) et la physiologie (c'est-à-dire le fonctionnement) du système phonatoire sont utiles, — sinon indispensables — pour comprendre les principes objectifs du chant et de la parole, et dépasser le simple stade des sensations subjectives — par ailleurs elles-mêmes importantes sources d'information. Si ces données scientifiques ne sont pas suffisantes à elles seules pour améliorer sa pratique personnelle, elles contribuent au moins à une prise de conscience des différents gestes et mécanismes phonatoires.

1. L'appareil vocal

L'appareil vocal, ou système phonatoire, comprend quatre éléments fondamentaux fonctionnant en étroite synergie pour produire des signaux acoustiques. Ce sont, dans l'ordre où ils s'élaborent :

1. La soufflerie
2. Le vibreur
3. Le corps sonore
4. Le système articulateur

La soufflerie est constituée d'un réservoir d'air, les poumons, actionnés par les muscles du thorax et de l'abdomen, et d'un tube, la trachée artère, qui conduit l'air aux cordes vocales ; le vibreur est le larynx, qui engendre les ondes aériennes ; le corps sonore est constitué d'un ensemble complexe de résonateurs, dont le pharynx et la bouche sont les principaux ; le système articulateur, enfin, se compose d'éléments fixes et mobiles permettant de modifier largement la forme de l'onde laryngée. Tous ces éléments sont placés sous la dépendance étroite du système nerveux central, qui en assure le synchronisme et la coordination.

Il est remarquable qu'aucun des organes concernés n'a pour fonction première la phonation, et qu'ils assument tous une tâche biologique vitale, c'est-à-dire prioritaire. Le rôle de la soufflerie est d'abord l'hématose, c'est-à-dire l'oxygénation du sang ; le larynx, situé au carrefour des voies aériennes et digestives, est le sphincter des voies respiratoires ; quant au conduit pharyngo-bucco-nasal, il sert en premier lieu à la mastication des aliments ainsi qu'à la respiration. La phonation n'apparaît donc qu'à titre d'adaptation fonctionnelle secondaire et, contrairement à l'audition, ne possède pas, à l'origine, de système propre ; elle n'est devenue possible que par un détournement d'organes non spécialement prévus pour elle. Cela n'est finalement pas surprenant si l'on considère l'époque tardive de l'apparition du langage par rapport au développement de l'espèce humaine. Mais dans sa configuration actuelle, après une longue période d'évolution phylogénétique, l'appareil vocal se trouve parfaitement adapté à sa seconde fonction.

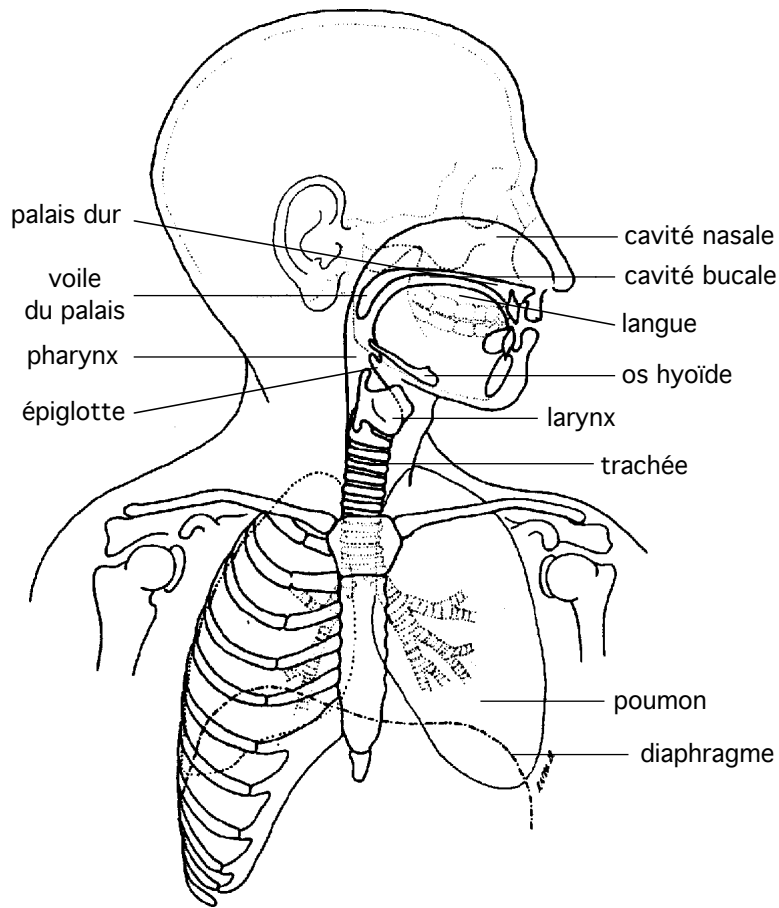


Fig. 1 : Vue générale de l'appareil vocal

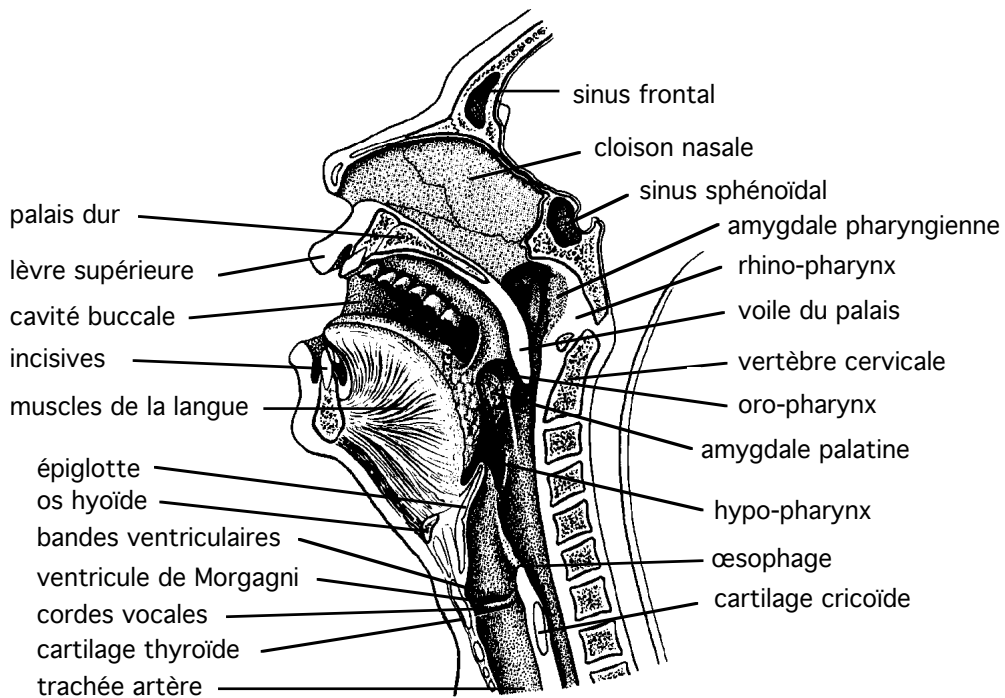


Fig. 2 : L'appareil vocal

2. Le larynx

Le larynx constitue l'extrémité supérieure de la trachée artère, situé à la hauteur de la sixième vertèbre cervicale (chez l'adulte). C'est un assemblage de cartilages articulés, reliés entre eux par des ligaments et des muscles (dont les cordes vocales), l'ensemble étant tapissé d'une muqueuse.

2.1. Les cartilages du larynx

Le larynx se compose de cinq cartilages principaux¹⁰ (la figure 3 n'en montre que quatre, l'épiglotte n'étant pas représentée).

Le cartilage cricoïde, en réalité le premier anneau de la trachée, a la forme d'une cheville, dont une partie renforcée, correspondant au chaton, est tournée vers l'arrière. Sur ce chaton cricoïdien sont posés et articulés par leur base les deux petits cartilages aryténoïdes, en forme de pyramide. Le cartilage thyroïde, le plus grand du larynx, enserre cet ensemble comme un livre ouvert dont le dos, orienté vers l'avant, fait une saillie perceptible dans le cou sous la forme de la pomme d'Adam. Les deux ailes latérales du thyroïde sont prolongées verticalement par des cornes supérieures et inférieures, ces dernières s'articulant de chaque côté du cricoïde.

L'épiglotte, en forme de pétale de fleur, dont la pointe dirigée vers le bas s'articule sur le cartilage thyroïde, surmonte le tout à la manière d'un clapet qui se rabat et obture le larynx lors de la déglutition (cf. fig. 7 et 9).

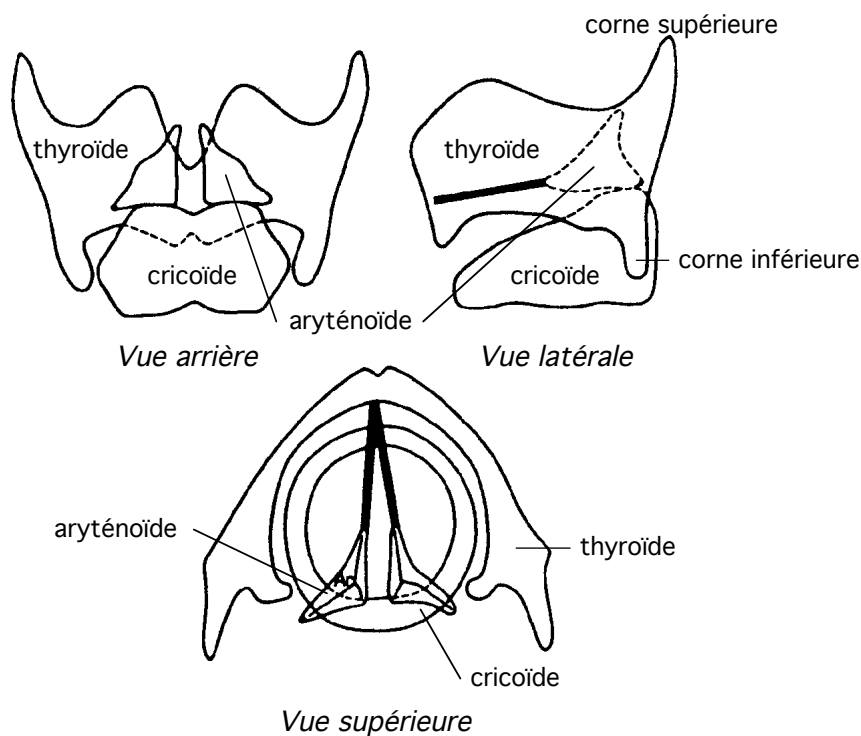


Fig. 3 : Cartilages du larynx

2.2. Les muscles du larynx

Les muscles du larynx sont habituellement classés en muscles intrinsèques, qui appartiennent totalement au larynx, et muscles extrinsèques dont l'un des points d'insertion est extérieur au larynx.

¹⁰ En réalité onze, mais les six autres sont peu importants pour la phonation, et n'existent qu'à l'état de vestige dans le larynx humain.

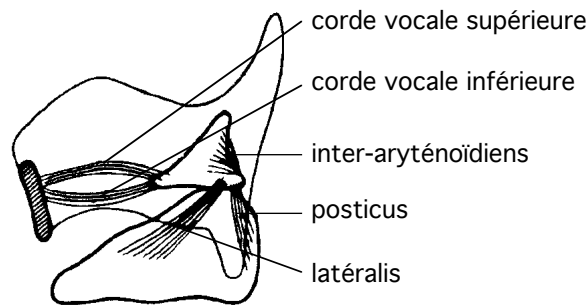


Fig. 4 : Muscles du larynx

2.2.1. Muscles intrinsèques

Les muscles intrinsèques relient les cartilages entre eux et assurent leur mobilité (fig. 4) ; leur nom indique leurs points d'attache. Les crico-aryténoïdiens postérieurs, ou *posticus*, unissent le cartilage cricoïde et chacune des aryténoïdes par l'arrière. Les crico-aryténoïdiens latéraux, ou *latéralis*, relient les mêmes cartilages, mais par les côtés (gauche et droit). L'inter-aryténoïdien (ou ary-aryténoïdien) joint les deux cartilages aryténoïdiens par l'arrière ; il est en fait constitué de deux muscles différents mais agissant en parfaite synchronisation, l'aryténoïdien transverse et l'aryténoïdien oblique. Les crico-thyroïdiens (fig. 5) se composent de deux faisceaux, dits « droits » et « obliques », qui s'insèrent, de chaque côté du larynx, entre la face latérale du cartilage cricoïde d'une part, l'aile pour le faisceau droit et la corne inférieure du thyroïde pour le faisceau oblique d'autre part.

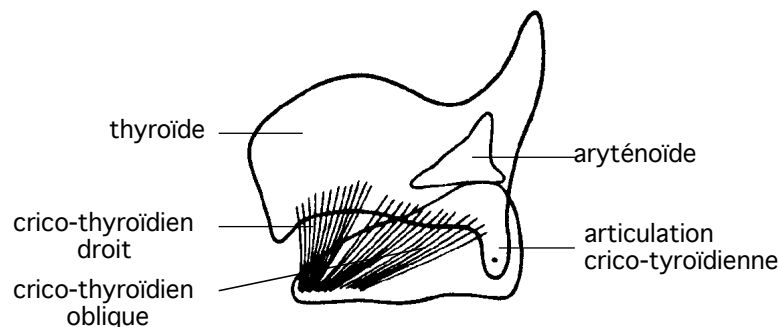


Fig. 5 : Les crico-thyroïdiens

Les thyro-aryténoïdiens se divisent également en deux faisceaux : un faisceau ary-vocal, qui part de l'apophyse antéro-externe de l'aryténoïde pour se projeter le long du ligament vocal, et un faisceau thyro-vocal, venant de la commissure interne du thyroïde pour rejoindre le même ligament, en croisant le faisceau thyro-vocal. Cet ensemble, fibres musculaires, ligament (et muqueuse), est désigné sous le nom de corde vocale (fig. 6 ; la muqueuse n'est pas représentée).

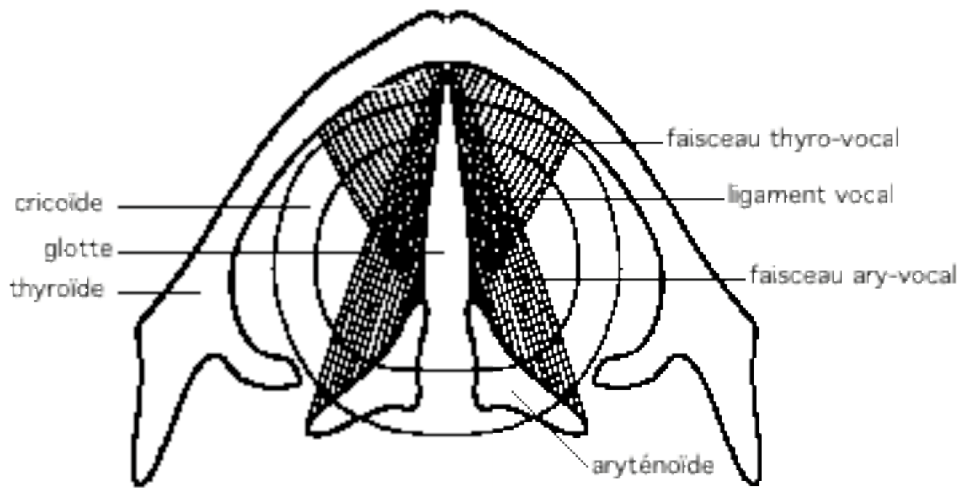


Fig. 6 : Structure des cordes vocales

La forme de la glotte, l'état des cordes vocales et d'une façon générale leur vibration, est largement déterminée par l'action des muscles vocaux, ainsi que nous le verrons plus loin,

2.2.2. Muscles extrinsèques

De nombreux muscles interviennent pour mouvoir et modifier la taille ou la forme des multiples organes de la tête et du cou susceptibles de jouer un rôle plus ou moins direct en rapport avec la phonation. Il serait fastidieux d'en dresser l'inventaire exhaustif et le lecteur intéressé en trouvera facilement la description dans des ouvrages de médecine. Citons seulement les principaux muscles, ceux dont l'action est primordiale dans les mécanismes du chant.

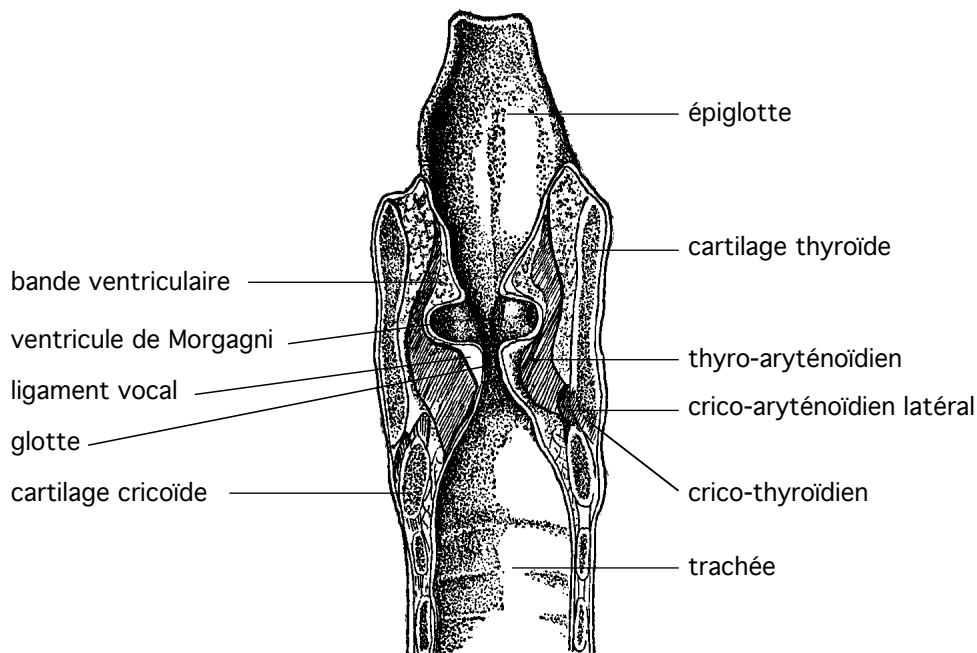


Fig. 7 : Coupe frontale du larynx

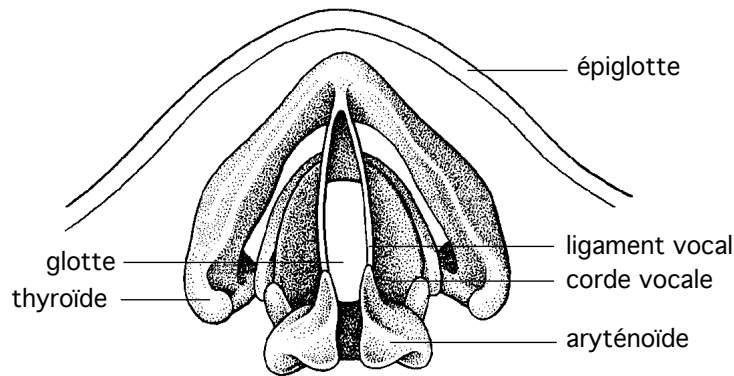


Fig. 8 : Vue supérieure du larynx

Les muscles sous-hyoïdiens, ou « bretelles inférieures », relient le larynx à la partie supérieure du thorax : ce sont principalement le sterno-thyroïdien et le thyro-hyoïdien, dont la fonction est d'abaisser le larynx. Les muscles sus-hyoïdiens, ou « bretelles supérieures », rattachent le larynx à la base du crâne et au maxillaire inférieur (os hyoïde, cf. infra) : le plus important est le stylo-pharyngien, dont l'action est l'élévation du larynx (fonction opposée à celle du précédent), Enfin les pharyngo-staphylins, reliés à la paroi du pharynx et à la luette, abaissent le voile du palais, au contraire des péristaphylins internes qui le relèvent.

2.3. Membranes et ligaments du larynx

Outre les muscles, un certain nombre de membranes et de ligaments relient différentes parties du larynx entre elles ou à des éléments extérieurs.

L'ensemble du larynx — y compris les cordes vocales — est tapissé d'une fine muqueuse, dont deux replis, au-dessus du plan glottique, constituent les bandes ventriculaires, ou fausses cordes vocales, délimitant ainsi deux petites cavités appelées ventricules de Morgagni (fig. 7).

Une autre membrane, appelée hyo-thyroïdienne, part du sommet du cartilage thyroïde pour rejoindre l'os hyoïde, assurant ainsi la cohésion totale de ces deux éléments.

Enfin de nombreux ligaments, qu'il est inutile de détailler ici, forment un réseau dense de liaisons mécaniques entre les différentes parties. Une place à part doit cependant être réservée aux deux ligaments vocaux, partie intégrante des cordes vocales (cf. supra), qui délimitent les bords internes de la glotte et s'accolent pour l'obturer. Ils sont constitués de deux sortes de fibres : les unes, élastiques, susceptibles d'être étirées par les muscles crico-thyroïdiens, et les autres, collagènes, qui ne peuvent être allongées mais dont la raideur augmente sous l'effet d'une tension¹¹.

2.4. Situation du larynx

Il ressort de la description donnée ci-dessus que le larynx se divise en trois étages (fig. 7) :

a) étage sous-glottique : espace compris entre le haut de la trachée et le plan inférieur des cordes vocales ; c'est ici que s'applique la pression d'air provenant des poumons ;

b) étage glottique : la glotte (ou fente glottique) est une ouverture triangulaire limitée latéralement par les bords internes des cordes vocales et postérieurement par les aryténoïdes ; la glotte est fermée lorsque les cordes vocales sont accolées ; l'étage glottique, compris entre les cordes vocales et les bandes ventriculaires, coïncide avec les ventricules de Morgagni ;

c) étage sus-glottique ou vestibule laryngé : partie comprise entre les bandes ventriculaires et l'aditus¹² laryngé ; le larynx se termine par l'épiglotte, et s'ouvre dans la partie inférieure du pharynx (ou hypo-pharynx).

¹¹ Cette disposition permet de comprendre le phénomène de registration vocale (cf. chapitre IV).

¹² Ouverture, entrée.

Le larynx est posé sur la trachée artère, et suspendu à l'os hyoïde, en forme d'anneau ouvert vers l'arrière (fig. 9). Cette suspension est active, parce que constituée principalement de muscles (cf. supra). Le larynx a donc la possibilité de se mouvoir, surtout verticalement, en montant et descendant plus ou moins dans la cavité du pharynx.

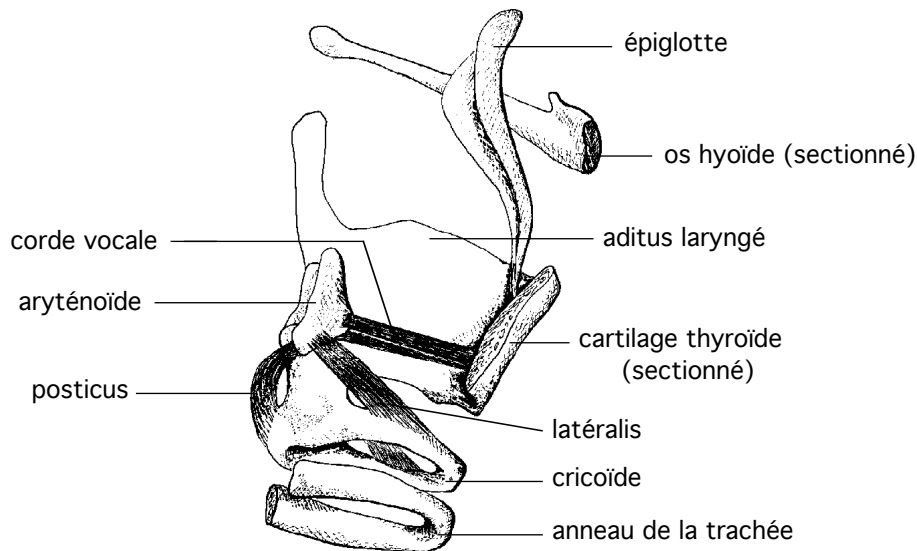


Fig. 9 : Vue d'ensemble du larynx

2.5. Action des muscles du larynx

Les muscles du larynx, par leur action et les mouvements qu'ils imposent aux cartilages, permettent de régler le processus phonatoire.

2.5.1. Action des crico-thyroïdiens

La contraction des crico-thyroïdiens provoque un double mouvement du cartilage thyroïde : une translation horizontale, sous l'action des fibres obliques (fig. 10 a), et une bascule vers l'avant, sous l'action des fibres droites (fig. 10 b). Dans les deux cas, la distance augmente entre le cartilage thyroïde et les cartilages aryténoïdes, allongeant ainsi le ligament vocal. Sur la figure 11, le ligament vocal est représenté par le segment AB_1 , les crico-thyroïdiens relaxés ; après bascule du thyroïde, qui pivote autour de son articulation cricoïdienne, le point B_1 s'est déplacé en B_2 , alors que le point A est resté fixe, provoquant par voie de conséquence l'allongement des cordes vocales. L'effet d'étirement est encore plus évident dans la translation horizontale.

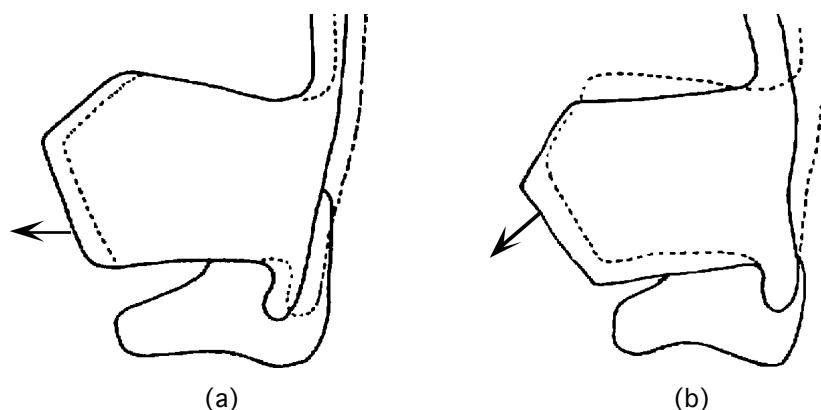


Fig. 10 : Action des crico-thyroïdiens

Cet allongement des cordes vocales a pour effet, toutes choses égales par ailleurs, d'en augmenter la raideur, grâce aux fibres collagènes, et par conséquent la fréquence vibratoire. Ce mouvement de bascule, très important dans le chant lyrique, est connu sous le nom de passage, ou couverture des sons ouverts (cf. chapitre IV).

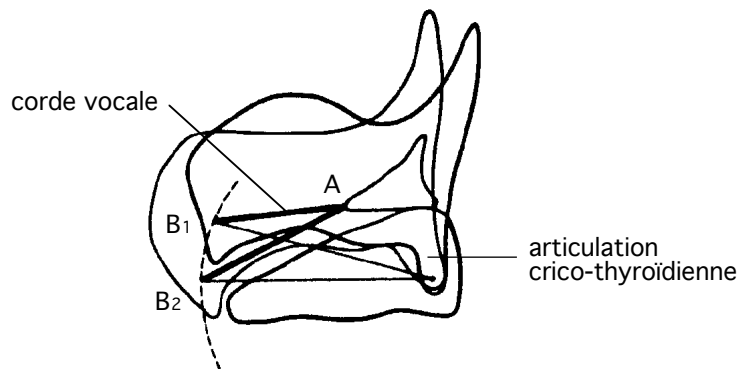


Fig. 11 : Bascule en avant du cartilage thyroïde

2.5.2. Action des thyro-aryténoïdiens

Les forces musculaires agissant sur l'état des cordes vocales concourent à une action particulièrement complexe (et d'ailleurs loin d'être totalement élucidée). Ces forces — antagonistes ou non — jouent bien entendu un rôle capital dans le chant en participant pleinement à la définition des paramètres de l'émission sonore. Les muscles vocaux réalisent, avec une grande finesse, un véritable travail de réglage et d'adaptation du dispositif vibratoire.

Les thyro-aryténoïdiens peuvent :

- allonger ou raccourcir le ligament, et s'opposer éventuellement, par antagonisme, à l'action des crico-thyroïdiens ;
- déterminer la longueur ainsi que la masse de leur portion vibrante ;
- écarter les ligaments l'un de l'autre par contraction transversale ;
- à longueur égale, en faire varier la raideur.

En résumé, le comportement des cordes vocales est fonction de différents facteurs, qui agissent à leur tour sur les paramètres sonores :

1. le *tonus*, la force de contraction musculaire des thyro-aryténoïdiens ; il détermine en partie la forme vibratoire de la corde, et donc le timbre du son laryngé primaire¹³ ;
2. la *longueur vibrante*, c'est-à-dire la plus ou moins grande portion de corde mise en vibration ; plus cette longueur est petite, plus la fréquence augmente ;
3. la *tension*, définie comme l'allongement passif, sous l'action des crico-thyroïdiens ; elle intervient dans la forme de la vibration (timbre), mais aussi sur la hauteur : plus elle augmente, plus la fréquence augmente ;
4. la *raideur*, indépendante de la longueur des cordes grâce à leur structure composite ; la fréquence augmente avec la raideur ;
5. la *forme d'accolement*, principalement l'épaisseur avec laquelle les cordes vocales viennent en contact l'une contre l'autre, et qui peut prendre la forme de bourrelets épais ou au contraire de lames minces ; cette forme joue un rôle déterminant dans la définition des registres vocaux¹⁴ ;
6. la *masse musculaire vibrante* : lorsqu'une partie seulement de la corde est contractée, l'autre étant relâchée, cette réduction de la masse en mouvement augmente la fréquence vibratoire ;

¹³ Cf. chapitre VI

¹⁴ Cf. chapitre IV

7. la *compression médiane*, ou *damping*, c'est-à-dire la pression d'accolement des cordes vocales l'une contre l'autre ; cette valeur varie avec la force de contraction des crico-aryténoïdiens latéraux (cf. infra), et détermine en partie le timbre du son laryngé primaire.

2.5.3. Les configurations glottiques

Les autres muscles intrinsèques collaborent étroitement entre eux pour créer les différentes configurations du larynx en fonction de son projet phonatoire.

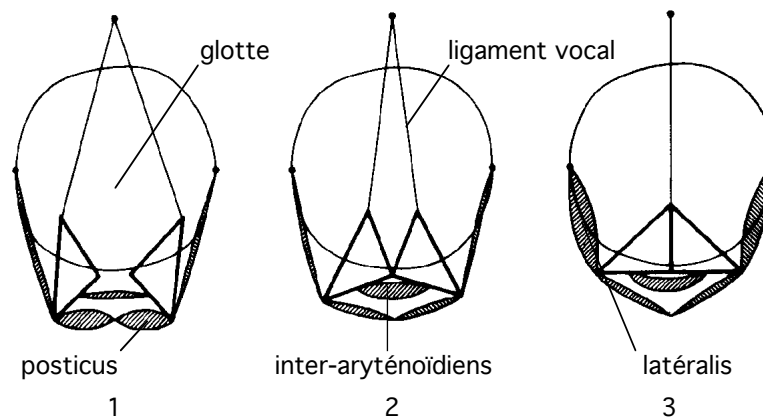


Fig. 12 : Configurations glottiques

La contraction des crico-aryténoïdiens postérieurs rapproche les apophyses arrières des aryténoïdes, et déporte vers l'extérieur les apophyses antérieures (ou apophyses vocales) l'une par rapport à l'autre, ce qui a pour effet d'écarter les cordes vocales et d'ouvrir complètement la glotte (fig. 12-1 et 13). C'est la première configuration glottique, dite d'abduction ou de repos : la respiration s'effectue librement, sans obstacle, le sujet n'émet aucun son. Les posticus sont donc les muscles dilatateurs de la glotte.

La deuxième configuration, ou position pré-phonatoire, correspond au relâchement des crico-aryténoïdiens postérieurs et à la contraction des inter-aryténoïdiens obliques et transverses, constricteurs de la glotte : les aryténoïdes se rapprochent l'une de l'autre et l'ouverture glottique est rétrécie (fig. 12-2). Il s'agit d'un geste préparatoire à la position de fermeture complète.

À partir de la configuration pré-phonatoire, les crico-aryténoïdiens latéraux se contractent pour réaliser la position d'adduction et tirent vers l'avant les apophyses arrières des aryténoïdes, permettant ainsi l'accolement complet des cordes vocales (fig. 12-3 et 13). Les latéralis sont donc, au même titre que l'inter-aryténoïdien, les muscles constricteurs de la glotte. C'est dans cette configuration — glotte fermée — que la production sonore devient possible, comme nous le verrons plus loin.

La fonction première du larynx, avant même son activité phonatoire, est d'obturer les voies respiratoires afin de les protéger de l'intrusion éventuelle de corps étrangers, notamment d'origine alimentaire. Cette protection s'effectue en plusieurs étapes, chacune consistant chaque fois à fermer un peu plus efficacement la trachée artère :

- l'occlusion du premier degré est réalisée à partir de la position phonatoire (3^e configuration glottique) : les cordes vocales sont accolées, la glotte est fermée, l'air ne passe plus que par bouffées ;
- lorsque l'on désire bloquer sa respiration, par exemple en cas d'effort musculaire, les bandes ventriculaires se ferment à leur tour, réalisant ainsi l'occlusion du deuxième degré : la pression d'air sous-glottique doit être alors importante pour forcer le passage ;
- la fermeture absolue, l'occlusion du troisième degré, correspond au rabattement de l'épiglotte qui ferme le larynx comme un couvercle, en même temps que l'ensemble remonte dans le pharynx, bloquant l'épiglotte et empêchant du même coup toute ouverture. L'air ne peut plus

passer : c'est le mouvement qui s'effectue lors de la déglutition, et chacun sait qu'il est impossible de respirer en avalant.

