



Master

2012

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Etablissement de normes de nasalance sur une population adulte de
langue maternelle française ne présentant pas de rhinolalie

Tourmel, Manon

How to cite

TOURMEL, Manon. Etablissement de normes de nasalance sur une population adulte de langue maternelle française ne présentant pas de rhinolalie. Master, 2012.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:23484>



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

**FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION**
Section de psychologie

Septembre 2012

Mémoire de Maîtrise Universitaire en Logopédie

**Etablissement de normes de nasalance sur
une population adulte de langue maternelle
française ne présentant pas de rhinolalie**

Manon Tourmel

Directeur de recherche : Igor Leuchter
Membres du jury : Pascal Zesiger et Hélène Delage

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier notre directeur de mémoire, le Docteur Igor Leuchter, pour son encadrement tout au long de ce travail ainsi que pour ses corrections et remarques pour la rédaction.

Je remercie le Professeur Pascal Zesiger pour ses conseils et son aide précieuse pour les analyses statistiques.

Je tiens également à remercier chaleureusement ma binôme, Emmanuelle Garnier, amie et complice, avec qui j'ai eu grand plaisir à travailler et à collaborer sur ce projet tout au long de ces deux années.

J'adresse mes remerciements à ma responsable de stage durant cette dernière année d'étude, Marie Di Pietro, logopédiste, pour avoir accepté de relire mon mémoire.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, Igor Leuchter, Pascal Zesiger et Hélène Delage, pour l'honneur qu'ils me font de lire et d'examiner mon mémoire.

Un grand merci à tous les participants de notre étude, majoritairement des élèves de notre promotion, de nous avoir consacré du temps pour la passation.

Enfin, une pensée affectueuse à ma famille et à mes proches pour leur soutien et leurs encouragements pendant mes années d'études.

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	1
Introduction.....	2
PREMIERE PARTIE: PARTIE THEORIQUE.....	4
1. Fonctionnement du voile du palais et fermeture vélopharyngée	4
1.1. Fonctionnement normal du voile du palais et production normale de la parole	5
1.2. Fonctionnement pathologique du voile du palais	8
2. Prise en charge pluridisciplinaire et évaluation de l'insuffisance vélopharyngée	10
2.1. Evaluation clinique : observation directe et nasofibroscopie.....	10
2.2. Tests cliniques.....	10
2.3. Evaluation perceptive	11
2.4. Evaluation instrumentale	13
2.4.1. Méthode aérodynamique	13
2.4.2. Méthode acoustique : la nasométrie	13
2.4.2.1. Avantages du nasomètre.....	14
2.4.2.2. Limites et controverses de la nasométrie	14
3. Normes de nasalance pour différentes langues.....	15
3.1. Normes de nasalance pour du matériel textuel et phrastique.....	16
3.1.1. Anglais	16
3.1.2. Autres langues : français canadien, espagnol d'Amérique du Sud, japonais, flamand, cantonais, hongrois, portugais européen et grec	18
3.2. Normes de nasalance pour d'autres stimuli	22
4. Les différentes variables influant sur les valeurs de nasalance.....	25
4.1. Effet de la langue parlée	25
4.2. Influence des caractéristiques de la langue étudiée	25
4.3. Effet du dialecte.....	26
4.4. Effet des voyelles	26
4.5. Effet de genre	27
4.6. Effet d'âge	27
5. Problématique et but de la recherche	28

DEUXIEME PARTIE: PARTIE EXPERIMENTALE	30
METHODE.....	30
1. But de l'expérience.....	30
2. Participants	30
3. Matériel	32
3.1. Enregistrement vocal.....	32
3.2. Le nasomètre	32
3.3. Protocole d'évaluation de la nasalance.....	33
3.3.1. Les voyelles isolées tenues	34
3.3.2. Les monosyllabes (Consonne-Voyelle)	34
3.3.3. Les phrases	35
3.3.4. Les textes.....	36
4. Procédure	36
5. Traitement des données	37
6. Hypothèses opérationnelles.....	38
RESULTATS	40
1. Voyelles	40
2. Monosyllabes	44
3. Phrases.....	46
4. Textes	48
5. Sélection des items pour le protocole court applicable en clinique : récapitulatif	49
 TROISIEME PARTIE: DISCUSSION ET CONCLUSION	 50
1. Effet de contexte.....	50
2. Statut du /i/	51
3. Interaction entre le genre et le contexte.....	52
4. Comparaison de normes	53
4.1. Français romand versus autres langues	53
4.2. Français romand versus français canadien.....	54
4.3. Variabilité inter-individuelle pour les normes obtenues en français	54
5. Longueur des items	55
6. Population	56

