



**HAL**  
open science

# Échelle d'évaluation posturale S-Trav : étalonnage : échantillon d'une population de référence : les chanteurs lyriques

Marie-Lorène Nicolaizeau

► **To cite this version:**

Marie-Lorène Nicolaizeau. Échelle d'évaluation posturale S-Trav : étalonnage : échantillon d'une population de référence : les chanteurs lyriques. Sciences cognitives. 2012. dumas-00758956

**HAL Id: dumas-00758956**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00758956v1>**

Submitted on 29 Oct 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ACADEMIE DE PARIS  
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE  
MÉMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

**ECELLE D'EVALUATION**  
**POSTURALE S-TRAV**  
**-ETALONNAGE-**  
**ECHANTILLON D'UNE POPULATION DE**  
**REFERENCE : LES CHANTEURS LYRIQUES**

Directrice de Mémoire :

Christiane LOBRYEAU

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012

NICOLAIZEAU Marie-Lorène  
Née le 12/07/1986

# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- Tout particulièrement ma maître de mémoire, le Docteur Christiane Lobryeau-Desnus, ORL-phonaire, tant pour son soutien que pour ses précieux conseils. Merci pour votre écoute, votre patience et votre accueil chaleureux. Merci de m'avoir fait partager vos connaissances et votre expérience professionnelle et humaine.
- Tous les chanteurs ayant participé à cette étude. Je remercie particulièrement Catherine Amiel, chanteuse au Chœur Magadis, Éric Colard, chanteur au Chœur de l'Armée française et Philippe Madrange, chanteur lyrique à l'Opéra Bastille et expert en technique vocale. Merci pour votre accueil chaleureux et votre investissement.
- Isabelle Marque et Corinne Farges, orthophonistes à Rosny-sous-bois, pour leur aide dans le recrutement de chanteurs. Merci pour vos conseils, votre gentillesse et votre accueil. Merci de m'avoir fait partager votre expérience durant toute cette année.
- Olivier Gilardi, orthophoniste, pour l'intérêt porté à mon travail et qui a accepté d'être mon rapporteur.
- Le Docteur Golmard, enseignant-chercheur au sein de l'Unité de Bio-Statistiques de l'Hôpital de la Pitié Salpêtrière, pour son aide précieuse dans le traitement des données statistiques.
- Brigitte Lutrand-Pezant, professeur d'anglais, pour son aide lors de la rédaction de l'abstract.
- Juliette Wacogne-Marynower pour avoir répondu à mes innombrables questions et m'avoir rassurée.
- Marina Robert, orthophoniste. Un grand merci pour ton amitié et toute l'aide que tu m'as

apportée. Merci pour tes encouragements, ta patience et tes conseils.

- Ma sœur, Marie-Gabrielle. Merci infiniment pour l'énorme travail technique réalisé pour ce mémoire. Merci aussi pour ton aide dans la recherche de chanteurs et, surtout, merci pour ton soutien.

Enfin, je remercie du fond du cœur, mes parents pour leur amour, leur soutien et leur aide. Merci d'avoir été là.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE THEORIQUE.....</b>	<b>2</b>
<b>CHAPITRE 1 : LA PHONATION .....</b>	<b>2</b>
<b><i>I- ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA PHONATION .....</i></b>	<b>2</b>
<b>I - 1 La charpente osseuse .....</b>	<b>2</b>
<b><i>I - 1 - 1 La colonne vertébrale .....</i></b>	<b>2</b>
a) Les vertèbres cervicales .....	2
b) Les vertèbres dorsales .....	3
c) Les vertèbres lombaires .....	3
<b><i>I - 1 - 2 Les côtes .....</i></b>	<b>3</b>
<b><i>I - 1 - 3 Le thorax .....</i></b>	<b>3</b>
<b><i>I - 1 - 4 Le bassin.....</i></b>	<b>3</b>
<b>I - 2 Le larynx.....</b>	<b>4</b>
<b><i>I - 2 - 1 Les fonctions.....</i></b>	<b>4</b>
<b><i>I - 2 - 2 Les cartilages .....</i></b>	<b>4</b>
<b><i>I - 2 - 3 Les muscles.....</i></b>	<b>5</b>
a) Les muscles intrinsèques.....	5
b) Les muscles extrinsèques.....	5
<b><i>I - 2 - 4 Les plis vocaux .....</i></b>	<b>6</b>
<b>I - 3 Les résonateurs .....</b>	<b>6</b>
<b><i>I - 3 - 1 Le pharynx.....</i></b>	<b>6</b>
<b><i>I - 3 - 2 La bouche .....</i></b>	<b>7</b>
<b><i>I - 3 - 3 Les fosses nasales.....</i></b>	<b>7</b>
<b>I - 4 Innervation.....</b>	<b>7</b>
<b><i>II- LA RESPIRATION.....</i></b>	<b>7</b>
<b>II - 1 Volume et phases .....</b>	<b>7</b>
<b>II - 2 Les muscles de la respiration .....</b>	<b>8</b>
<b><i>II - 2 - 1 Les muscles de l'inspiration .....</i></b>	<b>8</b>

II - 2 - 2 Les muscles de l'expiration .....	8
II - 2 - 3 Les différents types de souffle phonatoire .....	9
a) Le souffle thoracique supérieur.....	9
b) Le souffle abdominal .....	9
c) Le souffle vertébral .....	9
d) Le souffle mixte .....	9
II - 2 - 4 La respiration dans la voix chantée .....	10
a) Les modifications imposées par le chant .....	10
b) Techniques respiratoires dans le chant.....	10
III- DEVELOPPEMENT ET SENESCENCE DE LA VOIX .....	11
III - 1 La respiration .....	11
III - 2 Vieillessement de la voix .....	11
IV- LES PARAMETRES ACOUSTIQUES DE LA VOIX.....	12
IV - 1 La hauteur .....	12
IV - 2 L'intensité.....	12
IV - 3 Le timbre.....	12
V- LES DIFFERENTS COMPORTEMENTS PHONATOIRES.....	12
V - 1 La voix d'expression simple.....	12
V - 2 La voix projetée .....	13
V - 3 La voix de détresse.....	13
CHAPITRE 2 : LA POSTURE .....	14
I- GENERALITES.....	14
I - 1 Définition.....	14
I - 2 Fonctions de la posture .....	14
I - 3 Posture de référence .....	14
I - 4 Equilibre et équilibration .....	15
I - 5 Tonus et posture .....	16
I - 6 Posture et schéma corporel .....	16
II- LE SYSTEME POSTURAL.....	17

II - 1 Définition .....	17
II - 2 Composition .....	18
<i>II - 2 - 1 Les entrées</i> .....	18
a) Le système visuel .....	18
b) Le vestibule .....	19
c) Le capteur podal .....	19
d) Le capteur cutané .....	21
e) Les capteurs somesthésiques ou proprioceptifs .....	21
f) Les capteurs gustatif, labial et manducateur .....	22
<i>II - 2 - 2 Les sorties : le système musculaire effecteur</i> .....	22
a) Les muscles du contrôle postural .....	22
b) Action des muscles dans le maintien postural .....	23
<i>II - 2 - 3 Le système d'intégration central</i> .....	23
<i>III- LES REACTIONS POSTURALES</i> .....	24
III - 1 Les stratégies posturales .....	24
III - 2 Les ajustements posturaux .....	25
<i>III - 2 - 1 Les ajustements posturaux anticipés</i> .....	25
<i>III - 2 - 2 Les ajustements posturaux réactionnels</i> .....	26
III - 3 Développement et vieillissement du système postural .....	26
CHAPITRE 3 : VOIX ET POSTURE.....	27
<i>I- LE COMPORTEMENT POSTURAL DANS LA PHONATION</i> .....	27
I - 1 Phonation et verticalité .....	27
I - 2 L'appui au sol.....	28
I - 3 Influence de la ventilation et du souffle phonatoire sur l'équilibre .....	28
<i>II- POSTURE ET VOIX CHANTEE</i> .....	29
II - 1 Technique de chant .....	29
II - 2 Le cas du mécanisme des attaques dans le chant .....	30
II - 3 Modifications posturales dans le chant et émission de l'aigu.....	31
<i>III- LES DYSPHONIES DYSFONCTIONNELLES SIMPLES</i> .....	32
III - 1 Définition .....	32

III - 2 Le cercle vicieux du forçage vocal .....	33
<i>III - 2 - 1 Les modifications posturales</i> .....	34
<i>III - 2 - 2 Les modifications respiratoires</i> .....	35
<i>III - 2 - 3 Les modifications laryngées et supra laryngées</i> .....	36
<i>III - 2 - 4 Les modifications vocales</i> .....	37
<i>III - 2 - 5 Les signes subjectifs</i> .....	37
III - 3 Les facteurs déclenchants et les facteurs favorisants.....	37
<b>IV- LA REEDUCATION VOCALE</b> .....	<b>39</b>
IV - 1 L'hygiène vocale .....	40
<i>IV - 1 - 1 L'hygiène vocale du non professionnel de la voix</i> .....	40
<i>IV - 1 - 2 L'hygiène vocale du professionnel de la voix</i> .....	41
IV - 2 Améliorer la représentation mentale de la posture par la relaxation .....	41
IV - 3 Exercices de posture et de verticalité.....	42
<i>IV - 3 - 1 Le sphinx</i> .....	42
<i>IV - 3 - 2 Le sagittaire</i> .....	42
<i>IV - 3 - 3 Le soldat de bois</i> .....	43
<i>IV - 3 - 4 Le culbuto</i> .....	43
<i>IV - 3 - 5 L'exercice du balai</i> .....	43
IV - 4 Intérêt de la rééducation vocale dans l'amélioration des stratégies d'équilibration des sujets dysphoniques .....	44
IV - 5 La phonochirurgie.....	45
<b>PARTIE PRATIQUE</b> .....	<b>46</b>
<b>CHAPITRE 1 : OBJECTIFS ET HYPOTHESES</b> .....	<b>46</b>
<i>I- LES OBJECTIFS</i> .....	46
<i>II- LES HYPOTHESES</i> .....	46
<b>CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE</b> .....	<b>46</b>
<i>I- POPULATION ETUDIEE</i> .....	46
I - 1 Critères d'inclusion et d'exclusion .....	46
<i>I - 1 - 1 Critères d'inclusion</i> : .....	46



I - 1 - 2 Critères d'exclusion :.....	47
I - 2 Recrutement de la population.....	47
I - 3 Présentation de la population.....	47
II- MATERIEL.....	48
II - 1 Entretien anamnésique court.....	48
II - 2 La passation de la S-TRAV de Amiel et Lamy.....	48
CHAPITRE 3 : PROCEDURE.....	49
I- LA METHODE DE PASSATION.....	49
II- COTATION DE LA S-TRAV.....	49
CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS.....	50
I - ANALYSE DESCRIPTIVE.....	50
I - 1 Critères « quantitatifs ».....	50
I - 2 Critères « qualitatifs ».....	53
II - ANALYSE STATISTIQUE.....	55
II - 1 Seuil de signification statistique.....	55
II - 2 Résultats.....	55
II - 2 - 1 En condition de repos.....	56
II - 2 - 2 En condition de voix projetée.....	60
II - 2 - 3 En condition de voix chantée.....	65
III - DISCUSSION.....	70
III - 1 Validation des hypothèses.....	71
III - 2 Les paramètres vocaux, posturaux et respiratoires de la S-TRAV chez les chanteurs.....	73
III - 3 Les biais et les limites.....	73
III - 4 Propositions.....	74
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>76</b>

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

**A** : Item « Ancrage » de l'échelle de la S-TRAV

**R** : Item « Respiration » de l'échelle de la S-TRAV

**SpO** : Item « Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste » de l'échelle de la S-TRAV

**SpP** : Item « Sévérité du trouble postural perçue par le patient » de l'échelle de la S-TRAV

**SvO** : Item « Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste » de l'échelle de la S-TRAV

**SvP** : Item « Sévérité du trouble vocal perçue par le patient » de l'échelle de la S-TRAV

**T** : Item « Tension générale » de l'échelle de la S-TRAV

**V** : Item « Verticalité » de l'échelle de la S-TRAV

**Vbass** : Item « Verticalité bassin » de l'échelle de la S-TRAV

**Vcerv** : Item « Courbure cervicale » de l'échelle de la S-TRAV

**Vcou** : Item « Verticalité cou » de l'échelle de la S-TRAV

**Vdors** : Item « Courbure dorsale » de l'échelle de la S-TRAV

**Vep** : Item « Verticalité épaules » de l'échelle de la S-TRAV

**Vgen** : Item « Verticalité genoux » de l'échelle de la S-TRAV

**Vlomb** : Item « Courbure lombaire » de l'échelle de la S-TRAV

**Vtete** : Item « Verticalité tête » de l'échelle de la S-TRAV

# SOMMAIRE DES TABLEAUX

## En condition de repos

TABLEAU N°1 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR L'ORTHOPHONISTE » (SPO) .....	56
TABLEAU N°2 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR LE PATIENT » (SPP) .....	56
TABLEAU N°3 « TENSION GÉNÉRALE » (T).....	56
TABLEAU N°4 « ANCRAGE » (A).....	57
TABLEAU N°5 « VERTICALITÉ GLOBALE » (V) .....	57
TABLEAU N°6 « VERTICALITÉ TÊTE » (VTÊTE).....	57
TABLEAU N°7 « VERTICALITÉ COU » (VCOU).....	58
TABLEAU N°8 « VERTICALITÉ ÉPAULES » (VEP).....	58
TABLEAU N°9 « COURBURE CERVICALE » (VCERV).....	58
TABLEAU N°10 « COURBURE DORSALE » (VDORS) .....	59
TABLEAU N°11 « COURBURE LOMBAIRE » (VLOMB).....	59
TABLEAU N°12 « VERTICALITÉ BASSIN » (VBASS) .....	59
TABLEAU N°13 « VERTICALITÉ GENOUX » (VGEN).....	60

## En condition de voix projetée

TABLEAU N°14 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE VOCAL PERÇUE PAR L'ORTHOPHONISTE » (SVO).....	60
TABLEAU N°15 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE VOCAL PERÇUE PAR LE PATIENT » (SVP).....	60
TABLEAU N°16 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR L'ORTHOPHONISTE » (SPO) .....	61
TABLEAU N°17 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR LE PATIENT » (SPP) .....	61
TABLEAU N°18 « TENSION GÉNÉRALE » (T).....	61

<b>TABLEAU N°19 « RESPIRATION » (R) .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLEAU N°20 « ANCRAGE » (A).....</b>	<b>62</b>
<b>TABLEAU N°21 « VERTICALITÉ GLOBALE » (V) .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLEAU N°22 « VERTICALITÉ TÊTE » (VTÊTE).....</b>	<b>63</b>
<b>TABLEAU N°23 « VERTICALITÉ COU » (VCOU) .....</b>	<b>63</b>
<b>TABLEAU N°24 « VERTICALITÉ ÉPAULES » (VEP).....</b>	<b>63</b>
<b>TABLEAU N°25 « COURBURE CERVICALE » (VCERV).....</b>	<b>64</b>
<b>TABLEAU N°26 « COURBURE DORSALE » (VDORS) .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLEAU N°27 « COURBURE LOMBAIRE » (VLOMB) .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLEAU N°28 « VERTICALITÉ BASSIN » (VBASS) .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLEAU N°29 « VERTICALITÉ GENOUX » (VGEN).....</b>	<b>65</b>

**En condition de voix chantée**

<b>TABLEAU N°30 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE VOCAL PERÇUE PAR L'ORTHOPHONISTE » (SVO).....</b>	<b>65</b>
<b>TABLEAU N°31 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE VOCAL PERÇUE PAR LE PATIENT » (SVP).....</b>	<b>66</b>
<b>TABLEAU N°32 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR L'ORTHOPHONISTE » (SPO) .....</b>	<b>66</b>
<b>TABLEAU N°33 « SÉVÉRITÉ DU TROUBLE POSTURAL PERÇUE PAR LE PATIENT » (SPP).....</b>	<b>66</b>
<b>TABLEAU N°34 « TENSION GÉNÉRALE » (T).....</b>	<b>67</b>
<b>TABLEAU N°35 « RESPIRATION » (R) .....</b>	<b>67</b>
<b>TABLEAU N°36 « ANCRAGE » (A).....</b>	<b>67</b>
<b>TABLEAU N°37 « VERTICALITÉ GLOBALE » (V) .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLEAU N°38 « VERTICALITÉ TÊTE » (VTÊTE).....</b>	<b>68</b>
<b>TABLEAU N°39 « VERTICALITÉ COU » (VCOU) .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLEAU N°40 « VERTICALITÉ ÉPAULE » (VEP).....</b>	<b>69</b>
<b>TABLEAU N°41 « COURBURE CERVICALE » (VCERV).....</b>	<b>69</b>

<b>TABLEAU N°42 « COURBURE DORSALE » (VDORS) .....</b>	<b>69</b>
<b>TABLEAU N°43 « COURBURE LOMBAIRE » (VLOMB) .....</b>	<b>70</b>
<b>TABLEAU N°44 « VERTICALITÉ BASSIN » (VBASS) .....</b>	<b>70</b>
<b>TABLEAU N°45 « VERTICALITÉ GENOUX » (VGEN).....</b>	<b>70</b>

# SOMMAIRE DES ANNEXES

<b>ANNEXE N°1 : VUE D'ENSEMBLE DES ORGANES DE LA VOIX</b> .....	2
<b>ANNEXE N°2 : PROFIL DES COURBURES NORMALES</b> .....	3
<b>ANNEXE N°2 BIS : SCHÉMAS DES COURBURES NORMALES ET ANORMALES</b> .....	3
<b>ANNEXE N°3 : FORMATION DES COURBURES DE LA COLONNE VERTÉBRALE</b> .....	4
<b>ANNEXE N°4 : LORDOSE LOMBAIRE</b> .....	4
<b>ANNEXE N°5 : VUE SUPÉRIEURE DU LARYNX</b> .....	5
<b>ANNEXE N°5 BIS : POSTURE LARYNGÉE VERTICALE EN FONCTION DE L'ÂGE</b> .....	5
<b>ANNEXE N°6 : SCHÉMAS DU DIAPHRAGME</b> .....	6
<b>ANNEXE N°7 : SCHÉMAS DES MUSCLES ABDOMINAUX</b> .....	7
<b>ANNEXE N°8 : SCHÉMA DES CONDITIONS MÉCANIQUES NORMALES DE LA POSTURE BIPÈDE (PLAN SAGITTAL)</b> .....	7
<b>ANNEXE N°9 : SCHÉMAS DE LA POSTURE DE RÉFÉRENCE ET LIGNE DE GRAVITÉ DE LA POSITION DEBOUT « COMMODE »</b> .....	8
<b>ANNEXE N°10 : SCHÉMAS DU POLYGONE DE SUSTENTATION CHEZ L'HOMME DEBOUT, AU REPOS</b> .....	9
<b>ANNEXE N°11 : STRATÉGIES DE RÉÉQUILIBRATION</b> .....	10
<b>ANNEXE N°12 : SCHÉMAS DU BASSIN</b> .....	10
<b>ANNEXE N°13 : COMPARAISON DE L'ANGLE CRÂNIO-CERVICAL DANS LE GRAVE ET DANS L'AIGU</b> .....	11
<b>ANNEXE N°14 : PROJECTION ANTÉRIEURE DU CENTRE DE GRAVITÉ</b> .....	11
<b>ANNEXE N°15 : PLATE FORME DE L'EQUITEST®</b> .....	12
<b>ANNEXE N°15 BIS</b> .....	13
<b>ANNEXE N°16 : SCHÉMA DE « L'UPPER CROSSED SYNDROME »</b> .....	14
<b>ANNEXE N°17 : L'EXERCICE DU BALAI</b> .....	15
<b>ANNEXE N°18 : LA S-TRAV</b> .....	16
<b>ANNEXE N°19 : LETTRE AUX CHANTEURS</b> .....	17
<b>ANNEXE N°20 : LETTRE DU DOCTEUR LOBRYEAU AUX CHANTEURS</b> .....	18
<b>ANNEXE N°21: LE GRBAS DE HIRANO (1981) ADAPTÉ PAR DEJONCKERE</b> .....	19
<b>ANNEXE N°22 : SUPPORT UTILISÉ POUR LES ÉPREUVES DE LECTURE LORS DE L'EXAMEN DU COMPORTEMENT PHONATOIRE</b> .....	20

# INTRODUCTION

---

D'après de nombreuses études, les troubles vocaux d'origine fonctionnelle sont fréquents. On retrouve souvent des anomalies posturales chez bon nombre de patients présentant une dysphonie dysfonctionnelle. Cependant, lors du bilan vocal, les outils d'évaluation utilisés actuellement prennent peu en compte l'attitude corporelle et n'évaluent alors que partiellement le comportement postural du sujet.

Dans le cadre de leur mémoire d'orthophonie, J. Amiel et A. Lamy ont donc créé, en 2010, une échelle d'évaluation de la posture, la « S-TRAV », qui en permet une évaluation qualitative et quantitative.

Comme dans la littérature et les mémoires d'orthophonie précédents, les chanteurs lyriques possèdent une attitude posturale sans altération ce qui leur permet d'utiliser leur voix pendant longtemps sans générer d'inconfort ni de trouble vocal, nous avons choisi cette population comme échantillon référentiel.

L'objectif de ce mémoire est d'établir un comportement postural de référence à partir de la population de chanteurs lyriques qui présentent un comportement postural « type ». Nous verrons ensuite si la S-TRAV est adaptée à ce référentiel.

Dans une première partie, après avoir rappelé les bases anatomiques et physiologiques de la phonation, nous aborderons plus précisément la posture et le bilan vocal. Ensuite, les interactions entre le chant et la posture seront étudiées. Enfin, nous décrirons les dysphonies dysfonctionnelles simples et la rééducation vocale.

Dans une seconde partie, après avoir présenté les objectifs et les hypothèses de travail, nous décrirons la méthodologie employée et les résultats obtenus. Enfin, une discussion permettra l'analyse des résultats et conclura l'étude.

# PARTIE THEORIQUE

## CHAPITRE 1 : LA PHONATION

### I- ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA PHONATION [46] [74] (Annexe 1)

#### I - 1 La charpente osseuse

##### *I - 1 - 1 La colonne vertébrale (Annexes 2 et 2 bis)*

Composée de 33 à 35 vertèbres, elle est supportée par le bassin. Entre chaque corps vertébral, se trouve un disque fibro-cartilagineux, le disque intervertébral. La colonne permet de protéger la moelle épinière lombaire dans le canal vertébral. Elle est divisée en cinq régions : cervicale, dorsale, lombaire, sacrée et coccygienne. Chacune de ces régions forme différentes courbures. Les régions cervicale et lombaire présentent une lordose et la région dorsale une cyphose, courbure qui s'atténue ou se creuse au rythme de la respiration. Les mouvements de la colonne vertébrale jouent un rôle dans le comportement phonatoire.

Les courbures de la colonne vertébrale sont très importantes car elles permettent de maintenir l'axe tête-tronc-bassin.

Au cours de la croissance (**Annexe 3**), la courbure cervicale est la première à se former grâce au redressement de la tête de l'enfant vers l'âge de trois mois. Ensuite, l'apprentissage de la station debout et de la marche va former les autres courbures (dorsale, lombaire, sacrée) en même temps que la bascule vers l'avant du bassin. [74]

#### a) Les vertèbres cervicales [29] [43] [46]

Au nombre de sept, ce sont les plus petites de la colonne vertébrale. Sur ces vertèbres, s'insèrent les scalènes, muscles inspireurs éleveurs du thorax. Elles sont constituées d'une apophyse épineuse bifide et d'un trou transversaire laissant passer l'artère vertébrale. Les scalènes s'insèrent sur la portion cervicale de la colonne vertébrale. Le rachis cervical joue un rôle important dans la régulation de l'équilibre postural d'aplomb, notamment au niveau des deux premières vertèbres. Ces dernières ont une fonction spécifique et une anatomie très différente des autres vertèbres. La première, l'atlas, permet à l'homme le maintien en équilibre de la tête sur la colonne cervicale. Elle s'articule avec les condyles occipitaux et, par l'action



des muscles rachidiens profonds, elle peut repousser le crâne vers le haut et s'articuler dans un mouvement d'acquiescement. Ce mouvement, accompagné d'un autograndissement cervical, est fondamental pour acquérir une détente musculaire indispensable à la mobilité du système ostéo-articulaire.

L'axis, deuxième vertèbre cervicale, s'emboîte dans l'atlas et permet une rotation avec cette dernière dans un mouvement de négation. [43]

#### b) Les vertèbres dorsales [43]

An nombre de douze, elles s'articulent avec les côtes. La huitième dorsale est celle sur laquelle les autres s'alignent lors du redressement des courbures résultant de l'étirement de la colonne et entraînant l'effacement des courbures.

#### c) Les vertèbres lombaires [74] (Annexe 4)

Au nombre de cinq, elles permettent l'insertion des muscles respiratoires comme le transverse, le petit oblique et le diaphragme. Au cours de la croissance, l'angle lombo-sacré passe de 20° à 70° entre la naissance et l'âge de cinq ans pour se maintenir ensuite à ce niveau.

##### *I - 1 - 2 Les côtes*

Elles sont constituées d'une extrémité antérieure, d'un corps et d'une extrémité postérieure. Les douze paires existantes sont toutes reliées en arrière aux vertèbres dorsales : sept vraies côtes prolongées en avant par un cartilage costal et reliées au sternum, trois fausses côtes reliées au cartilage sus-jacent et s'insérant lui-même sur le sternum et deux côtes flottantes prolongées en avant par un cartilage qui reste libre.

##### *I - 1 - 3 Le thorax*

Il est formé du sternum, des côtes et des cartilages costaux et se compose de deux orifices, supérieur et inférieur. Le diaphragme s'insère sur ce dernier.

Pendant la respiration, il existe deux mouvements : élévation et abaissement de l'orifice supérieur et élargissement et resserrement de l'orifice inférieur.

##### *I - 1 - 4 Le bassin*

La bascule du bassin est déterminante pour une bonne position de la colonne vertébrale, la possibilité d'une extension dorsale et cervicale étant nécessaire à la fonction vocale.

La colonne vertébrale s'appuie sur le bassin. L'équilibre vertébral est assuré par les muscles

fléchisseurs et extenseurs qui s'insèrent sur le bassin. Ces muscles permettent également la jonction de la colonne vertébrale aux deux jambes.

## I - 2 Le larynx [15] [32] [42] [46] (Annexe 5)

Le larynx se situe en regard des 3<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> vertèbres cervicales et se prolonge par la trachée. C'est l'organe principal de la production vocale mais il n'est pas uniquement dédié à la voix.

### *I - 2 - 1 Les fonctions*

Le larynx assure trois fonctions : la respiration, la déglutition et la phonation.

- La respiration

La première fonction, la respiration, est vitale car elle doit assurer en permanence l'hémostase. A l'inspiration, le larynx descend sous l'effet de la contraction du muscle sterno-thyroïdien. Les cordes vocales s'ouvrent par un effet de glissement des aryténoïdes. A l'expiration, le larynx remonte et l'ouverture glottique diminue.