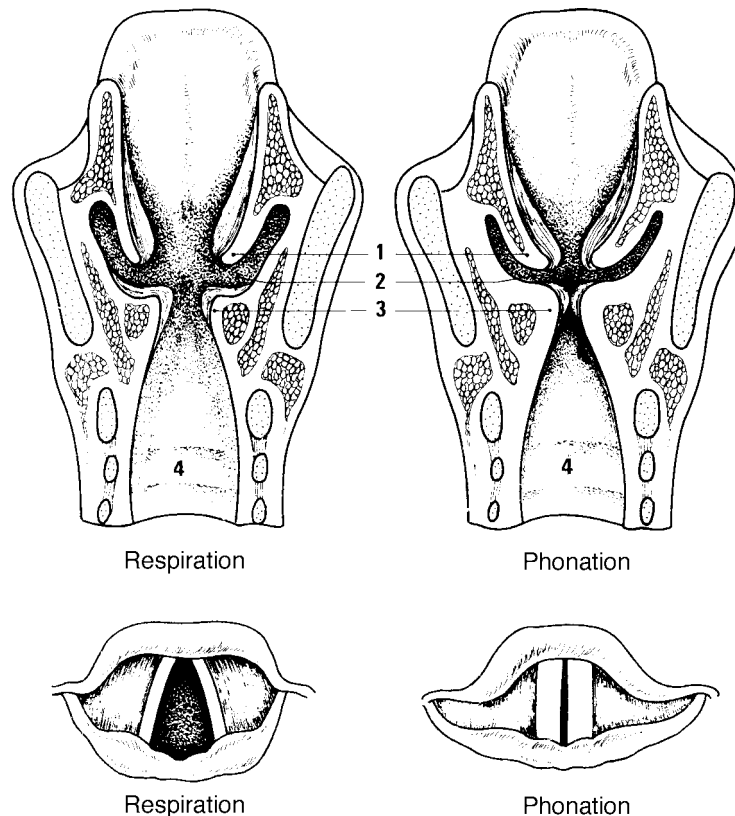


Fig. 13 : Abduction et adduction

1. Bandes ventriculaires ; 2. Ventricules de Morgagni ; 3. Cordes vocales

Il ressort de ces différents mouvements que certains muscles agissent en sens contraire les uns des autres, qu'ils sont antagonistes. L'action des crico-thyroïdiens et celle des thyro-aryténoïdiens peuvent s'opposer, lorsque les premiers tendent à allonger les cordes vocales, et les seconds, par leur propre contraction, à les raccourcir. De même, les posticus sont antagonistes des latéralis, les uns ouvrant la glotte, les autres la fermant.

3. Le corps sonore

Les résonateurs du système phonatoire sont, pour l'essentiel, responsables du timbre de la voix. Leur originalité par rapport aux caisses de résonance des instruments de musique traditionnels est leur faculté de changer, grâce à un réseau musculaire dense et élaboré, — dans de larges proportions, et très rapidement¹⁵, assurant ainsi au son vocal une variété acoustique sans équivalent.

Les résonateurs sont au nombre de cinq : le pharynx, la cavité buccale divisée en deux, la cavité labiale, et la cavité nasale. Tous communiquent entre eux par des ouvertures de tailles réglables. Tapissés de muqueuse, ils sont peu amortis.

Les sinus de la face, contrairement à une croyance largement répandue, sont trop petits pour se comporter en résonateurs, et n'ont d'ailleurs aucune fonction reconnue dans la phonation.

¹⁵ Et même de texture, par une humidification variable, entraînant des modifications difficiles à évaluer dans l'amortissement des ondes.

3.1. Le pharynx et la cavité nasale

Le pharynx, ou arrière-gorge, est une cavité verticale, longue de 15 cm environ chez l'adulte, en avant de la colonne vertébrale entre le larynx et la bouche, sous l'épiglotte, et dont la forme ressemble à un entonnoir évasé vers le haut. Il se divise de bas en haut en trois étages, l'hypopharynx, l'oropharynx et le rhino-pharynx :

1. l'hypo-pharynx (appelé parfois pharyngo-larynx), va du cartilage cricoïde au sommet de l'épiglotte ; il contient donc le dispositif laryngé et communique avec l'œsophage : c'est le carrefour des voies aéro-digestive ;
2. l'oropharynx part du sommet de l'épiglotte et s'étend jusqu'au voile du palais ; il comprend les piliers amygdaliens, de part et d'autre de la base de la langue, qui se rejoignent à leur sommet en une arcade d'où pend un petit appendice charnu, la luette ; il s'ouvre dans la cavité buccale postérieure ;
3. le rhino-pharynx (ou naso-pharynx) se situe derrière le voile du palais et communique avec les fosses nasales.

Les parois du pharynx sont constituées de muscles qui participent au mécanisme de la déglutition en réalisant une occlusion temporaire des voies respiratoires, avant de faire passer les aliments de la bouche dans l'œsophage. Ces muscles, par leurs contractions, provoquent des rétrécissements ou des allongements modifiant le volume et la forme de la cavité, et par suite la fréquence propre et le timbre des sons.

En dehors de sa fonction dans le circuit alimentaire, le pharynx joue un rôle respiratoire, puisqu'il livre passage à l'air qui traverse le larynx, et évidemment un rôle acoustique en tant que résonateur.

Les fosses nasales s'acquittent d'une tâche plus modeste ; cette cavité, en parallèle avec le conduit pharyngo-buccal, est mise en circuit par l'abaissement du voile du palais (fig. 14). Son fonctionnement comme résonateur n'est pas encore clairement établi.

3.2. Les cavités buccales et labiales

De toutes les cavités de résonance, c'est la bouche qui présente la plus grande capacité de variation de forme et de volume. Elle se subdivise en deux cavités distinctes, scindées par la langue : la cavité buccale antérieure, vers l'avant, et la cavité buccale postérieure, délimitée par l'isthme du gosier (ou isthme oro-pharyngé), un rétrécissement formé par les piliers du voile du palais. L'arrière de la bouche communique avec l'oropharynx. Les deux cavités buccales peuvent se réunir en seule, en fonction de la position de la langue.

La cavité (ou vestibule) labiale est le volume compris entre l'extérieur des dents et les lèvres (ainsi que les joues).

Toutes ces cavités, y compris celles du pharynx, sont visibles sur la figure 2.

4. Le système articulateur

Il intègre une ensemble d'organes mobiles, le voile du palais, la mâchoire inférieure (ou mandibule), la langue et les lèvres.

Les mouvements de la mâchoire inférieure contribuent largement aux variations de volume de la bouche. La langue, reliée par sa base à l'os hyoïde, est extrêmement mobile, car commandée par dix-sept muscles (huit paires et un impair) ; elle prend appui sur différents points du conduit pharyngo-buccal pour articuler les phonèmes. Ces points d'articulation sont :

- les lèvres (articulations *labiales* ou *bilabiales*)
- les dents (articulations *dentales*)
- les alvéoles¹⁶ (articulations *alvéolaires*)
- le palais dur, ou partie osseuse de la voûte (articulations *palatales*)

¹⁶ Gencives internes des incisives supérieures.

- le voile du palais ou « palais mou » (articulations *vélaires*)
- la luette (articulations *uvulaires*)
- le pharynx (articulations *pharyngales*)
- la glotte (articulations *glottales*)

Les lèvres sont également très mouvantes grâce à leurs treize paires de muscles. Le voile du palais, prolongement membraneux du palais dur ou osseux, s'abaisse sous l'action des pharyngo-staphylins pour ouvrir la communication entre les voies respiratoires et les fosses nasales : les phonèmes émis sont alors « nasalisés », (par exemple *o, a, i*, deviennent *on, an, in*) ; quand le voile se relève, sous l'action des muscles péristaphylins internes, le conduit pharyngo-nasal est fermé et l'air expiré passe seulement par la bouche (fig. 14).

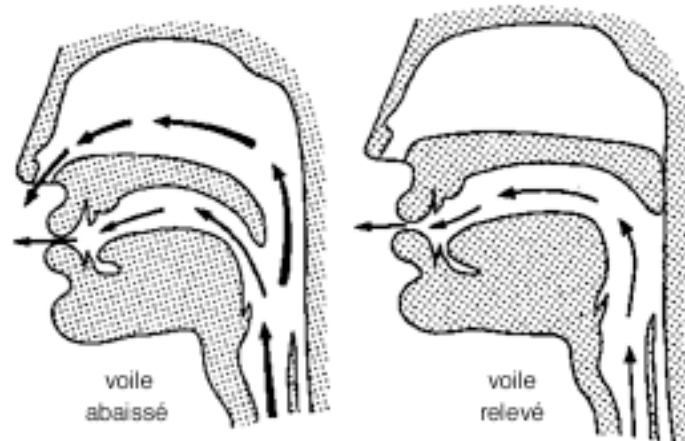


Fig. 14 : Action du voile du palais

CHAPITRE II

LA RESPIRATION

La respiration constitue une relation permanente avec l'environnement extérieur, permettant les échanges gazeux et les réactions chimiques entre l'air et le sang chez les organismes vivants. Elle fournit l'oxygène nécessaire et élimine le gaz carbonique. Dans le chant et la parole, comme pour le jeu des instruments à vent, c'est donc de l'air usé qui est récupéré et mis en vibration par un obstacle volontairement interposé sur le trajet de sortie, lèvres, biseau, anche ou cordes vocales. Comme le disait le comédien Talma, l'expiration perd sa qualité de vent, pour prendre sa qualité de son.

1. Les différents volumes respiratoires

La ventilation quotidienne représente, chez un adulte, environ 20 000 litres d'air inspiré et expiré. L'air arrive aux poumons par les voies respiratoires supérieures, et pénètre soit par les narines, où il est filtré, réchauffé et humidifié, soit par la bouche. Puis il gagne le pharynx, qu'il descend jusqu'au larynx. où les deux dispositifs de protection, voile du palais fermant la partie nasale du pharynx vers le haut, et épiglotte fermant l'orifice laryngé vers le bas, empêchent les aliments de pénétrer dans les voies aériennes lors de la déglutition. La trachée, tuyau de 10 à 15 cm de long, donne naissance aux deux bronches qui débouchent dans les poumons gauche et droit.

Les voies respiratoires, des fosses nasales aux bronchioles, sont tapissées d'un tissu cilié recouvert de mucus, substance visqueuse sécrétée par des cellules de la paroi bronchique, dont la fonction est d'assurer la purification et l'humidification de l'air, l'élimination des particules parasites, ainsi qu'une protection antibactérienne. Des cellules spécialisées sont dotées de cils vibrant environ douze fois par seconde, et dont les battements permettent l'élimination du mucus usagé.

La respiration se décompose en plusieurs phases, qui mobilisent des volumes d'air variables. Il est ainsi possible de distinguer :

a) la respiration normale, dite aussi de repos, qui représente environ 0,4 à 0,7 litre d'air : c'est le *volume courant* (VC) ;

b) périodiquement, nous éprouvons le besoin d'une inspiration plus importante, et emplissons complètement nos poumons : c'est l'inspiration complète, qui vaut en moyenne 1,5 à 2,5 litres d'air, et est appelée *volume de réserve inspiratoire* (VRI) ;

c) à la fin de l'expiration normale, nous sentons qu'il reste de l'air dans les poumons : en cas de nécessité (dans le jeu d'un instrument à vent, pour chanter, ou simplement souffler une bougie), nous pouvons encore expulser cet air et avoir la sensation de vider nos poumons en pratiquant une expiration complète, qui représente un *volume de réserve expiratoire* (VRE) de 1 à 2 litres environ ;

d) parvenu au bout de cette expiration complète, contrairement à la sensation que nous en avons, les poumons ne sont pas complètement vides : ils contiennent encore une certaine quantité d'air (environ 1,2 litre), appelée *air résiduel* (AR), qui ne peut être expulsé par expiration.

On appelle *capacité résiduelle fonctionnelle* (CRF) la somme VRE + AR. La *capacité vitale* (CV) représente l'ensemble des volumes d'air mis en jeu par la respiration, soit la somme :

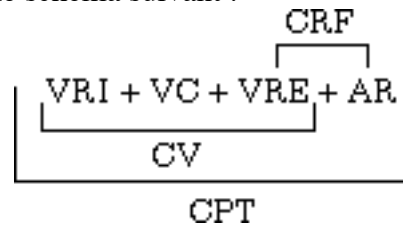
$$CV = VC + VRI + VRE$$

À titre indicatif, la capacité vitale est d'environ 1 litre d'air chez un enfant de 7 ans et de 2 litres à 11 ans ; elle passe à 2,5 litres chez une fille de 15 ans et à 3 litres chez un garçon du même âge ; elle va de 2,7 à 3,5 litres en moyenne pour une femme adulte, et de 3,5 à 4,5 litres chez l'homme, pouvant atteindre plus de 7 litres chez certains sportifs de haut niveau.

Enfin, la *capacité pulmonaire totale* (CPT) est, comme son nom l'indique, l'ensemble des volumes d'air contenus dans les poumons, soit :

$$\text{CPT} = \text{CV} + \text{AR}$$

Tout ceci peut se résumer par le schéma suivant :



À titre indicatif, la figure 15 représente l'augmentation comparée de la capacité vitale avec l'âge pour chacun des deux sexes :

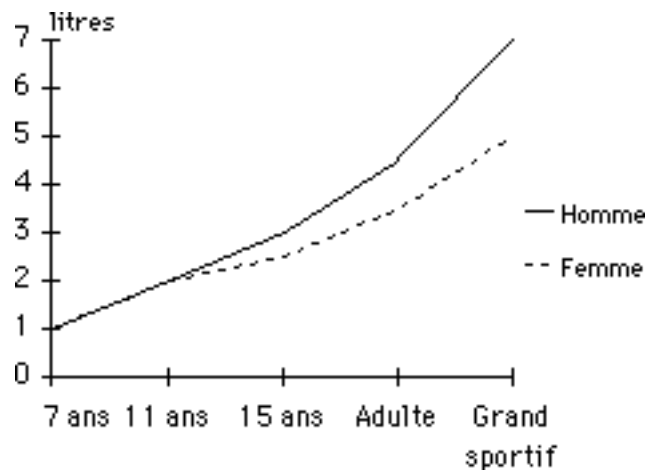


Fig. 15 : Évolution de la capacité vitale

2. La mécanique respiratoire

Les poumons sont constitués d'un tissu fortement élastique et spongieux, représentant une surface pouvant atteindre 200 m². Ce tissu est lui-même composé d'alvéoles, petites cavités destinées à accueillir l'air. Les poumons sont contenus chacun dans un sac clos, la plèvre, attachée à la cage thoracique. Ils sont solidaires de cette cage dont ils suivent les mouvements, et sont passivement remplis d'air, lors de l'inspiration, via la trachée artère et les bronches (cf. schéma fig. 19).

2.1. L'inspiration

D'une façon générale, une inspiration complète consiste en l'abaissement du diaphragme (cf. *infra*), ainsi qu'en une élévation et une dilatation de la cage thoracique. L'abaissement du muscle diaphragmatique provoque une sphérification de la cavité abdominale. L'élévation de la cage thoracique s'effectue par l'extrémité antérieure de la côte et du sternum selon un mouvement dit en « poignée de pompe », c'est-à-dire approximativement par une élévation combinée à une avancée (cf. fig. 16).

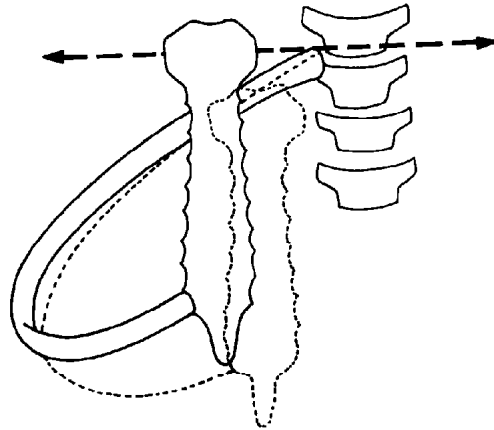


Fig. 16 : Mouvement costal en poignée de pompe

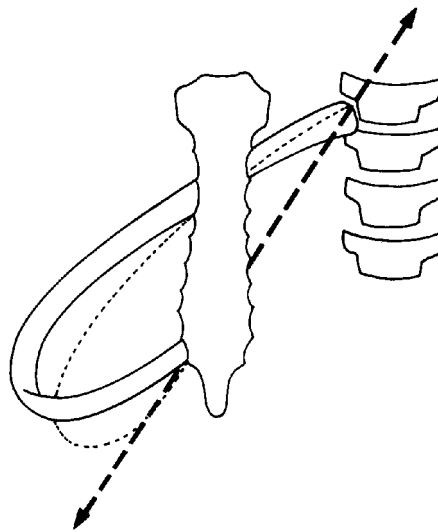


Fig. 17 : Mouvement costal en anse de seau

La dilatation de la cage correspond à un mouvement de la côte dit en « anse de seau », le sternum restant fixe (cf. fig. 17).

Toutes ces actions concourent au même résultat : le volume des poumons se trouve augmenté, et de l'air est entraîné à l'intérieur.

2.2. L'expiration

Si l'inspiration est forcément active, mobilisant plus ou moins d'énergie, l'expiration n'implique pas systématiquement une action musculaire. Une fois les poumons remplis d'air, trois forces peuvent les vider :

a) l'élasticité des tissus pulmonaires, ainsi que celle de la cage thoracique, agit comme un ressort : ces éléments une fois déformés par les muscles de l'inspiration tendent à reprendre leur état d'origine par l'expulsion de l'air emmagasiné ;

b) par dépression : après inspiration, la pression s'exerçant dans les alvéoles des poumons devient supérieure à la pression extérieure (c'est-à-dire à la pression atmosphérique), et constitue là encore une force d'expulsion rétablissant l'équilibre entre les deux milieux ;

c) les muscles expirateurs (cf. *infra*) interviennent lors de l'expiration volontaire ; leur action peut alors s'exercer au-delà de l'état stable, dans le cas d'une expiration complète (expulsion du VRE).

En résumé, dans le cas de la respiration de repos, l'inspiration est toujours active, et l'expiration passive ; le VC est principalement mobilisé, une quinzaine de fois par minute chez un adulte, et les

durées respectives d'inspiration et d'expiration (environ 4 secondes en tout) sont pratiquement égales.

2.3. La respiration phonatoire

La respiration phonatoire revêt un caractère volontaire, sinon toujours conscient. Il est d'ailleurs utile de comprendre la différence entre ces deux stades : d'abord définie et exercée par l'apprentissage, la respiration s'intègre à la technique du chanteur, puis tend à s'affranchir de sa conscience : le geste passe alors de l'artificiel au naturel, du conscient au semi-conscient¹⁷.

La quantité d'air mise en œuvre dans la voix parlée est d'environ 1,5 à 2 litres pour un adulte ; ce volume double dans la voix chantée, passant à 3 ou 4 litres. Dans le chant — comme pour les instruments à vent —, l'inspiration s'effectue plus souvent par la bouche que par le nez, pour des raisons de rapidité. Dans ce cas, les durées d'inspiration et d'expiration deviennent très inégales : l'inspiration est rapide, et s'apparente à une prise d'élan avant l'action. L'expiration est beaucoup plus longue. Si les voies aériennes ne sont pas libres, si un obstacle tel que les cordes vocales s'interposent sur le passage de l'air, l'expiration est sonorisée par mise en vibration. Le souffle constitue alors la matière même du son, et sa durée varie en fonction de son exploitation musicale.

3. Les muscles de la respiration

3.1. Muscles de l'inspiration

L'essentiel du mouvement inspiratoire est assuré par le diaphragme. Celui-ci se présente comme une cloison musculaire séparant le thorax de l'abdomen ; fixé aux côtes, à la colonne vertébrale et au sternum (fig. 18), solidaire des plèvres, il a la forme d'une voûte à deux coupes, la droite étant plus haute que la gauche, à cause de la place du cœur. Quand le diaphragme se contracte, il s'abaisse et s'avance à la fois, fait pression sur les viscères abdominaux qui servent alors de point d'appui, et augmente le volume du thorax, provoquant une arrivée d'air dans les poumons (schéma fig. 19). Il est donc antagoniste de la ceinture abdominale (cf. *infra*).

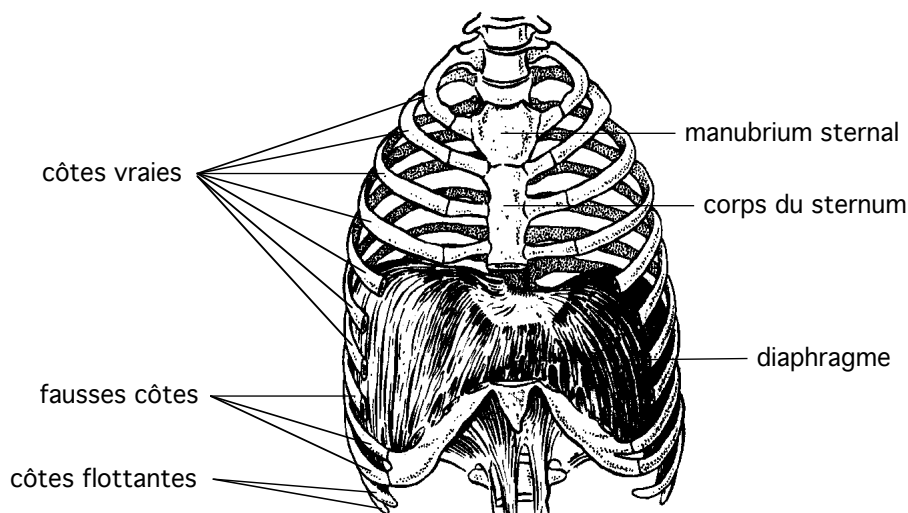


Fig. 18 : Muscle du diaphragme

¹⁷ Ce processus est général, et s'applique à de nombreux apprentissages, à caractère sportif notamment.

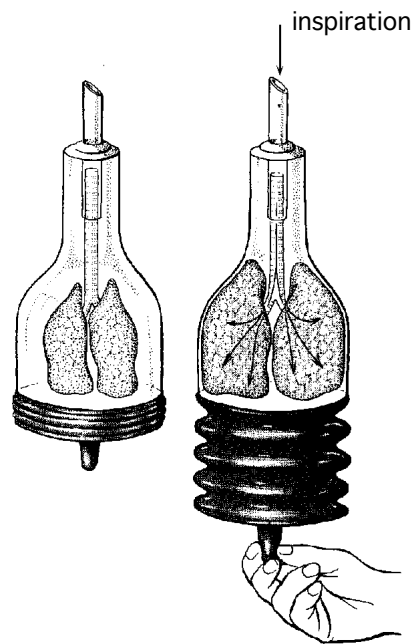


Fig. 19 : Principe de l'inspiration

D'autres muscles interviennent dans l'inspiration : les scalènes, tendus entre les vertèbres cervicales et les deux premières côtes assurent l'élévation du thorax (mouvement en « poignée de pompe ») ; les intercostaux externes et moyens, en sont quant à eux, les élargisseurs (mouvement en « anse de seau »).

3.2. Muscles de l'expiration

En dehors des forces mécaniques dues à l'élasticité et à la différence de pression intérieure et extérieure, certains muscles peuvent provoquer l'expiration. Outre les intercostaux internes, dont le rôle reste assez peu important, il s'agit principalement de la puissante sangle abdominale, qui protège les viscères et contribue à les maintenir en place. Les abdominaux se composent de quatre paires de muscles plats, superposés les uns aux autres. De la couche externe vers l'intérieur :

- a) les grands droits s'attachent aux côtes à leur partie supérieure et descendent verticalement sur le pubis pour leur insertion inférieure ;
- b) les grands obliques (ou obliques externes) vont des côtes au bassin de haut en bas et d'arrière en avant ;
- c) les petits obliques, en partie recouverts par les précédents, s'orientent à l'inverse, d'avant en arrière ;
- d) les transverses, dont les fibres sont horizontales, constituent une ceinture, dont les extrémités s'attachent à la colonne vertébrale (fig. 20).

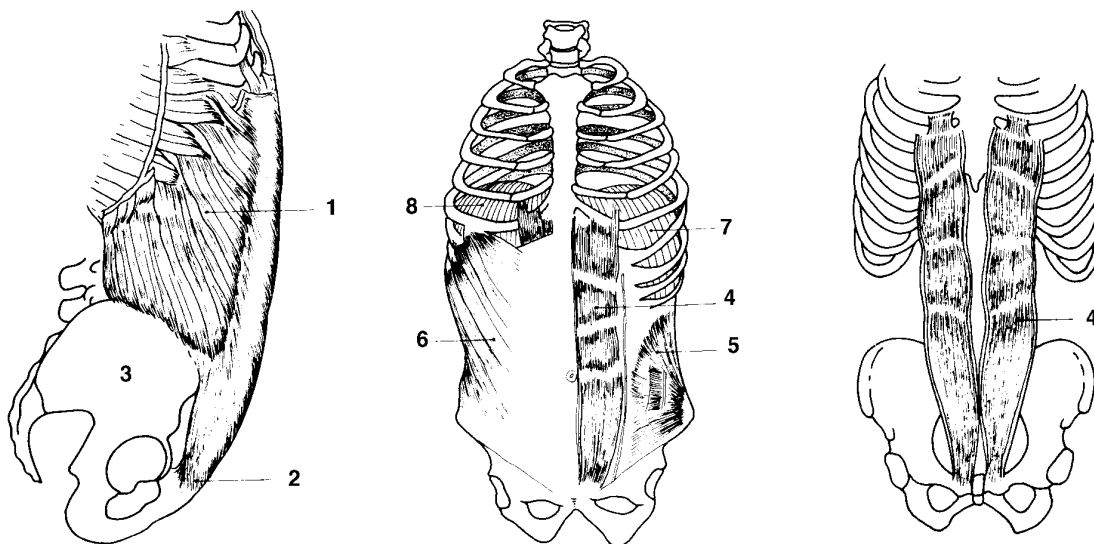


Fig. 20 : Ceinture abdominale

1. Transverse ; 2. Pubis ; 3. Os iliaque ; 4. Grand droit ; 5. Petit oblique ; 6. Grand oblique ;
7. et 8. Coupes du diaphragme.

Les grands obliques, petits obliques et transverses resserrent le thorax à la manière d'une ceinture¹⁸ et abaissent les côtes inférieures selon le mouvement de l'« anse de seau », tandis que les grands droits abaissent le thorax en « poignée de pompe ». Mais surtout, ils sont antagonistes du diaphragme, c'est-à-dire qu'ils s'opposent à son action, en le refoulant lors de leur contraction.

Il est nécessaire de bien comprendre le sens de cet antagonisme, car il est à la base de la mécanique respiratoire et particulièrement de ce qu'on appelle en chant le *soutien du souffle* ou *appoggio*. De plus, sa physiologie est rarement bien décrite par les pédagogues — la seule analyse des sensations n'en fournissant pas la clé complète — et la plus grande confusion règne dans la désignation des muscles diaphragmatique et abdominaux¹⁹.

Lorsque deux forces égales s'opposent, elles se neutralisent jusqu'à ce que l'une prenne le pas sur l'autre, la première progressant alors en fonction de l'affaiblissement de la seconde. Après inspiration, le diaphragme, contracté, ne se relâche pas d'un coup pour laisser le champ libre aux abdominaux, dont le travail commence avant sa propre relaxation ; il cède progressivement, en contenant l'avancée de la force abdominale, afin de permettre un contrôle plus précis de l'expiration. La contraction des abdominaux « prend appui », en quelque sorte, sur celle du diaphragme, qui aide de ce fait à sa régulation.

Les muscles du cou, quant à eux, conditionnent la position de la tête, et sont à ce titre importants dans l'attitude phonatoire, mais ne jouent en revanche presque aucun rôle dans l'élévation du thorax, ce qui explique que l'on puisse, sans gêne, respirer à fond tout en tournant la tête.

4. Typologie de la respiration

La structure, l'implantation et l'action des muscles respiratoires sont variées et permettent de ce fait une certaine indépendance de leur activité se traduisant en pratique par des types de respiration différents. Le plus souvent, ces types ou ces formes sont simultanés, mais une analyse physio-mécanique peut révéler, chez un individu ou dans le cadre d'une technique vocale donnée, la prééminence d'un type sur un autre.

¹⁸ Ces trois paires de muscles constituent à eux seuls la ceinture abdominale au sens strict.

¹⁹ Pour des exemples précis, cf. Miller, *La structure de chant*, p. 283 sq.

4.1. Le type thoracique supérieur

Appelé également « respiration haute », il correspond à l'élévation et à l'abaissement du thorax (cf. § 2.1.). C'est le plus individualisé par rapport aux autres, c'est-à-dire le plus facile à isoler. Il semble que ce type de respiration soit plus fréquent chez les femmes que chez les hommes.

« On a pensé longtemps que cela était dû à l'usage du corset. Cette hypothèse est sûrement fautive puisque cette prédisposition à la respiration haute a persisté après la disparition du corset. On a pensé que cette respiration haute était liée à la possibilité de grossesse : la femme respirerait avec le haut de son thorax parce que, chez elle, la respiration abdominale risquerait de déranger le développement de l'enfant qu'elle pourrait porter. Au début de ce siècle, il s'est trouvé des auteurs pour affirmer que la respiration abdominale serait, chez la femme, criminelle ! »²⁰

L'état de surprise déclenche le plus souvent la respiration thoracique supérieure, et une loi bien connue en physiologie affirme que « toute émotion élève le thorax ». La panique, dans des cas extrêmes, peut même bloquer la poitrine en position haute et empêcher une oxygénation correcte. Par ailleurs, ce mode respiratoire est peu propice aux efforts musculaires des bras, et ne convient pas à un travail de force.

4.2. Le type thoracique inférieur

Ce type correspond à l'élargissement et au resserrement de la cage thoracique selon le mouvement « en anse de seau ». Il est difficile à isoler, et est le plus souvent solidaire de la respiration abdominale.

4.3. Le type abdominal

Ce mode respiratoire, connu aussi sous le nom de « respiration basse », est dû à l'avancée et au retrait de la paroi abdominale. Il est le plus fréquent chez les hommes (combiné en type thoraco-abdominal), est compatible avec l'effort et permet la projection vocale.

Selon les époques et les écoles de chant, tel ou tel type de respiration est privilégié ou au contraire condamné, pour des raisons souvent peu claires et généralement discutables. Les pédagogues actuels ayant travaillé la question à la lumière de la physiologie pensent qu'il ne faut se priver d'aucune ressource respiratoire, et que ces trois modes peuvent être utilisés simultanément, en combinaison, à condition bien sûr de s'harmoniser en un acte unitaire, synergique, et parfaitement contrôlé.

4.4. Le type vertébral

En dehors des trois types décrits ci-dessus, et qui constituent l'essentiel des ressources respiratoires exploitables dans le chant, il existe une quatrième possibilité, correspondant à l'extension et à la flexion de la colonne vertébrale, au niveau dorso-lombaire. Cette action apparaît comme une respiration de secours, lorsque les besoins d'oxygénation sont importants, notamment après un effort intense : c'est la respiration du « professeur de gymnastique », peu compatible avec une activité phonatoire.

²⁰ Le Huche, *Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole*, p. 77.

CHAPITRE III

PHYSIOLOGIE DE LA PHONATION

1. Survol historique

1.1. Époque ancienne

Les débuts de la spéculation scientifique sur la phonation ont commencé avec l'Antiquité grecque²¹. Vers – 400, le grand médecin Hippocrate établit la différence entre la perte de la parole et celle de la voix, et montra l'importance de la trachée et des poumons. Peu après, vers – 350, Aristote souligna le rôle de l'air dans la production vocale. Au II^e siècle de notre ère, en 170, Galien décrivit les cartilages du larynx, étudia l'articulation phonatoire, et affirma que la parole était sous le contrôle du cerveau. Il comparait l'appareil vocal à une flûte dont la trachée aurait été le corps.

À la suite des Grecs, nombreuses furent les recherches, chaque génération apportant plus ou moins de lumière selon les orientations scientifiques de son temps ; je ne citerai ici que quelques noms célèbres ou importants pour la connaissance de la physiologie vocale.

Au XVI^e siècle, une grande époque pour l'anatomie humaine en général, Léonard de Vinci étudia l'articulation des phonèmes et expliqua le rôle du voile du palais. Son contemporain, le naturaliste padouan Fabrice d'Aquapendente renverse en 1537 l'ancienne hypothèse de Galien : tout en conservant le principe de la flûte, il assigne au larynx le rôle de biseau et celui de tuyau aux cavités pharyngo-buccales. Giovanni-Battista Morgagni (1682-1771), dans son célèbre traité d'anatomie pathologique clinique, donne une description précise du larynx et étudie les maladies de la voix. Le médecin lyonnais Ferrein compare en 1741 la voix au son du violon : les lèvres de la glotte en sont les cordes, dont la hauteur augmente avec la tension, l'air faisant office d'archet ; il pousse la métaphore jusqu'à assimiler l'effort de la poitrine à la main qui actionne l'archet. En 1814, Liskovius remarque que les cordes vocales vibrent dans un plan horizontal ; il vérifie qu'en appuyant un stylet sur les cordes, la fréquence du son est peu modifiée, réfutant du même coup l'hypothèse de Ferrein. À la même époque (1825), Félix Savart étudie l'action des ventricules de Morgagni, et pense qu'ils sont déterminants dans la production de la voix.

1.2. Époque moderne

Dès le milieu du XIX^e siècle, de solides connaissances, fondées sur une expérimentation rigoureuse, convergent à partir des principaux champs d'étude de la voix humaine, que sont la physiologie, l'acoustique, et la phonétique.

Johannes Müller (1801-1858), dans son *Handbuch der Physiologie des Menschen*, paru en 1834, est parmi les premiers à assimiler les cordes vocales à des anches — conception retenue aujourd'hui — et à en comprendre la mécanique. Son disciple Hermann von Helmholtz (1821-1894), grâce à ses fameux travaux en acoustique (1857) explique le rôle de résonateurs joué par les cavités pharyngo-

²¹ Pour une vision plus complète de l'histoire des connaissances en cette matière, cf. Fournié (E.), *Physiologie de la voix et de la parole*, Paris, Adrien Delahaye, 1866, et surtout à Luchsinger (R.), *Lehrbuch der Stimm und Sprachheilkunde*, Vienne, Springer Verlag, 1959.

buccales et l'importance du phénomène de résonance dans la genèse du timbre vocal et des voyelles.

Dans le même temps, l'abbé Jean-Pierre Rousselot établit les principes de la phonétique expérimentale, c'est-à-dire le rapport existant entre une forme acoustique et un son signifiant²². Enfin, en 1898, Ewald exposa la fameuse théorie myo-élastique (cf. *infra*) qui sert toujours de point de départ aux conceptions modernes.

Les théories de la phonation ont accompli de grands progrès dans la seconde moitié du XX^e siècle, surtout à la suite d'une vive polémique qui divisa la communauté scientifique dans les années cinquante et soixante. À cette époque parut une thèse révolutionnaire pour expliquer la vibration des cordes vocales, la théorie neuro-chronaxique de Raoul Husson (1950). Les défenseurs d'explications plus orthodoxes furent nombreux, mais néanmoins conscients des insuffisances de la théorie myo-élastique, qu'ils furent amenés à perfectionner et compléter pour aboutir finalement aux théories impulsionnelle (Jean-Claude Lafon, 1958), muco-ondulatoire (Juan Perello, 1962), et aéro-dynamique (Janwillem Van den Berg et Bernard Vallancien, 1963), les seules admises aujourd'hui, et donc à la réfutation des conceptions de Husson.