7. Protocole court d'évaluation de la nasalance	56
8. Limites et perspectives futures.....	57
 Références bibliographiques	 58
 Annexes.....	 62
Annexe I : Questionnaire pour les participants.....	62
Annexe II : Textes du protocole.....	64
Annexe III : Protocole d'évaluation de la nasalance.....	67
Annexe IV : Formulaire d'information et de consentement.....	71
Annexe V : Consigne générale.....	75
Annexe VI : Protocole court d'évaluation de la nasalance	76

RESUME

La nasalance est le rapport entre l'énergie acoustique nasale et la somme de l'énergie acoustique orale et nasale, elle s'exprime en pourcentage. Cette étude avait pour but d'établir des normes de nasalance pour le français dans la région romande. Quatorze hommes et 23 femmes, de langue maternelle française, âgés de 18 à 62 ans et ne présentant pas de rhinolalie ont répété et lu 4 types de stimuli (voyelles, monosyllabes, phrases et textes) dans différents contextes (oral, mixte et nasal). Leurs productions ont été enregistrées et mesurées avec un nasomètre (Nasometer™ II, version 3.2.2). Les résultats des analyses statistiques (ANOVA) ont montré un effet de contexte, le statut particulier du /i/ par rapport aux autres voyelles, et une interaction entre le genre et le contexte pour les monosyllabes et les phrases. Ces données nous ont permis de créer un protocole court d'évaluation de la nasalance applicable auprès de populations cliniques.

INTRODUCTION

Le voile du palais joue un rôle essentiel dans la production de la parole. En effet, un fonctionnement pathologique du voile du palais entraîne une modification de la voix, et plus particulièrement du timbre de la voix. La sévérité de ce trouble est mesurable grâce à un outil informatisé – le nasomètre – qui mesure la nasalance, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie acoustique nasale et la somme de l'énergie acoustique orale et nasale (exprimé en pourcentage de nasalance). Les valeurs de nasalance sont obtenues lors de la répétition ou de la lecture d'items, le plus souvent dans différents contextes (contexte oral – contexte dépourvu de phonèmes nasaux ; contexte nasal – contexte contenant une grande quantité de phonèmes nasaux ; contexte mixte – contexte contenant des phonèmes nasaux mais proportionnellement moins que le contexte nasal).

Afin de pouvoir évaluer la nasalance chez un patient, il faut au préalable disposer de normes de nasalance pour pouvoir comparer les valeurs du patient à des données normatives obtenues auprès de sujets contrôles. La plupart des données normatives recensées dans la littérature ont été établies en langue anglaise pour du matériel textuel. Néanmoins, depuis un certain nombre d'années, des études ont été menées dans différents pays dans le but d'obtenir des normes pour d'autres langues. Des valeurs normatives sont donc disponibles en français canadien, en espagnol d'Amérique du Sud, en flamand, en japonais, en cantonais, en hongrois, en portugais et en grec. Le matériel utilisé dans ces études était essentiellement des textes et des phrases, cependant quelques auteurs ont mesuré la nasalance pour d'autres stimuli (voyelles, syllabes et séries automatiques).

Peu d'études ont été menées auprès de populations francophones. Les seules valeurs normées pour le français ont été obtenues dans le cadre d'études se déroulant au Canada (Leeper, Rochat & MacKay, 1992 cité dans Rochet, Rochet, Sovis & Mielke, 1998 ; Rochet, Rochet, Sovis & Mielke, 1998). La première étude a été menée auprès d'une population bilingue anglais-français canadien et les auteurs des études canadiennes ont mesuré la nasalance uniquement pour des stimuli textuels. Aucune norme n'est disponible pour le français romand.

Dans la présente étude, notre objectif est d'obtenir des normes de nasalance sur une population saine (ne présentant pas de rhinolalie) de langue maternelle française dans la région romande. Nous avons développé un protocole d'évaluation instrumentale de la nasalance portant sur différents types de stimuli (voyelles isolées, monosyllabes, phrases et

textes) dans différents contextes (oral, nasal et mixte). Le but final de notre recherche est de créer un protocole court d'évaluation de la nasalance applicable auprès de populations cliniques, nous avons pour cela sélectionné des items du protocole initial sur la base des résultats des analyses statistiques.