- La déglutition

La fonction digestive du larynx est d'assurer l'occlusion des voies aériennes. Les cordes vocales et les bandes ventriculaires se resserrent, la base de la langue recule ce qui permet à l'épiglotte de recouvrir le larynx en même temps que celui-ci remonte sous la base de la langue.

- La phonation

Les cordes vocales vibrent sous l'action de l'air expiré. Pendant la phonation, les deux aryténoïdes se rapprochent pour que les cordes vocales entrent en contact et soient en adduction.

### *I - 2 - 2 Les cartilages*

Le larynx comprend cinq cartilages principaux : le thyroïde, le cricoïde, les aryténoïdes et l'épiglotte.

- Le cartilage thyroïde

Il est formé de deux ailes latérales unies en avant et formant un angle antérieur de 90° chez l'homme et 120° chez la femme. L'articulation crico-thyroïdienne unit le thyroïde avec le cricoïde et permet le mouvement de bascule nécessaire à l'allongement des cordes vocales. Le cartilage thyroïde est le bouclier du larynx et assure le maintien en ouverture pendant la

respiration.

- Le cartilage cricoïde

En forme d'anneau, il est situé en dessous du cartilage thyroïde. Sa partie postérieure constitue le chaton cricoïdien et sa partie antérieure, l'arc cricoïdien. Le cricoïde est articulé avec les cartilages aryténoïdes par les articulations crico-aryténoïdiennes.

- Les cartilages aryténoïdes

Pairs et symétriques, ils ont un rôle physiologique capital. En forme de pyramide, leur base repose sur le bord supérieur du chaton cricoïdien. Le prolongement antérieur de cette base forme l'apophyse vocale sur laquelle s'insèrent les plis vocaux. Les muscles crico-aryténoïdiens permettent les mouvements de rotation des aryténoïdes et donc l'ouverture et la fermeture des cordes vocales.

- Le cartilage épiglottique

En forme de pétale, sa pointe inférieure s'attache dans l'angle rentrant du cartilage thyroïde par le ligament thyro-épiglottique. L'épiglotte ferme l'orifice laryngé pendant la déglutition en même temps que s'élève l'ensemble du larynx.

### *I - 2 - 3 Les muscles*

#### a) Les muscles intrinsèques

Les muscles intrinsèques sont responsables de l'abduction, de l'adduction et du réglage de la tension des cordes vocales.

Le muscle crico-thyroïdien est tenseur des plis vocaux. Son action permet d'augmenter la longueur et la tension des plis vocaux. Il est innervé par le nerf laryngé externe, branche du nerf laryngé supérieur.

Le muscle crico-aryténoïdien postérieur est dilatateur de la glotte. Son rôle est l'abduction des cordes vocales. Il est innervé par la branche antérieure du nerf récurrent.

Le muscle crico-aryténoïdien latéral, l'inter-aryténoïdien et les muscles thyro-aryténoïdiens supérieur et inférieur sont constricteurs de la glotte. Ils sont tous innervés par la branche antérieure du nerf récurrent.

Tous les muscles intrinsèques, hormis l'inter-aryténoïdien, sont pairs et symétriques.

#### b) Les muscles extrinsèques

Ils relient le larynx aux organes voisins et constituent l'appareil suspenseur du larynx. Ils sont

responsables de la mobilité de l'ensemble du larynx et sont tous rattachés à l'os hyoïde. Les points de fixation à l'extérieur du larynx sont la mandibule, la mastoïde ou le thorax. Ils se divisent en deux groupes : les muscles sous-hyoïdiens et les muscles sus-hyoïdiens. Les muscles sous-hyoïdiens (thyro-hyoïdien, sterno-hyoïdien, sterno-cléido-mastoïdien, omo-hyoïdien) sont abaisseurs du larynx.

Les muscles sus-hyoïdiens (digastrique, mylo-hyoïdien, génio-hyoïdien, stylo-hyoïdien) sont éleveurs du larynx.

#### *I - 2 - 4 Les plis vocaux [32] [42] [55]*

Les plis vocaux sont composés du muscle thyro-aryténoïdien et du ligament cordal. L'espace entre le muscle et le ligament cordal constitue l'espace de Reinke. Ce dernier permet les mouvements de vibrations-ondulations et ceux de glissement de la muqueuse vocale par rapport à la charpente fibreuse. Le muscle thyro-aryténoïdien (ou muscle vocal) prend son origine au niveau de la partie basse de la face interne du cartilage thyroïde (angle rentrant). Il s'insère de l'autre côté sur la face latérale du cartilage aryténoïde de l'apophyse vocale à l'apophyse musculaire. Les plis vocaux font partie du larynx et vibrent lors de la phonation en s'accolant l'un à l'autre. L'espace entre les plis vocaux constitue la glotte. La vibration se fait par les deux tiers antérieurs. La couche interne constitue le muscle du pli vocal tandis que la couche externe représente la muqueuse. Cette muqueuse est directement responsable d'une bonne qualité vocale.

#### I - 3 Les résonateurs [46] [55]

Les cavités de résonance sont : le pharynx (hypopharynx, oropharynx et rhinopharynx), la bouche et les fosses nasales. Elles permettent la modulation du son et sont responsables du timbre de la voix.

##### *I - 3 - 1 Le pharynx*

Encore appelé « carrefour aéro-digestif », le pharynx se situe entre le larynx et la bouche, en arrière de la langue. Il se divise en trois étages :

- L'hypopharynx : il constitue toute la partie du pharynx située en dessous de la partie libre de l'épiglotte et communique avec l'œsophage
- L'oropharynx : les piliers antérieurs du voile du palais forment, avec la base de la

langue, l'isthme du gosier qui constitue la barrière entre la bouche en avant et le pharynx en arrière

- Le rhinopharynx : lorsque le voile du palais est abaissé, il communique avec les fosses nasales.

### *I - 3 - 2 La bouche*

C'est le résonateur principal. Elle permet l'articulation précise des sons.

### *I - 3 - 3 Les fosses nasales*

Elles communiquent avec le pharynx par le rhinopharynx lorsque le voile du palais est abaissé. Lorsque celui-ci se relève, la résonance nasale n'existe plus car l'air ne pénètre plus dans la cavité nasale.

### I - 4 Innervation [15] [42] [46]

Le système nerveux joue un rôle primordial dans la phonation. Les muscles du larynx sont, pour la plupart, innervés par le nerf récurrent ou nerf laryngé inférieur. Le nerf laryngé supérieur se divise en deux branches : la branche supérieure, sensitive, innerve la muqueuse laryngée et la branche inférieure, motrice, innerve le muscle crico-thyroïdien.

## **II- LA RESPIRATION** [11] [12] [25]

La première fonction de l'appareil respiratoire est d'assurer l'oxygénation de l'organisme. Secondairement, il sert à produire le souffle nécessaire pour parler, chanter, crier, souffler...

### II - 1 Volume et phases

Le volume respiratoire quotidien de l'adulte correspond à environ 20000 litres d'air inspiré et expiré. Dans la respiration calme, le rythme respiratoire est régulier et les deux temps de la respiration sont de durée comparable. Lors de la phonation, la respiration est modifiée. La capacité respiratoire augmente, l'inspiration est beaucoup plus brève et devient « l'élan du geste phonatoire » [46], l'expiration est plus longue et devient le temps phonatoire. En phonation, le volume respiratoire représente 12 à 20% de la capacité vitale du sujet. En chant, ce volume varie entre 60 et 80% et peut même atteindre 100%.

## II - 2 Les muscles de la respiration [46]

### *II- 2 - 1 Les muscles de l'inspiration*

L'inspiration fait appel à trois systèmes musculaires distincts :

- Les éleveurs du thorax : les scalènes, muscles obliques, inspireurs, qui élèvent le thorax
- Les élargisseurs du thorax : les intercostaux externes et moyens qui élèvent l'arc costal et sont inspireurs
- Les « sphérificateurs » de la cavité abdominale : le diaphragme (**Annexe 6**), qui se présente comme une cloison musculaire séparant le thorax et l'abdomen. La contraction du diaphragme provoque une augmentation du volume du thorax. Il est antagoniste des abdominaux.

Le sterno-cléido-mastoïdien intervient dans la respiration modérément et fortement accrue en élevant le thorax. Il s'étend de la région antéro-latérale du cou, de l'apophyse mastoïde au sternum et à la clavicule.

Les muscles spinaux sont extenseurs de la colonne vertébrale dorsale et lombaire et jouent un rôle dans la respiration fortement accrue. Leur action entraîne une extension du rachis.

### *II - 2 - 2 Les muscles de l'expiration*

Les muscles abdominaux (transverse, petit oblique, grand oblique et grand droit) sont des muscles expirateurs (**Annexe 7**). Les grands obliques, petits obliques et transverses resserrent le thorax en ceinture et abaissent les arcs costaux inférieurs en « anse de seau ». [46] Les grands droits abaissent le thorax en poignée de pompe. Ils interviennent tout particulièrement dans la voix d'insistance ou de détresse. Les muscles abdominaux sont antagonistes du diaphragme. Ils provoquent une rétraction de la paroi abdominale refoulant les viscères vers le haut ce qui entraîne une remontée diaphragmatique.

Les intercostaux internes sont également expirateurs et abaissent les côtes en poignée de pompe. Lors de la phonation, le diaphragme contrôle l'action expiratrice des muscles abdominaux en contenant l'avancée de la sangle abdominale.

## *II - 2 - 3 Les différents types de souffle phonatoire [15] [46]*

### a) Le souffle thoracique supérieur

Encore appelé « respiration haute », ce souffle se fait par un abaissement des côtes en poignée de pompe. La partie haute des poumons se retrouve alors compressée. Le diaphragme intervient peu mais le larynx fournit un effort plus important car il régule la pression d'air sous-glottique. Le souffle thoracique supérieur correspond à la parole ou à la voix d'expression simple. Il est souvent déclenché par la surprise, la colère, la panique, l'émotion.

### b) Le souffle abdominal

Également appelé « respiration basse », ce souffle est possible grâce à l'action des muscles obliques et transverses qui provoquent une rétraction de la paroi abdominale et un abaissement costal provoquant le resserrement latéral de la cage thoracique. Le diaphragme contrôle l'expiration en dosant précisément le souffle phonatoire. Le larynx intervient alors seulement comme vibreur. Le souffle abdominal permet la projection vocale.

### c) Le souffle vertébral

Le souffle vertébral correspond à l'extension et à la flexion de la colonne vertébrale au niveau dorso-lombaire. . La flexion vertébrale nécessite la mise en jeu de toute la musculature du tronc, notamment celle des intercostaux moyens et des grands droits. Elle entraîne une perte de la verticalité avec accentuation des courbures dorsales supérieures et cervicales (arrondissement du dos et projection de la face vers l'avant). L'inspiration dans ce type de souffle entraîne une ascension et un enroulement des épaules et l'expiration provoque un effondrement rapide du squelette scapulaire et thoracique. Ce mode respiratoire intervient comme une respiration de secours lorsque l'essoufflement est important. En phonation, le souffle vertébral est utilisé dans la voix de détresse mais son usage prolongé peut entraîner une irritation laryngée et mener à une dysphonie dysfonctionnelle.

### d) Le souffle mixte [25]

Ce mode respiratoire permet une ventilation complète des poumons sans tension musculaire inutile. La respiration mixte met en jeu la musculature thoracique et le diaphragme d'une part, la musculature abdominale d'autre part. Elle permet ainsi un contrôle et un dosage précis du souffle.

## *II - 2 - 4 La respiration dans la voix chantée [11] [55] [68] [73]*

Le chant, comme la parole, se font pendant la phase expiratoire de la respiration. Les chanteurs lyriques passent plusieurs années à travailler la coordination motrice des appareils respiratoires et phonatoires. En effet, le chant lyrique met ces appareils dans des conditions de fonctionnement qui ne sont pas celles utilisées habituellement.

### a) Les modifications imposées par le chant

Le comportement thoracique des chanteurs est très éloigné de la physiologie normale. Chez les professionnels, ce comportement thoracique comporte très peu d'anomalies tandis que chez les chanteurs amateurs, l'existence de mouvements thoraciques et abdominaux en « opposition de phase » est frappante : inspiration thoracique avec contraction abdominale et inversement. De plus, on relève des chutes significatives de la saturation artérielle en oxygène. [11]

Pendant le chant, les organes thoraciques sont fortement comprimés par l'importante pression intra-thoracique ayant pour cause l'hyperactivité des muscles respiratoires. Chez les professionnels, la pression intra-thoracique est supérieure à 80cm H<sub>2</sub>O. Elle est équivalente à celle des saxophonistes ou des joueurs de basson. En voix parlée, cette pression n'est que de 10 à 15 cm H<sub>2</sub>O. De même, la fréquence cardiaque varie entre +40 et + 105% par rapport à la fréquence cardiaque au repos chez les pré-professionnels tandis que, chez les professionnels, elle va de +24 à +30%;

### b) Techniques respiratoires dans le chant [43] [73]

La respiration en voix chantée consiste à maintenir la position inspiratoire en expirant. C'est ce que les pédagogues italiens appellent la « lotta vocale ». Cette opposition renvoie à la technique de « l'appoggio » de l'école de chant italienne. Cette technique est caractérisée par une respiration de type abdominal comprenant :

- un relâchement abdominal à l'inspiration avec contraction du diaphragme et ouverture des côtes par les muscles intercostaux pour élargir la cage thoracique
- à l'expiration, phase dynamique, la paroi abdominale se rétracte et le diaphragme remonte lentement sous l'action des muscles abdominaux transverses et obliques. Ceci crée alors un antagonisme diaphragme-abdominaux pendant l'expiration.

Le chanteur doit maintenir le plus longtemps possible la position inspiratrice pendant



l'émission vocale. Il s'oppose donc à la remontée du diaphragme décrite dans la respiration abdominale. Cette action n'est possible que par le maintien de l'activité musculaire inspiratoire, favorisant ainsi un allongement des rhèses et un meilleur contrôle du geste expiratoire.

C'est grâce à ce paradoxe mécanique que le chanteur peut exercer un contrôle aussi précis sur son souffle. La gestion indépendante du thorax et de l'abdomen a un rôle primordial. Le thorax est maintenu en position inspiratoire maximale au début de l'émission vocale afin de faciliter l'utilisation de la « colonne d'air » par les abdominaux, la déflation thoracique n'intervenant que sur la fin de l'expiration.

### **III- DEVELOPPEMENT ET SENESCENCE DE LA VOIX**

#### **III - 1 La respiration [63]**

Tout au long de la vie de l'individu, l'appareil respiratoire va subir des modifications morphologiques et fonctionnelles. Selon Roch et Piron [63], le schème respiratoire devient fonctionnel dès la naissance. A l'âge de sept ans, les contours morphologiques de la cage thoracique seront les mêmes qu'à l'âge adulte. Les besoins respiratoires évoluent jusqu'à l'âge de 16-18 ans chez la fille et 18-20 ans chez le garçon. La fréquence respiratoire diminue progressivement pendant que la capacité vitale et le volume pulmonaire augmentent. Le nombre de cycles respiratoires par minute atteint 16 à 20 à l'âge adulte.

Lorsque l'individu atteint 70 ans environ, la mobilité thoracique diminue et les muscles respiratoires perdent de leur force. La capacité pulmonaire diminue entraînant une baisse de la capacité vitale et une augmentation du volume résiduel. Par ailleurs, la fréquence respiratoire augmente et la respiration tend à devenir de type thoracique supérieur.

#### **III - 2 Vieillesse de la voix [52]**

Le vieillissement vocal entraîne des changements de l'étendue vocale et la perte de la voix de poitrine. Chez les femmes, la tessiture tend à aller vers les graves tandis que, chez les hommes, elle va vers les aigus. En voix chantée, le timbre perd de son éclat. Il est fréquent, chez les chanteurs, que la catégorie vocale change, d'autant plus que la sénilité de la voix chantée apparaîtrait plus précocement que celle de la voix parlée. On observe une perte de la puissance due aux modifications du tonus musculaire, du rachis et du débit respiratoire, une

faiblesse de l'attaque vocale, un tremblement vocal avec des variations d'intensité et un contrôle moins précis de l'intonation.

Au niveau du larynx, les cartilages se calcifient et les ligaments perdent de leur élasticité. La musculature laryngée perd de sa tonicité. Le bord libre des plis vocaux devient concave chez les hommes et s'épaissit chez la femme. Le vélum perd de sa tonicité.

Les modifications du système nerveux central et de l'audition entrent également en jeu. L'acuité auditive physiologique diminue et, par là, le feed-back auditif.

#### **IV- LES PARAMETRES ACOUSTIQUES DE LA VOIX [15] [32] [42]**

##### IV - 1 La hauteur

La hauteur correspond à la fréquence vibratoire des plis vocaux, c'est-à-dire au nombre de cycles abduction-adduction par seconde. Elle se mesure en Hertz. L'épaisseur de la corde vocale (masse vibrante) a un effet sur la hauteur de la voix : si l'épaisseur diminue, le ton de la voix augmente. La fréquence fondamentale va se définir chez un individu par rapport à sa hauteur usuelle.

##### IV - 2 L'intensité

Le réglage de l'intensité se fait en fonction de la pression d'air sous-glottique (elle-même dépendante de la pression pulmonaire), de la forme de l'onde glottale, de la géométrie glottique et du tractus vocal dans son ensemble. L'augmentation de l'intensité (voix plus forte) va de pair avec la diminution du temps d'abduction.

##### IV - 3 Le timbre

Le timbre est défini par rapport à la fréquence fondamentale et à ses harmoniques. C'est l'identité vocale propre à chaque individu. Le passage du son dans les résonateurs et l'accolement glottique peuvent faire varier le timbre.

#### **V- LES DIFFERENTS COMPORTEMENTS PHONATOIRES [46]**

##### V - 1 La voix d'expression simple

Dans ce comportement phonatoire, c'est le souffle thoracique supérieur qui est normalement

utilisé. La voix d'expression simple ne se manifeste pas par une attitude respiratoire et posturale spécifique puisque le sujet n'a pas d'intention réelle.

### V - 2 La voix projetée

Selon F. Le Huche, la projection vocale est « l'intention déclarée d'agir sur autrui ou mieux dans l'espace extérieur ». Cet acte vocal implique quatre comportements :

- la volonté d'agir
- l'orientation du regard vers la cible
- le redressement du corps
- l'utilisation du souffle abdominal

La volonté d'agir sur autrui va entraîner des modifications au niveau de l'élocution, de la posture, de la tension musculaire, du transfert de l'énergie, du psychisme et de la respiration. Le Huche distingue voix projetée et voix forte, en précisant que la projection vocale n'implique pas une augmentation de la hauteur vocale.

L'acte de projection vocale requiert le souffle abdominal qui permet au sujet de mieux gérer son souffle par la régulation du diaphragme. L'utilisation du souffle thoracique est inadapté et risque d'entraîner un serrage et une gêne au niveau laryngé.

### V - 3 La voix de détresse

La voix de détresse (ou de mécontentement, ou d'insistance) a un caractère d'urgence, l'individu l'utilise pour crier (de peur), pour manifester son mécontentement, sa surprise, son émerveillement... Elle met en œuvre la partie haute de la colonne vertébrale thoracique. Le diaphragme n'assure plus sa fonction de régulation. C'est donc le larynx qui joue un rôle de frein dans le réglage du débit d'air ce qui peut lui être néfaste. Lorsque la voix de détresse est utilisée de manière prolongée dans un mauvais comportement vocal, elle peut entraîner l'individu dans le cercle vicieux du forçage vocal et mener à une dysphonie dysfonctionnelle. Son utilisation provoque une extension et une flexion de la colonne vertébrale, un enroulement des épaules et une projection de la tête et du cou ne permettant aucune souplesse ni aucune mobilité laryngée.

## CHAPITRE 2 : LA POSTURE

### **I- GENERALITES**

#### I - 1 Définition [42] [57]

La posture peut se définir comme « la position des parties du corps les unes par rapport aux autres et par rapport à la pesanteur (...) La posture est la composante obligée du mouvement auquel elle est associée en le précédant, en l'accompagnant et en lui succédant. La posture représente donc la préservation de l'équilibre et le soutien du mouvement ».

Pour Heuillet-Martin, la posture correspond à « la statique ou à la verticalité corporelle ». [42] L'homme étant bipède, il se trouve en déséquilibre postural constant qu'il corrige en faisant intervenir son appareil neuromusculaire. (**Annexe 8**) Le maintien de la posture est actif pour lutter contre la pesanteur et la gravité. La posture volontaire est à distinguer de la posture involontaire.

#### I - 2 Fonctions de la posture [17] [18] [39] [53]

La posture assure plusieurs fonctions dont deux principales :

- La fonction antigravitaire : elle permet le maintien de l'équilibre, la coordination du geste durant une action et renforce une autre fonction, la fonction tonique, qui permet la cohésion des segments corporels. La fonction antigravitaire s'oppose à la pesanteur et évite toute perturbation du sujet par une force extérieure. L'objectif est de maintenir le centre de gravité dans les limites du polygone de sustentation.
- La fonction d'interface avec l'extérieur : elle permet la perception de l'environnement et l'organisation de l'action. La posture est adaptée au monde extérieur, elle oriente le corps dans l'espace et fournit un cadre aux interactions. Elle assure donc l'organisation de la représentation spatiale et joue un rôle important dans la communication.

La posture a également une fonction de relation. En général, le sujet juge que le monde est stable et que seul l'individu bouge par rapport à des repères extérieurs. [17]

#### I - 3 Posture de référence [41] [48]

La posture de référence doit requérir le minimum d'efforts musculaires et s'appuie sur trois lois physiologiques : la loi d'économie, la loi de confort et la loi de non-douleur. Le Huche

considère qu'une bonne posture doit être une posture adéquate au sujet et à la situation. Elle ne doit pas générer de perturbation ou de douleur et les segments musculaires doivent être utilisés avec le moins d'énergie possible. Elle est appelée station debout « commode ». [38] (Annexe 9)

Bouisset [57] décrit l'attitude de référence selon plusieurs caractéristiques :

- pieds tournés vers l'extérieur et décrivant un axe de 30°
- bras le long du corps
- yeux fixant un point assez éloigné
- détente globale
- le même appui est appliqué sur les deux pieds.

Vue de profil, cette ligne verticale passe en avant du conduit auditif externe, elle frôle le rachis cervical, coupe la dixième dorsale, frôle le bord postérieur de la 5<sup>e</sup> vertèbre dorsale. Puis, elle passe légèrement en arrière de l'articulation de la hanche, passe en avant de l'articulation du genou et arrive juste devant l'articulation de la cheville. Selon les individus, cette ligne de gravité peut être antérieure (en avant de l'axe coxofémoral) ou postérieure (en arrière de cet axe).

Selon Le Huche [in 62], « l'attitude verticale correcte résulte du fait que le bassin est en place et que la colonne vertébrale joue parfaitement son rôle de soutien en laissant une entière liberté de mouvement (...) à la tête, au cou et au thorax. Les épaules sont reposées. Il s'agit d'un individu qui est droit tout en étant détendu. Il donne une impression de stabilité ». La station debout, ou position orthostatique, ainsi définie est donc considérée comme la posture de référence.

Le tonus joue un rôle important dans le concept de bonne posture. La répartition du tonus ne peut se faire correctement s'il existe un dysfonctionnement d'une ou plusieurs chaînes musculaires. Dans ce cas, une douleur se crée, parfois à un endroit autre que celui du dysfonctionnement, et entraîne une modification de la posture ainsi qu'une dépense d'énergie supplémentaire. [35]

#### I - 4 Equilibre et équilibration [6] [21]

La posture est étroitement liée à l'équilibre. L'individu contrôle en permanence son équilibre pour que son corps reste stable, c'est-à-dire, lorsque son centre de gravité est situé au-dessus de sa base d'appui, le polygone délimité par la surface des deux pieds. Les influx

proprioceptifs et le tonus musculaire sont constamment en action pour lutter contre le déséquilibre. Le maintien de l'équilibre implique une régulation globale de la posture. Cette dernière est soumise à une contrainte particulière liée à l'action de la pesanteur. Les segments corporels peuvent adopter des positions très variées dans la limite des possibilités mécaniques articulaires. Il faut cependant que la répartition des segments dans l'espace soit telle que la projection au sol du centre de gravité se situe à l'intérieur du polygone de sustentation. [54] **(Annexe 10)**

La fonction d'équilibration est une fonction physiologique produisant de petites oscillations permanentes autour du centre de gravité corporel. Si un trouble de l'équilibre est avéré, cette zone d'oscillation s'agrandit. L'équilibration permet donc le maintien de la posture et l'orientation corporelle.

L'individu lutte également contre la pesanteur. L'équilibre résulte alors de l'opposition entre la gravité qui attire le corps vers le bas et les forces de réaction du corps à l'appui au sol. Pour maintenir l'équilibre, la force de pesanteur corporelle doit coïncider avec la force de réaction du support appliquée au pied. Le centre de gravité est nécessaire au maintien de la posture verticale. Les récepteurs visuel, plantaire, articulaire et vestibulaire assurent l'information gravitationnelle et indiquent la projection du centre de masse à l'intérieur du polygone de sustentation. [29] [37] [38]

#### I - 5 Tonus et posture [13] [29]

Le tonus est une activité musculaire permettant la station debout et le maintien des équilibres statique et dynamique. Le tonus peut être actif lorsqu'il est la conséquence d'une contraction musculaire commandée par le système nerveux central. Dans ce cas, il précède et soutient le mouvement. Il peut également être passif et correspond alors à l'élasticité des muscles par contraction musculaire permanente et involontaire. Le contrôle des oscillations posturales est effectué par de brèves activités musculaires phasiques. Le tonus peut donc être sous commande réflexe mais aussi contrôlé et volontaire lors de la régulation de l'activité tonique posturale.

#### I - 6 Posture et schéma corporel [6] [8]

Le schéma corporel est avant tout une notion neurologique qui renvoie à une image de notre corps dans l'espace en trois dimensions. Notre corps possède une représentation

topographique située sur le cortex cérébral. L'idée de schéma corporel renvoie à une structure construite par intégration de différentes données perceptives, kinesthésiques, proprioceptives et intéroceptives. Toutes ces données s'organisent en un tout unitaire. Ce schéma corporel correspond à un modèle interne, une représentation que chacun se fait de son corps et qui lui sert de repère dans l'espace. Toutes les données sensibles et sensorielles sont intégrées et mémorisées au niveau cérébral. Elles s'organisent pour former une représentation mentale spatialisée de chaque segment de notre corps par rapport aux autres segments et à l'environnement extérieur.

## **II- LE SYSTEME POSTURAL**

Le système postural sous-tend plusieurs capteurs comme les yeux, le vestibule, les soles plantaires, la proprioception... Lorsque l'individu est en relation avec le monde extérieur, les exocapteurs reçoivent des informations sensorielles et sensibles. L'œil, le vestibule et la sole plantaire interviennent alors. Les endocapteurs eux, reçoivent les informations proprioceptives et oculomotrices. Ce sont des informations de position fournies par les organes mobiles les uns par rapport aux autres. La posture peut être constamment régulée en fonction des perturbations par une confrontation des diverses informations. [29]

### II - 1 Définition [37] [76]

Le système postural, à partir des informations neurosensorielles fournies par les oreilles internes, les yeux, les soles plantaires et le système proprioceptif élabore la notion de verticalité, dépiste nos oscillations posturales et stabilise notre référence corporelle dans son environnement en fonction du contexte et de la tâche à accomplir. Les informations sensorielles interviennent dans les modifications entre l'axe du corps et le monde environnant tandis que les informations sensibles jouent un rôle dans les changements de position des segments articulaires et dans les modifications de la tension musculaire.

