



HAL
open science

Étude rétrospective longitudinale acoustique et perceptive des voix de substitution après laryngectomie partielle

Émeline Roques

► **To cite this version:**

Émeline Roques. Étude rétrospective longitudinale acoustique et perceptive des voix de substitution après laryngectomie partielle. Sciences cognitives. 2014. dumas-01076527

HAL Id: dumas-01076527

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076527>

Submitted on 17 Sep 2019

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.

ACADÉMIE DE PARIS
UNIVERSITÉ PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE
MÉMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITÉ
D'ORTHOPHONISTE

Etude rétrospective longitudinale acoustique et perceptive des voix de
substitution après laryngectomie partielle.

Sous la direction du Docteur Lise CREVIER-BUCHMAN

Année universitaire 2013-2014

ROQUES Emeline
Née le 29.01.1987

ACADÉMIE DE PARIS
UNIVERSITÉ PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE
MÉMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITÉ
D'ORTHOPHONISTE

Etude rétrospective longitudinale acoustique et perceptive des voix de
substitution après laryngectomie partielle.

Sous la direction du Docteur Lise CREVIER-BUCHMAN

Année universitaire 2013-2014

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout mon maître de mémoire, le Docteur Lise Crevier-Buchman pour avoir accepté de diriger ce mémoire, et m'avoir fait partager ses connaissances. Je la remercie pour sa lecture attentive et ses conseils avisés tout au long de cette année.

Je tiens à remercier tout particulièrement Nicolas Audibert, Maître de Conférence à Paris 3 pour son aide précieuse, sa patience, et sa formation sur les divers logiciels ; qui ont permis à cette étude de prendre tout son sens.

Je remercie vivement mes proches pour leur intérêt pour mon travail, leur compréhension, et leur accompagnement dans les moments les plus angoissants : avec tout mon amour.

Je remercie tout particulièrement Delphine, Fanny, Michaëlle, Eliette, et Béa pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements renouvelés tout au long de cette recherche.

Ce mémoire m'a permis de réaffirmer mon attachement à la prise en charge des patients présentant une pathologie vocale, qu'il s'agisse d'une dysphonie dysfonctionnelle ou d'une laryngectomie.

Ce mémoire, fruit d'un long travail est dédié à ma grand-mère Andrée, qui aurait tant aimé le voir fini ...

ATTESTATION DE NON PLAGIAT

Je soussignéeRoques Emeline..... déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
<u>PARTIE THÉORIQUE</u>	3
A. <u>Quelques rappels de phonétique</u>	4
1. La classification des sons de la parole	4
2. Le système vocalique français	4
B. <u>Méthodologie des analyses acoustique et perceptive</u>	6
1. Définition de l'analyse perceptive	6
a. Buts et intérêts de l'évaluation perceptive	6
b. Les outils de l'évaluation perceptive	7
i. Les jurys d'écoute	7
• Composition des jurys : expert/naïf	7
• Fiabilité des jurys.	8
• Impact de la nature du matériel sonore	8
ii. Les échelles perceptives	9
• Echelle GRBAS.....	9
• Echelle I(I)NFVO	10
c. Les limites de l'évaluation perceptive.....	11
2. Définition de l'analyse acoustique	12
a. Les buts et intérêts des mesures acoustiques.....	12
i. les paramètres acoustiques et temporels de la voix.....	13
ii. les attributs acoustiques de la voix.....	13
iii. les attributs acoustiques de la parole.....	13
b. les méthodes d'analyse acoustique de la voix.....	13
i. Analyse fréquentielle de l'onde acoustique.....	14
ii. Les paramètres temporels.....	14
C. <u>Les chirurgies partielles du larynx</u>	15
D. <u>Rééducation vocale</u>	17
<u>PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES</u>	21
<u>PARTIE EXPÉRIMENTALE</u>	23

MÉTHODOLOGIE	24
A. <u>Les enregistrements</u>	24
1. Population	24
a. Population témoin	24
b. Limites concernant la population choisie	24
i. Au niveau du nombre patients retenus	24
ii. Au niveau du nombre d'aryténoïdes	25
iii. Au niveau des temps post opératoires	25
2. Le matériel d'enregistrement	25
3. Les enregistrements	25
4. Le protocole d'enregistrement	26
B. <u>L'analyse perceptive de la voix et de la parole</u>	26
a. But et intérêt de l'analyse perceptive	26
b. Le jury d'écoute	27
a. Composition de notre jury	27
b. Leur rôle.....	27
c. Le protocole d'écoute	28
d. Le montage des échantillons vocaux	28
e. L'échelle d'évaluation	28
a. Choix de l'échelle	28
b. Grille d'évaluation	29
C. <u>L'analyse perceptive des voyelles</u>	29
a. Intérêt de l'analyse perceptive	29
b. Protocole	29
D. Analyse statistique	30
a. Le logiciel utilisé.....	30
b. Les études de fiabilité intra/inter juges.....	30
a. Intérêt de ces études.....	30
b. L'Alpha de Cronbach.....	30
c. Corrélation de Pearson.....	30
d. Coefficient de Fleiss pour le test d'identification des voyelles	31
c. L'Analyse de Variance (ANOVA) et Tests Post Hoc.....	31
d. Les graphiques utilisés : « les Boîtes à moustaches ».....	31

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

A. Résultats pour l'échelle GRB	32
1. Les études de fiabilité	32
a. Accord inter juges	32
b. Cohérence interne de chaque juge.....	32
2. Les études des traits perceptifs	32
B. Résultats pour l'échelle IINFVo	36
1. Les études de fiabilité	36
a. Accord inter juges	36
b. Cohérence interne de chaque juge.....	36
2. L'étude de l'évolution des traits de perceptifs de l'échelle IINFVo	37
3. Concernant les HLPSC.....	41
C. L'analyse perceptive des voyelles	41
1. Les résultats de la fiabilité du jury.....	41
a. Accord inter juges	42
b. Consistance interne de chaque juge.....	42
2. Les résultats de l'analyse perceptive	42
a. La perception des voyelles dans les laryngectomies fronto-latérales.....	43
b. La perception des voyelles dans les HLPSC	44
c. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP.....	44
i. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP1a.....	44
ii. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP2a.....	45
d. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP.....	45
i. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP1a.....	45
ii. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP2a.....	45
e. La perception des voyelles dans la population témoin.....	46
D. Analyse acoustique	46
1. L'analyse acoustique des voyelles par l'étude des triangles vocaliques.....	46
a. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies FL	47
b. Le triangle vocalique obtenu pour les HPLSC	47
c. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies CHEP.....	47

i. CHEP1a	47
ii. CHEP2a.....	48
d. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies CHP.....	48
i. CHP1a.....	48
ii. CHP2a.....	48
2. L'Analyse acoustique du temps maximum de phonation et débit phonatoire...49	
3. Long Time Average Spectrum (LTAS)	51
DISCUSSION DES RÉSULTATS	54
A. Discussion quant aux résultats observés.....	54
1. Pour les FL.....	54
2. Pour les LPSC-CHEP.....	54
3. Pour les LPSC-CHP.....	55
4. Pour les HLPSC.....	56
B. Les limites de l'étude réalisée.....	57
C. Concernant la prise en charge orthophonique.....	58
CONCLUSION	59
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

Figures et Tableaux

Figures insérées dans le corps du mémoire

<u>Figure 1</u> : Triangle vocalique et place articuloire.....	5
<u>Figure 2</u> : Schémas de la FL et FL antérieure.....	16
<u>Figure 3</u> : Schéma HLPSC.....	16
<u>Figure 4</u> : Schéma des LPSC avec CHEP.....	17
<u>Figure 5</u> : Schéma des LPSC avec CHP.....	17
<u>Figure 6 a)</u> : Répartition globale des notes attribuées pour le « degré de dysphonie » en fonction du type de chirurgie.....	33
<u>Figure 6 b)</u> : Evolution de la dysphonie en fonction du délai post opératoire toutes chirurgies confondues.....	33
<u>Figure 7</u> : Triangle vocalique des FL aux 3 temps opératoires.....	22
<u>Figure 8</u> : LTAS des CHEP2 aux 3 temps opératoires.....	53
<u>Figure 9</u> : Rapport d'intensité calculé pour la population témoin.....	53

Tableaux insérés dans le corps du mémoire

<u>Tableau 1</u> : Exérèse et mise en vibration de la néoglote en fonction de la chirurgie étudié.....	16
<u>Tableau 2</u> : Axes principaux de rééducation par type de chirurgie.....	18
<u>Tableau 3</u> : Tableau représentant le coefficient Alpha de Cronbach obtenu par trait perceptif de l'échelle GRB.....	32
<u>Tableau 4</u> : Tableau représentant les mesures de consistance pour chaque juge par trait perceptif.....	32
<u>Tableau 5</u> : Tableau représentant le coefficient Alpha de Cronbach obtenu par trait perceptif de l'échelle IINFVo.....	36
<u>Tableau 6</u> : Tableau représentant la cohérence interne de chaque juge par trait perceptif de l'échelle IINFVo.....	37
<u>Tableau 7</u> : Valeurs de Kappa de Cohen obtenues entre les 2 présentations des stimuli dupliqués au sein d'une même passation.....	42
<u>Tableau 8</u> : Valeurs du Kappa de Cohen obtenues entre les 2 passations des stimuli dupliqués.....	42
<u>Tableau 9</u> : Matrices de confusion à 3 mois des FL.....	43
<u>Tableau 10</u> : Matrices de confusions à 6 mois des FL.....	43
<u>Tableau 11</u> : Matrices de confusions à 12 mois des FL.....	43

ABRÉVIATIONS

BM : Boîte à moustaches

DB : débit phonatoire

CHP : crico-hyoïdo-pexie

CHEP : crico-hyoïdo- epiglott- pexie

GRBAS : Grade- Roughness- Breathy- Asthenic- Strained quality

HLPSC : hémi pharyngo laryngectomie supra cricoïdienne

IINFVo : overall Impression- impression of Intelligibility -unintended additive Noise-
Fluency- quality Voicing

FL : Fronto-latérale

LP : laryngectomie partielle

LPSC : laryngectomie partielle supra cricoïdienne

LTAS : Long Term Average Spectrum

TMP : Temps maximum de phonation

TIV : Test d'identification des voyelles

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Actuellement, les avancées chirurgicales et les meilleures connaissances dans le domaine carcinologique permettent aux chirurgiens de privilégier une chirurgie moins délabrante en réduisant l'étendue de l'exérèse des chirurgies laryngées et remplaçant les laryngectomies totales par des laryngectomies partielles, ceci lorsque la localisation de la tumeur l'autorise. Ces interventions chirurgicales nécessitent la conservation d'au moins une unité crico-aryténoïdienne fonctionnelle dont le rôle est primordial, tant lors de la déglutition que lors de la phonation. Ainsi différents types de laryngectomie partielle se sont développés selon l'étendue de la lésion à traiter et consistent en l'exérèse de tout ou partie du plan glottique (un ou deux plis vocaux) d'une partie variable du cartilage thyroïde, et d'une partie plus ou moins importante de la région supra glottique (bandes ventriculaires, cartilage aryténoïdes) parfois étendu aux structures avoisinantes comme l'épiglotte et la racine de la langue. Or toutes ces chirurgies partielles dont l'exérèse concerne au minimum un pli vocal, vont donner une voix « dite de substitution ».

Ce terme regroupe les conséquences phonatoires des laryngectomies totales, des chirurgies partielles horizontales supracricoïdiennes et des chirurgies partielles verticales comme les hémilaryngopharyngectomies supracricoïdiennes et les laryngectomies partielles frontolatérales. Ces interventions vont entraîner des modifications du conduit vocal, pouvant avoir des conséquences acoustiques et perceptives. Un certain nombre d'études se sont intéressées aux caractéristiques acoustiques en définissant les paramètres de fréquence fondamentale et ses variations, ainsi que des études perceptives dont l'identification des consonnes. Ces voix étant souvent sévèrement altérées, les mesures de paramètres acoustiques trouvent rapidement des limites.

Notre point de départ fut alors de s'intéresser à la recherche de mesures acoustiques et perceptives spécifiques à chaque chirurgie, non tributaire de la qualité vocale. En effet, l'intérêt de définir les conséquences vocales propres à une catégorie de laryngectomie partielle est la définition d'indices acoustiques et perceptifs pertinents. Nous pensions que malgré l'appartenance au groupe de « voix de substitution » chaque chirurgie se définissait par ses propres caractéristiques acoustiques et perceptives. De plus, nous avons cherché à identifier les modifications longitudinales des voix en post-opératoire. En effet, notre étude consistait en l'émergence de profils vocaux plus précis que le statut de « voix de substitution ».

Notre étude s'articule comme suit. Dans un premier temps, nous présenterons les éléments phonétiques qui nous intéressent dans ce mémoire, ainsi que les analyses acoustique et perceptive ; nous reviendrons sur les différentes chirurgies étudiées, et la prise en charge orthophonique correspondante ainsi que les hypothèses qui ont guidé nos recherches. Puis nous définirons les méthodes utilisées et les mesures statistiques dans un second temps.

Nos résultats sont présentés principalement sous forme de boîtes à moustache ainsi que des graphiques obtenus (triangles vocaliques et courbes de spectre moyenné à long terme LTAS) respectivement par différents logiciels Freeware *R. et Praat*. La totalité des graphiques sont insérés en annexes.

Enfin nous discuterons des résultats comparés à ceux de notre population témoin et de la littérature, avant de conclure.

PARTIE THÉORIQUE

A. QUELQUES RAPPELS DE PHONÉTIQUE

1. La classification des sons de la parole

L'ensemble des configurations articulatoires possibles pour la production du langage parlé n'est pas indéfini. Elles dépendent du matériel anatomique dont dispose l'homme. Et comme tous les êtres humains possèdent un appareil anatomique semblable, les sons utilisés dans chaque langue relèvent de configurations articulatoires communes. Il est donc possible de procéder à des regroupements de classes de sons dans lesquels chaque langue puise son propre inventaire [2]. Traditionnellement nous distinguons les voyelles des consonnes selon des critères au niveau articulatoire : la production des voyelles suppose une libre circulation de l'air dans le tractus vocal, de ce fait les articulateurs ne font pas obstacle au flux d'air. Par contre, lors de la production des consonnes, un rétrécissement du tractus en un point entraîne une interruption ou perturbation dans la circulation de l'air. Enfin il existe une classe « intermédiaire » entre les deux catégories précédentes, appelées les semi voyelles (ou semi consonnes). Les sons qui composent cette catégorie, ne partagent que peu de points communs. D'un point de vue articulatoire elles ressemblent aux voyelles, mais d'un point de vue phonologique elles se comportent comme des consonnes. Notre mémoire traitant de l'étude acoustique et perceptive des voyelles, nous avons choisi de détailler exclusivement celles-ci.

2. Le système vocalique français

Toutes les voyelles sont voisées : ce sont des sons périodiques issus de la vibration des plis vocaux. Sur le plan acoustique, les voyelles se caractérisent par des oscillations de forte amplitude et la présence de zones d'harmoniques renforcés : « les formants ». Chaque voyelle reflète sa propre configuration des cavités bucco-pharyngales, ainsi chacune d'elle va être caractérisée par des valeurs de formants différentes [63].

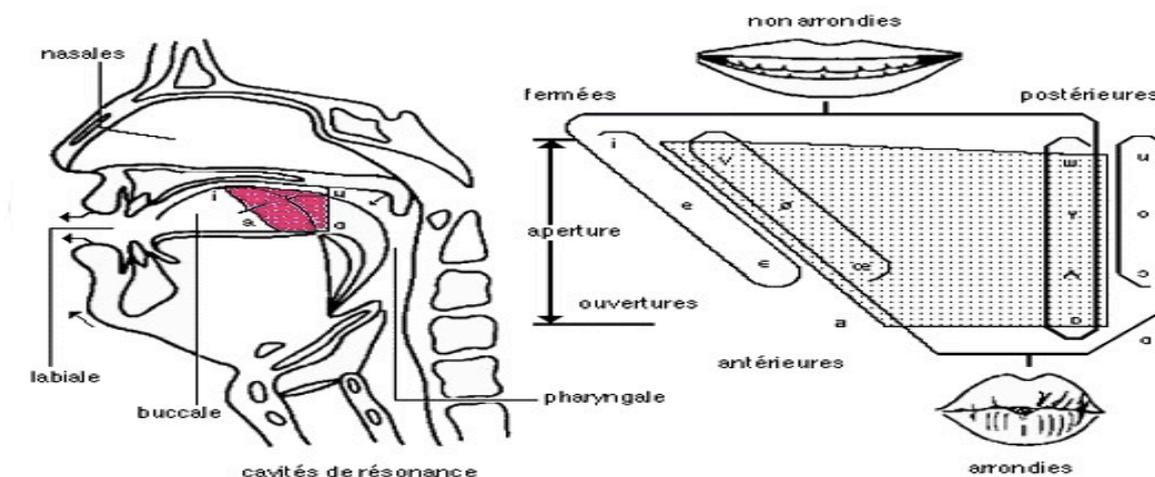
Chaque voyelle dispose d'un timbre propre, qui est défini par l'ensemble des trois premiers formants dont les valeurs dépendent de la taille des cavités de résonance.

Les configurations des cavités de résonance étant physiologiquement interdépendantes, les valeurs des formants vont s'influencer les unes et les autres.

- Le premier formant (F1) est déterminé par la configuration de la cavité pharyngale, il donne le degré d'aperture de la voyelle. Plus la voyelle concernée est ouverte, plus le F1 sera élevé.
- Le deuxième formant (F2) est en rapport avec la configuration de la cavité orale, il renseigne sur le degré d'antériorité ou postériorité. Lorsque la voyelle est antérieure, la valeur de F2 sera élevée.

- Le troisième formant (F3) est déterminé par la configuration de la cavité labiale, il indique le trait de labialité et s'élève quand la voyelle est étirée.
- Les voyelles françaises peuvent être décrites selon quatre dimensions :

Figure 1 : Triangle vocalique et place articuloire



L'aperture : la position de la langue (et la mâchoire) sur un axe vertical détermine l'ouverture de la cavité orale et donc l'aperture des voyelles. L'ouverture ou la fermeture du conduit buccal sont caractérisées par l'axe de la mandibule et la position (haute ou basse) de la langue. En français on distingue 4 degrés d'aperture : les voyelles fermées, les voyelles mi- fermées, les voyelles mi-ouvertes, les voyelles fermées. On oppose alors les voyelles ouvertes, produites avec un abaissement maximal de la mandibule et un aplatissement de la langue, aux voyelles fermées, caractérisées par une ouverture très réduite de la mandibule et la langue en position haute. Les voyelles ouvertes sont définies par un F1 élevé, tandis que les voyelles fermées ont un F1 bas.

Le lieu d'articulation : qui est caractérisé par la position de la langue (antérieure ou postérieure). En effet, la position de la langue sur un axe antérieur/postérieur caractérise l'antériorité/postériorité de la voyelle. En français on distingue les voyelles antérieures, les voyelles centrales, et les voyelles postérieures. Par ce déplacement lingual, le tractus vocal se trouve modifié notamment concernant la taille de la cavité buccale ; ce qui a un impact sur la valeur du F2. Les voyelles antérieures sont caractérisées par une taille réduite de la cavité buccale (donc un F2 élevé) tandis que les voyelles postérieures laissent place à une cavité buccale plus ample (se traduisant par un F2 bas).

L'arrondissement : la protrusion des lèvres en avant et l'arrondissement (rétrécissement) de l'orifice labial permettent de distinguer les voyelles arrondies, réalisées avec une protrusion des lèvres ; des voyelles étirées (ou non arrondies). L'allongement de la cavité buccale par la création de la cavité labiale entraîne un abaissement des valeurs de F2 et F3.

La Nasalité: la position du velum (et donc l'ouverture ou non du passage vélopharyngé) détermine la nasalité de la voyelle. Selon que le voile du palais est relevé ou abaissé, on distingue les voyelles nasales (velum abaissé) des voyelles orales (velum relevé). Cette ouverture permettant le passage de l'air dans la cavité nasale elle ajoute une résonance supplémentaire, qui se traduit par la présence d'un nouveau formant nommé formant nasal (500 Hz-700 Hz) ainsi qu'à des anti-formants, zones où l'on observe une forte chute de l'intensité des harmoniques.

B. MÉTHODOLOGIE DES ANALYSES ACOUSTIQUE ET PERCEPTIVE

Il existe 2 grands types d'évaluation : perceptive et acoustique. L'analyse perceptive a longtemps été appelée « subjective » car il s'agit d'entendre une voix et de « l'étiqueter » en fonction de notre ressenti propre, individuel. Les méthodes acoustiques quant à elles, reposent sur l'enregistrement d'un signal et c'est grâce à un système informatique, un logiciel que l'analyse se fait en nous révélant divers paramètres. Ces deux types d'analyses sont d'une grande complémentarité, il est important de connaître l'intérêt, mais aussi les limites de ces deux grands domaines pour pouvoir recourir à celle qui convient le mieux.

1. Définition de l'analyse perceptive

L'évaluation perceptive est une des méthodes les plus utilisées en pratique clinique pour évaluer une voix ; elle reste le « gold standard » à laquelle sont comparées les autres méthodes d'analyse. Elle vise à décrire, voire quantifier les différents aspects de la qualité de la voix pathologique d'une façon fiable et reproductible. Les protocoles doivent alors être bien codifiés. L'évaluation perceptive reste un des procédés de la batterie des explorations de la voix pathologique. Suite à une laryngectomie partielle elle doit répondre à 3 questions principales : 1°) Quelles sont les modifications du timbre des voix de substitution selon les modifications du vibrateur ? 2°) Quel est le retentissement des modifications du conduit vocal sur l'identification et l'intelligibilité de la parole ? 3°) Quelle est la chronologie de récupération de certains traits perceptifs de la qualité vocale pour dresser un « profil vocal » des patients ? [16]

a. Buts et intérêts de l'évaluation perceptive

L'évaluation perceptive de la qualité de la voix d'une personne consiste à décrire les qualités attribuées à cette voix par un auditeur et à les comparer à une représentation personnelle interne de la normalité, propre à l'auditeur [28]. Or d'office un constat s'impose : aucune description, ni définition de la normalité d'une voix n'existe. Ainsi le

concept de normalité d'une voix repose sur une opinion personnelle, subjective et de ce fait variable selon les références internes de l'auditeur, les différentes cultures, ou encore de l'adéquation de la voix de la personne avec cette image. L'évaluation perceptive d'une voix pathologique fait intervenir plusieurs facteurs dont il faut tenir compte : la notion d'expérience et d'ancienneté de cette expérience. Chaque auditeur (quelle que soit son expérience) possède une richesse descriptive des qualités perceptives des voix, ce que nous retrouvons lorsque les résultats des jurys sont hétérogènes. C'est d'ailleurs ce qui explique pourquoi l'évaluation perceptive est appelée « subjective ». L'évaluation perceptive de la voix et de la parole est indispensable pour l'évaluation de la qualité vocale, du degré global de perturbation et de son retentissement sur les possibilités de communication. Longtemps l'évaluation d'une voix et sa description était principalement subjective. Il est d'ailleurs reconnu dans la littérature que l'évaluation perceptive constitue la référence permettant la comparaison aux autres méthodes d'évaluation de la voix [44]. Même s'il est vrai qu'aujourd'hui en clinique, l'analyse de la qualité de la voix demeure en première intention perceptive, il convient d'en comparer les résultats obtenus à ceux de l'évaluation objective. Le patient peut également réaliser, lui même, une évaluation perceptive, c'est le cas des échelles d'autoévaluation. Ces dernières ont pour but de décrire le ressenti du patient concernant à la fois le vécu de sa voix dans la vie quotidienne, dans son cadre familial mais aussi d'un point de vue fonctionnel. En effet, au vu de son environnement, de ses contraintes personnelles ou professionnelles, sa voix recouvre t'elle une efficacité suffisante ? Enfin, pour obtenir une application systématique en clinique quotidienne, il faut que cette échelle soit simple et facile à utiliser.

b. Les outils de l'évaluation perceptive

i. Les jurys d'écoute

• Composition des jurys

Le jury d'écoute est constitué d'un ensemble de personnes soumis à une étude des qualités de la voix et de la parole d'un locuteur. Au préalable, les productions vocales des locuteurs à évaluer seront enregistrées. De plus, divers paramètres analysables à l'oreille seront définis et décomposés en plusieurs niveaux d'évaluation. Ce jury peut se composer d'auditeurs dits « naïfs » renvoyant au fait qu'il s'agit d'auditeurs sans formation particulière concernant l'écoute de la voix. Bien souvent un jury dit « expert » est également utilisé, celui-ci se compose d'auditeurs régulièrement entraînés à une analyse auditive dans leur pratique clinique quotidienne. Il convient de rappeler, que pour être précise la perception doit être stimulée et sollicitée [29]. Concernant le nombre d'individus

composant le jury, il n'existe pas de consensus dans la littérature. Pour autant, il semble opportun d'opter pour un nombre qui soit à la fois adapté et suffisant. Tous les membres du jury réalisent leur propre évaluation perceptive en remplissant un questionnaire écrit à partir des enregistrements délivrés.

- **Fiabilité des jurys**

L'évaluation perceptive doit être rigoureuse, pour cela il faudrait qu'un juge évalue une même voix de façon identique à chaque écoute [46]. De plus, la fiabilité intra-juge (la fiabilité d'un auditeur par rapport à lui-même) doit être élevée. Tous les membres d'un jury devraient évaluer une voix de façon similaire (fiabilité inter-juges ou intra jury). Kreiman et coll [46] avaient démontré que plus les voix se rapprochaient de « la normalité » plus les deux groupes d'auditeurs (qu'ils soient naïfs ou experts) étaient concordants ; ainsi la fiabilité inter-jury était importante traduisant une homogénéité des jurys.

- **Impact de la nature du matériel sonore**

La méthodologie de l'évaluation, notamment la nature du matériel sonore peut avoir un effet sur la concordance entre les différents jurys. Il est donc important de définir le type d'échantillon vocal qui servira à évaluer la qualité de la voix et de la parole [16].

La voyelle est un matériel présentant plusieurs arguments d'ordre méthodologique : elle est plus facilement standardisée, reproductible, mesurable et sa réalisation réside dans l'accolement des plis vocaux et la tenue d'une vibration de la muqueuse. Elle permet également à l'auditeur de mieux se concentrer sur la qualité perceptive de la voix, elle informe sur l'état du vibrateur et de son fonctionnement. Dans le but d'une corrélation entre l'évaluation perceptive et l'analyse acoustique informatisée, elle est le corpus le plus souvent utilisé et fiable. Cependant elle présente aussi des inconvénients : la voyelle ne permet pas une analyse détaillée des caractéristiques perceptives de la phonation. De plus le patient peut éprouver des difficultés dans la production de la voyelle, en cherchant notamment à la réaliser parfaitement [16].

Concernant **la parole**, étant la situation la plus proche de la production normale il convient de l'utiliser dans l'évaluation perceptive. Elle se compose de divers événements articulatoires de courbes mélodiques, de transitions formantiques et d'événements dialectaux et linguistiques qui sont variables d'une personne à l'autre. Contrairement à la voyelle tenue, la parole met en jeu des tâches complexes et dynamiques impliquant de nombreux muscles laryngés [16].

ii. Les échelles perceptives

Lorsque nous choisissons un système d'évaluation nous répondons à plusieurs questions :
i) Quel type de voix analysons nous : voix pathologique ou normale ? ii) Quelle est la qualité des auditeurs qui réalisera cette évaluation : jury expert ou jury naïf ? iii) Quel est le but de cette évaluation : la description de la pathologie sous-jacente ou la description de l'impression auditive ? Pour cela différentes échelles ont été élaborées, en fonction de ces objectifs d'évaluation de la qualité de la voix et de la parole ; témoignant du caractère multidimensionnel de la perception des voix pathologiques.

• L'échelle GRBAS

Il s'agit d'une échelle inspirée des travaux d'Issihiki (1969) mais qui a été développée par Hirano en 1981 dans l'optique d'évaluer les voix chez les patients atteints de dysphonie [40]. Elle compte cinq paramètres que nous allons définir plus précisément : sévérité de la dysphonie, raucité, souffle, hypotonie, serrage. Il est à noter qu'un critère d'instabilité (I) fut ajouté en 1985 [24].

- G (grade of voice abnormality) : exprime le degré de sévérité de la dysphonie
- R (Roughness) : 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 décrivant le comportement phonatoire du locuteur hypotonique, avec une voix manquant de puissance, de faible intensité, avec peu d'harmoniques aigus.
- S (Strained quality) : exprime le serrage laryngé et supra-glottique, qui décrit le comportement phonatoire du locuteur hypertonique, avec un renforcement des harmoniques aigus et/ou du bruit dans les hautes fréquences.

Chaque critère est coté sur une échelle ordinale à quatre niveaux de sévérité : 0 (normal), 1 (légèrement altéré), 2 (moyennement altéré), 3 (sévèrement altéré) sur un corpus varié : voyelle tenue, de phrase ou de texte. Les résultats sont notés comme suit, par ex : G2R1B1A0S0. C'est l'échelle la plus utilisée dans le monde de part sa simplicité d'utilisation et sa concision ; sa traduction a été validée dans de nombreuses langues et enfin elle demeure valable pour la plupart des anomalies vocales laryngées. Ainsi elle constitue un outil incomparable pour la pratique clinique quotidienne. De plus, ses paramètres constituent des critères robustes lors la description de la voix dans le cadre des dysphonies [64]. L'échelle GRBAS constitue donc un outil de référence dans la recherche

clinique. Toutefois des critiques concernant son utilisation s'imposent. En effet, après chirurgie partielle laryngée, la modification du plan glottique est responsable d'une modification du timbre de la voix qui se caractérise principalement par une composante rauque et grave, et les variations mélodiques sont plus réduites. La simplicité de l'échelle GRBAS constitue aussi une limite à l'évaluation des voix de substitution par manque de nuances [41 53 54 55], elle ne reflète que la qualité de la voix alors que d'autres traits comme le voisement, la mélodie, l'intelligibilité et le débit phonatoire reflètent la fonction de communication et le comportement phonatoire du vibrateur néo laryngé ainsi que ses possibilités d'adaptation. L'échelle GRBAS n'est pas suffisante pour l'évaluation des voix de substitution. Un corpus de parole est mieux adapté pour l'évaluation perceptive des voix de substitutions [16 53 54]. Rappelons que cette échelle a été conçue à partir de l'écoute de voix dysphoniques, ces dernières comportaient donc deux plis vocaux. Or dans le cadre des voix de substitution suite à une chirurgie de type laryngectomie partielle ou totale, son application se révèle moins adaptée. Bien souvent les voix de substitutions seront cotées avec un degré de sévérité maximum pour le critère G (G3) [15]. Pourtant chaque voix de substitution est différente et il existe bel et bien des différences perceptives entre elles. Au niveau perceptif, l'on distingue les voix laryngées, des voix de substitution dans lesquelles la configuration du sphincter laryngé est modifiée. Cette échelle a été utilisée par différentes équipes dans le cadre de voix de substitution suite à une laryngectomie partielle [16 17 61]. Suite aux limites énoncées précédemment, un groupe de chercheurs de l' ELS a proposé une autre échelle perceptive, spécifique pour les voix de substitution : l'I(I)NFVo [53 54 55].