PREMIERE PARTIE : PARTIE THEORIQUE

1. Fonctionnement du voile du palais et fermeture vélopharyngée

Le voile du palais, ou palais mou (Figure 1A), est une structure musculo-membraneuse mobile, située en arrière du palais osseux (Figure 1B). Le voile du palais se contracte afin de former une valve permettant la fermeture de l'isthme du pharynx (Figure 1C) qui fait communiquer le nasopharynx – ou cavité nasale - et l'oropharynx – ou cavité orale. La fermeture entre ces deux étages pharyngés - la fermeture vélopharyngée - est donc due à la combinaison des mouvements coordonnés du pharynx et du voile du palais, formant un véritable sphincter. Trois muscles sont impliqués. Le muscle tenseur du voile est le muscle principal qui permet la fermeture du nasopharynx. Le muscle releveur du voile permet d'élever le voile car, pour que le voile s'applique bien sur le pharynx, il faut qu'il soit tendu et relevé. La contraction du muscle constricteur supérieur du pharynx permet un rétrécissement postérieur du sphincter vélo-pharyngé. On note parfois l'apparition d'une saillie muqueuse - appelée « bourrelet de Passavant » - dans la paroi postérieure du pharynx due à la contraction du muscle constricteur supérieur qui permet une meilleure fermeture vélo-pharyngée car c'est contre ce bourrelet que vient s'appuyer le voile du palais (Figure 2). Ce bourrelet est présent chez seulement 30% des sujets normaux et pourrait représenter une compensation d'une insuffisance vélopharyngée (Isberg & Henningsson, 1990, cité dans Gysin, Hainard & Dulguerov, 2009). La fermeture vélopharyngée peut être de deux types : en « clapet », où le voile s'élève et se bombe, venant au contact de la paroi postérieure ; en « sphincter », où la fermeture vélopharyngée résulte de la combinaison du mouvement du voile et des parois latérales et postérieure du pharynx, dans ce cas l'action du voile est moindre (Skolnick, McCall & Barnes, 1973).

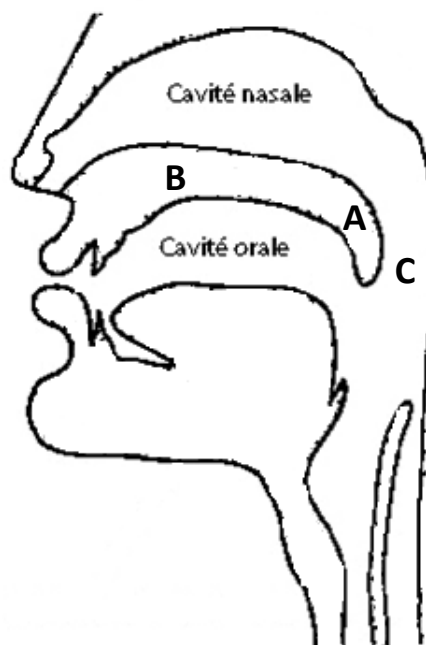


Figure 1 A, B, C : schéma des cavités orale et nasales, du palais mou (A), du palais osseux (B) et de l'isthme du pharynx (C) (site Web de l'Université de Lausanne).

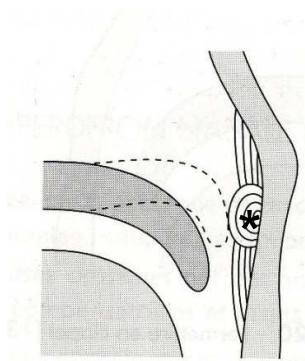


Figure 2 : schéma du mouvement du voile et du « bourrelet de Passavant » (*) (Wytttenbach, 2009).

1.1. Fonctionnement normal du voile du palais et production normale de la parole

Au carrefour du pharynx, le passage de l'air va varier en fonction de la position du voile du palais. Si le voile du palais est abaissé, une partie de l'air traversera les fosses nasales, l'autre partie poursuivant son chemin à travers la cavité buccale. Si le voile du palais est relevé, l'accès aux fosses nasales est bloqué, et l'air ne peut traverser que la cavité buccale.