Le système postural comprend donc un système informatif sensoriel qui est l'entrée du système. Il s'organise avec les capteurs sensoriels que sont l'œil, le vestibule et les barorécepteurs de la voûte plantaire auxquels il faut ajouter la proprioception, support du sens musculaire du mouvement. Le système postural comprend aussi un système central d'analyse, d'intégration et de contrôle postural. Celui-ci comporte les voies ascendantes de la sensibilité, les centres intégrateurs de ces informations, les zones corticales de mémorisation des schémas

moteurs et posturaux, les voies descendantes de commandes extra-pyramidales et pyramidales vers les muscles toniques et phasiques. Enfin, le système postural comprend un système musculaire effecteur de sortie comportant les muscles à composante tonique nécessaires au maintien de la position debout. [78]

## II - 2 Composition

### *II - 2 - 1 Les entrées*

#### a) Le système visuel [17] [78]

L'œil joue le rôle d'un gyroscope, autrement dit d'un appareil dont l'axe de rotation définit une direction fixe dans l'espace. Sa position frontale permet la fovéation, la vision en relief. Cette position résulte du passage à la station bipède dans l'évolution de l'Homme. Le système visuel permet la perception de l'environnement en donnant la position du corps dans l'espace et par rapport aux plans vertical et horizontal. C'est un organe sensoriel périphérique permettant la vision en relief et se présentant comme un exocapteur. La vision fovéale sert à identifier les objets et à évaluer précisément la distance d'un objet par rapport au corps. Les récepteurs situés dans la rétine périphérique sont sensibles à la direction, à la vitesse du mouvement, aux positions et aux déplacements de la tête et du corps par rapport à l'environnement ainsi qu'au défilement visuel. Le capteur oculaire se trouve confronté à des effets visuels illusoire liés au mouvement du corps et, en particulier, de la tête et des yeux. Ces récepteurs jouent un rôle important dans le contrôle postural et la statique.

Travis [36] a montré que le rôle de la vision était déterminant dans le contrôle de la posture et de l'équilibre. Lorsque le sujet ferme les yeux, les informations visuelles sont supprimées ce qui engendre une augmentation des oscillations corporelles spontanées. Les déviations de l'espace visuel, même faibles, modifient le tonus de posture du sujet.

Rougier, Zanders et coll [64] ont également étudié l'effet de l'inhibition des informations visuelles et ont démontré une majoration des oscillations corporelles lors de la fermeture des yeux. Le système visuel a donc une influence primordiale dans le contrôle postural.

Berger et Rougier (2004) [5] se sont penchés sur les effets de l'écartement des pieds dans le contrôle postural. Il apparaît que plus l'écartement se réduit, plus les sujets s'appuient sur les informations visuelles pour maintenir leur posture.

Le capteur visuel a un rôle primordial dans le maintien postural. Il est en même temps un



capteur de vitesse et un analyseur qui déclenche des réponses lorsque sa stimulation par un mouvement est conjointement signalée par plusieurs autres capteurs.

#### b) Le vestibule [6] [9] [78]

Le capteur vestibulaire joue un rôle important dans la direction et l'orientation du corps dans l'espace, dans les adaptations posturales et le maintien de l'équilibre. Le capteur vestibulaire, par l'intermédiaire du système otolithique, se comporte comme un inclinomètre et joue un rôle dans les réactions toniques d'équilibration secondaires aux changements de position de la tête quand ils sont durables. Par l'intermédiaire des canaux semi-circulaires, il nous renseigne sur la position de la tête dans l'espace. Le labyrinthe vestibulaire agit comme un capteur gravito-inertiel qui intègre les rotations, les translations et les trajectoires du segment céphalique. [78] Le système vestibulaire détecte les modifications de la posture par rapport au référentiel gravitaire en intégrant les informations issues des systèmes visuel et somesthésique. Les informations visuelles et vestibulaires sont complémentaires car elles reconstituent le déplacement de la tête dans l'espace. Le système vestibulaire assure également l'orientation du regard et la stabilisation de la scène visuelle lors des mouvements. La stabilisation du regard est assurée par celle de la tête par rapport au corps et celle des yeux lors du mouvement. La stabilisation de la tête est assurée par des réflexes entre les récepteurs vestibulaires, les muscles oculo-moteurs et ceux de la nuque. La stabilisation des yeux dans la tête dépend de plusieurs voies ayant une voie finale commune mettant en jeu les noyaux vestibulaires. Ces différentes voies sont :

- le réflexe vestibulo-oculaire qui induit un mouvement compensatoire des yeux lors d'un mouvement de la tête. C'est une voie à trois neurones : vestibulaire, vestibulo-oculaire et oculo-moteur.
- le réflexe opto-cinétique qui intervient quand le système vestibulaire est silencieux ou lors du déplacement de la scène visuelle. Les voies de ce système font intervenir le cortex occipital et temporal.
- les mouvements de poursuite oculaire, lents, contrôlés par le cervelet et qui ont pour but de maintenir fixe sur la fovéa l'image d'un objet en mouvement. [9]

#### c) Le capteur podal [7] [24] [75]

D'après Gagey [29], le pied est à la fois une exoentrée et une endoentrée du système qui règle l'équilibre postural. Il transmet les informations venant de l'extérieur ainsi que les

informations proprioceptives. Il est pourvu de multiples capteurs situés dans la plante du pied : les nocicepteurs, récepteurs de la sensibilité épicrotite, mécanorécepteurs et thermorécepteurs. Cet ensemble renseigne sur la température, la pression, le mouvement et ses variations ainsi que sur le contact entre le pied et le sol. Les mécanorécepteurs plantaires ou barorécepteurs se situent dans les tendons, les muscles, la capsule articulaire et les ligaments, plus particulièrement sous le sinus tarsien. Ils sont sensibles à l'état de tension du muscle, à la position des articulations ainsi qu'à l'état de repos ou de mouvement. Ces informations dépendent du contact de la sole plantaire avec la terre et de la morphologie du pied. En dynamique, elles dépendent de la façon dont le pied se pose au sol. Le pied antérieur, constitué par l'appui des métatarsiens et des orteils, maintient l'équilibre du corps pendant ses oscillations et évite de tomber pendant la marche, la course ou le saut. Les barorécepteurs plantaires comprennent des récepteurs d'adaptation rapide, sensibles à la pression et aux mouvements de la peau et des récepteurs d'adaptation lente, sensibles au maintien des positions, aux mouvements et aux changements de longue durée de l'état cutané. Ces mécanorécepteurs sont essentiellement localisés au niveau de la face plantaire des orteils, au niveau du sommet de la ferme interne et de la partie antérieure du bord externe du pied. La ligne de gravité passant en avant de l'articulation tibio-tarsienne, la tension tricépitale transpose les pressions sur l'avant-pied et facilite le rôle des récepteurs de cette zone.

Le pied est une structure légère représentant à peine 1,7% du poids du corps. Sa configuration anatomique lui confère une surface suffisamment souple pour s'adapter aux irrégularités des terrains mais aussi suffisamment rigide pour transmettre des forces considérables. Le pied a un rôle fondamental dans l'équilibre puisqu'il peut initier ou contrarier des déplacements corporels par ses changements actifs de souplesse. Il assure l'action ultime et subit la déformation initiale.

Le pied, supportant tout le poids du corps, est l'organe de l'équilibration. Il renseigne le système nerveux sur les caractéristiques des points d'appui au sol ainsi que sur les forces de pression. Il ajuste la position du centre et de ces forces par rapport à la situation du centre de gravité. Une étude a montré que les déformations podales entraîneraient des perturbations de la surface d'appui plantaire ainsi qu'une modification des forces de pression. Elles peuvent alors déplacer le centre de gravité. [25]

Le capteur podal est considéré comme l'effecteur fondamental de l'équilibre et possède une grande influence sur le rachis. Le rachis peut souffrir de mauvais services du pied, de même que le pied peut être détérioré par les défauts de fonction du rachis. Un problème dans la

réception des informations proprioceptives pourra également être responsable de troubles posturaux.

Une douleur située au niveau de la sole plantaire peut induire l'apparition d'une posture plus ou moins défavorable pour l'équilibre en position bipède. Les « épines irritatives d'appui plantaire » sont des zones nociceptives podales, conscientes ou non, qui entraînent un déficit sensoriel ou une « modification de la posture ou de l'équilibre chez l'homme debout ». [44] Le sujet adopte alors un comportement postural adaptatif modifiant sa propre posture référentielle. [28]

#### d) Le capteur cutané [78]

Le toucher joue un rôle important dans le contrôle de la posture. Les récepteurs cutanés sont sensibles aux paramètres de déformation de la peau. Ils comprennent différents types de récepteurs :

- Les mécano-récepteurs : ils ont une très grande sensibilité à la pression, à la discrimination ponctuelle et aux vibrations. La répartition de ces capteurs est maximale au niveau des parties distales des membres. Ces récepteurs siègent au niveau dermo-épidermique.
- Les mécano-récepteurs épidermiques : ce sont des récepteurs d'adaptation lente, excitable par la pression lorsqu'elle est constante. Ils constituent la source du tact discriminatif épiceritique d'une extrême précision.
- Les mécano-récepteurs dermiques : ils comprennent différents corpuscules et sont tous d'adaptation rapide. Ils répondent aux vibrations et aux mouvements.
- Les extérocepteurs cutanés : au niveau des paumes des mains, des régions fessières, des plis articulaires et surtout des plantes des pieds, ils sont essentiels dans le contrôle de l'équilibre général du corps.

#### e) Les capteurs somesthésiques ou proprioceptifs [31] [78]

Ces récepteurs d'informations sensorielles renseignent le cerveau sur la position des segments corporels les uns par rapport aux autres et par rapport à l'environnement. Les capteurs proprioceptifs permettent aux capteurs extéroceptifs de l'espace corporel de se situer entre eux et de fonder notre schéma corporel et postural. Plusieurs récepteurs participent à la proprioception :

- Les mécano-récepteurs de la sensibilité profonde : il s'agit d'origines libres de fibres

nerveuses et de capteurs de pression et de vibration.

- Les récepteurs kinesthésiques articulaires : ils comprennent les récepteurs de Golgi ligamentaires, sensibles à la position de l'articulation et à la tension des ligaments, les corpuscules de Ruffini, sensibles aux phases statiques et dynamiques des mouvements articulaires et les récepteurs de Pacini, sensibles aux accélérations des mouvements articulaires.
- Les récepteurs tendino-musculaires : ils dominent l'ensemble du système somesthésique. Ils comprennent les fuseaux neuro-musculaires situés à l'intérieur du muscle et jouant un rôle important dans le réflexe myotatique des muscles antigravitaires, sensibles au réflexe d'étirement, et les mécano-récepteurs tendineux de Golgi, actifs lors du raccourcissement et de l'allongement du muscle. Ces récepteurs tendino-musculaires interviennent dans la régulation du tonus musculaire et jouent un rôle dans la position et le mouvement.

#### f) Les capteurs gustatif, labial et manducateur [78]

Le capteur gustatif a un rôle mineur sur la posture. Il pourrait interférer sur le redressement de la tête et du cou chez le nouveau-né lors de la recherche du sein maternel.

Le capteur labial pourrait entraîner une modification de l'équilibre, selon certaines études, par des stimulations qui produiraient, entre autres, une rétropulsion sur le plan sagittal. [51]

Le capteur manducateur a, quant à lui, une influence directe sur l'équilibre postural par la position de la langue et de la mandibule. La langue est impliquée dans la respiration, la déglutition et intervient dans la gestion posturale fine de la région céphalique, du cou et du larynx. La gestion posturale de la langue se fait à deux niveaux : le premier participe à la gestion des fonctions posturales et locomotrices de l'individu et le second gère les fonctions spécifiques linguales (mastication, déglutition, phonation, expression...) Ces deux niveaux sont liés puisque la langue participe à la gestion posturale et les chaînes musculaires extrinsèques influencent le fonctionnement musculaire intrinsèque. [60]

### *II - 2 - 2 Les sorties : le système musculaire effecteur*

#### a) Les muscles du contrôle postural [77]

Les muscles représentent à eux seuls 40% du poids du corps environ. La majorité des muscles du corps humain sont striés et se divisent en deux groupes : la musculature axiale, insérée sur

le rachis et le neurocrâne, et la musculature appendiculaire des ceintures et des membres.

Dans l'équilibration et la posture, la majorité des muscles sont antigravitaires et possèdent un tonus de repos en position statique et dynamique. On distingue deux catégories de muscles posturaux :

- Les muscles phasiques : fixés aux os par les tendons, ils sont formés de fibres musculaires contractiles et assurent un travail moteur de faible intensité.
- Les muscles de soutien : ils participent à une économie d'énergie en résistant à l'étirement lors d'une flexion.

#### b) Action des muscles dans le maintien postural [17] [37]

Les muscles posturaux sont principalement des muscles extenseurs des membres et les muscles axiaux du cou et du tronc. Leur contraction assure et régule le maintien postural.

La contraction permanente des muscles ou tonus musculaire permet la conservation des positions propres aux différentes parties du corps et contribue donc à l'équilibre des forces. Le tonus des muscles posturaux est souvent appelé « tonus de posture » et toute anomalie de ce tonus aura pour conséquence une attitude anormale. Les muscles responsables de la régulation de la posture interviennent aussi dans le maintien de la statique vertébrale.

#### *II - 2 - 3 Le système d'intégration central [77]*

Le système nerveux central joue un rôle primordial dans le maintien et la régulation du tonus de posture. Ce contrôle se fait à partir des informations reçues par les organes récepteurs des sensibilités proprioceptive, extéroceptive et vestibulaire.

Plusieurs centres nerveux sont impliqués :

- La moelle épinière : elle naît à la première racine cervicale et se termine en regard de la deuxième vertèbre lombaire. Elle contient les motoneurones nécessaires à la contraction des muscles du cou, du tronc et des membres. Les réflexes myotatiques sont possibles grâce à la moelle épinière mais ce tonus musculaire ne permet pas, à lui seul, la station debout. [21] [77]
- Le tronc cérébral : il contient des noyaux, dont les noyaux vestibulaires directement reliés aux récepteurs d'équilibration de l'oreille interne. Il contient également les olives bulbaires qui permettent la correction d'erreurs de posture et le noyau rouge qui agit dans le contrôle moteur des muscles de la face et des membres pour garantir la

régularité et la précision des mouvements. La formation réticulée est, quant à elle, réceptrice des informations de la sensibilité somesthésique et traite l'activation globale du système postural.

Le tronc cérébral est impliqué dans la stabilisation de la posture et dans son adaptation par rapport à l'environnement. [17] [35] [37] [78]

- Le cervelet : composé de plusieurs lobes, il contrôle les mécanismes de la station debout et permet, avec le tronc cérébral, un tonus de soutien suffisant pour la station debout. [55]
- Le cerveau : les noyaux ventraux postérieurs du thalamus sont des relais des voies sensitives. Les noyaux du corps strié (caudé et lenticulaire) contrôlent la régulation du tonus des muscles, les ajustements posturaux, la programmation et l'initiation du mouvement.

### **III- LES REACTIONS POSTURALES [1] [6] [74]**

#### III - 1 Les stratégies posturales [27]

Lorsque le corps est soumis à des perturbations, l'équilibre est compromis. Pour rétablir la position du centre de gravité, il existe plusieurs stratégies d'équilibration, utilisées selon l'importance de la perturbation. Il est possible de combiner les stratégies. La coordination précise des articulations est essentielle au maintien de la stabilité. La stratégie posturale se définit comme la coordination sensorimotrice utilisée par le système neuromusculaire pour corriger ou stabiliser la position du centre de gravité. Différents facteurs vont influencer le choix de cette stratégie notamment le contexte environnemental, les informations sensorielles, les contraintes biomécaniques, l'expérience du sujet, la taille de la surface de support de l'individu, l'importance de la perturbation posturale et la vitesse ainsi que la direction du déplacement postural. [35]

Les stratégies multi-segmentaires de ré-équilibration corrigent les oscillations antéro-postérieures et les stratégies de stabilisation segmentaire immobilisent le référentiel porté par le segment stabilisé.

Cinq principales stratégies de ré-équilibration ont été observées [1] (**Annexe 11**) :

- La stratégie de cheville : elle est généralement utilisée lors d'une perturbation de faible amplitude et correspond à une rotation du corps autour de l'articulation tibio-tarsienne.

Cette stratégie requiert la mise en tension des muscles des chevilles et des muscles proximaux de la cuisse. Elle entraîne un large déplacement du centre de gravité et permet l'utilisation du souffle abdominal.

- La stratégie de hanche : elle associe la flexion de la cheville à un déplacement du bassin lorsque la surface d'appui du pied est petite ou défaillante ou lorsque la torsion des chevilles est insuffisante pour rétablir le centre de gravité à l'équilibre. Elle est utilisée lors d'une perturbation ample et rapide et permet au sujet de maintenir son centre de gravité dans les limites du polygone de sustentation. Cette stratégie est plus lente, moins fine et dépense plus d'énergie que la précédente. Elle limite également les capacités d'une respiration basse. [2]
- La stratégie du pas : dans le cas d'une déstabilisation trop importante et lorsque la projection du centre de gravité se fait en dehors des limites du polygone de sustentation, le sujet effectue un pas en avant ou en arrière. Cette stratégie est utilisée lorsque la perturbation est très ample et très rapide ou lors de la marche si le sujet trébuche, par exemple.
- La stratégie verticale : elle consiste à abaisser le centre de gravité pour faciliter le contrôle de l'équilibre par une flexion des genoux et une rotation antéro-postérieure des segments supérieurs de la tête et du tronc.
- La stratégie « tachis » : elle associe des stratégies de hanche et de cheville. Le sujet l'utilise pour conserver son équilibre, en changeant de stratégie au cours de la même perturbation lorsque celle-ci se modifie. Il utilise la même stratégie au début puis la change graduellement pour une efficacité maximale par rapport au nouvel environnement. [35]

### III - 2 Les ajustements posturaux [6] [13]

Les ajustements posturaux permettent de maintenir ou d'adapter une posture malgré les perturbations. On distingue deux types d'ajustements posturaux : les ajustements anticipés et les ajustements réactionnels.

#### *III - 2 - 1 Les ajustements posturaux anticipés*

Ils sont associés aux perturbations provoquées par le mouvement volontaire et sont déclenchés par ce mouvement. Berthoz [6] montre que le mouvement volontaire est précédé et

accompagné de modifications de la posture qui ont pour but de minimiser et d'anticiper les conséquences de l'action afin de maintenir l'équilibre ou l'orientation des segments corporels. « Le maintien de l'équilibre n'est donc pas assuré par une mesure de l'erreur et sa correction mais par une anticipation des conséquences de l'action ».

### *III - 2 - 2 Les ajustements posturaux réactionnels*

Ils surviennent lors d'une déstabilisation imprévue et restaurent l'équilibre postural. Ils sont déclenchés par les afférences sensorielles liées au début de la perturbation et n'interviennent donc qu'après un délai. Si les perturbations deviennent prédictibles et répétitives, les réactions posturales peuvent être améliorées car le système nerveux règle à l'avance les circuits de correction.

### III - 3 Développement et vieillissement du système postural [29] [59]

Le contrôle postural s'acquiert progressivement pendant l'ontogenèse avec plusieurs phases (station assise, quatre pattes, debout...). La marche sur des supports étroits n'est possible que vers trois ans. L'équilibre postural s'améliore jusque vers 9-12 ans. [35]

Chez le sujet âgé, les chutes semblent souvent associées à une baisse des capacités de stabilisation, elle-même liée à une baisse de la tactique d'équilibration. Le sujet âgé se sert préférentiellement de la stratégie de hanche, tandis que les sujets jeunes utilisent une stratégie de cheville. Le changement de tactique pourrait être expliqué par la moins bonne performance des afférences visuelles, ostéo-articulaires, vestibulaires ou podales chez le sujet vieillissant. A l'âge intermédiaire, le sujet utilise l'une ou l'autre de ces stratégies selon son environnement ou change sa stratégie au cours d'une même perturbation. On constate, par ailleurs, une augmentation des oscillations avec l'âge. L'organisation de la réponse musculaire au déséquilibre met plus souvent en action, chez le sujet âgé, les muscles proximaux des membres inférieurs que les muscles distaux des membres inférieurs. Une cause possible de la diminution de la stabilité observée avec l'âge est la détérioration primaire des récepteurs sensoriels périphériques. Néanmoins, les limitations des stratégies peuvent être dues à des contraintes musculo-squelettiques, psychologiques, neurologiques ou sensorielles. Le vieillissement de l'équilibre statique et de la marche semble donc lié au vieillissement psychosensori-moteur général.



## **CHAPITRE 3 : VOIX ET POSTURE**

### **I- LE COMPORTEMENT POSTURAL DANS LA PHONATION**

#### **I - 1 Phonation et verticalité**

« La voix est émise par l'appareil phonatoire mais aussi par le corps dans sa globalité »  
Heuillet-Martin. [42]

La statique du corps participe à la phonation et au bon fonctionnement vocal grâce à l'équilibre assuré par l'ensemble du corps, des pieds sur le sol en passant par les genoux, le bassin, le tronc, le cou pour arriver jusqu'au sommet de la tête. Tous ces segments s'harmonisent et conduisent à une attitude corporelle verticale qui permet le positionnement du larynx, l'ouverture des voies respiratoires et des résonateurs, la souplesse du diaphragme. Cette verticalité est nécessaire à l'émission vocale de qualité.

Il est important de ne pas utiliser une position dont le maintien entraîne des tensions et des efforts musculaires néfastes provoquant douleur et fatigue. En effet, un excès de tension perturbe l'équilibre général. Selon Heuillet-Martin [42], la colonne vertébrale est « étirée sans tension » et joue un rôle de soutien permettant ainsi une liberté de mouvement des différents segments corporels. Le dos joue un rôle dans la respiration et dans la phonation grâce aux insertions du diaphragme et aux mouvements costaux. Ceux-ci (mouvements des côtes et du diaphragme) sont conditionnés par l'attitude de la colonne dorso-lombaire selon son degré de lordose : la bascule en avant excessive du bassin accentue la lordose lombaire alors que la bascule en arrière l'atténue. [58] (**Annexe 12**)

L'attitude verticale influe également sur l'équilibre de la musculature d'attache du larynx et la mobilité de ce dernier. La place du larynx varie selon l'étirement de la colonne vertébrale et le redressement de la tête. Une position neutre de la tête permet une souplesse de la musculature du cou. [61]

Heuillet-Martin [42] considère qu'une « contraction excessive de la musculature sus-hyoïdienne entraîne un maintien du larynx en position haute et des tensions exagérées des muscles sous-hyoïdiens fixent le larynx en position basse. » La souplesse de la musculature hyoïdienne est donc fondamentale pour une position correcte du larynx.

G. Cornut [15] estime que « le fonctionnement de l'appareil vocal dépend de la statique du corps tout entier ». Il décrit les points fondamentaux d'une bonne statique corporelle

essentielle à l'acte phonatoire :

- Appui sur les deux pieds d'une manière équilibrée
- Genoux très légèrement fléchis
- Bassin souple
- Cambrure lombaire modérée
- Épaules en position basse
- Colonne cervicale un peu redressée

### I - 2 L'appui au sol [10] [42] [56]

L'appui se fait sur les deux pieds de manière équilibrée. Le pied a une double action de capteur et d'effecteur et joue un rôle indispensable dans la stabilité corporelle et le contrôle postural. La répartition du poids du corps doit se faire sur toute la surface de la plante des pieds pour que la surface d'appui soit utilisée au maximum et que le centre de gravité se projette dans le polygone de sustentation. Celui-ci est élargi en écartant légèrement les jambes pour correspondre à la largeur du bassin.

L'ancrage au sol par un appui postérieur participe à la dynamique du geste vocal et permet la force de projection du chanteur. Un mauvais appui peut aboutir à des dysharmonies respiratoires avec efforts musculaires menant à une pathologie comme le forçage vocal. Le terme de « désaccord pneumo-phonique » est alors employé. Le sujet utilise plus de souffle qu'il ne lui en faut et entraîne ainsi une dépense d'énergie musculaire inutile. De plus, les efforts laryngés produits pour compenser les conséquences du désaccord pneumo-phonique engendrent une altération de la voix et de la qualité du timbre. [14]

### I - 3 Influence de la ventilation et du souffle phonatoire sur l'équilibre [29]

Les mouvements respiratoires vitaux ont une amplitude bien supérieure à celle des oscillations posturales. La position du centre de gravité, ainsi que l'équilibre peuvent s'en trouver modifiés. Les mouvements de ventilation font intervenir l'appareil digestif, le cœur, les poumons et la cage thoracique. En posture orthostatique, le sujet doit maintenir un équilibre entre ses mouvements respiratoires et ses mouvements posturaux. Le contrôle postural comprend alors des phénomènes d'anticipation. Lors de la phonation, la respiration et la verticalité sont indissociables. La colonne vertébrale se redresse et permet un élargissement de la cage thoracique et donc une capacité respiratoire optimale. Son redressement assure

également la contraction des abdominaux dans l'expiration.

Selon Scotto di Carlo et Hutois [43], à l'inspiration, en voix chantée, les courbures de la colonne vertébrale s'effacent et la colonne devient plus résistante à l'action des muscles inspireurs postérieurs.

Amy de la Bretèque [3] décrit la notion suivante : « poser la voix, c'est établir la meilleure relation possible entre la conduite du souffle phonatoire et la mise en vibration des cordes vocales. On y parvient en trouvant un équilibre dans les forces qui s'exercent autour du larynx ». La notion d'équilibre se retrouve donc dans toute émission vocale bien contrôlée, parlée ou chantée. Lors de la phonation, les cordes vocales exercent une résistance au passage de l'air expiratoire. Cette résistance, la pression sous-glottique, représente une gêne à l'adaptation des cordes vocales, à la hauteur du son désiré par exemple. Le sujet doit contrebalancer lui-même le niveau de pression de cette force en utilisant l'air qui s'échappe à chaque battement de la vibration cordale, pour créer une deuxième masse d'air sus-glottique. Le niveau de pression de cette nouvelle force de résistance doit être comparable à celui de la pression sous-glottique, ce qui permet de préserver au maximum le larynx et d'éviter qu'il soit soumis à des pressions qui perturberaient sa biomécanique. On crée alors une résistance sur le trajet de l'air vers l'extérieur, en le faisant passer par un passage étroit. On nomme « point d'éjection » ou « point d'appui » ce passage. La « colonne d'air » représente l'ensemble des masses aériennes sous et sus-glottiques, lorsque leur niveau de pression est égal sur une poussée expiratoire. On obtient alors un équilibre basé sur un rapport de pressions aérodynamiques.