- **L'échelle I(I)NFVO**

Cette échelle a été élaborée en 2005 (Moerman, Martens, Crevier Buchman) pour évaluer les dysphonies sévères dans le cadre des voix substitution (au moins un pli vocal en moins) à partir de cinq paramètres [53] :

- I (Overall Impression) : défini comme l'impression générale de la voix (contient des aspects comme agréable/non agréable, stable/instable), et le degré de sévérité de la dysphonie.
- I (Impression of Intelligibility) : défini comme l'impression globale d'intelligibilité (pour ce paramètre, les membres du jury doivent répondre à la question : « comment serait l'intelligibilité de la personne en conversation quotidienne ? »)

- N (Unintended Additive Noise) : correspond au(x) bruit(s) surajouté(s), quelle que soit son origine (le bruit peut être par trachéostome, par les sécrétions muqueuses, par les plosives orales).
- F (Fluency) : correspond à la fluidité verbale (au cours de la parole peuvent avoir lieu des interruptions, des reprises inspiratoires).
- Vo (Quality of Voicing) : correspond au trait de voisement (la vibration néoglottique)

Ces paramètres peuvent être cotés sur une échelle visuelle analogue, allant de 0 (le paramètre défini est absent ou extrêmement altéré, de très mauvaise qualité) à 10 (bonne qualité du paramètre) ou sur une échelle ordinale de 0 à 3 (comme pour l'échelle GRBAS). Cette échelle offre de nombreux avantages dans le cadre de l'évaluation des voix de substitution. Sa simplicité d'utilisation, sa concision et sa clarté en font un outil pratique à utiliser en clinique. Des études ont eu pour but de valider cette échelle. Menées dans trois centres européens d'exploration de la voix et de la parole, elles ont confirmé que l'échelle constituait un outil fiable notamment dans le cadre de l'évaluation des voix alaryngées. Une étude suggère que l'échelle I(I)NFVO convient pour l'évaluation perceptive des voix de substitutions et les résultats de l'étude de la fiabilité sont comparables à ceux des échelles classiques d'évaluations des dysphonies [53]. Néanmoins les auteurs ont suggéré de réunir les paramètres Impression et Intelligibility, en raison d'une très forte corrélation et donc une éventuelle redondance entre ces deux paramètres, et ne laisser que le paramètre Impression [15]. D'autres études ont eu pour but d'évaluer la concordance de l'I(I)NFVo avec les paramètres acoustiques des voix de substitution.

c. Les limites de l'évaluation perceptive

Toutefois nous sommes confrontés à certaines limites lors de cette évaluation perceptive.

- **Une évaluation difficilement reproductible** : il convient donc de s'entourer d'un maximum de précautions pour être le plus reproductible possible.
- **L'absence d'harmonisation linguistique** dans une même langue ni même dans des langues différentes.
- **Le nombre de traits perceptifs et du degré de sévérité** n'est pas encore résolu et ne fait pas l'unanimité. De plus le degré de sévérité peut se réaliser de deux manières : par le biais d'une échelle visuelle analogue sur une ligne de 10 cm (0 à 10) ; ou par celui d'une échelle à intervalle régulier : en général de 3 à 7 degrés.
- Il convient de faire **abstraction du message** que la voix véhicule, et ne retenir que l'impression auditive [33].

- Lors d'une évaluation perceptive, l'auditeur compare les voix entendues à ses références personnelles concernant la normalité d'une voix. Cette référence interne est subjective par essence, fluctuante, d'une grande variabilité. Elles dépendent alors de l'expérience vocale de l'auditeur.
- **Concernant le jury d'écoute :** le jury naïf nécessitera un temps plus long pour évaluer la voix, disposera d'une attention plus globale, et ne parviendra pas forcément à se focaliser sur un seul élément. Pour autant les informations obtenues par un tel jury sont intéressantes, puisque elles représentent la perception de la voix dans la vie quotidienne. Le jury averti aura certes la critique plus pertinente, mais aussi plus sévère.

2. Définition de l'analyse acoustique

Cette analyse complète l'évaluation perceptive de la fonction vocale, et vise une meilleure approche sur le plan diagnostique et thérapeutique. Les méthodes quantitatives ont pour but d'évaluer objectivement la voix et la parole. De plus, l'analyse acoustique de la parole, constitue une méthode non invasive permettant de quantifier la fonction vocale. Elle comprend l'étude des paramètres temporels et indirectement l'analyse de la fonction pneumo-phonatoire par la mesure du débit phonatoire et du temps maximal de phonation [16] ; ainsi que les paramètres fréquentiels comme les formants pour le triangle vocalique et les analyses spectrales (LTAS).

a. Les buts et intérêts des mesures acoustiques

L'intérêt principal de ces évaluations acoustiques est de permettre l'obtention de mesures objectives, quantifiables, comparables et reproductibles. Aujourd'hui l'analyse acoustique domine les autres méthodes d'analyse de la voix. L'acoustique contemporaine est dépendante de système informatique avec numérisation du son. L'analyse acoustique présente de nombreux avantages. Elle délivre des valeurs chiffrées concernant différents paramètres objectivement définis et s'inscrit dans un protocole expérimental standardisé. De plus elle ne repose pas sur un référent interne de chaque individu ; ce qui permet de comparer les informations objectives obtenues entre les différents professionnels concernés. Enfin elle permet d'une part, de situer le patient par rapport à lui même dans le temps, de lui faire percevoir l'évolution de sa voix au cours de la rééducation et de l'aider à prendre conscience de ses progrès ; et d'autre part de situer le patient par rapport à un groupe de patients au même stade de récupération vocale. En pathologie, le vibrateur est la néoglote qui correspond à la source, et le conduit vocal est le filtre modifié en volume et en longueur. L'analyse acoustique des voix après chirurgie partielle devrait nous permettre

de caractériser le signal acoustique produit par le vibrateur néoglottique et les modifications articulatoires et prosodiques induites par le changement de forme du conduit vocal qui modifie la fonction de transfert [16]. La voix et la parole varient en fonction des modifications de l'intensité, de la fréquence du timbre et de l'intrication des mécanismes qui les régulent [12].

i. Les paramètres acoustiques et temporels de la voix

Suite à une pathologie laryngée, c'est la qualité de la voix qui est modifiée s'exprimant alors par l'altération du timbre. Le timbre de la voix est une caractéristique essentielle de la voix puisqu'il permet d'identifier une personne de la différencier d'une autre. De plus, l'esthétisme d'une voix se caractérise principalement par son timbre. Sa richesse dépend du nombre et du type d'harmoniques, de leur répartition sur l'échelle des fréquences qui constituent le spectre sonore [1]. L'analyse acoustique doit à la fois caractériser le signal acoustique et permettre de repérer les modifications sur le plan articulatoire et de la prosodie. Il est quelquefois difficile de la réaliser au niveau informatique de part le caractère irrégulier de la voix ; rendant difficile l'extraction de la F_0 .

ii. Les attributs acoustiques de la voix

LA FRÉQUENCE FONDAMENTALE : appelée aussi fondamental de la voix, renvoie à la hauteur de la voix, et s'exprime en hertz. Mais elle ne pas être mesurée si le signal est apériodique ou chaotique ; ce qui est le cas dans les voix de substitution [16]. Nous ne l'avons donc pas étudiée dans notre mémoire.

L'INTENSITÉ : exprimée en décibels (dB), est calculée sur une moyenne ou sur des intensités sonores minimale et maximale. En moyenne, elle varie autour de 60 dB au cours de la voix parlée.

iii. Les attributs acoustiques de la parole

Lors de cette évaluation acoustique, peuvent être analysés : les formants (qui caractérisent un renforcement d'énergie sur certaines fréquences en fonction du conduit vocal et de la réalisation de la voyelle et leur contour spectral) ; les variations prosodiques (c'est à dire les variations de rythme, de hauteur, d'accentuation), les débits dans la prosodie (ils sont de deux types : i) Le débit syllabique ; c'est à dire le nombre de syllabes produites sur une expiration, qui nous renseigne sur la gestion du souffle et de l'efficacité glottique. ii) Le débit phonatoire, c'est-à-dire le nombre de mots lus par minute, permettant de vérifier que la gestion du souffle est en accord avec la prosodie [16][56].

b. Les méthodes d'analyse acoustique de la voix

i. Analyse fréquentielle de l'onde acoustique

Nous décrivons le **moyennage à long terme** (d'une à 60 secondes [43]) des spectres qui permet d'obtenir un « spectre à long terme » (Long Term Average Spectrum : LTAS), qui est un objet de notre étude. Il semblerait que le spectre moyenné permette une analyse plus pertinente des caractéristiques spectrales de la configuration du conduit vocal que le simple spectre ne donnant qu'une image instantanée. Le LTAS prend également en compte la configuration « moyenne » du conduit vocal. Il a été postulé que le spectre moyenné reflète le « style de parole » du locuteur, prenant en compte le mode vibratoire des cordes vocales, la taille des cavités de résonance, et même certains aspects régionaux ou sociaux de la parole [59]. Le LTAS peut être réalisé sur une voyelle prolongée ou sur des mots entiers (texte lu, parole spontanée). Il peut être réalisé sur le texte entier ou seulement les portions voisés. Lorsque le LTAS prend en compte les bruits non voisés de la parole, le contenu phonétique du corpus doit être pris en compte. Par exemple, le LTAS d'un texte comportant un taux élevé de fricatives comprendra un taux important de bruit dans les hautes fréquences. Il semblerait, que pour un texte phonétiquement « équilibré », 30 à 40 secondes soient suffisantes pour obtenir un spectre moyenné stable. Le LTAS est sensible aux modifications techniques de l'enregistrement [66] (sensibilité aux capacités mécaniques du microphone employé, notamment dans les hautes fréquences). La représentation du LTAS peut être intéressante dans le suivi longitudinal d'une voix. Pour certains il serait le meilleur reflet des caractéristiques spectrales globales d'une voix [66]. Enfin le LTAS montrerait une augmentation de l'énergie dans les hautes fréquences en cas de fatigue vocale [20].

ii. Les paramètres temporels

Ces analyses de durée et de débit, apprécient la qualité du souffle, conditionnant celle de l'émission vocale. Tout d'abord le **temps maximum de phonation** (TMP) défini comme étant la durée maximum pendant laquelle la phonation va être maintenue à une hauteur et intensité confortable. La voyelle la plus souvent utilisée est le [a] et elle est émise juste après une inspiration profonde. On considère qu'il est significatif du rendement de la source vocale ; il évalue la fonction pneumo-phonatoire. Il est diminué dans le cas de fatigue vocale. **Ainsi que le débit phonatoire** (mesuré sur le nombre de mots lus par minute) qui permet d'évaluer l'accord pneumo-phonatoire adapté à la prosodie en situation de parole [15].

C. LES CHIRURGIES PARTIELLES DU LARYNX

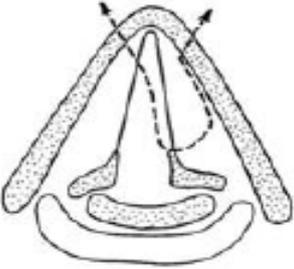
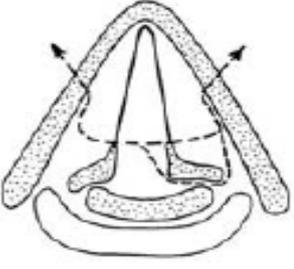
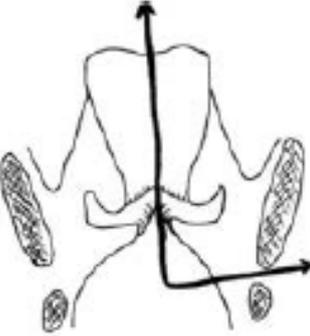
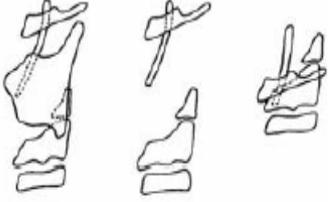
Les cancers du larynx sont fréquents en Europe, en particulier en Europe latine et notamment en France. Ces cancers sont liés au tabagisme chronique souvent associé à une consommation excessive d'alcool. Il s'agit le plus souvent de carcinomes épidermoïdes et le pronostic d'ensemble est l'un des meilleurs au sein des voies aérodigestives supérieures. Les cancers de l'étage glottique représentent près de 50% des cancers du larynx. Le symptôme majeur et précoce du cancer de l'étage glottique est la dysphonie. En fonction du siège, de l'étendue de la lésion et de la mobilité laryngée, différentes techniques chirurgicales peuvent être proposées [15]. Les indications de la chirurgie partielle laryngée sont devenues plus fréquentes ces dernières années en Europe occidentale, grâce à une meilleure connaissance des règles oncologiques et de la physiologie laryngée. Eviter la mutilation liée à une laryngectomie totale et la trachéostomie est un progrès social majeur pour les patients. Ses objectifs sont d'assurer une exérèse tumorale totale, et de préserver les fonctions physiologiques laryngées : la conservation de la respiration, de la déglutition et de la phonation. Ces trois fonctions nécessitent la conservation de la dynamique du néolarynx en préservant des structures anatomiques indispensables : le cartilage cricoïde qui maintient la filière respiratoire en ouverture pour la respiration, et l'unité crico-aryténoïdienne mobile pour la déglutition et la phonation. Le but est ici de permettre de mettre en place un protocole rééducatif adapté. La classification des voix après chirurgie partielle est une classification anatomique, fondée sur les structures anatomiques réséquées et conservées. Nous nous intéressons aux voix de « substitution » résultant de différentes chirurgies partielles. Il existe schématiquement 2 grands groupes de chirurgies partielles du pharyngo-larynx selon le mode de fermeture chirurgicale utilisé : les chirurgies partielles verticales et horizontales :

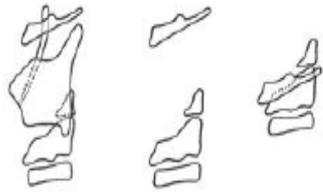
Les chirurgies partielles verticales regroupent : la corpectomie, la laryngectomie fronto-latérale avec ou sans reconstruction glottique (FL, FLRG), la laryngectomie partielle frontale antérieure avec reconstruction par épiglottopexie (Kambic-Tucker), et l'hémilaryngopharyngectomie supracricoïdienne (HLPSC).

Les chirurgies partielles horizontales regroupent : la laryngectomie partielle supraglottique, la laryngectomie partielle supracricoïdienne avec reconstruction par crico-hyoïdo-épiglottopexie conservant un ou deux aryténoïdes (CHEP 1a /2a). La conservation impérative d'au moins une unité crico-aryténoïdienne fonctionnelle impose le respect et l'intégrité du cartilage cricoïde et d'au moins un cartilage aryténoïde en préservant l'articulation crico-aryténoïdienne, l'innervation sensitive avec le nerf laryngé supérieur homolatéral. L'exérèse au niveau sous-glottique ne peut dépasser le bord supérieur du

cartilage cricoïde. Les laryngectomies totales et leurs réhabilitations vocales ne seront pas abordées ici [16]. Dans un souci de limitation de pages, nous n'abordons que les chirurgies concernées par notre étude, et regroupons les informations sous forme de tableau, nous nous référons à diverses lectures [5 6 16 47 49].

Tableau 1 : Exérèse et mise en vibration de la néoglote en fonction de la chirurgie étudiée

Chirurgie	Exérèse	Mise en vibration de la néoglote
<p>Figure 2 [16]</p> <p>LP Fronto latérale</p>	 <p>(Quelque soit la technique, la commissure antérieure est toujours réséquée en totalité.*)</p>	<p>La reconstruction du plan glottique par une plastie musculo-muqueuse de bande ventriculaire consiste en l'abaissement de la bande ventriculaire homolatérale qui viendra prendre la place du pli vocal enlevé.</p> <p>L'objectif est d'améliorer les résultats fonctionnels vocaux en favorisant un accolement glottique en phonation.</p>
<p>LP Fronto latérale antérieure</p>		<p><u>Conséquences fonctionnelles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilité de synéchie antérieure - la fuite glottique - la diminution de la mobilité de l'aryténoïde du côté opéré.
<p>Figure 3 [16]</p> <p>HLPSC</p>		<p>L'hémilarynx restant s'accrole contre une néo-paroi pharyngée formant ainsi la néoglote.</p> <p><u>Conséquences fonctionnelles :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - troubles de la sensibilité de l'hémilarynx par section du nerf laryngé supérieur homolatéral - troubles du péristaltisme pharyngé liés à la résection des muscles du pharynx homolatéraux.
<p>Figure 4 [16]</p> <p>LPSC avec CHEP</p>		<p>La reconstruction permet de bien fixer l'épiglotte restante pour éviter sa bascule en arrière et doit permettre le parfait affrontement de l'épiglotte restante avec le cartilage cricoïde.</p> <p>En arrière, un ou deux cartilages aryténoïdes sont conservés. Lors de</p>

	La nouvelle glotte ne sera plus allongée dans le sens antéropostérieur, elle aura une forme en « T ».	la phonation, un son sera produit par la mise en vibration d'une néoglote, celle-ci est constituée, en avant, de l'épiglotte restante avec la base de langue, et en arrière, par le ou les aryténoïdes restants. Ces cartilages aryténoïdes vont devoir basculer en avant et dedans vers l'épiglotte restante.
Figure 5 [16] LPSC avec CHP	 <p>La fermeture du larynx se fait par crico-hyoïdo-pexie prenant la base de langue.</p>	Lors de la phonation, un son sera produit par la mise en vibration d'une néoglote ; cette néoglote est constituée, en avant, de la base de langue et en arrière, par le ou les aryténoïdes restants. Ces cartilages aryténoïdes vont devoir basculer en avant et en dedans vers la base de langue.

IV. REEDUCATION VOCALE

Le principe de la rééducation de la voix sera de permettre au patient de retrouver « une voix ». Il sera important de prévenir le patient que, dès lors que le plan glottique aura été profondément modifié par la chirurgie, la voix aussi sera très différente. Ce temps d'apprentissage est un moment important et il peut être déstabilisant. En effet, le patient est souvent très surpris, tant sur le plan acoustique que sur le plan des sensations vibratoires obtenues et ressenties. Le thérapeute doit alors l'encourager et le rassurer, en lui expliquant qu'il doit accepter ce son mais que le but de la rééducation est d'en améliorer les qualités acoustiques, notamment en termes de prosodie, d'intensité et d'enrichissement du timbre. Ces éléments laryngés sont plus « grossiers » que les plis vocaux, d'où des sensations vibratoires différentes, ressenties plutôt dans la gorge. Les voix après ces différentes laryngectomies analysées par le jury d'écoute ne demandent pas toutes la même prise en charge. La rééducation des LPSC avec CHEP/CHP est identique. Elle s'intéresse aux fonctions de sphincter et de vibreur des structures conservées. Seul le résultat fonctionnel de ces 2 interventions chirurgicales diffèrent. La rééducation des HLPSC bien que proche des LPSC présente quelques variantes, au niveau des postures cervicales et des manipulations laryngées. La rééducation de la FL se distingue par un sphincter laryngé moins atteint [7].

Tableau 2 : Axes principaux de rééducation par type de chirurgie.

Chirurgie	Objectifs de rééducation	Exemples d'exercices
LPFL	<p>= obtenir un rapprochement entre le pli vocal et la bande ventriculaire controlatérale, ou éventuellement obtenir une voix des bandes ventriculaires selon le type de reconstruction glottique. Les techniques de rééducation proposées par le docteur Amy Benoît Amy de la Bretèque peuvent tout à fait trouver leur place dans cette prise en charge.</p> <p>Dans le cadre de la laryngectomie frontolatérale les praxies labiales et linguales sont peu utiles car la fermeture glottique est transversale et l'axe glottique antéropostérieur. Le sphincter n'a pas besoin de trouver de compensation dans sa fermeture par des structures anatomiques extra laryngées. Par contre, c'est la qualité de vibration des éléments laryngés restants qui est compromise. La rééducation s'orientera plus vers l'amélioration de l'accolement et l'aspect vibratoire de la néoglote</p>	<p>Détente cervico-scapulaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - La détente cervicale - La détente scapulaire <p>Travail du sphincter laryngé</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>La fermeture de la néoglote</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Les glottages voisés : leur indication est identique à celles des glottages soufflés avec cependant une possible utilisation dans les FL mais réalisés avec beaucoup moins de force et de pression, d'air expiratoire. Dès que la sonorisation sera possible et stable ces exercices seront abandonnés. ○ Les fricatives sonores ○ Mobilisation du/des aryténoïdes ○ Manipulation laryngée : mettant en contact le pli vocal sain avec la bande ventriculaire controlatérale. La pression de la manipulation doit être moindre que pour les LPSC. <p>Travail du vibreur laryngé</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Le souffle</u> : ici ce travail consiste surtout à améliorer la qualité vibratoire mais le patient n'aura pas besoin d'une importante pression d'air expiré pour produire un son. En revanche, le travail du souffle lui permettra de renforcer la qualité de la vibration, d'obtenir une meilleure prosodie tout au long de la rééducation. - <u>Exercice du « Sagittaire »</u> proposé par F. LeHuche, qui consiste après inspiration, en trois petites expirations

		successives [26].
HLPSC	<p>= la constitution d'un bourrelet muqueux en regard du pli vocal sain et une vibration en phase de ces dernières lors de la phonation. Les fonctions de sphincter et vibreur seront travaillées. Cette rééducation sera proche de celle des LPSC. Elle vise à réduire la présence de souffle sur la voix.</p> <p>Ici, la manipulation vise le rapprochement de la corde vocale conservée du bourrelet muqueux. Progressivement, la corde vocale vient au contact de ce dernier en dépassant la ligne médiane du néo-larynx, comblant ainsi le déficit glottique.</p>	<p>La détente cervico-scapulaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - La détente cervicale - La détente scapulaire <p>Travail du sphincter laryngé</p> <p>- <u>Les praxies :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Linguales et labiales <p>- <u>La fermeture de la néoglote</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Les glottages soufflés o Les glottages voisés o Les fricatives sonores o Mobilisation de l'aryténoïde o Manipulations laryngées : <p>Les mobilisations externes sont possibles dès que la cicatrisation est jugée suffisante par le chirurgien. L'orthophoniste, puis le patient les réalisent par pression digitale de bas en haut et vers l'intérieur du bord du néo-larynx. Le patient peut pour faciliter l'affrontement des structures et donc la phonation, pencher la tête en avant et l'incliner du côté de l'exérèse.</p> <p>Travail du vibreur laryngé</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le souffle - Exercice du « Sagittaire » [26]

<p>LPSC- CHEP/CHP</p>	<p>2 axes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le travail de sphincter pour favoriser l'affrontement des structures anatomiques conservées - le travail de la fonction de vibreur, visant à une bonne souplesse de la muqueuse de l'aryténoïde et du bourrelet muqueux. <p>Il conviendra d'aborder au préalable des exercices de détente et relaxation, puis respiratoires.</p> <p>La rééducation orthophonique ne pourra être bénéfique que si la coordination pneumo-phonique est maîtrisée.</p>	<p>La détente cervico-scapulaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - La détente cervicale - La détente scapulaire <p>Travail du sphincter laryngé</p> <p><u>- Les praxies :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Linguales et labiales <p><u>- La fermeture de la néoglote</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Les glottages soufflés ○ Les glottages voisés ○ Les fricatives sonores ○ Mobilisation du/des aryténoïdes ○ Manipulations laryngées : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les mobilisations externes ▪ Pencher la tête du patient <p>Travail du vibreur laryngé</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le souffle - Exercice du « sagittaire » [26]
---------------------------	--	--

Nous reprenons dans ce tableau une trame de prise en charge par chirurgie [7] mais nous détaillons en annexes des exemples d'exercices issus de divers ouvrages [26 37 38 50].

PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

La notion de « voix de substitution » a été définie dans la littérature comme étant une voix produite avec au moins un pli vocal en moins. Cette modification vocale peut résulter de différentes laryngectomies partielles (cordectomie, FL, HLPSC, LPSC avec CHP et CHEP) avec comme point commun une altération du vibrateur laryngé, désormais désigné en tant que « néovibrateur ». Pourtant, les éléments anatomiques restants diffèrent ; ainsi chaque intervention doit entraîner des altérations distinctes au niveau des indices acoustiques et perceptifs de la voix ; et qui impliquerait de ce fait, des axes et objectifs de prise en charge adaptés à ces modifications. Nous n'avons pas retenus les cordectomies, qui représentent un groupe hétérogène puisque décliné en 6 sous-types, qui pourraient faire l'objet d'une étude à part entière. Notre point de départ fut qu'en fonction du type d'intervention chirurgicale, les altérations des indices acoustiques de la voix, seraient différentes. En effet, la qualité vocale est liée à l'étendue de l'exérèse chirurgicale.

Ainsi nous avons émis une première hypothèse : les laryngectomies partielles verticales, qui respectent l'axe antéro-postérieur du vibrateur laryngé, auront des paramètres acoustiques et perceptifs appartenant aux voix dites « glottiques ». A l'inverse les laryngectomies partielles horizontales qui modifient l'axe du vibrateur auront des paramètres acoustiques et perceptifs appartenant aux voix dites « laryngées aglottiques ».

Une deuxième hypothèse serait l'existence de particularités acoustiques et perceptives qui permettraient de définir les conséquences vocales d'une catégorie de laryngectomie partielle. Plus précisément, il nous paraissait intéressant de définir d'une part, quels pouvaient les indices acoustiques et perceptifs pertinents pour suivre l'évolution de l'amélioration vocale après laryngectomie partielle ; d'autre part quels étaient les indices distinctifs entre différentes chirurgies.

Le but étant de proposer un profil d'évolution à partir d'indices pertinents à déterminer autres que les classiques fréquence fondamentale et ses variations, souvent utilisées en recherche [14 48 60 67]. Pourtant ces mesures habituellement utilisées en pathologie vocale sont ici trop difficiles à mesurer de part l'importante instabilité de la voix. Par conséquent en définissant ces modifications acoustiques, il serait possible de définir des axes de prise en charge orthophonique adaptés au type de chirurgie. Par ailleurs les objectifs de la rééducation pourraient être guidé par un profil vocal type. Pour cela, nous avons décidé de comparer différentes chirurgies à 3, 6 et 12 mois post-opératoire afin de mettre en évidence : les altérations de la voix avec une évaluation perceptives par le biais de deux échelles GRBAS et IINFVo, les modifications du triangle vocalique selon le

temps postopératoire et selon la technique chirurgicale (modification de volume et longueur du conduit vocal). De plus, nous avons réalisé un test de perception d'identification des voyelles afin d'établir une corrélation perceptivo-acoustique des modifications des voyelles ; nous avons aussi réalisé une analyse acoustique sur le temps maximum de phonation et le débit phonatoire. Enfin nous avons mesuré le LTAS (*spectre à long terme sur au moins 40 secondes de texte lu* [43]) dans l'optique d'étudier la variation de la répartition d'énergie spectrale dans les hautes fréquences, car les voix issues de ces chirurgies sont souvent très "bruitées".

PARTIE EXPÉRIMENTALE

MÉTHODOLOGIE

E. LES ENREGISTREMENTS

5. Population

La population enregistrée dans le cadre de notre étude se compose de 33 patients opérés dans le service ORL du Pr Brasnu à l'hôpital Laënnec puis à l'HEGP entre 1994 et 2001. Ils ont été enregistrés à trois temps post-opératoires à 3, 6 et 12 mois. Les patients sont tous de sexe masculin, âgés de 59 à 78 ans. Ces patients ont tous subi une laryngectomie partielle soit verticale soit horizontale :

- 10 patients opérés d'une laryngectomie frontolatérale (FL)
- 10 patients opérés d'une laryngectomie partielle supracricoidienne avec CHEP (CHEP)
- 10 patients opérés d'une laryngectomie partielle supracricoidienne avec CHP (CHP)
- 3 patients opérés d'une hémilaryngopharyngectomie partielle supracricoidienne (HLPSC).

a. Population témoin

Cette population se compose de 15 voix de personnes n'ayant subi aucune intervention sur les organes phonatoires et n'ayant aucune atteinte fonctionnelle dans le domaine nous concernant. Nous avons fait le choix de ne sélectionner que des voix d'hommes dans les deux populations. Ceux de la population témoin sont âgés de 57 à 76 ans. Le but de notre population témoin était surtout d'obtenir de la normalité lors de l'écoute des voix pathologiques, afin que chaque membre du jury ne « s'habitue » pas aux voix pathologiques. La bande entendue par le jury d'écoute est composée de 48 voix dont 33 patients à différents temps post opératoires et 15 témoins.

b. Limites concernant la population choisie

i. Au niveau du nombre patients retenus

Nous avons essayé de sélectionner un échantillon suffisant de voix représentant les différents types de chirurgie, toutefois suite à des contraintes techniques, nous n'avons pu qu'obtenir seulement 3 voix pour les HLPSC. Il nous semblait intéressant de conserver cette chirurgie, pour avoir un « paysage » de l'ensemble des voix substitutions tout en sachant que l'échantillon serait trop petit pour en tirer des conclusions. Pour les autres chirurgies, 10 patients ont pu être retenus.

ii. Au niveau du nombre d'aryténoïdes

Nous avons également fait le choix de distinguer au sein des laryngectomies partielles supracricoidiennes avec CHP/CHEP le nombre d'aryténoïdes afin de constater si les profils

vocaux différaient, sans pouvoir toutefois en obtenir 5 patients de chaque type. Ainsi pour les LPSC avec CHEP nous avons retenu 7 patients ayant subi une CHEP 2 et 3 patients ayant subi une CHEP 1; pour les LPSC avec CHP nous avons retenu 6 patients ayant subi une CHP1, et 4 patients ayant subi une CHP2.

iii. Au niveau des temps post opératoires

Certains patients n'ont pas la totalité des temps post opératoires. Plus précisément, les 33 patients de nos études ont eu au moins deux enregistrements postopératoires. Seuls 25 d'entre eux ont été enregistrés aux 3 temps opératoires ; 6 patients ont été enregistrés à 6 et 12 mois postopératoires, enfin 2 patients ont été enregistrés à 3 et 6 mois postopératoires. Ces patients ont permis de réaliser les études longitudinales perceptives et objectives de la voix et de la parole.