1.3. Les moyens d'investigation

Si la compréhension des principes de la phonation a tant progressé depuis quelques décennies, c'est en grande partie grâce aux progrès des moyens d'observation de l'appareil phonatoire en fonctionnement réel.

En 1835, le laryngoscope (couramment appelé miroir de Garcia²³) constitua déjà une avancée considérable ; placé au bout d'une tige avec laquelle il forme un plan incliné à 45°, un petit miroir circulaire, identique à celui des dentistes, permet d'observer du dessus le plan glottique ; s'il est en outre éclairé par une lumière stroboscopique, il permet d'observer au ralenti le mouvement des cordes vocales. Ce laryngoscope est encore couramment utilisé à l'heure actuelle pour un examen rapide. Son principal inconvénient est d'obliger le patient à tirer la langue pour dégager l'entrée du pharynx, ce qui empêche de chanter librement, et ne permet de ce fait qu'une observation rudimentaire, surtout réservée aux besoins médicaux (fig. 21).

La figure 22 montre schématiquement l'image du larynx telle qu'elle apparaît inversée sur le miroir de Garcia, l'avant en haut, et la partie postérieure en bas.

L'endoscope rigide est une caméra vidéo avec zoom, prolongée à l'avant par une tige munie de miroirs permettant de filmer le larynx d'un patient ; toutefois, son introduction dans la gorge, bouche grande ouverte, constitue une gêne pour la phonation et surtout pour le chant, ce qui rend presque impossible une vision en fonctionnement normal.

²² Cf. ses *Principes de phonétique expérimentale*, Paris, 1897-1909.

²³ Manuel Garcia (1805-1906), issu d'une illustre famille de chanteurs – il eut notamment pour sœurs Pauline Viardot et Maria Malibran –, est l'un des plus fameux pédagogues du siècle dernier.

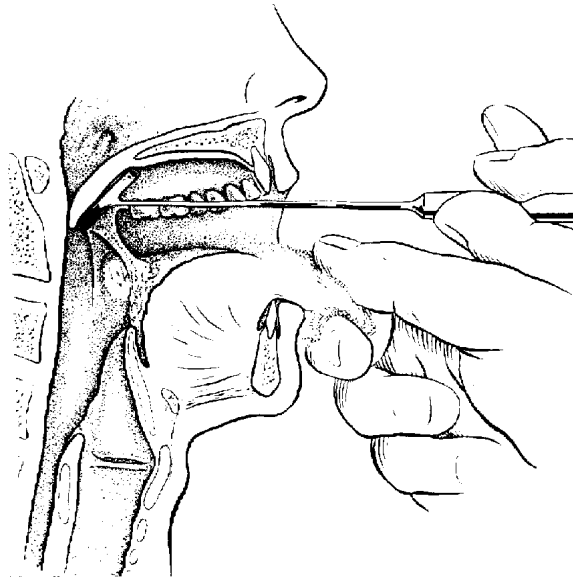


Fig. 21 : Laryngoscope de Garcia

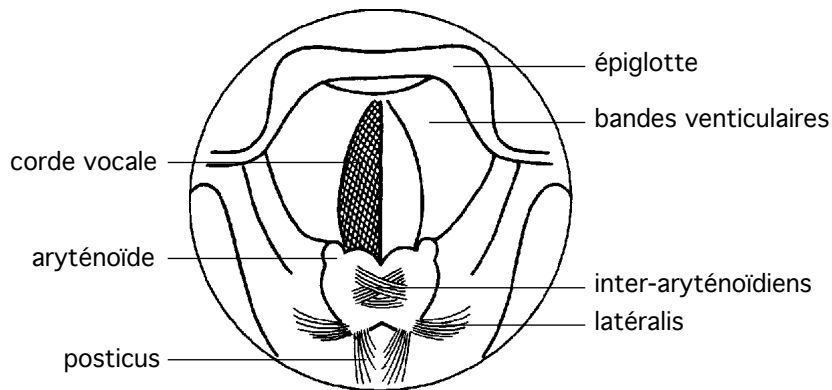


Fig. 22 : Larynx vu au laryngoscope

L'électroglottographe de Fabre (1957) repose sur un principe tout différent, et permet d'observer de façon indirecte le mouvement des cordes vocales (fig.23). Deux électrodes, entre lesquelles circule un courant de haute fréquence (200 000 Hz) et de très faible intensité, sont placées de part et d'autre du cou du sujet ; les ouvertures et fermetures des cordes vocales font varier l'impédance transversale de la gorge, et sont traduites par les variations d'une courbe sur un oscilloscope (fig. 24) auquel sont reliées les électrodes. On y lit clairement la fréquence laryngée et l'amplitude des mouvements glottiques sans que le sujet soit gêné dans son activité phonatoire. La figure 24 montre qu'un cycle vibratoire complet des cordes vocales (période T) peut se décomposer en 4 phases : ouverture de la glotte (a), durée pendant laquelle la glotte reste ouverte (b), fermeture de la glotte (c), durée pendant laquelle la glotte reste fermée (d).

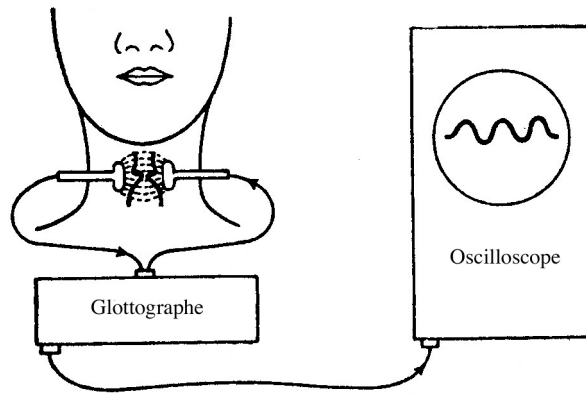


Fig. 23 : Glottographe de Fabre

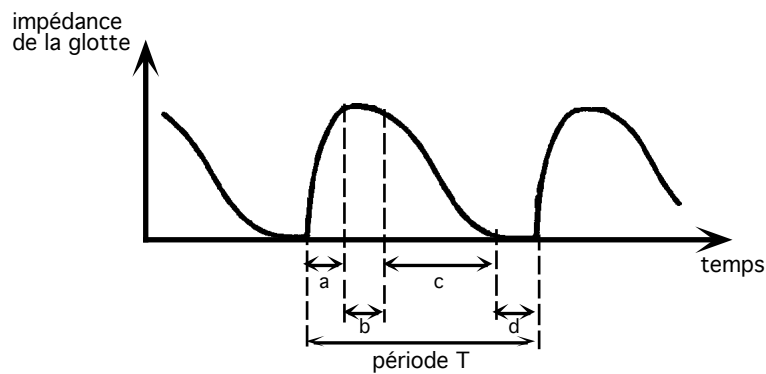


Fig. 24 : Glottogramme

Plus récemment (1976), le naso-fibroscope (fig. 25) permet de filmer l'intérieur du larynx par l'introduction d'un faisceau de fibres optiques à travers les fosses nasales et le rhino-pharynx ; ces fibres, de faible diamètre (3 mm), sont souples et peuvent être courbées de l'extérieur et dirigées à volonté sur le point à observer ; elles contiennent, outre un puissant dispositif d'éclairage stroboscopique (500 watts), une caméra vidéo reliée à un écran cathodique pour l'observation en temps réel, ainsi qu'à un magnétoscope pour l'enregistrement, et éventuellement à un ordinateur pour le traitement du signal. Le sujet n'est pratiquement pas gêné par les fibres, et les images obtenues, en couleur, sont de grande qualité. Le chanteur découvre ainsi la possibilité d'observer ses propres cordes vocales en fonctionnement, ce qui est pour lui d'un intérêt certain.

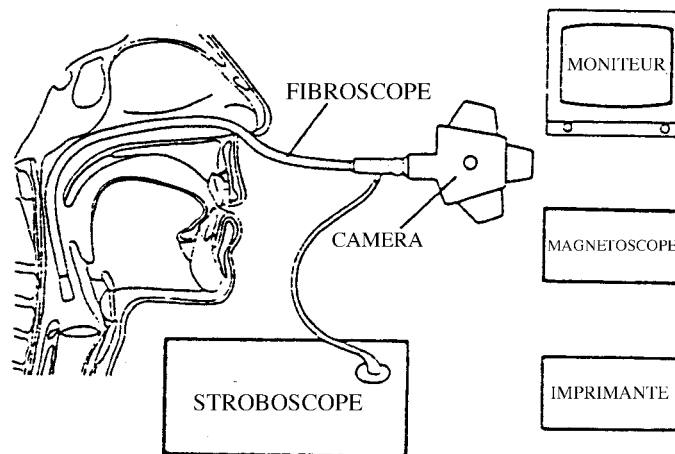


Fig. 25 : Nasofibroscope

Il existe d'autres techniques d'investigations, mais qui présentent l'inconvénient de ne concerner qu'un seul des paramètres intervenant dans le fonctionnement du larynx, comme la transillumination glottique, l'ultrasonographie, la cinédensigraphie ou la photokinétographie.

2. Les théories de la phonation

2.1. La théorie myo-élastique

La première explication cohérente du fonctionnement vocal est due à Ewald en 1898²⁴. Elle pose que les cordes vocales vibrent librement sous l'effet du courant d'air issu des voies respiratoires ; le larynx est donc assimilé à un instrument à anche²⁵. Les forces agissantes dans la production phonique sont principalement la pression d'air sous-glottique et la tension (donc l'allongement) des cordes vocales sous l'action des muscles crico-thyroïdiens, d'où le nom de théorie myo-élastique. Selon cette conception, une période de fonctionnement se décompose en 6 phases, à partir de la position d'adduction, c'est-à-dire glotte fermée :

1. augmentation de la pression sous la glotte fermée
2. la pression devient supérieure à la force d'occlusion → ouverture de la glotte
3. sortie d'une bouffée d'air
4. diminution de la pression sous-glottique
5. entrée en action de la force de rappel élastique des cordes vocales
6. fermeture de la glotte

Après quoi le cycle recommence. Rappelons qu'un cycle n'est pas un son, mais un mouvement complet d'ouverture et de fermeture, et que la répétition de ces cycles, un certain nombre de fois par seconde (leur fréquence), crée pour l'oreille une sensation de hauteur.

La hauteur du son augmente avec la tension et la rigidité des cordes vocales, et l'intensité avec la pression sous-glottique. Dans ces conditions, il existe nécessairement une interférence entre ces deux paramètres. Ce fait est constaté dans le beuglement des bovins (!) où l'accroissement d'intensité s'accompagne d'une déviation du son vers l'aigu. À dire vrai, cette interférence s'observe couramment chez l'homme, comme le soulignent certaines locutions décrivant la colère, telles qu'« élever la voix » ou « monter le ton », qui concernent tout à la fois la hauteur et l'intensité. La théorie myo-élastique ne peut donc expliquer comment chanter à la fois aigu et *piano*, et même si c'est de toute façon difficile (notamment chez les hommes où il est rare d'entendre un ténor émettre un contre-ut de poitrine dans la nuance *pp*), c'est techniquement possible. Carence identique de la théorie à expliquer valablement les sons filés, c'est-à-dire émis *crescendo* puis *decrescendo* sur une note fixe.

2.2. La théorie neuro-chronaxique

Les insuffisances de la théorie de Ewald conduisirent Raoul Husson à proposer, en 1950, une conception radicalement nouvelle du fonctionnement du larynx²⁶. La glotte étant fermée en position d'adduction, des salves d'influx nerveux, engendrées au niveau cortical, sont conduites aux cordes vocales par le nerf récurrent²⁷. Celles-ci se contractent à chaque arrivée d'un influx, ce qui, du fait de leur configuration, équivaut à écarter l'un de l'autre les ligaments vocaux et à ouvrir la glotte ; un cycle de fonctionnement selon cette théorie se décompose donc de la façon suivante :

²⁴ Ewald (J. R.), « Die Physiologie des Kehlkopfes und der Luftröhre. Stimmbildung », in *Handbuch der Laryngologie und Rhinologie*, t. I, Vienne, 1898.

²⁵ Selon la définition de l'acousticien H. Bouasse, une anche est « tout appareil dont la vibration est entretenue par un courant gazeux et qui réciproquement détermine une périodicité de forme ou de débit dans ce courant. » (*Instruments à vent*, t. I, rééd. Paris, A. Blanchard, 1986, p. 28).

²⁶ *Étude des phénomènes physiologiques et acoustiques fondamentaux de la voix chantée*, Thèse soutenue le 17 juin 1950 à la Faculté des Sciences de Paris.

²⁷ Le nerf récurrent, branche du X^e nerf crânien (dit également *pneumogastrique* ou *vague*) est le nerf moteur du larynx, dont il commande tous les muscles, sauf les crico-thyroïdiens.

1. application d'une pression sous-glottique, en position d'adduction
2. arrivée d'un influx nerveux d'origine corticale sur les cordes vocales
3. contraction des cordes vocales
4. ouverture de la glotte
5. sortie d'une bouffée d'air
6. relaxation des cordes vocales
7. fermeture de la glotte sous l'action des muscles constricteurs

Si le cerveau engendre 440 influx en une seconde, les cordes vocales se contractent — et donc s'ouvrent — 440 fois par seconde, laissant s'échapper 440 bouffées d'air dans le conduit pharyngo-buccal, créant ainsi un la_3 à 440 Hz. Ici, hauteur et intensité sont totalement indépendantes l'une de l'autre, la première résultant de la fréquence des influx, la seconde de la valeur de la pression sous-glottique.

Contrairement à la théorie myo-élastique, à l'origine fondée principalement sur l'intuition, la théorie neuro-chronaxique s'est appuyée sur de très nombreuses expériences en laboratoire et en milieu hospitalier²⁸. En voici quelques-unes parmi les plus importantes :

- Moulonguet (Hôpital Boucicaut, Paris, 1953) recueille simultanément, sur un oscilloscope, à la fois l'activité du nerf récurrent et la voix d'un patient : il conclut à l'homorythmicité des deux traces, preuve, selon lui, que l'une est la cause de l'autre.

- Portmann (Hôpital Bellan, Paris, 1954-1957) mesure l'activité électrique des muscles vocaux et la compare à la voix du sujet émise simultanément : là encore, les deux traces paraissent homorythmiques.

- Galli et De Quiros (Hôpital Avellaneda, Buenos Aires, 1957) observent la vibration des cordes vocales sans courant d'air, après avoir détourné une canule d'arrivée d'air sur un patient opéré d'une trachéotomie.

- Sabouraud et Grémy (Hôpital La Salpêtrière, Paris, 1958) mettent en parallèle l'enregistrement oscillographique de la voix d'un patient et le glottogramme correspondant : le tracé glottographique montre une activité glottique *avant* et *après* l'émission sonore, c'est-à-dire en l'absence de pression d'air.

Toutes ces « preuves », et bien d'autres encore, ont été contestées à l'époque et réfutées depuis, pour diverses raisons qui tiennent surtout à l'ambiguïté des résultats ou aux conditions peu fiables de l'expérimentation. La théorie neuro-chronaxique est aujourd'hui abandonnée, mais connaît, dans les années cinquante et soixante, un succès et une diffusion considérables, surtout dans les milieux musicaux²⁹. Il n'est pas rare que certains chanteurs ou professeurs n'aient toujours pas actualisé leurs connaissances, et adhèrent encore en toute bonne foi à ces conceptions ; c'est pourquoi il est utile de les connaître, afin de pouvoir expliquer ce qu'il en est réellement.

2.3. La théorie muco-ondulatoire

L'idée d'une vibration active des cordes vocales fut combattue dès son origine par de nombreux phoniâtres et scientifiques, convaincus cependant que l'ancienne théorie myo-élastique devait être revue et modernisée.

La théorie muco-ondulatoire de Perello³⁰ admet donc la vibration passive des cordes vocales, mais prend en compte la muqueuse qui tapisse le larynx. Celle-ci, pratiquement ignorée par les « neuro-chronaxistes », joue pourtant un rôle dans la phonation, puisque son altération ou son inflammation modifie l'émission de la voix.

²⁸ Cf. Garde, *La voix*, p. 99-113.

²⁹ La plupart des ouvrages parus à cette époque s'en firent le relais : cf. par exemple tous les volumes consacrés à la voix et au chant dans la collection *Que sais-je ?* publiée aux Presses Universitaires de France, l'*Histoire de la musique* en 2 volumes dans la collection de la Pléiade (Gallimard), ou l'*Encyclopédie de la musique* en 3 volumes parue chez Fasquelle.

³⁰ « Théorie muco-ondulatoire de la phonation », *Annales Oto-rhino-laryngologiques*, vol. LXXIX, n° 9, Paris, 1962.

Perello s'appuie sur la loi de Bernoulli concernant l'action des fluides dans les tuyaux. Dans un tuyau à section variable, la vitesse d'écoulement du fluide est inversement proportionnelle au diamètre du tube, alors que la pression exercée sur ses parois est directement proportionnelle à ce diamètre. Par conséquent, la vitesse d'écoulement est inversement proportionnelle à la pression. Ceci se vérifie expérimentalement avec un tuyau d'arrosage qui présente une fuite en un point de sa longueur : lorsque le débit d'eau est grand, l'intensité de la fuite est petite, car la pression interne est faible ; l'inverse se produit si l'on obstrue progressivement l'orifice de sortie de l'eau, et la fuite prend de plus en plus de force.

La muqueuse ondule au passage de l'air ; quand la vitesse de l'air intra-glottique augmente, la pression entre les cordes vocales diminue ; si la vitesse de sortie de l'air atteint une valeur suffisante, la pression *intra*-glottique (à ne pas confondre avec la pression *sous*-glottique) devient nulle, puis négative, c'est-à-dire se transforme en une *aspiration* ou *succion*. Cette force attire alors les bords libres de la muqueuse l'un contre l'autre, ce qui ferme la glotte, coupe le flux aérien, et marque le départ d'un nouveau cycle. La figure 26 montre un cycle complet de fonctionnement selon ce principe : à gauche, les bords de la muqueuse recouvrant les cordes vocales vus de face (coupe frontale), au milieu la glotte vue de dessus, et à droite une courbe représentant le déroulement du cycle (le point noir indiquant la valeur de la pression sous-glottique).

Selon cette description, la glotte n'est pas fermée d'abord par le rappel élastique des cordes vocales, mais par la rétro-aspiration de la muqueuse. En conséquence, le flux d'air sous-glottique, pouvant être interrompu par l'action de la muqueuse, devient moins dépendant de la tension des cordes vocales ; dans le cas de notes aiguës, impliquant une forte tension des thyro-aryténoïdiens, un courant sous-glottique peu puissant est susceptible d'engendrer une vibration glottique par ondulation de la muqueuse. Ainsi se trouve levée la difficulté d'expliquer l'émission de sons aigus dans la nuance *piano*.

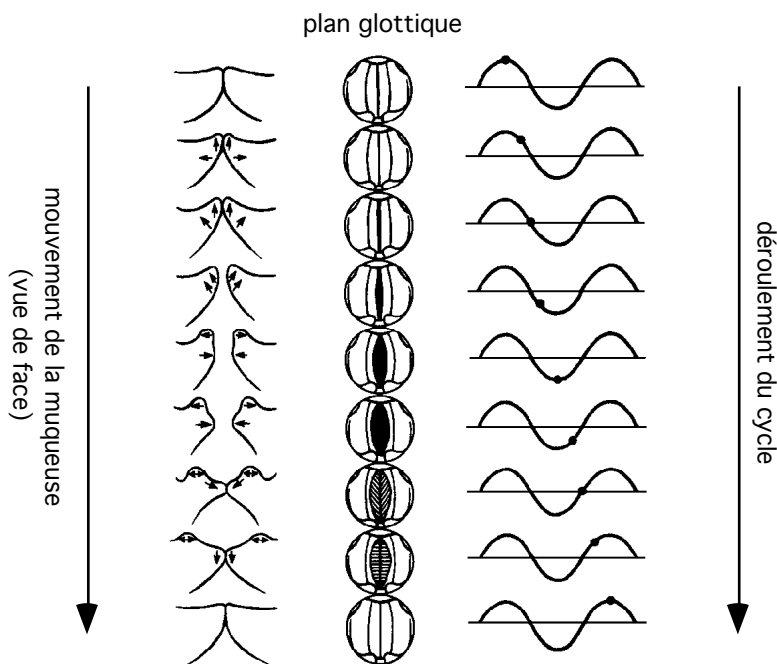


Fig. 26 : Un cycle selon la théorie muco-ondulatoire

2.4. La théorie aéro-dynamique (ou myo-élastique complétée)

Cette théorie, formulée en 1963 par Van den Berg et Vallancien, n'est pas très différente de la précédente, et la complète plus qu'elle ne la modifie. Elle s'appuie sur une expérimentation rigoureuse, effectuée à partir de larynx humains disséqués, et soumis à des forces variables parfaitement contrôlées.

La théorie aéro-dynamique n'exclut pas l'ouverture et la fermeture directes des cordes vocales, mais l'attribue aux sons de fortes intensités, réservant le rôle de la muqueuse aux émissions plus faibles.

Elle explique également les réglages de l'ensemble du système vibratoire par la présence de capteurs sensoriels spécialisés localisés dans la muqueuse : les mécano-récepteurs qui renseignent sur le niveau de tension des tissus musculaires, et les baro-récepteurs, qui mesurent la valeur de la pression d'air exercée sous la glotte. Ces informations permettent au système nerveux central d'adapter en conséquence les caractéristiques mécaniques des cordes vocales : tension, contraction, forme et valeur de la masse musculaire vibrante, en fonction du processus d'expiration.

2.5. La théorie impulsienne

Fondée sur les principes de la théorie myo-élastique, cette description proposée par Lafon dès 1958 précise que le larynx ne produit pas de sons sinusoidaux, ni même directement de spectres harmoniques, mais délivre des bouffées d'air, des impulsions décomposables elles-mêmes en un spectre continu, de type bruit blanc très bref, en tout cas non harmonique. La fréquence, l'amplitude et la forme de ces impulsions déterminent respectivement la hauteur, l'intensité et le timbre du son laryngé primaire. Les impulsions traversent ensuite les cavités supra-laryngées, y créant un effet de résonance qui les allonge temporellement, les fusionnent entre elles, donnant ainsi la sensation d'un son continu. Il est possible de mettre en évidence la nature discontinue de cette onde sonore en ralentissant progressivement un enregistrement vocal : la voix devient d'abord rauque, puis « granuleuse », jusqu'à n'être plus constituée que de petites explosions correspondant à la sortie des bouffées d'air³¹.

La théorie impulsienne admet par ailleurs toutes les hypothèses « muco-ondulatoires », avec lesquelles elle n'est pas en contradiction.

* *
*

En résumé, le son vocal est produit non par la vibration directe des cordes vocales, mais par les bouffées d'air qu'elles découpent dans la colonne d'air sous-glottique, elle-même responsable de l'intensité (cf. chapitre V). Il s'agirait finalement d'un mécanisme assez simple si l'on omettait les nombreux contrôles rétroactifs qui interviennent en permanence et à différents niveaux (cf. chapitre VII). L'extrême richesse des possibilités phonatoires est le fruit d'un outil simple et non spécialisé ; la complexité du phénomène vocal n'est pas de l'ordre de sa production, mais dépend de son utilisation par le système nerveux central qui peut l'entraîner jusqu'à ses plus extrêmes limites.

³¹ Cf. Lafon (J.-C.), « L'impulsion acoustique dans la phonation et l'audition », *Bulletin d'Audiophonologie*, Besançon, vol. 6/1, 1976.

CHAPITRE IV

LA HAUTEUR CHANTÉE

1. Définitions

La hauteur de la voix est fonction de la fréquence de vibration des cordes vocales, c'est-à-dire du nombre d'ouvertures et de fermetures glottiques en une seconde (cf. chap. précédent). Elle représente sans conteste le paramètre le plus important du chant, impliquant non seulement la justesse, mais aussi le timbre, puisque la fréquence peut être réalisée de plusieurs façons, comme nous allons le constater avec la registration. De ce fait, le vocabulaire de la hauteur est naturellement riche, à défaut d'être précis, et c'est pourquoi il s'avère utile de préciser le sens de certains termes couramment employés.

L'*étendue* de la voix est délimitée par les notes extrêmes (grave et aiguë) qu'un sujet peut émettre ; elle dépend dans une large mesure de l'entraînement et de la technique individuelle, et peut donc augmenter avec le travail vocal. L'*étendue pratique* (ou *utile*) comprend les notes pouvant être utilisées musicalement sans risque ou efforts particuliers ; elle est normalement de deux octaves³² pour les hommes (environ *do₁-do₃* pour les basses profondes, *do₂-do₄* pour les ténors), un peu plus chez les femmes (*mi₂-la₄* pour un contralto, du *do₃* jusqu'au *fa₅* pour un soprano colorature)³³. L'étendue se divise à son tour en *registres* (cf. infra).

Au sein de l'étendue, la *tessiture* se définit comme l'ensemble des notes émises avec facilité, celles sur lesquelles le chanteur se sent le plus à l'aise, ses « bonnes notes » en quelque sorte. Par extension, ce terme désigne couramment les types de voix (*tessiture* de soprano, de baryton). À étendue égale, deux sujets peuvent ne différer que par la tessiture. C'est pourquoi ces deux éléments doivent être pris en compte dans le classement des voix. L'*ambitus*, enfin, représente l'étendue d'une pièce, d'un air, ou d'une prestation.

2. La registration vocale

2.1. Problèmes de terminologie

Lorsqu'un sujet masculin parcourt toute l'étendue de sa voix, par exemple du grave à l'aigu, de façon naturelle, sans technique vocale particulière, le timbre n'en reste pas homogène d'un bout à l'autre, et il se produit un brusque changement de couleur à la fin du médium ou au début de l'aigu : la voix change de timbre, ressemblant un peu à celle d'une femme. Ce phénomène est appelé changement de registre. Il s'accompagne d'une modification des sensations vibratoires, dont le siège semble passer du thorax à toute la tête. Le même phénomène existe chez les femmes, avec une vibration thoracique limitée à l'extrême grave, là où leur voix ressemble à celle d'un homme, et évidemment une beaucoup plus grande aisance dans l'aigu.

Traditionnellement, dans le vocabulaire des praticiens, les registres sont désignés par des noms imagés, tels que voix de poitrine, voix de fausset, *falsettone*, voix de tête, voix de gorge, voix mixte,

32 Chez un chanteur entraîné, l'étendue peut exceptionnellement atteindre trois octaves. Cela est toutefois plus courant dans certaines cultures extra-occidentales, comme dans la musique classique indienne, par exemple.

33 Cf. chapitre VIII pour plus de détails.

et d'autres encore. Cependant, si tous les spécialistes sont aujourd'hui d'accord pour admettre l'existence de plusieurs registres dans la voix humaine, les opinions diffèrent largement quant à leur nombre, leur nature ou leur origine, et peu de domaines, à vrai dire, sont aussi flous, discutés et contestés que celui-ci.

Les traités théoriques s'intéressent très tôt à la registration : dans son *Tractatus de musica*, rédigé entre 1272 et 1304 mais qui compile pour l'essentiel des ouvrages plus anciens, Jérôme de Moravie distingue déjà la *vox pectoris*, la *vox gutturis* et la *vox capitis*³⁴. Un siècle plus tard, Conrad de Saverne, dans son *De modo bene cantandi choralem cantum* (Mayence 1474), compare la voix humaine à un orgue dont la variété des jeux trouve un équivalent dans des manières de chanter différentes, et qu'il nomme *vox plena*, *vox media*, et *vox subtiliata*. La terminologie moderne apparaît à la fin du XVI^e siècle, et la *Prattica di musica utile et necessaria si al compositore... si anco al cantore...* de Ludovico Zacconi, parue à Venise en 1592 et 1596, mentionne la *voce di petto*, la *voce de testa* et la *voce mezzana* (qui participe selon lui des deux modes précédents)³⁵.

Les traités de chant importants, comme celui de Giovanni Battista Mancini au XVIII^e siècle³⁶ consacrent ces expressions, mais pas toujours avec le même sens. Manuel Garcia lui-même, une référence en la matière, distingua d'abord trois registres, voix de poitrine, voix de fausset et voix de tête, identiques selon lui chez les hommes et les femmes, avant de confondre les deux derniers en un seul³⁷.

À l'heure actuelle, ces termes demeurent universellement employés par la plupart des spécialistes, pédagogues, chanteurs, critiques, musicologues, phoniâtres, mais dans des acceptions qui n'entraînent pas — et de loin — l'unanimité. Quant au nombre de registres, il continue de varier selon les auteurs :

« Il existe en principe deux registres fondamentaux [...] Un troisième registre intermédiaire se situe entre les registres fondamentaux. »

(Dr M.-L. Dutoit-Marco, *Tout savoir sur la voix*, p. 107).

« Une voix se divise habituellement en trois registres, dits de poitrine, de tête, de fausset. »

(H. Rosenthal & J. Warrack, *Guide de l'opéra*, p. 688).

« L'étendue de la voix chantée permet de déterminer les registres. On dénombre ainsi les registres de poitrine, de médium, de tête, de fausset, de sifflet. »

(Dr M.-C. Pfauwadel, *Respirer, parler, chanter...*, p. 91).

« Toutes les voix indiennes doivent couvrir trois octaves et le font assez facilement dans cette émission. On glisse de la voix de poitrine à la voix de gorge et à la voix de tête sans qu'il y ait de passage marqué à un fausset. »

(A. Daniélou, *Inde du Nord*, Paris, Buchet/Chastel, 1966, p. 75).

De même, le *falsetto* est tantôt compris comme un intermédiaire entre voix de poitrine et voix de tête :

« Il y a bien de fait deux registres, l'un grave et l'autre aigu, l'un de poitrine et l'autre de tête avec une soudure intermédiaire, le *falsetto*. »

(A. Tomatis, *L'oreille et la voix*, p. 290).

tantôt comme synonyme de voix de fausset :

« Dans le langage international du chant, le *falsetto* définit l'imitation de la voix féminine telle que la réalise le chanteur masculin, sur des notes situées au-dessus de son étendue de voix parlée normale. »

(R. Miller, *La Structure du chant*, p. 133).

34 Voix de poitrine, voix de gorge et voix de tête.

35 Cf. Jacobs (R.), *La controverse sur le timbre du contre-ténor*, p. 9 sq.

36 *Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato*, Vienne, 1774.

37 *Traité complet de l'art du chant*, Paris, 1847.

« *Le falsetto (ou fausset) pur est une manière de produire la voix, chez l'homme, en n'utilisant qu'une partie seulement des cordes vocales.* »

(H. Rosenthal & J. Warrack, *op. cit.*, p. 260).

Certains estiment encore que le *contre-ut* de ténor d'opéra doit être émis en voix de poitrine, ce que d'autres déclarent tout à fait impossible et qu'il s'agit de voix de tête. Il s'avère donc indispensable de définir avec précision les termes utilisés dans la description du chant, et l'on peut s'appuyer aujourd'hui sur le travail entrepris depuis plusieurs années par Michèle Castellengo et Bernard Roubaud, et une équipe de collaborateurs dans le cadre du LAM³⁸.

2.2. Physiologie de la registration vocale

La hauteur vocale est principalement produite par quatre forces, longueur vibrante, tension, raideur et masse, auxquelles s'ajoute la pression sous-glottique dans certains cas³⁹. Ces forces se combinent et interfèrent étroitement entre elles, rendant d'ailleurs impossible toute prévision de fréquence à la seule observation visuelle des cordes vocales, qui ne renseigne que sur la longueur vibrante.

Reprenons l'expérience évoquée plus haut (§ 2.1), et observons le sonagramme d'un glissando ascendant par une voix féminine (fig. 27). On remarque clairement trois coupures, marquées ici par des flèches, délimitant quatre régimes acoustiques bien distincts, qui se traduisent auditivement par trois « décrochements » ou discontinuités, non seulement en fréquence, mais aussi en timbre et en intensité. Ces quatre régimes se succèdent du grave à l'aigu, chacun correspondant à une plage de fréquences préférentielle.

2.3. Les registres laryngés

L'examen physiologique révèle qu'au moment des changements de régime, les cordes vocales changent subitement d'aspect et de comportement, revêtant deux formes vibratoires fondamentales, nettement différenciées, que nous appellerons respectivement mécanisme I et mécanisme II, ainsi que deux formes secondaires, dérivées des précédentes et correspondant aux tessitures extrêmes, les mécanismes 0 et III.

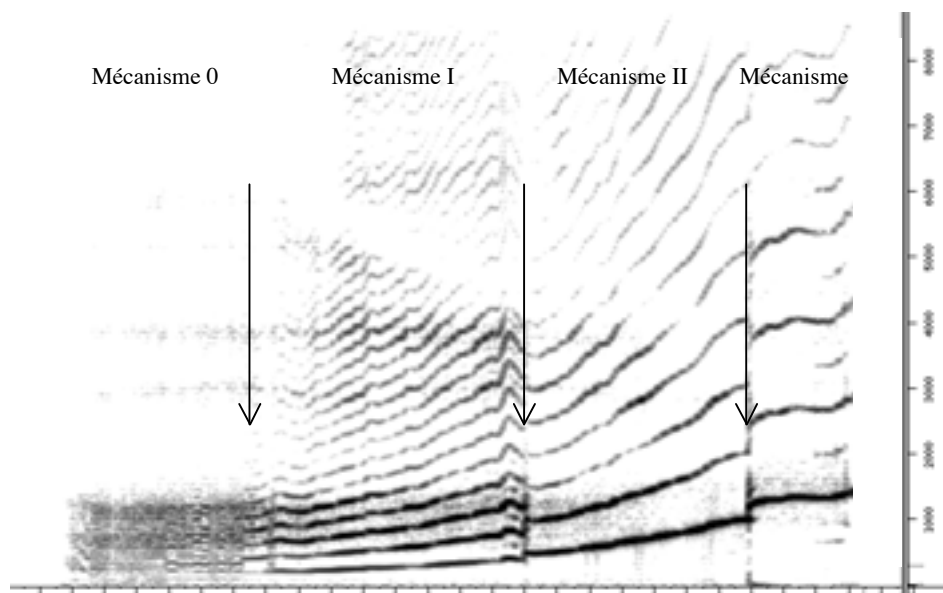


Fig. 27 : Voix féminine, glissando ascendant

³⁸ Laboratoire d'Acoustique Musicale du CNRS dirigé par Michèle Castellengo.

³⁹ Cf. chapitres I et III.