Cet équilibre est source de sensations qui seront autant de références pour le chanteur. Le larynx fonctionnera alors comme en position de repos à la manière d'un corps flottant et vibrant. Il ne sera plus perçu comme un lieu d'effort. On peut alors créer un équilibre « résonnantiel ». Le son ainsi produit semble se diffuser à l'ensemble du corps : c'est le son intérieur qui fournit son assise à la voix projetée. [3]

## **II- POSTURE ET VOIX CHANTÉE**

### II - 1 Technique de chant [68] [71]

Le chant est une activité qui exige une intensité sonore régulière liée à la pression subglottique. Afin de conserver une pression subglottique constante tout au long de la phase

expiratoire, le chanteur doit coordonner l'action des muscles inspiratoires et expiratoires. Il doit pouvoir contrôler la pression et le débit pour jouer sur les ondulations à tout moment. G. Cornut a mis en évidence l'utilisation de groupes musculaires différents selon la production vocale souhaitée. « Pour les sons tenus, liés ou émis avec une forte intensité, le chanteur d'opéra utilise les abdominaux (...). En revanche, les notes piquées vont nécessiter l'utilisation des intercostaux. » [68]

La voix chantée nécessite un conduit vocal entièrement libre. L'émission des voyelles ne peut être réalisée qu'avec une obstruction ou un resserrement momentané du conduit vocal, ce qui entrave l'écoulement du flux aérien et vient rompre la continuité de la ligne mélodique. L'art du chant demande donc un équilibre entre les accommodations bucco-pharyngées et les modifications de la cavité buccale. La technique de chant doit donc permettre au chanteur lyrique de chanter souvent, longtemps, sans effort ni fatigue.

## II - 2 Le cas du mécanisme des attaques dans le chant [69]

« Dans la terminologie professionnelle du chant, on appelle « attaque des sons » la façon dont on utilise la musculature glottique et le souffle, conjointement, pour produire les premières périodes d'une voyelle émise sur une fréquence donnée »

Physiologiquement, l'attaque se compose de quatre phases :

- Mise sous tension de la musculature laryngée et respiratoire afin de faire passer le larynx en position phonatoire.
- Début de l'expiration avec une pression subglottique variable selon le type d'attaque à réaliser et l'intensité du son à émettre.
- Fin de l'adduction des cordes vocales.
- Mise en vibration des cordes vocales donnant naissance au son.

Quel que soit le type d'attaque réalisé, la première et la dernière phase sont identiques. Seule l'ajustement chronologique des deux phases intermédiaires permet d'établir une distinction entre les divers types d'attaque :

- Lorsque la poussée expiratoire et la fermeture de la glotte sont parfaitement synchrones, l'attaque donne une impression auditive de douceur, d'où son nom d'attaque douce.
- Lorsque la poussée expiratoire précède la fermeture glottique, l'attaque se fait avec un

bruit de souffle qui lui vaut le nom d'attaque soufflée.

- Lorsque la fermeture de la glotte précède la poussée expiratoire, l'attaque est dite dure ou en coup de glotte.

Dans la réalité, il n'existe pas une seule variété d'attaque douce mais trois : l'attaque douce soufflée, l'attaque douce pure qui correspond à la description traditionnelle de l'attaque douce et l'attaque douce glottarisée. Les chanteurs d'opéra utilisent uniquement ces trois types d'attaque douce, l'attaque douce traditionnelle se trouve être statistiquement celle qui est le moins utilisée par les professionnels. Les coups de glotte sont à éviter en raison des dangers qu'ils représentent pour les cordes vocales. Quant aux attaques soufflées, elles nuisent à la justesse du son et à l'esthétique musicale de la phrase chantée.

### II - 3 Modifications posturales dans le chant et émission de l'aigu

Dans son étude [70], N. Scotto di Carlo, montre qu'une pratique intensive du chant lyrique pendant plusieurs années provoque une déformation de la colonne cervicale, la courbure naturelle du cou s'effaçant progressivement. Lorsque les sujets sont au repos, des anomalies dans la forme du rachis cervical ont pu être observées chez tous les chanteurs examinés. En effet, ceux-ci présentent soit une hypo-lordose, soit, plus fréquemment, une hypo-cyphose ou une rectitude cervicale. Chez les sujets en phonation, différentes modifications ont été observées lors du passage du grave à l'aigu :

- Une augmentation importante de l'ouverture buccale
- Un relèvement de la tête par la flexion des vertèbres cervicales inférieures et par une extension des vertèbres sous-occipitales avec un élargissement antérieur de l'occiput sur la première vertèbre cervicale
- Un recul du rachis cervical
- Une postériorisation et un soulèvement de l'occiput
- Une inversion de la courbure cervicale

L'émission de l'aigu s'accompagne en effet de deux types de modifications physiologiques : celles, communes à tous les chanteurs, destinées à faciliter la bascule thyro-cricoïdienne et celles, différentes en fonction de l'intensité vocale du sujet, destinées à accorder la cavité pharyngo-buccale sur le son laryngé.

Les premières modifications ont pour effet d'étirer, d'allonger et d'amincir les cordes vocales qui vont alors vibrer plus vite. Les modifications les plus importantes que l'on observe pour

tous les types de voix lors de l'émission d'une note aiguë sont :

- Une augmentation de l'ouverture buccale
- Une antériorisation de la masse linguale
- Une verticalisation de l'os hyoïde
- Une bascule antérieure du cartilage thyroïde
- Une convexité postérieure de la courbure pharyngo-trachéale
- Une dilatation de l'espace hypo-pharyngé
- Une postériorisation du pharynx, du larynx et du rachis cervical
- Une inversion de la courbure cervicale, la lordose physiologique faisant place à une cyphose fonctionnelle.

Le second type de modifications varie selon que le sujet a une voix puissante ou légère.

Chez tous les sujets de cette étude [70], l'angle crânio-cervical augmente du grave à l'aigu (**Annexe 13**). Le phénomène est dû à deux facteurs concomitants : le relèvement de la tête et le recul du rachis cervical, eux-mêmes déterminés par l'ouverture buccale. Le recul du rachis cervical dans l'aigu s'accompagne en outre d'une inversion de courbure dont le but semble être de dégager le pharynx de manière à ce qu'il puisse se dilater suffisamment pour permettre la bascule antérieure du cartilage thyroïde indispensable à l'émission de l'aigu. Cette étude met donc en évidence l'extrême mobilité du rachis cervical.

### **III- LES DYSPHONIES DYSFUNCTIONNELLES SIMPLES [19] [47] [65]**

#### III - 1 Définition

Communément, la dysphonie est comprise comme l'altération du timbre de la voix. F. Le Huche décrit la dysphonie comme « un trouble momentané ou durable de la fonction vocale ressenti comme tel par le sujet lui-même ou son entourage ». Elle se traduit le plus souvent par une altération d'un ou plusieurs paramètres acoustiques de la voix et, en particulier, le timbre, l'intensité et la hauteur tonale. La dysphonie dysfonctionnelle est une « altération de la fonction vocale entretenue essentiellement par une perturbation du geste vocal ».

Les dysphonies sont simples lorsqu'elles surviennent en l'absence de lésion laryngée. Néanmoins, la perturbation fonctionnelle du comportement phonatoire peut provoquer un phonotraumatisme, qui se traduira plus tard par une lésion des plis vocaux.

Les dysphonies dysfonctionnelles simples peuvent toucher tous les étages de la production vocale :

- La soufflerie : la pression sous-glottique est insuffisante ou trop accrue, ce qui entraîne une perturbation cordale et le geste phonatoire n'est donc pas adapté à la situation de communication.
- Le vibrateur : des troubles de la coordination pneumo-phonique et/ou une lésion cordale consécutive à un forçage vocal apparaissent.
- Les résonateurs

### III - 2 Le cercle vicieux du forçage vocal [30] [47]

Dans la situation de forçage vocal, le sujet ne contrôle plus ou difficilement l'énergie dépensée en vue d'une efficacité vocale.

Le forçage vocal peut être ponctuel ou récurrent. Lorsqu'il est ponctuel, à la suite d'une situation d'effort, il conduit à une fatigue vocale passagère accompagnée de symptômes comme des douleurs, une gêne, un serrage, une perte de contrôle de la voix, un manque de souffle, un enrouement, des changements de timbre, d'intensité ou de hauteur... Le repos vocal marque la fin de cet effort prolongé et amène une récupération vocale dans laquelle les symptômes régressent. Lorsque le forçage vocal est récurrent et durable, les efforts pour produire une voix efficace sont permanents. En l'absence de récupération vocale et de résorption des symptômes, une fatigue vocale chronique peut se développer et amener l'individu à adopter un comportement compensatoire « malsain ». Une dysphonie peut alors apparaître accompagnée ou non de lésions sur les cordes vocales. Ce comportement compensatoire correspond à une stratégie comportementale inadaptée ayant pour but de maintenir une communication efficace dans un environnement non favorable à la voix. Le sujet entre alors dans le cercle vicieux du forçage vocal : moins sa voix est facile, plus il force...et plus il force, moins sa voix devient facile. Cette augmentation d'effort finit par devenir une habitude et aboutit à des distorsions durables du mécanisme de la production vocale et, en particulier, le mécanisme de la voix projetée qui est remplacé par celui de la voix de détresse. Ultérieurement, ce cercle vicieux peut être aggravé par l'altération de la muqueuse laryngée, consécutive au forçage vocal, ce qui entrave encore plus la production vocale. Le cercle vicieux du forçage vocal peut donc se comprendre comme résultant du remplacement progressif du mécanisme normal de la projection vocale par celui de la voix de détresse.

### III - 2 - 1 Les modifications posturales [13] [33] [47]

Le comportement de la voix de détresse provoque une altération de l'attitude générale. Cette altération comporte deux éléments :

- La perte de la verticalité : la flexion de la colonne dorsale provoque un déplacement du tronc vers l'avant, un affaissement thoracique et un arrondissement du dos aboutissant à une perte de la verticalité et à l'exclusion du diaphragme de son rôle de contrôleur de la pression expiratoire. Le sujet, par compensation, tend à redresser la tête, ce qui se traduit par le déplacement du menton vers l'avant.
- Des crispations : l'affaissement thoracique et l'avancée du menton entraînent des crispations musculaires cervicales, notamment au niveau des sterno-cléido-mastoïdiens, et laryngées. Les mouvements du larynx sont entravés et nécessitent davantage d'efforts provoquant une crispation musculaire réactionnelle des articulateurs. Cette tension se diffuse plus ou moins à la musculature du visage ainsi qu'aux membres supérieurs puis à l'ensemble du corps. L'état de tension musculaire du sujet dysphonique va entraîner un raidissement général du squelette, limitant ainsi les compensations posturales et générant une plus grande instabilité lors de la phonation. Seule la cheville semble conserver un degré de liberté lui permettant de rester fonctionnelle. [39]

C. Daguénant et P. Pénigault [21] mettent en évidence qu'en situation de projection vocale, les sujets dysphoniques subissent un déplacement antérieur de leur centre de gravité, contrairement aux sujets sains chez qui le déplacement du centre de gravité est plus postérieur. L'action du diaphragme, associée à celle des abdominaux, du dos et des membres inférieurs, constitue le facteur de postériorisation du centre de gravité. La stabilité posturale des sujets dysphoniques est donc moins performante que celle des sujets sains. (**Annexe 14**)

P. Girard [35] prouve que, hors projection vocale, lors des épreuves de translations avant/arrière à l'équitest (**Annexes 15 et 15 bis**), le centre de gravité des sujets dysphoniques est plus dispersé alors que celui des chanteurs se situe en général au milieu du polygone de sustentation et il est accompagné d'un meilleur appui postérieur au sol.

L'étude de C. Chichery et A. Saillour [12] a montré que les perturbations des entrées du système postural révèlent des différences dans les comportements d'équilibration. Les sujets dysphoniques ont une perte de contrôle plus importante, surtout en l'absence de la vision, que



les sujets possédant une technique vocale.

P. Girard [35] montre que les patients dysphoniques obtiennent de meilleurs scores d'équilibration lorsque la vision et la fonction vestibulaire sont utilisées conjointement. Il existe donc une complémentarité des fonctions visuelle et vestibulaire malgré une prépondérance de la vision.

Le « Upper crossed syndrome » [79] (**Annexe 16**) correspond à l'association des épaules enroulées et relevées avec une avancée du cou. La projection de la tête et la crispation importante des muscles du cou et des épaules entraînent une accentuation de la lordose cervicale et de la cyphose dorsale provoquant des compensations cervicales et laryngées. Associé à une perturbation de la verticalité, cet excès de tension en crée un autre au niveau lombaire. Les capacités respiratoires sont alors diminuées ainsi que le conduit d'air nécessaire à la voix.

### *III - 2 - 2 Les modifications respiratoires [38] [46] [62]*

Conséquence directe d'un état de tension générale inappropriée, ces modifications posturales ont des répercussions sur toute la chaîne du comportement phonatoire. Elles engendrent un geste respiratoire défectueux : une cyphose dorsale, la poitrine creuse, les épaules en avant et le cou tendu en avant limitent l'amplitude thoracique et abdominale et verrouillent les mouvements du diaphragme.

L'utilisation de la respiration thoracique supérieure est habituellement réservée à la voix conversationnelle et à la voix forte lorsqu'elle répond à une situation particulière, en situation d'urgence ou d'étonnement. Les sujets dysphoniques utilisent préférentiellement ce type de respiration en phonation avec affaissement de la cage thoracique et flexion du rachis dorsal. Les mouvements respiratoires sont de faible amplitude, rapides, irréguliers avec une élévation des épaules et du thorax, et sont accompagnés de tensions au niveau des muscles abdominaux. Le recours inopportun à la voix de détresse empêche le diaphragme d'assurer la régulation du souffle. Le sujet doit mettre en jeu ses muscles inspireurs accessoires, sterno-cléido-mastoïdiens, scalènes et intercostaux externes et moyens, pour obtenir la capacité pulmonaire nécessaire à la phonation. Cependant, ces muscles ne permettent pas un bon soutien pneumophonique ni une bonne régulation de l'expiration. On assiste alors à un étirement thoracique et à une remontée du diaphragme. Le larynx devient alors à la fois sphincter et vibreur. Cette dysharmonie respiratoire entraîne un défaut de coordination pneumophonique et un forçage

au niveau laryngé et périlaryngé avec une irritation de la muqueuse laryngée et une inflammation des voies aériennes supérieures provoquée par la pression sous-glottique.

### *III - 2 - 3 Les modifications laryngées et supra laryngées [20] [26] [33]*

L'augmentation des tensions musculaires et l'absence de contrôle produisent une corde vocale excessivement rigide et sont responsables d'une fuite au niveau de la partie postérieure de la glotte membraneuse, source de fatigue vocale et de baisse de l'intensité vocale ou de difficultés à l'augmenter. Pour obtenir une voix malgré cette fuite, la pression sous-glottique est augmentée, ce qui aboutit généralement à augmenter les forces de collision entre les deux cordes vocales provoquant la formation de nodules. A l'inverse, une pression sous-glottique insuffisante sera responsable d'un défaut d'accolement des plis vocaux.

Le larynx, nous l'avons dit, doit, dans le forçage vocal, assurer deux fonctions ; celle de vibreur et celle de régulateur, ce qui favorise la naissance d'une souffrance laryngée. La mauvaise régulation de l'air expiré en phonation entraîne une augmentation de la pression sous-glottique en début de phonation suivi d'une baisse rapide. Les tensions laryngées augmentent en début de phonation, en réaction à cette pression trop élevée, ce qui se traduit acoustiquement par des « coups de glotte » en début d'émission vocale. Cette attaque dure peut devenir dangereuse pour le larynx si l'émission est brutale ou répétée. [38]

L'étage sus-glottique est aussi le siège de tensions. La pression sous-glottique diminuant rapidement, le temps maximum de phonation est très court. Pour terminer ses phrases, le sujet doit alors encore augmenter les tensions laryngées afin de prolonger la vibration des cordes vocales. Les tensions sus-glottiques entraînent un serrage plus ou moins important des bandes ventriculaires. Ce serrage peut exister en phonation pour pallier un défaut de fermeture glottique.

Le travail excessif de la musculature péri-laryngée peut aboutir à des phénomènes douloureux permanents tels des myosites d'effort.

Des altérations supra-laryngées se traduisent par un serrage ou une hypotonie des muscles supra-glottiques et/ou des articulateurs, ce qui peut influencer le débit de la parole.

Les muscles sus et sous-hyoïdiens se tendent pour maintenir l'air dans les poumons malgré une pression sous-glottique trop élevée. L'élasticité passive des muscles inspireurs accessoires tend à les ramener à leur position de repos et donc à chasser l'air des poumons. Pour conserver une pression phonatoire suffisante en début de production vocale, le sujet doit fermer davantage sa glotte en contractant les muscles sus et sous-hyoïdiens. Cette contraction

entraîne aussi une flexion du rachis cervico-thoracique et le sujet, pour conserver une ligne de visée confortable, contracte ses muscles sterno-cléido-mastoïdiens. L'augmentation de ces tensions a pour conséquences la projection du visage et du tronc vers l'avant ainsi que la mise en tension de l'appareil suspenseur du larynx.

L'appareil suspenseur du larynx est en liaison directe avec les muscles de la langue et du voile du palais. Lors de la phonation, le sujet doit fournir un effort supplémentaire pour atteindre ses cibles articulaires, ce qui crée de nouvelles tensions au niveau de la mâchoire et du cou. Toutes ces tensions de la partie supérieure du cou ont un effet sur l'équilibration du sujet ainsi que sur la position de son centre de gravité. [38]

#### *III - 2 - 4 Les modifications vocales [16] [19]*

L'altération vocale est très variable selon les individus. Elle peut exister sans aucune altération de la muqueuse des plis vocaux, elle peut intéresser chacun des trois caractères acoustiques de la voix, elle peut être discrète ou plus importante jusqu'à tendre vers l'aphonie.

L'accroissement de l'intensité, surtout à l'attaque, est à l'origine de l'aggravation de la fréquence fondamentale, en particulier chez la femme. L'étendue vocale peut être réduite avec une difficulté majorée dans les aigus et il existe des désonorisations, les « couacs » lors du changement de registre. Le timbre vocal peut devenir voilé, soufflé, rauque, bitonal, éraillé...

#### *III - 2 - 5 Les signes subjectifs [47]*

La plainte du sujet porte sur l'appréciation de ses possibilités vocales et sur les sensations éprouvées. Le patient note des modifications dans la qualité de sa voix avec une impression d'inefficacité et de manque de puissance au point qu'il se croit difficile à entendre ; l'effort vocal lui paraît alors indispensable. Il se plaint de gênes laryngées accompagnées de picotements, de raclements, d'irritations ou de douleurs. Il peut aussi évoquer un effort respiratoire ou une oppression. Ces changements traduisent une baisse d'efficacité au niveau laryngé.

#### III - 3 Les facteurs déclenchants et les facteurs favorisants [47]

F. Le Huche distingue les facteurs déclenchants des facteurs favorisants. Les premiers n'entraînent pas en eux-mêmes un comportement phonatoire inadapté et résultent de particularités propres au sujet et à son mode de vie.

Les facteurs déclenchants peuvent être de nature organique ou psychologique. Parmi eux,

citons :

- certaines pathologies ORL : laryngite aiguë, traumatismes, allergies, maladies
- les facteurs psychologiques : événements professionnels, familiaux, chocs psychologiques
- un affaiblissement général, un surmenage
- une grossesse
- une chirurgie abdominale

Les facteurs favorisants peuvent être :

- l'obligation professionnelle de parler ou de chanter : chanteurs, comédiens, enseignants...
- des facteurs psychologiques : nervosité, émotivité, anxiété, perfectionnisme, etc et des difficultés psychologiques prolongées entraînant un état de tension important et durable
- un contexte alcoolo-tabagique
- des affections chroniques ORL, un terrain allergique, des troubles auditifs
- un reflux gastro-oesophagien responsable d'irritation de la muqueuse pharyngo-laryngée
- des facteurs comportementaux : technique vocale défectueuse, toux, raclements, hémhage
- le contexte socio-professionnel : mauvaises conditions acoustiques, environnement de travail nocif avec exposition au bruit, aux poussières, aux vapeurs irritantes, à l'air conditionné, au froid et au vent
- le contexte familial : présence d'un dysphonique et/ou d'un hypoacousique dans l'entourage.

F. Le Huche résume l'entrée dans le cercle vicieux du forçage vocal ainsi : « quand la voix ne va pas bien, quelle qu'en soit la raison (facteur déclenchant), on pousse dessus pour qu'elle aille quand même. Si, pour une raison quelconque, cet effort est poursuivi (facteur favorisant), on irrite le larynx, en utilisant le mécanisme de la voix de détresse. Il s'ensuit un supplément de difficultés, d'où l'augmentation de l'effort, d'où accentuation de la souffrance laryngée et du dérèglement du souffle, avec altération, plus ou moins importante, des qualités de la voix et éventuellement apparition de lésions plus ou moins durables de la muqueuse laryngée ». [47]

Par ailleurs, il existe une interaction entre l'inhibition vocale et le forçage vocal. Cette

réticence se manifeste en situation de projection vocale et perturbe les composantes de l'attitude de projection vocale.

Il est important de prendre en compte les causes physiques dans l'analyse de la posture d'un sujet. Le reflux gastro-oesophagien a des conséquences non négligeables sur la qualité vocale de l'adulte. [45] Un défaut de musculature comme par exemple une faiblesse de la musculature du plancher périnéal chez certaines femmes, peut également avoir un impact au niveau postural. [21]

P. Girard [35] a montré qu'un problème postural dû à des défaillances articulaires ou musculaires peut provoquer l'apparition de troubles de la voix, de même qu'un défaut de l'une des entrées du système postural peut modifier l'équilibre du sujet et générer une posture de compensation inadaptée à l'acte vocal. Les douleurs du rachis et plus particulièrement au niveau dorsal semblent avoir des conséquences importantes sur la voix et surtout sur le comportement du sujet en voix projetée. Les douleurs sont souvent le résultat de compensations posturales inadaptées consécutives à une anomalie du capteur podal entraînant des réactions en chaîne qui se propagent à l'ensemble du corps. Dans le cas d'une douleur physique, les sujets dysphoniques adoptent des stratégies de compensation qui mettent en danger l'appareil vocal ainsi que le corps.

#### **IV- LA REEDUCATION VOCALE**

La rééducation a pour objectif de corriger les dysfonctionnements de l'appareil vocal dans son ensemble et de rétablir un comportement phonatoire adapté. Elle doit restaurer la verticalité du sujet en vue de limiter les sources d'effort et de fatigue et de rétablir un fonctionnement adapté à l'émission vocale. Le patient doit prendre conscience de sa voix et de son corps, corriger les défauts de posture, acquérir une bonne technique respiratoire, apprendre à diminuer puis supprimer les tensions musculaires. Le bilan est la première étape de la prise en charge. Celle-ci se base sur un travail d'équipe notamment entre le médecin phoniatre et l'orthophoniste. [26]

#### IV - 1 L'hygiène vocale [66]

Les dysphonies dysfonctionnelles simples sont souvent attribuées à un surmenage et à un malmenage combinés entraînant la survenue de troubles de la voix et de lésions des cordes vocales. F; Le Huche propose une hygiène vocale pour les non professionnels de la voix et une pour les professionnels de la voix.

##### *IV - 1 - 1 L'hygiène vocale du non professionnel de la voix [48]*

Moins exposé que le professionnel aux ennuis vocaux, le non professionnel de la voix doit respecter quelques principes :

- modérer l'usage vocal dès le début d'un enrrouement : une modération vocale spontanée est le plus sûr moyen d'éviter le piège du cercle vicieux du forçage. Le sujet modifie sa façon de parler, en atténuant l'intensité de sa voix et en compensant cette intensité plus faible par une tonalité plus élevée et une articulation plus précise. Il peut également adopter la voix bourdonnée, beaucoup plus confortable que la voix chuchotée, source de fatigue pour le larynx.
- ne pas accepter une altération injustifiée de la fonction vocale : un enrrouement durable doit amener le patient à consulter. De même, une limitation fonctionnelle de la voix tolérable au début peut évoluer et aboutir à une gêne réelle et/ou à des complications. Ici, l'hygiène vocale passe par une meilleure diffusion de l'information concernant la fonction vocale, ses possibilités, son développement, ses troubles, ses remèdes.
- ne pas s'alarmer inutilement : à l'inverse de l'altération vocale durable, un timbre vocal un peu spécial peut n'être qu'une particularité individuelle ou une altération momentanée de la voix après un usage inadapté ou trop intensif.
- éviter le comportement de retenue et d'artifice : la voix doit rester un acte spontané. Une attention perpétuelle, une surveillance constante risque d'apporter une entrave préjudiciable à son bon fonctionnement.

On voit que l'hygiène vocale du non professionnel est un problème délicat. En voulant aider par quelques remarques un individu à améliorer sa voix, on risque de détourner son esprit de l'objectif naturel constitué par le destinataire de sa parole. Le seul fait de vouloir modifier volontairement tel ou tel détail risque de dénaturer le comportement vocal tout entier en lui faisant perdre sa spontanéité.

#### *IV - 1 - 2 L'hygiène vocale du professionnel de la voix [48]*

L'obligation d'utiliser sa voix même lorsqu'elle est déficiente réclame de la part du professionnel des précautions particulières. Il s'agit d'abord de préserver le comportement de projection vocale de toute distorsion aboutissant au comportement de forçage vocal :

- posséder une bonne technique de projection vocale : pour le chanteur et le comédien, elle constitue la meilleure garantie contre les ennuis vocaux. Le souffle abdominal, indispensable au fonctionnement de la projection vocale, ne se déclenche que si l'on est sûr de soi. L'inquiétude tend à élever le thorax à l'inspiration et à provoquer le passage au souffle vertébral avec flexion du tronc et projection du visage vers l'avant. Seul un entraînement suffisant peut permettre la manipulation du souffle abdominal en toutes circonstances et procéder aux réglages mécaniques nécessaires lors de difficultés (verticalisation, changement de tonalité, aménagements articulatoires, décontraction partielle...). Pour les autres professionnels de la voix (enseignants, animateurs, vendeurs...), une guidance sur les dangers que leur profession fait courir à leur fonction vocale, les moyens de prévenir et de réparer les défaillances serait un minimum, une initiation et un entraînement à la technique vocale restant le meilleur moyen de sensibiliser ces professionnels au forçage vocal.
- nuisances et inquiétude : souvent, l'inquiétude est nocive. Les nuisances les plus communes correspondent aux facteurs aggravants décrits précédemment : alcool, tabac, infections, émanations toxiques, air conditionné, courant d'air, hémage permanent...

Il est primordial, en début de prise en charge, de s'entretenir avec le patient sur ses conditions de travail afin de repérer les situations susceptibles de déclencher un comportement d'effort vocal. Le patient doit prendre conscience de ses gestes nocifs et de ses excès vocaux pour modifier son comportement phonatoire. L'hygiène vocale peut se traduire par une diminution des activités vocales voire un repos vocal obligatoire de quelques jours dans le cas d'une opération sur les plis vocaux. [66]

#### IV - 2 Améliorer la représentation mentale de la posture par la relaxation

La relaxation, dans le cadre de la rééducation vocale, doit être comprise comme une prise de conscience, un entraînement à la maîtrise du tonus musculaire dans le but d'un meilleur

contrôle de son corps et d'une « saine gestion de l'énergie psychomotrice ». [48] Elle est utile afin de diminuer l'excès de tension régnant dans certaines zones. Le relâchement musculaire permet la modification des perceptions corporelles et sensorielles et la possibilité d'isoler les différents segments du corps entrant en jeu dans l'acte phonatoire. La relaxation doit amener le patient à comprendre le lien existant entre sa voix et la posture qu'il adopte. Les perturbations intéressant la voix et la parole se caractérisent dans un grand nombre de cas par un comportement d'effort. L'entraînement à la relaxation permet au sujet de sortir du cercle vicieux grâce à l'acquisition de la maîtrise de son énergie, première condition d'un comportement phonatoire « économique » et bien adapté. De plus, les patients concernés par les troubles vocaux sont souvent nerveux, émotifs, anxieux ou surmenés ; la relaxation apparaît alors tout à fait appropriée, le traitement ne devant pas s'arrêter au symptôme vocal.