6. Matériel d'enregistrement

L'enregistrement acoustique des patients s'est effectué à partir d'un micro unidirectionnel Electret SHURE SM 48 placé à environ 15 centimètres du patient relié à un magnétophone Digital Audio Tape (DAT) SONY ES DTC couvrant une gamme de fréquences de 0 à 48 Hz. Les voix des patients étaient enregistrées les unes à la suite des autres sur des cassettes SONY DAT PDP 95 ou 120 minutes. Au préalable, il a fallu numériser la totalité les échantillons vocaux contenus dans les cassettes à l'aide d'un logiciel acoustique (le MDVP) et du CSL (Kay Elemetrics) sur l'ordinateur PC de l'HEGP du service ORL.

7. Les enregistrements

Dans le service de l'HEGP, les voix des patients sont enregistrées pathologie par pathologie. Comme énoncé précédemment, une grande partie du travail d'amont fut de numériser 51 cassettes comprenant la totalité des enregistrements des patients de chaque chirurgie afin d'obtenir une base de données, et opérer par la suite la sélection des patients. Cette étape comprenait également l'écoute de l'intégralité des bandes afin d'exclure celles qui étaient inexploitables (car trop abîmées), ainsi que la vérification des dates des enregistrements en fonction de dates d'opérations, et des informations sur le patient, sa chirurgie en comparant avec les données des registres. Ce fut un travail de longue haleine, notamment de par la longueur des enregistrements et leur qualité, mais aussi de par le recours aux registres correspondants afin de s'assurer de la validité des informations concernant les patients. Certaines cassettes furent inexploitables soit de par la

qualité de l'enregistrement (saturé) soit elles étaient démagnétisées ou inexploitable. C'est ce qu'il explique le nombre réduit de patients exploitables pour les HPLSC.

8. Le protocole d'enregistrement

En principe, à l'HEGP les patients sont enregistrés lors d'une consultation de phoniatrie au cours de laquelle le phoniatre effectue un bilan de la voix et de la déglutition. Les patients sont ainsi convoqués à 3, 6 mois, 12 mois, 18 mois, 2 ans postopératoires pour un suivi phoniatrice complémentaire des consultations du chirurgien. Le protocole d'enregistrement utilisé est inspiré du protocole de Mme Chevrie-Muller (INSERM, laboratoire de voix) et a été adapté aux besoins du service par les phoniatres. Le protocole complet était identique pour chaque patient et à chaque enregistrement. Nous ne détaillerons que les tâches de production sur lesquelles l'évaluation perceptive de la voix et parole ont été demandées. D'une part les voyelles, [a e i o u] prolongées à une intensité et hauteur confortable. D'autre part la lecture avec une voix confortable, d'un texte français. C'est un extrait d'un conte pour enfant et la consigne était de le lire comme si le locuteur racontait l'histoire à un enfant. Au vu du grand nombre de voix, seul le premier paragraphe fut présenté au jury et utilisé comme échantillon de parole et correspondant lors de l'enregistrement à une vingtaine de secondes environ car fonction des personnes enregistrées (le texte est en inséré en annexes). Toutefois notre étude étant rétrospective, nous avons été confrontées à plusieurs difficultés : soit tous les patients n'avaient pas été enregistrés aux 3 temps postopératoires ; soit ils ne savaient pas lire ; soit certaines voyelles avaient été omises lors du protocole. Nous avons tenu compte de ces contraintes dans nos analyses.

F. L'ANALYSE PERCEPTIVE DE LA VOIX ET DE LA PAROLE

1. But et intérêt de l'analyse perceptive

La première approche humaine de la voix passe par le sens, on entend le locuteur et on le voit. De fait, l'évaluation perceptive nous semblait indispensable. Cette évaluation est dite également subjective dans la mesure où l'auditeur doit juger d'un échantillon de voix selon différents paramètres, certes imposés par le protocole d'évaluation, mais évalue cette voix selon « son » critère de normalité. Nos études de perception avaient pour optique de répondre à différentes questions : Quelles sont les modifications du timbre des voix après chirurgie partielle avec un vibreur néolaryngé ? Existe t'il une chronologie de récupération de certains traits perceptifs de la qualité vocale, cette récupération varie t'elle en fonction du type de chirurgie, et de structures restantes ? L'objectif était de tenter de

dresser « un profil vocal » des patients. Avec quelle échelle le jury semblait plus apte à coter les échantillons vocaux ? Quel est le retentissement des modifications du conduit vocal sur l'identification des voyelles.

2. Le jury d'écoute

a. Composition de notre jury

Le jury d'écoute représente le groupe de personne auquel on a soumis l'évaluation perceptive de la voix et de la parole. Nous avons sélectionné un groupe de 5 auditeurs dits « naïfs » composé de deux dentistes, un orthodontiste et 2 étudiantes en début d'étude d'orthophonie, qui ne connaissaient pas ce type de pathologie ni les voix après chirurgie partielle, et qui n'avaient jamais fait d'évaluation perceptive de la voix. Nous avons fait le choix d'un jury naïf car ceux-ci n'ayant pas de contact avec ce type de pathologie, ils ne sont pas constitués de référents internes autres que ceux de voix normales. Il semblerait que les auditeurs naïfs entendent la voix dans sa globalité et auraient un jugement plus constant. D'ailleurs Kreiman et coll [45] ont montré que les jurys naïfs seraient plus homogènes. Néanmoins le désavantage est que le jury expert possède, quant à lui, une palette plus riche de référents internes et de perception auditive, ce qui manque aux auditeurs naïfs. Cependant nous voulions évaluer la perception globale, commune à la population générale (qui n'est pas experte dans le domaine), de la voix et des modifications apportées par le type de chirurgie. Pour finir, nous nous sommes entourés des précautions méthodologiques nécessaires pour valider nos évaluations perceptives par l'étude de la fiabilité de nos jurys.

b. Leur rôle

Le jury devait analyser les voix enregistrées selon l'échelle proposée. Suite, à l'écoute d'une voix, chaque membre du jury devait remplir la grille d'évaluation proposée et apprécier la qualité de la voix écoutée.

3. Le protocole d'écoute

Le jury était informé du nombre de patients à évaluer avant chaque passation. L'écoute concernait bien l'ensemble des patients aux différents temps opératoires, ainsi que les voix témoins. Il était précisé à chaque membre du jury que chaque patient devait être évalué par rapport à lui-même et non par rapport aux autres patients, car il s'agissait d'éviter au maximum la comparaison entre les patients. Dans un souci d'objectivité, les séances d'entraînement ont été réalisées sur des voix sans pathologie, afin d'éviter d'orienter le

jury. Toutes les voix sont mélangées de manière aléatoire afin d'obtenir de la part des juges une évaluation la plus neutre possible. De plus, nous avons choisi de faire réécouter 25 voix sélectionnées de façon aléatoires afin de vérifier l'objectivité et la fiabilité intra jury par un test/retest. D'autre part, pour évaluer la fiabilité inter-juge, nous avons refait une séance d'écoute pour tous les membres du jury et pour toutes les voix 10 jours plus tard pour éviter les phénomènes de mémorisation. Tout ceci représentait donc un échantillon de 130 voix. Chaque voix n'est présentée qu'une fois lors de la session d'écoute. De part des contraintes d'ordre logistique plusieurs séances ont dû être réalisées. Deux séances avec 3 membres du jury, et 2 avec deux autres membres. Les consignes données ont été identiques, ainsi que les feuilles de support et les séances d'entraînement.

4. Les montages des échantillons vocaux

Les échantillons vocaux ont été numérisés et montés sur iTunes©. La présentation des voix (réduites à un chiffre pour leur anonymat); était aléatoire aussi bien pour l'ordre des patients que pour les temps postopératoires. Seule la personne ayant réalisé le montage de la liste Itunes connaissait l'ordre de passage et ne faisait pas partie du jury. Les échantillons étaient présentés en champ libre, ils étaient assis à une distance à peu près égale du haut parleur. Chaque liste comprenait 130 voix. Une séance comprenait l'écoute de la totalité de ces voix. Le test était d'une durée de 75 minutes avec des pauses ponctuelles pour limiter toute fatigabilité.

5. L'échelle d'évaluation

a. Choix de l'échelle

Dans le cadre de ce mémoire nous souhaitons évaluer dans quelle mesure nous pouvions parler de « voix de substitutions » au pluriel et non de voix de substitution. Nous voulions constater l'existence ou non de profils vocaux distincts en fonction du type de chirurgie. Peu nombreuses sont les études publiées sur les résultats fonctionnels vocaux après les différentes chirurgies partielles. Nous ne pouvions pas nous passer de l'échelle GRBAS toutefois comme nous l'expliquons dans la partie théorique, la simplicité de l'échelle GRBAS manque de nuances ce qui la rend inadaptée aux voix de substitution. Ainsi, il nous a paru intéressant de proposer également l'échelle IINFVo pour évaluer les dysphonies sévères dans le cadre des voix de substitution. Pour l'échelle GRBAS nous avons fait le choix de nous sélectionner que les 3 premiers critères et d'écarter les 2 derniers semblants complexes pour un jury naïf et finalement peu informatifs [Dejonckere]. Par contre tous les traits de la deuxième échelle IINFVo ont été proposés.

b. grille d'évaluation

Chaque auditeur disposait d'un ordinateur avec une feuille Excel préalablement préparée (contenant les 130 voix anonymes selon l'ordre aléatoire de la passation et les paramètres de l'échelle en question). Bien sûr, était ouverte isolément une page Excel par membre du jury et par passation ainsi aucun auditeur n'avait recours à l'évaluation précédente. Une définition des traits était donnée oralement au début de chaque session d'écoute, et chaque membre du jury disposait d'une feuille sous les yeux comprenant l'explication des traits à évaluer et les 4 degrés de sévérité de l'atteinte.

G. L'ANALYSE PERCEPTIVE DES VOYELLES

1. Intérêt de l'analyse perceptive

Le but était d'évaluer de manière perceptive la prononciation de 5 voyelles orales [a e i o u] par le patient en fonction du type de chirurgie et à différents temps post opératoires. Au total cela représente 504 voyelles (X patients*Y délais opératoires * Z voyelles effectivement réalisées + X témoins* Z voyelles).

2. Protocole

Tout d'abord, nous avons donc segmenté les voyelles produites de manière isolées et prolongées sur quelques secondes [a][e][i][o][u] dans leur globalité en conservant leur attaque. Cependant en fonction des enregistrements, (et outre les difficultés énoncées au point A- 4) les voyelles n'étaient pas de même longueur. Ainsi pour éviter un biais lié à la durée d'émission de la voyelle et grâce à l'aide d'un script de Nicolas Audibert (Laboratoire de Phonétique et de Phonologie) ; nous avons sélectionné la durée la plus courte sur l'ensemble des échantillons vocaux afin de l'appliquer à toutes les voyelles. (665 millisecondes). En effet, il s'agit d'un script de découpage automatique (longueur et fenêtrage identiques pour chaque stimuli) après avoir marqué le début de la voyelle et permettant de terminer avec une fin progressive pour ne pas gêner l'écoute. Pour cela, il nous a fallu réaliser le *Textgrid* propre à chaque voyelle comportant le même nom que le fichier « son » correspondant pour plus de simplicité. Cette opération d'amont, ne pouvait qu'être manuelle, et donc fastidieuse puisque représentant 504 *Textgrids*. Le test est effectué grâce au logiciel freeware Praat. Nous avons conçu un script adapté à notre étude, avec l'aide précieuse de Mr Nicolas Audibert et les conseils de Cédric Gendrot, Maîtres de Conférence à Paris 3. Il reprend nos stimuli isolés aux différents temps. L'interface d'accueil donne la consigne générale du test à l'auditeur : ce dernier, doit cliquer sur la voyelle qu'il pense avoir entendue, et valider son choix. Une deuxième écoute seulement

est proposée, d'où la présence d'un bouton « réécouter » sur l'interface. Une pause est proposée chaque 70 stimuli. La présentation des stimuli est randomisée, et comprend l'intégralité des voyelles des patients pour chaque temps post opératoires, et celles des témoins. Soit 504 stimuli plus 50 voyelles qui ont été reprises de façon aléatoire pour la fiabilité intra-jury. La durée totale de ce test est de 45 minutes environ. Pour finir, les résultats sont comptabilisés par Praat et extraits dans un format utilisable sous Excel©.

H. ANALYSE STATISTIQUE

1. Le logiciel utilisé

Pour l'ensemble de nos statistiques nous avons utilisé le *logiciel freeware R*.

2. Les études de fiabilité intra/inter juges

a. Intérêt de ces études

Pour une analyse perceptive rigoureuse, vérifier la fiabilité et cohérence du jury est une étape préalable indispensable avant de pouvoir examiner les résultats aux échelles perceptives. D'abord, il s'agit de juger de la régularité et de la cohérence de la fiabilité d'un auditeur par rapport à lui-même : c'est à dire évaluer la fiabilité intra-juge lors de l'écoute répétée (test-retest) d'une même voix. Ensuite, il faut s'assurer que tous les membres du jury évaluent une voix de façon similaire : il s'agit de la fiabilité inter-juge. Pour celle-ci deux mesures de consistance ont été réalisées : la consistance intersession pour la corrélation entre les scores de la 1^{ère} et 2^{ème} passation ; et la consistance intrasession pour la corrélation entre les scores attribués aux stimuli dupliqués en 1^{ère} et 2^{ème} présentation.

b. L'Alpha de Cronbach pour les échelles perceptives

Dans le cadre d'analyse perceptive il convient de considérer la variable aléatoire car la correspondance des cotations intra-juges peut relever en partie du hasard. Nous avons choisi d'utiliser l'alpha de Cronbach (*valeurs entre 0 et 1*), qui est un coefficient réalisé pour comparer les évaluations sur des échelles numériques (*par exemple le grade*) de N juges. Il permet la comparaison des réponses données par les différents juges pour la présentation d'un même stimulus. Enfin 260 stimuli (130 voix*2 passations) ont été évalués par tous nos juges.

c. Corrélation de Pearson

Afin d'estimer la consistance de chaque juge avec lui-même nous avons utilisé la corrélation de Pearson : il s'agit pour chaque juge, de la comparaison des réponses aux

mêmes stimuli entre la 1^{ère} et 2^{ème} passation ("consistance inter") et entre les 2 présentations des stimuli dupliqués au sein d'une même passation ("consistance intra").

d. Coefficient de Fleiss pour le test d'identification des voyelles

Notre jury étant composé de 5 personnes nous utilisons le coefficient de Fleiss (*coefficient de Kappa de Cohen* [8 27] *généralisé lorsque le nombre de juges est supérieur à 2*). Il permet d'évaluer le taux de concordance inter-observateurs entre plusieurs variables qualitatives.

3. L'Analyse de Variance (ANOVA) et Tests Post Hoc

L'analyse de variance est un outil statistique particulièrement puissant et diversifié [27]. Cela permet non seulement de tester l'effet de chaque facteur mais également l'effet de l'interaction entre les deux. De plus, L'ANOVA permet de comparer toutes les moyennes au moyen d'un seul test et donc de limiter les risques d'erreurs. L'analyse de variance permet de tester, pour une variable quantitative, l'égalité des moyennes de plus de deux groupes. Dans nos études concernant l'évolution des paramètres perceptifs de chaque échelle, nous avons en premier lieu réalisé une *ANOVA à 2 facteurs* : le type de chirurgie et le temps post opératoire. Ainsi nous testons l'effet de chaque facteur isolément ainsi que l'effet d'interaction entre les 2 pour chaque paramètre perceptif. De plus, lorsque l'effet d'interaction entre les 2 facteurs était significatif nous avons réalisé une *ANOVA à un facteur (le temps)* pour chaque chirurgie. Pour l'approche traditionnelle le seuil de significativité adopté est de $p < 0,05$. Le logiciel R avec lequel nous avons réalisé nos statistiques, classe par convention les valeurs suivantes par taux de significativité :

* ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$), *** ($p < 0,001$).

Une autre série de tests importants sont les tests dits **Post Hoc**. On les utilise, en cas de comparaisons multiples significatives, pour savoir quels échantillons diffèrent. En effet, l'analyse de variance fournit une indication de l'effet global, mais qu'en est-il pour les différences groupe à groupe ? Nous avons pour cela utilisé le test de Tukey.

4. Les graphiques utilisés : « Les boîtes à moustaches » (BM)

La boîte à moustaches permet de représenter schématiquement une distribution. Elle utilise 5 valeurs qui résument des données : le minimum, les 3 quartiles Q1, Q2 (médiane), Q3 et le maximum. Nous les décrivons en annexes, pour rappel un tel graphique n'est pas interprétable directement, il faut tenir compte des effets statistiques obtenus en parallèle.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

A. RÉSULTATS POUR L'ÉCHELLE GRB

1. Les études de fiabilité

a. Accord inter juges

Les valeurs obtenues pour l'étude de l'accord inter juges sont très élevées pour les 3 traits perceptifs étudiés de l'échelle GRB(AS). Dans la littérature, cet indice (Alpha de Cronbach) est satisfaisant lorsque la valeur du coefficient est au moins égale à 0,80 [8].

Tableau 3: Tableau représentant le coefficient Alpha de Cronbach obtenu par trait perceptif de l'échelle GRB (G : grade, R : raucité, B : souffle)

Trait perceptif	Alpha de Cronbach
G	0,96
R	0,95
B	0,94

b. Cohérence interne de chaque juge

Afin d'estimer la consistance de chaque juge avec lui-même nous avons utilisé la corrélation de Pearson : il s'agit pour chaque juge, de la comparaison des réponses aux mêmes stimuli entre la 1^{ère} et 2^{ème} passation ("consistance inter") et entre les 2 présentations des stimuli dupliqués au sein d'une même passation ("consistance intra").

Tableau 4 : Mesures de consistance pour chaque juge par trait perceptif, arrondies à 2 chiffres après la virgule, à la décimale la plus proche, G : grade, R : raucité, B : souffle)

juge	G inter	R inter	B inter	G intra	R intra	B intra
1	0.87	0.89	0.62	0.91	0.87	0.65
2	0.74	0.82	0.65	0.72	0.87	0.80
3	0.91	0.81	0.61	0.91	0.70	0.71
4	0.84	0.82	0.72	0.89	0.83	0.76
5	0.80	0.84	0.69	0.82	0.91	0.69

2. Les études des traits perceptifs

Au vu du trop faible nombre de patients pour les HLPSC, nous n'avons pas pu réaliser de tests statistiques. Nous l'avons donc étudiée de façon descriptive dans une autre partie, en tenant compte des précautions nécessaires lors de l'interprétation. Pour les autres chirurgies nous avons pu effectuer des tests statistiques explicités précédemment.

Pour le degré de dysphonie :

Suite au test de l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous obtenons pour ce paramètre un effet significatif du type de chirurgie sur ce trait ($F(4, 835) = 226,74, p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que le degré de

dysphonie est significativement plus altérée dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,05$), dans les CHP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$) ainsi que dans les CHP1 par rapport au CHEP2, et dans les CHEP1 par rapport au CHP2. Les voix après FL sont significativement moins dégradées que toutes les LPSC ($p < 0,001$). Enfin, le degré de dysphonie pour toutes les chirurgies progresse lentement mais reste médiocre. Il n'est relevé aucun effet significatif du temps.

Figure 6a: Répartition globale des notes attribuées pour le « degré de dysphonie » en fonction du type de chirurgie.

En abscisses : Le logiciel nous empêche de noter les étiquettes de chaque chirurgie. L'ordre d'apparition de la gauche vers la droite est CHEP1, CHEP2 (représentée par un tiret) CHP1, CHP2 (représentée par un tiret), FL.

En ordonnées : les valeurs du grade allant de 0 à 3. Lorsque l'ensemble des valeurs ne se résume qu'à un seul grade (par exemple 3), la BM est réduite à ce trait horizontal, comme pour les CHEP1 et CHP1. Les ronds représentent les valeurs atypiques

Les taux de significativité sont marqués par des étoiles en respectant la nomenclature du logiciel R, $*** < 0,001$; $** < 0,01$, $* < 0,05$.

Les accolades bleues regroupent les chirurgies concernées par la comparaison statistique.

Ainsi sur ces graphiques : 4a) Les voix des CHEP1 et CHP1 sont les plus altérées avec la quasi-totalité des valeurs correspondant au grade maximal 3. La présence d'un ou deux aryténoïdes influe sur l'impression générale de la voix puisque, les CHEP2 et les CHP2 obtiennent un meilleur grade respectivement que CHEP1 et CHP1. Enfin les FL présentent un grade moindre pour le degré de dysphonie par rapport aux autres chirurgies. Pour ne pas encombrer les graphiques seuls les effets principaux ont été dessinés, mais tous les résultats seront pris en compte et confrontés entre eux lors de la discussion de ceux-ci.

4b) Aucun effet significatif du temps n'est observé.

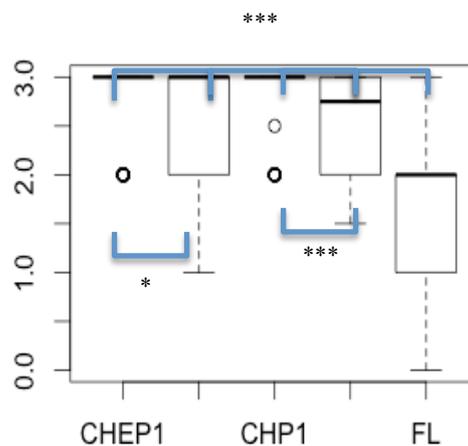
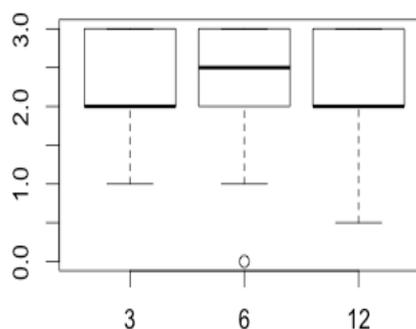


Figure 6b. Evolution de la dysphonie en fonction du délai post opératoire toutes chirurgies confondues.



Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle GRB, le trait « G » reflète l'impression générale de la voix. Il est influencé par la raucité et le souffle [15]. Il varie de façon significative seulement en fonction du type d'intervention chirurgicale et non en fonction du temps. Ainsi, nous notons que pour les FL l'aspect du trait G, se distingue des 4 autres chirurgies. Nous pouvons donc penser que l'impression « de mauvaise voix » est moindre dans le cadre des FL. Au sein du groupe LPSC-CHEP, nous observons une différence significative dans la cotation de ce trait perceptif, selon qu'il reste 1 ou 2 aryténoïdes. Différence que nous retrouvons également dans le cadre des LPSC-CHP. Ainsi, il apparaît que le nombre d'aryténoïdes influe sur l'aspect général de la voix, et que celle-ci semblerait moins altérée lorsque les 2 cartilages aryténoïdes sont conservés. Toutefois nous ne relevons pas de modification significative de ce trait au cours du temps, et ce pour tout type de chirurgie.

Pour le degré de raucité :

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous observons pour ce paramètre 2 effets significatifs. Tout d'abord nous notons un effet pour le type de chirurgie ($F(4,835) = 227,10, p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que la raucité est jugée significativement plus sévère pour les CHEP2 par rapport aux CHEP1 ($p < 0,001$), pour les CHP1 par rapport aux CHEP1 ($p < 0,001$), pour les CHP2 par rapport aux CHEP1 ($p < 0,001$). Les voix après FL sont significativement moins rauques que toutes les LPSC ($p < 0,001$). D'autre part, l'effet du délai post opératoire n'est pas le même pour toutes les chirurgies, nous observons une interaction entre les 2 facteurs. ($F(8,835) = 4,62, p < 0,001$). Nous réalisons une ANOVA à un facteur, précisant que pour les CHEP2 la raucité évolue différemment des autres chirurgies. Pour celle-ci nous notons une dégradation significative entre 3-6 mois. ($p < 0,001$) alors que nous ne relevons pas de modification significative de ce trait au cours du temps pour les autres chirurgies.

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle GRB, le trait « R » reflète le caractère rauque, de la voix. Son appréciation est significativement différente, selon le type d'intervention chirurgicale. Tout d'abord, une distinction s'opère entre les FL et les autres chirurgies ; avec une altération de la raucité qui n'apparaît que « légère ». Tandis que dans les LPSC-CHEP la raucité se caractérise par une dégradation moyenne. Au sein de ce groupe, nous notons une différence significative selon le nombre d'aryténoïdes restants. En effet, lorsque un seul aryténoïde est conservé, la raucité est moindre que lorsque les 2 cartilages sont présents. Enfin, c'est dans le cadre des LPSC-CHP que la raucité de la voix

est le plus importante ; sans distinction selon le nombre d'aryténoïdes réséqués. La raucité est liée ici à une impression de vibration irrégulière du vibreur néolaryngé, avec une durée allongée du cycle néoglottique moyen. La néoglote après LPSC-CHEP étant constituée des aryténoïdes en arrière et de l'épiglotte en avant, ces structures ont une masse et une inertie plus importantes que les plis vocaux, avec une irrégularité de vibration tant en fréquence, qu'en amplitude et en symétrie [15]. A fortiori, dans le cadre de LPSC avec CHP (donc l'épiglotte en moins), nous retrouvons cette irrégularité de vibration ; ce qui expliquerait que la raucité progresse peu dans ces chirurgies. Toutefois nous relevons l'absence de modification significative de ce trait perceptif au cours du temps, sauf dans le cadre d'une chirurgie : LPSC-CHEP2 où l'on note une dégradation entre 3 et 6 mois. La vitesse et la régularité de la vibration de cette muqueuse sont difficiles à contrôler dans ces types de chirurgie. La voix a alors un aspect quelque fois qualifié « de guttural et râpeux » [3]. Le trait de raucité serait caractéristique de la voix après LPSC-CHEP [15]. Par contre, pour les FL, où l'exérèse est moindre, la raucité est légère mais existe tout de même.

Pour le degré de souffle :

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs nous observons pour ce paramètre 3 effets significatifs. D'abord, nous notons celui type de chirurgie ($F(4,835)=37,79, p<0,001$). Les tests post hoc précisent que le degré de souffle est significativement plus important dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p<0,001$), dans CHEP1 par rapport aux CHP2 ($p<0,001$), des CHP1 par rapport aux CHP2 ($p<0,001$), dans CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p<0,001$). Les voix après FL sont significativement moins soufflées que les CHEP1 et CHP1 ($p<0,001$). Globalement, nous notons un effet du temps ($F(2,835) =44,39, p <0,001$) toutes chirurgies confondues. Plus précisément nous notons un effet d'interaction entre le type de chirurgie et le délai post opératoire ($F(8,835)=4,04 , p<0,001$). C'est à dire que l'effet du temps n'est pas le même selon la chirurgie. Les résultats d'une ANOVA à un facteur nous précisent que le degré de souffle diminue pour les CHP2 entre 3-6 mois ($p<0,001$) et 6-12 mois ($p<0,05$). Pour les CHP1 ($p<0,05$) et CHEP2 ($p<0,001$) l'amélioration a lieu entre 3 et 6 mois ; et pour CHEP1 c'est entre 6-12mois ($p<0,05$). Nous relevons une stagnation du degré de souffle dans les FL au cours de la 1^{ère} année.

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle GRB, le trait « B », reflète la présence de souffle dans la voix. D'une part, ce paramètre varie statistiquement selon le type d'intervention chirurgicale. Tout d'abord les FL se caractérisent par un timbre assez soufflé et ce quel que soit le temps post opératoire : il n'y a pas de progression significative

au cours de la première année. De plus, le timbre des FL se distingue significativement de celui des CHEP1 et CHP1. En effet, ces 2 dernières chirurgies présentent un caractère plus soufflé que les autres types de chirurgie. D'ailleurs leurs homologues avec 2 aryténoïdes conservés, se définissent par un timbre moins soufflé. Ainsi, lorsque la fermeture est plus efficace grâce à la présence de 2 aryténoïdes et/ou de l'épiglotte sus-hyoïdienne, le timbre apparaît moins soufflé. De ce fait, plus le nombre de structures restantes diminue moins la fermeture sera efficace, et la voix sera soufflée. D'autre part, le trait perceptif « souffle » est statistiquement amélioré au cours du temps pour les CHEP et CHP. Les patients à 1 an de la chirurgie adaptent mieux leur comportement phonatoire. La mobilisation de l'unité cricoaryténoïdienne semble s'installer au cours des 3 premiers mois puis progresse lentement entre 6 et 12 mois. Enfin l'importance du souffle semble se réduire plus vite que la raucité.

Si l'échelle GRB(AS) est adaptée pour l'évaluation des dysphonies laryngées, elle demeure insuffisante pour évaluer les voix de substitution. En effet, elle ne reflète que la qualité de la voix et n'est pas adaptée aux voix sans plis vocaux. Ainsi, afin d'évaluer le comportement phonatoire du vibrateur néolaryngé et ses possibilités d'adaptation selon le type d'intervention chirurgicale, nous avons par la suite réalisé une étude perceptive avec l'échelle IINFVo sur les mêmes échantillons vocaux. Il convient enfin, de rappeler qu'il faudrait répliquer ces résultats sur d'autres patients avant de pouvoir les généraliser.

B. RÉSULTATS POUR L'ÉCHELLE IINFVo

1. Les études de fiabilité

a. Accord inter juges

Les valeurs obtenues pour l'étude de l'accord inter juges sont très élevées pour les 5 traits perceptifs étudiés de l'échelle IINFVo.

Tableau 5 : Tableau représentant le coefficient Alpha de Cronbach obtenu par trait perceptif de l'IINFV (pour l'étude nous avons nommé Ia pour l'aspect général de la voix et Ib pour la compréhension)

Trait perceptif	Alpha de Cronbach
Ia	0,97
Ib	0,92
Noise	0,96
Fluency	0,91
Voice	0,94

b. Cohérence interne de chaque juge

Afin d'estimer la consistance de chaque juge avec lui-même sur les échelles numériques nous avons utilisé la corrélation de Pearson (*valeurs entre -1 et 1*).