En mécanisme I, les cordes s'accolent en bourrelets épais, et en lames minces pour le mécanisme II (schéma fig. 28).

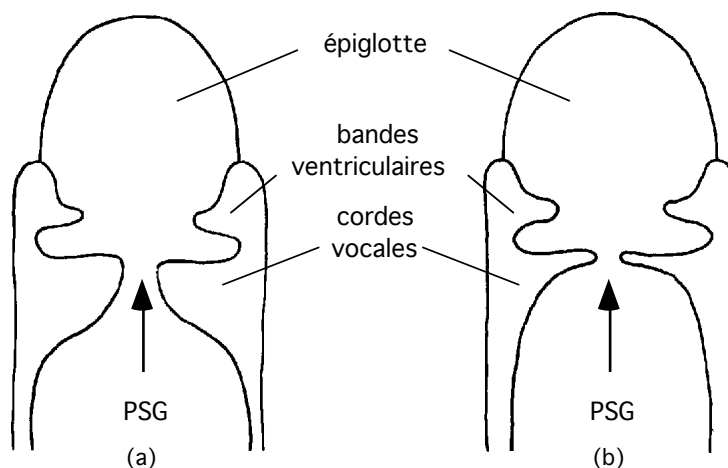


Fig. 28 : Les deux mécanismes fondamentaux

Il s'agit de deux régimes contrastés, opposés, impliquant des fonctionnements mécaniques différents, et qui ne tendent pas l'un vers l'autre. En d'autres termes, il n'est pas possible de passer progressivement, sans solution de continuité, du mécanisme I au mécanisme II, d'où ces évolutions brusques, non linéaires et chaotiques, correspondant à des modifications biomécaniques involontaires, comme des changements de masse vibrante, d'amplitude vibratoire, et de quotient d'ouverture⁴⁰.

Cette observation s'avère capitale, car il en découle une définition objective de la registration, ne reposant plus sur l'étendue vocale et la fréquence, ni sur le timbre des sons, ni encore sur la résonance — réelle ou ressentie subjectivement — de telle ou telle partie du corps, comme le laisse pourtant supposer la terminologie traditionnelle : *un registre est l'ensemble des sons produits dans une même configuration laryngée*. C'est pourquoi il est préférable, afin d'éviter toute ambiguïté, de parler de *mécanisme*, de *mode vibratoire* ou de *registre laryngé* lorsqu'il s'agit de décrire le comportement du larynx et le son primaire qui en provient, et de *registre résonantiel* pour décrire le timbre résultant, après modification dans les cavités pharyngo-buccales (*voix* ou *registre de poitrine, mixte, de gorge, de tête...*)

2.3.1. Le mécanisme I

Le mécanisme I produit la voix naturelle des hommes adultes, et de certaines femmes, qui peuvent l'utiliser en permanence dans la voix parlée⁴¹. C'est un « mécanisme lourd »⁴², dans lequel les cordes vocales sont contractées⁴³ et s'accolent, comme nous venons de le voir, sous forme de bourrelets épais (fig. 28 a). La montée dans l'aigu s'effectue par une augmentation de la tension interne dans les cordes vocales, due à l'action des thyro-aryténoïdiens. Mais cette activité ayant pour effet une certaine abduction de la glotte et un raccourcissement du ligament vocal, une compensation s'avère nécessaire, d'où l'action des latéralis et une possible contraction des crico-thyroïdiens. Toutefois, dans ce mécanisme, l'activité des thyro-aryténoïdiens demeure nettement supérieure à celle de ces derniers. L'amplitude vibratoire des cordes est importante, l'ouverture de

⁴⁰ Le quotient d'ouverture se définit comme la durée d'ouverture de la glotte sur la durée totale du cycle.

⁴¹ En dehors de raisons culturelles, des modifications de la voix naturelle peuvent également être dues au tabagisme ou à l'alcoolisme.

⁴² *Heavy mechanism*, selon Vennard.

⁴³ Ce terme décrit objectivement l'état d'un ensemble musculaire, et ne doit surtout pas prêter à confusion en laisser supposer une quelconque sensation de « contraction » dans l'émission vocale. D'ailleurs la contraction des thyro-aryténoïdiens ne donne lieu à aucune perception spécifiquement en rapport avec cet état.

la glotte pouvant atteindre 5 mm ; la compression médiane reste donc faible. Le son émis est riche en harmoniques, car l'onde engendrée présente un front abrupt à l'ouverture de la glotte par rapport à la fermeture, plus lente, ressemblant par conséquent à une oscillation de relaxation. Le quotient d'ouverture vaut environ 0,5. Enfin, la pression sous-glottique exerce une influence non négligeable sur la hauteur du son, et un accroissement de sa valeur provoque une augmentation de la fréquence des cordes vocales.

La figure 29 montre un cycle vibratoire en mécanisme I, vu simultanément du dessus et en coupe frontale : l'importance de l'ouverture glottique se traduit par le décollement des cartilages aryténoïdiens et l'étirement des muscles inter-aryténoïdiens ; la coupe frontale permet d'apprécier l'épaisseur de l'accolement glottique, ainsi que le rôle de la muqueuse ; la valeur de la pression sous-glottique est figurée par la densité des pointillés, qui atteint son maximum à l'instant qui précède l'ouverture de la glotte, et son minimum juste avant l'occlusion.

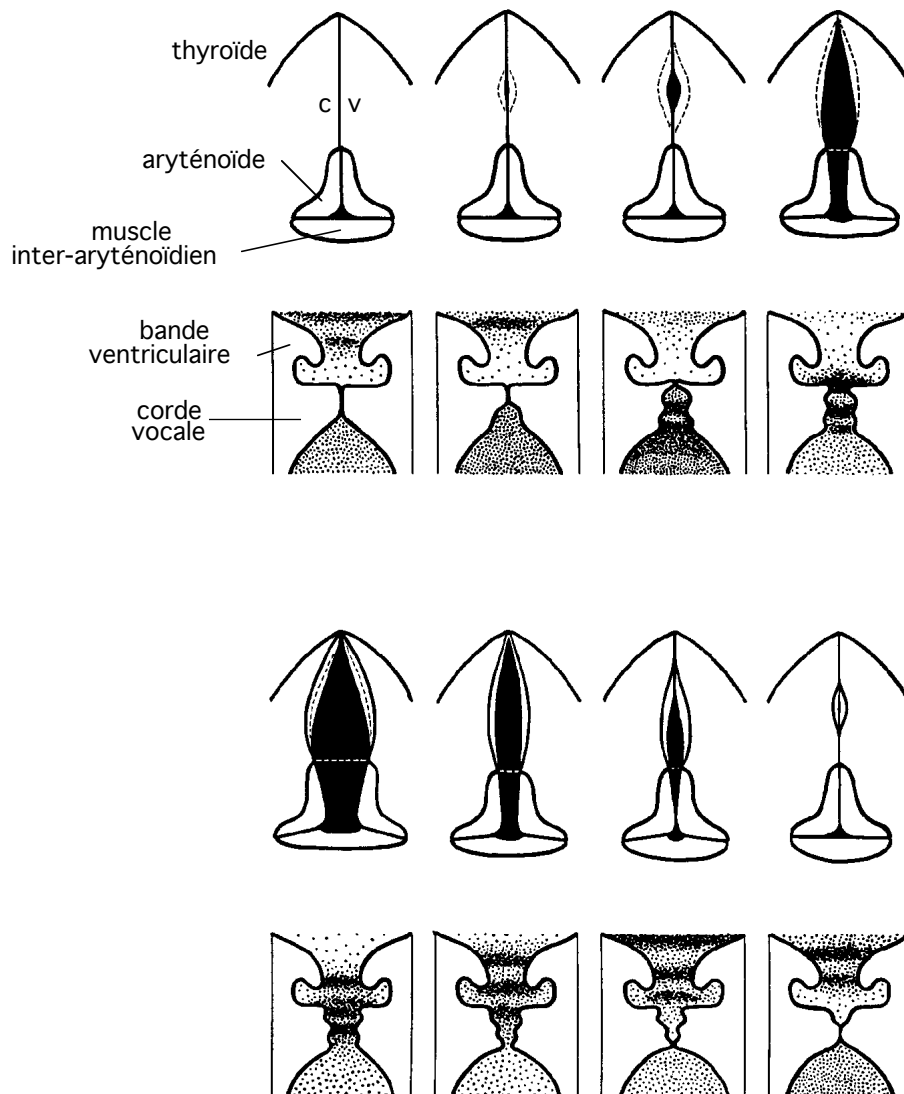


Fig. 29 : Un cycle en mécanisme I

Ce mécanisme est appelé *premier registre* ou *voix de poitrine* et ne pose, dans sa partie grave, aucun problème terminologique particulier, tous les auteurs étant en accord sur ce point. Il en va autrement dans sa partie aiguë, qui peut présenter une ambiguïté. C'est pourquoi les termes utilisés ne doivent pas occulter les concepts sur lesquels ils reposent. Le problème tient à deux points principaux : d'une part, dans l'aigu du premier registre, les sensations du chanteur ne sont pas les mêmes que dans le grave, d'autre part le timbre vocal subit une transformation inévitable, que le

chanteur s'efforce de dissimuler⁴⁴ pour garder à sa voix un maximum d'homogénéité. Partant de cette constatation, certains chanteurs et pédagogues assimilent ces modifications à un second registre, souvent nommé voix de tête, mais alors bien différencié de la voix de fausset (ou *falsetto*) avec laquelle ils ne la confondent pas. C'est le cas notamment de Richard Miller, qui distingue un premier registre correspondant à l'octave de la voix parlée, et un registre de tête (*voce di testa*) séparés par une zone intermédiaire, la *zona di passaggio* (cf. infra). Et il précise qu'« on ne saurait appeler le *falsetto* "voix de tête" »⁴⁵. Nous verrons plus loin une explication plus cohérente avec la définition de la « voix mixte ».

2.3.2. Le mécanisme II

Le mécanisme II⁴⁶ correspond à la voix naturelle de nombreuses femmes, où il se nomme habituellement voix de tête. Ce mode produit également la voix de fausset chez les hommes, permettant les emplois de hautes-contre, contre-ténors, falsettistes, altos masculins ou sopranistes⁴⁷, et autrefois des castrats ; c'est aussi la voix des enfants — garçons et filles — avant la mue.

Sur le plan physiologique, le second mécanisme s'avère antinomique du premier. Le ligament vocal est étiré par l'activité des crico-thyroïdiens, les thyro-aryténoïdiens peu ou pas contractés, et les cordes vocales s'accolent l'une contre l'autre sous l'aspect de deux lames minces (fig. 28 b), aux bords étroits et peu profonds. L'amplitude vibratoire est faible, de l'ordre de 1 mm, parfois moins, à cause d'une forte compression médiane, conséquence elle-même d'une importante contraction des crico-aryténoïdiens latéraux et des inter-aryténoïdiens. La fourniture laryngée est moins riche en harmoniques qu'en premier registre, car les ouvertures et fermetures périodiques sont moins abruptes — conférant à l'onde des contours plus arrondis — et de durées voisines. Le quotient d'ouverture est supérieur à 0,5. Quant à la pression sous-glottique, elle n'intervient que très peu dans la montée vers l'aigu, d'importantes variations de sa valeur n'exerçant presque pas d'influence sur la fréquence du son chanté : il est de ce fait plus difficile de filer un son en mécanisme I qu'en voix de fausset.

La figure 30 représente un cycle en deuxième registre, selon les mêmes modalités qu'à la figure 29 : le son émis sonne à l'octave supérieure, ce qui explique que la période en soit deux fois plus courte. On remarque que les aryténoïdes restent fermement accolés, et que l'ouverture glottique se réduit à une fente étroite. Une pression sous-glottique élevée ne s'avère pas indispensable pour la mise en mouvement, du fait de la relaxation des thyro-aryténoïdiens.

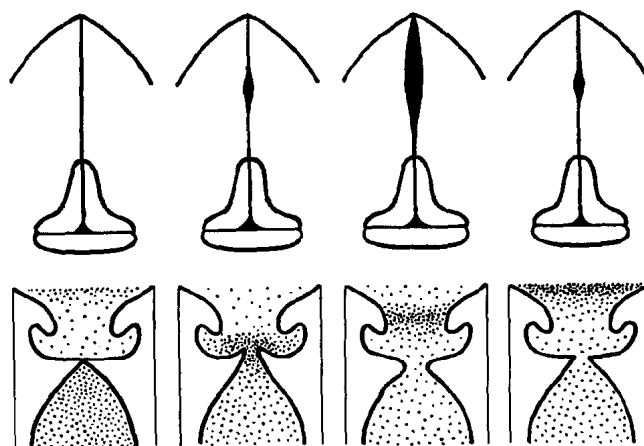


Fig. 30 : Un cycle en mécanisme II

44 Du moins dans la culture occidentale.

45 *Structure du chant*, p. 134-135.

46 *Light mechanism*, selon Vennard.

47 Le sens exact de ces termes varie selon les époques, les pays, les compositeurs et les historiens...

2.3.3 Le mécanisme 0

Si les mécanismes I et II constituent l'essentiel des ressources vocales des chanteurs occidentaux, servant en outre de base aux registres résonantiels par des modifications de timbre, il existe néanmoins deux autres régimes acoustiques, comme le montre le sonagramme de la figure 27, les mécanismes 0 et III, correspondant à l'extrême grave et à l'extrême aigu de la voix humaine, et qui sont exploités par certaines cultures traditionnelles.

Le mécanisme 0, appelé parfois *strobass* ou *registre de chalumeau*, produit un timbre extrêmement grave, et même grasseyant, sur une tonalité inférieure à celle de la voix parlée. Encore mal connu sur le plan physiologique, il correspond probablement à une position d'adduction réalisée incomplètement, dans laquelle les cartilages aryténoïdes ne sont pas accolés sur toute leur face interne, mais seulement par leur apophyse postérieure. Cela est dû à la fois à une contraction normale des inter-aryténoïdiens, et à une contraction faible ou nulle des crico-aryténoïdiens latéraux, qui laissent écartées les apophyses vocales. Il en résulte des vibrations amples, sans occlusion complète de la glotte, éventuellement accompagnées d'un bruit de souffle audible malgré la faible pression sous-glottique. Le chant classique ne recourt jamais à ce registre, sauf pour obtenir des effets spéciaux.

Parfois, ces vibrations de basse fréquence peuvent concerner les bandes ventriculaires, voire même la luette, et produire un timbre tout à fait particulier, souvent appelé *fry* (littéralement : friture), d'une forte raucité, comme celui de Louis Armstrong ou d'Ida Cox dans le jazz, mais également connu dans d'autres parties du monde⁴⁸.

Le mécanisme 0 est peut-être à la base d'un phénomène connu sous le nom de *period doubling* consistant à faire vibrer dans l'appareil phonatoire une structure (on ne sait pas encore très bien laquelle) deux fois plus lentement que les cordes vocales, produisant ainsi un son à l'octave inférieure du fondamental et se superposant à lui de manière audible. Cette technique est parfaitement maîtrisée par les voix de *bassu* dans la polyphonie *a tenores* des Sardes, par exemple, mais de façon encore plus spectaculaire par les femmes xhosa d'Afrique du Sud qui s'en servent dans certains répertoires imitant vocalement l'arc musical ; parfois, la période secondaire n'est pas deux fois, mais trois fois plus longue, et on entend alors distinctement un son à la 12^e inférieure du fondamental principal. C'est un moyen pour ces femmes d'obtenir des tessitures très graves, alors que leur voix naturelle est normalement aiguë.

2.3.4. Le mécanisme III

À l'extrême, lorsque les muscles vocaux sont totalement relaxés, les ligaments tendus au maximum et la compression médiane à sa plus haute valeur, l'ouverture glottique n'intéresse plus qu'une partie des cordes, généralement le tiers avant, et parfois moins encore. Un tel régime, avec une importante pression sous-glottique, donne accès au domaine de l'aigu de la voix féminine, mais aussi de la voix masculine chez qui il peut parfaitement exister. Ce mode d'émission est connu en chant sous diverses appellations, telles que « voix de sifflet », « registre de flageolet » ou « petit registre », ces deux dernières dénominations ne valant que pour les femmes.

2.3.5. Le sifflet laryngé

Le *sifflet laryngé* ne doit pas être confondu avec le mécanisme III, et notamment avec la « voix de sifflet »⁴⁹. Il permet l'émission de sons suraigus et voire stridents. Son principe diffère radicalement des autres configurations vibratoires en ce que, cette fois, l'onde sonore n'est pas produite par le mouvement des cordes vocales. Là encore, l'adduction est imparfaitement réalisée : les latéralis sont fermement contractés, mais les muscles inter-aryténoïdiens n'accolent pas hermétiquement les apophyses aryténoïdiennes postérieures, laissant entre elles une fente étroite au travers de laquelle passe de l'air, en sifflant comme dans un biseau. Les enfants émettent facilement

48 Cf. la « voix roulée » ou la « voix d'eau » des Bassari du Sénégal pour ne citer qu'un exemple.

49 On touche ici du doigt les limites de la terminologie actuelle.

les sons de sifflet, de même que certains adultes. Quoique la hauteur de tels sons soit difficilement contrôlable, ils sont parfois requis dans la musique contemporaine⁵⁰.

2.4. Les registres résonantiels

2.4.1. Problématique

Lorsqu'un chanteur non exercé monte du grave à l'aigu en mécanisme I, il éprouve, à la limite supérieure de sa voix parlée, une certaine difficulté pour continuer à progresser dans cette même configuration, et c'est seulement au prix d'une modification d'émission, c'est-à-dire en poursuivant en second mécanisme, qu'il retrouvera un peu d'aisance (cf. § 2.1). L'antagonisme fort entre les premier et deuxième modes, l'un supposant une contraction du muscle vocal et une détente du ligament associé, l'autre une disposition inverse, se traduit par une absence naturelle d'homogénéité entre le grave et l'aigu de la voix, et rend audible le changement de configuration.

Remarquons à cette occasion que ce contraste entre les deux timbres, ressenti comme gênant dans certaines cultures, est au contraire recherché et travaillé dans d'autres. C'est notamment le cas du yodel, pratiqué dans les Alpes germaniques et dans les Balkans, ainsi que dans d'autres parties du monde, comme chez les Pygmées des forêts d'Afrique équatoriale, ou en Mélanésie, dans les Îles Salomon. Le yodleur, au moyen de grands écarts, souvent de sixte et de septième, saute alternativement du mécanisme I au mécanisme II, individualisant le plus possible les deux modes par l'emploi de voyelles spécifiques à chacun d'eux.

2.4.2. La voix mixte et le passage

L'esthétique du chant classique occidental rejette, on l'a vu, ces différences de couleurs pour rechercher au contraire la continuité et l'homogénéité du timbre d'un bout à l'autre de l'étendue vocale⁵¹. C'est pourquoi un chanteur doit masquer cette disparité entre grave, médium et aigu en opérant entre ces plages une soudure rendant la transition quasiment inaudible. Il lui faut, à cette fin, mettre au point et utiliser sur quelques notes une configuration intermédiaire — souvent nommée « voix mixte » —, sorte de compromis entre les forces antagonistes définissant les deux modes d'émission principaux, c'est-à-dire finalement entre la contraction des crico-thyroïdiens et celle des cordes vocales. La transition elle-même est appelée « passage » ou « *passagio* », ou encore « couverture », selon la terminologie consacrée⁵².

2.4.3. Physiologie

Le *registre mixte* (ou *voix mixte*), de nature typiquement intermédiaire, permet une adaptation à la limite de l'un ou de l'autre des deux modes principaux. Il ne possède pas de structure vibratoire propre ou originale susceptible de le faire reconnaître à coup sûr, mais réalise une reproduction des qualités spectrales des registres laryngés principaux : par exemple un adoucissement de l'aigu de poitrine chez un ténor, quand le contexte musical n'exige pas de force ou d'héroïsme, obtenu en transférant au mécanisme I certaines composantes acoustiques et physiologiques du mécanisme II.

La pratique du passage, chez un chanteur exercé, lui permet donc d'aborder l'aigu du registre résonantiel en ménageant une transition douce entre deux configurations opposées : entre le grave et l'aigu du mécanisme I pour les voix masculines, entre le mécanisme I et le mécanisme II pour les voix féminines ; mais pour les femmes, le problème s'avère plus complexe, et il existe aussi des

50 Cf. par exemple la spectaculaire prestation du chanteur Roy Hart dans la cantate *Versuch über Schweine* de Hans Werner Henze (enregistrement Deutsch Grammophon).

51 Sauf effets spéciaux, évidemment. Par exemple, dans l'opéra, certains sopranos savent tirer parti des notes graves de pleine poitrine, dotée d'un fort pouvoir dramatique. À l'inverse, le brusque passage en aigu de fausset chez un homme peut servir à des fins comiques.

52 Le terme de « couverture » n'a pas toujours très bonne réputation, notamment à l'étranger.

passages au sein des deux modes principaux, moins marqués toutefois⁵³ (cf. Tableaux récapitulatifs, fig. 31).

Rappelons que la montée dans l'aigu implique soit une augmentation de la tension interne (ou raideur) des cordes vocales sans les allonger, réalisée par la contraction des thyro-aryténoïdiens, soit une augmentation de la longueur — et donc de la tension — du ligament vocal, grâce à la contraction des crico-thyroïdiens, la bascule et la translation vers l'avant du cartilage thyroïde (fig. 10 et 11), ainsi qu'une légère descente du larynx. C'est le second terme de cette alternative qui est mis en œuvre avec le passage. Sur le plan physiologique, le passage se traduit par un maintien du larynx en position basse, et par une diminution de l'adduction glottique, de façon à protéger les cordes vocales des risques encourus par une fréquence élevée⁵⁴. Outre les possibilités qu'elle offre au chanteur pour la réalisation de l'aigu, la couverture joue ainsi un rôle de mécanisme protecteur.

Le passage entraîne des conséquences sur la prononciation, spécialement des voyelles. D'une façon générale, il provoque un assombrissement du timbre, et une fermeture des voyelles ouvertes, nuisant quelque peu à l'intelligibilité du texte et conférant à la prononciation des chanteurs lyriques un caractère immédiatement reconnaissable (cf. infra).

	Mécanisme 0	Mécanisme I	Mécanisme II	Mécanisme III
Homme	Fry - Stroh bass Pour certains sons très graves	Voix de poitrine Mécanisme principal des basses, barytons et ténors	Voix de fausset Falsettistes, sopranistes, hautes-contre, castrats	Voix de sifflet Non utilisé dans le chant classique
Femme	Dans des traditions orales	Voix de poitrine	Voix de tête Mécanisme principal des altos et sopranos	Voix de sifflet Registre de flageolet Petit registre

Correspondance entre mécanismes laryngés et terminologie des chanteurs

	Registres laryngés	Registres résonantiels
Homme	Voix de poitrine Voix de fausset	Voix mixte Voix couverte
Femme	Voix de poitrine Voix de tête Voix de sifflet	Voix mixte

Registres laryngés et résonantiels

	Passages laryngés	Passages résonantiels
Homme	Poitrine - fausset (I-II)	<ul style="list-style-type: none"> • Poitrine - mixte (dans le I) • Couverture des sons (dans le I)
Femme	Poitrine - tête (I-II) Tête - sifflet (II-III)	<ul style="list-style-type: none"> • Poitrine - mixte (dans le I) • Mixte - tête (dans le II) • Second passage (dans le II) • Passage II-III

Passages laryngés et résonantiels chez le chanteur

Fig. 31 : Tableaux récapitulatifs

⁵³ La difficulté tient à ce que les femmes, contrairement aux hommes, utilisent couramment leurs deux mécanismes. Encore une fois, cette remarque n'est valable que pour l'art lyrique.

⁵⁴ Les cordes vocales en mouvement viennent frapper l'une contre l'autre ; or, plus la fréquence est grande, plus le nombre de chocs augmente par seconde, pouvant engendrer à la longue de véritables traumatismes, surtout dans les voix incultes.

3. La recherche de l'aigu

La recherche de l'aigu, aussi bien pour les voix masculines que féminines, apparaît liée à certaines époques, depuis la naissance de l'opéra jusqu'à nos jours. Elle est indissolublement liée au développement et à l'évolution de la technique vocale occidentale.

3.1. Période ancienne

Avant 1750, la longueur de l'étendue vocale n'intervient pratiquement pas comme critère de qualité pour une voix chantée. Pendant les deux premiers tiers du XVII^e siècle, le *sol*₄ n'est presque jamais dépassé, C'est avec l'essor des opéras romains et vénitiens que commence la montée vers l'aigu. Le *sib*₄ est atteint en 1666 dans *Il Pomo d'Oro* de Cesti (air de la Gloire), et le *si*₄ dans *Eteocle e Polinice* de Legrenzi (air de Deifide).

Au XVIII^e siècle, c'est plutôt l'Europe du Nord qui montre son engouement pour l'aigu, les Italiens préférant cultiver le médium. Les premiers *contre-ut*₅ ont probablement été écrits par Haendel à Londres pour ses interprètes rivales Faustina Bordoni et Francesca Cuzzoni. À la même époque, à Hambourg, Keiser composait pour ses opéras de brillantes vocalises culminant sur l'*ut dièse*₅. La fin du siècle est marquée par une véritable fascination pour l'extrême aigu féminin, qui atteint alors ses sommets. Si Jean-Baptiste Lemoine demande un *mi*₅ dans son opéra *Les deux prétendus* (1789), c'est Mozart qui se montre le plus audacieux avec les célèbres *fa*₅ de la Reine de Nuit (*La Flûte enchantée*), et même un *sol*₅ dans l'air de concert *Popoli di Tessaglia* K. 316, suivi en cela par Dalayrac dans son *Renaud d'Ast* (1787). Encore ne s'agit-il que de hauteurs écrites. Parmi les grands sopranos de cette époque, Lucrezia Aguiari, dite la Bastardella, avait la réputation de pouvoir vocaliser de l'*ut*₃ au *contre-ut*₆ (selon le témoignage de Mozart lui-même qui l'entendit en 1770).

3.2. Période moderne

Curieusement, cette course à l'aigu cesse brusquement à la fin du XVIII^e siècle, chez les sopranos du moins. Les compositeurs du siècle suivant n'exigeront plus de hauteurs vertigineuses, et le *contre-sol*₅ restera la note la plus élevée jamais écrite sur une partition classique. Cela n'empêchera évidemment pas les sopranos colorature surtout au début du XX^e siècle d'user abondamment de ce registre dans des cadences ou des vocalises de leur cru. Deux interprètes demeurent inégalées à ce jour pour leur facilité d'émission du suraigu (jusqu'à l'*ut*₆) : l'Allemande Erna Sack (1898-1972)⁵⁵ et la Française Mado Robin (1918-1960).

Chez les hommes, la progression fut moins spectaculaire avant le XIX^e siècle, du fait que les notes les plus aiguës étaient chantées en voix de fausset, soit par des ténors, qui utilisaient la voix de poitrine pour le reste de l'étendue, soit par des castrats. On note toutefois le *contre-ut*₄ occasionnellement dans les partitions de Haendel et de Hasse, le *ré*₄ chez Rossini, et jusqu'au *fa*₄ avec le bel canto romantique (rôle d'Arturo dans *I Puritani* de Bellini).

La pratique de la couverture, inconnue jusqu'alors, apparut vers 1825, peut-être mise au point par un chanteur italien, Domenico Donzelli (1790-1873)⁵⁶. Mais ce qui est certain, c'est qu'un ténor Français, Gilbert Duprez (1806-1896), après un médiocre début de carrière, partit de 1829 à 1835 chanter en Italie et étudier quelque temps dans l'entourage de Donzelli. Il connut le succès et créa de nombreux rôles, dont Edgardo de *Lucia di Lamermoor* (1835). Puis il revint en France doté d'une voix puissante et surtout capable, pour la première fois, d'émettre le fameux *contre-ut* en registre de poitrine.

La portée de cet événement fut considérable, non seulement sur l'interprétation lyrique, mais aussi sur le goût musical. Les compositeurs abandonnèrent tous progressivement l'écriture de l'aigu en registre de fausset pour créer des rôles mettant en valeur la force dramatique et la puissance de

⁵⁵ Créatrice d'Isotta dans *La Femme silencieuse*, et pour qui Richard Strauss écrivit des cadences spéciales pour le rôle de Zerbinetta dans *Ariane à Naxos*.

⁵⁶ Créateur notamment du rôle de Pollione dans *Norma* en 1831.

l'aigu de poitrine⁵⁷. En dépit de vives résistances, dont celle des tenants du *bel canto*, avec à leur tête Stendhal et les *dilettanti* qui n'hésitèrent pas à traiter cette technique de *urlo francese*, les ténors de l'ancienne manière disparurent⁵⁸, et ce style s'imposa définitivement, du moins jusqu'à aujourd'hui.

Physiologiquement, la technique de Duprez consistait en un assombrissement de la voix, par la combinaison du passage et d'une forte descente du larynx, en même temps qu'une fermeture des voyelles ouvertes : le *a* ouvert (de *patte*) se change alors en *a* fermé (de *pâte*), le *è* en *é*, le *o* ouvert (*obole*) en *o* fermé (*dôme*). D'où la mauvaise prononciation, évoquée plus haut, au-delà d'une certaine hauteur. Des expressions comme « voix sombrée » ou « sombrer les sons » connurent en France un essor d'autant plus grand que Duprez enseigna au Conservatoire de Paris de 1842 à 1850. Mais on sait qu'une telle technique fut considérablement améliorée au cours du XX^e siècle et que certains abus, notamment en matière de prononciation, ont aujourd'hui disparu de la pratique des bons chanteurs.

57 Duprez créa entre autres, selon cette esthétique nouvelle le rôle-titre dans *Benvenuto Cellini* (1838), et Fernando de *La Favorite* (1840).

58 Parfois tragiquement, comme Adolphe Nourrit (1802-1839), le grand rival de Duprez, qui se suicida dans un hôtel à Naples au cours d'une crise de désespoir.

CHAPITRE V

L'INTENSITE VOCALE

1. Acoustique de l'intensité

1.1. Source de l'intensité

Les ouvertures et fermetures de la glotte découpent, dans la colonne d'air sous-glottique, des salves de bouffées d'air périodiques (des *puffs*) dans les cavités pharyngo-buccales ; nous savons également qu'au nombre de bouffées ainsi débitées en une seconde correspond la fréquence de l'onde, c'est-à-dire la hauteur du son laryngé.

Chaque bouffée d'air, à sa sortie de la glotte, possède une vitesse V et une masse m , c'est-à-dire une énergie cinétique de la forme bien connue :

$$\frac{mV^2}{2}$$

La masse de l'air délivré à chaque cycle varie dans de faibles proportions, qui rendent cette fluctuation pratiquement négligeable. En revanche, la vitesse de sortie des bouffées d'air varie considérablement⁵⁹, et c'est donc, en vertu de la formule indiquée ci-dessus, le facteur V^2 qu'il faut prendre en considération pour expliquer la genèse et l'évolution de l'intensité vocale.

Les facteurs qui font varier V , la vitesse de sortie de l'air sous-glottique, sont au nombre de deux :

1. la différence de pression existant de part et d'autre de l'orifice d'écoulement, ici l'ouverture glottique : la vitesse des bouffées d'air est directement proportionnelle à la pression sous-glottique ;
2. la taille de l'orifice d'écoulement : de par sa configuration, la fente glottique peut être assimilée à l'orifice terminal d'un entonnoir : dans ce cas, la vitesse V du courant d'air est inversement proportionnelle à la surface de l'orifice d'écoulement, donc de la glotte.

En résumé, pour que l'intensité croisse, la pression sous-glottique doit augmenter et la surface glottique — c'est-à-dire l'écartement entre les ligaments vocaux — diminuer. Dans tous les cas, les cordes vocales ont à supporter un surcroît d'effort considérable : elles doivent résister à la surpression expiratoire qui tend à les décoller, et cependant rester rapprochées l'une de l'autre pour maintenir une petite surface glottique.

1.2. Le rôle du conduit pharyngo-buccal

Les cordes vocales ne pourraient assumer à elles seules cet effort de résistance à la pression sous-glottique, et sont aidées en cela par le conduit pharyngo-buccal. Celui-ci agit en effet comme un pavillon d'extériorisation des ondes engendrées par le larynx, et il se produit une interaction dans le couplage du pavillon avec l'excitateur.

⁵⁹ De 1 à 10^2 pour la masse, et de 1 à 10^9 pour la vitesse, selon Husson.

1.2.1. Le fonctionnement des pavillons d'extériorisation

Il existe schématiquement, sur le plan acoustique, deux types de pavillons : ceux qui s'évasent régulièrement par rapport à la source excitatrice, et ceux dont les parois s'écartent d'abord, pour se rapprocher ensuite afin de diminuer l'orifice de sortie, ressemblant en cela à deux pavillons évasés et opposés par leur extrémité. Les premiers sont appelés divergents (fig. 32 a), les seconds, convergents (fig. 32 b).

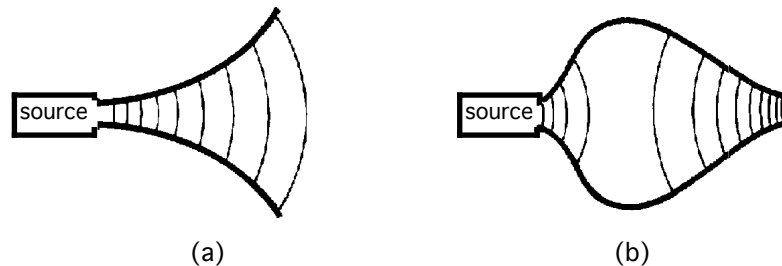


Fig. 32 : Les deux types de pavillons

Dans un pavillon divergent (type 1), la propagation des ondes est facilitée, alors qu'elle est freinée dans le cas de parois convergentes (type 2) : le rétrécissement oppose en effet une plus grande résistance, de type fluide, que l'on nomme *impédance* en acoustique (par analogie avec le courant électrique alternatif) et qui représente le rapport entre pression et déplacement d'air. L'impédance a pour conséquence de diminuer l'amplitude vibratoire de l'onde, sans en changer la fréquence ni la vitesse.

L'impédance agit en retour sur le mécanisme d'attaque, d'autant plus fortement que le dispositif est plus convergent. Avec le type 1, l'énergie est bien extériorisée, mais l'action en retour sur la source est faible ; c'est le contraire avec le type 2, et l'on dit que le pavillon *ramène une haute impédance* sur sa source, qu'il *charge* mieux son mécanisme d'attaque. L'action en retour sur la source est alors plus importante, et tout se passe comme si le pavillon agissait à la manière d'un ressort, en s'opposant à la propagation vers l'orifice de sortie. D'une façon générale, un pavillon ramène d'autant plus d'impédance sur son excitateur qu'il est long, étroit, ou convergent.