#### IV - 3 Exercices de posture et de verticalité [48]

La rééducation vocale d'une dysphonie s'appuie sur des exercices visant à amener le patient à mettre en relation sa voix et sa posture. La voix ne peut en effet être dissociée du corps.

Les exercices suivants ont été choisis en raison de leur action sur les rapports voix-posture. Il s'agit de mettre en place une prise de conscience de la respiration de la part du patient dans le but d'obtenir la coordination pneumo-phonique nécessaire à la phonation.

##### *IV - 3 - 1 Le sphinx*

Le sujet se tient face à la glace, aussi vertical que possible mais sans raideur, et vérifie que l'axe de son corps et l'axe de sa tête sont bien dans le prolongement l'un de l'autre. Tout en regardant une cible, il oriente son visage vers la droite, revient en face, puis l'orienté à gauche, puis revient en face sans perdre la cible du regard. Chaque orientation du visage est tenue au moins une seconde, plus si nécessaire. À chaque arrêt, le sujet vérifie que son regard oculaire est bien resté en face et n'a pas suivi le visage dans son déplacement, que les épaules n'ont pas tourné et que l'axe du corps et de la tête restent toujours dans le prolongement l'un de l'autre, dans l'axe vertical. Cet exercice facilite celui du sagittaire pour la maîtrise de la cible imaginaire.

##### *IV - 3 - 2 Le sagittaire*

Le sujet, dans l'attitude de projection vocale, va projeter plusieurs séries de trois souffles successifs et brefs (comme des flèches) de type abdominal vers une cible imaginaire qu'il vise



du regard. Chaque souffle est séparé des autres par un temps de repos d'environ deux secondes. Le retour au repos après chacune des émissions se traduit par un relâchement de la paroi abdominale sans perdre la verticalité. Le geste doit être réalisé en harmonie avec le souffle produit. Le sujet contrôle les mouvements en posant une main sur l'abdomen et deux doigts sur le sternum.

#### *IV - 3 - 3 Le soldat de bois*

Cet exercice se fait debout, pieds joints, bras tendus le long du corps, la paume des mains plaquée latéralement sur les cuisses ou tournée vers l'avant dans la position de garde-à-vous. Le sujet incline légèrement son corps vers l'avant en jouant sur une légère flexion du pied au niveau de la cheville en essayant de garder une attitude aussi rigide que possible. Il passe ainsi son poids sur l'avant de la voûte plantaire, aussi loin que possible mais sans perdre l'équilibre ni altérer la rectitude du corps. Le même mouvement est ensuite exécuté vers l'arrière, le poids du corps passant cette fois sur ses talons. L'exercice peut être répété plusieurs fois.

#### *IV - 3 - 4 Le culbuto*

Cet exercice, comme le soldat de bois, travaille la verticalité et l'ancrage au sol. Le corps reste tout d'une pièce en basculant obliquement à droite puis à gauche. Le sujet, de face, jambes légèrement écartées, se repousse vers la droite en allongeant doucement la pointe du pied gauche jusqu'à ce que tout le poids du corps repose sur la jambe droite au point de pouvoir soulever légèrement le pied gauche sans perdre l'équilibre pendant quelques secondes si possible. Puis, il revient à son point de départ. L'exercice est ensuite exécuté sur l'autre jambe et répété deux ou trois fois.

#### *IV - 3 - 5 L'exercice du balai (Annexe 17)*

Cet exercice se fait en position assise, de préférence sur un siège sans dossier. La personne doit être assise de manière à ce qu'un tiers de son corps repose sur le siège et les deux tiers restants hors de la chaise, soutenus par les muscles des jambes pour favoriser l'appui au sol. Il est nécessaire de s'asseoir face à un miroir, pour pouvoir contrôler soi-même et rectifier au besoin sa posture. Prendre un bâton plus long que l'écartement des deux épaules ou un manche à balai. Le tenir contre soi au niveau du bas ventre, coudes repliés et collés au corps. Les mains doivent être séparées sur le balai par un espace aussi large que l'espacement des deux épaules. Étirer horizontalement devant soi ses deux bras comme si l'on voulait toucher

ses genoux. Monter lentement les deux bras jusqu'au dessus du sommet de la tête. Sans avancer le menton ni les épaules, abaisser lentement les bras derrière la tête, puis passer derrière la nuque, les épaules, le dos jusqu'au sacrum. Il est nécessaire de plier les coudes à un moment pour descendre. Le fait d'écarter les mains sur le balai est une aide. Le balai longe progressivement le corps, collé le long de la tête et de la colonne vertébrale. Cet exercice permet de faire prendre conscience au sujet des muscles rentrant en jeu dans la projection vocale et la nécessité d'une bonne verticalité pour une utilisation correcte de ces muscles.

#### IV - 4 Intérêt de la rééducation vocale dans l'amélioration des stratégies d'équilibration des sujets dysphoniques [35]

Dans son étude, P. Girard [35] a suivi des patientes dysphoniques avant et après rééducation vocale. Celle-ci comprenait, entre autres, des exercices tels que la balance de Roberval, le sagittaire, le cobra ailé, le soldat de bois et l'exercice du balai, choisis en raison de leur action sur les rapports voix-posture. Il s'agissait de faire prendre conscience au sujet du fait que son corps est composé de plusieurs parties, qui elles-mêmes forment un ensemble. Cet ensemble peut être utilisé harmonieusement, par rapport à l'environnement extérieur du sujet. Une fois la conscience de son corps établie, le patient peut intégrer les principes de son positionnement dans l'espace par rapport à son centre de gravité. Les exercices travaillés en rééducation orthophonique permettent la mise en place d'une prise de conscience de la respiration nécessaire à la coordination pneumo-phonique de la phonation. Après une quinzaine de séances de rééducation, une évolution positive de la qualité vocale des patientes ainsi qu'une évolution de leur stabilité ont été notées. Les capacités d'équilibration se sont améliorées hors situation de projection vocale, leurs stratégies utilisées étant mieux adaptées aux conditions. La pratique des exercices posturaux a permis d'accéder à une automatisation des mécanismes vocaux et posturaux et d'acquérir ainsi un comportement phonatoire correct. On remarque un alignement plus efficace des segments du corps avec un centre de gravité plus centré qu'avant la rééducation. Par ailleurs, les patientes, ont encore mieux utilisé leur fonction visuelle et leur fonction vestibulaire a été beaucoup plus investie.

Cette étude ainsi que celle de O. Constant et M. Rallo [13], montrent l'influence de la rééducation vocale sur la posture. Elles mettent en évidence la diminution des oscillations antéro-postérieures du corps chez les sujets dysphoniques après la rééducation. La thérapie vocale joue sur la stabilité du sujet et améliore la proprioception ainsi que les stratégies

d'équilibre du sujet.

#### IV - 5 La phonochirurgie [48] [72]

La phonochirurgie a pour but de promouvoir l'amélioration et, si possible, la normalisation de la phonation. Elle consiste en l'exérèse de la lésion laryngée et elle est associée à une rééducation pré et post-opératoire. La phonochirurgie par voie interne ou externe concerne généralement les plis vocaux. Elle s'adresse également au voile du palais, à la langue et à l'innervation des muscles de la face. Elle peut encore se proposer d'améliorer la phonation et la déglutition dans les laryngectomies partielles ou totales. Chaque fois qu'une indication opératoire est posée, il est indispensable que le geste chirurgical soit précédé d'une rééducation orthophonique pré-opératoire. Cette dernière permet d'évaluer les habitudes vocales et le comportement phonatoire du patient, les caractéristiques acoustiques de sa voix et son attitude face aux exercices vocaux. Au cours de ces séances, les bases du travail à effectuer sont posées, les conduites à tenir après l'opération, comme le repos vocal, sont expliquées. Dans le cas d'une lésion réversible, la rééducation va permettre d'obtenir la diminution voire la disparition de la lésion et ainsi éviter la chirurgie. Selon le type et l'évolution de la lésion, la phonochirurgie ne sera pas forcément envisagée mais la rééducation devra être poursuivie. A l'inverse, une lésion encore présente après 10-15 séances appelle une intervention chirurgicale. La rééducation post-opératoire commence dès la fin du repos vocal, qui dure habituellement entre 5 et 6 jours. Ce temps de repos vocal est obligatoire pour obtenir une bonne cicatrisation des tissus. Le rythme de la rééducation post-opératoire doit être de 2 à 3 séances hebdomadaires. Ensuite, elle évoluera en fonction du patient, de la lésion et des altérations vocales.

# PARTIE PRATIQUE

## CHAPITRE 1 : OBJECTIFS ET HYPOTHESES

### **I- LES OBJECTIFS**

L'objectif global est d'étudier la S-TRAV (**Annexe 18**) sur une population de référence au niveau postural : les chanteurs lyriques.

L'objectif est d'établir un comportement postural de référence à partir des sujets ayant reçu une formation de technique vocale.

L'objectif est de décrire le comportement postural des chanteurs qui pourra ainsi servir de base de référence aux différents thérapeutes de la voix.

### **II- LES HYPOTHESES**

- Hypothèse 1 : La S-TRAV permet de mettre en évidence le comportement postural référentiel chez les professionnels de la voix ayant eu une formation de technique vocale.
- Hypothèse 2 : La S-TRAV peut être un outil référentiel du comportement postural phonatoire de tout individu.
- Hypothèse 3 : La S-TRAV peut ainsi être utilisée comme un outil diagnostique et thérapeutique des problèmes de posture dans les dysphonies dysfonctionnelles.

## CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE

### **I- POPULATION ETUDIEE**

#### I - 1 Critères d'inclusion et d'exclusion

##### *I - 1 - 1 Critères d'inclusion :*

Les sujets inclus dans cette étude répondent à différents critères :

- Age entre 18 et 75 ans compris afin d'écartier les altérations vocales et posturales liées à la puberté, à la presbyphonie et aux modifications posturales dues à l'âge.

- Sexe indifférent.
- Niveau socio-culturel indifférent.
- Absence de pathologie vocale ou posturale au moment de l'évaluation.
- Chanteurs professionnels lyriques, chanteurs non professionnels lyriques ayant reçu une formation de technique vocale et possédant une expérience du chant lyrique supérieure à 10 ans, professeurs de chant enseignant le chant lyrique.

#### *I - 1 - 2 Critères d'exclusion :*

Les individus répondant à l'un de ces critères ont été exclus de l'étude :

- Chanteurs amateurs n'ayant pas reçu de formation en technique vocale lyrique.
- Chanteurs autres que lyriques.
- Chanteurs ayant une expérience du chant lyrique inférieure à 10 ans.
- Age inférieur à 18 ans ou supérieur à 75 ans.
- Présence d'une pathologie vocale ou posturale au moment de l'évaluation.

#### I - 2 Recrutement de la population (Annexes 19 et 20)

Le recrutement s'est effectué entre décembre 2011 et fin mars 2012. Les chanteurs ont été contactés par l'intermédiaire d'une phoniatre, celui d'une orthophoniste, et par mon intermédiaire. Un courrier a été envoyé aux chanteurs afin d'expliquer la démarche.

#### I - 3 Présentation de la population

La population est constituée de 43 sujets âgés de 26 à 69 ans avec une moyenne d'âge de 46,16 ans. Elle est répartie comme suit :

- 19 hommes et 24 femmes au total
- 12 chanteurs d'opéra professionnels
- 14 chanteurs lyriques professionnels
- 17 chanteurs non professionnels ayant reçu une formation de technique vocale lyrique et dont l'expérience en chant lyrique est supérieure à 10 ans.

## **II- MATERIEL**

### II - 1 Entretien anamnésique court

Avant de passer la S-TRAV, chaque sujet a été soumis à quelques questions :

- Le nom, le prénom, la date de naissance, la profession exercée
- Le registre vocal
- Le nombre d'années de pratique du chant lyrique
- Les éventuels antécédents de problèmes vocaux ou posturaux
- Le port éventuel de lunettes, de lentilles, de semelles orthopédiques
- Les éventuels problèmes de dos ou les douleurs de type sciatique ou cruralgie
- Les éventuels antécédents chirurgicaux pouvant provoquer des douleurs
- Les éventuels antécédents d'entorses, de fractures, de déchirures...

### II - 2 La passation de la S-TRAV de Amiel et Lamy

La S-TRAV, créée en 2010, est une échelle d'évaluation de la posture. Elle est destinée à être utilisée lors du bilan vocal en cas d'éventuelles dysphonies dysfonctionnelles.

La grille de cotation se divise en différentes parties : le patient est observé en situation de repos et en phonation lors de la projection vocale et du chant.

L'échelle comprend différents items :

- La sévérité du trouble vocal et postural (SvO et SpO)
- La tension générale (T)
- La respiration (R)
- L'ancrage au sol (A)
- La verticalité (V)

Ce dernier paramètre est divisé en plusieurs items : V tête, V cou, V épaule, V courbure cervicale, V courbure dorsale, V courbure lombaire, V bassin et V genoux.

L'examineur cote qualitativement et quantitativement chacun des critères, excepté pour la sévérité globale du trouble qui est cotée uniquement de façon quantitative. La S-TRAV s'inspire du système de cotation ordinaire du GRBASI (**Annexe 21**) :

- 0 correspond à une absence d'altération
- 1 à une altération légère
- 2 à une altération modérée

- 3 à une altération sévère

Les chanteurs de cette étude n'ont pas été soumis à un bilan du comportement phonatoire classique. Ils ont directement passé l'échelle de posture à travers plusieurs épreuves utilisées en bilan :

- La position de repos en voix conversationnelle lors de l'interrogatoire
- La voix projetée à travers une épreuve de lecture projetée puis de comptage projeté. La lecture projetée avait pour support le premier paragraphe du discours de Créon, extrait d'Antigone de Sophocle et adapté par Cocteau (**Annexe 22**). Les sujets devaient lire ce texte comme s'ils s'adressaient à de nombreux auditeurs. Le comptage projeté a permis de confirmer ce qui avait été observé lors de la lecture projetée. De plus, il a été prouvé [2] que l'épreuve de comptage projeté mettait davantage en évidence les éventuels défauts respiratoires et posturaux. Les sujets devaient scander « Et un! Et deux! Et trois!...» de façon dynamique. La durée du comptage variait d'un individu à l'autre en fonction des besoins de l'examineur.
- La voix chantée lors de vocalises et/ou d'extraits de répertoire.

### **CHAPITRE 3 : PROCEDURE**

#### **I- LA METHODE DE PASSATION**

Les sujets de cette étude ont été vus une fois sur leur lieu de travail ou à leur domicile. Avant d'être soumis à l'échelle d'évaluation de la posture, chaque chanteur a été interrogé sur son ressenti par rapport à la qualité de sa voix et de sa posture. Les réponses données ont permis de coter dans la S-TRAV les items « sévérité du trouble vocal perçue par le patient » (SvP) et « sévérité du trouble postural perçue par le patient » (SpP).

#### **II- COTATION DE LA S-TRAV**

Bien que le critère « Respiration » ait été jugé non sensible statistiquement lors de l'étude de la création de la S-TRAV, il a quand même été observé pendant la cotation car il reflète le comportement du chanteur. Il a donc été conservé pour l'étude statistique. Chaque sujet a été observé de profil afin d'examiner les éventuelles altérations posturales et de juger la manière d'occuper l'espace du chanteur.

## **CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS**

### **I - ANALYSE DESCRIPTIVE**

#### **I - 1 Critères « quantitatifs »**

Quels que soient le critère et la condition étudiés, aucune altération sévère (cotée 3) n'est relevée et une seule altération modérée est présente.

- **« Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste » (SvO)**

En voix projetée, 90,7% des individus ne présentent pas d'altération au niveau de leur voix.

En chant, ils représentent 97,67%.

Les altérations sont uniquement légères (cotées 1) : elles représentent 100% des altérations en voix projetée et chantée.

- **« Sévérité du trouble vocal perçue par le patient » (SvP)**

Quelle que soit la condition d'évaluation, la majorité des sujets ne relève aucune altération de leur voix (90,7% en voix projetée et 97,67% en chant). Lorsqu'une altération est présente, la totalité des individus la cote 1 (altération légère).

En voix projetée et en voix chantée, 95,35% des sujets ont une bonne conscience de leur voix et s'accordent avec l'examineur sur la présence ou non d'une altération vocale. 100% des sujets présentant une altération la cotent au même grade que l'examineur.

4,65% des individus n'ont pas une bonne conscience de leur voix. Dans 50% des cas, le sujet n'a pas conscience de l'altération relevée par l'examineur.

- **« Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste » (SpO)**

La majorité des sujets ne présentent aucune altération (cotée 0) au repos et en voix chantée : la proportion d'individus cotés 0 est de 90,7% au repos et 79,07% en voix chantée. En voix projetée, seulement 48,84% des sujets ne présentent pas d'altération de la posture et 51,16% présentent une altération légère alors qu'ils ne sont que 9,3% au repos et 20,93% en chant.

- **« Sévérité du trouble postural perçue par le patient » (SpP)**

Quelle que soit la condition d'évaluation, la majorité des individus ne relève aucune altération de leur posture. Lorsqu'une altération est présente, la totalité des sujets la cote 1 (altération légère).

Au repos, 95,35% des sujets ont une bonne conscience de leur posture et s'accordent avec



l'examineur sur la présence ou non d'une altération posturale. 100% des sujets présentant une altération la cotent au même grade que l'examineur.

4,65% des sujets n'ont pas une bonne conscience de leur posture, dans 100% de ces cas, le sujet n'a pas conscience de l'altération relevée par l'examineur.

En voix projetée, 67,44% des individus ont une bonne conscience de leur posture et s'accordent avec l'examineur sur la présence ou non d'une altération posturale. 100% des sujets présentant une altération la cotent au même grade que l'examineur.

32,56% des sujets n'ont pas une bonne conscience de leur posture. Dans 92,86% des cas, le sujet n'a pas conscience de l'altération relevée par l'examineur.

En condition de chant, 83,72% des sujets ont une bonne conscience de leur posture et s'accordent avec l'examineur sur la présence ou non d'une altération posturale. La totalité des sujets présentant une altération la cote au même grade que l'examineur.

16,28% des individus n'ont pas une bonne conscience de leur posture. Dans 85,71% de ces cas, le sujet n'a pas conscience de l'altération relevée par l'examineur.

D'une manière générale, après étude statistique, nous pouvons dire :

- quelle que soit la condition d'observation, plus de la moitié des sujets a une bonne conscience de sa posture.
- lorsque les individus ont une bonne conscience de leur posture et qu'ils présentent une altération posturale, ils la cotent, dans les trois conditions, au même grade que l'examineur.
- lorsque les individus ont une mauvaise conscience de leur posture, ils ne perçoivent généralement pas l'altération relevée par l'examineur.
- **« Tension générale » (T)**

Quelle que soit la condition d'évaluation, la plupart des sujets ne présente pas d'altération au niveau de la tension générale. Cela est vrai pour la quasi-totalité des sujets au repos (93,02%) et un peu moins en condition de phonation (79,07% en voix projetée et 90,7% en chant).

Quelle que soit la condition, l'altération relevée est cotée 1 (altération légère).

- **« Respiration » (R)**

Quelle que soit la condition de phonation, aucune altération n'est relevée.

- **« Ancrage » (A)**

La proportion des sujets présentant un bon ancrage au sol varie selon la condition

d'examen : 97,67% au repos, 90,7% en chant et 74,42% en voix projetée.

Les altérations relevées sont cotées 1 (altération légère) en condition de repos et de chant. En voix projetée, 90,91% des altérations relevées sont cotées 1 et 9,09% sont cotées 2 (altération modérée).

- **Verticalité globale et sous-items**

- ✓ « Verticalité globale » (V)

La quasi-totalité des individus présente une bonne verticalité globale au repos (97,67%). En chant, ils représentent 93,02%, et 83,72% en voix projetée.

Dans les trois conditions, lorsque les sujets n'ont pas une bonne verticalité, l'altération est légère. Aucune altération modérée ou sévère n'a été relevée pour le critère « verticalité » et ses sous-items.

- ✓ « Verticalité tête » (Vtête)

La présence d'une bonne verticalité au niveau de la tête dépend de la condition d'examen. En effet, en position de repos, 100% des individus sont cotés 0 (absence d'altération) alors que cette absence d'altération représente 97,67% des cas en chant et 86,05% en voix projetée.

Que ce soit en chant ou en voix projetée, la totalité des altérations est jugée légère statistiquement.

- ✓ « Verticalité cou » (Vcou)

Quelle que soit la condition, la quasi-totalité des sujets présentent une bonne verticalité au niveau du cou. Au repos, ils représentent 100% de la cohorte, 93,02% en voix projetée et 97,67% en chant.

100% des altérations relevées sont cotées 1.

- ✓ « Verticalité épaules » (Vep)

Que ce soit au repos, en voix projetée ou en chant, aucun individu ne présente d'altération au niveau de la verticalité des épaules.

- ✓ « Courbure cervicale » (Vcerv)

En condition de repos, 100% des sujets ne présentent aucune altération au niveau de la courbure cervicale. Ils représentent 97,67% en chant et en voix projetée.

La faible minorité présentant une altération en condition de phonation est cotée 1.

- ✓ « Courbure dorsale » (Vdors)

Quelle que soit la condition, environ 98% des individus ne présentent pas d'altération au

niveau de la courbure dorsale.

En phonation, les altérations relevées sont légères.

✓ « Courbure lombaire » (Vlomb)

Les observations concernant les altérations au niveau de la courbure lombaire sont identiques quelle que soit la condition : près de 98% des individus ne présentent pas d'altération et la totalité des altérations relevées sont légères.

✓ « Verticalité bassin » (Vbass)

La totalité des sujets ne présente aucune altération que ce soit au repos, en voix projetée ou en voix chantée.

✓ « Verticalité genoux » (Vgen)

Quelle que soit la condition, 100% des individus sont cotés 0 (absence d'altération).

I - 2 Critères « qualitatifs »

• « **Tension générale** » (T)

Quelle que soit la condition, la plupart des sujets ont une tension neutre : 93,02% au repos, 90,7% en chant et 79,07% en voix projetée.

Lorsque la tension musculaire est perturbée, le déséquilibre tend rarement vers une insuffisance (environ 7% en phonation) mais se traduit plutôt par un excès de tension. Cette tension excessive se retrouve essentiellement en voix projetée : 16,28% contre 6,98% au repos et en chant.

• « **Respiration** » (R)

Le type de respiration utilisé varie énormément selon la condition de phonation. Bien que dans les deux conditions, la respiration abdominale soit la plus employée, la proportion d'individus l'utilisant est bien plus élevée en chant (90,7%) qu'en voix projetée (51,16%).

En voix projetée, 48,84% des sujets utilisent une respiration thoraco-abdominale contre 9,3% en voix chantée. En revanche, la respiration thoracique supérieure n'est absolument pas utilisée et aucune reprise d'air inadaptée n'est relevée.

• « **Ancrage** » (A)

La plupart des sujets ont un ancrage neutre au sol (97,67% au repos, 90,70% en chant et 74,42% en voix projetée).

En condition de repos et de chant, lorsque les sujets ne présentent pas un bon ancrage au sol,

on relève un appui sur un pied (2,33% au repos et 4,65 en chant) ou un appui en avant, sur les métatarses (4,65% en chant). En voix projetée, cela se traduit par un appui en avant ou un balancement (respectivement 13,96% sur les métatarses et 11,63% en balancement). Aucun appui en arrière n'a été relevé.

- **« Verticalité tête » (Vtête)**

La position de la tête est neutre pour la totalité des sujets au repos et pour la majorité des sujets en voix chantée (97,67%).

En voix projetée, 86,05% ont une position neutre et on retrouve une projection ou une extension de tête chez environ 14% des individus.

- **« Verticalité cou » (Vcou)**

Quelle que soit la condition, le cou est en position neutre pour la majeure partie de la cohorte (environ 97%). La présence d'une extension du cou est parfois relevée en situation de voix projetée (6,98%) et devient rare en chant (2,33%).

- **« Verticalité épaules » (Vep)**

Dans toutes les conditions, la totalité des sujets a les épaules basses.

- **« Courbure cervicale » (Vcerv)**

Au repos et en voix projetée, la courbure cervicale est neutre pour la majeure partie de la cohorte (respectivement 90,7% et 83,72% des sujets). En revanche, en chant, on relève une atténuation importante de cette courbure (39,53% des sujets) à mettre en lien avec l'effacement de la courbure cervicale propre aux chanteurs lyriques après plusieurs années de pratique. L'exagération de la courbure cervicale est rare et n'est relevée qu'en chant (2,33% des cas).

- **« Courbure dorsale » (Vdors)**

La courbure dorsale est neutre pour la majorité des sujets quelle que soit la condition (97,67% dans chacune des conditions). Dans le cas contraire, on relève une exagération de cette courbure au repos et une atténuation en phonation.

- **« Courbure lombaire » (Vlomb)**

En situation de repos et en phonation, la courbure lombaire est rarement atténuée (environ 2% des sujets en phonation). Aucune exagération de la courbure lombaire n'est relevée.

- « **Verticalité bassin** » (Vbass)

Au repos, chez la majorité des sujets, le bassin est en position neutre (97,67%). La bascule latérale est rare (2,33%) dans cette condition d'examen.

- « **Verticalité genoux** » (Vgen)

Quelle que soit la situation, la totalité des sujets a les genoux souples.

## **II - ANALYSE STATISTIQUE**

### II - 1 Seuil de signification statistique

En statistiques, le seuil de signification est fixé à 5%. Toutes les valeurs ayant un seuil inférieur à 5% (ce qui correspond à une fréquence de 2 sujets ou moins) ne sont pas considérées comme significatives statistiquement. Elles ne seront donc pas prises en compte dans le référentiel de l'échelle. De plus, les valeurs non présentées dans l'analyse seront automatiquement écartées du référentiel car absentes lors de l'étalonnage sur la population de chanteurs lyriques.

### II - 2 Résultats

Les résultats sont présentés dans les trois conditions, critère par critère, sous forme de tableaux. Pour les items « T », « R », « A », « Vtete », « Vcou », « Vep », « Vcerv », « Vdors », « Vlomb », « Vbass » et « Vgen », les variables ordinales (cotation quantitative 0, 1, 2, 3) sont présentées en ordonnées et les variables nominales (caractéristiques de la position) sont présentées en abscisses. Pour chaque variable ordinale, la première ligne de résultats correspond à la fréquence, soit le nombre de sujets ayant obtenu cette valeur à l'item. La seconde ligne correspond au pourcentage.