Tableau 6 : Tableau représentant la cohérence interne de chaque juge par trait perceptif de l'échelle IINFV, nous avons arrondi à 2 chiffres après la virgule, à la décimale la plus proche. (Ia : Impression générale de l'altération vocale, Ib : Intelligibilité ; N : Noise (bruit) ; F : fluence ; V : voisement)

Juge	Ia inter	Ib inter	N inter	F inter	V inter	Ia intra	Ib intra	N intra	F intra	V intra
1	1	0.52	0.54	0.67	0.68	0.96	0.49	0.64	0.68	0.66
2	0.90	0.59	0.60	0.52	0.59	1	0.69	0.68	0.55	0.78
3	0.96	0.24	0.69	0.43	0.66	0.92	0.52	0.62	0.43	0.43
4	0.88	0.46	0.65	0.50	0.77	0.90	0.70	0.54	0.64	0.72
5	0.92	0.80	0.75	0.79	0.75	0.91	0.69	0.73	0.76	0.70

2. Les études de l'évolution des traits perceptifs de l'IINFVo

Pour l'impression générale (Ia)

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs nous obtenons pour ce paramètre plusieurs effets significatifs importants. Tout d'abord celui du type de chirurgie ($F(4,835) = 273,35 ; p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que l'impression générale de la voix est significativement plus altérée dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,05$), dans les CHP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$), les CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$), et enfin dans les CHEP1 par rapport au CHP2 ($p < 0,05$). Les voix après FL sont significativement moins dégradées que toutes les LPSC ($p < 0,001$). Nous relevons un effet du délai post opératoire ($F(2,835) = 8,742 ; p < 0,001$), globalement les voix post-chirurgies s'améliorent légèrement entre 3-12 mois ($p < 0,05$). Enfin nous notons un effet d'interaction (du temps et du type de chirurgie) même si son taux de significativité est moindre ($F(8,835) = 2,06 ; p < 0,05$). Nous réalisons alors une ANOVA à un facteur. Pour 2 types de chirurgies, les CHP2 et FL, nous observons une amélioration du trait perceptif plus précoce entre le 3^{ème} et 6^{ème} mois post opératoire ($p < 0,01$).

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle IINFVo le trait « *Overall Impression* » (nommé Ia pour l'étude) reflète l'impression générale de la voix. D'une part il varie de façon significative selon le type d'intervention chirurgicale. Plus précisément nous notons, que pour les FL, l'aspect général de la voix se distingue des 4 autres chirurgies. Nous pouvons penser que l'impression « de voix médiocre » est moindre dans le cadre des FL. Au sein du groupe LPSC-CHEP, nous observons une différence significative dans la sévérité de l'atteinte de ce trait perceptif selon qu'il reste 1 ou 2 aryténoïdes. Différence que nous retrouvons d'ailleurs (avec un taux de significativité plus important) dans le cadre des LPSC-CHP. Ainsi, il apparaît que le nombre d'aryténoïdes influe sur l'aspect général de la voix, et que celle-ci semblerait moins altérée lorsque les 2 cartilages aryténoïdes sont

conservés. D'autre part, le degré de dysphonie dans son ensemble progresse lentement mais reste « modérément altéré ». Plus précisément dans le cadre des FL, CHP2 cette amélioration s'installe à partir de 6 mois. Ainsi la fermeture glottique évolue favorablement en fonction du temps opératoire. Les patients à 6 mois et 12 mois de la chirurgie adaptent mieux leur comportement phonatoire. Ce qui confirmerait alors ce que nous avons déjà observé avec le trait « G » de l'échelle GBR.

Pour la « compréhension » (Ib)

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous obtenons pour ce paramètre 2 effets significatifs. Tout d'abord celui du type de chirurgie ($F(4,835) = 91,89 ; p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que la compréhension est significativement plus altérée dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,01$), dans les CHP1 par rapport aux CHEP1 ($p < 0,05$), dans les CHEP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,01$), dans les CHP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$), dans les CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$). Les voix après FL sont significativement moins dégradées que toutes les LPSC ($p < 0,001$) excepté les CHEP2. De plus, le degré de compréhension s'améliore statistiquement au cours du temps ($F(2,835) = 6,76 ; p < 0,01$) pour toutes les chirurgies, cette amélioration est significative entre 6 et 12 mois ($p < 0,05$).

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle IINFVo le trait « Impression of Intelligibility » (nommé Ib pour l'étude) caractérise la compréhension de la voix. Il varie de façon significative, d'une part selon le type de chirurgie et d'autre part selon le temps post opératoire. Tout d'abord, une distinction s'opère entre les FL et les autres chirurgies (excepté les CHEP2) ; avec une altération de la compréhension qui n'apparaît que « légère ». Au sein des LPSC-CHEP, nous notons une différence significative selon le nombre d'aryténoïdes restants. En effet, lorsque 2 cartilages aryténoïdes sont conservés, la compréhension est meilleure qu'en cas d'un aryténoïde réséqué. Nous retrouvons cette différence au sein des LPSC-CHP. Finalement dans le cadre des CHP1 que l'intelligibilité de la voix est la plus altérée ; c'est aussi la chirurgie où le néovibrateur est le plus modifié. La compréhension s'améliore rapidement, elle n'est que peu altérée à 1 an.

Pour les bruits surajoutés (N)

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous obtenons pour ce paramètre 3 effets significatifs. Tout d'abord celui du type de chirurgie ($F(4,835)=90,80;p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que la présence de « bruits

surajoutés » est significativement plus importante dans les CHP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$), dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$) témoignant d'une différence selon le nombre d'aryténoïdes restants. Mais aussi dans les CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$), dans les CHEP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$). Les voix après FL ont une composante de « bruit » significativement moindre que toutes les LPSC ($p < 0,001$). De plus, la présence de « bruits surajoutés » diminue statistiquement au cours du temps ($F(2,835) = 13,32; p < 0,001$) entre 3-6 mois et 3-12mois. Enfin une interaction entre les 2 facteurs existe ($F(8,835) = 8,835; p < 0,05$), même si le taux de significativité est moindre. Nous réalisons une ANOVA à un facteur, précisant que pour les FL et CHP2 la présence de « bruits surajoutés » évolue différemment des autres chirurgies. En effet, nous notons une diminution significative de cette composante seulement entre 3-6 mois ($p < 0,001$) pour les FL et entre 6 et 12 mois pour les CHP2 ($p < 0,05$).

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle IINFVo le trait « N » reflète la présence ou non de bruits surajoutés dans la voix. Il varie de façon significative, d'une part selon le type de chirurgie et d'autre part selon le temps post opératoire. Tout d'abord, les LP-FL se distinguent des 4 autres chirurgies de façon significative. En effet, malgré la présence notable de bruits surajoutés dans les voix ayant subi cette intervention, celle-ci reste toutefois la moins altérée par ce phénomène. Quant aux LPSC-CHEP et LPSC-CHP nous observons une différence significative selon qu'il reste 1 ou 2 aryténoïdes. D'une part, pour les CHEP1 et CHP1 la voix est altérée par la présence majeure de « *bruits surajoutés* ». D'autre part pour les CHEP2 et CHP2 l'altération de ce trait perceptif est bien présente mais elle est moindre que leurs homologues avec un seul aryténoïde. D'autre part, le degré « *de bruits surajoutés* » dans son ensemble progresse entre 3 et 6 mois ($p < 0,001$) mais reste « modérément altéré ». La progression se poursuit jusqu'à 12 mois, temps d'arrêt de notre étude.

Pour la fluidité verbale (F)

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous obtenons pour ce paramètre 2 effets significatifs. Tout d'abord celui de la chirurgie ($F(4,835) = 53,92; p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que le degré de fluidité est significativement plus altéré dans le cadre des CHP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$), des CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$), des CHEP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,05$). La fluidité dans les FL est significativement moins dégradée que dans toutes les LPSC ($p < 0,001$). De plus, l'altération de la fluidité verbale diminue statistiquement au cours du

temps ($F(2,835) = 8,9; p < 0,001$) pour toutes les chirurgies confondues. Les tests post hoc précisent que l'amélioration de la fluidité est significative entre 3 et 6 mois ($p < 0,05$).

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle IINFVo le trait « F » reflète la qualité du débit de la parole. Elle varie de façon significative, d'abord selon le type de chirurgie puis en fonction du temps post opératoire. D'une part, les FL se distinguent des 4 autres chirurgies de façon significative. En effet, l'altération de la « fluidité » n'est que « légère » dans le cadre de cette intervention chirurgicale. Pour les LPSC-CHP nous observons une différence significative concernant le nombre d'aryténoïdes conservés. Ainsi, pour les CHP2 l'altération de ce trait perceptif est moindre que pour les CHP1. Par contre dans le cadre des LPSC-CHEP nous n'observons pas de distinction selon la présence d'1 ou 2 aryténoïdes ; et la fluidité de la parole apparaît comme substantiellement altérée dans les 2 cas. D'autre part, le trait perceptif « Fluidité » est statistiquement amélioré au cours du temps sans distinction entre les chirurgies. D'autre part, le degré de « fluidité » dans son ensemble progresse lentement mais apparaît « légèrement altéré » à partir de 12 mois. Cette fluence est ralentie tous les patients ont tendance à vouloir contrôler le débit pour améliorer l'intelligibilité en diminuant la composante de souffle. Ainsi ils adaptent au mieux l'accord pneumo-phonatoire afin d'obtenir un meilleur accolement du néovibrateur pour améliorer la sonorisation.

Pour le voisement (Vo)

Suite à l'analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) nous obtenons pour ce paramètre 2 effets significatifs. D'abord celui de la chirurgie ($F(4,835) = 22,74; p < 0,01$). Les tests post hoc précisent que le voisement est significativement moindre dans les CHEP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$), dans les CHP1 par rapport CHP2 ($p < 0,001$), dans les CHEP1 par rapport aux CHP2 ($p < 0,001$), dans les CHP1 par rapport aux CHEP2 ($p < 0,001$). Les voix après FL se distinguent seulement des CHP1 et CHEP1 ($p < 0,001$) avec une meilleure qualité de sonorisation. Enfin, l'altération du voisement diminue statistiquement au cours du temps ($F(2,835) = 34,20; p < 0,001$); avec une amélioration entre 3-6 mois et 6-12 mois pour toutes les chirurgies ($p < 0,001$).

Conclusion : Parmi les traits perceptifs de l'échelle IINFVo le trait perceptif « Vo » reflète la qualité du voisement. Il varie de façon significative d'une part selon le type de chirurgie d'autre part en fonction du temps post opératoire. Tout d'abord, les FL se distinguent de

façon significative des CHEP1 et CHP1 seulement. De plus, nous relevons une différence significative selon le nombre d'aryténoïdes restants dans les LPSC-CHEP et LPSC-CHP. En effet, le voisement est significativement meilleur lorsque les 2 cartilages aryténoïdes sont présents. Nous pouvons donc en conclure que lorsque il reste 2 cartilages aryténoïdes la fermeture de la néoglote est plus efficace, ainsi que la sonorisation de la voix. D'autre part, le trait perceptif « voisement » est statistiquement amélioré au cours du temps sans distinction entre les chirurgies. Ainsi, au début la sonorisation n'est pas constante et les patients gèrent de façon imprécise la fermeture néoglottique. Cette amélioration du voisement au cours du temps irait dans le sens d'une stabilité fonctionnelle du néovibrateur laryngé à partir de 12 mois pour toutes les laryngectomies partielles de notre étude. On peut considérer qu'une phase d'adaptation aux nouvelles conditions pneumo-phonatoires ainsi qu'une amélioration de la mobilité et de l'efficacité de la néoglote vont se produire au cours de la première année.

3. Concernant les HPLSC

Compte tenu du tout petit effectif de patients pour cette chirurgie nous n'avons pu réaliser d'analyse statistique. Nous décrivons les résultats observés avec précaution.

L'échelle GRB(AS) : Concernant l'altération de « l'impression générale » de la voix après avoir atteint son maximum de sévérité à 6 mois, elle reste médiocre. Nous notons l'absence de modification de ce trait au cours du temps. Suite à cette chirurgie le timbre semble se caractériser par une raucité importante, bien qu'elle semble se stabiliser à partir de 6 mois. Nous relevons également la persistance du « souffle » dans la voix, et ce même à 1 an post opératoire. La résection concernant un hémilarynx, l'occlusion de la néoglote peut nécessiter du temps. En effet il faut que la vibration puisse se faire : l'hémi-larynx restant et les replis aryépiglottiques se rapprochent vers la paroi pharyngée reconstruite.

L'échelle IINFVo : Suite à cette chirurgie nous observons que les 6 premiers mois, « le degré de dysphonie » de la voix est médiocre mais la compréhensibilité est satisfaisante. Et alors que « l'impression générale » progresse au moins jusqu'à un an, l'intelligibilité quant à elle régresse. La présence de bruits surajoutés qui caractérise le timbre de ces voix, se dégrade après 3 mois. La fluidité se dégrade après 3 mois. Le voisement quant à lui, s'améliore à 6 mois puis régresse.

C. L'ANALYSE PERCEPTIVE DES VOYELLES

1. Les résultats de la fiabilité du jury

a. Accord inter juges

Pour cette analyse nous avons calculé le Kappa de Fleiss pour estimer la consistance inter-juges : il s'agit d'une comparaison des réponses données par les différents juges pour la présentation d'un même stimulus, ici la voyelle. Cela donne un kappa de **0.754**. D'après Landis et Koch (1977), un kappa compris entre 0.6 et 0.8 peut être interprété comme un niveau d'accord inter-juges "substantiel".

b. Consistance interne de chaque juge

Pour estimer la consistance interne de chaque juge, pour les jugements catégoriels nous utilisons le Kappa de Cohen qui compare des réponses aux mêmes stimuli entre la 1^{ère} et 2^{ème} passation et entre les 2 présentations des stimuli dupliqués au sein d'une même passation. Un kappa supérieur à 0,80 est perçu comme excellent dans la littérature [8].

Tableau 7: Valeurs de Kappa de Cohen obtenues entre les 2 présentations des stimuli dupliqués au sein d'une même passation.

Juge	Valeur Kappa de Cohen
1	0,89
2	0,92
3	0,87
4	0,84
5	0,87

Tableau 8: Valeurs du Kappa de Cohen obtenues pour les mêmes stimuli entre les 2 passations

Juge	Valeur Kappa de Cohen
1	0,83
2	0,78
3	0,84
4	0,84
5	0,83

2. Les résultats de l'analyse perceptive

Nous avons réalisé divers tableaux permettant de visualiser les confusions réalisées par nos 5 auditeurs en fonction du type de chirurgie et aux différents temps opératoires. La ligne du haut correspond à ce qui est perçu par les auditeurs. La première colonne correspond aux stimuli réellement réalisés. Chaque case contient le nombre de réponses données ainsi que le pourcentage correspondant. Les cases en surbrillance correspondent au nombre de bonnes réponses ; les autres sur la même ligne correspondent aux mauvaises réponses classées selon le phonème avec lequel il y a eu confusion par les auditeurs. La colonne N correspond au nombre de réponses total pour chaque voyelle (soit *nombre de patients * le nombre de voyelles + 50 stimuli dupliqués*). Il varie selon la chirurgie car d'après les difficultés énoncées précédemment, toutes les chirurgies n'ont pas le même nombre de patients et ceux-ci n'ont pas le même nombre d'occurrences. *Par exemple pour [i] de la figure 9 des FL, 10 patients*5 voyelles + 50 voyelles dupliqués*. D'ailleurs pour les HLPSC à 3mois la dernière ligne est vide, cela vient du fait qu'il n'y a pas d'enregistrement

de voyelle correspondant. Dans un souci de limitation de pages nous décrivons ici les tableaux des FL (tableaux 9, 10,11), nous mettons les autres tableaux en annexes.

a. La perception des voyelles dans les laryngectomies fronto-latérales

• **Tableau 9 :** Matrices de confusion à 3 mois

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	97 (97%)	3 (3%)				100
[e]	25 (28%)	63 (70%)			2 (2%)	90
[a]			100 (100%)			100
[o]				64 (64%)	36 (36%)	100
[u]				1 (1%)	99 (99%)	100

D'après le tableau ci-dessus, lors de la prononciation à 3 mois post opératoires, seule la voyelle [a] est parfaitement comprise par les auditeurs. Le [u] est aussi très bien reconnu par les auditeurs. Une seule confusion est réalisée avec le [o]. Enfin le [i] est également bien reconnu, la confusion a lieu avec le [e]. Par contre, la reconnaissance des autres voyelles est moindre. Le [e] est assez bien identifié par 70% des auditeurs. Il est principalement confondu avec le [i] dans 28% et seulement 2% avec le [u]. Pour finir, le [o] est reconnu dans 64% et il est confondu avec le [u] dans 36% des cas.

• **Tableau 10:** Matrices de confusion à 6 mois

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	89 (89%)	11 (11%)				100
[e]	42 (42%)	58 (58%)				100
[a]		1 (1%)	99 (99%)			100
[o]		1 (1%)	1 (1%)	55 (55%)	43 (43%)	100
[u]				3 (3%)	87 (97%)	90

D'après le tableau ci-dessus, lors de la prononciation à 6 mois post opératoires, 3 voyelles sont très bien reconnues. Par ordre décroissant, le [a] est très bien identifié, il est confondu une seule fois avec le [e]. Il est suivi par [u] qui n'est confondu que dans 3% des cas avec le [o]. Enfin, le [i] est souvent perçu comme tel, sauf dans 11% des cas où il est confondu avec [e]. Par contre, [e] n'est identifié que dans 58% des cas ; il est principalement confondu avec le [i]. La voyelle [o] quant à elle, n'est reconnue que dans 55% des cas, la principale confusion s'opère avec le [u].

• **Tableau 11 :** Matrices confusions à 12 mois

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	91 (91%)	9 (9%)				100
[e]	33 (33%)	56 (56%)	3 (3%)	5 (5%)	3 (3%)	100
[a]			100 (100%)			100
[o]		4 (4%)	3 (3%)	41 (41%)	52 (52%)	100
[u]			2 (2%)	11 (12%)	77 (86%)	90

D'après le tableau ci-dessus, lors de la prononciation à 12 mois post opératoires, 3 voyelles restent très bien reconnues. Il s'agit du [a] qui est parfaitement perçu. Le [i] est aussi bien identifié, quelques confusions se font avec le [e]. Enfin, le [u] est reconnu dans 86% des cas. Pour ce dernier, certaines confusions s'opèrent, majoritairement avec [o] et dans 2% des cas avec [a]. Concernant les autres voyelles, la reconnaissance est moindre. Ainsi [e] n'est reconnu que dans 56% des cas. Ce phonème a été confondu majoritairement avec le [i] et avec toutes les autres voyelles de façon anecdotique. Pour finir, le [o] n'est identifié que dans 41 %, puisque confondu principalement avec le [u].

En observant l'ensemble des tableaux, nous remarquons que 3 voyelles sont bien identifiées. Le [a] est stable au niveau de la reconnaissance : il ne pose pas de difficulté particulière. De même [u] et [i] semblent bien perçus. Néanmoins, 2 voyelles ont posé davantage de difficultés à nos auditeurs. Il s'agit de [e] pourtant assez bien reconnue à 3 mois, au cours du temps elle n'est plus identifiée que dans 56% des cas. Ainsi que de la voyelle [o] qui reste largement confondue avec [u]. Nous observons une dégradation des résultats sur 12 mois en dehors du [a]. L'explication pourrait consister dans l'atrophie progressive de la cicatrice après FL, avec une voix plus soufflée.

b. La perception des voyelles dans les HLPSC

En observant l'ensemble des tableaux, nous remarquons que 4 voyelles sont très bien reconnues : [a][u][o][i]. Plus précisément, il convient d'observer que la voyelle [i] qui posait des difficultés d'identification à 3 mois, est finalement bien perçue à 12 mois. La reconnaissance de la voyelle [u] est restée stable entre 6 et 12 mois. Si la voyelle [o] est bien perçue à 12 mois, elle a pourtant été largement confondue avec [u] à 6 mois. Finalement, au bout d'un an postopératoire, seule la voyelle [e] perturbe encore nos auditeurs puisque elle est trop souvent confondue avec [i]. Pourtant à 3mois elle était parfaitement identifiée par notre jury.

c. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP

i. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP1

En observant l'ensemble des tableaux, nous notons que les voyelles parfaitement identifiées sont : [a o] ([o] pourtant largement confondue à 6 mois avec [u]). [i] est également bien perçu au cours du temps. [o] est la voyelle dont la reconnaissance semble hétérogène auprès de notre jury, pour être assez bien reconnue au bout d'un an. Finalement, nos auditeurs sont restés gênés par l'identification de [e] au cours du temps.

Nous notons donc une relative stabilité dans le temps, malgré quelques variations ponctuelles.

ii. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHEP2

En observant l'ensemble des tableaux, nous remarquons tout d'abord que la voyelle [a] est presque parfaitement perçue au cours du temps. Concernant la voyelle [i], si elle a posé quelques difficultés à notre jury à 6 mois, elle est bien perçue au bout d'un an. Les voyelles [e][o][u] sont assez bien perçues au bout de 12 mois. Elles ont cependant entraîné de nombreuses confusions dans la perception de nous auditeurs, et demeurent encore relativement confondues après un an post opératoire.

d. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP

i. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP1

En observant l'ensemble des tableaux, nous remarquons tout d'abord que la reconnaissance des voyelles [a e o] est restée plutôt stable au cours du temps. Plus précisément, l'identification de [a] est quasi parfaite. Les voyelles [e o] semblent assez bien perçues malgré des confusions persistantes avec respectivement, [i] et [u]. Par contre, pour deux voyelles la reconnaissance paraît régresser au cours du temps. En effet [i] pourtant bien identifié par nos auditeurs à 3 mois, n'est perçu qu'à 37% au bout d'un an, puisque largement confondu avec [e]. Le [u] connaît la même régression, toutefois la confusion s'opère avec 2 voyelles, majoritairement [o] puis [a].

ii. La perception des voyelles dans les LPSC avec CHP2

En observant l'ensemble des tableaux, nous remarquons que la reconnaissance de 3 voyelles reste stable mais à des degrés différents. Tout d'abord la voyelle [e] reste bien perçue au cours du temps. La voyelle [o] reste assez bien identifiée ; cependant elle est confondue avec [e] au bout d'un an. Enfin, pour le [u] la reconnaissance n'est que de 53% au bout de 12 mois puisque confondue le reste du temps avec [o]. Concernant les deux autres voyelles [a][i] la perception semble régresser. Le [a] est moins bien identifié au bout d'un an, alors qu'il était parfaitement reconnu à 3 mois. Pour le [i], qui était bien reconnu à 3 mois, l'identification n'a lieu que dans 57% des cas au bout d'un an puisque largement confondu avec [e].

e. La perception des voyelles dans la population témoin

Dans la population témoin, nous notons que [a] est parfaitement reconnu. Les voyelles [u i e] sont bien reconnues, malgré quelques légères confusions, respectivement avec [o][e

][i]. Il semble que le [o] soit la voyelle la plus difficile à identifier par nos auditeurs, puisque qu'elle est correctement perçue dans 79% des cas.

D. ANALYSE ACOUSTIQUE

1. L'analyse acoustique des voyelles par l'étude des triangles vocaliques

Afin de mieux comprendre les résultats précédents, nous voulions nous assurer que les confusions vocaliques lors de l'étude perceptive, se retrouvaient lors de l'analyse acoustique. En effet, nous pensions que les chirurgies modifieraient les caractéristiques du conduit vocal et en particulier la place des formants de certaines voyelles. Or comme nous l'avons énoncé dans la partie théorique, les mesures acoustiques classiques, étant peu adaptées aux voix « très pathologiques » [16]. Nous avons donc réalisé et étudié les triangles vocaliques des voyelles utilisées lors du test d'identification. Un triangle vocalique est une représentation graphique des voyelles orales à partir de leur premier et deuxième formant, respectivement en ordonnées et en abscisses. Par convention, les voyelles ayant un F1 faible se trouveront en haut du graphe. Celles ayant une valeur F2 élevée se trouveront à gauche. Pour les obtenir, nous avons utilisé le *logiciel freeware R*. Avec l'aide de Nicolas Audibert, nous avons amélioré un script générant les triangles vocaliques, en l'adaptant spécifiquement à nos données. Compte tenu de l'importance de nos échantillons vocaliques, nous avons fait le choix pour plus de clarté, de ne pas représenter la déviation standard (*par une ellipse*), ni le nombre total des occurrences. Dans un souci de facilité d'interprétation, nous avons réuni sur un même graphique les 3 temps post opératoires (3 couleurs différentes) par chirurgie. Les fréquences de résonance associées à un résonateur dépendent en particulier de la longueur de ce résonateur. Plus le résonateur est court, plus les fréquences sont élevées. Pour [i], la cavité arrière est plus grande que la cavité antérieure (petite ouverture buccale = F1 bas = 250Hz) (grande cavité pharyngée = F2 élevé = 2000 Hz). Pour le [a], la cavité arrière est plus petite que la cavité antérieure (grande ouverture buccale = F1 élevé = 700) (petite cavité pharyngée = F2 bas = 1300). Pour le [u] il y a 2 rétrécissements : au niveau des lèvres et près du voile (petite ouverture buccale = F1 bas = 250) (petite cavité pharyngée = F2 bas = 750). Pour le [o], petite ouverture buccale (F1=350) et petite cavité pharyngée (F2=750). Pour [e], petite ouverture buccale (F1=380) et grande cavité pharyngée (F2=1800). Les formants apportent une contribution majeure au timbre d'une voyelle, donc son identification.

a. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies FL

Le graphique (figure 7) représente la tendance de réalisation des voyelles des patients opérés d'une laryngectomie FL. En effet, [i] présente un F1 aux alentours de 250 Hz et un F2 aux alentours de 2200 Hz (donc des valeurs proches de celles de la population témoin) tout au long des temps opératoires, ce qui explique qu'il soit bien reconnu au cours du temps. Au bout de 12 mois post opératoire [u] et [o] se concentrent au même endroit : entre un F1 aux alentours de 500 Hz et un F2 aux alentours de 1400 Hz. Ainsi l'auditeur aura tendance à entendre le même phonème et des difficultés à les différencier. La voyelle [a] se situe au bout de 12 mois, entre un F1 à 800 Hz et F2 aux alentours de 1600 Hz ; les valeurs de ces 2 formants, bien que plus élevées que celles des témoins, n'ont pas empêché la reconnaissance de la voyelle.

Il est étrange que [e] ne soit pas davantage reconnu, puisque sur le graphique il se situe entre F1 à 450 Hz et F2 à 2100 Hz, c'est à dire des valeurs proches de celles obtenues par les témoins. Finalement ce graphique reflète fortement les résultats de l'étude perceptive. Cette chirurgie a donc modifié les caractéristiques du conduit vocal en particulier la place des formants de certaines voyelles. En effet, [a] [o] [u] présentent des valeurs de formants augmentées notamment F2. Ce dernier est en rapport avec la cavité orale, il renseigne sur le degré d'antériorité de la langue.

Figure 7: Triangle vocalique des FL aux 3 temps opératoires.



b. Le triangle vocalique obtenu pour les HPLSC

Cette chirurgie a donc modifié les caractéristiques du conduit vocal en particulier la place des formants de certaines voyelles, notamment pour le [i] qui présente un 1^{er} formant élevé. Ce dernier est en rapport avec la cavité pharyngale puisque il renvoie au degré d'aperture. Pour les voyelles [e] [o] [u] c'est la valeur du F2 qui est augmentée, en rapport avec le degré d'antériorité de la langue.

c. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies CHEP

i. CHEP1a

Le [a] bien que présentant des valeurs de formants plus élevés que la population témoin, a pourtant été correctement identifiée. Quant à [e] ce ne sont pas tant ses valeurs de formants qui perturbent l'identification (*elles ne sont pas si éloignées des témoins*) mais plutôt le fait qu'elle se situe dans une zone proximale de [i]. Enfin pour les voyelles [i o u] les valeurs de formants n'ont pas connu de grandes modifications.

ii. CHEP2a

Cette chirurgie a donc modifié les caractéristiques du conduit vocal en particulier la place des formants de certaines voyelles. Tout d'abord la voyelle [a] présente un F2 élevé, en rapport avec le degré d'antériorité de la langue. De plus à partir de 6 mois [o][u] présentent des valeurs de formants tellement proches (avec un F2 élevé) que nous pouvions nous demander s'il n'existait pas qu'une seule voyelle sur les 2. Pourtant, lors de l'étude perceptive, chacune d'entre elles est assez bien reconnue.

d. Le triangle vocalique obtenu pour les laryngectomies CHP

i. CHP1a

Cette chirurgie a donc modifié les caractéristiques du conduit vocal en particulier la place des formants de certaines voyelles. Le [a] présente des valeurs élevées des 2 formants qui n'ont pourtant pas gêné, comme nous aurions pu le penser, son identification. Pour [o] c'est la valeur de son F2 qui est plus élevée que celle des témoins. Par contre, ce n'est pas la valeur des formants (proche de celles des témoins) qui peut perturber la reconnaissance du [i] mais sa grande proximité sur le triangle vocalique, avec [e] notamment à un an.

ii. CHP2a

Cette chirurgie a donc modifié les caractéristiques du conduit vocal en particulier la place des formants de certaines voyelles. Suite à cette chirurgie [i][a][o] présentent un F2 plus élevé que la population témoin, en rapport avec l'antériorité/postériorité de la langue. Le 1^{er} formant ne connaît pas de grandes perturbations.

En Résumé : Pour les FL: nous notons une dégradation des résultats au cours de la 1^{ère} année excepté pour le [a]. Pour les HLPSC : nous notons une bonne reconnaissance des voyelles, au cours de la 1^{ère} année, avec une amélioration des confusions sauf pour la voyelle [e]. Pour les CHEP1 : nous notons une relative stabilité dans le temps avec quelques variations ponctuelles ; sauf pour le [e] qui continue de perturber les auditeurs. Pour les CHEP2 : nous notons une relative stabilité dans le temps avec quelques variations

ponctuelles et une amélioration des confusions au cours du temps. Pour les CHP1 : nous notons que 2 voyelles [a] et [u] se dégradent au cours du temps. De plus, c'est dans cette chirurgie que les 2 premiers formants du [a] sont augmentées, ainsi que le F2 du [i]. Pour les CHP2 : nous notons une amélioration du [o] et une dégradation du [a] et [i] au cours du temps.