1.2.2. Application au système phonatoire

Les cavités pharyngo-bucco-nasales sont fortement convergentes, très étroites par endroit, et s'apparentent de toute évidence au pavillon de type 2, comme le montre la figure 33, qui présente schématiquement l'appareil vocal vu de profil (a) et redressé (b), pour mieux en apprécier la forme.

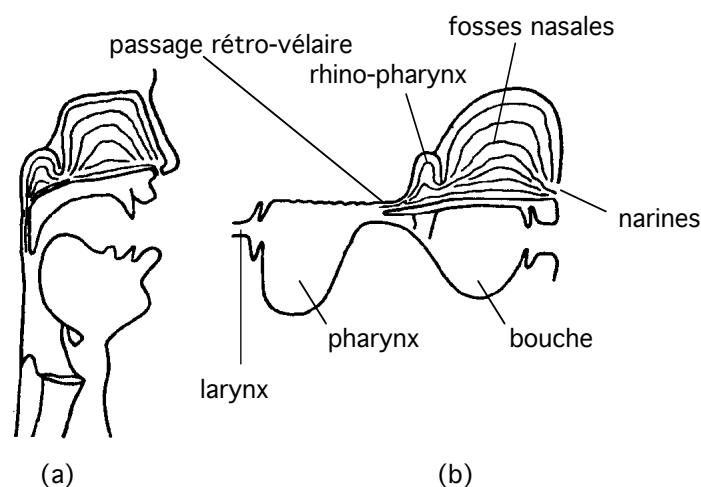


Fig. 33 : Convergence du pavillon phonatoire

Le conduit vocal ramène donc naturellement de l'impédance sur le larynx, et les cordes vocales sont aidées dans leur effort de résistance quand la vitesse V de sortie de l'air (c'est-à-dire l'intensité) augmente.

Ce phénomène peut être mis en évidence empiriquement par une expérience simple : il suffit d'émettre un son d'abord normalement, puis, sans rien changer à l'émission, appliquer rapidement un long cylindre (de carton par exemple) à la sortie de la bouche : on doit sentir une légère modification du comportement laryngé ; au besoin, passer alternativement d'un mode à l'autre, avec ou sans cylindre. Un tel prolongement du conduit vocal a pour effet d'en augmenter considérablement l'impédance, ce qui se répercute sur le fonctionnement des cordes vocales.

2. Les gestes de l'intensité

Chacun sait qu'une voix éduquée peut chanter beaucoup plus fort qu'une voix inculte, avec moins de risques et d'efforts. Un chanteur d'opéra peut atteindre des intensités de plus de 120 dB — ce qui est considérable —, chanter toute une soirée avec un grand orchestre, et recommencer le lendemain. La réalisation sans fatigue excessive des grandes intensités fait partie du bagage technique des chanteurs professionnels.

La question de savoir comment obtenir un tel résultat peut se résumer à celle-ci : comment ramener sur le larynx plus d'impédance que ne le permet la configuration anatomique naturelle, c'est-à-dire celle de tout le monde.

Un chanteur dispose théoriquement pour cela de postures pharyngo-buccales et de mimiques faciales (que les béotiens appelleront grimaces), c'est-à-dire de procédés qui ont effectivement pour effet d'allonger, de rendre plus étroit et plus convergent le conduit vocal. Ces procédés ne sont pas tous utilisables en même temps, et certains sont aujourd'hui abandonnés par les techniques modernes. L'accroissement d'impédance apparaît notamment avec :

- le tubage, dans lequel les lèvres s'allongent, provoquant un accroissement externe du conduit buccal ; ce procédé, autrefois prisé par l'école allemande n'est plus guère utilisé ;
- l'abaissement du larynx, entraînant un allongement interne du pharynx ; il a été mesuré, chez certains chanteurs, des variations d'amplitude de presque 8 cm, ce qui reste toutefois exceptionnel ;
- l'assombrissement des sons⁶⁰, obtenu par la dilatation du pharynx qui provoque un allongement interne, mais produit du même coup une distorsion de la prononciation des voyelles ;
- la transformation d'une voyelle ouverte en voyelle fermée, rendant plus convergent et plus étroit le conduit vocal ; même défaut sur la prononciation⁶¹ ;
- la nasalisation, qui introduit une double convergence, interne au passage rétro-vélaire, et externe à l'orifice narinal (cf. fig. 33). « Certains professeurs, en particulier les Français, font placer la voix dans la cavité nasale sous prétexte de lui donner de la force et cette nasalisation qui se trouve dans beaucoup de mots français tend alors à prédominer. On peut aspirer avec le nez, mais il ne faut jamais attaquer ou chanter au travers du nez » (Caruso)⁶².

En outre, certains facteurs, dépendant directement des lois de la physique, viennent encore accroître l'impédance dans le pavillon phonatoire. En effet, l'impédance est proportionnelle à la fréquence de l'onde émise : en conséquence, lorsqu'un chanteur monte une gamme, l'impédance croît progressivement dans son conduit vocal. Pour la même raison, l'impédance est plus élevée pour une voix féminine que pour une voix masculine. D'autre part, l'impédance croît proportionnel-

⁶⁰ Cf. chapitre IV § 3.2.

⁶¹ Cf. le précepte de Stéphen de la Madelaine consistant à chanter le A avec quatre-cinquièmes de A et un cinquième de O, et à augmenter la proportion de O en montant la gamme.

⁶² Témoignage cité par Gourret et Labayle, *L'art du chant et la médecine vocale*, p. 31.

lement à la réverbération du lieu d'émission, et les chanteurs en bénéficient davantage dans une église que dans une salle de concert, à l'acoustique plus « sèche »⁶³.

3. Aspects glottographiques de l'intensité

Il est intéressant d'observer le comportement des cordes vocales, lors de variations de l'intensité émise. Cette observation est pratiquement impossible avec les moyens d'investigations classiques, comme le miroir ou l'endoscope rigide, qui gênent le chanteur et l'empêchent de réaliser correctement ses postures phonatoires. En revanche, le glottographe est tout indiqué, puisqu'il fournit directement une image du mouvement des cordes vocales sans contrainte pour le sujet.

La figure 34 montre deux cycles consécutifs de quatre glottogrammes pris à des intensités différentes, 30, 60, 90 et 120 dB, valeurs indiquées sur chaque courbe. Pour en faciliter la lecture, les quatre tracés sont ici superposés, mais correspondent bien sûr à des moments successifs. La longueur égale des différentes périodes indique que la hauteur est restée constante. Nous pouvons déduire de ce schéma certaines caractéristiques du comportement laryngé. Ainsi, lorsque l'intensité augmente :

1. la durée de la phase d'ouverture augmente ; cela se traduit par une pente initiale de moins en moins abrupte ;
2. à l'inverse, la durée de la phase de fermeture diminue, l'accolement des cordes vocales est de plus en plus rapide ;
3. la durée de la phase d'occlusion augmente : le temps pendant lequel la glotte est ouverte est de plus en plus court ;
4. l'amplitude d'écartement des cordes vocales décroît.

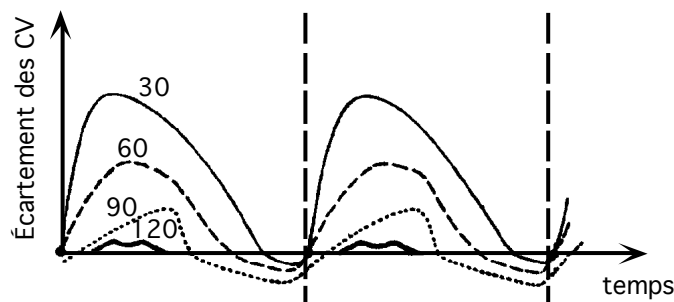


Fig. 34 : Glottogrammes à différentes intensités

Ces glottogrammes confirment les données physiques et physiologiques de l'intensité : au fur et à mesure que celle-ci augmente, les muscles vocaux doivent résister à la surpression sous-glottique, ils se contractent davantage et leur mouvement d'écartement devient plus lent (point 1) ; la fente glottique doit rester étroite pour permettre une grande vitesse de sortie d'air et son ouverture diminue (point 4). Plus l'impédance ramenée sur le larynx par le conduit pharyngo-buccal est élevée, moins les muscles sont sollicités, et moins leur contraction est importante.

4. Conclusion

La recherche de l'intensité apparaît comme une constante de la musique occidentale, tant d'ailleurs sur le plan instrumental que vocal. Dans le domaine lyrique, les critères actuels de classement des voix prennent en compte la puissance (c'est-à-dire la possibilité de chanter dans un grand théâtre) en plus de la tessiture et du timbre. Cependant, les anciens traités de chant, jusqu'au XIX^e siècle, ne mentionnent pratiquement jamais cette caractéristique, et insistent plutôt sur l'aisance et la pose de la voix, la respiration et la conduite du souffle, l'agilité et l'art de l'ornementation, ainsi que la prononciation et l'expression des sentiments.

⁶³ Cf. chapitre VII § 4.

La puissance vocale est née des contraintes imposées aux chanteurs par l'évolution du chant théâtral. À l'origine, vers 1600, l'opéra naissant est encore expérimental et réservé à de petits cénacles de spécialistes et d'amateurs. Mais à partir de la période vénitienne, autour de 1640, et surtout napolitaine (environ 1680), l'opéra devient un spectacle populaire. Les salles s'agrandissent pour accueillir une assistance nombreuse, l'orchestre s'étoffe, et se fixe à la place qu'il occupe encore aujourd'hui, entre le public et les chanteurs. Au XIX^e siècle, la tendance se poursuit, on construit des salles immenses (plus de 30 000 m³), jaugeant plusieurs milliers de spectateurs. En même temps, l'orchestre se transforme en une masse symphonique, avec notamment des pupitres de cuivres très fournis (et donc particulièrement sonores). Les décors eux-mêmes évoluent : les panneaux peints utilisés à l'origine avaient un effet réfléchissant, renvoyant sur les interprètes une partie de l'énergie qu'ils avaient dépensée ; mais le souci de réalisme qui souffle sur le théâtre lyrique à partir de la fin du XVIII^e siècle amène à construire de vrais décors, avec en contrepartie une acoustique plus absorbante.

Fruit de la collaboration entre un compositeur et un architecte⁶⁴, une réalisation comme celle du *Festspielhaus* de Bayreuth, dont l'extraordinaire qualité de l'acoustique fut étudiée spécialement pour la fusion d'un grand orchestre avec des chanteurs, demeure un cas unique⁶⁵.

Il est clair que face à cette évolution à sens unique, les chanteurs ont dû modifier profondément et adapter leur technique vocale, ce qui est allé de pair avec l'évolution du goût théâtral. Les compositeurs écrivent, pour les personnages principaux de leurs opéras, des rôles plus longs et plus lourds, en un mot plus consistants. Les impératifs de puissance rendent peu praticable une ligne mélodique très ornée, comme elle pouvait l'être à l'époque baroque. L'art de l'ornementation et du « chant figuré »⁶⁶ disparaît, tout comme l'esprit du *bel canto*, qui brûle de ses derniers feux avec sa période romantique, incarnée par les opéras de Rossini, Bellini et Donizetti.

⁶⁴ R. Wagner et G. Semper. Le théâtre, commencé en 1872, fut inauguré le 13 août 1876 par une représentation du *Ring des Nibelungen*.

⁶⁵ Pour plus de détails, cf. Lavignac (A.), *Le voyage artistique à Bayreuth*, rééd., Paris, Stock, 1980, p. 110 sq.

⁶⁶ Comparer avec le remplacement du clavecin par le piano, et les changements d'écriture et de style qui en ont résulté, particulièrement avec l'essor du piano de concert au XIX^e siècle.

CHAPITRE VI

LE TIMBRE DE LA VOIX

1. Genèse acoustique du timbre vocal

Le son de la voix, et donc son timbre, comme pour tout instrument de musique, est le produit de deux éléments de base :

- un excitateur, le larynx, qui engendre directement une onde sonore, la fourniture laryngée primaire ;
- un corps vibrant, le résonateur, ici les cavités pharyngo-buccales, qui modifient la fourniture laryngée.

Le couplage de ces deux éléments produit une interaction qui influence leur comportement réciproque.

1.1. La fourniture laryngée

Le son laryngien primaire, également appelé « voix-source », n'est qu'indirectement fourni par la vibration des cordes vocales : l'onde, en effet, n'est pas engendrée par l'air déplacé par les muscles, mais la conséquence des variations de pression provoquées par les ouvertures et fermetures périodiques de la glotte. Le dispositif vibrant n'est donc pas suffisant en soi pour créer un son, le larynx n'est pas un instrument à cordes, et la pression d'air sous-glottique est une composante à part entière du processus sonore.

Le son laryngien primaire peut être enregistré à l'aide d'une sonde microphonique, et entendu avant son passage dans les cavités de résonance. Il possède les caractéristiques suivantes :

1. il est déterminé en fréquence ;
2. il est riche en harmoniques, mais son timbre ~~est fonction de la configuration vibratoire de la~~ des cordes vocales ;
3. son timbre est « rugueux » ;
4. il est d'intensité plus importante que le son résultant extériorisé ;
5. il est dépourvu de couleur vocalique, c'est-à-dire de timbre de voyelle ;

Le point 1 rappelle que la hauteur du son est entièrement fonction de la fréquence des ouvertures et fermetures des cordes vocales, dont la structure vibratoire détermine une forme d'onde particulière (point 2), en partie responsable de la constitution harmonique. La rugosité du son laryngé primaire (point 3) s'explique par le fait que celui-ci est constitué d'impulsions, de bouffées d'air à la forme déjà complexe, dont la fusion dans les résonateurs supérieurs n'est pas encore opérée⁶⁷. Beaucoup d'énergie est absorbée par les parois supra-laryngées, ce qui justifie le point 4. Pour le point 5, l'absence de couleur vocalique est normale, puisque le conduit pharyngo-buccal en est à l'origine, comme nous le verrons plus loin, et le timbre du spectre laryngé reste inchangé, même si le sujet prononce différents phonèmes.

⁶⁷ Cf. chapitre III, § 2.5.

1.2. L'action des cavités pharyngo-buccales

1.2.1. Fonctionnement des résonateurs

Rappelons d'abord brièvement quelques notions élémentaires sur l'acoustique des résonateurs. Un résonateur est une cavité quelconque excitée par une onde progressive extérieure. Si la longueur λ de l'onde incidente est supérieure à la plus grande dimension du résonateur, celui-ci se comporte en résonateur de Helmholtz. Cette plus grande dimension est le diamètre dans le cas d'une forme sphérique, ou la longueur pour une cavité allongée comme le conduit supra-glottique. Dans le cas contraire, si la longueur d'onde excitatrice est plus petite que la plus grande dimension du résonateur, ce dernier réagit différemment, à la manière d'un tuyau (nous verrons plus loin ce que cela implique dans l'un et l'autre cas).

Pour fixer les idées, la longueur d'onde d'un do_1 (65 Hz), à l'extrême grave de la voix de basse, mesure environ 5,20 m, et le contre-ut des sopranos (do_5 , 1 050 Hz), 33 cm⁶⁸. Rappelons à cet égard que la longueur d'onde, désignée par la lettre grecque λ (*lambda*) est la distance qui sépare deux compressions consécutives, ou plus précisément la distance parcourue par l'onde en une période ; elle est inversement proportionnelle à la fréquence, et se calcule selon la formule :

$$\lambda = \frac{c}{N}$$

1.2.2. La fréquence propre

Un résonateur possède une fréquence propre N_p , qu'il délivre lorsqu'on l'excite. Elle est égale à :

$$N_p = \frac{c}{2\pi} \times \sqrt{\frac{s}{vl}}$$

avec

c : célérité du son : $\pm 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (augmente avec la température)

s : surface d'ouverture du col (en m^2)

v : volume du résonateur (en m^3)

l : longueur du col (en m)

Cette formule signifie que la fréquence propre d'un résonateur est proportionnelle à sa surface d'ouverture, et inversement proportionnelle à son volume et à la longueur du col.

⁶⁸ Cf. Léohtaud (G.), « L'acoustique vocale », *La voix dévoilée*, p. 76.

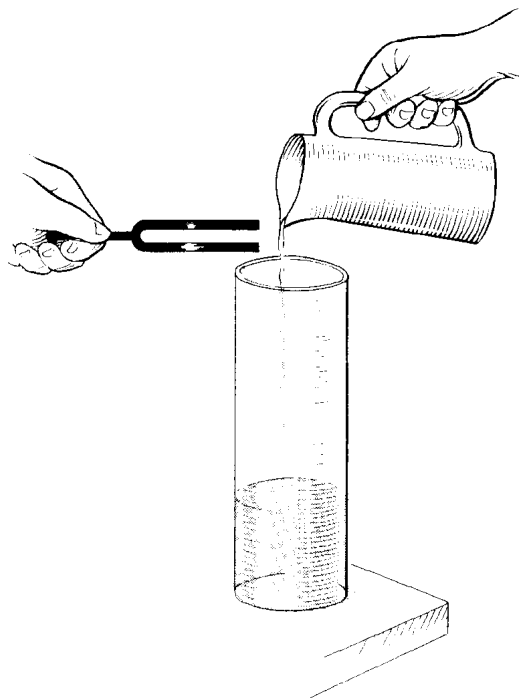


Fig. 35 : Volume et fréquence propre

La figure 35 montre une expérience simple mettant en évidence la fréquence propre d'un résonateur : l'élévation progressive du niveau d'eau diminue le volume d'air contenu dans le bocal, augmentant corrélativement la fréquence propre ; lorsque celle-ci deviendra égale à celle du diapason, il y aura phénomène de résonance, et amplification de l'intensité du son du diapason.

En résumé, si la fréquence de la force excitatrice se trouve à une valeur proche de la fréquence propre du résonateur, leurs amplitudes s'additionnent, provoquant un phénomène de résonance qui se traduit par l'élévation du niveau sonore de la fréquence excitatrice. Mais si l'excitateur est lui-même un spectre sonore complexe comportant plusieurs harmoniques, la résonance peut s'effectuer au sein de ce spectre, et c'est alors le niveau des harmoniques se trouvant au voisinage de la fréquence propre qui est renforcé, créant ainsi un *formant*.

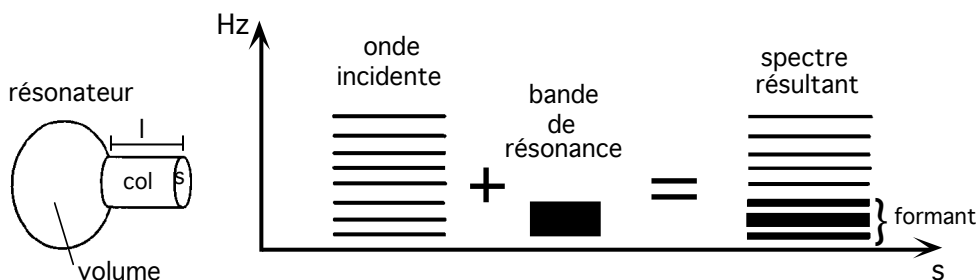


Fig. 36 : Création d'un formant par résonance

Dans l'exemple de la figure 36, l'onde incidente comprend huit harmoniques, d'intensités à peu près égales ; après passage dans un résonateur dont la fréquence propre est une bande de résonance plutôt grave, elle s'enrichit d'un formant de fréquence égale, correspondant à ses trois premiers composants.

Les cavités de résonance naturelle du pharynx et de la bouche sont susceptibles de modifier considérablement leur volume et leur ouverture, c'est-à-dire de changer d'autant leur fréquence propre. Ainsi, on estime généralement que la fréquence propre du pharynx peut varier de 100 à 1 400 Hz, et celle de la bouche de 100 à 2 500 Hz environ. Le plus grand écart observé pour la cavité buccale s'explique par la mobilité très importante de la langue, et à ses facultés protéiformes.

Enfin, lorsque plusieurs résonateurs sont disposés en série ou communiquent entre eux, chaque élément résonant est susceptible de créer son propre formant dans le spectre qui le traverse ; c'est ainsi que le conduit supra-laryngé se compose d'au moins deux cavités principales, le pharynx et la bouche, qui se subdivisent souvent en cavités secondaires plus petites par le jeu de l'articulation.

1.3. Couplage excitateur/résonateur

Selon la fréquence d'excitation émise par le larynx, c'est-à-dire selon la longueur de l'onde incidente, le conduit pharyngo-buccal se comporte différemment sur le plan vibratoire.

1.3.1. Excitation de basses fréquences

On entend ici par basses fréquences celles dont la longueur d'onde λ est plus grande que la plus grande dimension du conduit vocal. Celui-ci se comporte alors en résonateur de Helmholtz, ce qui entraîne un certain nombre de conséquences d'ordre acoustique :

1. l'air vibre « en bloc » à l'intérieur du résonateur ; la pression y est partout la même à un instant précis, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de décalage de phase entre deux points donnés ;
2. la propagation est faible (conséquence du point 1), et seule la tranche d'air en contact avec l'extérieur communique son énergie au milieu ambiant ;
3. les résonateurs du pharynx et de la bouche imposent de fortes distorsions aux harmoniques du spectre excitateur, et créent par conséquent des formants.

1.3.2. Excitation de hautes fréquences

Les hautes fréquences sont celles dont la longueur d'onde est plus petite que la plus grande dimension du pavillon pharyngo-buccal. Celui-ci ne fonctionne alors plus en régime de résonateur, mais comme un tuyau sonore, avec pour conséquences :

1. des décalages de phase (dépendant de la fréquence) se produisent en divers points du conduit (formation de nœuds et de ventres de vibration), de sorte que toute l'énergie se communique de point en point jusqu'à l'extérieur ;
2. la propagation est par conséquent très forte, et les pertes d'énergie infimes ;
3. le conduit vocal, sous ce régime vibratoire, ne modifie pratiquement pas la forme du spectre excitateur, et ne crée pas de distorsions ; les éventuels formants qui émergeraient à ces fréquences seraient engendrés directement par les cordes vocales.

1.3.3. La fréquence critique

Pour une longueur moyenne d'une vingtaine de centimètres, le conduit pharyngo-buccal fonctionne comme un résonateur de Helmholtz jusque vers 2 300-2 500 Hz ; au-dessus de cette fréquence, il se comporte comme un tuyau. Cette valeur théorique, à laquelle le conduit change de régime vibratoire, est appelée *fréquence critique*.

Cette fréquence critique, qui correspond à peu près à la note *ré*₆, est bien trop élevée pour pouvoir être chantée directement. Mais le spectre laryngé primaire possède des harmoniques au-delà de 15 000 Hz, de sorte qu'il est à cheval sur la fréquence critique, et s'étend de part et d'autre de celle-ci. Compte tenu de leur hauteur, les fondamentaux, c'est-à-dire les notes de musique effectivement chantées, se trouvent toujours sous la fréquence critique, et seuls les harmoniques se situent au-dessus.

1.3.4. Conclusion

En résumé, pour N la fréquence de la fourniture vocale et C la fréquence critique, nous savons désormais que :

1. $N < C$ = mauvaise extériorisation de l'énergie
 $N > C$ = bonne extériorisation
 → le conduit vocal avantage les aigus

2. $N < C$ = le conduit impose de fortes distorsions au spectre laryngé

→ importance pour le timbre vocal résultant

$N > C$ = le conduit est « transparent »

→ conservation du timbre de la voix-source

La figure 37 a montre un spectre riche en harmoniques dont l'intensité décroît avec le rang. Les composants sont figurés par des traits verticaux, leur écartement horizontal réciproque déterminant la hauteur résultante du spectre. Après passage dans les cavités du pharynx et de la bouche, la décroissance de l'amplitude n'est plus régulière, et le spectre présente trois « bosses », ou « pics », indiquant des renforcements de l'intensité des harmoniques, c'est-à-dire des formants (fig. 37 b).

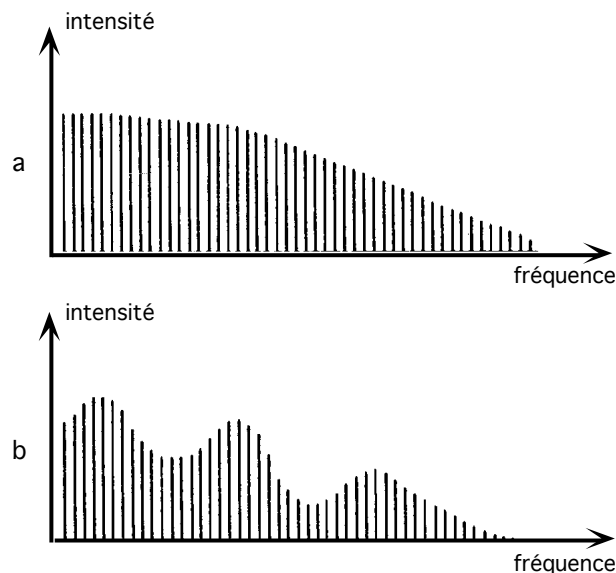


Fig. 37 : Action des cavités sur le spectre laryngé

La largeur des pics sur l'axe des abscisses (et par voie de conséquence leur hauteur selon l'axe des ordonnées — c'est-à-dire leur intensité) est fonction de la sélectivité des résonateurs, en d'autres termes de l'étroitesse de leur bande de résonance. Comme un résonateur n'« amplifie » pas les composants, au sens où il ne peut ajouter de l'énergie, le renforcement s'effectue au détriment des harmoniques voisins, qui voient du même coup leur niveau s'abaisser. Le résonateur produit donc un transfert d'énergie, il prend aux uns pour donner aux autres. C'est ainsi qu'une observation attentive révèle que le troisième pic de la figure 37 b n'en est pas un en réalité, mais qu'il apparaît renforcé par contraste, le niveau des harmoniques immédiatement inférieurs (à sa gauche) ayant diminué au profit du deuxième formant.

2. Les formants de la voix chantée

2.1. Timbre résonantiel et extra-résonantiel

Il ressort de ce qui précède que le timbre de la voix est constitué de deux éléments distincts :

- le timbre *résonantiel*, (pour les fréquences inférieures à la valeur de coupure C), au niveau duquel se forment les différentes voyelles (d'où le nom parfois donné de timbre vocalique) ;
- le timbre *extra-résonantiel*, (pour les fréquences supérieures à la valeur de coupure C), dans lequel les éventuels formants dépendent de la forme de l'onde générée par le larynx.

Le conduit vocal étant constitué de deux résonateurs principaux, le pharynx et la bouche, deux formants sont donc créés dans le timbre résonantiel, ce qui est d'ailleurs la condition nécessaire à la constitution des voyelles.

Un filtrage passe-haut du spectre vocal, (c'est-à-dire la suppression des harmoniques inférieurs à la fréquence critique) permet d'isoler le timbre extra-résonantiel, et de constater qu'il ne possède pas de vocalité, c'est-à-dire ne varie pratiquement pas lorsque le sujet passe d'une voyelle à une

autre. En revanche, cette partie haute du spectre renferme l'essentiel du brillant et de l'éclat de la voix (cf. infra).

2.2. Topologie du timbre vocal

Le comportement complexe du conduit pharyngo-buccal et l'action des résonateurs déterminent dans le spectre laryngé primaire différentes zones et formants, constituant une véritable carte topographique du timbre vocal.

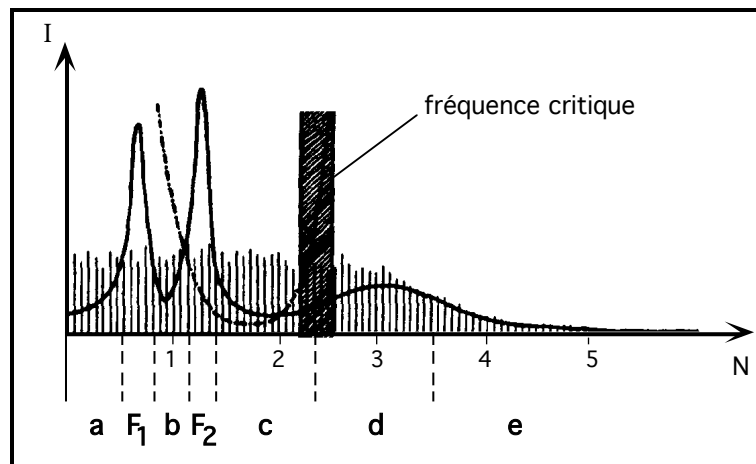


Fig. 38 : Topographie du timbre vocal

La figure 38 représente un spectre laryngé primaire sous forme de hachures verticales, dont seuls les harmoniques jusqu'à 5 000 Hz sont ici pris en considération. Au-dessus de 2 000 Hz, une zone critique de coupure sépare le spectre en deux régions selon le régime vibratoire, résonantiel et extra-résonantiel. La courbe en trait plein met en évidence l'action du conduit pharyngo-buccal sur ce spectre, en redessinant le contour de son amplitude originale : deux pics apparaissent sous la fréquence critique (donc à sa gauche sur le schéma), correspondant aux formants du pharynx et de la bouche. Au-dessus de cette fréquence critique, la courbe épouse grosso modo l'enveloppe du spectre primaire, signifiant une action quasi nulle des cavités de résonance sur la source.

2.2.1. Les qualités du timbre de la voix

Il est possible de distinguer sept régions dans le spectre vocal rayonné, à la sortie du conduit vocal, soit cinq dans la partie résonantienne du timbre, et deux dans la partie extra-résonantienne.

Ce sont d'abord, les deux formants F_1 et F_2 , dont l'écartement sur l'axe des abscisses, c'est-à-dire le rapport de leur fréquence respective, détermine la nature de la voyelle émise ou *vocalité* : les formants sont par exemple proches l'un de l'autre pour un *a*, et écartés pour un *i*.

Ces deux pics divisent, par leur présence même, le spectre résonantiel en trois régions, a (infraformantique), b (interformantique) et c (supraformantique). L'énergie contenue dans les harmoniques graves (région a), en tout cas inférieurs au premier formant, donne la sensation de *volume* sonore ; l'*épaisseur*, le « corps » de la voix en quelque sorte⁶⁹, dépend de l'intensité confondue présente dans les trois régions a, b, et c. Juste au-dessus de la fréquence critique, entre 2 500 et 3 500 Hz, existe pour les voix cultivées un formant (région d) dont l'importance est capitale dans l'esthétique vocale occidentale, le *singing-formant*, ou « formant des chanteurs »⁷⁰. Plus haut encore, vers 4 500 Hz (région e), un éventuel formant serait perçu davantage comme un

⁶⁹ Qualité difficile — voire impossible — à décrire seulement par des mots. Peut-être son contraire, la « minceur » peut-il aider à en saisir le sens pour qui n'en a pas l'expérience auditive.

⁷⁰ Cette traduction de l'expression anglo-saxonne est peu utilisée en pratique, comme d'ailleurs les termes « mordant » ou « éclat » (dans ce sens précis évidemment).

défaut que comme une qualité, et conférerait au timbre de la *dureté* ou de la *stridence*. Enfin, la *puissance*, mesurée en décibels, exprime l'intensité globale du spectre rayonné.

Ces qualités du timbre vocal dépendent de facteurs divers. Le volume est fonction de la longueur du pavillon pharyngo-buccal, et particulièrement de la taille du pharynx ; celle-ci dépend des dispositions anatomiques naturelles de chacun, mais peut surtout être fortement augmentée par l'abaissement du larynx et la dilatation des cavités pharyngiennes. L'épaisseur dépend essentiellement de la profondeur de l'accolement glottique, c'est-à-dire de la surface d'accolement des cordes vocales ; c'est une qualité sur laquelle le sujet a peu d'emprise sans modifier la hauteur émise. La genèse du *singing-formant* encore mal connue, sera discutée plus loin.

La qualité du timbre peut être améliorée en jouant sur le contrôle des résonateurs. Dans la zone du volume, un maximum de rendement est obtenu lorsque la fréquence propre des cavités pharyngo-buccales correspond à celle du spectre laryngé. Cette coïncidence, que Tarneaud appelait l'« accord phono-résonantiel » (ou Vennard le « focus »), facilite la vibration des cordes vocales et procure au chanteur une sensation d'aisance et de puissance bien particulière. C'est l'une des bases du placement de la voix, et constitue, en liaison avec l'*appoggio*⁷¹, le fondement d'une bonne technique d'émission.

L'accord phono-résonantiel ne se réalise pas uniquement sur le premier harmonique de la voix-source. Les formants vocaliques, quoique plus élevés dans le spectre, peuvent également entrer en résonance avec les cavités pharyngo-buccales si leur fréquence est un multiple entier de celle du fondamental chanté. Cela demande évidemment beaucoup d'entraînement et de finesse dans la perception des sensations vibratoires et auditives⁷², ainsi qu'un bon contrôle mécanique de ses cavités de résonance.

2.2.2. La nasalisation

Sur le plan physiologique, la nasalisation est une action bien connue, correspondant à l'abaissement du voile du palais, et à la mise en circuit parallèle des cavités nasales (cf. fig. 14). Les voyelles changent de sonorité, et passent du timbre oral au timbre nasal (le son *a* devient *an*, *o* devient *on*, etc.)

Sur le plan acoustique, les choses sont moins claires : il est probable que contrairement à une idée répandue, le conduit nasal ne crée pas de formant dans le spectre laryngé primaire, mais absorbe au contraire une certaine quantité d'énergie. Au lieu de se comporter comme un résonateur, il agirait plutôt comme un filtre, déterminant alors une zone de réjection ou antirésonance, c'est-à-dire un affaiblissement des harmoniques, située entre 1 200 et 2 000 Hz. C'est ce qu'indique la courbe en pointillé de la figure 38.

Par ailleurs, l'abaissement du voile du palais rend plus nette la séparation entre le pharynx et la bouche, avec pour effet l'accroissement du couplage entre ces deux cavités et donc une meilleure individualisation de leurs formants respectifs, entraînant toutefois une réduction de l'amplitude du premier. En outre, du fait de la mise en activité d'un pavillon extrêmement convergent, l'impédance ramenée sur les cordes vocales augmente considérablement, le tonus glottique diminue, ainsi que l'énergie rayonnée. Il en résulte une baisse globale du niveau sonore, et pour le timbre extra-résonantiel moins de brillance et d'éclat. Les praticiens déclarent d'ailleurs « langues propres au chant » celles qui comportent peu ou pas de diphtongues nasales, comme l'italien par exemple.

2.2.3. Le *singing-formant*

L'importance du *singing-formant* est ressentie par les spécialistes (aussi bien les praticiens que les théoriciens) comme l'une des qualités essentielles de la voix chantée, et pour certains mêmes, la plus importante :

⁷¹ Cf. chapitre II § 3.2.