Pour les items « SvO », « SvP », « SpO », « SpP » et « V », les variables ordinales sont présentées en ordonnées, la fréquence et le pourcentage sont présentés en abscisses.

Dans chaque tableau, les résultats significatifs sont grisés.

II - 2 - 1 En condition de repos

• **Tableau n°1 « Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste » (SpO)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	39	90,70%
1	4	9,30%

En condition de repos, le référentiel admet une cotation 0 ou 1 pour le critère « Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste ».

• **Tableau n°2 « Sévérité du trouble postural perçue par le patient » (SpP)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	41	95,35%
1	2	4,65%

Au repos, la cotation est 0 pour le critère « Sévérité du trouble postural perçue par le patient ».

• **Tableau n°3 « Tension générale » (T)**

Ordinales	Nominales	NEUTRE	EXCES	
0		40	0	Fréquence
		93,02%	0,00%	Pourcentage
1		0	3	Fréquence
		0,00%	6,98%	Pourcentage

En condition de repos, pour le critère « Tension », le référentiel admet une tension neutre cotée 0 et un excès de tension coté 1.

- **Tableau n°4 « Ancrage » (A)**

Ordinales \ Nominales	NEUTRE	SUR UN PIED
	0	42 97,67%
1	0 0,00%	1 2,33%

Le référentiel n'admet qu'un ancrage neutre coté 0 pour ce critère.

- **Tableau n°5 « Verticalité globale » (V)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	42	97,67%
1	1	2,33%

Pour le critère « Verticalité », le référentiel n'admet qu'une cotation 0.

- **Tableau n°6 « Verticalité tête » (Vtête)**

Ordinales \ Nominales	NEUTRE
	0

Pour ce critère, le référentiel indique une position neutre de la tête avec une cotation 0.

- **Tableau n°7 « Verticalité cou » (Vcou)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE
0	43
	100,00%

Pour le critère « Verticalité cou », le référentiel admet une verticalité neutre cotée 0.

- **Tableau n°8 « Verticalité épaules » (Vep)**

Nominales \ Ordinales	BASSES
0	43
	100,00%

Au repos, le référentiel admet une position basse des épaules cotée 0.

- **Tableau n°9 « Courbure cervicale » (Vcerv)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	39	4
	90,70%	9,30%

En position de repos, le référentiel admet une courbure cervicale neutre cotée 0 ou une courbure atténuée cotée 0.



- **Tableau n°10 « Courbure dorsale » (Vdors)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	EXAGEREE
0	42	1
	97,67%	2,33%

Pour le critère « Courbure dorsale », le référentiel n'admet qu'une courbure neutre cotée 0.

- **Tableau n°11 « Courbure lombaire » (Vlomb)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE
0	42
	97,67%
1	1
	2,33%

Pour ce critère, le référentiel indique une courbure neutre cotée 0.

- **Tableau n°12 « Verticalité bassin » (Vbass)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	BASCULE LATERALE
0	42	1
	97,67%	2,33%

Pour le critère « Verticalité bassin », le référentiel n'admet qu'une position neutre cotée 0.

- **Tableau n°13 « Verticalité genoux » (Vgen)**

Nominales	SOUPLE
Ordinales	
0	43
	100,00%

Pour ce critère, le référentiel admet une position souple des genoux cotée 0.

*II - 2 - 2 En condition de voix projetée*

- **Tableau n°14 « Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste » (SvO)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	39	90,70%
1	4	9,30%

En condition de voix projetée, pour le critère « Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste », le référentiel admet une cotation 0 ou 1.

- **Tableau n°15 « Sévérité du trouble vocal perçue par le patient » (SvP)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	39	90,70%
1	4	9,30%

Pour le critère « Sévérité du trouble vocal perçue par le patient », le référentiel indique une cotation 0 ou 1.

- **Tableau n°16 « Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste » (SpO)**

Ordinales \ Nominales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	21	48,84%
1	22	51,16%

Pour ce critère, le référentiel admet une cotation 0 ou 1.

- **Tableau n°17 « Sévérité du trouble postural perçue par le patient » (SpP)**

Ordinales \ Nominales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	33	76,74%
1	10	23,26%

Pour le critère « Sévérité sur trouble postural perçue par le patient », le référentiel admet une cotation 0 ou 1.

- **Tableau n°18 « Tension générale » (T)**

Ordinales \ Nominales	NEUTRE	EXCES	INSUFFISANCE
0	34	0	0
	79,07%	0,00%	0,00%
1	0	7	2
	0,00%	16,28%	4,65%

En voix projetée, le référentiel admet une tension neutre cotée 0 et un excès de tension coté 1.

- **Tableau n°19 « Respiration » (R)**

Nominales \ Ordinales	ABDOMINALE	THORACO-ABDOMINALE
0	22	21
	51,16%	48,84%

La respiration abdominale et la respiration thoraco-abdominale sont admises en voix projetée lorsqu'elles sont cotées 0.

- **Tableau n°20 « Ancrage » (A)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	METATARSES	BALANCEMENT
0	32	0	0
	74,42%	0,00%	0
1	0	5	5
	0,00%	11,63%	11,63
2	0	1	0
	0,00%	2,33%	0,00%

Pour le critère « Ancrage », le référentiel admet une position neutre cotée 0, un appui en avant (sur les métatarses) coté 1 et un balancement coté 1.

- **Tableau n°21 « Verticalité globale » (V)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	36	83,72%
1	7	16,28%

En voix projetée, le référentiel admet une cotation 0 ou 1 pour le critère « Verticalité globale ».

- **Tableau n°22 « Verticalité tête » (Vtête)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	EXTENSION	PROJECTION
0	37	0	0
	86,05%	0,00%	0
1	0	3	3
	0,00%	6,98%	6,98%

Pour ce critère, le référentiel admet une position de la tête neutre cotée 0 mais également une extension et une projection de la tête lorsqu'elles sont cotées 1.

- **Tableau n°23 « Verticalité cou » (Vcou)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	EXTENSION
0	40	0
	93,02%	0,00%
1	0	3
	0,00%	6,98%

Pour ce critère, le référentiel admet une position neutre du cou cotée 0 et une extension si celle-ci est cotée 1.

- **Tableau n°24 « Verticalité épaules » (Vep)**

Nominales \ Ordinales	BASSES
0	43
	100,00%

Pour le critère « Verticalité épaules », le référentiel n'admet qu'une position basse des épaules cotée 0.

- **Tableau n°25 « Courbure cervicale » (Vcerv)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	36	6
	83,72%	13,95%
1	0	1
	0,00%	2,33%

En condition de voix projetée, le référentiel admet une courbure cervicale neutre ou atténuée lorsque la cotation est 0.

- **Tableau n°26 « Courbure dorsale » (Vdors)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

Pour le critère « Courbure dosale », le référentiel n'admet qu'une position neutre cotée 0.

- **Tableau n°27 « Courbure lombaire » (Vlomb)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

En condition de voix projetée, le référentiel admet une courbure lombaire neutre cotée 0.

- **Tableau n°28 « Verticalité bassin » (Vbass)**

Nominales	EN AVANT
Ordinales	
0	43
	100,00%

En voix projetée, le référentiel indique une bascule antérieure du bassin avec une cotation 0.

- **Tableau n°29 « Verticalité genoux » (Vgen)**

Nominales	SOUPLES
Ordinales	
0	43
	100,00%

Pour ce critère, le référentiel n'admet qu'une position souple des genoux.

### *II - 2 - 3 En condition de voix chantée*

- **Tableau n°30 « Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste » (SvO)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	42	97,67%
1	1	2,33%

En chant, le référentiel indique une cotation 0 pour le critère « Sévérité du trouble vocal perçue par l'orthophoniste ».

- **Tableau n°31 « Sévérité du trouble vocal perçue par le patient » (SvP)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	42	97,67%
1	1	2,33%

Pour ce critère, le référentiel admet une cotation 0.

- **Tableau n°32 « Sévérité du trouble postural perçue par l'orthophoniste » (SpO)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	34	79,07%
1	9	20,93%

En chant, la cotation peut être 0 ou 1 pour ce critère.

- **Tableau n°33 « Sévérité du trouble postural perçue par le patient » (SpP)**

Ordinales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	39	90,70%
1	4	9,30%

Le référentiel admet une cotation 0 ou 1 pour le critère « Sévérité du trouble postural perçue par le patient ».



- **Tableau n°34 « Tension générale » (T)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	EXCES	INSUFFISANCE
0	39	0	0
	90,70%	0,00%	0,00%
1	0	3	1
	0,00%	6,98%	2,33%

En chant, une tension neutre cotée 0 est admise mais également un excès de tension lorsqu'il est coté 1.

- **Tableau n°35 « Respiration » (R)**

Nominales \ Ordinales	ABDOMINALE	THORACO-ABDOMINALE
0	39	4
	90,70%	9,30%

Les respirations abdominale et thoraco-abdominale sont admises en chant si la cotation est 0.

- **Tableau n°36 « Ancrage » (A)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	METATARSES	SUR UN PIED
0	39	0	0
	90,70%	0,00%	0,00%
1	0	2	2
	0,00%	4,65%	4,65%

Pour ce critère, le référentiel n'admet qu'un ancrage neutre coté 0.

- **Tableau n°37 « Verticalité globale » (V)**

Ordinales \ Nominales	FREQUENCE	POURCENTAGE
0	40	93,02%
1	3	6,98%

En chant, le référentiel admet une cotation 0 ou 1 pour le critère « Verticalité ».

- **Tableau n°38 « Verticalité tête » (Vtête)**

Ordinales \ Nominales	NEUTRE	PROJECTION
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

En chant, seule une position neutre de la tête cotée 0 est admise.

- **Tableau n°39 « Verticalité cou » (Vcou)**

Ordinales \ Nominales	NEUTRE	EXTENSION
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

Pour ce critère, seule une position neutre cotée 0 est indiquée par le référentiel.

- **Tableau n°40 « Verticalité épaule » (Vep)**

Nominales \ Ordinales	BASSES
0	43
	100,00%

En chant, le référentiel admet une position basse des épaules cotée 0.

- **Tableau n°41 « Courbure cervicale » (Vcerv)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	EXAGEREE	ATTENUÉE
0	25	0	17
	58,14%	0,00%	39,53%
1	0	1	0
	0,00%	2,33%	0,00%

En condition de voix chantée, le référentiel admet une courbure cervicale neutre ou atténuée lorsque la cotation est 0.

- **Tableau n°42 « Courbure dorsale » (Vdors)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

Le référentiel indique une courbure dorsale neutre et cotée 0 en chant.

- **Tableau n°43 « Courbure lombaire » (Vlomb)**

Nominales \ Ordinales	NEUTRE	ATTENUÉE
0	42	0
	97,67%	0,00%
1	0	1
	0,00%	2,33%

Pour ce critère, le référentiel n'admet qu'une courbure neutre cotée 0.

- **Tableau n°44 « Verticalité bassin » (Vbass)**

Nominales \ Ordinales	EN AVANT
0	43
	100,00%

En chant, le référentiel indique une bascule antérieure du bassin cotée 0.

- **Tableau n°45 « Verticalité genoux » (Vgen)**

Nominales \ Ordinales	SOUPLES
0	43
	100,00%

Pour le critère « Verticalité genoux », le référentiel admet une position souple cotée 0.

### III - DISCUSSION

La posture et la voix sont indissociables. La littérature a montré l'existence d'un lien entre le forçage vocal et la posture inadaptée chez le sujet présentant une dysphonie dysfonctionnelle

simple. Par ailleurs, les chanteurs lyriques sont reconnus comme possédant une attitude posturale non altérée ce qui nous a conduits à utiliser cette population comme échantillon référentiel.

### III - 1 Validation des hypothèses

- L'hypothèse 1 est validée. La S-TRAV permet de mettre en évidence le comportement postural référentiel chez les professionnels de la voix ayant eu une formation de technique vocale.

Nous retrouvons fréquemment, chez les chanteurs lyriques, une respiration abdominale ou thoraco-abdominale. Cette respiration thoraco-abdominale se retrouve dans « l'appoggio », technique consistant à maintenir la position inspiratoire en expirant, ce qui permet au chanteur un contrôle précis de son souffle. La gestion indépendante du thorax et de l'abdomen est très importante. Dans l'appoggio, le thorax reste en position inspiratoire maximale pendant l'émission vocale, la déflation thoracique n'intervient que sur la fin de l'expiration. [43] [73]

Chez bon nombre de sujets, la courbure cervicale est atténuée. C'est ce qu'a étudié N. Scotto Di Carlo dans son étude [70]. En effet, elle montre qu'une pratique intensive du chant lyrique pendant plusieurs années provoque un effacement de la courbure naturelle du cou.

Tous les chanteurs ayant participé à cette étude présentent une bascule en avant du bassin. Cette légère bascule antérieure du bassin se fait en phonation pour éviter une lordose trop importante et permettre ainsi une parfaite liberté de mouvements aux parois de l'abdomen.

- L'hypothèse 2 est validée. La S-TRAV peut être un outil référentiel du comportement phonatoire de tout individu.

#### Description du comportement postural « type » observé dans chaque condition

- Au repos

Le sujet « type » peut présenter une légère altération au niveau de la tension. Il ne présente pas d'altération au niveau de l'ancrage au sol ni des différents segments corporels intervenant dans la verticalité : la tête, le cou, les épaules, les courbures vertébrales, le bassin et les genoux.

Il possède une tension neutre ou un léger excès de tension ainsi qu'une position neutre de la tête, du cou et du bassin. Ses courbures dorsale et lombaire sont neutres, sa courbure cervicale

est soit neutre, soit atténuée. Ses épaules sont basses et ses genoux souples.

- En voix projetée

Le sujet « type » peut présenter une altération au niveau de la tension générale, de son ancrage au sol ainsi que de certains segments corporels intervenant dans la verticalité tels que la tête et le cou. En revanche, il ne présente pas d'altération au niveau de la respiration ainsi que de la verticalité relative aux épaules, aux différentes courbures vertébrales – cervicale, dorsale, lombaire – au bassin et aux genoux.

Le sujet « type » possède une tension générale neutre ou un léger excès. Sa respiration est abdominale ou thoraco-abdominale. Son ancrage au sol est neutre, en avant ou présentant un balancement. Sa tête est neutre, en extension ou projetée vers l'avant, son cou est neutre ou en extension, ses épaules sont basses. Ses courbures dorsale et lombaire sont neutres mais sa courbure cervicale est soit neutre soit atténuée. Son bassin bascule en avant et ses genoux sont souples.

- En voix chantée

Le sujet « type » peut présenter une altération au niveau de la tension générale et de la verticalité globale. En revanche, il ne présente pas d'altération au niveau de la respiration ni de l'ancrage au sol, ni des différents segments intervenant dans la verticalité.

Le sujet « type » possède une tension neutre ou un léger excès de tension. Sa respiration est abdominale ou thoraco-abdominale. Son ancrage au sol est neutre ainsi que la position de sa tête, de son cou et de ses courbures dorsale et lombaire. Ses épaules sont basses, sa courbure cervicale est neutre ou atténuée, son bassin bascule vers l'avant et ses genoux sont souples.

Cette base de référence que constitue la description du comportement postural « type » à partir des résultats obtenus chez les chanteurs lyriques peut donc être généralisée à tout individu.

- L'hypothèse 3 est validée : la S-TRAV est un outil diagnostique et thérapeutique des problèmes de posture dans les dysphonies dysfonctionnelles

La S-TRAV est un outil de référence diagnostique des problèmes de posture car elle permet de distinguer les sujets pathologiques des sujets sains. Elle oriente la prise en charge des patients selon leurs composantes déficitaires et elle va nous permettre de noter régulièrement au fur et à mesure de la rééducation les progrès pour chaque composante afin d'orienter plus précisément et objectivement les exercices de rééducation à proposer aux patients

### III - 2 Les paramètres vocaux, posturaux et respiratoires de la S-TRAV chez les chanteurs

Les quarante-trois chanteurs ayant participé à cette étude pratiquent tous le chant lyrique. Ils ont donc en commun les caractéristiques respiratoires et d'émission vocale du *bel canto*. Celui-ci insiste sur le fait qu'il ne doit pas y avoir de tension au niveau du cou, des épaules et de la mâchoire. Il ne s'agit pas d'une posture type mais d'une détente préalable à l'émission vocale. Cette détente participe à une clarté et une bonne résonance du timbre de la voix. D'autre part, le comportement respiratoire des chanteurs témoigne d'une maîtrise du souffle qui doit servir à produire un son de qualité, riche en harmoniques et qui dure le plus longtemps possible.

Au niveau de la posture, les compensations sont objectivées par le critère « Ancrage » dans le cas de douleurs ou de fatigue aux genoux ou aux pieds. Les douleurs sont souvent le résultat de compensations posturales inadaptées entraînant des réactions en chaîne qui se propagent à l'ensemble du corps et mettent en danger l'appareil vocal. Les chanteurs lyriques adoptent des stratégies posturales par compensation, comme le balancement sans déhanchement, en déplaçant le poids du corps pour projeter leur voix. Cependant, ces compensations n'altèrent pas la qualité vocale et ne durent que le temps de l'émission vocale.

### III - 3 Les biais et les limites

- ✓ Certains chanteurs, notamment non professionnels, ont accepté de passer l'échelle devant leurs collègues de pupitre. Cette position a généré de la tension chez quelques-uns, laquelle s'est traduite par une légère altération dans la cotation du critère « tension ».
- ✓ Une certaine disparité existe entre les chanteurs professionnels et les chanteurs non professionnels. Cette différence dépend de la profession que le chanteur lyrique semi-professionnel exerce par ailleurs. Les chanteurs professionnels sont en permanence amenés à travailler sur la respiration, la tension et la verticalité. Bien que sensibilisés à l'importance de la posture, les chanteurs non professionnels présentent plus d'altérations posturales dues à leur profession et à leur rythme de vie. Cela se retrouve particulièrement en voix projetée.
- ✓ Le critère « Ancrage au sol » n'est pas difficile à interpréter pour certains chanteurs d'opéra. Même si ceux-ci sont, en effet, habitués à bouger en chantant ou à adopter des attitudes corporelles nécessaires à la mise en scène car cela ne perturbe pas l'ancrage

au sol. Pendant la passation de l'échelle, un certain nombre de chanteurs bougeaient. Leur ancrage a cependant été coté « neutre » qualitativement et 0 quantitativement car leurs mouvements ne perturbaient nullement leur voix ou leur posture, que ce soit au niveau de la respiration, de la tension, de l'ancrage ou de la verticalité. Pour ces chanteurs, les critères « Sévérité du trouble postural » et « Sévérité du trouble vocal » ont été cotés 0.

- ✓ L'investigation ayant été fait par un seul examinateur, les résultats recueillis ne peuvent être comparés à ceux d'autres examinateurs. Cependant, les conceptrices de l'échelle avaient déjà testé la reproductibilité inter-examineurs de la S-TRAV. L'accord entre les deux examinatrices était bon, tant pour les critères quantitatifs que qualitatifs dans toutes les conditions.
- ✓ N'étant pas familiarisée avec la grille de cotation, l'examinatrice a dû s'appropriier cet outil. De plus, l'utilisation de cette échelle nécessite une formation théorique quant à la position des différents segments corporels. L'observation de la position du bassin a nécessité un temps de familiarisation plus long.
- ✓ Il est important d'effectuer un entretien anamnésique court afin d'interpréter correctement ce qui est observé par l'examineur.

### III - 4 Propositions

- Il pourrait être intéressant d'utiliser cette échelle pour d'autres pathologies ou dans le cadre de polyhandicaps. En effet, certains troubles comme les problèmes de déglutition engendrent une tension et des modifications posturales au niveau du cou, de la tête, des épaules et des courbures vertébrales. Les enfants ayant un trouble de la déglutition présentent souvent une hypotonie générale et plus particulièrement une hypotonie de la sphère oro-faciale. La S-TRAV pourrait donc être complétée et modifiée, en supprimant le critère d'évaluation vocale et en ajoutant une évaluation de la sphère oro-faciale afin d'examiner le tonus, la verticalité et le maintien postural de ces enfants.
- Il serait également intéressant de modifier et de compléter l'échelle afin qu'elle puisse devenir un outil complet d'évaluation du musicien. Cette population est souvent particulière à évaluer car très soucieuse de la justesse du son, parfois au détriment de son intégrité corporelle. Selon le type d'instrument joué par le musicien, on peut



retrouver une crispation des mains, des douleurs cervicales, des tensions excessives, un mauvais ancrage. La S-TRAV pourrait être la base de la création d'une nouvelle échelle d'évaluation et de prévention des troubles posturaux chez les musiciens.

- La S-TRAV pourrait également être utilisée comme un outil d'évaluation de la pratique professionnelle en rééducation vocale. Une évaluation posturale avant et après rééducation ou en cours de rééducation intégrant des exercices de posture permettrait d'évaluer la pertinence de la rééducation et d'objectiver les améliorations posturales du patient.
- Par ailleurs, cette échelle serait intéressante à utiliser dans le cadre de la prévention pour certaines professions telles que l'enseignement ou certains métiers comportant des risques pour le corps en dehors de toute pathologie vocale. En effet, la S-TRAV, en détaillant les différents segments corporels et les altérations que l'on peut rencontrer, pourrait devenir un outil de prévention auprès d'enseignants, souvent ignorants quant aux dangers qu'ils font courir à leur appareil vocal mais aussi à leur corps, l'utilisation répétée de la voix de détresse provoquant, nous l'avons dit, des tensions, des crispations, des douleurs cervicales, lombaires, voire généralisées à l'ensemble du corps et une mauvaise utilisation du souffle phonatoire. De même, certains métiers très physiques pourraient bénéficier de prévention, la S-TRAV permettrait aux personnes de repérer les segments corporels douloureux, mal positionnés.

## CONCLUSION

---

La S-TRAV est un outil référentiel permettant d'évaluer la posture et d'orienter précisément la rééducation selon le trouble postural rencontré.

L'objectif de ce mémoire était d'établir, à partir de la population de chanteurs lyriques, un comportement postural référentiel adaptable à la S-TRAV et qui puisse servir de base de référence aux différents thérapeutes de la voix.

Son étalonnage sur la population de chanteurs lyriques permet d'obtenir un référentiel et de décrire les critères de normalité pour cette échelle. La S-TRAV devient donc un outil référentiel du comportement phonatoire de tout individu. Cet outil sera alors utilisable par les thérapeutes en pratique clinique pour évaluer la posture lors du bilan vocal.

A la suite de cette étude, il apparaît intéressant :

- d'utiliser cette échelle pour d'autres pathologies, comme les troubles de la déglutition, et dans le cadre de polyhandicaps ;
- de proposer la S-TRAV comme un outil d'évaluation de la pratique professionnelle en rééducation vocale ;
- de modifier la S-TRAV afin qu'elle serve de base à la création d'une nouvelle échelle d'évaluation et de prévention des troubles posturaux chez les musiciens ;
- d'utiliser l'échelle comme outil de prévention des troubles posturaux et/ou vocaux auprès de professions telles que l'enseignement mais aussi les métiers physiques.

# **BIBLIOGRAPHIE**

[1] AMBLARD B. (2006). Les descripteurs du contrôle postural : revue de synthèse. In PERENNOU D., LACOUR M., *Efficiency et déficiences du contrôle postural* (pp. 17-37). Marseille : Solal.

[2] AMIEL J., LAMY A., (2010). *Proposition d'une échelle d'évaluation de la posture pour les dysphonies dysfonctionnelles simples : S-TRAV*, Mémoire de l'Université Paris VI présenté pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, 100 p.

[3] AMY DE LA BRETEQUE B., (1997), *L'équilibre et le rayonnement de la voix*. Marseille, Solal, 123 pages

[4] AMY DE LA BRETEQUE B., CAYREYRE F., (2004), Le bilan vocal du chanteur. In GIOVANNI A. *Le bilan d'une dysphonie : Etat actuel et perspectives* (pp. 209-224). Marseille : Solal.

[5] BERGER L., ROUGIER P., (2004), L'écartement des pieds modifie les stratégies de contrôle postural, LACOUR M., *Bipédie, contrôle postural et représentation corticale*, 10e Journées françaises de posturologie clinique, Marseille, Solal, 315 pages, (pp.229-238).

[6] BERTHOZ A., (1997), *Le sens du mouvement*. Paris, Editions Odile Jacob, 345 pages, (pp 238-247).

[7] BESSOU P., BESSOU M., DUPUI P., SEVERAC A. (1998). Le pied : premier serviteur du rachis de l'homme debout. In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et rachis* (pp 11-19). Paris : Frison-Roche.

[8] BIOY A., FOUQUES D., (2009), *Manuel de psychologie du soin*. 2è édition, Bréal, 319 pages.

[9] BONFILS P., CHEVALLIER J.-M., (2003), *Anatomie, Tome III, « ORL »*. 3è édition, Condé-sur-Noireau, Médecine-Sciences Flammarion, 402 pages.

[10] BUSQUET L. (1996). La voûte plantaire : reflet de l'abdomen au sol ? In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et posture*. 3èmes journées de posturologie (pp.209-224). Paris : Frison-Roche.

[11] CEUGNIET F., (2006), La respiration au service de la voix. *Médecine des Arts*, 57, 2-7.

[12] CHICHERY C., SAILLOUR A., (2001), *Contribution à l'étude de la relation entre la voix et la posture : analyse stabilométrique entre sujets dysphoniques et chanteurs lyriques*. Mémoire de l'Université Paris VI présenté pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, 102 pages.

[13] CONSTANT O., RALLO M. (2009). *Stratégies rééducatives des dysphonies dysfonctionnelles et capacités posturales*. Mémoire de l'Université Paris VI présenté pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, 78 pages.

[14] CORNUT G. (coordination), (2002) Moyens d'investigation et pédagogie de la voix chantée-Actes du colloque tenu les 8-9-10 février 2001 au C.N.R. De Lyon dans le cadre des Rencontres vocales en région Rhône-Alpes, Lyon, Symétrie, (p. 77- ), 196 pages.

[15] CORNUT G. (2004). *La voix*. 7ème éd. Paris : Que sais-je ? Presses Universitaires de France, 127 p.

[16] CORNUT G., KLEIN-DALLANT C. (2001). Que nous disent les timbres ? In KLEIN-DALLANT C. *Dysphonies et rééducations vocales de l'adulte* (pp. 17-25). Marseille : Solal.

[17] COURRAUD-BOURHIS H. (2002). *Le sens de l'équilibre : éléments de neurophysiologie appliqués à la rééducation sensorielle*. Paris : Point d'appui, 110 p.

[18] CREMIEUX J., (1998), Contrôle visuel de la posture, vision du mouvement et expérience vécue du sujet, *Médecine des Arts*, 24, 17-30.

[19] CREVIER-BUCHMAN L., BRIHAYE-ARPIN S., SAUVIGNET A., TESSIER C., MONFRAIS-PWAUWADEL M.-C., BRASNU D. (2006). Dysphonies non organiques

(dysfonctionnelles). *Encyclopédie Médico-Chirurgicale Oto-rhino-laryngologie*, 20-752-A-15, 1-12.