En conclusion, le test d'identification des voyelles a permis de relever les confusions majeures entre 4 voyelles pour l'ensemble des chirurgies. Il s'agit [i] avec le [e] ainsi que du [u] avec [o]. La voyelle [a] par contre, bénéficie d'une relative stabilité dans la reconnaissance (*excepté pour CHP2*). Pourtant lorsque nous confrontons ces résultats à l'étude acoustique, nous observons que la valeur du 2nd formant F2 (*et souvent du F1*) de [a] est augmentée dans la plupart des chirurgies sauf les HLPSC, ce qui n'a pas perturbé son identification. De plus, d'une façon générale, nous relevons un chevauchement entre [i] et [e] ainsi que [o] et [u] sur les triangles vocaliques qui justifierait alors la confusion opérée lors de l'étude perceptive. Pour les FL nous notons une dégradation des résultats au cours de la 1^{ère} année (excepté pour le [a]) Ajouté à la composante de souffle dans ces voix (*justifiée précédemment par les études perceptives*), nous pensons que l'explication pourrait consister en l'atrophie progressive de la cicatrice. Quant aux LPSC avec CHEP ou CHP, elles ont pour point commun une pexie, et donc un raccourcissement du conduit vocal objectivé par le passé [4]. Nos résultats témoignent d'une augmentation du F2 pour les voyelles [a][o][u] principalement. Celui-ci renvoie au degré d'aperture, lié à la cavité pharyngale. Or il convient de rappeler que plus un résonateur est court plus les fréquences sont élevées. Dès lors le raccourcissement du conduit vocal suite à ces interventions justifierait cette augmentation de F2. Ainsi concernant le [a] nous retrouvons une augmentation du 1^{er} formant étudiée dans une étude précédente [15]. Dans le cadre des HLPSC, c'est souvent le [i] qui est modifié et présente un 1^{er} formant élevé ; pour les voyelles [e][o][u], c'est la valeur du F2 qui est augmentée.

2. L'Analyse acoustique du temps maximum de phonation et du débit phonatoire

Le but de notre étude, était d'analyser les paramètres de durée et de débit de la voix de nos 33 patients d'une part selon le type de chirurgie, d'autre part aux différents temps opératoires sur un an. Pour cela nous avons réalisé une analyse de variance à 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire). Pour le temps maximum de phonation un seul effet significatif observé est celui du type de chirurgie ($F(4,68) = 3,28 ; p < 0,05$). Les tests post hoc précisent que les CHP1 présentent le TMP le plus faible, et se distinguent

statistiquement des CHP2 ($p < 0,05$) témoignant de l'impact du nombre d'aryténoïdes conservés.

Conclusion : Le TMP permet d'évaluer la fonction pneumo phonatoire. Elle nous renseigne donc sur le rendement de la source vocale et le temps maximal de vibration des plis vocaux. Il doit être supérieur à 15-20 secondes pour être considéré comme normal [10 34 39]. Les patients ayant tous subis une intervention sous le pharynx nous pensions que les durées seraient altérées par rapport à la population témoin. Mais nous cherchions à savoir s'il existait des différences selon le type d'intervention chirurgicale. Suite aux résultats, il apparaît que le TMP de l'ensemble des chirurgie est statistiquement différent plus court que celui des témoins ($p < 0,001$) quelque soit le temps opératoire, ce qui rejoint les résultats de la littérature [35]. De plus la seule différence significative entre le type de chirurgie, concerne le nombre d'aryténoïdes reséqués dans le cadre des LPSC-CHP. La conservation de ces 2 cartilages serait donc un atout dans l'efficacité de la fermeture néoglottique. Une occlusion néoglottique de qualité permettrait une mise en vibration des structures restantes sans fuite d'air, et une oscillation stable du néovibrateur. Par contre, nous ne relevons pas d'amélioration significative du temps maximum de phonation au cours du temps.

Pour le débit phonatoire, le seul effet significatif retrouvé est celui du type de chirurgie ($F(4,68) = 6,95; p < 0,001$). Les tests post hoc précisent que les CHP1 présentent le débit phonatoire le plus faible, et se distinguent ainsi des CHP2 ($p < 0,05$). Les FL présentent un meilleur débit phonatoire que les CHEP1 et CHP1 ($p < 0,05$).

La présence d'une fuite d'air au niveau glottique suite à la nouvelle configuration du néolarynx devrait avoir une conséquence sur le débit de la parole. Toutefois elle ne devrait pas entraîner de difficultés articulatoires puisque les cavités de résonances ne sont pas concernées par la chirurgie. Pour cela nous avons relevés le nombre de mots sur 60 secondes que pouvaient lire nos 33 patients. Nous relevons que le débit phonatoire est moindre que celui de la population témoin et ce quelle que soit l'exérèse. De plus, les FL se distinguent significativement seulement de 2 chirurgies : les CHEP1 et CHP1. Nous ne notons pas de différence significative entre les sous types des CHEP, le rôle de l'épiglotte est peut être un atout supplémentaire dans la fermeture de la néoglote. Par contre, il existe une différence significative entre les types de CHP selon le nombre d'aryténoïdes conservés. Le débit phonatoire est meilleur lorsque les 2 cartilages sont présents. Enfin nous ne relevons pas d'amélioration significative du débit au cours du temps pour ces

quatre chirurgies. Concernant les HLPSC il semble qu'il y ait une amélioration du débit phonatoire ainsi qu'une amélioration avec stabilisation du TMP.

Conclusion : Tous les paramètres de débit et de durée phonatoire sont perturbés après laryngectomie partielle, quelle que soit l'intervention chirurgicale. Le temps maximal de phonation de l'ensemble des chirurgie est statistiquement différent plus court que celui des témoins quelque soit le temps opératoire. Chez tous nos patients, le TMP est plus réduit aussi bien à 3 mois qu'à 12 mois. L'altération du souffle expiratoire n'est pas forcément la seule explication, il s'agirait plutôt d'une diminution de l'impédance glottique par la profonde modification du vibrateur suite à ces chirurgies. Toutefois nous observons que plus l'on conserve de structures laryngées plus le TMP augmente. Dans le cadre des LPSC-CHEP1 ou LPSC-CHP1 le vibrateur est en forme de « L » et se ferme incomplètement lors de la phonation alors que la glotte normale est en forme de « V ». En ce qui concerne les CHEP2 ou CHP2 la fermeture de la glotte est aussi incomplète puisque le vibrateur est transversal en forme de « T » ; mais l'occlusion néoglottique apparaît plus efficace dans ce dernier cas. Pour les FL, nous avons vu (Tableau 1) que les conséquences fonctionnelles pouvaient être la fuite glottique ou la diminution de la mobilité de l'aryténoïde du côté opéré, perturbant alors l'occlusion de la néoglote. Le débit phonatoire reflète le comportement phonatoire en situation de parole il est statistiquement réduit chez tous nos patients par rapport aux témoins. La présence ou non de pli vocal est un facteur déterminant pour le débit phonatoire qui reflète l'adaptation aérodynamique à la prosodie. En effet, le vibrateur néolaryngé se caractérise par une masse plus lourde que les plis vocaux et la mobilité des aryténoïdes et des muscles de l'unité cricoaryténoïdienne est probablement ralentie lors de la réalisation du voisement, comme nous l'avons constaté dans les tests de perception avec tendance à la désonorisation. Les paramètres temporels de durée et de débit sont raccourcis après laryngectomie partielle, et ce quelle que soit le type de chirurgie. Le débit phonatoire reflète le comportement phonatoire en situation de parole et son adaptation pour la prosodie. Il est ralenti suggérant que les ajustements rapides en vue de réaliser la parole sont modifiés et qu'il existe une compensation phonatoire pour préserver l'intelligibilité de la parole.

3. Long Term Average Spectrum (LTAS)

Pour finir nous nous sommes intéressées à la variation de la répartition d'énergie spectrale dans les hautes fréquences, car les voix issues de ces chirurgies sont souvent très

"bruitées". Grâce à un script sur le *Logiciel Freeware Praat* nous avons généré dans un premier temps l'ensemble des objets LTAS (données et fichiers LTAS issus des échantillons vocaux) correspondant à un type de chirurgie et un temps opératoire par patient en précisant dans ce script qu'il ne s'agissait que des parties voisées dans la lecture du texte. Par la suite nous avons pu tracer le LTAS moyen par chirurgie et temps opératoire (figure 8). Notre étude consistait à comparer la répartition de l'énergie dans les différentes plages de fréquence. Afin d'exploiter les écarts entre courbes nous avons donc normalisé en intensité (70 dB) et en largeur de bandes (100 Hz) la partie voisée des sons avant de calculer le LTAS. Suite aux graphiques obtenus, nous avons remarqué la présence d'un pic d'intensité entre **5700 et 6800 HZ** dans le cadre de toutes les chirurgies mais que nous ne retrouvons pas chez la population témoin. Afin d'objectiver cette différence, nous nous sommes intéressées au rapport d'énergie (qui se calcule par la différence d'énergie entre les hautes fréquences (5-8 hKz) et les basses fréquences (0-5 hKz) encore appelé « distribution spectrale ». En effet, la distribution spectrale est déterminée par la pente spectrale pour les harmoniques, et par le bruit spectral. Cette distribution peut être mesurée de différentes manières, notamment en divisant le spectre en zones de basses, moyennes et de hautes fréquences et en comparant l'énergie dans ces différentes zones. Ces calculs sont en général effectués sur un spectre moyenné au long cours (LTAS). Par conséquent nous avons obtenu par l'exécution d'un script sur Praat, les valeurs de cette différence pour chaque lecture de texte (une valeur par locuteur et par temps opératoire), en incluant également les témoins. Puisque dans les voix normales il y a moins d'énergie dans les hautes fréquences que dans les basses fréquences, la valeur de ce rapport, est négative. Notre hypothèse est que puisque pour ces voix normales la valeur de ce rapport est négative du fait de l'absence d'énergie dans les hautes fréquences ; alors les voix pathologiques, présentant une énergie dans les hautes fréquences (pic entre 5700 et 6800 Hz), devraient présenter une valeur moins négative. Ainsi, la réalisation de tests statistiques fut possible ; tout d'abord un test de Student sur des échantillons indépendants pour d'abord évaluer la distinction témoins/patients sur le rapport d'énergie obtenu ; puis une ANOVA 2 facteurs (type de chirurgie et délai post opératoire) afin d'établir ou non une distinction entre chirurgies et temps opératoire sur le rapport d'énergie obtenu. La différence par rapport au groupe témoin était statistiquement significative ($p < 0,001$), mais aucun effet statistique entre les diverses chirurgies et délais opératoires ne fut relevé. Pour plus de clarté sur ce que représente cette différence d'intensité la figure illustre le calcul effectué sur la population témoin à titre d'exemple. Concernant les courbes LTAS pour chaque chirurgie regroupant les 3 post opératoires, il n'était pas judicieux de représenter

cette différence pour chaque temps opératoire par souci de lisibilité du graphique. Nous avons préféré faciliter la lecture du pic d'intensité dans les hautes fréquences pour chaque chirurgie. Le point important étant que ce pic n'existe pas dans la population témoin, justifiant un rapport d'intensité moindre pour les patients. Les valeurs moyennes pour chaque chirurgie et par temps figurent en annexes.

Figure 8 : LTAS des CHEP2 aux 3 temps opératoires (3,6,12 mois respectivement en vert,noir,rouge)

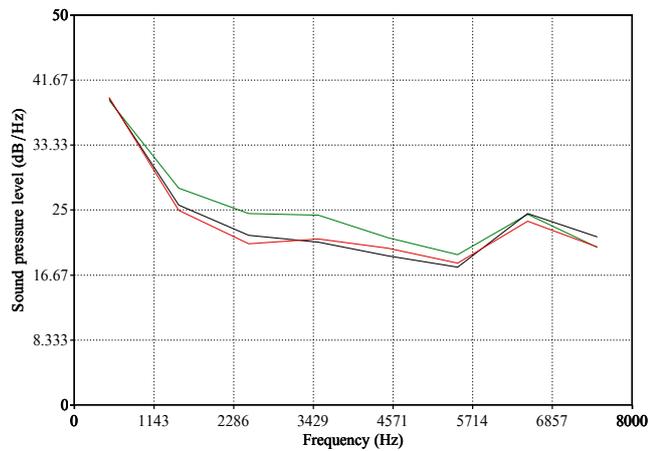


Figure 9 : Rapport d'intensité calculé pour la population témoin

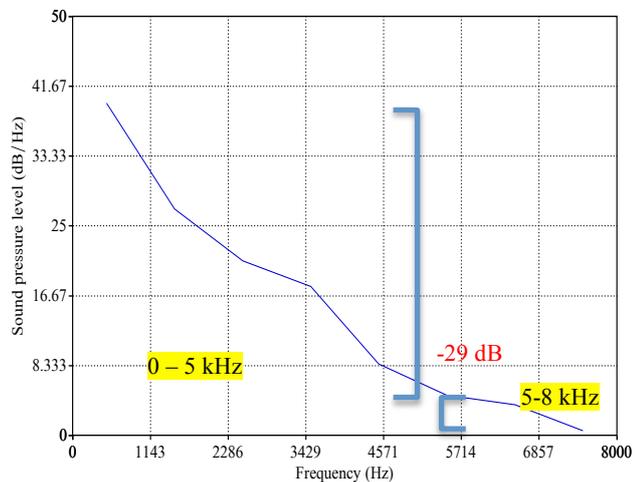
Légende valable aussi pour figure 8

En ordonnées : L'énergie acoustique dans les différentes plages de fréquences. (*qui est exprimée en dB/Hz suite au calcul effectué pour obtenir le LTAS*)

En abscisses : La fréquence de 0 à 8000 Hz.

En jaune : les zones de fréquences comparées pour la distribution spectrale. (= différence entre énergie en basses et hautes fréquences)

En rouge : la valeur moyenne de ce rapport pour la population témoin.



Conclusion : Ainsi la différence entre les voix de substitution et la voix laryngée semble être la présence de cette énergie dans les hautes fréquences, au même endroit pour toutes les chirurgies. De plus, cette différence reste stable dans le temps. Serait-elle alors une « signature » des voix très soufflées ? D'ailleurs nous avons observé que la composante de souffle était présente dans toutes les chirurgies étudiées. Il convient de rappeler que globalement la diminution de l'énergie des harmoniques et l'augmentation du bruit de turbulence sont deux paramètres spectraux particulièrement pertinents dans la perception de la voix soufflée [62]. En effet dans ces voix, il y a des fuites d'air au niveau de la glotte (puisque la fermeture est incomplète) d'où un bruit turbulent additionnel perçu comme du souffle. Il serait donc intéressant d'approfondir ces résultats et poursuivre une autre étude permettant la comparaison avec des dysphonies. En effet, l'énergie acoustique contenue dans la zone 6-10kHz est généralement accrue dans les dysphonies [20].

DISCUSSION DES RESULTATS

Suite à la présentation de l'ensemble des résultats obtenus au cours de l'évaluation de notre jury, les indices de timbre précédemment définis ont permis de dresser différents « profils vocaux » à un an post-opératoire de chaque chirurgie, d'en dégager des paramètres acoustiques communs (ou d'altération des mêmes paramètres) et distincts. Nous tenterons également de définir les obstacles de cette étude non exhaustive.

A. DISCUSSION QUANT AUX RÉSULTATS OBSERVÉS

1. Pour les FL

La voix des FL garde les caractéristiques proches d'une dysphonie avec une composante de souffle mais moins aggravée et rauque que les autres chirurgies [12]. Rappelons que la voix soufflée est définie comme la perception de fuite aérienne glottique à la phonation [42]. D'ailleurs la présence de ce souffle stagne au cours de la première année. C'est aussi la chirurgie dont l'aspect général semble moins altéré au niveau de la dysphonie et de la compréhensibilité. Les bruits surajoutés ne semblent pas être caractéristiques de ces voix post FL. Les conséquences fonctionnelles de la chirurgie (la fuite glottique ou la diminution de la mobilité de l'aryténoïde côté opéré) perturbe l'occlusion de la néoglote expliquant que les paramètres de débit et de durée phonatoire restent altérés au bout d'un an. Concernant la sonorisation, malgré l'exérèse, la glotte garde sa forme en V en respiration et phonation [15], ce qui pourrait expliquer la bonne qualité du voisement, qui s'améliore au cours de la première année. De plus, cette sonorisation est meilleure que celle perçue dans les autres laryngectomies partielles étudiées. Les évaluations perceptives de cette voix présentent des résultats relativement homogènes. D'un point de vue statistique (donc en excluant les HLSPC) nous constatons donc que les FL qui respectent l'angle antero postérieur du vibrateur laryngé, présentent au niveau perceptif des paramètres moins altérés que les chirurgies horizontales confirmant notre hypothèse selon laquelle les chirurgies verticales ont des paramètres acoustiques et perceptifs appartenant aux voix dites « glottiques ». Néanmoins nous nous ne attendions pas à ce l'identification des voyelles dans ce type de chirurgie, soit aussi perturbée.

2. Pour les LPSC avec CHEP

Les voix après LPSC avec CHEP présentent une modification du timbre qui se caractérise surtout par une composante rauque et aggravée. Nos résultats rejoignent les constatations de la littérature (de Genovese et coll [30] qui notent une raucité dans la composante du timbre et l'ont attribuée à un manque de souplesse de la muqueuse de la néoglote.

D'autres Crevier-Buchman et coll [11] attribuent cette raucité aux vibrations lentes et irrégulières de la muqueuse des aryténoïdes. L'un des objectifs de notre étude était d'observer s'il existait une différence entre les sous-types des LPSC avec CHEP. En effet, nos résultats ont montré des distinctions pour tous les traits perceptifs étudiés (*excepté la fluidité*), liées la conservation d'un ou deux aryténoïdes.

Si les voix des CHEP2 partagent des caractéristiques communes avec celle des CHEP1, nos résultats démontrent que la présence des 2 cartilages aryténoïdes améliore statistiquement la qualité vocale. Hormis la fluidité qui ne semble pas connaître d'influence de cette conservation, les autres traits perceptifs apparaissent moins altérés, notamment le voisement qui est meilleur dans le cadre des CHEP2. L'explication pourrait être liée à la conservation des deux aryténoïdes qui permet à la néoglote une fermeture plus optimale et donc plus efficace, ainsi qu'une fuite glottique moindre ou du moins, mieux contrôlée. Seule la raucité est plus importante dans ce sous type de par la masse et l'inertie de vibration des structures plus lourdes que dans une CHEP1. L'évaluation perceptive de cette voix présente des résultats relativement homogènes.

Quant aux voix des CHEP1, elles se caractérisent par une composante de souffle importante par rapport à son homologue à 2 aryténoïdes. Toutefois la quantité de souffle semble se réduire plus rapidement (dès 6 mois) que celle de la raucité. La présence majeure de « bruits surajoutés » caractériserait ce type de voix et progresserait lentement. L'évaluation perceptive est homogène surtout pour le degré dysphonie, et la qualité de bruits surajoutés. De plus, la voix des patients opérés de LPSC avec CHEP1 a été évaluée par notre jury comme une des plus aggravée (avec CHP1). Ces résultats rejoignent ceux d'une étude objective par informatique, dont l'explication serait que « la portion vibrante de la muqueuse de la néo-glote » se trouve réduite par la chirurgie. Dans la littérature, des études [3] prônent que les voix après CHEP sont de meilleure qualité qu'après CHP (*cette étude concernait les LPSC avec, indifféremment, une ou deux aryténoïdes conservés*), ce qui confirmerait l'efficacité du sphincter et la bonne coordination pneumo-phonatoire. Elles sont décrites plus performantes, plus souples, plus agréables [3].

3. Pour les LPSC avec CHP

Nous cherchions à objectiver d'une part, une différence de timbre en fonction de la conservation d'un ou 2 aryténoïdes dans les CHP et d'autre part entre les LPSC avec CHEP et LPSC avec CHP, liée à la conservation de l'épiglotte sus-hyoïdienne. Sur le

premier point, nos résultats concluent que la voix après LPSC avec CHP est perçue par notre jury comme la plus rauque. Or une étude précédente statue dans le sens d'une raucité dans les aigus [7]. En effet, lorsque l'affrontement aryténoïde(s) /base de langue, serait insuffisant la présence de souffle serait responsable de bruits aigus. Néanmoins nous ne retrouvons pas ce résultat. De plus, la voix après CHP1 comprend une composante de souffle importante, qui semble se stabiliser les 6 premiers mois, mais demeure conséquente après 1 an. Celle-ci est moindre dans le cadre des CHP2 où l'occlusion en « T » de la néoglote est plus efficace, et ce plus tôt puisque dès 3 mois, la présence de souffle diminue. Sur le second point, nos résultats confirmeraient l'existence d'une distinction entre la voix après CHEP et CHP seulement lorsque le nombre d'aryténoïdes n'est pas le même. En effet, la quasi totalité de nos résultats témoignent de différences entre différents sous types. La voix après CHP1 est globalement plus altérée qu'après CHEP2, et la voix après CHEP1 est globalement plus dégradée qu'après CHP2. L'épiglotte dont l'exérèse différencie les LPSC avec CHEP ou CHP tient un rôle décisif dans la fonction sphinctérienne du néo-larynx. Les patients opérés d'une CHP doivent compenser par leur comportement vocal, l'absence d'épiglotte (entre autres) afin de parvenir à l'affrontement des structures du néo-larynx. Finalement ce n'est pas seulement la présence de l'épiglotte sus-hyoïdienne mais aussi la symétrie de la glotte (2 cartilages aryténoïdes) qui semble donner de meilleurs résultats sur le plan vocal. De plus à l'instar de ce que nous avons observé pour les CHEP, les résultats précisent qu'au sein des CHP la conservation de 2 aryténoïdes améliore également la qualité vocale. Ainsi c'est dans le cadre des CHP1 que la quantité de bruits surajoutés est la plus importante, l'explication pourrait résider dans la moindre efficacité de l'occlusion de la néoglote dite en « L ». Les voix avec CHP2 quant à elles, se caractérisent par une raucité plus importante que CHP1. Comme pour les LPSC avec CHEP, la raucité de la voix s'explique par les modifications anatomiques et donc les vibrations plus lentes et plus irrégulières de la muqueuse [11]. Suite aux observations sur les LPSC avec CHEP et CHP nous pouvons penser que la conservation de 2 aryténoïdes est un facteur déterminant d'une meilleure qualité vocale.

4. Pour les HLPSC

La voix des patients opérés après HLPSC apparaît comme la plus soufflée, et la moins rauque et grave que celles des autres chirurgies. Il convient toutefois de nuancer nos observations étant donné l'insuffisance de l'échantillon. Dans la littérature, I.Lesire [51] constate que « le défaut d'accolement de la corde vocale saine et de la paroi pharyngée reconstruite » d'une masse importante provoque « une déperdition d'air source de

bruit (souffle) ». Du fait de l'exérèse d'un hémilarynx l'affrontement demeure difficile, favorisant alors la présence de souffle dans le timbre. Cette chirurgie se distingue des autres laryngectomies étudiées par la préservation d'une corde vocale saine ; pourtant des études précédentes ont montré que « la voix était produite non par le pli vocal restant mais le rapprochement de l'hémipharynx conservé contre la paroi pharyngée reconstruite ». La mobilité de l'hémipharynx (bascule en dedans et en avant) apparaîtrait vers le 3^{ème} mois, et l'ondulation de la muqueuse se régularisent vers 6 mois ».

Ces laryngectomies possèdent chacune un profil vocal différent. Ce qui rejoint notre hypothèse selon laquelle il existe bien des particularités acoustiques et perceptives permettant de définir les conséquences vocales d'une catégorie de laryngectomie partielle. Grâce à ces profils vocaux nous avons tenté d'établir une chronologie de récupération des traits de la qualité vocale. Dans ce mémoire, seules les mesures de débit et LTAS présentent peu de variations d'une intervention à l'autre mais témoignent d'une altération significative par rapport aux témoins. Les paramètres temporels de durée et de débit sont raccourcis après laryngectomie partielle. Il semblerait que moins l'exérèse est importante plus le TMP augmenterait. Concernant le débit phonatoire ce serait la masse alourdie du néovibrateur qui ralentirait la réalisation de la sonorisation et de la co-articulation. Nous pourrions penser qu'au bout d'un an post opératoire, l'ensemble des patients parviennent à une gestion pneumo-phonique adaptée en fonction du type de chirurgie les concernant. En effet, comme une étude [7] l'a observé un débit adapté est principalement le fait d'un entraînement quotidien à la gestion pneumo-phonique la rééducation orthophonique de la voix et de la parole de ces patients est basée sur ce travail et contribue certainement à la maîtrise de ce mécanisme primordial dans l'acte phonatoire. Face aux résultats de nos études qui comme nous l'avons précisé auparavant ne se veulent pas exhaustifs, nous abordons désormais leurs limites.

B. LIMITES DE L'ÉTUDE RÉALISÉE

En premier lieu, il s'agit de la population choisie : malgré les efforts effectués et de par les limites que constituent une étude rétrospective, l'effectif de nos chirurgies n'est pas identique pour chaque intervention. De plus la faible population de patients HLPSC ayant empêché la réalisation de tests statistiques ne nous a pas permis de généraliser les phénomènes observés. Enfin il aurait été intéressant d'obtenir 10 patients pour chaque sous type de chirurgies (10 pour les CHEP1, 10 pour les CHEP2, pour les CHP1, pour les CHP2), afin d'asseoir nos résultats. En second lieu, concernant la méthodologie utilisée, il

convient de rappeler que la longueur des épreuves (1h30 pour les échelles et 45 minutes pour le Test d'Identification des Voyelles) et les changements du nombre de degrés d'une échelle à l'autre ainsi que la multiplicité des tâches a pu rendre plus difficile le travail des membres du jury. Ainsi nous avons conscience que les situations de parole proposées ne sont pas très naturelles et qu'un corpus de parole spontanée serait plus adapté pour l'évaluation perceptive des voix de substitution. Plus précisément lors du Test d'Identification des Voyelles une seule répétition était autorisée lors de la passation. Cette restriction peut être un facteur limitant l'identification des voyelles. En effet, nous aurions pu nous demander si une deuxième écoute de la voyelle améliorerait ou non l'identification de la voyelle entendue. De plus nous avons choisi des voyelles isolées ce qui n'est pas une condition écologique. Une étude identique serait à réaliser dans le cadre de voyelles au sein de parole spontanée. Le dernier point concerne l'étude du LTAS, en effet cette étude tentait de définir le caractère bruité des voix de substitution dans les hautes fréquences, mais comme nous l'avons soulevé, elle pourrait faire l'objet d'une étude comparative plus approfondie quant aux plages de fréquences étudiées et pathologies choisies. De plus, les études sur le LTAS sont très disparates tant dans leur but que dans leur méthodologie et résultats il conviendrait de réaliser une étude à part entière sur le sujet [36].

C. CONCERNANT LA PRISE EN CHARGE ORTHOPHONIQUE

Les différentes chirurgies partielles du larynx que sont les LPSC avec CHEP ou CHP, HLPSC et FL entrent dans le cadre d'un traitement curatif, souvent carcinologique. L'objet de notre étude pourtant sur la voix et la parole nous traiterons spécifiquement de la rééducation vocale. Lors de la rééducation en plus des axes de prise en charge que nous avons présentés précédemment, il convient de s'assurer au préalable d'un travail du souffle afin d'obtenir une meilleure coordination pneumo-phonique [7]. Dans l'optique d'améliorer le débit phonatoire, il convient d'installer un mécanisme respiratoire costo-diaphragmatique. Un meilleur appui respiratoire permettra aux patients à être efficaces sans s'essouffler. Pour cela nous pouvons proposer divers exercices, comme la production d'une fricative de façon prolongée et constante (ces consonnes permettant de maîtriser la quantité de souffle qui s'échappe entre les lèvres et les dents) ou des séries automatiques (jour de la semaine, comptage) en augmentant progressivement les mots ou chiffres prononcés sur une même expiration. Comme l'a observé S.Christol il ne serait pas forcément pertinent de chercher à augmenter l'intensité car ce travail augmenterait la composante de bruit et engendrerait un comportement d'effort qui serait néfaste [7].

CONCLUSION

Avec la prudence que nos effectifs imposent, nous avons faits divers constats. Les résultats d'une analyse acoustique peuvent aider à évaluer la fonction vocale et son évolution dans le temps : les voix de substitution sont instables, irrégulières à la fois en fréquence et en intensité. L'étude des voix pathologiques et la compréhension des mécanismes articulatoires compensatoires ont un intérêt pratique et visent à améliorer la faculté de communiquer. Les variations significatives dans les résultats obtenus, lors de l'évaluation des voix après ces différentes chirurgies, nous ont permis d'orienter plus finement la rééducation orthophonique : de l'axer par exemple sur la réduction du souffle pour les HLPSC et FL ; de la raucité du timbre pour les LPSC-CHEP2 et CHP2, et de la raucité et du souffle ainsi que sur la réduction des bruits surajoutés pour les LPSC-CHP1 et CHEP1. Chaque rééducation doit respecter les souhaits du patient, s'adapter à leurs besoins afin que ceux-ci réinvestissent leur voix et prennent plaisir à l'utiliser le plus souvent, le plus facilement et le plus efficacement possible. Rendre le patient maître de sa rééducation c'est participer et préparer son autonomisation vis à vis des thérapeutes. L'avis et le désir du patient, concernant sa voix, doivent toujours primer sur l'appréciation qualitative que peut avoir l'orthophoniste. Pour évaluer la progression de certains traits de la qualité de la parole après laryngectomie partielle nous avons complété l'échelle GRBAS car les résultats des études précédentes ont montré son insuffisance dans le cadre des dysphonies sans CV. Bien qu'elle soit la plus utilisée en pratique, le choix d'une échelle plus nuancée avec une description du timbre comme l'IINFVo a bénéficié de la même cohérence intra/inter jury. De plus, cette échelle s'est révélée plus riche en informations car ses dimensions sont plus pertinentes pour les voix de substitution.

En fonction de l'évolution chronologique des différents paramètres, il était possible de mieux analyser les mécanismes physiologiques du vibrateur néolaryngé. Ainsi la période des 6 premiers mois correspondrait à l'installation de « la nouvelle voix » mais tous les paramètres ne se modifient pas simultanément. La majorité des paramètres s'améliorent au cours des 6 premiers mois (le souffle, le voisement) quand d'autres sont plus lents à progresser, à partir de 6 mois (les bruits surajoutés, la fluidité, la compréhensibilité). Certains ne connaissent pas d'évolution lors de ces 12 mois, temps d'arrêt de notre étude (le grade, et la raucité).