⁷² Cf. chapitre VII.

« En fait, la qualité de la voix d'un chanteur dépend du rapport entre l'énergie maximale dans la région de 3 000 Hz et l'énergie totale du signal rayonné ».

(F. Winckel, « Comment mesurer l'efficacité de la voix chantée professionnelle », *Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale*, N° 67, juin 1973, p. 7.)

« Les analyses de voix de chanteurs professionnels nous apprennent que ceux-ci placent le maximum d'énergie de leur voix dans une zone de fréquence située entre 2 000 et 4 000 Hz, et s'arrangent pour conserver ces dispositions quelles que soient les voyelles prononcées ».

(M. Castellengo, « Particularités acoustiques de la voix des chanteurs professionnels », *id.*, p. 2.)

Véritable signature de la voix lyrique occidentale, c'est probablement le secret de l'impression de puissance sans effort apparent que provoquent les voix cultivées, particulièrement dans l'opéra. Cela s'explique d'abord par la fréquence même du *singing-formant*, qui se trouve au cœur de la zone la plus sensible de l'audition. Autour de 3 000 Hz, pour fixer les idées, l'oreille est un million de fois plus sensible qu'à 50 Hz⁷³, et il est évidemment beaucoup plus économique d'y placer le maximum d'information pour se faire entendre au moindre coût. F. Winckel, dans l'étude citée plus haut, a même eu l'idée de comparer le *singing-formant* d'un ténor avec celui d'un coq (!) et a constaté un fort avantage pour le gallinacé, ce qui n'est finalement pas surprenant, cet animal parvenant à se faire entendre très loin...

Le *singing-formant* présente une autre propriété, celle d'émerger dans une zone laissée libre par la plupart des instruments de musique, a fortiori par un orchestre symphonique. Des études ont montré que la principale originalité de la voix d'un chanteur professionnel par rapport à un grand orchestre se situe précisément dans cette bande de fréquence⁷⁴.

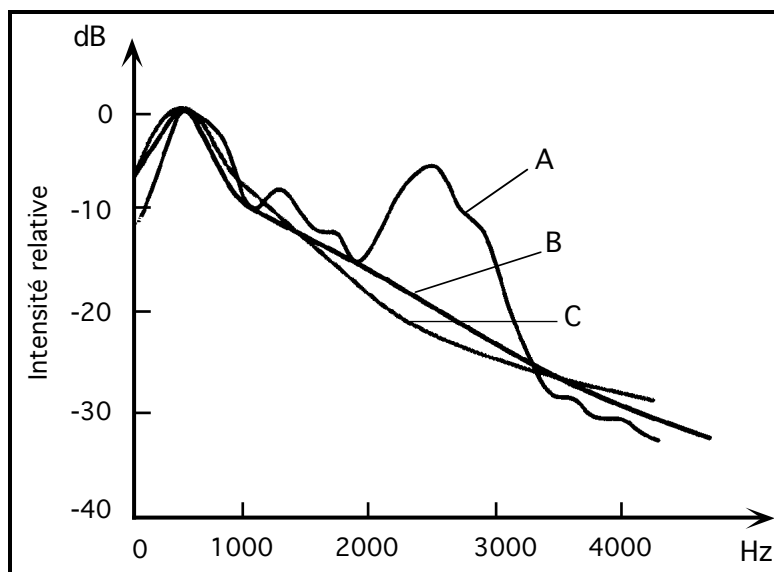


Fig. 39 : Originalité du *singing-formant*

La figure 39 représente trois spectres, réduits à leurs seules enveloppes, à savoir une voix de ténor d'opéra (A), un orchestre symphonique (B) et une voix parlée ordinaire (C) :

Il est clair que ces courbes, qui sont des moyennes de l'énergie acoustique rayonnée à long terme par les trois sources, se confondent à l'exception d'un pic — le *singing-formant* — bien visible sur l'enveloppe de la voix de ténor, lui conférant ainsi une forte originalité. Ce renforcement d'énergie se place à un endroit où les autres spectres sont en décroissance, et rappelons-le encore une fois, en pleine zone sensible auditive. Cela signifie pratiquement que dans cette région spectrale, la voix du

⁷³ Cette propriété de l'audition humaine est illustrée par les fameuses courbes isosoniques de Fletcher.

⁷⁴ Cf. Sundberg (J.), « Articulatory Interpretation of the 'Singing Formant' », *Journal of the Acoustical Society of America*, LV/4, 1974, p. 838-844.

chanteur couvre l'orchestre. Sur un plan strictement physique, la différence de niveau mesurée en décibels entre les deux sources importe peu, et si l'une des deux dispose d'une émergence originale par rapport à l'autre, elle sera toujours entendue.

La genèse du *singing-formant* ne fait pas l'unanimité chez les spécialistes et est encore beaucoup discutée depuis sa découverte dans les années trente par W. T. Bartholomew⁷⁵. Deux principales tendances existent à l'heure actuelle. Les uns pensent à une origine laryngée : la valeur de ce pic serait fonction du tonus d'accolement des cordes vocales (Husson), et de la forme de l'impulsion (Lafon) ; le *singing-formant* serait favorisé chez les sujets présentant naturellement des thyroaryténoïdiens puissants et musclés. Les autres croient à une origine résonantielle qui trouverait son siège soit dans la cavité supra-glottique (Vennard) soit hypo-pharyngée (Sundberg).

Quoi qu'il en soit, le problème de l'intensité dans le chant se pose aussi et surtout en termes de timbre, car la puissance purement acoustique d'un chanteur, accompagné par une centaine d'instruments et — cela va de soi — sans amplification électrique, n'est pas sa seule ressource pour se faire entendre dans une grande salle de concert.

⁷⁵ Qui l'appela alors *Ring of the Voice* (cf. « A physical definition of 'good voice quality' in the male voice », *Journal of the Acoustical Society of America*, XXIII (6), p. 25-33.

CHAPITRE VII

LA CYBERNETIQUE VOCALE

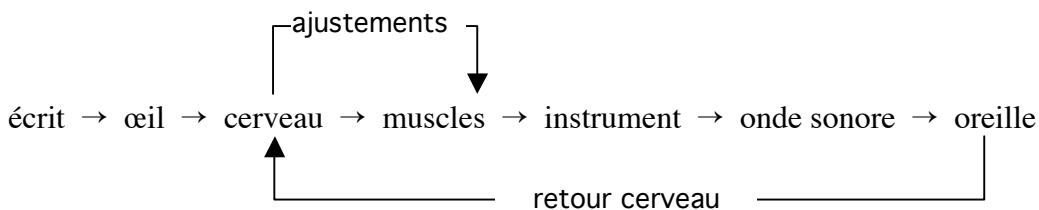
1. La notion de rétroaction

L'analyse classique — ou plutôt traditionnelle — du processus de l'interprétation musicale décrivait une chaîne pouvant se schématiser de la façon suivante :

écrit → œil → cerveau → muscles → instrument → onde sonore

Ceci n'en est qu'un exemple, d'autres parcours plus ou moins complexes pouvant rendre compte de ce processus. Une telle description implique des relations simples de causes et d'effets entre les différents maillons, chacun d'eux étant l'effet d'une cause, et à son tour la cause d'un nouvel effet. Or, l'expérience courante s'inscrit manifestement en contradiction avec cette conception élémentaire, comme le montre une simple manipulation, consistant à boucher les oreilles d'un instrumentiste en cours de jeu : l'exécution musicale devient alors difficile, voire impossible dans certains cas, dépendant surtout du type d'instrument. Il est en effet moins difficile de contrôler les sons préfabriqués d'un synthétiseur que ceux produits par l'appareil vocal, les autres instruments se répartissant entre ces deux extrêmes⁷⁶.

Cette expérience, consistant finalement à introduire l'oreille dans la chaîne de l'interprétation musicale, met en évidence l'importance du contrôle auditif, dont le caractère s'avère indispensable et se traduit par une action dont nous pouvons analyser la nature.



Dans le schéma ci-dessus, le son n'est plus le simple effet de causes antérieures, mais devient à son tour une cause qui, agissant sur le comportement du cerveau, agit finalement sur lui-même : la présence de l'oreille introduit une *boucle de rétroaction*, un *rétrocontrôle*, ce que les Anglo-Saxons appellent un *feed-back*. Il s'agit donc d'un système cybernétique⁷⁷ dans lequel le système auditif remplit le rôle de capteur.

2. Analyse de la boucle de rétroaction

Le système nerveux central (SNC) est donc informé en permanence du son produit par l'instrumentiste, le chanteur en l'occurrence. Mais quel trajet, quel chemin emprunte ces sons avant d'être une information traitée par le cerveau ? En quoi consiste ce retour du signal sur sa source ?

⁷⁶ Le cas d'un instrumentiste s'entraînant sur un clavier muet est différent, puisqu'il a *conscience* de ne produire aucun son. De même, des différences de comportement apparaissent selon que le musicien se *sait* écouté ou non.

⁷⁷ Du grec κυβερνεῖν, conduire ; s'applique à tout système qui produit une action, est informé de cette action, et peut ainsi la contrôler en retour, l'adapter continuellement en temps réel.

Pour le savoir, il est nécessaire de détailler le parcours d'une onde sonore, de son émission à sa réception.

Lors de l'émission d'un son, une partie de l'énergie de l'onde revient à l'oreille directement, selon un trajet que nous appellerons *circuit court*, conséquence du fait que les musiciens « jouent près de leurs oreilles ». C'est parfaitement évident dans le cas des chanteurs. L'onde ainsi captée est un retour direct, sans interférences d'aucunes sortes, ni de réflexions sur des obstacles. Le lieu, l'espace où est émis le signal ne joue ici aucun rôle.

Une autre partie de l'onde sonore se diffuse dans le lieu où il est émis ; il revient lui aussi sur l'exécutant, mais après un trajet plus long et plus complexe, où il est transformé par les obstacles qu'il rencontre et se charge des caractéristiques acoustiques de ce lieu. Nous l'appellerons le *circuit long*.

Comme nous l'avons remarqué dans l'*Introduction*, le chant présente ce cas de figure unique où l'instrument est à l'intérieur du corps, ou mieux, le corps est lui-même l'instrument de musique. L'appareil vocal en fonctionnement crée des sensations à différents niveaux du corps du chanteur ; ces sensations ne sont pas sonores mais d'ordre sensitif au sens large. C'est le *circuit intime*.

Les chanteurs, comme tous les interprètes en général, agissent sur un auditoire et provoquent des réactions. Ces réactions, le comportement du public, agissent en retour sur le concertiste, influencent son comportement, c'est-à-dire sa prestation. C'est le *circuit public*.

En résumé, l'action de chanter implique quatre types de retour, quatre circuits :

1. court
2. long
3. intime
4. public

Ces quatre circuits induisent trois niveaux de rétroaction :

- A. auditive : 1 et 2
- B. purement somatique : 3
- C. psychophysiologique : 4

Le chant théâtral représente une grande dépense d'énergie. Ces différents circuits ont pour effet d'en restituer une partie au chanteur.

Nous étudierons la nature et le contenu de chacune de ces boucles de rétroaction en nous limitant au domaine de la voix chantée. Mais il va de soi que la plupart de ces conceptions sont également applicables à d'autres aspects de l'interprétation musicale⁷⁸.

3. Le circuit court

Ce circuit emprunte et privilégie une communication directe entre la bouche du chanteur et ses propres oreilles. Le système nerveux central reçoit les informations, les analyse et ajuste ou corrige en temps réel le son émis au niveau des trois paramètres principaux, hauteur, intensité et timbre. Les modalités d'actions et réactions sont différentes pour chacun de ces paramètres, et donc étudiées séparément.

3.1. Rétrocontrôle de la hauteur

Il s'agit surtout du contrôle de la justesse, qui dépend elle-même étroitement du cortex auditif du sujet, de la sphère mnémonique, ainsi que de son système de transmission — oreille moyenne et interne. Les notes sont pensées avant leur émission, puis comparées après avec des hauteurs de référence stockées en mémoire ; si l'identité des deux formes n'est pas reconnue, le chanteur procède à de rapides ajustements, parfois audibles au concert pour un auditeur averti.

D'une façon générale, qu'est-ce qui peut faire chanter faux ? Le problème reste mal connu à l'heure actuelle, mais nous possédons quelques éléments de réponse. La distorsion de justesse peut

⁷⁸ La rétroaction phonatoire a été particulièrement étudiée par R. Husson et F. Le Huche. Je renvoie une fois pour toutes à leurs ouvrages cités en bibliographie.

être soit d'ordre physiologique, et se situer au niveau de l'appareil vocal, soit d'ordre psychologique et intéresser le système cérébral.

3.1.1. Troubles d'ordre physiologique

Il s'agit généralement d'une réalisation défectueuse de certains gestes phonatoires :

- manque de précision ou de coordination entre les différentes commandes lors de l'attaque du son ; le nombre d'opérations entrant en jeu, tensions musculaires, pression aérienne, positions des cartilages, est énorme pour obtenir une parfaite synergie, et le tout en quelques millièmes de secondes ;

- fatigue musculaire ; dans ce cas, les muscles obéissent mal ou avec retard aux commandes centrales ;

- perturbations psychologiques ; le trac, la timidité, la honte de chanter en public, la peur du ridicule, sont des facteurs inhibiteurs de la projection vocale, avec pour conséquence une moins bonne réponse des organes moteurs de la phonation ;

- enfin, la pathologie vocale, c'est-à-dire des affections à caractère physiologiques, peut évidemment altérer le bon fonctionnement de l'appareil phonatoire.

3.1.2. Troubles d'ordre psychologique

La commande centrale est ici en cause, généralement associée à un trouble de la mémoire :

- un dysfonctionnement de la mémoire immédiate peut se traduire par une erreur sur la note demandée, ce qu'on appelle en solfège une « mauvaise oreille » ;

- un dysfonctionnement du stockage des hauteurs donne lieu à des difficultés permanentes : c'est le cas des amusies⁷⁹, qui restent toutefois rares et ne touchent que 2 à 4 % de la population. Une telle pathologie est évidemment incompatible avec la pratique du chant, et même de la musique en général.

3.2. Rétrocontrôle de l'intensité

Un certain nombre d'expériences, menées sur la voix parlée, ont permis de comprendre les procédures par lesquelles tout individu régule l'intensité de sa production vocale. Certaines de ces expériences datent du début du XX^e siècle et sont déjà anciennes, mais leurs résultats demeurent toujours valables à l'heure actuelle.

3.2.1. Expérience de Lombard (Hôpital Lariboisière, Paris, 1909)

Ce test fut conçu à l'origine pour dépister les simulateurs de surdité. On envoie un bruit blanc assourdissant à un sujet muni d'un casque, et on lui demande de lire dans le même temps un texte, puis de répondre à des questions. Les résultats du test montrent que lorsque l'assourdissement augmente, le niveau de la voix du sujet augmente également : c'est le *signe de Lombard*. Ce signe est observable dans la vie courante, à partir de situations réelles : par exemple, un individu élève son intensité vocale par paliers si son interlocuteur s'éloigne progressivement ; ou encore, dans le cas de bruits de fond variables, comme dans les transports en commun, on remarque cette élévation réflexe du niveau vocal avec le niveau de bruit. Toutefois, quelques observations viennent préciser ce phénomène.

1. Le signe n'apparaît pas toujours clairement.
2. Son apparition entraîne quelquefois des troubles de la hauteur vocale, alors mal contrôlée, et de l'articulation (le sujet bafouille).
3. Le signe est plus marqué si les deux oreilles sont assourdies à la fois.

⁷⁹ L'amusie se manifeste le plus souvent par l'impossibilité, pour un sujet, de reconnaître une mélodie dans une succession de hauteurs.

4. Le signe est surtout manifeste pour des intensités moyennes d'assourdissement ; à des niveaux très élevés, ou au contraire très faibles, le signe apparaît peu ou même pas du tout.
5. Le signe est moins marqué en cas de lecture, et davantage quand le sujet répond à des questions. On peut en déduire que le signe de Lombard apparaît surtout en *situation de communication*.
6. Le signe de Lombard a pu être quantifié. Selon Lane et Tranel, si l'on *quadruple* l'assourdissement, la voix *double* d'intensité : par exemple si le bruit de fond augmente de 10 dB, le niveau vocal ne s'élève que de 5 dB⁸⁰. En d'autres termes, l'augmentation du niveau vocal est égale à la moitié de l'augmentation de l'assourdissement, soit :

$$\Delta \text{ niveau vocal} = \frac{\Delta \text{ niveau de bruit}}{2}$$

3.2.2. Compensation du *side-tone* (H. Fletcher, 1918)

Le *side-tone* est le niveau perçu de sa propre voix. C'est donc une donnée subjective, mais déterminante dans la conduite de la parole et du chant. L'expérience consiste ici renvoyer sur le sujet non plus du bruit de fond, mais sa propre voix, dont on peut varier l'intensité. On observe que si l'on amplifie le niveau du retour, c'est-à-dire le *side-tone*, le niveau vocal du sujet diminue ; à l'inverse, si le *side-tone* diminue, le niveau vocal augmente. Les tentatives de quantification aboutissent à un résultat identique à celui du signe de Lombard : si le *side-tone* augmente de 10 dB, la voix baisse de la moitié environ de cette valeur, soit de 5 dB.

3.2.3. Appariement vocal (Fletcher)

L'appariement vocal est une expérience proche de celle que mit au point Fletcher dans les années trente pour déterminer les courbes isosoniques du champ auditif humain⁸¹ et la notion de non-linéarité du système auditif. Il s'agit, pour un sujet, d'égaliser subjectivement, au moyen de sa voix, l'intensité de divers sons qu'on lui présente, c'est-à-dire d'en reproduire vocalement le niveau. Cette expérience est importante, puisqu'elle établit une relation simple entre la perception du niveau sonore extérieur et celle de son niveau vocal. Ici encore, les résultats sont conformes aux tests précédents, les variations de niveau vocal ne représentant que la moitié environ de celles des différents sons proposés.

3.2.4. Conclusion

Tous ces tests et expériences fournissent des résultats concordants, qui peuvent finalement se formuler ainsi : *un locuteur tend à maintenir constant le rapport signal/bruit de sa communication, qu'il apprécie au double de sa valeur*. Le rapport signal/bruit (S/B) exprime la différence existant entre le niveau du bruit de fond et celui du signal utile. Par exemple, si 50 dB représentent la valeur du bruit ambiant et 80 dB celle du signal, le rapport S/B, ou *dynamique*, vaudra 30 dB. Un locuteur, dans des conditions normales de communication, tend à maintenir cette dynamique à la même valeur, et ajuste pour cela en permanence son niveau sonore en fonction de l'évolution du bruit qui l'entoure. Mais du fait de la perception surévaluée du *side-tone*, les variations du niveau vocal n'égalent que la moitié de celle du bruit.

Ces régulations, signe de Lombard et compensation du *side-tone*, ne sont pas de véritables réflexes et ne résultent pas d'une action mécanique directe des fonctions auditives sur la commande vocale ; elles sont le fruit de l'appréciation personnelle, plus ou moins consciente et empirique, de l'effet supposé de sa propre voix sur l'auditoire. C'est pourquoi le signe de Lombard est plus marqué en situation de communication réelle (réponses à des questions, rapport à un interlocuteur) qu'en lecture de texte.

⁸⁰ Lane (H.) ; Tranel (B.), « Étienne Lombard et le rôle de l'audition dans la parole », *Annales Oto-rhino-laryngologiques*, vol. LXXXVIII, n° 4-5, Paris, 1971.

⁸¹ Cf. Léothaud (G.), *Cours d'Acoustique*, CNED, chap. XI.

Dans le cas du chanteur concertiste, la régulation de l'intensité doit obéir à des impératifs spécifiques :

1. se faire entendre de tous les auditeurs, ce qui suppose une adaptation de la puissance vocale aux dimensions de la salle, selon une appréciation subjective, souvent dictée par l'expérience ;
2. respecter la partition, sur le plan des nuances, du style et du contexte dramatique ; chanter fort systématiquement ne peut convenir à toutes les situations.

La puissance vocale doit donc être modulée dans une fourchette d'intensité — la dynamique musicale — adaptée à la fois au public, à la salle de concert, et aux impératifs artistiques. La difficulté principale, pour le chanteur lyrique, provient précisément des variations, parfois très importantes et rapides, de l'intensité de l'orchestre, c'est-à-dire du niveau de référence sur lequel il doit émerger. Les expériences décrites ci-dessus ont montré que le sujet apprécie et ajuste le niveau de sa voix en fonction d'une telle référence, bruit de fond pour la parole, accompagnement musical pour le chant. Dès lors, certains défauts d'appréciation peuvent apparaître :

- chanter trop fort, sacrifier les nuances piano, par crainte de ne pas se faire entendre ;
- surestimer sa puissance, être couvert par les *ff* de l'orchestre, « ne chanter que pour les premiers rangs ».

Mais, comme nous l'avons vu au chapitre VI, la puissance en décibels n'est pas la seule dimension permettant au chanteur d'émerger sur un orchestre. Certaines qualités, comme la présence du *singing-formant* dans son spectre vocal, démontrent l'importance du timbre, et de sa bonne réalisation.

3.3. Rétrocontrôle du timbre

Le timbre vocal, l'une des caractéristiques essentielles de la voix chantée, et la plus importante sur le plan esthétique, fait naturellement l'objet d'un contrôle rétroactif dans le circuit court. Comme pour l'intensité, certaines expériences permettent d'en comprendre les modalités d'action.

3.3.1. Expériences de Tomatis (1954-1957)

Tomatis fut l'un des premiers en France à observer les interférences de timbre entre audition et phonation. Le principe général d'une telle interférence est connu depuis longtemps, notamment en matière de mutité, et l'on sait qu'un sourd-muet congénital est muet précisément parce qu'il est sourd. L'expérience de Tomatis est simple dans sa conception : la voix d'un chanteur lui revient dans un casque après avoir été filtrée et amputée de son *singing-formant* (fig. 40). Au bout de quelques instants, l'émission devient plus difficile, on observe une hypotonie des muscles laryngés, un blanchiment du timbre, puis finalement la disparition du *singing-formant* dans la voix du chanteur⁸². Ce résultat fut corroboré plus tard par des comparaisons systématiques entre l'audiogramme d'un sujet et l'enveloppe de sa fourniture vocale.

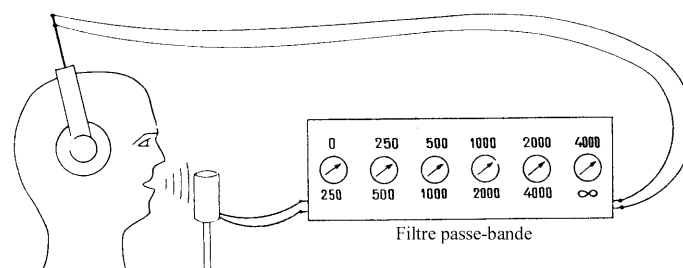


Fig. 40 : Expérience de Tomatis

⁸² Cf. *Actualités ORL* Masson, 1954.

Les analogies constatées par Tomatis lui permirent cette formulation spectaculaire : « *Il n'y a dans la voix que ce que l'oreille entend* »⁸³. Sans aller si loin, ni forcément suivre Tomatis dans les conséquences parfois contestables qu'il en a lui-même tirées dans sa pratique thérapeutique, nous pouvons observer dans de nombreux domaines l'importance des relations de timbre entre voix et oreille. On peut citer, outre la surdi-mutité, l'altération du timbre vocal des personnes âgées liée à la presbyacousie : la perte auditive des fréquences aiguës, constatées sur l'audiogramme, cause en partie l'« assourdissement » du timbre vocal, c'est-à-dire l'affaiblissement des harmoniques élevés. La prégnance de l'audition explique également le mimétisme vocal, qui confère aux voix d'un même groupe ou d'une même famille une élocution voisine, ou aux habitants d'une région un accent particulier. D'une façon plus générale, c'est la fonction auditive qui permet l'acquisition des sons du langage chez le nouveau-né. Enfin, certains professeurs de chant vont jusqu'à interdire à leurs élèves d'écouter tel ou tel chanteur, par crainte d'une néfaste influence sur leur technique vocale...

3.3.2. Expérience de contrôle unilatéral

La question de la latéralité auditive se pose depuis quelques années, mais nous ne possédons pas encore de données certaines en cette matière. Le problème est de savoir si nos deux canaux auditifs fonctionnent de manière identique. Nous savons que le corps est largement latéralisé pour nombre de fonctions motrices, et que les hémisphères cérébraux eux-mêmes sont spécialisés, agissant chacun dans des domaines propres. L'on sait aussi que l'innervation est principalement croisée, et que l'oreille droite est reliée au cerveau gauche et inversement. Mais existe-t-il une véritable latéralité auditive, et si oui, de quelle nature ? Peut-on mettre en évidence une « oreille directrice », comme pour les membres ? Existe-t-il des aptitudes ou des fonctions musicales liées à un hémisphère cérébral en particulier ? Beaucoup d'hypothèses — voire d'affirmations — ont été formulées, mais peu de preuves irréfutables viennent les étayer.

Une expérience consiste à faire chanter un sujet muni d'un casque dans lequel on ne renvoie le son que dans un seul canal, droit ou gauche, de façon à obtenir un rétrocontrôle unilatéral dont on analyse ensuite les effets. Les sonagrammes montrent bien des différences entre les contrôles unilatéraux droits, gauches ou bilatéraux, mais ces différences varient d'un sujet à l'autre et restent difficiles à interpréter.

3.3.3. Conclusion

L'audition du timbre, étant lié à des caractéristiques personnelles, pourrait sembler fixée pour chacun et n'évoluer qu'avec le cours normal de l'individu ; en d'autres termes, on ne peut changer d'oreilles à volonté. Cependant, les chanteurs professionnels utilisent parfois des procédés empiriques, des « trucs » pour modifier — au moins temporairement — leurs performances auditives. Ainsi, certains se bouchent les oreilles avec du coton dix minutes avant d'entrer en scène ; au dernier moment, ils enlèvent ces bouchons, et connaissent alors un court moment d'hyperstimulation auditive, non seulement sur le plan de l'intensité, mais aussi sur celui du timbre, car le bouchage atténue surtout les fréquences élevées. Il en résulte une meilleure perception des aigus, pouvant entraîner une certaine euphorie, avec les conséquences que l'on vient d'étudier sur l'émission vocale, notamment le *singing-formant*.

Par ailleurs, la pratique professionnelle du chant d'opéra n'est pas sans danger pour le système auditif des chanteurs. L'intensité vocale peut y atteindre des valeurs considérables, avec des pics à 120, voire 130 dB, produits à quelques centimètres de leurs propres oreilles. Il existe donc un risque de surdité de perception non négligeable chez les artistes lyriques, avec des conséquences prévisibles en terme de rétroaction phonatoire dans le domaine du timbre, se traduisant là encore par une diminution des aigus dans le spectre rayonné. Le risque est identique avec la presbyacousie, déjà évoquée plus haut, mais avec les grands chanteurs, pourtant atteints comme tout le monde par

⁸³ Cf. *Cahiers d'acoustique*, VII, 1956-1957.

cette affection, les conséquences sur la voix peuvent en être amoindries. En effet, leur longue pratique des mécanismes phonatoires entraîne souvent chez eux une véritable *mémorisation corporelle*, une somatisation des sensations liées à une émission vocale correcte, qui supplée alors une oreille devenue déficiente : la mémoire corrige l'audition (cf. le schéma corporel § 5.4). C'est ce qui explique que certains artistes, même très âgés, conservent une voix claire et mordante.

Ces perceptions internes, ces sensations corporelles développées surtout dans le chant théâtral, constituent la substance du circuit intime.

4. Le circuit long

Il prend en compte, comme nous l'avons vu, l'espace où la voix est produite. Le son revient sur le chanteur transformé et chargé des caractéristiques acoustiques du lieu, puis modifie à son tour l'émission selon une nouvelle boucle de rétroaction, fonction de l'environnement.

Une salle de concert possède de nombreux paramètres acoustiques susceptibles de modifier les ondes sonores qui l'investissent, mais nous n'en retiendrons ici que deux principaux : la « couleur » et le temps de réverbération.

4.1. La « couleur » d'une salle

Ce terme, emprunté au vocabulaire du timbre, décrit l'action d'un lieu sur les ondes sonores qui y sont émises. De par sa configuration architecturale, une salle possède des résonances propres qui transforment le timbre des sons en agissant sur leur spectre par transfert d'énergie, atténuant certaines bandes de fréquence ou au contraire en accentuant d'autres, créant ainsi des formants. Les conséquences sur le timbre vocal sont du même type que celles du circuit court (cf. § 3.3).

4.2. Le temps de réverbération

Rappelons que le temps de réverbération (TR_{60} ou simplement TR) — en réalité une *durée* de réverbération — se définit comme « le temps mis par une impulsion de 1 000 Hz à baisser de 60 dB après interruption brusque. »⁸⁴ Ce paramètre de l'acoustique architecturale exerce une influence considérable sur les salles de concert et détermine pour une large part les sensations — gêne ou aisance, plaisir ou fatigue — des interprètes, ainsi d'ailleurs que celles des auditeurs. Même un amateur éprouve plus de plaisir à jouer de son instrument dans un préau d'école ou dans une église que dans une petite salle sourde ou mate. La réverbération allonge les sons, augmente leur durée de vie, et produit par conséquent des sonorités plus flatteuses, elle donne une impression de puissance, et gomme les petites imperfections liées aux attaques, à l'articulation ou au phrasé.

4.2.1. Perception du TR

- Lorsque le TR est très court, inférieur à 1 seconde (comme c'est le cas en plein air ou dans une salle très sèche), les chanteurs se sentent mal à l'aise, et font état de gênes diverses à plusieurs niveaux⁸⁵ :
 1. difficultés de contrôle respiratoire, mauvaise gestion de la respiration, « impression que les poumons se vident trop vite » ;
 2. difficulté de contrôle auditif : le chanteur s'entend moins bien ;
 3. sensation de constriction laryngée, de piquûres dans la gorge, pouvant à l'extrême entraîner la toux ;
 4. diminution, voire disparition du *singing-formant* : le timbre « blanchit », s'appauvrit en harmoniques aigus et perd de son éclat, de son brillant ;

⁸⁴ Cf. *Ibid.*, *Cours d'Acoustique*, chap. VI.

⁸⁵ Cf. R. Husson, *Le Chant*, p. 104 sq.

5. atténuation, voire perte des sensibilités palatales (cf. infra) ; sensation de « coton dans la bouche » ;
 6. l'intensité tend à baisser, parfois même à l'insu du sujet, qui, d'une façon générale, peine à extérioriser pleinement sa puissance vocale.
- Lorsque le TR est supérieur à 1 seconde et au fur et à mesure qu'il augmente, l'émission gagne en aisance :
 1. entre 1 et 2 secondes, une gêne est encore ressentie, mais plus légère, et peut encore être atténuée par des appropriations pharyngo-buccales adéquates ;
 2. entre 2 et 4 secondes, les chanteurs se sentent gagnés par un plaisir pouvant aller jusqu'à l'euphorie, qu'ils traduisent volontiers par des images telles que « sentir sa voix » ou « en avoir plein la bouche » ;
 3. de 4 à 6 secondes, « la salle fait corps avec la bouche », le confort acoustique est à son maximum ; même un amateur peut alors ressentir cette impression de plénitude ;
 4. à partir de 6 secondes, l'effet s'inverse : les résonances propres de la salle sont trop fortement perçues, entraînant une gêne ; le retour des ondes sur la source est excessif, et la réverbération ressentie comme envahissante ; certaines fréquences propres de la salle peuvent interférer avec les hauteurs chantées.

4.2.2. Modalités d'action du TR

Le temps de réverbération exerce donc une influence considérable sur le comportement des interprètes, et particulièrement sur celui des chanteurs, sur lesquels il produit, selon Husson, trois effets remarquables.

A. Effet impédanciel

L'impédance de rayonnement s'accroît avec les ondes réfléchies, c'est-à-dire avec la réverbération, entraînant une augmentation de l'impédance ramenée sur le larynx, avec pour conséquence la possibilité de chanter avec plus d'intensité tout en assurant la protection des cordes vocales. Les chanteurs sont sensibles à cet effet, qui leur procure une sensation d'aisance, voire d'euphorie.

L'effet impédanciel est plus fortement ressenti par les chanteurs que par les orateurs. Ces derniers sont en effet moins sensibles à la réverbération, car la vitesse du débit parlé, généralement bien supérieure à celle du débit chanté, entraîne des changements de posture très rapides qui s'avèrent incompatibles avec les appropriations pharyngo-buccales précisément destinées à accroître cette impédance ramenée.

B. Effet trigémellaire

Avec l'augmentation de la réverbération, la pression intrabuccale s'élève. Or, le nerf trijumeau possède des terminaisons au niveau de la voûte palatale (cf. § 5) : celles-ci sont excitées et stimulent à leur tour les noyaux bulbaires, lesquels élèvent le tonus musculaire laryngé, avec pour conséquence finale un renforcement du *singing-formant*.

C. Effet cochléaire

La réverbération a aussi pour effet d'accroître le niveau sonore près de la source. Le chanteur perçoit donc sa voix renforcée, sous la forme d'une augmentation du stimulus cochléaire, facilitant d'autant, en retour, la production d'intensité.

4.2.3. Conclusion

D'une façon générale, le confort acoustique d'une salle de concert est fonction de sa destination, et non d'une hypothétique qualité à vocation universelle. Pour une salle de conférence, le TR ne doit pas être trop élevé, afin de conserver une bonne intelligibilité à la parole. À l'inverse, un discours est toujours difficile à comprendre dans une cathédrale, dont la forte réverbération oblige à

un débit lent, pour éviter que la fin des mots ne se mêle au début des suivants. Par conséquent, les auditeurs préfèrent généralement des TR plutôt plus petits à l'inverse des chanteurs. À cet égard, l'Opéra Garnier, à Paris, fournit une solution élégante, avec une durée de réverbération de 2,5 secondes sur scène, et de seulement 1,1 seconde dans la salle⁸⁶. Dans les enregistrements lyriques actuels, la réverbération est souvent artificielle, et parfois abusive, exagérant l'impression de distance entre chanteur et auditeur. On peut facilement s'en rendre compte en comparant des prises de son modernes à des documents phonographiques plus anciens, où la présence plus accentuée des voix crée une ambiance plus naturelle.