[20] CREVIER-BUCHMAN L., TESSIER C., SAUVIGNET A., BRIHAYE-ARPIN S., MONFRAIS-PFAUWADEL M.-C. (2005). Diagnostic d'une dysphonie non organique de l'adulte. *Revue de Laryngologie, d'Otologie et de Rhinologie*, 126 (5), 353-360.

[21] DAGUENANT C., PENIGAULT P. (1999). *Posture et projection vocale : analyse stabilométrique et recueil de données*. Mémoire de l'Université Paris VI présenté pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, 128 pages.

[22] DANOWSKI R.-G., CHANUSSOT J.-C. (2005). *Traumatologie du sport*. 7ème éd. Paris : Masson, 396 p.

[23] DEJONCKERE P.H., OBBENS C., DE MOOR G.M., WIENEKE G.H. (1993). Perceptual evaluation of dysphonia : reliability and relevance. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 45, 76-83.

[24] ENJALBERT M., BELHASSEN S., MALAFOSSE P., GARROS J.-C. (1998). Sensibilité plantaire et rachis. In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et rachis* (pp. 133-138). Paris : Frison-Roche.

[25] FAURE M.-A., (1992), Respiration et art du chant (ou d'un jeu instrumental), *Médecine des Arts*, 10, 1-13.

[26] FRESNEL-ELBAZ E. (1997). *La voix*. Paris : Le Rocher, 190 p.

[27] FREYSS M., (1993), *Equitest : examen essentiel du bilan des vertiges et déséquilibres dans le service d'O.R.L. de l'hôpital Lariboisière*. Thèse de Médecine de l'Université Paris V.

[28] GAGEY P.-M., WEBER B., (1995), *Entrées du système postural fin*, Journée française de posturologie clinique, Paris, Masson, 1995, 149 pages

[29] GAGEY P.-M., WEBER B. (2004). *Posturologie : régulation et dérèglements de la station debout*. 3ème éd. Paris : Masson, 199 p.

[30] GARNIER M. (2009). Forçage vocal et efficacité de communication. In Sous la direction de GATIGNOL P., *La voix dans tous ses maux* (pp. 83-107). Isbergues : Orthoédition.

[31] GILHODES J.-C., KAVOUNOUDIAS A., ROLL R., ROLL J.-P. (1996). Orientation et régulation de la posture chez l'homme: deux fonctions de la proprioception musculaire ? In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et posture*, 3èmes journées de posturopodie (pp. 3-13). Paris : Frison-Roche.

[32] GIOVANNI A., AUMELAS E. (2004). Anatomie et physiologie de la phonation. In GIOVANNI A. *Le bilan d'une dysphonie : Etat actuel et perspectives*, 245 p. (pp. 9-43). Marseille : Solal.

[33] GIOVANNI A., AUMELAS E., CHAPUS E., LASSALLE A., REMACLE M., OUKNINE M. (2004). Le forçage vocal et ses conséquences. *Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale*, 121, 4, (pp.187-196). Paris: Masson.

[34] GIOVANNI A., FENOLLAR C., (2004). Analyse subjective par le patient de son handicap vocal. In GIOVANNI A. *Le bilan d'une dysphonie : Etat actuel et perspectives*, 245 p. (pp. 9-43). Marseille : Solal.

[35] GIRARD P. (2008). *Les compensations posturales acquises, avec rééducation vocale, en comparaison avec des personnes pratiquant le chant*. Mémoire de l'Université Paris VI présenté pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, 98 pages.

[36] GOURRET J., LABAYLE J., (2001), *L'art du chant et la médecine vocale*, Paris, Roudil, 325 pages.

[37] GRIBENSKI A., CASTON J. (1973). *La posture et l'équilibration*. Paris : Que sais-je ? Presses Universitaires de France, 127 p.

- [38] GRINI-GRANDVAL M.-N. (2004). Analyse posturale du forçage vocal. In GIOVANNI A. *Le bilan d'une dysphonie : Etat actuel et perspectives*, 245 p. (pp. 183-195). Marseille : Solal.
- [39] GRINI-GRANDVAL M.-N. (1998). *Modifications posturales et segmentaires contemporaines du forçage vocal*, Thèse pour le Doctorat en Médecine, 64 pages.
- [40] GRINI M.N., OUAKNINE M., GIOVANNI A., (1998), Modifications posturales et segmentaires contemporaines du forçage vocal, *Revue de Laryngologie, Otologie, Rhinologie*, 119, 253-258
- [41] GUERRAZ M., (2002), Indices visuels et régulation posturales, COELLO Y., HONORE J., *Percevoir, s'orienter et agir dans l'espace; une approche pluridisciplinaire des relations perception-action*, Marseille, Solal, 303 pages, (pp101-115).
- [42] HEUILLET-MARTIN G., GARSON-BAVARD H., LEGRE A. (2007). *Une voix pour tous, Tome 1, La voix normale et comment l'optimiser*, 3ème éd. Marseille : Solal, 215 p.
- [43] HUTOIS M., SCOTTO DI CARLO N. (2006). Analyse anatomo-physiologique des systèmes ostéo-articulaire et ventilatoire impliqués dans le chant. *Médecine des Arts*, 57, 8-17.
- [44] LACOUR M., (2004), *Bipédie, contrôle postural et représentation corticale : actualités de la recherche fondamentale, enseignements de la recherche clinique et applications*, 10è Journées françaises de posturologie clinique, Marseille, Solal.
- [45] LECOMTE A., GAGGELI F., (1997), Reflux gastro-oesophagien et dysphonie en situation artistique : rééducation orthophonique, *Médecine des Arts*, 22, 3-6
- [46] LE HUCHE F., ALLALI A. (2007). *La voix, Tome 1, anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole*, 3ème éd. Issy-les-Moulineaux : Masson, 199 p.
- [47] LE HUCHE F., ALLALI A. (2010). *La voix, Tome 2, pathologie vocale d'origine fonctionnelle*, 3ème éd. Paris : Masson, 159 p.



- [48] LE HUCHE F., ALLALI A. (2007). *La voix, Tome 4, thérapeutique des troubles vocaux*, 3ème éd. Issy-les-Moulineaux : Masson, 211 p.
- [49] LOPEZ C., LACOUR M., BOREL L. (2005). Perception de la verticalité et représentations spatiales dans les aires corticales vestibulaires. In LACOUR M., WEBER B., *Bipédie, contrôle postural et représentation corticale* (pp. 35-86). Marseille : Solal.
- [50] MALLEFOND G., (2004). *Un test rapide d'évaluation du champ dynamique vocal*. Mémoire de l'université de Montpellier présenté pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie.
- [51] MARINO A., BRESSAN P., (2004), VILLENEUVE P., Bouche et posture. *Orthomagazine*, 54, 26-27.
- [52] MARQUIE F. (2001) La voix de la personne âgée. In KLEIN-DALLANT C. *Dysphonies et rééducations vocales de l'adulte*, 356 p. (pp. 249-255). Marseille : Solal.
- [53] MASSION J. (1997). *Cerveau et motricité*. Paris : Presses Universitaires de France, 187 p.
- [54] MASSION J., (1993), Positionnement de la tête et du tronc, équilibre et mouvement. In PELISSIER J., BRUN V., ENJALBERT M., *Posture, équilibration et médecine de rééducation*. Masson, 290 pages.
- [55] MCFARLAND D.H. (2006). *L'anatomie en orthophonie, Parole, voix et déglutition*. Paris : Masson, 226 p.
- [56] MORSOMME D., ESTIENNE F. (2006). Bilan vocal. In Sous la direction ESTIENNE F., PIERART F., *Les bilans de langage et de voix, Fondements théoriques et pratiques* (pp. 221-257). Paris : Masson.
- [57] PENIGAULT P., (2000), Importance des facteurs posturaux dans la dysphonie dysfonctionnelle, *Médecine des Arts*, 45, 16-25.

[58] PETERSON KENDALL F., KENDALL McCREARY E., GEISE PROVANCE P., RODGERS M., ROMANI W-A. (2007). *Les muscles : bilan et étude fonctionnels - Anomalies et douleurs posturales*, 5ème éd. Rueil-Malmaison : Pradel, 523 p.

[59] PIERA J.-B., Vieillessement physiologique du pied : sa participation au déséquilibre. In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et rachis*, Paris : Frison-Roche, 267 p.

[60] PIRON A., (2007), *Techniques ostéopathiques appliquées à la phoniatry, Tome I, Biomécanique fonctionnelle et normalisation du larynx*. Lyon, Symétrie, 208 pages.

[61] QUARRIER N.F., (1994), La posture et le chant, *Médecine des Arts*, 9, 3-5

[62] REVIS J., CAYREYRE F. (2008). Rééducation des troubles de la voix d'origine organique ou fonctionnelle. In Sous la direction de ROUSSEAU T., *Les approches thérapeutiques en orthophonie, Tome 3, Prise en charge orthophonique des pathologies oto-rhino-laryngologiques*, 2ème édition (pp. 91-117). Isbergues : Ortho Edition.

[63] ROCH J.-B., PIRON A., (2006), Les techniques manuelles en rééducation de la voix, KLEIN-DALLANT C., *Voix parlée et chantée*. Ville d'Avray, Klein-Dallant, 475 pages, (pp.167-176).

[64] ROUGIER P., ZANDERS E., BORLET E. (2003). Influence des informations visuelles sur le contrôle de la posture debout : effet différencié de la fermeture des paupières. *Revue de Neurologie*, 159 (2), 180-188.

[65] SARFATI J. (1998). Dysphonies dysfonctionnelles. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale Oto-rhino-laryngologie*, 20-752-A-15, 1-10.

[66] SARFATI J. (2001). L'hygiène vocale et l'économie vocale. In KLEIN-DALLANT C. *Dysphonies et rééducations vocales de l'adulte*, 356 p. (pp. 167-171). Marseille : Solal.

[67] SCHIRR G., (1997), Larynx et thérapie manuelle, *Médecine des Arts*, 22, 8-12.

[68] SCOTTO DI CARLO N., (1991), La voix chantée, *La Recherche*, XXIII, 235, 1016-1025.

[69] SCOTTO DI CARLO N., (1975), Le mécanisme des attaques dans le chant, Mélanges à Georges Mounin, *C.L.O.S.*, pp 365-371

[70] SCOTTO DI CARLO N., (1992), Les modifications de la lordose cervicale chez le chanteur, *Médecine des Arts*, 2, 4-7.

[71] SCOTTO DI CARLO N., (1978), Pourquoi ne comprend-on pas les chanteurs d'opéra? *La Recherche IX*, 89, 495-497.

[72] TROLLIET-CORNUT A., CORNUT G. (2001). Rééducation vocale et phonochirurgie. In KLEIN-DALLANT C. *Dysphonies et rééducations vocales de l'adulte*, 356 p. (pp. 79-88). Marseille : Solal.

[73] TRUFFIER-BLANC O., CAYREYRE F., AMY DE LA BRETEQUE B., GUIVANNI A., (2006), Le souffle abdominal dans le chant style « belting » et dans le chant lyrique, *Médecine des Arts*, 57, 28-33.

[74] VIEL E., (2000), *La marche humaine, la course et le saut, biomécanique, exploration, normes et dysfonctionnements*. Paris, Masson, 267 p.

[75] VILADOT A., (1998) Introduction : le capteur podal et la posture. In VILLENEUVE P., *Pied, équilibre et rachis*, p 5-7, Paris : Frison-Roche.

[76] VILLENEUVE P., VILLENEUVE-PARPAY S. (2004). Posturologie, un pont entre les thérapies fonctionnelles. *Orthomagazine*, 54, 20-24.

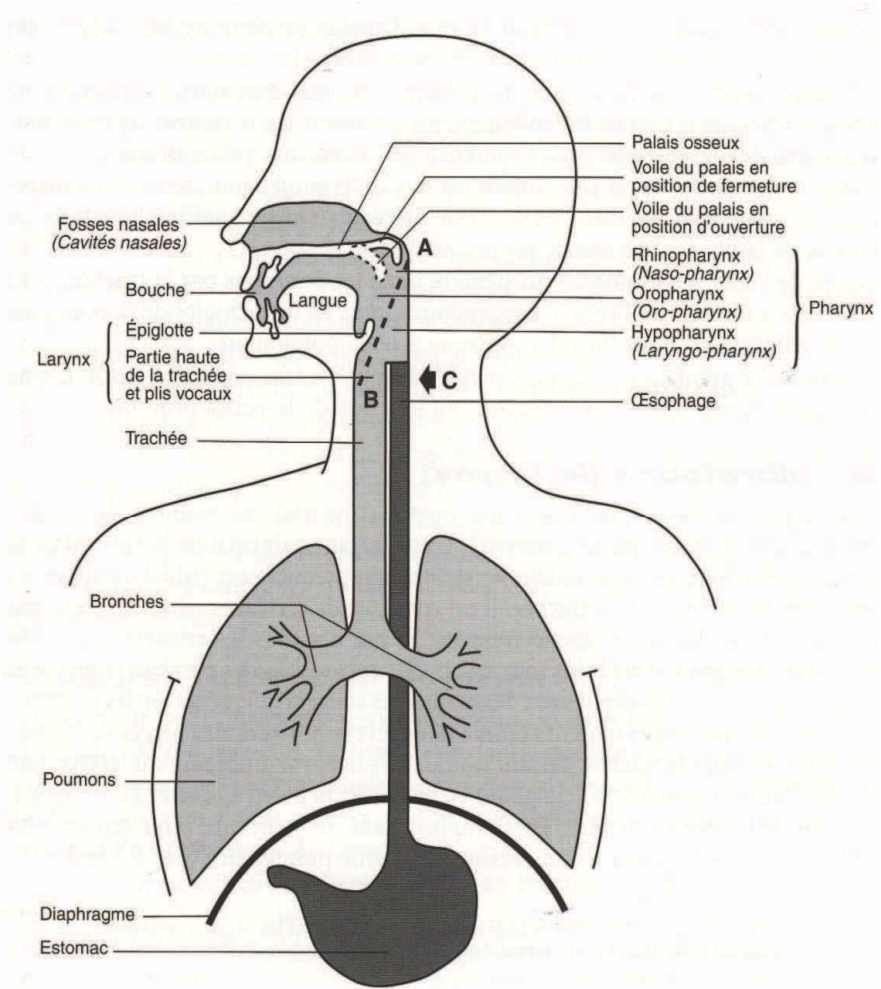
[77] VITTE E., CHEVALLIER J.M., (2006), *Neuro-Anatomie, Tome IV*, Paris, Flammarion Médecine des Sciences, 150 pages

[78] WILLEM G. (2004). *Manuel de posturologie : approche clinique et traitements des pathologies rachidiennes et céphaliques*. Paris : Frison-Roche, 243 p.

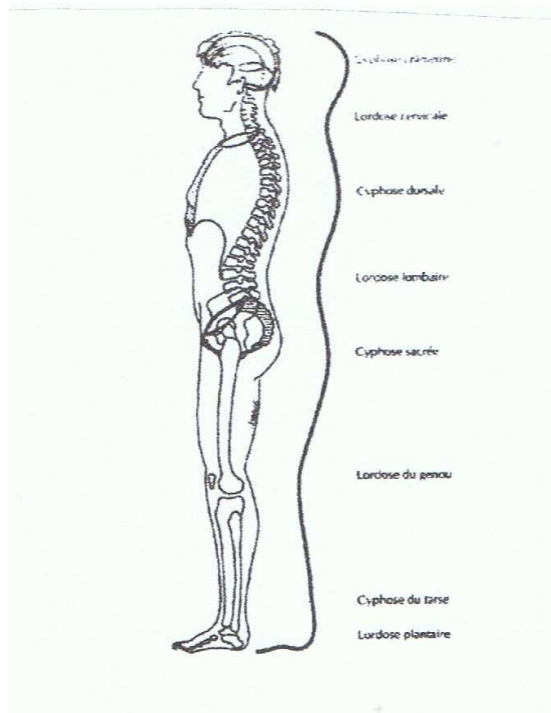
[79] WILSON ARBOLEDA B.M., FREDERICK A.L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22 (1), 90-99.

# **ANNEXES**

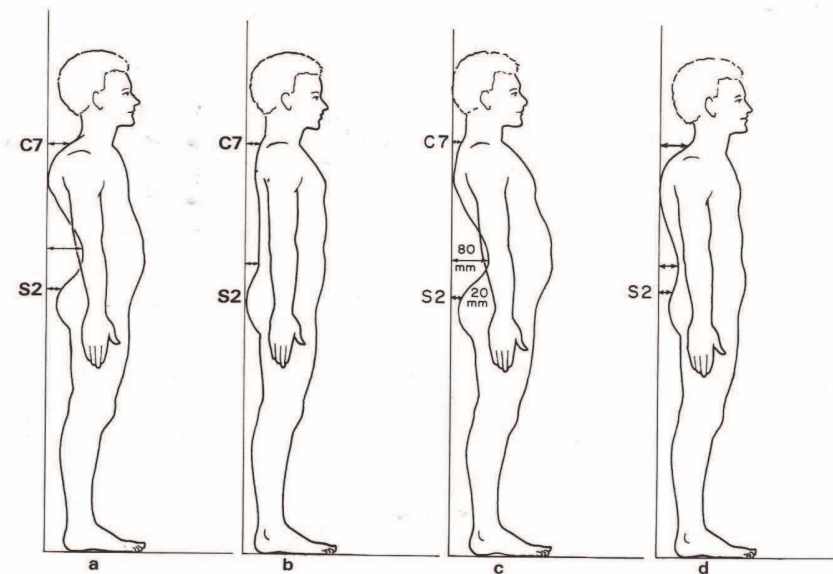
**Annexe n°1 : Vue d'ensemble des organes de la voix [47]**



**Annexe n°2 : Profil des courbures normales [2]**



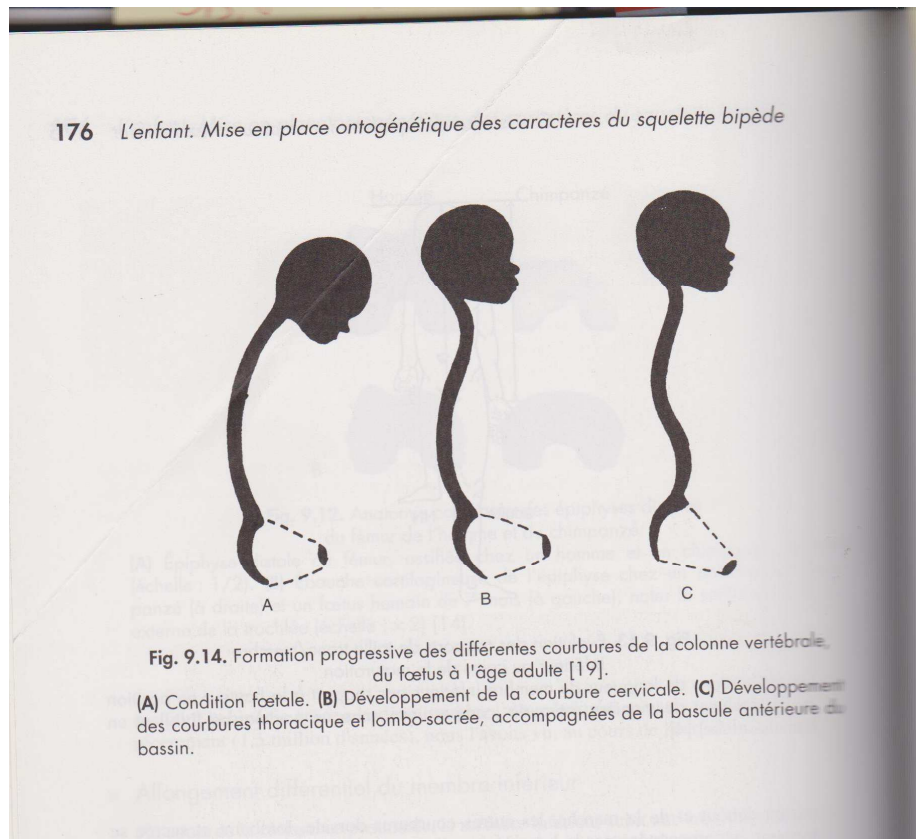
**Annexe n°2 bis : Schémas des courbures normales et anormales [55]**



**Fig. 130** — Sujets aux courbures anormales :  
 a) courbures exagérées,  
 b) courbures atténuées,  
 c) hyperlordose lombaire,  
 d) hypercyphose dorsale.

*NB* : la flèche de lordose ne doit mesurer que la lordose elle-même. On déduit la flèche sacrée. Exemple pour c (flèche L4 : 80 mm ; flèche S2 : 20 mm) : 80 mm – 20 mm = 60 mm. Le sujet c a donc une flèche de lordose à 60 mm.

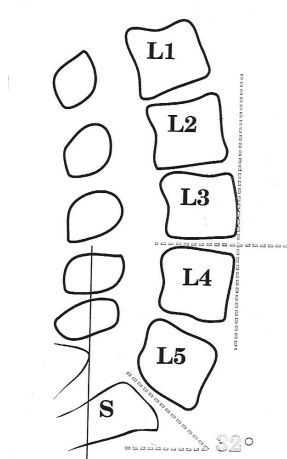
### Annexe n°3 : Formation des courbures de la colonne vertébrale [74]



### Annexe n°4 : Lordose lombaire [13]

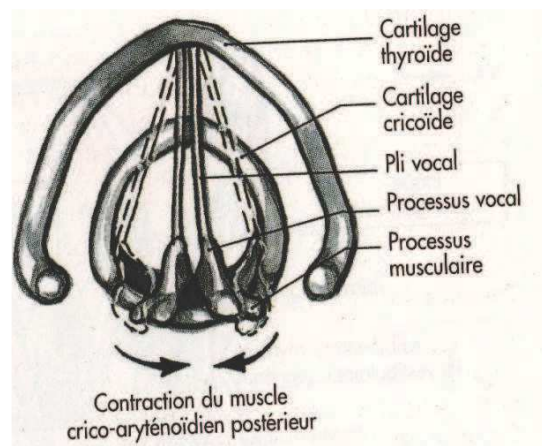
En cas de posture équilibrée :

- l'angle sacré est de  $32^\circ$
- le disque L3/L4 strictement horizontal
- La vertèbre L3 la plus antérieure

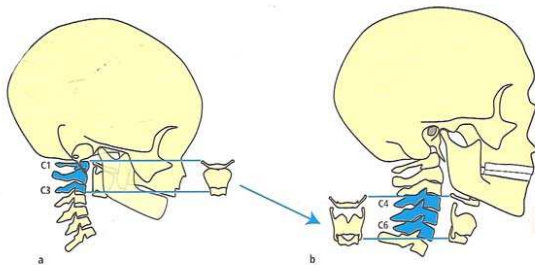




## Annexe n°5 : Vue supérieure du larynx [9]

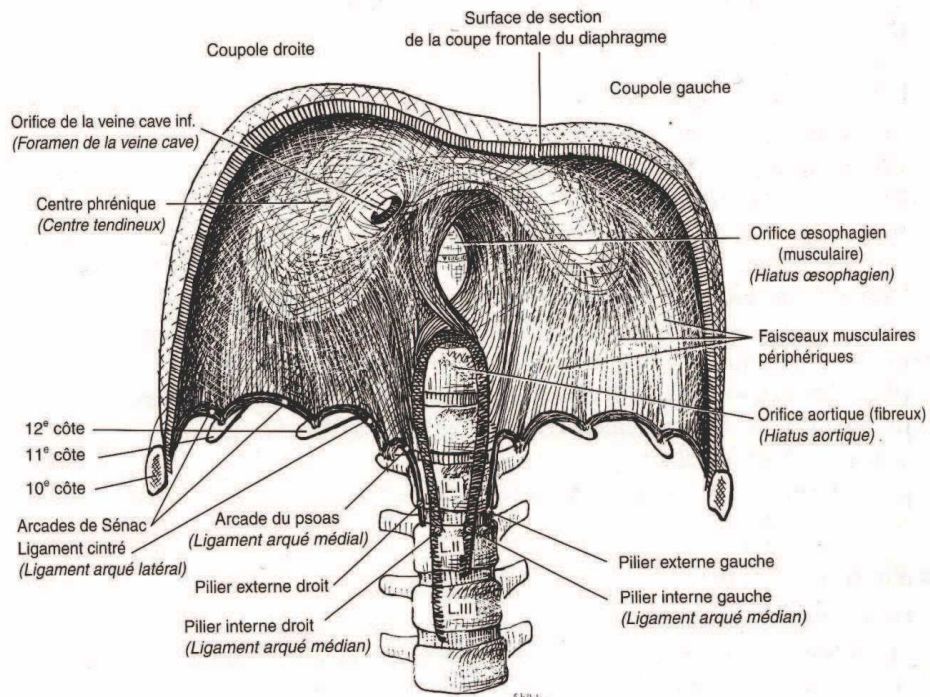
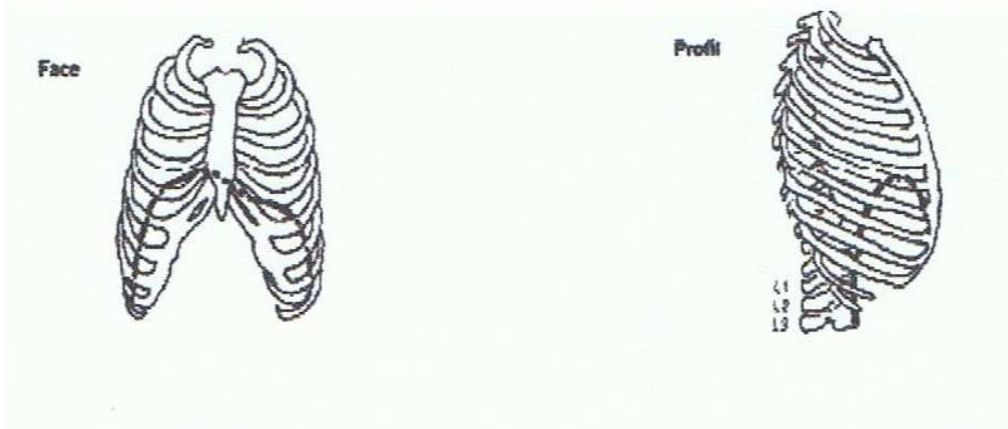


## Annexe n°5 bis : Posture laryngée verticale en fonction de l'âge [13]

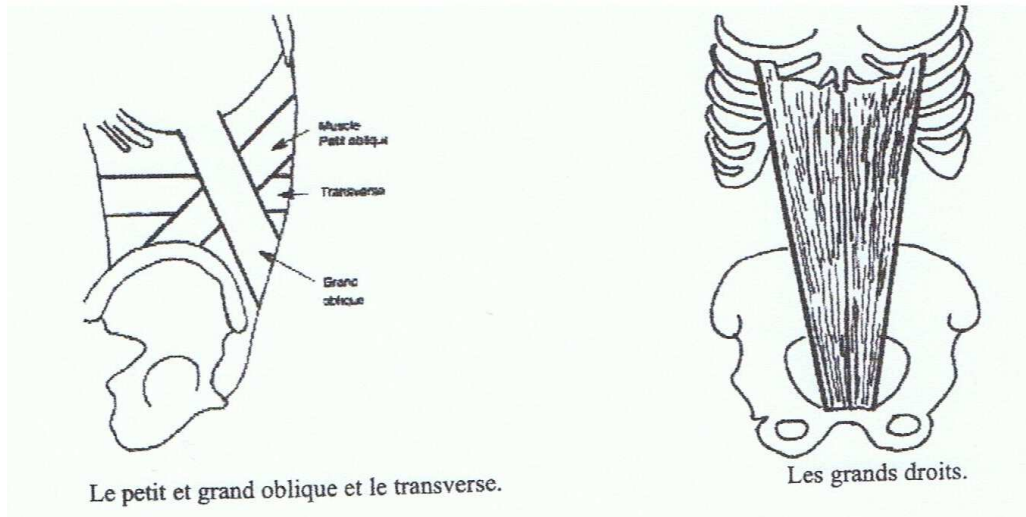


- Figure a : nouveau-né : de la partie supérieure de C1 à la partie supérieure de C4
- Figure b : adulte : de la partie inférieure de C3 à la partie supérieure de C7