De plus, à la vue de nos résultats nous avons constaté que l'évolution d'ensemble est régulière au cours de la première année. Le voisement s'installe avec l'amélioration de la fermeture du vibrateur néolaryngé les structures vibrantes aryténoïdiennes se rapprochent

et l'air expiratoire est mis en vibration. La progression était régulière au cours des 6 premiers mois, elle est meilleure à un an post opératoire. La fluidité de la parole apparaît peu altérée, quelle que soit l'intervention chirurgicale. Au début, elle n'est que légèrement ralentie, certainement parce que les patients ont tendance à vouloir contrôler leur débit pour améliorer la compréhensibilité en diminuant la présence de souffle et en contrôlant mieux l'accord phonatoire pour permettre un meilleur accolement du vibreur laryngé et améliorer la sonorisation. La compréhensibilité n'est que légèrement altérée les 3 premiers mois elle s'améliore peu au cours de la première année (à partir de 6 mois) car l'articulation n'est pas touchée par l'intervention. Ces profils vocaux permettent d'établir une chronologie de récupération des traits de qualité vocale, de rassurer le patient quant aux progrès futurs et de guider la rééducation orthophonique, dans le but d'optimiser la récupération en respectant la physiologie. Selon la littérature [11] les 6 premiers mois post opératoire semblent constituer la phase d'installation et de « mise en place » du vibreur néolaryngé ; nos résultats statuent en ce sens. Le but de notre étude était de proposer un profil d'évolution à partir d'indices pertinents à déterminer autres que les classiques fréquence fondamentale et ses variations, puisque trop perturbées dans les voix de substitution. En effet, la fiabilité des analyses informatiques vocales pour des voix trop dégradées est une question récurrente dans la littérature. Concernant le LTAS nos premiers résultats montrent que cette mesure est intéressante puisque elle permet de différencier les voix des témoins des voix de substitutions. De plus il apparaît que l'étude des triangles vocaliques un outil informatif dans cette quête d'informations sur les conséquences vocales suite à une intervention chirurgicale.

Toutefois il serait opportun de répéter cette étude par des analyses accrues avec davantage de patients afin d'asseoir nos résultats. Ces modifications anatomiques ont bien une incidence sur la voix et la parole variable d'une intervention chirurgicale à l'autre. Pour finir il semblerait qu'il n'y ait donc pas une voix de substitution mais bien « des » voix de substitution.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMMAN I. (1999). De la voix en orthophonie. Marseille : Solal, 131 p.
- [2] ARGOD-DUTARD, F. (1996). Eléments de phonétique appliquée. Paris : Masson, 269
- [3] ARNOUX-SINDT, B. (1992). Articulation crico-aryténoïdienne et laryngectomie reconstructive. *Revue de laryngologie*, 113 (4) : 339-342.
- [4] BIACABE, B., CREVIER-BUCHMAN, L., LACCOUREYE, O., BRASNU, B. (1998). Laryngectomies partielles verticales avec reconstruction glottique, résultats carcinologiques et fonctionnels. *Annales d'Otolaryngologie de Chirurgie Cervicofaciale*; 115: 189-95
- [5] BRASNU, D., MENARD, M., FABRE, A., JANOT, F., LACCOUREYE, H. (1988). Les laryngectomies partielles : techniques, indications et résultats. *Journal of Otolaryngology*, 17 : 173-178.
- [6] BRASNU, D., LACCOUREYE, O., HANS, S., MENARD, M., DE MONES, E., BEHM.E. (2005). La chirurgie conservatrice des cancers du larynx et du pharynx, n°39, Paris : *Les monographies Amplifon* : p. 5-21.
- [7] CHRISTOL, S. (1999). Evaluation perceptive comparative de la voix et de la parole des laryngectomies conservant une seule unité crico-aryténoïdienne fonctionnelle : conséquences sur la prise en charge orthophonique. Mémoire pour l'obtention du certificat d'orthophoniste de l'Université de Paris.
- [8] COHEN, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational And Psychological Measurement*. 20 : 27-46.
- [9] CORNUT, G. (1998). La voix, Paris : PUF 6^{ème} édition 125 p.
- [10] COURTAT, P., PEYTRAL, C., ELBAZ, P. (1995). Explorations fonctionnelles en ORL. Paris : Masson, p.146-174.
- [11] CREVIER BUCHMAN L., LACCOUREYE O., MONFRAIS PFAUWADEL M-C., MENARD M., JOUFFRE D.; BRASNU D. (1994). Evaluation informatisée des paramètres acoustiques de la voix et de la parole après laryngectomie partielle supra-cricoïdienne avec crico-hyoïdo-épiglottopexie. *Annales d'otolaryngologie et de chirurgie cervico-faciale*, 111 (7) ; 397-401.

- [12] CREVIER-BUCHMAN, L., MARTIGNY, E., GATE, C., PILLOT, C., MONFRAIS-PWAUDAWEL, M-C., BRASNU, D. (1995a). Evaluation de la voix et de la parole après laryngectomie partielle supra cricoïdienne. *Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie*, 116 (4) ; 273-276.
- [13] CREVIER-BUCHMAN, L., LACCOURREYE, O., WEINSTEIN, G., GARCIA, D., JOUFFRE, V., BRASNU, D. (1995b). Evaluation of speech and voice following supra-cricoïd partial laryngectomy. *The journal of laryngology and otology*, 109, 410-413
- [14] CREVIER BUCHMAN, L., LACCOURREYE, O., WUYST, FL., MONFRAIS-PFAUWADEL, MC., PILLOT, C., BRASNU, D. (1998). Comparison and evolution of perceptual and acoustic characteristics of voice after supracricoid partial laryngectomy with cricohyoidoepiglottopexy. *Acta Otolaryngol.* Jul ; 118(4) : 594-999
- [15] CREVIER BUCHMAN, L. (1999). La voix et la parole sans cordes vocales, après laryngectomie partielle supracricoïdienne. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Paris III.
- [16] CREVIER-BUCHMAN, L., BRIYAHE, S., TESSIER, C. (2003). La voix après chirurgie partielle du larynx. Collection voix, parole et langage. Marseille : Solal, 191 p.
- [17] DEDIVITIS, R.A., QUEIJA, DS., BARROS, A.P., PFÜENTZENREITER, E.G. JR, FELIPPU, A., SALVIA, V.F., GOUVEA FILHO, LF., NISHIMOTO, I.N. (2007). The Impact of the Glottic Configuration after Frontolateral Laryngectomy on the perceptual Voice Analysis : a preliminary Study. *Journal of Voice* ; 760-764.
- [18] DEJONCKERE, P.H., CUVELIER, F. (1983). Spectrographie moyenne de longue durée de la parole : Discrimination entre la voix normale et voix pathologique. *Acta Oto-Rhino-laryngologic Belgica*. 37 (5) : 784-795.
- [19] DEJONCKERE P.H. (1985). Technique de base d'évaluation de la voix. Edition Jesiensi, Cabay Louvain la Neuve. 296 p.
- [20] DEJONCKERE, P.H., VOLLAROSA, D. (1986). Analyse spectrale moyennée de la voix. *Acta Oto-Rhino-laryngologie Belgique*, 40 : 426-35.
- [21] DEJONCKERE P.H. (1990). Bruit de turbulence et apériodicité dans la voix pathologique : une approche multifactorielle. *Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie* 111 : 353-357.
- [22] DEJONCKERE, PH., OBBENS, C., DE MOOR, GM., WIENEKE, GH. (1993) Perceptual evaluation of dysphonia : reliability and relevance. *Folia Phoniatica* 45, 76-83
- [23] DEJONCKERE, P.H., REMACLE, M., FRESNEL-ELBAZ, E., WOISARD, V., CREVIER-BUCHMAN, L., MILLET, B. (1996). Differentiated perceptual evaluation of

pathological voice quality : reliability and correlation with acoustic musurments. *Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie*. 117 (3) : 219-224.

[24] DEJONCKERE, P.H., REMACLE, M., FRESNEL-ELBAZ, E., WOISARD, V., CREVIER-BUCHMAN, L. (1998). Reliability and clinical relevance of perceptual evaluation on pathological voices. *Revue de laryngologie otologie et rhinologie*, 119 (4), 247-248.

[25] DEJONCKERE, P.H., CREVIER-BUCHMAN, L., MARIE, JP., MOERMAN, M., REMACLE, M., WOISARD, V. (2003). Implementation of the European Laryngological Society (ELS) basic protocol for assessing voice treatment effect. *Revue de laryngologie-Otologie-Rhinologie*, 124 (5) : 279-283.

[26] DE LA BRETEQUE, B. (1997). L'équilibre et le rayonnement de la voix. Collection voix, parole, langage, Marseille : Solal. 123 p.

[27] DOMMERGUES, J-Y., GROSJEAN, J-F. (2011). La statistique en clair. Paris : Ellipses. 165 .p

[28] FEX, S. (1992). Perceptual evaluation. *Journal of Voice*. 6 (2) : 155-158.

[29] FRANCES, R. (1988). La perception. Paris : PUF « que sais-je ». 126 p.

[30] GENOVESE, E., CALEARO, C., BIGNARDI, I. (1992). Aspects phoniatriques des laryngectomies reconstructives. *Revue de Laryngologie* :113 (4)

[31] GHESQUIERES, S. (2005). Etude perceptivo acoustique de la voix après laryngectomie partielle supra glottique. Mémoire pour l'obtention du certificat d'orthophoniste de l'Université de Paris, p132

[32] HAMMARBERG, B. (1986). Perceptual and acoustic analysis of dysphonia. Kongl carolinska medico chirurgiska institutz, Stockholm.

[33] HAMMARBERG G., GAUFFIN, J. (1995). Perceptual and acoustic characteristic of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. *In : Vocal Fold Physiology : voice Quality Control*, 283-303.

[34] HANS, S., MENARD, M., PAPON, J-F., KANIA, R. BRASNU, D., LACCOURREYE, O. (2001). Laryngectomie partielle supra-cricoïdienne avec crico-hyoïdo-pexie. *Les Cahiers d'ORL*, 36 (8) « Les cancers supraglottiques », p.387-393.

[35] HANS, S. (2003) Etude aérodynamique comparée de logatomes chez 120 sujets normaux et 38 patients avec résection d'un ou deux plis vocaux. Thèse de Doctorat, Université Paris III.

- [36] HARMEGNIES, B. (1992). Les sources de variation du spectre à long terme de parole: revue de la littérature. *Acoustique Canadienne*, 20 (2) : 9-35.
- [37] HEUILLET-MARTIN, G., GARSON-BAVARD, H., LEGRE, A. (1995). Une voix pour tous, tome 2. Marseille : Solal. 212 p.
- [38] HEUILLET-MARTIN G., GARSON-BAVARD H., LEGRE, A. (1997). La voix normale et comment l'optimiser. 3^{ème} édition, Marseille : Solal. 207 p.
- [39] HIRANO, M., KOIKE, Y., VON LEDEN, H. (1968). Maximum phonation time and air usage during phonation. *Folia Phoniatica*, 20 : 185-201.
- [40] HIRANO, M. (1981). Clinical Examination of Voice. New York, Sringer Verlag.
- [41] HIRANO, M (1989). Objective evaluation of the human voice clinical aspects. *Folia phoniatica*, 41 : 89-144.
- [42] IMAIZUNI, S. (1986). Acoustic measures of roughness in pathological voice. *Journal of Phonetics*, 14 : 457- 482.
- [43] KITZING, P. (1986). LTAS Criteria pertinent to the measurement of voice quality, *Journal of Phonetics*, 14 : 477-82.
- [44] KLATT, DH., KLATT, L-C. (1990). Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87 : 820-857.
- [45] KREIMAN, J ; GERRATT, B.R ; PRECODA, K. (1990). Listener Experience and Perception of Perceptual Evaluation of Voice Quality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33 :103-115.
- [46] KREIMAN, J., GERRATT, B.R., KEMPSTER, G-B., ERMAN, A., BERKE, G-S., (1993). Perceptual Evaluation of Voice Quality : Review, Tutorial, and a Framework for Future research. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36 : 21-40
- [47] LACCOURREYE, O. CREVIER-BUCHMAN, L., HACQUART, N., NAUDO, P., MUSCATELLO, L., BRASNU, D. (1993). Supracricoid hemilaryngopharyngectomy in selected pyriform sinus carcinoma staged as T2. *Laryngoscope*, Dec ; 103 : 1373-1378.
- [48] LACCOURREYE, O. CREVIER-BUCHMAN, L., WEINSTEIN, G., BIACABE, B., LACCOURREYE, H., BRASNU, D. (1995). Duration and frequency characteristics of speech and voice following supracricoid laryngectomy. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, Jul ; 104 (7) : 516-521.

- [49] LALOY, J., UYTTERSROT, A. (2012). Etude acoustique et aérodynamique des modalités après CHEP/CHP et conséquences pour la rééducation orthophonique, Mémoire pour le CCO de l'Université de Paris.
- [50] LE HUCHE, F., ALLALI, A. (2001). La voix, tome 1 : Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole. 2^{ème} édition, Paris : Masson. 270 p.
- [51] LESIRE, I. (1991). L'hémi-pharyngo-laryngectomie supra cricoïdienne : analyse Objective de la voix. *Rééducation orthophonique*. Mémoire pour le CCO de l'Université de Lille.
- [52] MOERMAN, M., PIETERS, G., MARTENS, PJ., VAN DER BORGT, MJ., DEJONCKERE, P. (2004) : Objective evaluation of quality of substitution voices. *European Archives Otorhinolaryngology*. Janv. 261 : 541-547.
- [53] MOERMAN, M., MARTENS, JP., CREVIER BUCHMAN, L., WOISARD, V., DEJONCKERE, P. (2005). Perceptive evaluation of substitution voices : the I(I)NFVo rating scale. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie*. 126(5) : 323-325.
- [54] MOERMAN, MB., MARTENS, J-P., VAN DER BORGT, MJ., PELEMAN, M., GILLIS, M., DEJONCKERE, PH. (2006a). Perceptual evaluation of substitution voices : development and evaluation of the IINFVo rating scales. *European Archives Otorhinolaryngology*. Feb ; 263 (2) : 183-187.
- [55] MOERMAN, M., MARTENS, JP ., CREVIER BUCHMAN, L., DE HAAN, E., GRAND, S., TESSIER, C., WOISARD, V., DEJONCKERE, P. (2006b). The INFVo perceptual rating scale for substitution voicing : development and reliability. *European Archives Otorhinolaryngology*. 263(5) : 435-9.
- [56] NEIMAN, G.S., EDESON, B. (1981).Procedural aspects of eliciting maximum phonation time. *Folia Phoniatica*, 33 : 285-293.
- [57] PECH, C., GIOVANNI, A., HENIN, N. (1988). La voix sans corde vocale. *Revue de Laryngologie*, 109 (4).
- [58] PIQUET, J-J., La chirurgie reconstructive du larynx et la réhabilitation vocale après laryngectomie. p.321-337
- [59] PITTAM, J. (1987). The long term spectral measurement of voice quality as a social and personality marker : a review. *Language Speech*, 30 : 1-12
- [60] SAITO, K., ARAKI, K., OGAWA, K., SHIOTANI, A. (2009). Laryngeal function after supracricoid laryngectomy. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 140 : 487-492.

- [61] SCHLINDER, A., FAVERO, E., NUDI, S., SPADOLA- BISETTI, M., OTTAVIANI, F., SCHLINDER, O. (2005). Voice after supracricoid laryngectomy : subjective, objective and self assessment data. *Logopedics phoniatrics Vocology*, 30 : 114-119.
- [62] SHIVASTAV, R. (2003). The use of an auditory model in predicting perceptual breathy voice quality. *Journal of Voice*, 17 : 502-512.
- [63] VAISSIERE, J. (2006). La phonétique. Paris : Presses Universitaires de France, 125 p.
- [64] WEBB, A-L., CARDING, P-N., DEARY, I-J., MACKENZIE, K., STEE, N., WILSON, J-A. (2004). The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. *European Archives Otorhinolaryngologie*, 261 : 429-434.
- [65] WOISARD, V., ROLLET, A., PUECH, M. SERRANO, E., PESSEY, J.J. (2004). La voix après laryngectomie supracricoidienne : comparaison entre deux mécanismes phonatoires. *Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie*, 125 (5) : 319-324.
- [66] WOODSON, G-E., CANNITO, M. (1998). Voice Analysis. *Otolaryngology head and Neck Surgery*, Vol 3: 1876-1890.
- [67] YUCE, I., CAGLI, S., BAYRAM, A., KARASU, F., SATI, I., GUNAY, E. (2009). The effect of arytenoid resection on functional results of cricothyroidopexy, *Otolaryngology head and Neck Surgery*, 141 : 272-275.

ANNEXES

<u>A. Explications délivrées au jury lors de la passation de l'échelle GRB et IINFVo.....</u>	68
<u>B. Captures d'écran du test d'identification des voyelle.....</u>	69
<u>C. Analyse Perceptive avec l'échelle GRB(AS).....</u>	70
<u>D. Analyse Perceptive des traits de l'échelle IINFVo.....</u>	71
- Graphiques	
- Légende des boîtes à moustaches	
- Rappels sur l'interprétation des boîtes à moustaches	
<u>E. Concernant les HLPSC : évolution des traits perceptifs de l'échelle GRB (AS).....</u>	74
<u>F. Concernant les HLPSC : évolution des traits perceptifs de l'échelle IINFVo.....</u>	74
<u>G. Texte du petit cordonnier.....</u>	75
<u>H. Analyse Perceptive des Voyelles : Matrices de confusions suite au TIV.....</u>	75
<u>I. Analyse Acoustique des Voyelles.....</u>	78
9-1. Tableau : Les valeurs de F1 et F2 des voyelles françaises chez l'homme et la femme au sein de phrases.	
9-2. Triangles vocaliques par chirurgie et délai opératoire.	
<u>J. Graphiques obtenus pour le temps maximum de phonation et le débit phonatoire.....</u>	82
<u>K. Graphiques obtenus pour le Long Term Average Spectrum (LTAS) par chirurgie.....</u>	83
<u>L. Brefs rappels d'exercices de rééducation orthophonique.....</u>	86

A. Explications pour l'échelle GRB pour le jury

Vous allez entendre des extraits d'une histoire premier paragraphe du texte Tic Tac lu par nos des patients et des témoins. Il vous est demandé de coter 3 certains critères de 0 à 3 en sachant, que :

0 = voix normale
1 = altération légère ou paramètre légèrement perceptible
2 = altération modérée ou occasionnelle
3 = altération sévère ou quasi permanente

Quelques définitions :

- G (grade) = exprime le degré de sévérité de la dysphonie, l'impression générale de l'altération de la voix
- R (rough) = correspond à la raucité de la voix, voix grave
- B (breathy) = impression de souffle dans la voix. La voix est accompagnée par un souffle permanent ou intermittent.

Par exemple :

	G	R	B
Patient 1	2	2	1
Patient 2	2	1	2
Patient 3	1	1	1

Explications pour l'échelle IINFVo

Vous allez entendre des extraits du premier paragraphe du texte Tic Tac lu par nos patients. Il vous est demandé de coter certains critères (I, I, N,F,Vo) de 0 à 3 en sachant, que :

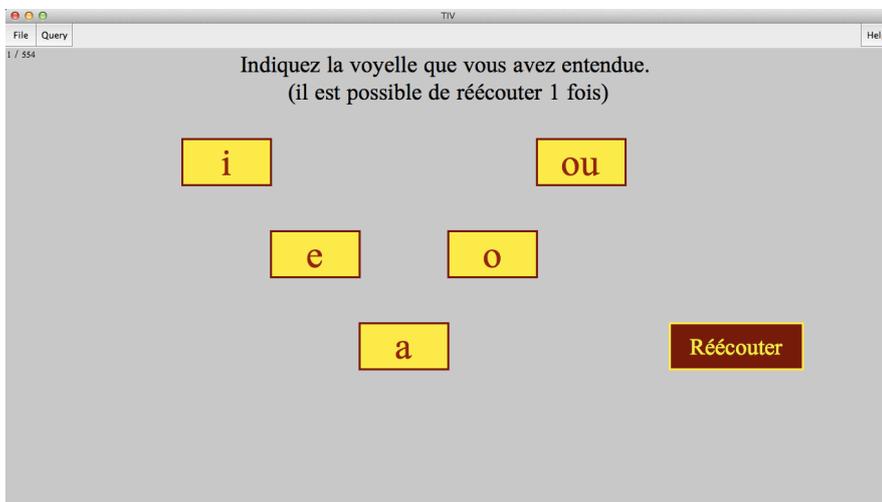
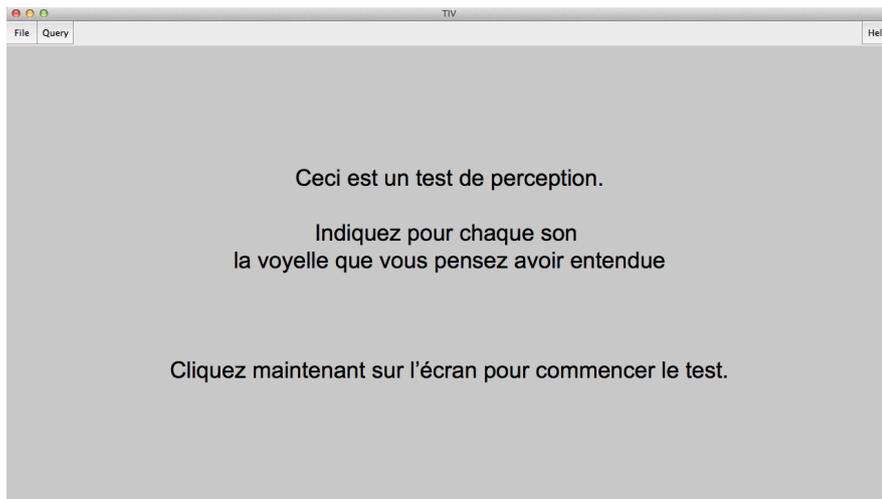
0 = voix normale
1 = altération légère ou paramètre légèrement perceptible
2 = altération modérée ou occasionnelle
3 = altération sévère ou quasi permanente

Quelques définitions :

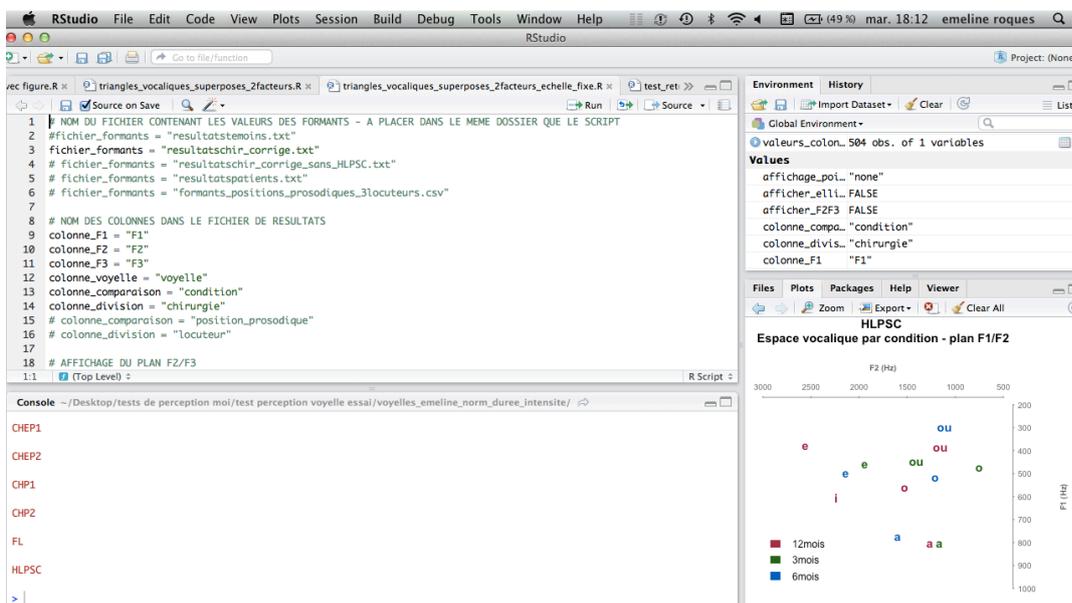
- I = impression générale de la voix, degré de sévérité
- I = impression de compréhensibilité de la voix du locuteur
- N = impression de bruits surajoutés dans la voix (injections, souffle, autre...)
- F = correspond à la fluidité de la parole
- Vo = correspond à la sonorisation de la voix

B. Captures d'écran de l'interface du test d'identification des consonnes avec le logiciel

Praat.



Capture d'écran du logiciel R pour générer les triangles vocaliques



C. Analyse Perceptive avec l'échelle GRB(AS)

Figure 1 a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « raucité » en fonction du type de chirurgie. b) Evolution du degré de « raucité » au cours du temps dans les LPSC-CHEP2

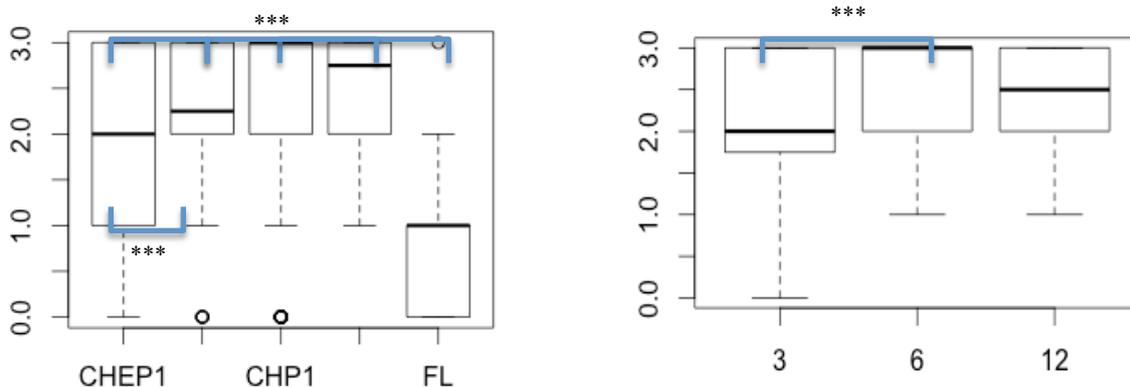
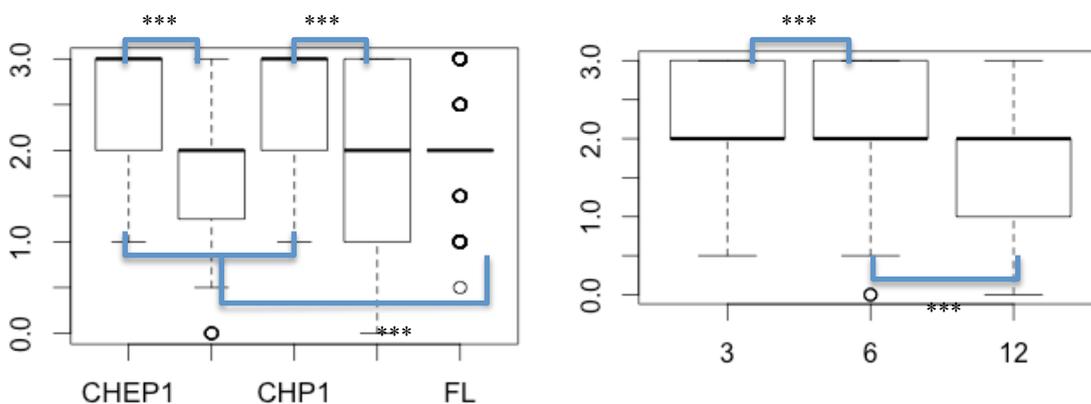
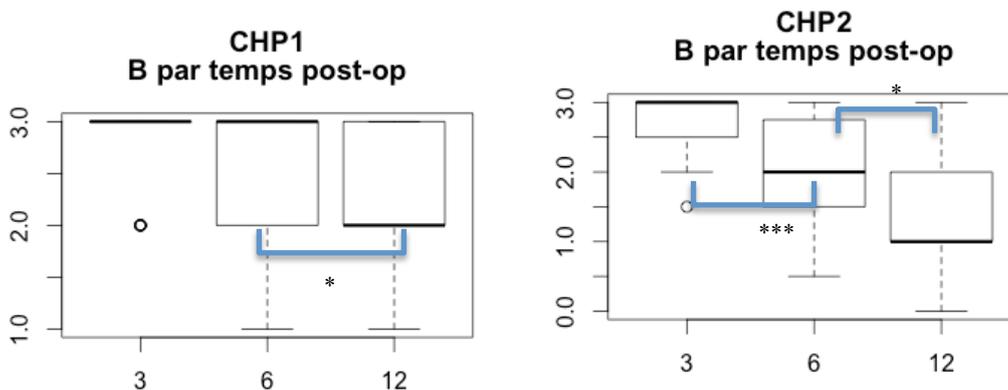
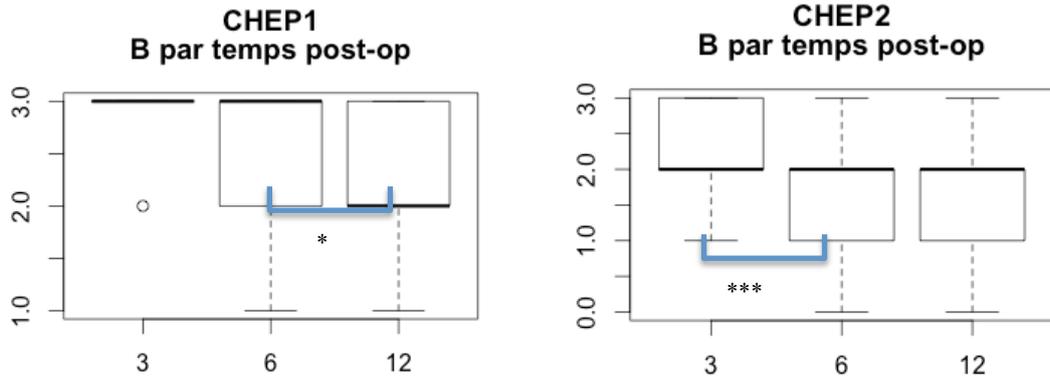


Figure 2 a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « souffle » en fonction du type de chirurgie. b) Evolution du degré de « souffle » dans la voix par temps opératoire pour toutes les chirurgies confondues



Figures 3, 4,5, 6 : Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « souffle » en fonction du temps pour : CHP1(3), CHP2 (4), CHEP1 (5) CHP2 (6)





D. Analyse Perceptive avec l'échelle IINFVo

Figure 7a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de dysphonie en fonction du type de chirurgie b) Evolution du trait perceptif I par temps opératoire pour toutes les chirurgies confondues.