5. Le circuit intime

L'activité vocale — et particulièrement le chant à haut niveau technique — engendre des sensations au sein même du corps. Ces sensations sont perçues par le chanteur et associées aux gestes vocaux qui les produisent, permettant ainsi un véritable contrôle cybernétique, une régulation efficace en marge du circuit auditif. Ces différents signaux somatiques n'apparaissent pas du jour au lendemain, mais doivent au contraire être recherchés et entretenus, exigeant, pour être opératoires, une technique vocale élaborée. Mais dans ces conditions, ce circuit constitue un maillon essentiel de la boucle de rétroaction phonatoire.

5.1. Les plages de sensibilité interne

Il est nécessaire de situer tout d'abord les plages corporelles où émergent les différentes sensations, en en précisant le type. Il en existe 9 principales (fig. 41) :

1. Plage palatale antérieure
2. Plage palatale postérieure
3. Plage vélopharyngée
4. Plage laryngée
5. Plage naso-faciale et crânienne
6. Plage trachéale
7. Plage thoracique
8. Plage abdominale
9. Plage pelvienne

•Plages 1 à 3 : les stimulations de ces trois zones palatales sont de nature interoceptives⁸⁷, et engendrées par la pression acoustique des ondes sonores, comme nous l'avons vu avec l'effet trigémellaire. En effet, si un nœud de pression apparaît au niveau de la glotte, les harmoniques stimulateurs possèdent une longueur d'onde de 0,10 à 0,15 m et se trouvent compris entre 2 300 et 3 500 Hz, c'est-à-dire à la fréquence du *singing-formant*. Or, nous savons que l'énergie est particulièrement haute dans cette partie du spectre.

Certaines de ces sensations ont fait l'objet d'observations approfondies. Ainsi, Jean Mauran, qui fut baryton puis secrétaire général de l'Opéra comique, effectua dans les années vingt, sur lui-même et ses collègues, des analyses fines des sensations palatales, dans les techniques à haute impédance. Il montra qu'une zone précise de la voûte du palais, située au-dessus des incisives, restait constamment excitée, quelle que soit la hauteur chantée ou la voyelle émise⁸⁸. C'est qu'on appelle depuis le *point de Mauran*. Des expériences de stimulation artificielle de ce point au moyen d'électrodes, ou au contraire d'anesthésie, ont confirmé ces observations : selon le cas, le sujet accroît son tonus glottique ou éprouve au contraire des difficultés de contrôle aboutissant au blanchiment de son timbre et à la disparition du *singing-formant*. Il est dès lors aisé de comprendre le rôle régulateur de cette sensation chez un chanteur qui l'éprouve.

⁸⁶ Il s'agit de valeurs moyennes, qui changent en fonction du taux d'occupation de la salle et de la nature des décors (cf. infra).

⁸⁷ C'est-à-dire issues de l'organisme lui-même, comme la faim, la soif, ou les sensations viscérales.

⁸⁸ Cf. É. Rouard, *La Voix dans le Chant*, Paris, Heugel, 1929.

Les plages palatales sont de loin les plus importantes sur le plan de la régulation cybernétique ; les autres, sans être négligeables, n'entrent que pour une part plus réduite dans la structure du circuit intime.

- Plage 4 : les sensations laryngées sont de nature proprioceptives⁸⁹. Elles apparaissent généralement faibles et diffuses, mais parfois euphorisantes, surtout dans les techniques à haute impédance. Toutefois, bon nombre de pédagogues insistent sur le fait qu'on ne doit rien ressentir au niveau du larynx, spécialement chez les débutants, où une perception à cet endroit est souvent la marque d'un défaut technique.
- Plage 5 : la région naso-faciale et crânienne est le siège de sensibilités vibratoires importantes — dites pallesthésiques, dues à la bonne conductivité des parties osseuses qui la constituent. Ces sensations, fortement ressenties, sont souvent assimilées à tort à des « résonances de tête ». Mais, la tête ou la face ne sauraient être confondues avec des résonateurs, dont elles n'ont pas le comportement acoustique. Néanmoins, beaucoup de chanteurs insistent sur cette perception (« chanter ou placer la voix dans le masque »).
- Plage 6 : à grande intensité, le sommet de la trachée peut être le siège de sensations interoceptives, ce que certains chanteurs traduisent par « sentir la colonne d'air ». Mais ces perceptions restent faibles, et ne jouent pas un grand rôle dans le circuit rétroactif.
- Plage 7 : deux types de sensations, différentes quoique difficilement dissociables, apparaissent dans la région thoracique : l'une, d'origine pallesthésique, est transmise par le vibreur au squelette, et d'autant plus que le larynx est maintenu en position basse ; cette sensation est fonction de l'intensité sonore, mais faiblement perçue. L'autre, beaucoup plus importante, d'ordre kinesthésique (liée au mouvement), naît de l'activité musculaire due à la respiration ; elle est diffuse, euphorisante, et joue un rôle important dans la régulation phonatoire.
- Plages 8 et 9 : ces sensations kinesthésiques sont puissamment ressenties, et de même nature que celles de la plage thoracique, puisque liées elles aussi à la mécanique respiratoire.

⁸⁹ Les sensibilités proprioceptives sont propres aux muscles, aux ligaments ou aux os, et renseignent le cerveau sur la position des différentes parties du corps.

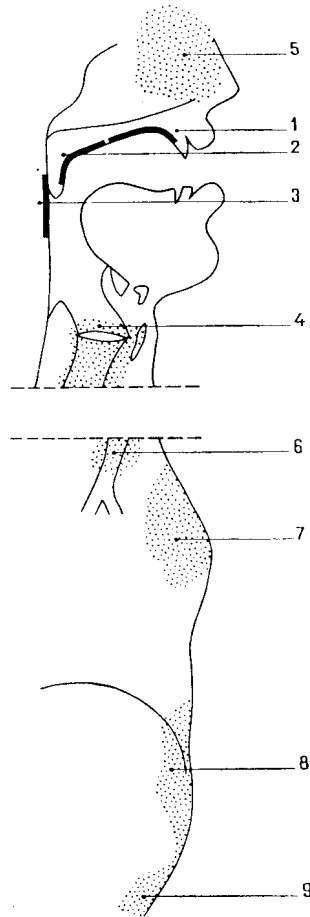


Fig. 41 : Plages de sensibilités internes

En résumé, les sensations les plus fortement ressenties par les chanteurs, celles qui permettent un véritable contrôle cybernétique de l'émission vocale, sont d'une double nature : interoceptives avec les plages palatales, et kinesthésiques avec le bas du ventre. Les premières permettent des réglages tels que le placement du son et la directivité subjective (cf. infra), les secondes l'appui de la voix et le soutien du souffle.

5.2. Les directivités subjectives

La directivité subjective est la sensation, pour un chanteur, de projeter le son vocal dans une direction donnée, avec plus ou moins de précision. Ainsi, lorsqu'une soprano, par exemple, parcourt son étendue du grave à l'aigu sur une voyelle fixe, elle aura l'impression d'orienter le son dans une direction définie par rapport à sa tête, direction qui varie en fonction de la technique utilisée. Il s'agit bien d'une *sensation*, et non d'une réalité acoustique ou physiologique, puisque les sons ne sortent réellement que par l'orifice buccal.

Il ne faut pas confondre cette donnée, purement sensorielle et donc subjective, avec la directivité physique. Cette propriété définit le comportement des ondes sonores en cours de propagation et montre entre autres que la directivité augmente avec la fréquence : les aigus sont en effet plus directifs que les graves, c'est-à-dire qu'ils se propagent dans l'axe de leur émission, contrairement aux basses fréquences qui rayonnent dans toutes les directions de l'espace.

Les directivités subjectives ont sans doute été ressenties depuis longtemps par les chanteurs, surtout par les artistes lyriques, mais c'est une soprano allemande, Lilli Lehmann (1848-1929), qui en entreprit l'étude minutieuse en examinant sa propre technique. Elle consigna ses observations dans un traité, *Meine Gesangkunst*, paru à Berlin en 1902 et traduit ensuite dans de nombreuses

langues⁹⁰. L'originalité de son travail tient surtout dans un schéma, maintes fois reproduit, associant une hauteur, notée sur portée, avec la direction dans laquelle la cantatrice avait la sensation de la projeter.

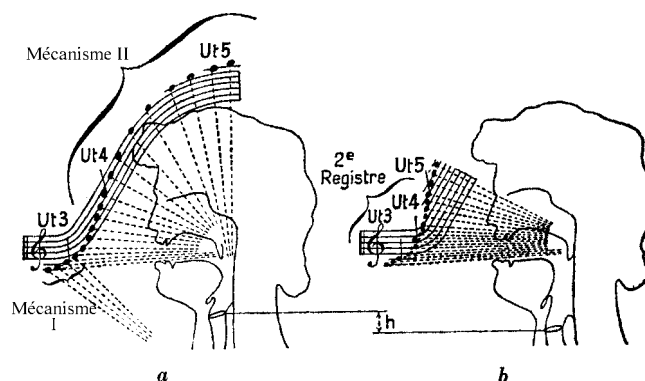


Fig. 42 : Directivités subjectives à basse et haute impédance (voix de soprano)

Le schéma *a* (fig. 42) reprend les indications de Lilli Lehmann et correspond à une émission à basse impédance ; le schéma *b* correspond à une émission à haute impédance. Cette comparaison permet un certain nombre d'observations (tableau fig. 43) :

Basse impédance	Haute impédance
Les directivités se « verticalisent » très tôt, seules celles de la 1 ^{re} octave restent horizontales.	La quasi totalité de l'étendue demeure horizontale, l'extrême aigu atteignant le niveau des yeux.
Céphalisation de l'aigu avec sensibilités crâniennes dès le <i>mi</i> ₄	Sensibilités faciales (« chant dans le masque »).
Les notes les plus graves (<i>ut</i> ₃ - <i>fa</i> ₃) sont émises en mécanisme I d'où des sensibilités thoraciques.	Le mécanisme II est normalement utilisé, sauf pour des effets spéciaux, d'où des sensibilités palatales fortes sur l'ensemble du registre.
Larynx en position plutôt haute.	Larynx en position basse ; dilatation et longueur maximale du conduit pharyngo-buccal.
Timbre clair ; voyelles pures, diction naturelle.	Timbre sombre ; voyelles et donc diction altérées.
Légère communication rétro-vélaire.	Fermeture rétro-vélaire.

Fig. 43 : Tableau comparatif des directivités subjectives

Les directivités subjectives trahissent fortement la technique d'un chanteur. Il n'est donc pas surprenant qu'un tel phénomène ait pu faire l'objet de polémiques nombreuses dans les milieux pédagogiques. Ici, la grande différence relevée entre ces deux attitudes vocales tient d'une part à leur caractère à la fois intime et métaphorique, et d'autre part à l'opposition entre haute et basse impédance ramenée sur le larynx.

Le principe des directivités sert trop souvent de base à des « explications techniques » concernant un geste ou un type d'émission vocal. Restant par principe extérieures au chanteur qui

⁹⁰ Titre en français, *Mon art du chant*, traduction de Chassang, Paris, Rouart-Lerolle et C^{ie}, 1922.

lui, les ressent, ces interprétations confèrent un semblant d'objectivité scientifique à ce qui n'est que symbolique ou métaphorique⁹¹.

5.3. La sensation de projection vocale

Très proche de l'idée précédente, cette sensation peut se définir comme l'*intention* de faire porter sa voix à une distance voulue. Il existe des rapports psychologiques — encore mal connus — entre le corps et l'environnement qui permettent d'apprécier et de gérer certaines situations de manière totalement subjectives dans l'intention, mais avec des conséquences objectives sur le comportement.

C'est ainsi que Pierre Bonnier⁹² préconisait à ses patients l'usage de formules telles qu'« appuyer sa voix sur le mur du fond de la salle », « chercher l'appui là où la voix arrive », ou encore « placer sa voix à vingt mètres »⁹³. Ces formules imagées, souvent mal comprises des non-spécialistes, jouent en réalité sur un mécanisme psychique subtil et néanmoins fondamental, à savoir que l'intention déclenche des adaptations motrices multiples, le plus souvent hors de la conscience du sujet. Avec la mise en pratique des préceptes cités plus haut, les adaptations entraînent :

- des inspirations plus profondes, avec accroissement de l'activité abdominale,
- une élévation du tonus laryngien,
- des appropriations bucco-labiales facilitant l'extériorisation de l'onde sonore,

c'est-à-dire une augmentation effective de la portée de la voix. Il ne s'agit évidemment pas pour le sujet de réaliser exactement la consigne (ce qui serait d'ailleurs impossible), mais d'engendrer un acte volontaire qui se traduira, éventuellement sur un autre plan, par une réaction semi-volontaire ou réflexe. De tels mécanismes sont habituels dans la vie courante, le plus souvent à notre insu (par exemple dans la conduite automobile ou l'apprentissage des arts martiaux).

Certains pédagogues jouent beaucoup sur ces principes, et traduisent leurs préceptes dans des expressions imagées que l'on trouvera à profusion dans les livres qu'ils ont écrits. Il ne faut donc pas juger ces expressions pour leur contenu, mais en fonction des processus qu'elles impliquent pour le sujet qui les met en pratique.

5.4. Le schéma corporel

5.4.1. Définition

Les différentes sensations cénesthésiques contribuent à former, en chaque individu, dans sa conscience, une image de soi, une représentation de son propre corps et de sa situation dans l'environnement, qui lui permet de se repérer dans l'espace⁹⁴. Reposant sur des informations sensorielles multiples tant proprioceptives qu'extéroceptives, cette représentation mentale schématique est indispensable à la vie normale. Le schéma corporel s'élabore au cours des premiers mois de la vie, et est considéré comme constitué avec le début de la station debout (neuf mois) et les premiers pas (entre douze mois et seize mois)⁹⁵. Il atteint définitivement le niveau de prise de conscience symbolique (la somatognosie) avec l'apparition de la dominance latérale — le plus souvent à droite — qui se fixe vers cinq ou six ans, âge à partir duquel se produit, en cas d'amputation, le phénomène du membre fantôme⁹⁶. Le schéma corporel est donc bien plus que la

⁹¹ Cf. Introduction. Des affirmations comme « *Quant à la localisation de ce son vocal, les chanteurs [indiens] ont une singulière manière de l'envoyer à l'extrême pointe du nez, tout en gardant les mâchoires relâchées et le voile du palais soulevé, ce qui aboutit à une voix haut perchée* » ou « [P. Méfano] *demande des voix planantes, accrochées au plafond du palais, donc avec une émission très soulevée (...)* », ici empruntées à M. Gagnard (*La Voix dans la musique contemporaine et extra-européenne*, p. 81 et 24), sont hélas légions dans la littérature.

⁹² Médecin ORL à l'Hôtel-Dieu, consultant à la Comédie française et à l'Opéra-comique au début du siècle.

⁹³ Husson, *La voix, chantée*, p. 180.

⁹⁴ Cf. P. Schilder, *L'Image du corps*, trad. fr., Paris, Gallimard, 1980.

⁹⁵ Cf. H. Wallon, *Les Origines du caractère chez l'enfant*, Paris, P.U.F., 1987.

⁹⁶ Hallucination motrice ou sensorielle provoquant des sensations dans un membre qui n'existe plus.

somme des sensations perçues, et nécessite la participation de toutes les aires gnosiques du cortex cérébral.

5.4.2. Le schéma corporel vocal

Partant des connaissances développées par les psychologues, A. Soullairac a élaboré, dans les années cinquante, le principe d'un sous-ensemble du schéma corporel général, reposant sur la cénesthésie phonatoire⁹⁷. Ce schéma corporel spécifiquement vocal repose donc sur le circuit intime, mais intègre également toutes les rétroactions auditives des circuits court et long. Il s'élabore progressivement au cours des quatre premières années de l'apprentissage du chant à haut niveau, et sa structure détaillée dépend étroitement de la technique vocale du sujet, dont elle est le reflet.

Le schéma corporel vocal est l'un des maillons essentiels dans la régulation phonatoire. L'interprète recrée l'image de son corps chantant, et en prend conscience ; la perception de ce schéma et son maintien tout au long de sa prestation permettent le pilotage de son émission, soit :

- une appréciation d'ordre affectif (sensations euphorisantes ou désagréables) ;
 - une correction des éventuels défauts ou imperfections ;
 - une adaptation aux conditions immédiates du chant, qui peuvent changer très rapidement (cf. supra Circuit court) ;
- la stabilisation de sa technique.

Ces régulations s'effectuent en fonction de la technique vocale mise en œuvre, puisque le schéma corporel vocal en est lui-même l'expression. Les sensibilités spécifiques à chaque plage s'organisent en une image à la fois cohérente et opératoire. Le schéma corporel vocal devient alors une véritable mémoire corporelle active.

6. Le circuit public

Le chanteur exerce une action sur le public, c'est même sa raison d'être. Mais en retour, les réactions du public influencent et donc modifient son comportement. Ce circuit comporte deux branches, une *action* vers l'auditoire, une *rétroaction* vers l'interprète ; il existe pour tous les concertistes, mais aussi pour la plupart des activités en rapport avec un public.

6.1. Rôle du public

Nous retrouvons les spécificités propres à la phonation, plus particulièrement au chant théâtral. Ici, le contenu affectif de la boucle de rétroaction est plus « chaud » qu'ailleurs. La voix n'est pas un instrument de musique comme une autre, mais jouit au contraire d'un prestige particulier ; son pouvoir émotionnel est plus vaste et plus profond. Cela ne signifie nullement qu'elle est plus « belle » ou plus « intéressante », mais de nombreuses cultures — dont la nôtre — lui ont conféré le statut de référence esthétique : la voix est un modèle à imiter, un idéal à atteindre pour les autres instruments de musique⁹⁸.

Le son de la voix éveille et touche une fibre profonde chez l'auditeur, peut-être liée à sa conscience d'espèce : il existe une part de chacun de nous dans la voix de l'autre. Cette perception se retrouve exacerbée dans l'opéra et son public, dont le comportement passionnel a été maintes fois souligné, y compris par l'ethnologie : « *L'opéra (...) peut être vu, à certains égards, comme le*

⁹⁷ A. Soullairac, « Sensibilités internes et phonation : centres, voies, mécanismes, rôles », *Revue de Laryngologie Portmann*, Supplément novembre 1955, p. 666-674.

⁹⁸ C'est plus marquant en Occident à certaines époques (Renaissance, Baroque...) qu'à d'autres (période contemporaine) ; mais c'est en revanche une constante dans les musiques modales d'Asie occidentale (Inde, Iran, Turquie, monde arabe).

dernier avatar des cérémonies de possession, ou encore, ce qui revient au même, le chanteur d'opéra peut être vu comme le dernier en date des rôles qu'ait joué jusqu'à présent le possédé »⁹⁹.

Aucun auditoire n'exprime ses passions comme le public lyrique : attentif à la performance parfois jusqu'à la caricature, capable de se déchaîner (de satisfaction ou de fureur !) pour un contre-ut, il manifeste son enthousiasme ou son hostilité de façon spectaculaire et extériorisée, par des interruptions, des vivats, des bis, ou des sifflets... comme en témoignent de grandes soirées « historiques » dont les enregistrements « *live* » conservent fidèlement la trace, avant d'être eux-mêmes recherchés comme objets de collection. On n'imagine pas le public « normal », celui du concert, applaudir à l'apparition du 1^{er} thème dans un concerto pour piano, ni couvrir les cadences orchestrales de ses applaudissements. De même, les rapports de force et les rivalités sont, à l'opéra, plus exacerbés qu'ailleurs¹⁰⁰, où cabales et pratique de la claque ne sont pas des légendes.

La claque, connue dès l'Antiquité, largement évoquée par Berlioz, est parfaitement organisée et placée sous l'autorité — respectée — d'un « chef de claque ». Ainsi, en 1820 à l'Opéra de Paris, les claqueurs, dirigés par le « chevalier du lustre » (allusion à la place qu'il occupait), se répartissaient en groupes composés de « tapageurs » chargés d'applaudir vigoureusement, de « connaisseurs » devant répandre des commentaires favorables pendant la représentation, de « pleureurs » manifestant leurs émotions avec ostentation, de « bisseurs », de « chatouilleurs » qui entretenaient dans leur secteur une atmosphère favorable par des mots d'esprit et distribuaient des sucreries, de « commissaires » vantant les mérites du spectacle pendant les entractes, et de « chauffeurs » dont la tâche consistait à colporter des bruits élogieux avant la représentation et des récits de triomphe après celle-ci¹⁰¹. Nombre d'ouvrages sur l'histoire de l'opéra évoquent la claque et citent des anecdotes, sinon véridiques, toujours plaisantes.

À l'opposé, la cabale peut à elle seule faire tomber un ouvrage, comme par exemple celle du Jockey-Club contre Tannhäuser à Paris en 1861, qui dut quitter l'affiche après seulement trois représentations.

6.2. Rétroaction sur le chanteur

Si, comme nous venons de le voir, le chanteur agit sur le public, l'action en retour du public sur le chanteur est une réalité forte, du fait de son caractère passionnel. Elle se traduit par deux types dominants d'états affectifs opposés, les états *stimulants* et les états *dépressifs*. Ces deux états agissent de manière antagoniste, entraînant d'importantes répercussions sur l'émission vocale et le comportement phonatoire du sujet, principalement dans les domaines de l'articulation, du timbre, des sensibilités internes, et de la respiration.

L'influence sur l'articulation se manifeste essentiellement sur la prononciation des consonnes : celle-ci est incisive, nette, avec les états stimulants, et au contraire molle avec les états dépressifs, surtout les occlusives, moins bien différenciées.

Pour le timbre, c'est surtout le *singing-formant*, son importance et son maintien, qui sont en jeu. Dans un état stimulant, la voix est mordante, et l'émergence du *singing-formant* favorisée ; dans le cas contraire, c'est par un soutien de la respiration abdominale plus marqué, exigeant une plus grande dépense énergétique, que sa présence reste possible. Il existe, chez les chanteurs professionnels qui ne se sentent pas en voix, des procédés empiriques pour accentuer le *singing-formant*, comme la simulation, durant quelques secondes, d'un état de colère. Il s'agit alors typiquement d'une activation psychique par l'intermédiaire d'une intention expressive volontaire (cf. § 5.3). En dehors des formants, la couverture semble également influencée, certains interprètes affirmant qu'elle est plus ou moins difficile à réaliser selon les états psychiques positifs ou négatifs.

En dehors des conséquences directes sur la voix chantée, les émotions ressenties par le chanteur ont des effets sur ses perceptions internes, surtout palatales. Perçues correctement dans les états stimulants, elles ont tendance à reculer, à se postérioriser avec les états dépressifs ou négatifs,

⁹⁹ G. Rouget, *La musique et la transe*, Paris, Gallimard, 1980, p. 337. Voir le chapitre Renaissance et opéra, et surtout la savoureuse Lettre d'un Béninois sur l'opéra, clin d'œil à Montesquieu. Voir également Machabey, *Le bel canto*, où sont rassemblés de nombreux témoignages sur les mœurs du public lyrique des XVII^e et XVIII^e siècles.

¹⁰⁰ L'une des raisons en est que la concurrence, pour ne pas dire la compétition, y est plus directe, les artistes se retrouvant ensemble, sur la même scène.

¹⁰¹ D'après Rosenthal et Warrack, *Guide de l'Opéra*, article Claque.

obligeant le sujet à des adaptations afin de maintenir cette sensation si importante pour le contrôle cybernétique.

Enfin, comme chacun le sait, la mécanique respiratoire réagit aux émotions, dont elle est étroitement dépendante. La respiration est naturellement aisée et semi-consciente avec les états positifs, mais devient plus difficile dans les situations inverses, exigeant parfois une véritable intervention volitive pour assurer une ventilation compatible avec le chant à haut niveau.

6.3. Conclusion

Il est important de noter que les états affectifs dont il a été question jusqu'ici ne doivent pas être confondus avec les émotions véritables ; ils sont plutôt une tendance à ressentir ces émotions, mais pas de façon mécanique : ainsi, une réaction hostile du public n'entraîne pas systématiquement un état défavorable. Cela dépend de la personnalité de l'artiste, du moment où se produit cette réaction, et peut au contraire engendrer une stimulation agressive à effets positifs (cf. supra).

Il est un autre aspect sur lequel je n'insisterai pas ici, celui de la manifestation des émotions. N'importe quelle émotion fortement vécue peut créer un état dépressif. C'est pourquoi les chanteurs lyriques, confrontés à toutes sortes de contraintes d'émission, ne peuvent éprouver pleinement les sentiments qu'ils manifestent, et doivent les mimer. Cette idée renvoie bien évidemment au fameux paradoxe du comédien que Diderot formulait ainsi : « *C'est l'extrême sensibilité qui fait les acteurs médiocres ; c'est la sensibilité médiocre qui fait la multitude des mauvais acteurs ; et c'est le manque absolu de sensibilité qui prépare les acteurs sublimes.* » Une affirmation si radicale a toujours été contestée — ou nuancée — par de nombreux comédiens, mais si l'on peut concevoir une voix brisée par un sentiment authentique au théâtre, ce serait impossible à l'opéra, où les sanglots qu'on y entend sont parfaitement maîtrisés¹⁰².

Enfin, on retiendra de cet examen du circuit intime l'étroite et complexe corrélation entre les mécanismes producteurs du chant, les différents rétrocontrôles, le système nerveux central, et le système neurovégétatif.

7. Les contraintes théâtrales

Tout chanteur d'opéra se trouve confronté à deux types de contraintes, liées à la nature double du spectacle lyrique : l'une d'ordre musical et phonatoire, l'autre d'ordre scénique et dramatique. Ces exigences s'imposent à l'interprète et influencent sa prestation en provoquant, selon leur nature, des réactions par le canal d'un des différents circuits cybernétiques. Nous n'avons considéré jusqu'ici que le premier type ; cette dernière partie traitera du second, qui peut, grosso modo, se répartir en trois foyers : la mise en scène, le partenaire, et les conséquences psychologiques.

7.1. Influence de la mise en scène

Elle impose des conditions matérielles au chanteur qui ne sont pas forcément les plus avantageuses pour lui.

- Les décors, selon qu'ils sont réfléchissants ou absorbants, favorisent ou contrarient la projection vocale. Le plus souvent, leur nature composite et leur implantation ménagent des zones à comportement acoustique différent, dont le chanteur doit tenir compte par l'intermédiaire du circuit long.

- Le costume peut être trop chaud, ou pas assez, d'où un inconfort évident. Mais surtout, il entraîne une sudation excessive pouvant altérer les perceptions somatiques du circuit privé ; de même s'il est trop lourd (cuirasse, manteau royal...), avec en outre une entrave aux mouvements respiratoires de niveau costal. Les couvre-chefs, surtout les casques s'ils sont mal équilibrés, provoquent une activité homolatérale compensatrice des muscles du cou pouvant se répercuter par une hypotonie de la corde vocale correspondante. Le maquillage et les postiches, enfin, peuvent eux aussi gêner les perceptions internes ; la fausse barbe en est l'exemple le plus connu chez les

¹⁰² Et comment ne pas évoquer l'étymologie du mot comédien, qui provient du grec *hypokritès*...

professionnels : elle tirera la peau lors des grandes ouvertures de la bouche si elle a été imprudemment collée sur le visage au repos.

D'une façon générale, toute contrainte vestimentaire risque de générer de nouvelles sensations plus fortes que celles du schéma corporel vocal, et donc d'en perturber la fonction régulatrice.

- Les jeux de scène et les postures requises par la direction d'acteur peuvent également perturber les gestes phonatoires : ainsi les positions couchées, assises ou même penchées, limitent les mouvements de la sangle abdominale avec des conséquences sur la bonne gestion du souffle ; certaines mimiques peuvent aussi créer un état stimulant ou au contraire dépressif (cf. § 6.2).

- L'éclairage électrique, surtout la puissante rampe théâtrale, provoque chez les chanteurs des stimulations oculaires pouvant les troubler, mais qui, selon des témoignages récurrents, se traduisent plutôt par des effets stimulants.

7.2. Influence du partenaire

Du fait de leur proximité les uns par rapport aux autres, les chanteurs d'opéra exercent des influences réciproques, inégales et diverses, qui dépendent de nombreux facteurs, parmi lesquels :

- la personnalité, plus ou moins forte, du partenaire ;
- son expérience, réelle, mais surtout celle qu'on lui reconnaît ;
- sa plus ou moins grande notoriété ;
- la sympathie, l'estime qu'il inspire, ou bien sûr les sentiments contraires.

Ces influences se manifestent surtout dans les deux domaines psychologique et musical. Sur le plan psychologique, elles induisent des réactions par le canal du circuit public (cf. § 6), alors que sur le plan musical, elles agissent par le circuit court, et touchent au timbre, à l'intensité et à la justesse, qui subissent alors des ajustements audio-phonatoires (cf. § 3).

7.3. Effets du trac

Le trac est une angoisse ou une peur irraisonnée ressentie avant d'affronter le public, mais que l'action dissipe généralement. Très répandu même (et surtout !) chez les grands artistes¹⁰³, il agit en force inhibitrice, donc génératrice d'états dépressifs, favorise le repli sur soi, et comme l'expliquent les psychologues, la non-libération personnelle prime la notion d'un lien avec le public¹⁰⁴. Ses causes sont encore mal connues, mais dues pour l'essentiel à une intervention néfaste du système nerveux sympathique.

Le trac peut aussi prendre la forme de l'anxiété, et n'être pas exclusivement lié à la présence du public. Avec cette forme d'inhibition, et contrairement à l'angoisse, la cause de la peur apparaît plus ou moins clairement. Ainsi, devoir chanter par cœur des rôles parfois très longs, sans le secours de la partition, et tout en assurant les jeux de scène, représente pour certains interprètes une forte source d'anxiété, que vient heureusement atténuer la présence du souffleur, officiant dans la plupart des théâtres. Son rôle est celui d'un soutien musical mais surtout d'une présence psychologiquement rassurante, et l'on entend fort bien, dans certains enregistrements pris sur le vif au cours de représentations théâtrales, le souffleur chuchoter les premiers mots de l'air qui va suivre.

* *
*

Les contraintes liées à la représentation théâtrales sont finalement nombreuses, et celles qui ont été évoquées ici n'en offrent que quelques exemples. Certaines engendrent des effets stimulants, aident à mimer les émotions, entraînent et dynamisent le chanteur en le plaçant dans des conditions optimales. Mais ce ne sont pas les plus nombreuses, et la plupart, au contraire, produisent des effets

¹⁰³ Parmi d'innombrables exemples, celui de Rosa Ponselle (1897-1981), idole du Metropolitan Opera de New York, qui, lasse de lutter contre le trac, cette « véritable agonie », selon son expression, dut finalement abandonner prématurément la scène.

¹⁰⁴ Cf. Magoun (H.W.), *Le Cerveau éveillé*, trad. fr., P.U.F., Paris, 1960.

inverses, négatifs, entrant en conflit avec le schéma corporel vocal, et que le sujet doit surmonter, annihiler et dépasser afin de pouvoir s'exprimer totalement, dans la plénitude de ses moyens.

CHAPITRE VIII

LA CLASSIFICATION DES VOIX

1. Origines

La préoccupation de classifier les voix n'a pas toujours existé et ne remonte qu'à la deuxième moitié du XVIII^e siècle, probablement avec Mozart. En effet, à l'époque de la polyphonie, jusqu'au XVI^e siècle, on distinguait seulement les voix hautes ou élevées des voix graves ou basses. Avec l'opéra baroque, la question évolue peu, du fait de l'usage généralisé de la transposition ; les chanteurs adaptent les airs à leur tessiture, le compositeur ne manifestant jamais d'exigences en ce domaine.

L'évolution commence à se dessiner à l'époque classique, et en France par exemple, les voix d'hommes se répartissaient déjà en *falsettiste*, qui n'usait que du fausset, *haute-contre*, qui alternait les registres de poitrine et de fausset, *taille*, c'est-à-dire ténor grave, *basse-taille* (baryton) et *basse*.

Son souci de vérité dramatique amène Mozart à typer vocalement ses personnages, mais les mêmes chanteurs interprètent des types différents. La pratique reste en retard sur la particularisation qui commence à poindre dans les partitions, et cette situation se prolonge jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Mais à partir de cette époque, les performances exigées des chanteurs deviennent de plus en plus lourdes, et une spécialisation inévitable commence à apparaître : Wagner et Verdi, exactement contemporains, sont rarement interprétés par les mêmes chanteurs.

Dès la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, les catégories vocales sont extrêmement nombreuses, au point que certains musicologues y voient la marque (ou les prémisses) d'une décadence de l'art du chant. Ainsi, la voix de mezzo-soprano type « dugazon »¹⁰⁵, à l'étendue *sol*₂-*si*₄ et au timbre à la fois léger et épais, était répartie en « jeune dugazon », « première dugazon », « forte première dugazon » et « mère dugazon » selon des critères de timbre (et espérons-le, d'âge...) On conçoit effectivement que de tels abus puissent être la source d'un appauvrissement technique.

2. Principes de classification

Bien entendu, les catégories vocales varient selon les écoles, les pédagogues, souvent les chanteurs eux-mêmes, et aussi les historiens. Mais les compositeurs s'en soucient généralement fort peu, et lorsqu'ils s'écartent trop des normes ou habitudes établies, ils font naître tout simplement une nouvelle catégorie : la fonction crée l'organe, en quelque sorte.

Il est donc inutile de proposer une classification multipliant à plaisir les catégories¹⁰⁶ vocales, mais il est impossible d'ignorer les grands types qui recouvrent la totalité de la pratique lyrique.

2.1. Impératifs d'une classification

Plusieurs paramètres doivent être pris en considération, en particulier :

¹⁰⁵ Du nom de Louise Rosalie Lefèvre, dite « Madame Dugazon » (1755-1821), la plus célèbre chanteuse d'opéra-comique de son temps avec Marie Favart.

¹⁰⁶ Husson, par exemple, ne distinguait pas moins de 36 tessitures.

1. l'étendue vocale ou ambitus de la voix
2. la tessiture, définie comme un sous-ensemble de l'étendue
3. le timbre, la couleur de la voix
4. la puissance, qui détermine la catégorie (1^{re}, 2^e, 3^e catégorie...)

Tous ces paramètres définissent la notion d'*emploi théâtral*, déterminante pour le choix d'un rôle, mais les combinaisons sont multiples : ainsi deux voix peuvent présenter la même étendue mais des tessitures différentes, la même étendue, la même tessiture, mais des timbres différents, ou encore la même tessiture, mais des puissances différentes. Dans tous les cas, les emplois seront (théoriquement) différents.

On remarquera que la notion d'agilité ou de virtuosité n'est ici pas prise en compte, car son absence peut être considérée comme un défaut technique dans la plupart des cas.