- Annexe n°6 : Schémas du diaphragme [42] [47]

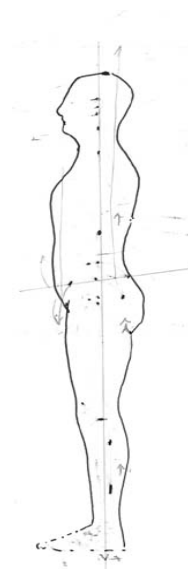


**Annexe n°7 : Schémas des muscles abdominaux [42]**

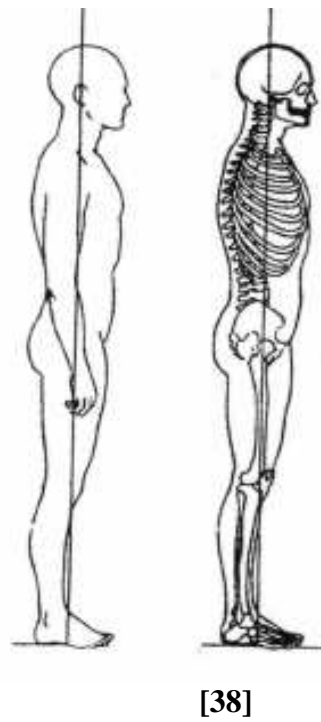
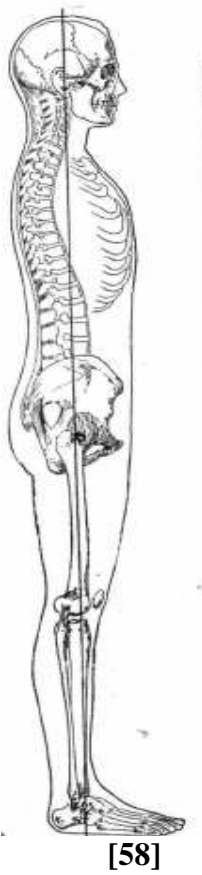


**Annexe n°8 : Schéma des conditions mécaniques normales de la posture bipède (plan sagittal) [74]**

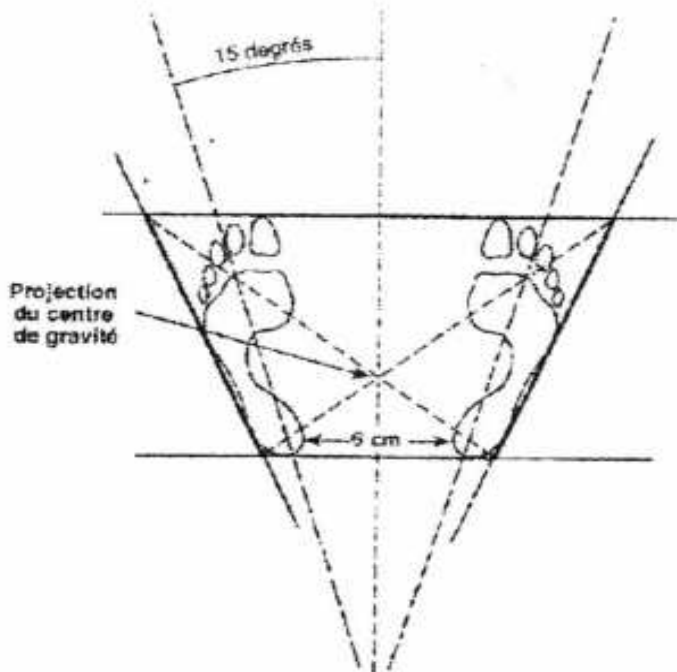
Sur le profil la ligne de gravité tombe du conduit auditif externe en avant de la colonne dorsale, coupe le rachis vers D12 à L1, longe la colonne lombaire pour atteindre le centre de gravité du corps (S1).



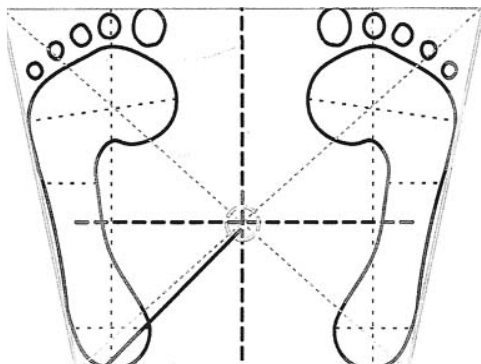
**Annexe n°9 : Schémas de la posture de référence et ligne de gravité de la position debout  
« commode ».**



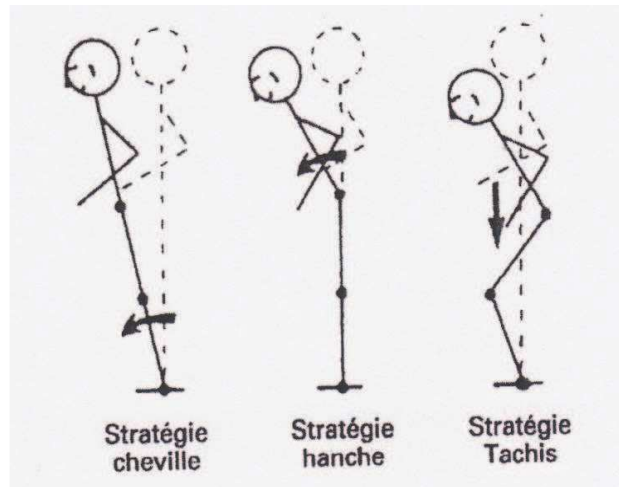
**Annexe n°10 : Schémas du polygone de sustentation chez l'homme debout, au repos [39]  
[13]**



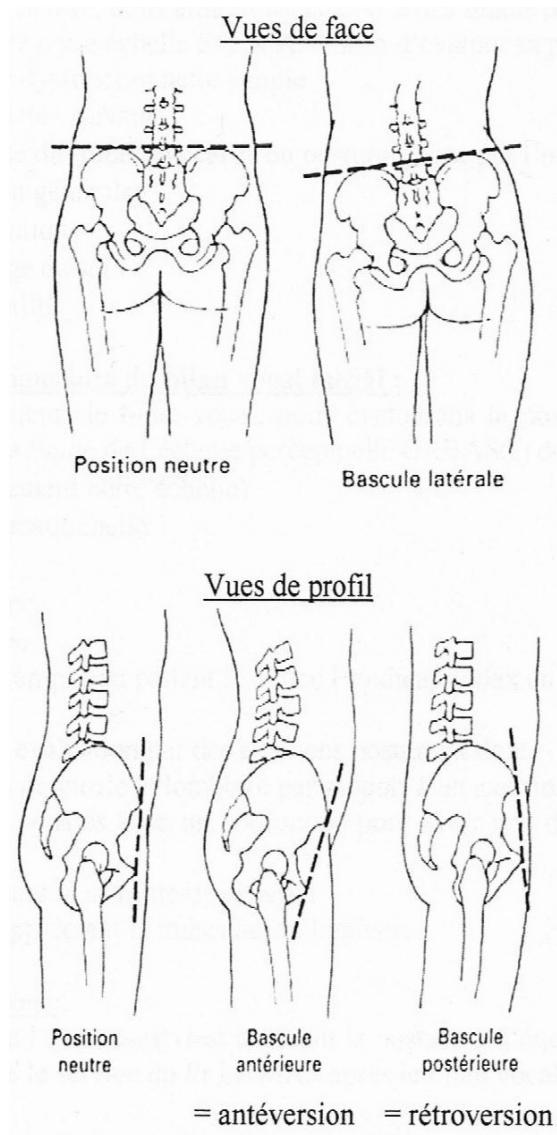
Projection du centre de gravité  
du corps au milieu du polygone  
de sustentation.



**Annexe n°11 : Stratégies de rééquilibration [1]**



**Annexe n°12 : Schémas du bassin [58]**



### Annexe n°13 : Comparaison de l'angle crânio-cervical dans le grave et dans l'aigu [70]

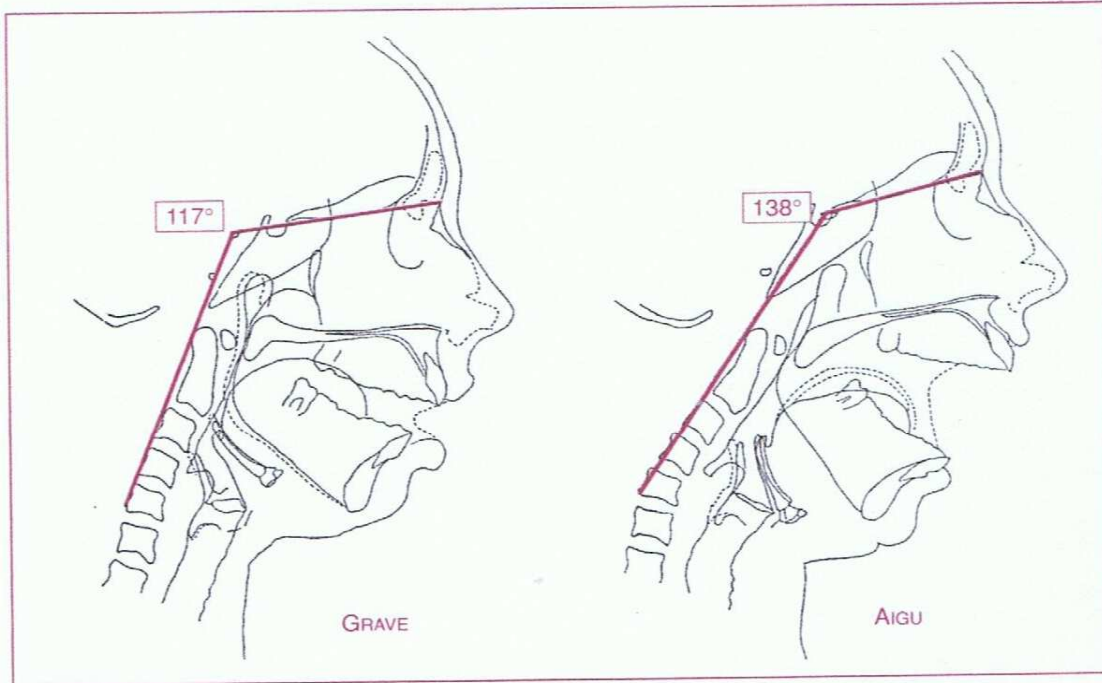
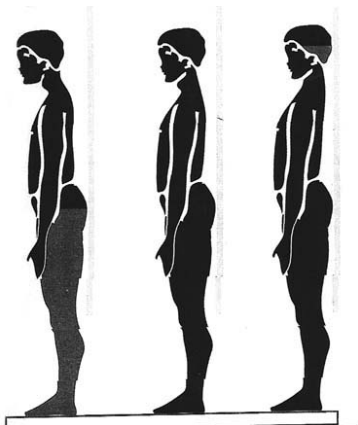


Figure 1

Comparaison de l'angle crânio-cervical dans le grave et dans l'aigu  
L'augmentation de l'angle crânio-cervical en passant du grave à l'aigu est commun à tous les chanteurs examinés. Il est dû à deux facteurs concomitants : le relèvement de la tête et le recul du rachis cervical, eux-mêmes déterminés par l'ouverture mandibulaire.

### Annexe n°14 : Projection antérieure du centre de gravité [12]



Chute antérieure du buste et de la tête : le sujet présente un plan scapulaire antérieur, mais le massif céphalique est encore plus antérieur, le centre de gravité est complètement décalé vers l'avant, la verticale abaissée du tragus passe au niveau des orteils.

**Annexe n°15 : Plate forme de l'Equitest®**





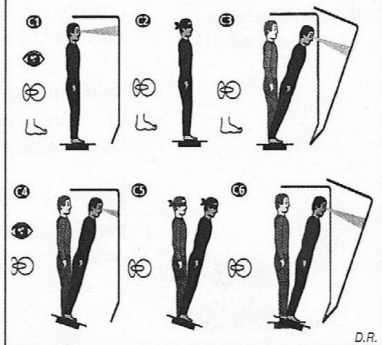
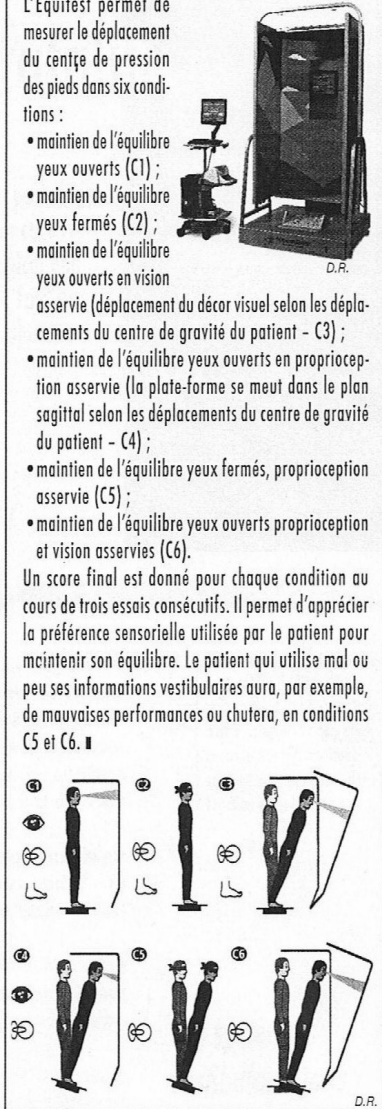
## Annexe n°15 bis :

### L'Equitest évalue la préférence sensorielle utilisée pour maintenir l'équilibre

L'Equitest permet de mesurer le déplacement du centre de pression des pieds dans six conditions :

- maintien de l'équilibre yeux ouverts (C1) ;
- maintien de l'équilibre yeux fermés (C2) ;
- maintien de l'équilibre yeux ouverts en vision asservie (déplacement du décor visuel selon les déplacements du centre de gravité du patient - C3) ;
- maintien de l'équilibre yeux ouverts en proprioception asservie (la plate-forme se meut dans le plan sagittal selon les déplacements du centre de gravité du patient - C4) ;
- maintien de l'équilibre yeux fermés, proprioception asservie (C5) ;
- maintien de l'équilibre yeux ouverts proprioception et vision asservies (C6).

Un score final est donné pour chaque condition au cours de trois essais consécutifs. Il permet d'apprécier la préférence sensorielle utilisée par le patient pour maintenir son équilibre. Le patient qui utilise mal ou peu ses informations vestibulaires aura, par exemple, de mauvaises performances ou chutera, en conditions C5 et C6. ■



**Annexe n°16 : Schéma de « l'Upper crossed syndrome » [79]**



## Annexe n°17 : L'exercice du balai [35]

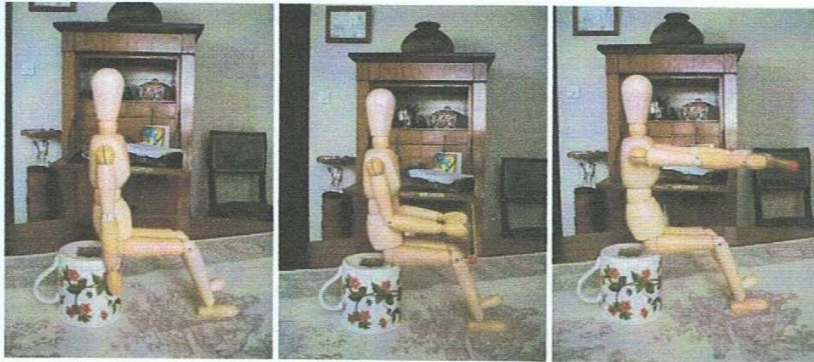
### L'EXERCICE DU BALAI

♦ Cet exercice se fait en position assise, de préférence sur un siège sans dossier. La personne doit être assise de manière à ce que un tiers de son corps repose sur le siège et les deux tiers restants reposent hors de la chaise, soutenus par les muscles des jambes pour favoriser l'appui au sol. Il est nécessaire de s'asseoir face à un miroir pour pouvoir contrôler soi-même et rectifier au besoin sa posture.

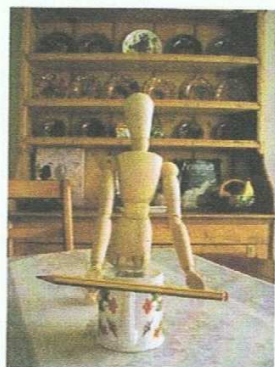
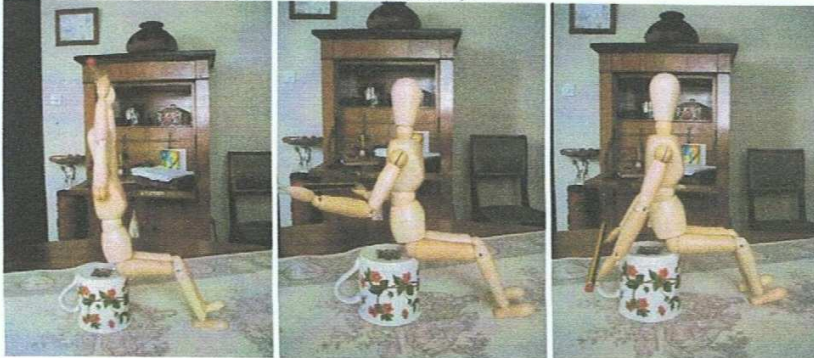
Vérifier qu'on se tient bien droit (photo de gauche, ci-dessous).

Prendre un bâton plus long que l'écartement des deux épaules ou un manche à balai.

Le tenir contre soi au niveau du bas-ventre, coudes repliés et collés au corps, et pas écartés (photo du milieu ci-dessous). Les mains doivent être séparées sur le balai par un espace aussi large que l'espacement entre les deux épaules. Etirer devant soi ses deux bras, horizontalement comme si l'on voulait toucher ses deux genoux (photo de droite ci-dessous).



Monter lentement les deux bras, à son propre rythme, jusqu'au dessus de la tête (photo de gauche ci-dessous). Sans avancer le menton ni les épaules en avant, abaisser lentement les bras derrière la tête (photo du milieu ci-dessous). Puis passer derrière la nuque, les épaules, le dos, jusqu'au sacrum (photo de droite ci-dessous). Il est nécessaire de plier les coudes à un moment pour descendre. Le fait d'écarter les mains sur le balai aide beaucoup. Le balai ne doit pas être collé au corps mais être séparé de lui par un léger espace (photo de droite ci-dessous).



Position finale (vue de dos)

## Annexe n°18 : La S-TRAV

### Echelle d'évaluation posturale S-TRAV

Nom, prénom :  
Date du bilan :  
Profession :  
Date de naissance

cotation évaluation qualitative  
0- aucune altération  
1-altération légère  
2-altération modérée  
3-altération sévère

Sévérité du trouble « S »	Au repos	En phonation	
		Vx projetée	Vx chantée
<p><i>Vocal :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-perçue par l'orthophoniste « SvO »</li> <li>-perçue par le patient « SvP »</li> </ul> <p><i>Postural :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perçue par l'orthophoniste « SpO »</li> <li>-perçue par le patient « SpP »</li> </ul>	ortho: ( )  pat. : ( )	ortho: ( )  Pat. : ( ) ortho: ( ) pat. : ( )	ortho: ( )  pat. : ( ) ortho: ( ) pat. : ( )
Tension générale « T »	( ) neutre insuff. excès	( ) neutre insuff. excès	( ) neutre insuff. excès
Respiration « R »		( ) n abdo. nT.A. nT > oR. I.	( )
Ancrage au sol « A »	( ) neutre talons meta. sur 1 pied	( ) neutre talons meta. bal.	( ) neutre talons meta. sur 1 pied
Verticalité « V »	( ) ( ) neutre proj. ext. ( ) neutre ext. ( ) basses relevées enroulées	( ) ( ) neutre proj. ext. ( ) neutre ext. ( ) basses relevées enroulées	( ) ( ) neutre proj. ext. ( ) neutre ext. ( ) basses relevées enroulées
<p>Courbures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cervicale : neutre, exagérée ou atténuée</li> <li>- Dorsale</li> <li>- Lombaire : neutre, exagérée ou atténuée</li> <li>- Bassin :</li> <li>en position neutre</li> <li>bascule en avant</li> <li>bascule en arrière</li> <li>bascule latérale</li> </ul>	C:...( ) D ( ) L:...( )  neutre en avt en arr. basc. lat.	C:...( ) D ( ) L:...( ) ( ) neutre en avt en arr.	C:...( ) D ( ) L:...( ) ( ) neutre en avt en arr. basc. lat.
Genoux :	( ) souples raides	( ) souples raides	( ) souples raides

## **Annexe n°19 : Lettre aux chanteurs**

Mlle Nicolaizeau Marie

Madame, Monsieur,

Étudiante en quatrième année d'orthophonie, j'effectue un mémoire sur une échelle de posture intitulée S-TRAV. Pour valider cette échelle et pouvoir l'utiliser comme instrument de bilan de dysphonie et d'évaluation thérapeutique, elle doit être étalonnée sur une population dite de référence.

Mon mémoire vise à montrer que la S-TRAV peut mettre en évidence un comportement postural « type » à partir de son utilisation et des résultats obtenus chez les chanteurs professionnels et que l'on peut ainsi obtenir un « référentiel » S-TRAV pour toutes les pathologies vocales avec problème de posture. La S-TRAV pourra donc être un outil référentiel du comportement postural phonatoire. C'est pourquoi, je vous serais très reconnaissante d'accepter que je puisse vous faire passer cette échelle d'évaluation en tant qu'individu référent. La passation de cette échelle ne nécessitera que quelques minutes.

En vous remerciant, je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, mes respectueuses salutations.

Marie Nicolaizeau

## Annexe n°20 : Lettre du Docteur Lobryeau aux chanteurs

DOCTEUR CHRISTIANE LOBRYEAU-DESNUS  
PHONIAITRIE-OTORHINOLARYNGOLOGIE  
14 RUE LEJEMPTTEL - 94300 VINCENNES  
Attaché consultant des Hôpitaux de Paris  
Membre de la société française d'ORL  
Membre de la société française de phoniatrye  
Chargé de cours à l'Université Pierre et Marie Curie  
01 43 98 37 47-Sur rendez-vous

94.1.07514.5

Madame, Monsieur,

Enseignante à l'Université Pierre et Marie Curie, j'encadre un mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie réalisé par mademoiselle Marie NICOLAIZEAU et atteste la nécessité pour celle-ci de pouvoir faire passer une échelle d'évaluation de la posture aux sujets qui sont considérés comme référents c'est à dire les chanteurs lyriques et d'utiliser anonymement les données recueillies lors de ces passations . C'est pourquoi, je vous serais très reconnaissante d'accepter qu'elle puisse vous faire passer cette échelle (appelée S-TRAV). Cette passation est par ailleurs rapide (à priori au plus 10 minutes)

Avec mes remerciements, je vous prie, Madame, Monsieur, d'agrèer l'expression de mes sentiments distingués

Docteur Christiane LOBRYEAU-DESNUS



## Annexe n°21: Le GRBAS de Hirano (1981) adapté par Dejonckere

### Echelle GRBAS(I) : Description

- **G** : « Grade », Exprime le degré de sévérité de la dysphonie.
- **R** : « Rough », Correspond à la raucité de la voix et serait en rapport avec une fluctuation irrégulière et une aggravation de la hauteur.
- **B** : « Breathy », Correspond à l'impression de souffle dans la voix et serait en rapport avec une incompétence glottique avec bruit de turbulence.
- **A** : « Asthenic », Asthénie qui décrit le comportement phonatoire du locuteur hypotonique, avec une voix qui manque de puissance, de faible intensité, peu d'harmoniques aigus.
- **S** : « Strained », Serrage laryngé et supra-glottique qui décrit le comportement phonatoire du locuteur hypertonique, avec souvent une voix aiguë, et un renforcement des harmoniques aigus et/ou du bruit dans les hautes fréquences.
- **I** : « Instability », Variabilité fluctuation, variation au cours du temps de la qualité vocale ou d'un de ses aspects (G, R, B, A, S)

	Voix conversationnelle	Lecture	Voix projetée	Voix chantée
G				
R				
B				
A				
S				
(I)				

#### Cotation :

- 0 : pas d'altération
- 1 : altération légère
- 2 : altération modérée
- 3 : altération sévère

Annexe n°22 : Support utilisé pour les épreuves de lecture lors de l'examen du comportement phonatoire (Discours de Créon extrait d'*Antigone* de Sophocle adapté par Cocteau)

Citoyens,

Les dieux ont sauvé cette ville du naufrage.  
Je vous ai tous réunis,  
Sachant votre respect pour la maison de  
Laïos,  
Votre fidélité à Oedipe  
Et à ses fils.  
Les fils se sont entre-tués .  
Tout le pouvoir passe entre mes mains.

Avant qu'un homme se prouve,  
Il est difficile de le connaître.  
Pour moi,  
Je blâme celui qui gouverne sans consulter  
autour de lui.  
Je blâme encore le chef  
Qui sacrifierait la masse aux intérêts d'un  
seul individu.  
Jamais je ne flatterai mon adversaire.  
Un prince juste ne manque pas d'amitié.  
Tels sont mes principes.

C'est pourquoi,  
J'ai dicté le décret relatif aux fils d'Oedipe.



## **Résumé**

Cette étude propose un étalonnage de la S-TRAV, outil d'évaluation posturale, sur une population de chanteurs lyriques. Nous pensons que la S-TRAV permet de mettre en évidence le comportement postural référentiel chez les professionnels de la voix. Les résultats statistiques mettent en évidence les critères de normalité et établissent le référentiel de l'échelle. La description des données relevées permet d'établir le comportement postural « type » du sujet sain. La S-TRAV peut donc être utilisée comme un outil référentiel pour tout individu et devient un outil diagnostique et thérapeutique des problèmes de posture dans les dysphonies dysfonctionnelles.

**Mots clés** : Posture, Référentiel, Chanteurs lyriques, Évaluation, Voix.

## **Abstract**

This study proposes a calibration of the S-TRAV, a postural assessment tool, on a group of singers. We believe that the S-TRAV can highlight the behavior reference posture of professionals who work their voice. Results show the criteria of normality and suggest a reference for the scale and the data collected permits to define the “standard” posture of healthy subjects. The S-TRAV may be used as a reference tool for everyone and becomes a diagnostic and therapeutic tool for posture problems in dysfunctional dysphonia.

**Key words** : Posture, Referential, Opera singers, Evaluation, Voice

76 pages et 20 pages d'annexes

79 références bibliographiques

22 annexes