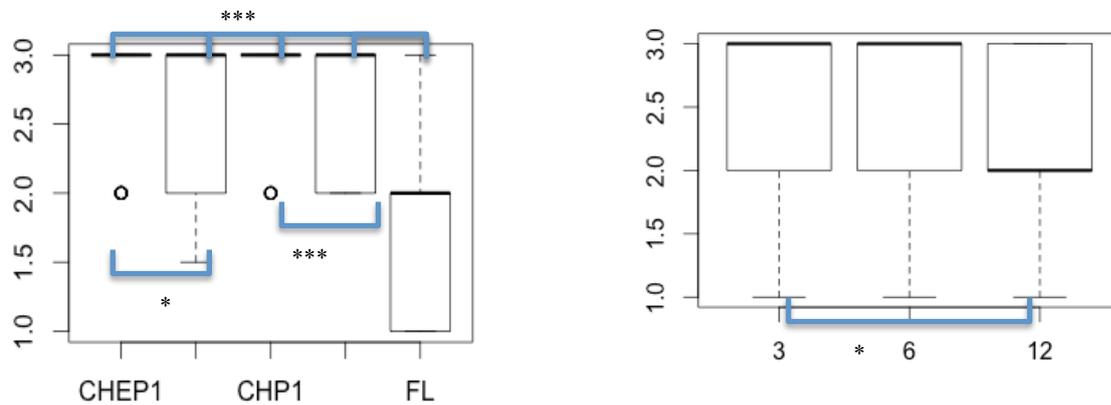


Figure 8a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de compréhensibilité en fonction du type de chirurgie. b) Evolution du trait perceptif Ib par temps opératoire pour toutes les chirurgies confondues

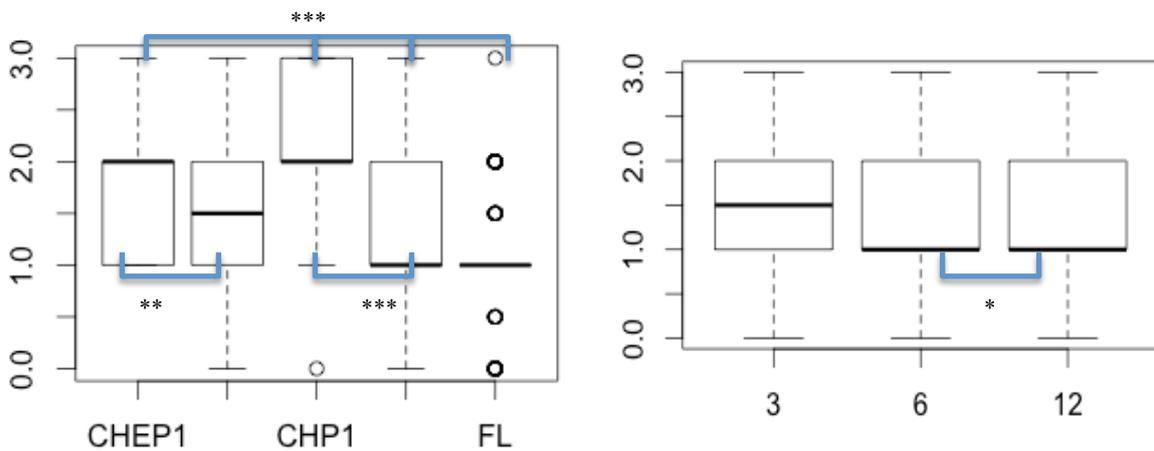


Figure 9 a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré « de bruits surajoutés » en fonction du type de chirurgie. b) Evolution du trait perceptif N par temps opératoire pour toutes les chirurgies confondues.

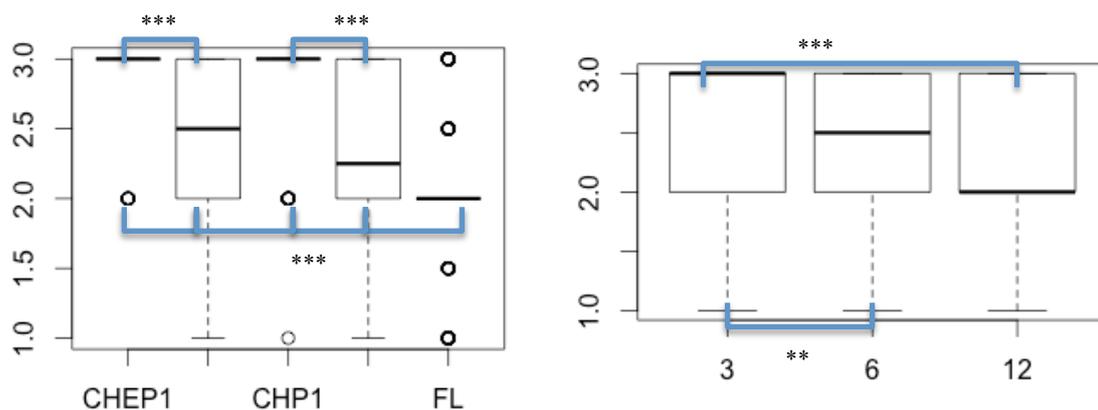


Figure 10 et 11 : Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « bruit surajouté » en fonction du temps pour 2 types chirurgies : FL(a) et CHP2 (b)

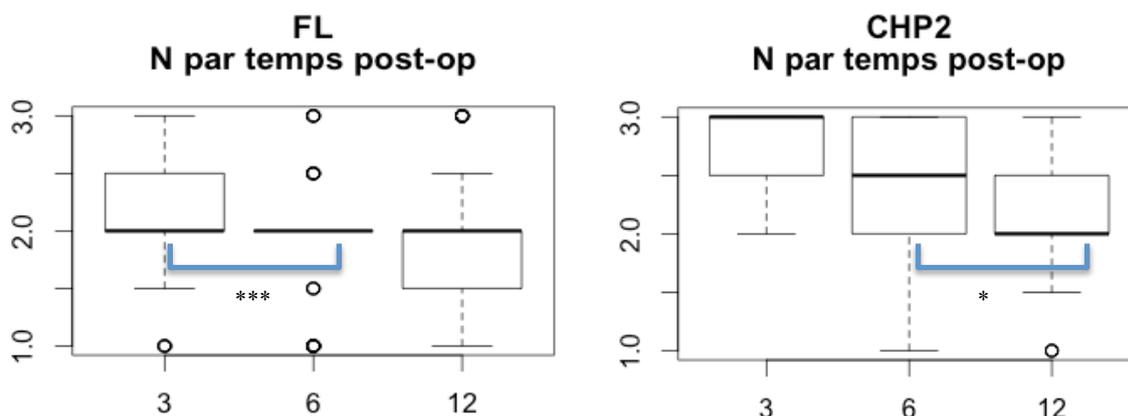


Figure 12 a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « fluidité » en fonction du type de chirurgie. b) Evolution de la qualité de « fluidité » de la parole au cours du temps toutes chirurgies confondues

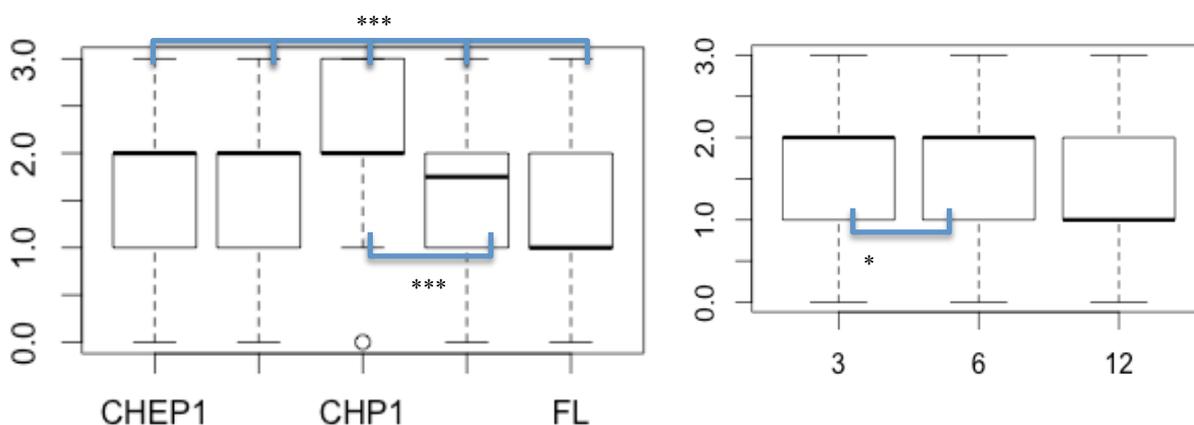
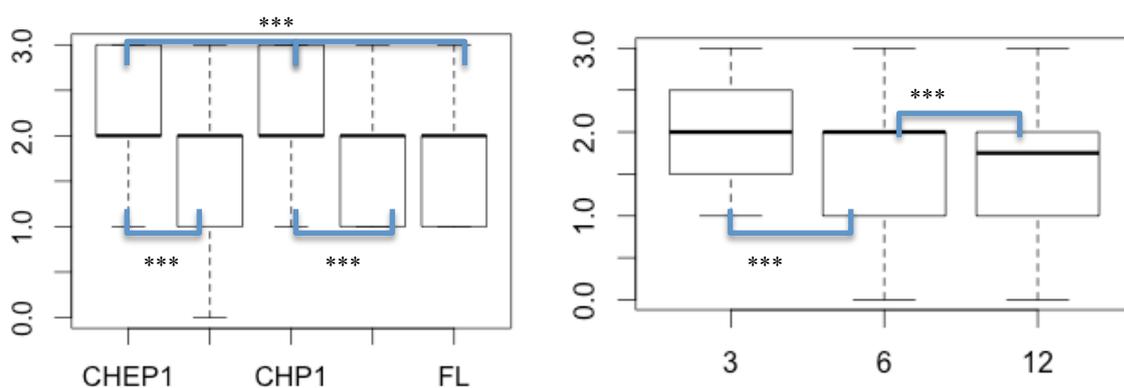
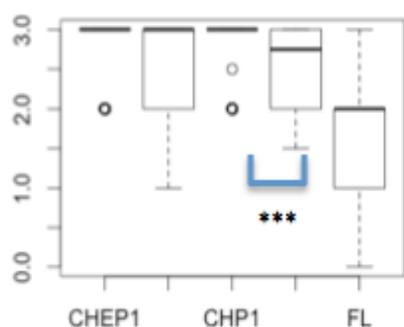


Figure 13 a) Répartition globale des notes attribuées par le jury pour le degré de « voisement » en fonction du type de chirurgie. b) Evolution de la qualité du « voisement » de la parole au cours du temps toutes chirurgies confondues



Légende des boîtes à moustaches (figure 14)

Nous vous rappelons que seuls les effets statistiques principaux sont représentés afin de faciliter la lecture des différents résultats. Voici une explication détaillée de la légende valable pour l'ensemble des boîtes à moustaches du mémoire, pour ne pas encombrer les graphiques seuls les effets principaux ont été dessinés, mais tous les résultats seront pris en compte et confrontés entre eux lors de la discussion de ceux-ci



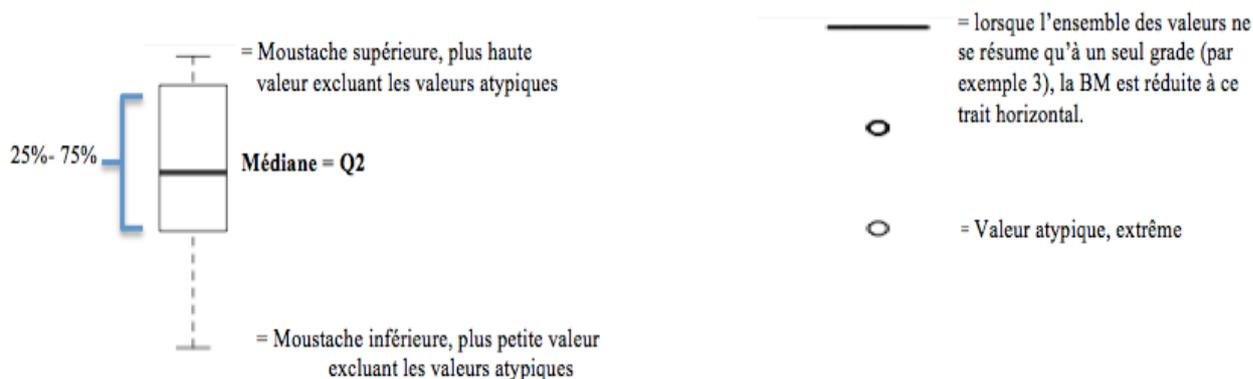
En abscisses : CHEP1, CHEP2 (représentée par un tiret) CHP1, CHP2 (représentée par un tiret) FL par manque de place sur le graphique 3 étiquettes seulement sont inscrites.

Les taux de significativité sont marqués par des étoiles en respectant la nomenclature du logiciel R, ***<0,001 ; **<0,01, * <0,05

Les accolades bleues regroupent les chirurgies concernées par la comparaison statistique

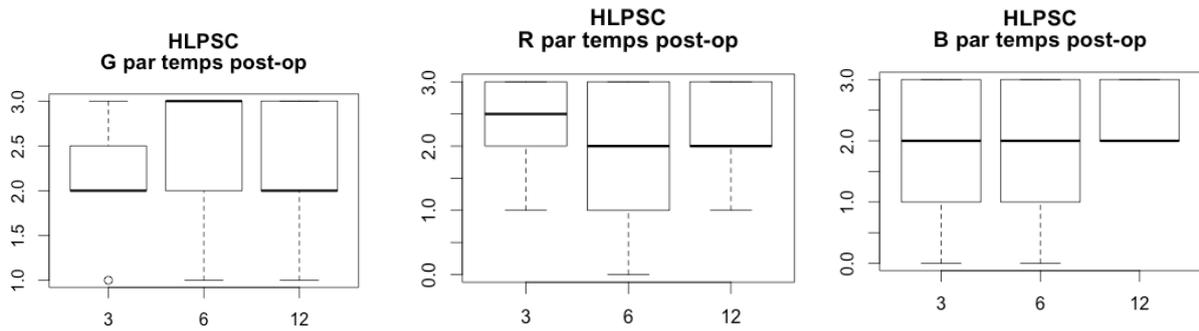
En ordonnées : les valeurs du grade

Rappels sur l'interprétation des boîtes à moustaches (figure 15)



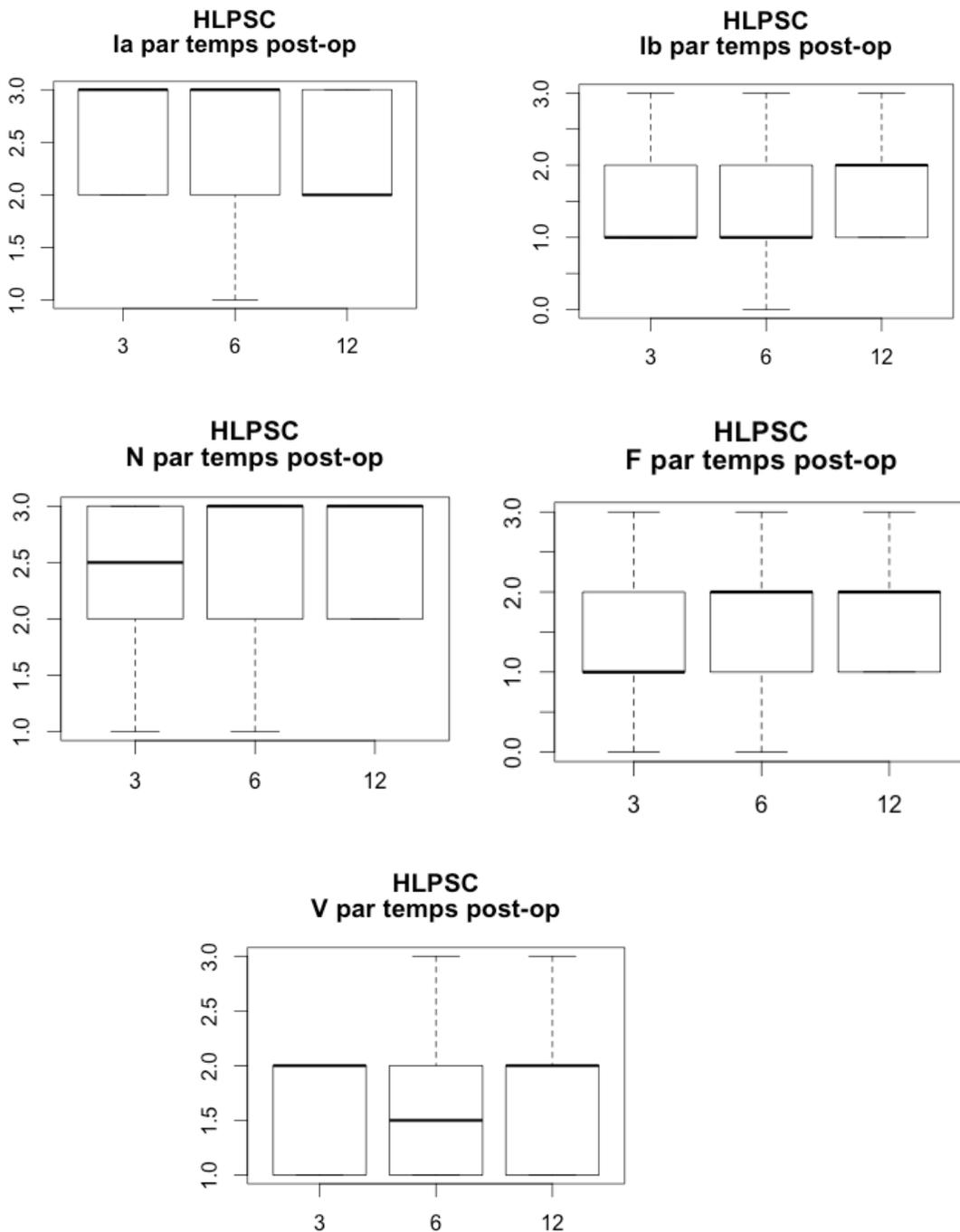
E. Pour les HLPSC, évolution des traits perceptifs de l'échelle GRB (AS)

Figures 16, 17,18 : Evolution des traits perceptifs de l'échelle GRB au cours du temps



F. Pour les HLPSC, évolution des traits perceptifs de l'échelle IINFVo

Figures 19,20 ,21 : Evolution des traits perceptifs de l'échelle GRB au cours du temps



G. Texte du petit cordonnier (entre parenthèses le nombre de mots)

Dans un petit village de la montagne, il y a un pauvre cordonnier, tout vieux et tout cassé. (18). Les villageois lui apportent des chaussures à réparer. Mais il ne travaille pas vite. Tous les soirs, il mange tout seul, bien tristement. (41)

Ce soir, il y a devant lui, un gros tas de souliers et des guêtres à recoudre. (58)

- « Jamais je ne pourrai les réparer. Je suis trop âgé et trop malade... ». Près de lui, la grosse horloge fait : tic tac, tic tac. Le pauvre vieux, tout découragé s'endort. (88)

Aussitôt, l'horloge s'ouvre, et deux petits lutins sautent sur le plancher : l'un s'appelle Tic l'autre s'appelle Tac. (105)

- « Rangeons les étagères, réparons les souliers, recousons le linge, dit Tic. (116)

- Préparons un gâteau, mettons du gui au plafond, changeons ces vieux rideaux », ajoute Tac. (130)

Minuit sonne ! Les deux vaillants petits lutins rentrent dans la pendule. (141) Le lendemain, le pauvre cordonnier s'éveille : « O joie ! Qui a préparé ce beau gâteau ? Qui donc a rangé la maison ? (161)

« Tic tac, tic tac, » dit la vieille horloge. (169)

Tableau 1 : Equivalence de Landis et Koch pour la valeur du Kappa

Valeur du Kappa	Degré d'accord
0	Très mauvais
0 - 0,20	Mauvais
0,21- 0, 40	Médiocre
0,41- 0,60	Modéré
0,61- 0,80	Bon
0,81- 1	Excellent

H. Analyse Perceptive des Voyelles : Matrices de confusions suite au Test d'Identification des Voyelles

Tableau 2 : Matrices de confusions à 3 mois des HLPSC

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	4 (40%)	6 (60%)				10
[e]		10 (100%)				10
[a]			10 (100%)			10
[o]				9 (90%)	1 (10%)	10
[u]						0

Tableau 3 : Matrices de confusions à 6 mois des HLPSC

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	18 (90%)	2 (10%)				20
[e]	12 (60%)	8 (40%)				20
[a]		1 (5%)	18 (90%)	1 (5%)		20
[o]			1 (5%)	9 (45%)	10 (50%)	20
[u]				1 (10%)	9 (90%)	10

Tableau 4 : Matrices de confusions à 12 mois des HLPSC

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	17 (85%)	3 (15%)				20
[e]	6 (60%)	4 (40%)				10
[a]		1 (5%)	19 (95%)			20
[o]				16 (80%)	4 (20%)	20
[u]				2 (10%)	18 (90%)	20

Tableau 5 : Matrices de confusions à 3 mois des CHEP1

	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	18 (90%)	2 (10%)				20
[e]	9 (45%)	11 (55%)				20
[a]			20 (100%)			20
[o]				16 (80%)	4 (20%)	20
[u]				9 (45%)	11 (55%)	20

Tableau 6 : Matrices de confusions à 6 mois des CHEP1

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	15 (75%)	5 (25%)				20
[e]	9 (45%)	11 (55%)				20
[a]			20 (100%)			20
[o]				11 (55%)	9 (45%)	20
[u]					20 (100%)	20

Tableau 7: Matrices de confusions à 12 mois des CHEP1

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	17 (85%)	3 (15%)				20
[e]	9 (45%)	11(55%)				20
[a]			20 (100%)			20
[o]				20 (100%)		20
[u]				5 (25%)	15 (75%)	20

Tableau 8 : Matrices de confusions à 3 mois des CHEP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	57 (95%)	3 (5%)				60
[e]	25 (42%)	35 (58%)				60
[a]			58 (97%)	2 (3%)		60
[o]			6 (10%)	41 (68%)	13 (22%)	60
[u]			8 (13%)	14 (23%)	38 (63%)	60

Tableau 9 : Matrices de confusions à 6 mois des CHEP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	44 (73%)	16 (27%)				60
[e]	8 (16%)	42 (84%)				50
[a]			70 (100%)			70
[o]		9 (15%)	2 (3%)	38 (63%)	11(18%)	60
[u]			6 (12%)	8 (16%)	36 (72%)	50

Tableau 10 : Matrices de confusions à 12 mois des CHEP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	63 (90%)	7 (10%)				70
[e]	20 (29%)	46 (66%)	1 (1%)	2 (3%)	1 (1%)	70
[a]			69 (99%)	1 (1%)		70
[o]			5 (7%)	50 (71%)	15 (21%)	70
[u]			1 (2%)	17 (28%)	42 (70%)	60

Tableau 11 : Matrices de confusions à 3 mois des CHP1

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	49 (82%)	11 (18%)				60
[e]	11 (22%)	39 (78%)				50
[a]		1 (2%)	59 (98%)			60
[o]		2 (4%)	14 (28%)	30 (60%)	4 (8%)	50
[u]			2 (3%)	12 (20%)	46 (77%)	60

Tableau 12 : Matrices de confusions à 6 mois des CHP1

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	41 (59%)	29 (41%)				70
[e]	7 (10%)	62 (89%)	1 (1%)			70
[a]			78 (98%)	2 (3%)		80
[o]		9 (13%)	3 (4%)	56 (80%)	2 (3%)	70
[u]			8 (13%)	25 (42%)	27 (45%)	60

Tableau 13 : Matrices de confusions à 12 mois des CHP1

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	22 (37%)	28 (47%)		10 (17%)		60
[e]	14 (23%)	45 (75%)	1 (2%)			60
[a]		1 (1%)	69 (99%)			70
[o]		4 (7%)	7 (12%)	42 (70%)	7 (12%)	60
[u]			16 (32%)	21 (42%)	13 (26%)	50

Tableau 14 : Matrices de confusions à 3 mois des CHP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	16 (80%)	4 (20%)				20
[e]	3 (15%)	17 (85%)				20
[a]			10 (100%)			10
[o]			1 (5%)	14 (70%)	5 (25%)	20
[u]			5 (50%)		5 (50%)	10

Tableau 15 : Matrices de confusions à 6 mois des CHP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	25 (63%)	15 (38%)				40
[e]	3 (8%)	36 (90%)	1 (3%)			40
[a]			29 (97%)	1 (3%)		30
[o]		9 (23%)	4 (10%)	27 (68%)		40
[u]		1 (3%)	3 (8%)	21(53%)	15 (38%)	40

Tableau 16 : Matrices de confusions à 12 mois des CHP2

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	23 (57%)	17 (43%)				40
[e]	6 (15%)	34 (85%)				40
[a]			31 (78%)	4 (10%)	5 (13%)	40
[o]		10 (25%)		29 (73%)	1 (3%)	40
[u]				14 (47%)	16 (53%)	30

Tableau 17 : La perception des voyelles dans la population témoin

Produit/perçu	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]	N
[i]	142 (89%)	18 (11%)				160
[e]	18 (13%)	122 (87%)				140
[a]			170 (100%)			170
[o]		10 (7%)		111 (79%)	19 (14%)	140
[u]				16 (8%)	184 (92%)	200

I. Analyse Acoustique des Voyelles

9-1. Tableau 18: Les valeurs de F1 et F2 des voyelles françaises chez l'homme et la femme dans au sein de phrases.