2.2. Méthodes de classement des voix

Décider de l'appartenance d'une voix débutante à telle ou telle catégorie est extrêmement difficile. Au début, l'élève ne possède que sa voix naturelle et pas de technique. Il n'est donc pas évident d'anticiper les possibilités futures, après transformation de la voix actuelle par le travail. Les risques d'erreurs sont nombreux, et l'expérience du professeur primordiale. Deux exemples célèbres montrent à quel point cette détermination est délicate. Lauritz Melchior (1890-1973), américain d'origine danoise, débuta comme baryton en 1912, avant de faire la plus grande carrière connue de ténor wagnérien, et de nouveaux débuts en 1918 avec Tannhäuser. Quant au chanteur chilien Ramon Vinay (né en 1912), il entama sa carrière comme baryton en 1938 (*De Luna du Trouvère*), continua en 1943 comme ténor (*Don José*), puis reprit les rôles de baryton à partir de 1962 (*Telramund, Iago*). Ces avatars ne sont pas des exceptions, et l'on pourrait citer bien d'autres cas semblables.

La méthode la plus courante, pour classer une voix, consiste à faire vocaliser un sujet sur toutes les voyelles, en notant les facilités et difficultés d'émission ; ceci permet un classement provisoire.

Ce procédé étant tout à fait empirique, d'autres méthodes, plus « objectives », ont été proposées, en particulier :

- détermination par la toux sonore : curieuse idée due au Dr Tarneaud¹⁰⁷ selon qui la hauteur tonale de la toux donne des indications sur la tessiture du sujet ; cette méthode semble loin d'être infaillible ;
- mesure de la chronaxie récurrentielle du sujet : d'après la théorie neuro-chronaxique, la tessiture serait fonction de la chronaxie¹⁰⁸ du nerf récurrent ; hypothèse aujourd'hui abandonnée ;
- volume des cavités de résonance : c'est à l'évidence confondre timbre et hauteur ; le volume ne joue aucun rôle dans l'élaboration de la hauteur tonale ;
- morphologie du sujet : type longiligne pour les basses, bréviligne pour les ténors ; encore plus fantaisiste : le type sexuel, avec androïde (basse), gynoïde (ténor), type masculin pour le contralto, hyperféminin pour le soprano...
- longueur des cordes vocales : la hauteur moyenne d'une voix serait inversement proportionnelle à la longueur des cordes vocales ; longues pour une basse, courtes pour un ténor, plus longues en moyenne chez les hommes que chez les femmes.

Cette dernière méthode (mais en est-ce vraiment une ?) sans être vraiment rejetée, présente tant d'exceptions¹⁰⁹, qu'elle ne peut être considérée comme fiable. De plus, la longueur réelle des cordes vocales est difficile à apprécier, car leur insertion antérieure est cachée dans la commissure thyroïdienne, et les muscles crico-thyroïdiens sont susceptibles de les allonger.

¹⁰⁷ *Larynx et phonation*, p. 120 sq.

¹⁰⁸ La chronaxie est la « vitesse » d'un nerf, ou plus exactement le temps en seconde mis par un influx nerveux à parcourir 1 cm de nerf. Le récurrent innerve les cordes vocales.

¹⁰⁹ Deux exemples parmi des dizaines : le ténor Caruso possédait de très longues cordes vocales, la basse Labriet des cordes courtes.

3. Les principaux types de voix

La classification proposée ici donne une idée générale des principaux types de voix à travers le répertoire lyrique, d'après les critères définis précédemment, à savoir étendue, tessiture, timbre et puissance. Pour chaque type de voix, quelques rôles célèbres ou importants sont mentionnés, comme une suggestion d'écoute. Une classification de ce genre comporte nécessairement une part de subjectivité, et l'on pourrait imaginer d'autres choix.

Les titres des opéras sont indiqués en langue vernaculaire, ou en français lorsque c'est l'usage courant ; ils ne sont pas repris dans le cas des rôles-titres. Les compositeurs ne sont cités que lorsqu'une ambiguïté sur une œuvre est possible.

3.1. Voix féminines

3.1.1. Soprano léger colorature

Le terme colorature prête souvent à confusion. Il désigne des vocalises, et par métonymie des voix aptes à vocaliser (par ex. basse colorature) ; c'est par une extension abusive qu'il est assimilé seulement à l'aigu.

- étendue : très longue : *ut₃-fa₅*
- tessiture : élevée, aigu très facile ; grave moins utilisé
- timbre : peut être mince
- puissance : pas absolument nécessaire : l'oreille est très sensible à l'aigu
- rôles : Reine de la Nuit (*La Flûte enchantée*) ; Amina (*La Somnambule*) ; Lakmé ; Zerbinetta (*Ariane à Naxos*).

3.1.2. Soprano léger demi-caractère

Voix spécialisée dans les rôles légers, voire comiques, souvent des soubrettes ou des seconds rôles ; elle requiert moins d'agilité que le colorature, mais surtout moins d'aigu.

- étendue : *ut₃-si₄*
- tessiture : élevée ; grave peu utilisé
- timbre : léger, mince
- puissance : en général faible
- rôles : soubrettes mozartiennes (Blonde ; Despina) ; Ännchen (*Le Freischütz*) ; Oscar, rôle travesti (*Un Bal masqué*).

3.1.3. Soprano lyrique

Voix de la diva, elle joue les premiers rôles, qui exigent de grandes qualités d'interprète (musicales et dramatiques), ainsi qu'une technique très complète ; il est possible d'établir une distinction entre soprano lyrique léger et soprano grand lyrique.

- étendue : *la₂-ré₅* (au minimum)
- tessiture : médium/aiguë
- timbre : expressif ; homogène ; souvent clair
- puissance : importante ; volume nécessaire
- rôles : Marguerite (*Faust*) ; Aida ; Elsa (*Lohengrin*) ; Tosca ; Mimi (*La Bohème*) ; la Maréchale (*Le Chevalier à la rose*).

3.1.4. Soprano dramatique

Nommé aussi *lirico spinto* (dans l'opéra italien), nécessite les mêmes qualités que le soprano lyrique et bénéficie du même prestige, mais les rôles demandent parfois plus d'endurance.

- étendue : *la₂-ut₅*
- tessiture : plus basse que celle de soprano lyrique ; grave sonore
- timbre : peut être sombre

- **puissance** : très grande
- **rôles** : Brünnhilde (*Le Crépuscule des Dieux*) ; Isolde (*Tristan und Isolde*) ; Gioconda ; Salomé.

3.1.5. Soprano dramatique colorature

Également appelé soprano dramatique d'agilité, ces emplois exigent tout à la fois des qualités dramatiques, un aigu très facile et beaucoup d'agilité. Ce type de voix fut inauguré par Haendel (rôles pour castrats) et Mozart, qui transporta le style de l'*opera seria* dans l'opéra bouffe, puis pleinement exploité par le bel canto romantique (Rossini, Bellini, Donizetti) jusque vers 1835 et les œuvres du premier Verdi. Au XX^e siècle, le goût pour le suraigu et les voix légères transforma radicalement ces rôles qui perdirent leur facette dramatique pour n'en conserver que l'esprit colorature. Les interprètes d'alors transposaient et même transformaient les airs pour éviter la tessiture grave. C'est Maria Callas (1923-1977), qui dans les années cinquante réhabilita les partitions originales en recréant un répertoire authentique au travers des personnages qu'elle incarnait à la perfection.

- **étendue** : très longue, *la₂-mi₅*
- **tessiture** : large, grave sonore et aigu facile
- **timbre** : doit permettre l'expression dramatique
- **puissance** : importante
- **rôles** : Donna Anna (*Don Giovanni*) ; Fiordiligi (*Così fan tutte*) ; Sémiramis ; Norma ; Lucia di Lamermoor.

3.1.6. Mezzo-soprano

Voix typiquement intermédiaire, dont les rôles sont abordés tantôt par les sopranos, tantôt par les contraltos ; c'est la tessiture qui importe, plus que les notes, qui ne sont pas forcément très graves.

- **étendue** : *la₂-la₄*
- **tessiture** : souvent médium
- **timbre** : moins clair que celui de soprano
- **puissance** : variable selon les emplois (premier ou second rôle)
- **rôles** : Dorabella ; Alceste [Gluck] ; Azucena (*Le Trouvère*) ; Venus (*Tannhäuser*) ; Carmen.

3.1.7. Contralto dramatique

Véritable voix grave féminine, assez peu fréquente ; sauf dans la musique baroque, peu de compositeurs lui ont confié un premier rôle. Elle disparaît progressivement au cours du XIX^e siècle au profit du mezzo-soprano.

- **étendue** : très longue, par l'usage de la voix de poitrine : *mi₂-la₄*
- **tessiture** : variable, grave évidemment bien exploité
- **timbre** : rarement clair
- **puissance** : nécessaire pour certains effets dramatiques
- **rôles** : Ulrica (*Un Bal masqué*) ; Erda (*L'Or du Rhin*) ; Dalila (*Samson et Dalila*).

3.1.8. Contralto colorature

C'est plus une spécialisation qu'une catégorie proprement dite. Même caractéristique que le contralto dramatique, mais l'agilité et la virtuosité sont de rigueur. Historiquement, elle provient en ligne directe du style des castrats, qui s'effacent de la scène au début du XIX^e siècle. C'était aussi la voix de Maria Malibran (1808-1836). Cette tessiture disparut avec le bel canto et ne fut réhabilitée que dans les années 1970 par Marilyn Horne (née en 1929).

- **étendue** : extrêmement longue : *ré₂-si₄* (et parfois le *contre-ut*)
- **tessiture** : mêmes caractéristiques que pour le contralto dramatique

- **timbre** : rarement clair
- **puissance** : nécessaire pour certains effets dramatiques
- **rôles** : écrits à l'origine pour les castrats (opéras de Haendel, Vivaldi...) ; Isabella (*L'Italienne à Alger*) ; Cenerentola.

3.2. Voix masculines

Les catégories masculines sont plus nombreuses que pour les femmes. Cela est dû à trois raisons principales. D'abord, les voix d'hommes sont plus courtes que celles des femmes — elles couvrent en général à peu près deux octaves — car elles ne disposent que d'un seul registre (ou en tout cas ne recourent qu'exceptionnellement au fausset). Ensuite, les différences entre les voix élevées et graves sont plus accusées chez les hommes. Enfin, les types intermédiaires sont beaucoup plus exploités chez les chanteurs, et il n'y a pas de symétrie entre les voix de baryton et celles de mezzo-soprano.

Les voix de ténors ont presque toujours la même étendue, do_2 - do_4 , mais des dépassements occasionnels (dans les deux sens) sont possibles. Les notes beaucoup plus aiguës (comme le *contre-fa4*) des *Puritains*, étaient chantées en voix de fausset (cf. chapitre IV).

3.2.1. Haute-contre (sopraniste, contre-ténor)

Cette catégorie implique l'usage (permanent ou alterné) du fausset. La hauteur et le timbre dépendent en grande partie de la tessiture du sujet en voix de poitrine, le fausset d'une basse n'étant pas équivalent à celui d'un ténor. Mais le plus souvent, elle correspond à celle de l'alto féminin (avec moins de puissance et d'étendue). Cette voix fut redécouverte par Alfred Deller (1912-1979) et connaît aujourd'hui un essor considérable, lié au succès de la musique baroque.

- **étendue** : courte ; peut être prolongée au grave par la voix de poitrine
- **tessiture** : dépend de la voix de poitrine d'origine
- **timbre** : chaud, parfois légèrement voilé
- **puissance** : généralement faible, peu de volume
- **rôles** : opéras de Lully, Rameau... Orlando (*Orlando furioso*) ; Orfeo [Gluck] ; Oberon¹¹⁰ (*Le Songe d'une nuit d'été*) [Britten].

3.2.2. Ténor aigu

L'aigu est souvent émis en fausset, comme dans l'opéra classique ou l'opéra-comique français. Le ténor aigu joue souvent des rôles bouffes (baptisé alors ténor *trial*) ou secondaires.

- **étendue** : ut_2 - $ré_4$
- **tessiture** : grave très peu utilisé
- **timbre** : peut être acide (bouffe) ; normalement très clair
- **puissance** : souvent faible
- **rôles** : Platée ; Brown (*La Dame blanche*) ; Mime (*Siegfried*) ; l'Arithmétique (*L'Enfant et les sortilèges*).

3.2.3. Ténor léger

Appelée *tenor di grazia* en Italie, cette voix fut appréciée surtout au XVIII^e et au début du XIX^e siècle, par Mozart et Rossini notamment. En France, elle s'oriente plutôt vers l'opérette.

- **étendue** : ut_2 - sib_3
- **tessiture** : moins étendue dans l'aigu
- **timbre** : doux, velouté ; qualités de charme
- **puissance** : moyenne

¹¹⁰ Rôle spécialement écrit pour A. Deller.

- rôles** : Tamino (*La Flûte enchantée*) ; Don Ottavio (*Don Giovanni*) ; Almaviva (*le Barbier de Séville*) ; David (*Les Maîtres chanteurs*) ; Alwa (*Lulu*).

3.2.4. Ténor lyrique

L'équivalent du soprano lyrique chez les femmes ; voix complète, pour les premiers rôles. Cette catégorie s'est essentiellement développée au XIX^e siècle.

- étendue** : *sib₁-ut₄*
- tessiture** : contre-ut aisé
- timbre** : plutôt clair, possède néanmoins du charme
- puissance** : grande, aigu éclatant
- rôles** : les plus grands : Alfredo (*Traviata*) ; Werther ; Mario (*Tosca*) ; Rodolphe (*La Bohème*) ; Faust.

3.2.5. Ténor dramatique

Appelée *lirico-spinto* en Italie, cette catégorie ne correspond pas à celle de soprano dramatique (mais plutôt à celle de « grand lyrique »). Elle est très proche de la précédente, et les ténors passaient autrefois le plus souvent de la première à la seconde au cours de leur carrière. Aujourd'hui, cette progression est moins respectée, surtout à cause du disque, qui permet de prendre beaucoup plus de libertés. Cette voix s'est développée dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, principalement avec l'opéra veriste.

- étendue** : *ut₂-ut₄*
- tessiture** : contre-ut obligé, mais légèrement plus grave que pour le ténor lyrique ; l'aigu reste néanmoins éclatant
- timbre** : plus de force, plus incisif, moins de charme que le ténor lyrique
- puissance** : grande, grave sonore
- rôles** : Radamès (*Aida*) ; Lohengrin ; Énée (*Les Troyens*) ; Otello ; Canio (*Paillasse*).

3.2.6. Ténor héroïque

C'est le type du *Heldentenor* créé par Wagner et apprécié aussi par R. Strauss. Il semble aujourd'hui en voie de disparition, après avoir été florissant dans la première moitié du XX^e siècle et contribué à la fortune du Festival de Bayreuth.

- étendue** : *ut₂-ut₄*
- tessiture** : très large, contre-ut rare mais obligé
- timbre** : sombre mais aigu puissant
- puissance** : énorme ; rôles souvent longs
- rôles** : Tannhäuser ; Siegfried ; Tristan ; Samson (*Samson et Dalila*) ; Bacchus (*Ariane à Naxos*) ; Hérode (*Salomé*).

3.2.7. Baryton-Martin

Également connue sous le nom de « baryton léger » dans l'opéra comique et de « baryton viennois » dans l'opérette, c'est typiquement une voix intermédiaire. Elle dispose de très peu d'emplois au théâtre, le chanteur devant choisir entre les rôles de ténor ou de baryton, ou encore opter pour une carrière de soliste, ce type convenant parfaitement à la mélodie.

- étendue** : relativement courte, *ut₂-la₃*
- tessiture** : étroite, médiane
- timbre** : léger, voix élégante
- puissance** : moyenne

- rôles : Pelléas¹¹¹ (*Pelléas et Mélisande*) ; Ramiro (*L'Heure espagnole*¹¹²) ; Danilo (*La Veuve joyeuse*).

3.2.8. Baryton-Verdi

Sa dénomination est explicite. C'est l'une des grandes voix d'opéra, elle exige de grandes qualités dramatiques.

- étendue : *la*₁-*lab*₃
- tessiture : large, mais plutôt élevée
- timbre : clair, aigu éclatant
- puissance : très grande
- rôles : Figaro (*Le Barbier de Séville*) ; Rigoletto ; Renato (*Un Bal masqué*) ; Falstaff ; Valentin (*Faust*).

3.2.9. Baryton-basse

C'est l'autre grande voix de baryton, dont la frontière est floue avec celle de basse, les chanteurs passant de l'une à l'autre. Elle requiert elle aussi un grand sens théâtral. C'était la voix masculine préférée de Mozart.

- étendue : *sol*₁-*sol*₃
- tessiture : grave plus exploité que l'aigu
- timbre : plus sombre que le précédent, grave sonore
- puissance : très grande
- rôles : Don Giovanni ; Wotan (*La Tétralogie*) ; Pizzaro (*Fidelio*) ; Scarpia (*Tosca*).

3.2.10. Basse chantante, basse bouffe

Ce type de voix recouvre deux types d'emplois bien différents : la basse chantante est volontiers plus lyrique que dramatique, alors que la basse bouffe demande de bonnes qualités d'acteur.

- étendue : *fa*₁-*fa*₃
- tessiture : grave plus exploité que l'aigu
- timbre : peut donner lieu à des effets (basse bouffe)
- puissance : importante (surtout basse chantante)
- rôles : a) basse chantante : Philippe II (*Don Carlo*) ; Boris Godounov ; Méphisto (*Faust*) ;
b) basse bouffe : Osmin (*L'Enlèvement au Sérail*) ; Leporello (*Don Giovanni*) ; Ochs (*Le Chevalier à la rose*).

3.2.11. Basse noble ou profonde

Ou encore en France « basse Nivette », c'est la voix lyrique la plus grave. Elle se rencontre plus fréquemment dans les pays slaves et nordiques qu'au Sud. La qualité de l'émission est primordiale, et l'emporte sur l'agilité qui n'est presque jamais demandée. Les emplois sont rarement des premiers rôles, mais néanmoins des personnages importants, rois, prêtres, juges, etc.

- étendue : très longue : *ut*₁-*fa*₃
- tessiture : également large
- timbre : pas forcément sombre ; peut être éclatant
- puissance : grande
- rôles : Sarastro (*La Flûte enchantée*) ; Brogni (*La Juive*) ; Hunding (*La Walkyrie*) ; Ramfis (*Aida*) ; Gremine (*Eugène Oniéguine*)

¹¹¹ Le plus grand rôle. Remarquer la discographie, où la version de Boulez fait appel à un ténor (G. Shirley), et celle de Karajan à un baryton (R. Stilwell).

¹¹² La seule partition, à ma connaissance, qui précise expressément un baryton-Martin.

4. Introduction à l'écoute critique du chant

L'écoute critique est une forme d'analyse auditive prenant en compte de multiples facteurs se rapportant non seulement à l'œuvre musicale, à sa structure et à son contexte historique et stylistique, mais également à l'interprétation, c'est-à-dire à la manière dont cette œuvre est restituée. Cet élargissement des paramètres habituels de l'écoute a pour ambition d'approfondir la connaissance musicale et surtout de justifier, grâce à une argumentation enrichie, les impressions subjectives et les jugements de valeur.

Je propose ici un simple exposé des points essentiels devant constituer l'analyse, mais uniquement celle de l'interprétation. Ces paramètres peuvent se diviser en deux groupes, les éléments d'ordre musical et les éléments touchant spécifiquement à la technique vocale.

4.1. Les éléments d'ordre musical

La liste ci-dessous ne prétend pas être exhaustive, mais recense quelques points clés indispensables à prendre en compte dans une approche critique.

1. **Justesse** : particulièrement dans les extrêmes, et surtout l'aigu, que les compositeurs mettent souvent en valeur, notamment à la fin des pièces ; mais il faut toujours se garder de juger sur une seule note, fut-elle ratée !
2. **Précision des attaques** : elles doivent être franches, sans fréquents ajustages de hauteur ; toutefois les *portamento* sont parfois à considérer comme éléments stylistiques, et non comme défaut d'intonation : fréquents avec l'école italienne (surtout jusque dans les années quatre-vingt), ils sont en revanche rares chez les interprètes anglo-saxons.
3. **Stabilité** : les notes tenues doivent l'être « fermement », la voix ne doit pas « bouger », selon l'expression consacrée. L'absence de stabilité a plusieurs causes, principalement le trac, le surmenage et la fatigue.
4. **Style** : respect par le chanteur d'un ensemble de traits caractéristiques d'une époque ou d'un genre. Les décalages — en réalité des anachronismes — les plus fréquents touchent à l'interprétation de la musique ancienne ou baroque¹¹³, où un vibrato omniprésent et une émission à haute impédance trahissent une technique du XIX^e siècle.
5. **Emploi** : la voix du chanteur, quelles que soient ses qualités intrinsèques, doit être adaptée au rôle interprété. La crédibilité est un paramètre à part entière : une voix jeune convient mal à un vieillard, un timbre mince à un personnage influant, c'est l'évidence même. Malheureusement, ces adéquations sont loin d'être toujours réalisées, de nombreux facteurs extra-musicaux intervenant dans les distributions, aussi bien au disque qu'au théâtre.
6. **Pouvoir émotionnel** : la capacité d'émouvoir, et plus généralement de traduire des sentiments, ou plutôt de les faire ressentir à l'auditoire, ne va pas de soi, et exige des qualités particulières, que certaines voix ne possèdent pas : soit par froideur ou raideur, la « beauté glacée », soit par une traduction inadéquate des sentiments. Le chanteur doit se comporter en véritable comédien.
7. **Variété des nuances** : chanter sans dynamique, dans une nuance uniforme (généralement *mezzo-forte*), est un défaut fréquent chez les débutants. Un air d'opéra se prête à l'expression de nuances riches, variées et subtiles, mais c'est encore plus évident dans la mélodie ou le *lied*.
8. **Intelligibilité** : la qualité de la diction dans le chant n'a pas toujours été recherchée. Au XIX^e siècle, les impératifs d'intensité l'ont emporté sur l'intelligibilité du texte, et les chanteurs n'hésitaient pas à malmener les voyelles pour mieux les extérioriser. Cette problématique a été largement évoquée dans les chapitres précédents, et je n'y reviendrai pas. En tout cas, à l'époque actuelle, une telle pratique ne se justifie plus, et le public tolère mal de

¹¹³ Cf. Introduction.

ne rien comprendre du texte. Certains facteurs comme l'enregistrement ou l'importance accordée aujourd'hui à la mise en scène ont contribué à légitimer ces exigences.

4.2. Les éléments d'ordre technique

En dehors des paramètres spécifiquement musicaux, quelques éléments touchant à la technique vocale doivent également être pris en compte.

1. **Aisance hors tessiture** : la notion même de tessiture impliquant celle d'aisance, il est nécessaire d'observer le comportement vocal de l'interprète hors de cette plage. Chez les bons chanteurs, seules quelques zones peuvent créer d'éventuels problèmes, mais un choix judicieux du répertoire pallie généralement ces carences.
2. **Qualité du vibrato** : le vibrato se caractérise par trois valeurs : sa vitesse, c'est-à-dire le nombre de fluctuations par seconde, sa profondeur de modulation, à savoir l'intervalle balayé par la fluctuation, et sa régularité. Un vibrato trop profond nuit à la justesse ; trop rapide, il se transforme en chevrottement inesthétique, trop lent en une ondulation inférieure à la cadence de fusion¹¹⁴ ; son irrégularité traduit une déficience technique, d'ordre respiratoire ou musculaire, ou une fatigue excessive, notamment chez les sujets âgés.
3. **Qualité du legato** : difficile à obtenir, cette faculté, très appréciée des amateurs, ne doit pas être confondue avec le glissando.
4. **Homogénéité du timbre** : elle s'applique à toute l'étendue du registre, en dépit des difficultés d'ordre physiologique étudiées précédemment. Ce sont généralement les notes intermédiaires qui posent le plus de problème, c'est-à-dire les soudures entre grave et bas-médium, et haut-médium et aigu. Les défauts de blanchiment sont également à éviter, comme les sons détimbrés en début ou en fin d'émission.
5. **Pureté de l'émission** : le bruit de l'air expiré ne doit pas être entendu, et la voix ne comporter aucune impureté sonore. Comme le point 4, c'est l'une des qualités essentielles recherchées dans le chant occidental (cf. Introduction). Le « souffle sur la voix », comme disent les chanteurs, ne concerne guère les interprètes professionnels.

Les treize points évoqués ci-dessus ne sont pas les seuls, encore une fois, mais permettent une bonne approche critique, particulièrement pour le domaine lyrique. Mais il ne faut jamais perdre de vue que le but ultime de cette critique n'est autre qu'une connaissance approfondie de l'art vocal, ainsi qu'une reconnaissance de ceux qui le servent.

¹¹⁴ La cadence de fusion est la vitesse, comprise entre 6 et 8 Hz environ, donnant lieu à la sensation psychoacoustique de vibrato : l'oreille ne perçoit plus de variations de hauteur, mais seulement d'intensité, au rythme de la fluctuation.

BIBLIOGRAPHIE

(Les références à des points précis, citées uniquement en notes ou dans le corps du texte, ne sont pas reprises ici).

CASTELLENGO (M.) ; ROUBEAU (B.) ; VALETTE (C.), « Study of the acoustical phenomena characteristic of the transition between chest voice and falsetto », *Proceedings of SMAC Conferences*, Stockholm, 1983, p. 113-117.

CASTELLENGO (M.), « Continuité, rupture, ornementation ou les bons usages de la transition entre deux modes d'émission vocale », *Cahiers de Musique Traditionnelles*, n° 4, Genève, 1991.

DINVILLE (C.), *La voix chantée*, Paris, Masson, 1982, p. 155-165.

CELLETTI (R.), *Le Bel Canto*, trad. fr., Paris, Fayard, 1987.

CHEVRIE-MULLER (C.), « Physiologie du larynx au cours de la phonation : l'historique et données récentes », *Revue d'Acoustique*, n° 37, 1976, p. 113-120.

COLTON (R.H.), « Vocal Intensity in the Modal and Falsetto Registers », *Folia Phoniatica*, Vol. 25, 1973, p. 62-70.

CORNUT (G.), *La mécanique respiratoire dans la parole et le chant*, Paris, Presses Universitaires de France, 1959.

CORNUT (G.), *La voix*, Paris, Presses Universitaires de France, 1983.

CRITCHLEY (M.) ; HENSON (R. A.), *Music and the Brain*, Springfield, C.C. Thomas, 1977.

CROSS (R.) éd., *La voix dévoilée*, Paris, Éditions Romillat, 1991.

DEINSE (J. B.), « Registers », *Folia Phoniatica*, Vol. 33, 1981, p. 37-50.

DEJONCKÈRE (Ph.), *Précis de pathologie et de thérapeutique de la voix*, Paris, Delarge, 1980.

DEJOURS (P.), *Physiologie de la respiration*, Paris, Flammarion, 1982.

DINVILLE (C.), *Les Troubles de la voix et leur rééducation*, Masson, ²1993.

DINVILLE (C.), *La voix chantée*, Paris, Masson, 1982.

DUPREZ (G.), *L'art du chant*, Paris, Heugel, 1845.

DUPREZ (G.), *Souvenirs d'un chanteur*, Paris, Calmann-Lévy, 1880.

DUTOIT-MARCO (M.-L.), *Tout savoir sur la voix*, Lausanne, Pierre-Marcel Favre, 1985.

FINK (B. R.), *The human larynx ; A functional study*, New York, Raven Press, 1975.

GAGNARD (M.), *La Voix dans la musique contemporaine et extra-européenne*, Van de Velde, 1987.

GARCIA (M.), *Traité complet de l'art du chant*, réimpr. de l'éd. de Paris, 1847, Genève, Minkoff, 1985.

GARDE (É.), *La voix*, Paris, Presses Universitaires de France, ⁴1970.

- GOURRET (J.) ; LABAYLE (J.), *L'art du chant et la médecine vocale*, Paris, Roudil, 1984.
- HABERMANN (G.), *Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Psychologie und Hygiene*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1978.
- HERIOT (A.), *The Castrati in Opera*, Londres, Secker and Warburg, 1956.
- HUSSON (R.), *Le chant*, Paris, Presses Universitaires de France, 1962.
- HUSSON (R.), *La voix chantée*, Paris, Gauthier-Villars, 1960.
- JACOBS (R.), *La controverse sur le timbre du contre-ténor*, Paris, Actes Sud, Hubert Nyssen, 1985.
- LA MADELAINE (S. de), *Théories Complètes du Chant*, Paris, Arnauld de Vresse, ²1864.
- LAFON (J.-C.), « L'impulsion acoustique dans la phonation et l'audition », *Bulletin d'Audiophonologie*, 6, n° 1, 1976.
- LE HUCHE (F.), *Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole*, Paris, Masson, 1984.
- LEHMANN (L.), *Mon Art du chant*, trad. fr., Paris, 1909.
- LEIPP (É.), *Acoustique et Musique*, Paris, Masson, ⁴1984.
- LÉOTHAUD (G.), *Cours d'acoustique musicale*, exempl. dact., UFR de Musicologie, Paris, 1993
- LEROI-GOURHAN (A.), *Le geste et la parole*, 2 vol., Paris, Albin Michel, 1964-1965.
- MACHABEY (A.), *Le bel canto*, Paris, Larousse, 1948.
- MEYER (B.), « Voies nerveuses et physiologie de la phonation », in *Encycl. méd. chir. : oto-rhino laryngologie*, fasc. 20632 A10, 1984
- MILLER (R.), *English, French, German and Italian techniques of singing : a study in national tonal preferences and how they relate to functional efficiency*, The Scarecrow Press, Metuchen (New-Jersey), 1977.
- MILLER (R.), *La Structure du chant : pédagogie systématique de l'art du chant*, trad. fr., Paris, IMPC, La Villette, 1990.
- OTT (J.) et (B.), *La pédagogie de la voix et les techniques européennes du chant*, Paris, EAP, 1981.
- PFAUWADEL (M.-C.), *Respirer, parler, chanter...*, Paris, Le Hameau, 1981.
- PIÉRON (H.), *La Sensation*, P.U.F., 1967.
- PIÉRON (H.), *Vocabulaire de la psychologie*, P.U.F., 1968
- PROCTOR (D. F.), *Breathing, Speech and Song*, New York, Springer-Verlag, 1980.
- REID (C. L.), *A Dictionary of Vocal Terminology*, New York, Joseph Patelson Music House, 1983.
- ROSENTHAL (H.) ; WARRACK (J.), *Guide de l'Opéra*, éd. fr., Paris, Fayard, 1986.
- SUNDBERG (J.), « Le chant », *Sons et Musique*, Paris, Pour la Science, 1979.
- TARNEAUD (J.), *Larynx et phonation*, Paris, P.U.F., 1957.
- TARNEAUD (J.), *Le Chant, sa construction, sa destruction*, Paris, Maloine, 1957.
- TARNEAUD (J.) ; BOREL-MAISONNY (S.), *Traité de physiologie et de phoniatrie*, Paris, Maloine, ²1960.
- TOMATIS (A.), *L'Oreille et la voix*, Paris, Robert Laffont, 1987.
- TOMATIS (A.), *L'Oreille et le langage*, Seuil, Paris, 1991

- TOSI (P. F.), *L'art du chant, opinion sur les chanteurs anciens et modernes ou observations sur le chant figuré*, Bologne, 1723, trad. fr., Paris, Les Introuvables, 1978.
- VAN DEN BERG (J.), *Larynx et phonation*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957.
- VENNARD (W.), *Singing. The Mechanism and the Technic*, New York, Carl Fisher, ⁵1967.
- ZWICKER (E.) ; FELDTKELLER (R.), *Psychoacoustique (L'Oreille, Récepteur de l'Information)*, trad. fr., Masson, 1981.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Fig. 1 : Vue générale de l'appareil vocal	11
Fig. 2 : L'appareil vocal	11
Fig. 3 : Cartilages du larynx	12
Fig. 4 : Muscles du larynx	13
Fig. 5 : Les crico-thyroïdiens	13
Fig. 6 : Structure des cordes vocales.....	14
Fig. 7 : Coupe frontale du larynx.....	14
Fig. 8 : Vue supérieure du larynx	15
Fig. 9 : Vue d'ensemble du larynx.....	16
Fig. 10 : Action des crico-thyroïdiens.....	16
Fig. 11 : Bascule en avant du cartilage thyroïde	17
Fig. 12 : Configurations glottiques	18
Fig. 13 : Abduction et adduction	19
Fig. 14 : Action du voile du palais.....	21
Fig. 15 : Évolution de la capacité vitale.....	23
Fig. 16 : Mouvement costal en poignée de pompe	24
Fig. 17 : Mouvement costal en anse de seau	24
Fig. 18 : Muscle du diaphragme	25
Fig. 19 : Principe de l'inspiration	26
Fig. 20 : Ceinture abdominale	27
Fig. 21 : Laryngoscope de Garcia.....	31
Fig. 22 : Larynx vu au laryngoscope	31
Fig. 23 : Glottographe de Fabre.....	32
Fig. 24 : Glottogramme	32
Fig. 25 : Nasofibroscope	32
Fig. 26 : Un cycle selon la théorie muco-ondulatoire.....	35
Fig. 27 : Voix féminine, glissando ascendant	39
Fig. 28 : Les deux mécanismes fondamentaux.....	40
Fig. 29 : Un cycle en mécanisme I	41
Fig. 30 : Un cycle en mécanisme II	42
Fig. 31 : Tableaux récapitulatifs	45
Fig. 32 : Les deux types de pavillons.....	49
Fig. 33 : Convergence du pavillon phonatoire	49
Fig. 34 : Glottogrammes à différentes intensités.....	51
Fig. 35 : Volume et fréquence propre	55
Fig. 36 : Création d'un formant par résonance.....	55
Fig. 37 : Action des cavités sur le spectre laryngé	57
Fig. 38 : Topographie du timbre vocal.....	58
Fig. 39 : Originalité du <i>singing-formant</i>	60
Fig. 40 : Expérience de Tomatis.....	66
Fig. 41 : Plages de sensibilités internes.....	72
Fig. 42 : Directivités subjectives à basse et haute impédance (voix de soprano).....	73
Fig. 43 : Tableau comparatif des directivités subjectives	73

RÉFÉRENCES DES ILLUSTRATIONS

(Les chiffres renvoient aux numéros des figures)

Dinville : 13, 20 ; Garde : 7 ; Habermann : 1, 2, 8, 19, 21, 26, 35 ; Husson : 3, 4, 5, 6, 11, 12, 22, 23, 24, 31, 32, 34, 38, 40, 41, 42 ;
Le Huche : 9, 16, 17, 18 ; Leipp : 36 ; Sundberg : 37, 39 ; Vennard : 29, 30.