V	i	y	e	ɛ	a	œ	ø	ɔ	o	u
F1 _{male}	300	300	350	450	650	500	400	550	400	350
F2 _{male}	2050	1800	1950	1700	1300	1450	1450	1050	900	850
F1 _{female}	350	350	450	650	750	550	450	600	450	350
F2 _{female}	2400	2050	2300	2000	1550	1650	1650	1200	950	850

9-2. Triangles vocaliques par type de chirurgie

Figure 22 : Triangle vocalique des témoins aux 3 temps opératoires

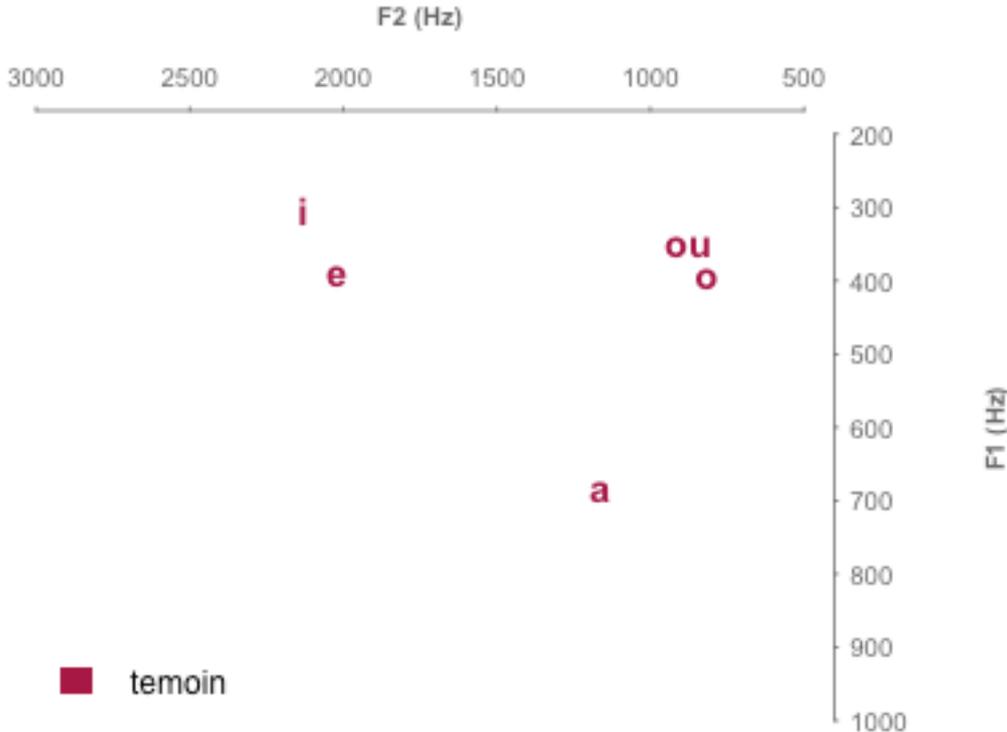


Figure 23 : Triangle vocalique des HLPSC aux 3 temps opératoires

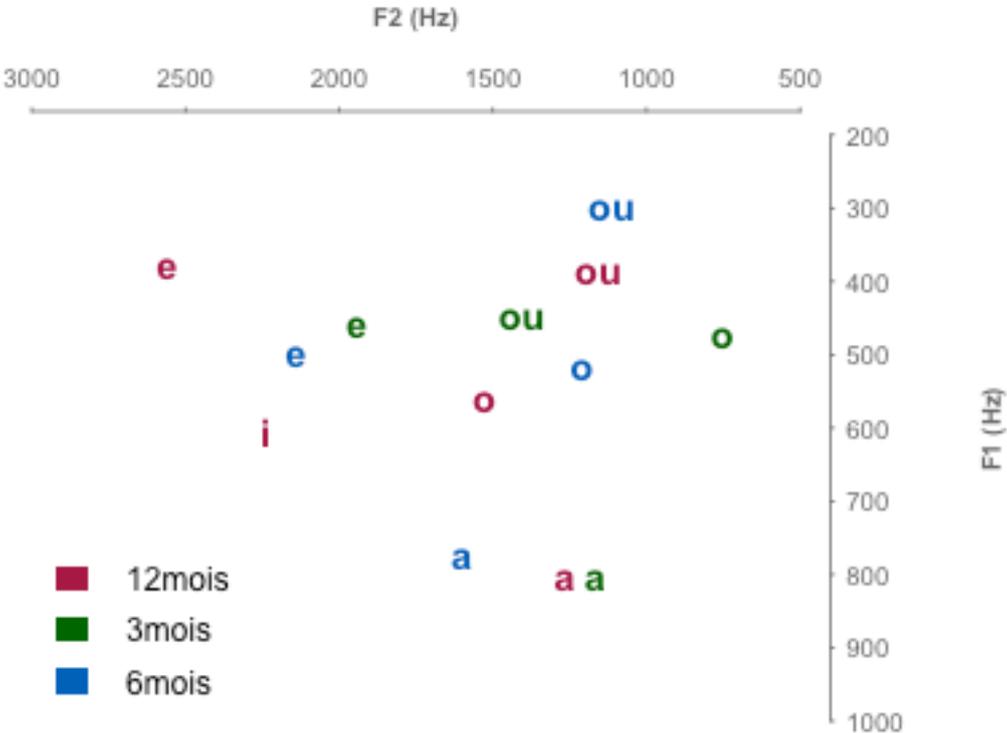


Figure 24: Triangle vocalique des CHEP1 aux 3 temps opératoires

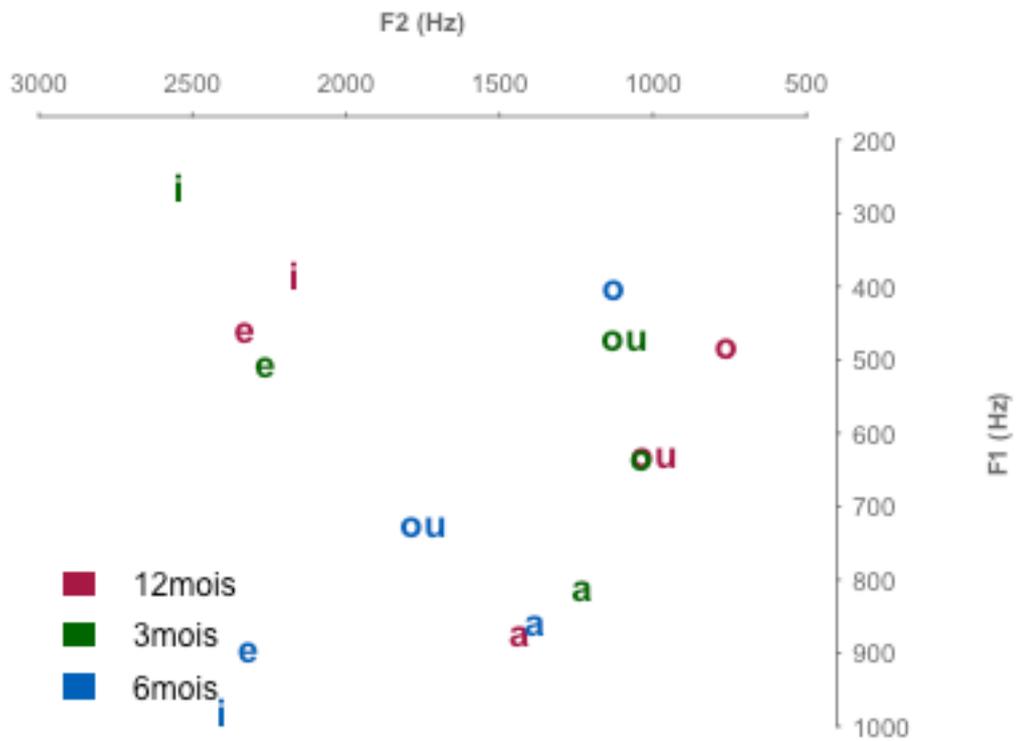


Figure 25 : Triangle vocalique des CHEP2 aux 3 temps opératoires

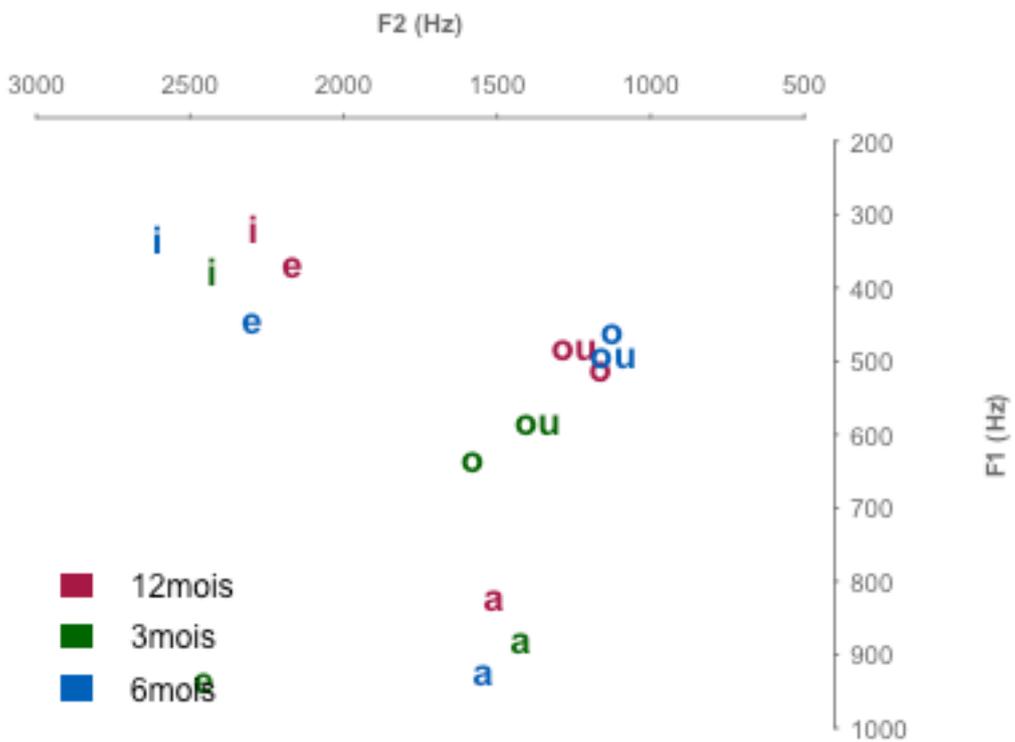
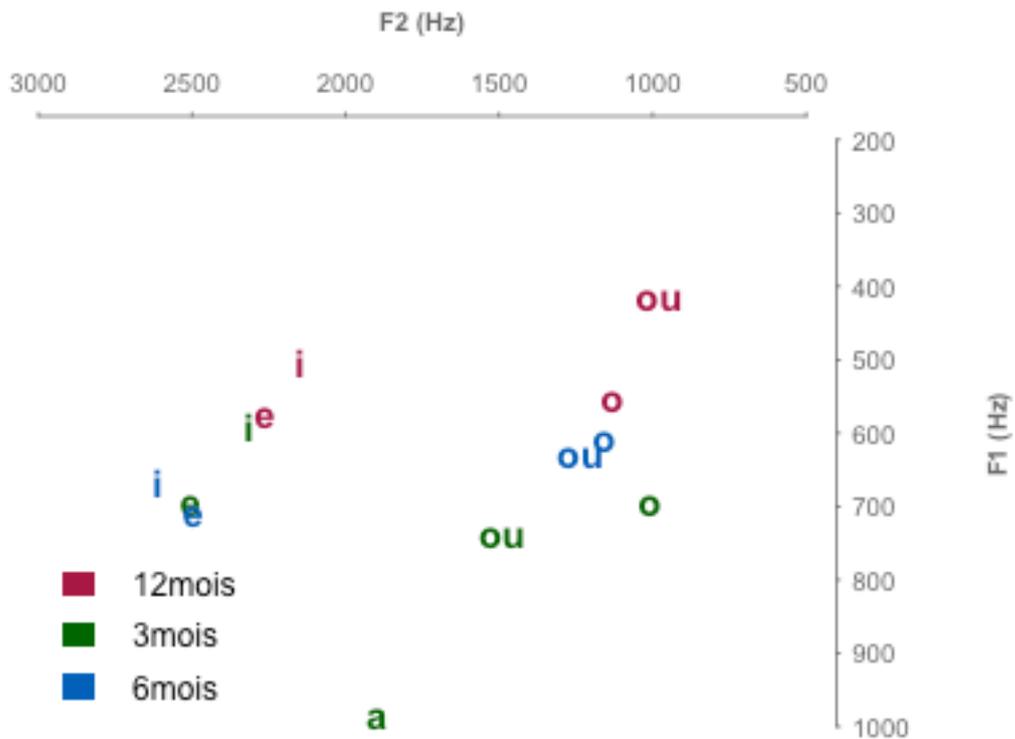
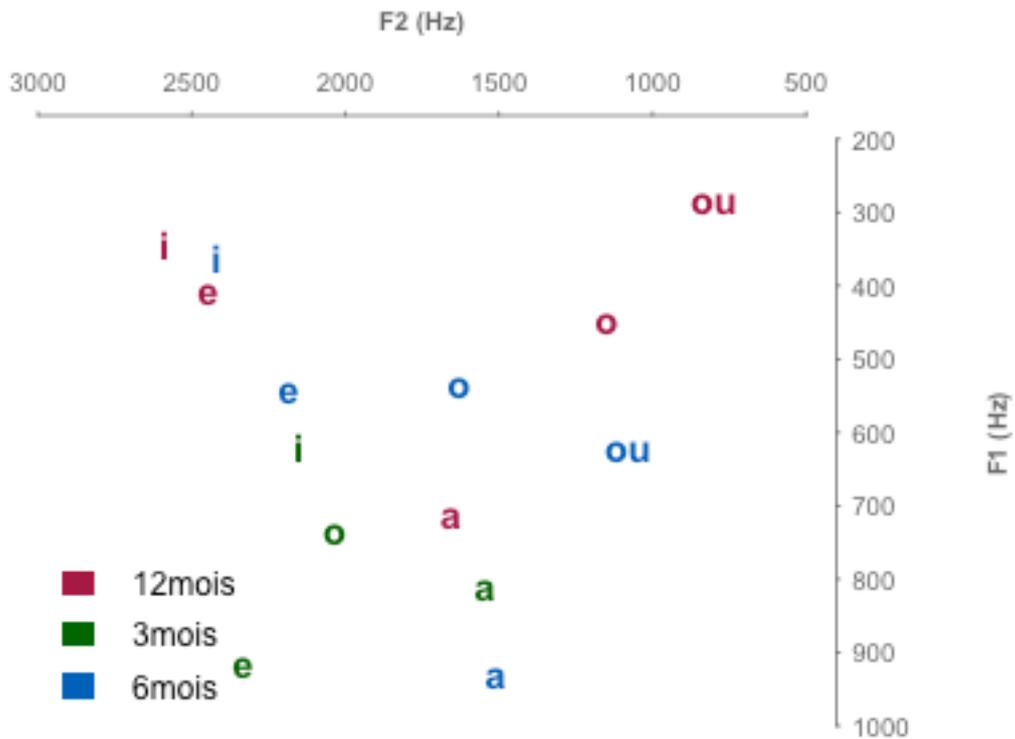


Figure 26 : Triangle vocalique des CHP1 aux 3 temps opératoires



* Les 2 autres occurrences du [a] est ne sont pas représentées car leur F1 > 1000 Hz

Figure 27 : Triangle vocalique des CHP2 aux 3 temps opératoires



J. Graphiques obtenus pour le TMP et débit phonatoire (DB)

Figure 28: a) TMP par type de chirurgie. **b)** Dans ce graphique nous ajoutons les témoins (« aucune ») et les HLPSC pour une vision globale mais sans effet statistique.

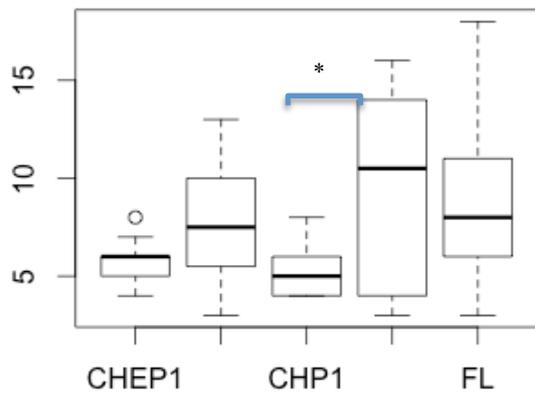
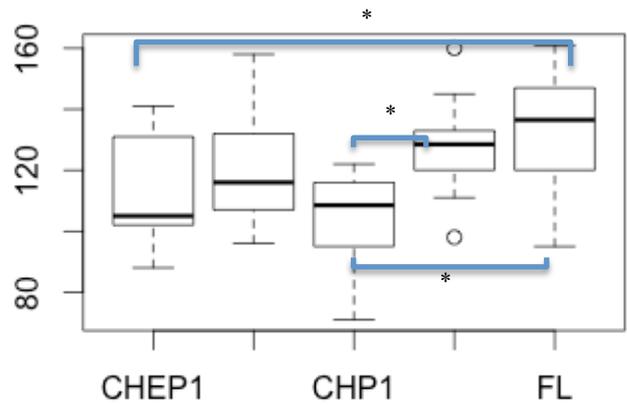
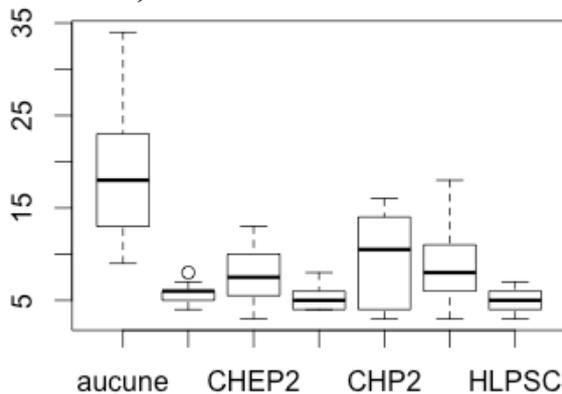


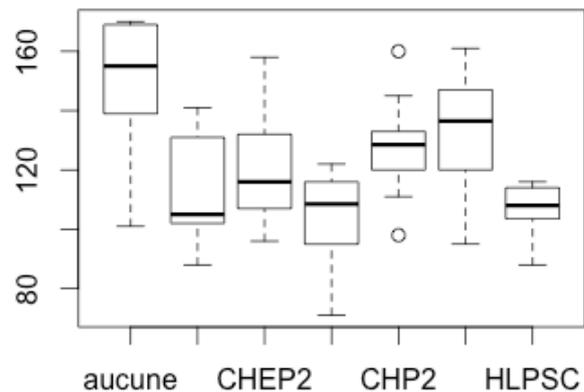
Figure 29 : a) DP par type de chirurgie. **b)** Dans ce graphique nous ajoutons les témoins (« aucune ») et les HLPSC pour une vision globale mais sans effet statistique.



28 b)

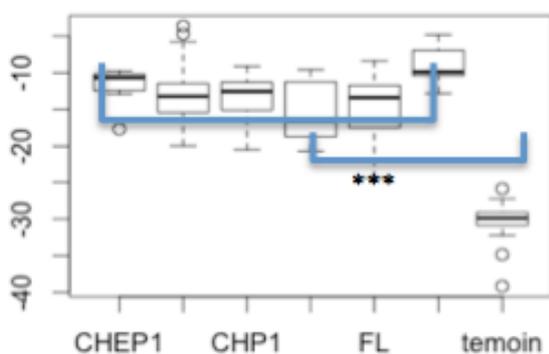


29 b)



K. Graphiques obtenus pour le Long Term Average Spectrum (LTAS)

Figure 30 : Rapport d'énergie entre basses et hautes fréquences en fonction des différentes chirurgies et des témoins. Il existe une différence significative (***) entre les patients et les témoins



Voici la légende générale des graphiques LTAS qui suivent :

En ordonnées : il s'agit de l'énergie acoustique dans les différentes plages de fréquences. (qui est exprimée en dB/Hz suite au calcul effectué pour obtenir le LTAS)

En abscisses : La fréquence de 0 à 8000 Hz.

Quant aux couleurs : En vert, la courbe LTAS obtenue à 3 mois ; en noir la courbe LTAS obtenue à 6 mois ; en rouge la courbe LTAS obtenue à 12 mois

Figure 31 : LTAS des HLPSC aux 3 temps opératoires

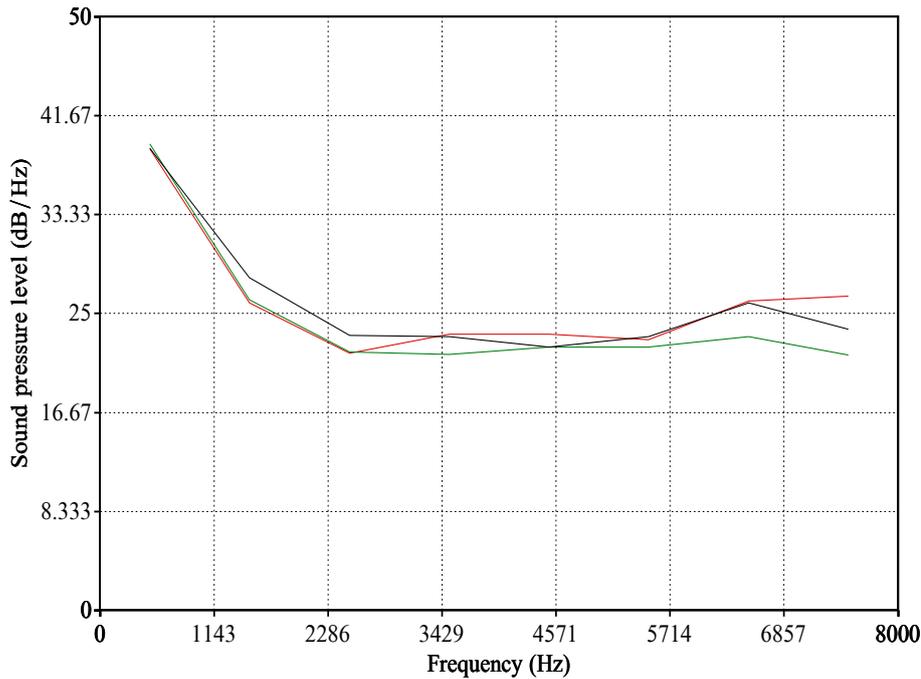


Figure 32: LTAS des FL aux 3 temps opératoires

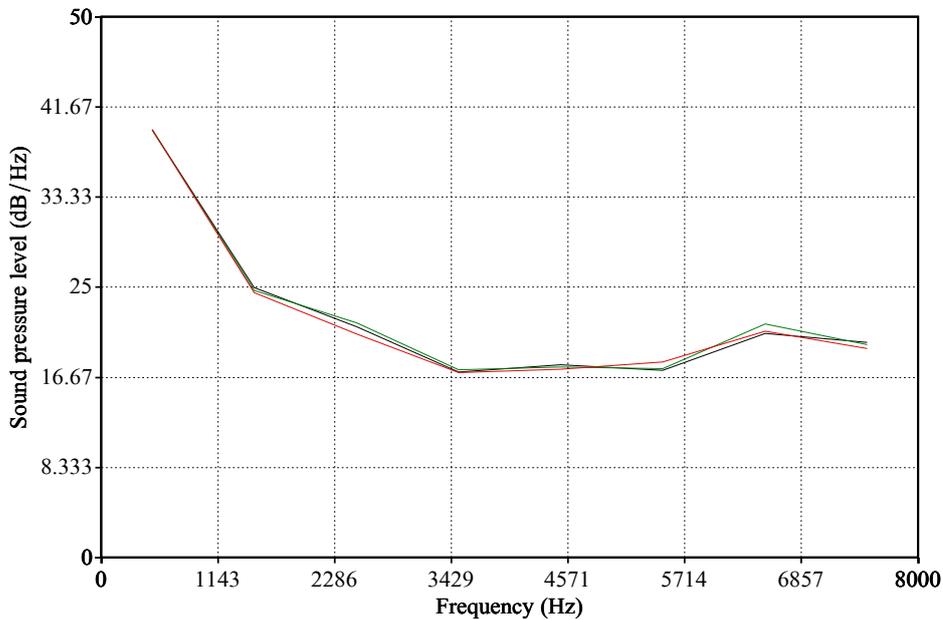


Figure 33: LTAS des CHEP1 aux 3 temps opératoires

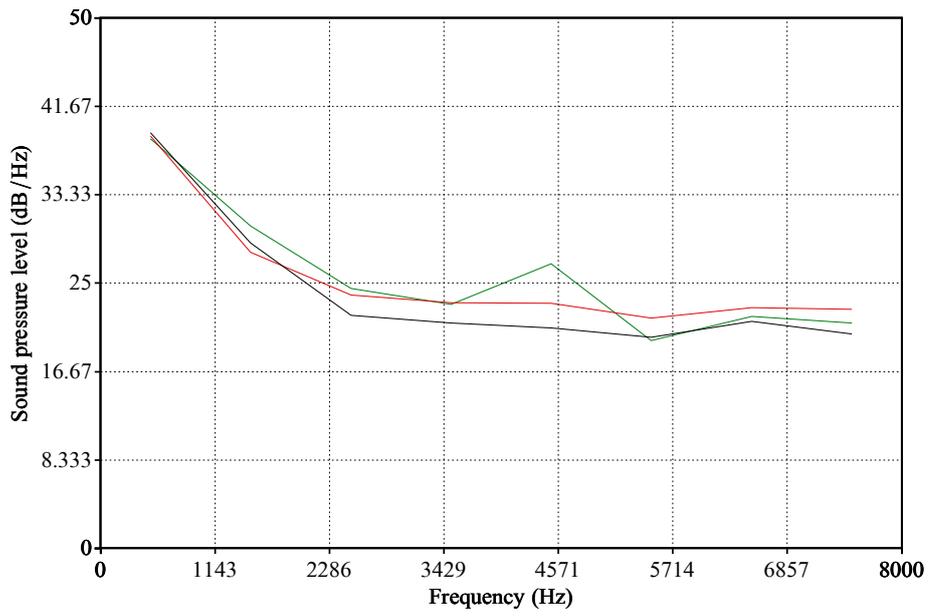


Figure 34: LTAS des CHP1 aux 3 temps opératoires

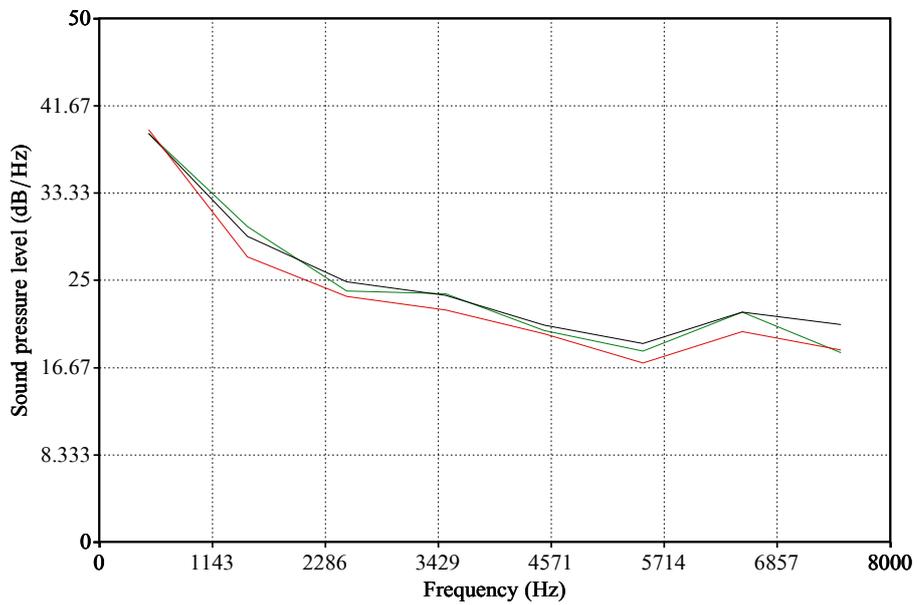


Figure 35 : LTAS des CHP2 aux 3 temps opératoires

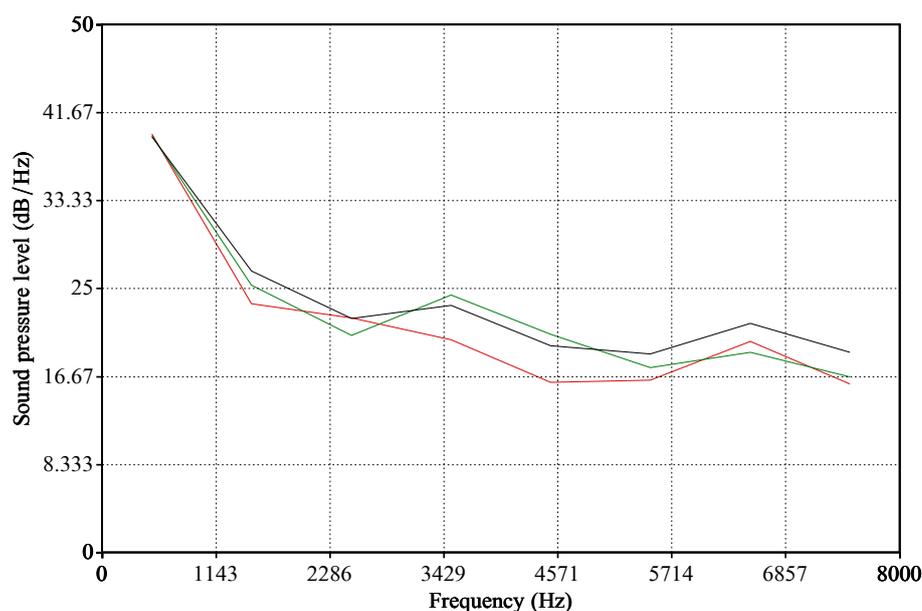


Tableau 19 : Valeurs obtenues (arrondies) pour le Rapport moyenné entre les Basses et Hautes fréquences (RBH). Ce rapport est calculé par *Praat* sur chaque LTAS moyenné aux 3 temps opératoires pour chaque chirurgie. Le rapport moyenné pour les témoins est de -29,65 dB.

chirurgie	post_op	RBH
CHP1	3	-13
CHP1	6	-12,03
CHP1	12	-14,18
CHP2	3	-15,09
CHP2	6	-12,78
CHP2	12	-15,05
CHEP1	3	-11,72
CHEP1	6	-12,2
CHEP1	12	-10,22
CHEP2	3	-10,81
CHEP2	6	-10,61
CHEP2	12	-11,53
HLPSC	3	-8,17
HLPSC	6	-8,17
HLPSC	12	-6,99
FL	3	-12,9
FL	6	-13,3
FL	12	-13,23

LES PRAXIES

Les praxies linguales : elles sont à réaliser par série de dix mouvements consécutifs, les limites étant toujours la douleur.

Les praxies labiales : elles rentrent plus dans le cadre de tonification de la sphère oro-faciale plutôt que dans le travail de voix à proprement parler. Ils seront plus utiles pour la rééducation de la déglutition.

LA FERMETURE DE LA NEOGLOTTE

Les glottages soufflés : Ils se pratiquent sur l'expiration. Le principe est de souffler par la bouche et d'entraîner brutalement une fermeture glottique en fermant le larynx comme un robinet. Ces exercices de glottage peuvent être renforcés par une stimulation d'effort. Ils être répétés fréquemment dans la journée, mais sans excéder quelques minutes.

Les glottages voisés : leur indication est identique à celles des glottages soufflés. Dès que la sonorisation sera possible et stable ces exercices seront abandonnés.

Les fricatives sonores : le principe est de produire des syllabes en prolongeant un phonème fricatif sonore associé à une voyelle. Cet exercice est à synchroniser avec la respiration abdominale et avec les manipulations laryngées si nécessaire.

La mobilisation du ou des aryténoïdes restants : il s'agit d'un travail de bascule antéro-postérieure et transversale du ou des cartilages aryténoïdes. Les exercices suggérés sont : la production des petits reniflements toniques et brefs par deux séries de 5 reniflements ; la répétition des phonèmes /CH/ et /L/ en forçant l'articulation (mise en tension du/des aryténoïdes.)

Les manipulations laryngées : la pratique de ces manipulations doit être prudente. Elles ne sont pratiquées que quelques semaines après la cicatrisation. On peut proposer des manipulations externes, en aidant cette mise en tension par un rapprochement manuel. Le thérapeute place la ou les mains de part et d'autre du néolarynx, et rapproche les structures anatomiques restantes en faisant produire les sons cités précédemment au patient.

LE TRAVAIL DU VIBRATEUR LARYNGE

Le souffle : permettre au patient de produire un premier son puis d'allonger ce temps vibratoire sur deux puis trois, puis quatre syllabes, jusqu'à allonger les mots ou les phrases.

Adaptation de l'exercice du « sagittaire » : Il s'agit de réaliser l'exercice du « sagittaire » (qui consiste, après inspiration, en trois petites expirations successives) en voix chuchotée puis parlée avec voisement. (voyelles tenues ; /m / et /aum/ émis à différentes hauteurs ; voyelles enchaînées : ae,oe,iu, groupes consonantiques).

Etude rétrospective longitudinale acoustique et perceptive des voix de substitution après laryngectomie partielle.

Résumé :

Le but de notre étude longitudinale était de décrire les altérations acoustiques et perceptives observées dans les voix dites « de substitution » après quatre types de laryngectomies partielles à 3, 6 et 12 mois post opératoire pour une population de 33 patients. Deux échelles perceptives (GRB et IINFVo) ont été comparées, ainsi qu'un test d'identification des voyelles qui a été corrélé aux analyses acoustiques des triangles vocaliques. L'évolution du spectre moyenné à long terme (LTAS) ainsi que des TMP et débit phonatoire complètent notre étude. Les résultats obtenus nous ont permis de proposer des recommandations pour la rééducation vocale.

Mots-clés : laryngectomie partielle, voix de substitution, analyse spectrale, voyelles, échelle IINFVo

Abstract :

The aim of this longitudinal study was to point out and describe the progress of acoustic and perceptual alteration in substitution voice after four partial laryngectomies. Vocal analysis was performed on 33 patients with different partial laryngectomies, at 3, 6 and 12 months after surgery. Two perceptual scales (GRB & IINFVo) were compared for relevance mean. A perceptual vowel identification test using Praat © was correlated to acoustic analysis of the vocalic triangle to better understand the mistakes. The evolution of the frequency distribution while speaking was explored with the Long Term average Spectrum (LTAS) as well as the temporal parameter (MPT, speech rate). Our results could suggest some hints and recommendations for vocal rehabilitation.

Key - words: partial laryngectomy, substitution voicing, spectral analysis, vowels, IINFVo

67 références bibliographiques

60 pages rédactionnelles et 20 pages d'annexes