En plus de son rôle évident dans la respiration et dans la déglutition (une perturbation de l'élévation du voile peut entraîner une régurgitation nasale), le voile du palais joue un rôle essentiel dans la phonation¹. En effet, si l'on considère un des modes d'articulation² (oral versus nasal), certains phonèmes de la langue française se distinguent selon que l'air expiré durant la phonation ne passe pas, ou passe en partie par le nez. La langue française étant faite de phonèmes oraux et de phonèmes nasaux, une modification occlusion-ouverture (ou vice-versa) du voile du palais dans un temps très court est nécessaire durant la phonation. C'est donc le mouvement du voile qui est le seul critère permettant de différencier deux sons qui ont par ailleurs le même point d'articulation³, par exemple : b/m; d/n ; a/ã ; o/õ (Figure 3 a, b, c, d). La langue française compte 38 phonèmes au total : 16 voyelles, 19 consonnes et 3 semi-voyelles (Brin, Lederlé & Masy, 2004). La majorité des phonèmes sont oraux : 12 voyelles (/a/, /ɑ/, /ə/, /ø/, /œ/, /e/, /ɛ/, /i/, /o/, /ɔ/, /y/ et /u/) et 15 consonnes (/b/, /s/, /k/, /d/, /f/, /g/, /ʒ/, /l/, /p/, /ʁ/, /t/, /v/, /z/, /ʃ/ et /h/). Pour les phonèmes oraux, la majorité du son (énergie acoustique) passe par la bouche. Le voile du palais reste contracté pendant la production de ces phonèmes oraux et fermement appliqué contre la paroi pharyngée. L'isthme du pharynx est ouvert la majorité du temps et permet une respiration nasale. Il est fermé lors de la déglutition et lors de la phonation de l'ensemble des phonèmes hormis les phonèmes nasaux. En français, seuls huit sont des phonèmes nasaux : quatre voyelles (/ã/, /õ/, /ɛ̃/ et /œ̃/) et quatre consonnes (/m/, /n/, /ɲ/ et /ŋ/). Comme présenté dans le tableau I, la fréquence des phonèmes nasaux (calculée à partir de la production orale de sujets sains ; Goasdoué, Courties & Sabathié, 2000) est de 13.5% dans le langage courant en français. Ces auteurs n'ont néanmoins pas inclus dans leur analyse le phonème /ŋ/, venu de l'anglo-saxon.

¹ La phonation est l'ensemble des phénomènes volontaires (mouvements respiratoires adaptés à la parole, vibration des cordes vocales, modulation de la voix dans les résonateurs du conduit vocal) entraînant la production des sons dans le langage articulé (Brin et al., 2004).

² Le mode d'articulation se définit comme le mode de production d'un phonème, décrit suivant les caractéristiques des mouvements articulatoires qui concourent à sa production. Les modes d'articulation se combinent de façon binaire pour former les oppositions : occlusives/constrictives, orales/nasales, et sourdes/sonores (Brin et al., 2004).

³ Le point ou lieu d'articulation désigne la ou les parties du canal vocal à l'endroit où il est le plus rétréci. Pour les consonnes, les lieux d'articulation vont des lèvres jusqu'au pharynx en passant par les différentes parties du palais ou de la langue. Pour les voyelles, les lieux d'articulation sont déterminés selon la partie de la langue la plus rapprochée du palais (antérieur ou postérieur) (Brin et al., 2004).

Occlusion vélopharyngée

Résonance nasale

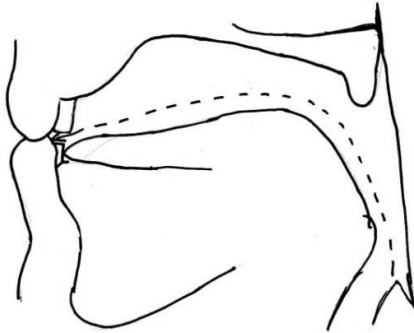
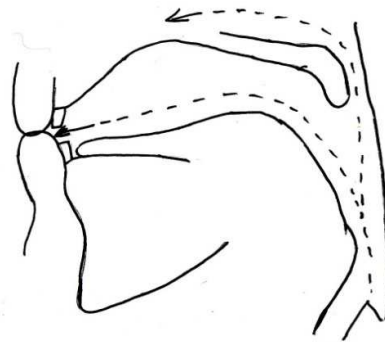
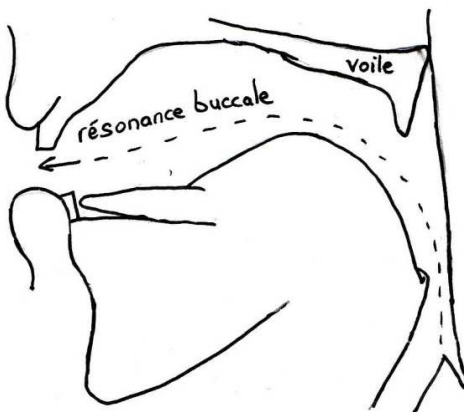
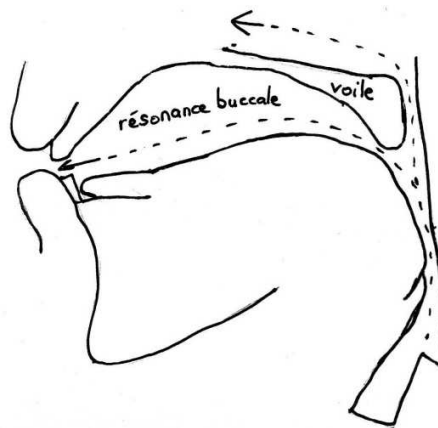
a. *Articulation /b/*b. *Articulation /m/*c. *Articulation /a/*d. *Articulation /ã/*

Figure 3 a, b, c, d : mouvement vélaire lors de la production de la consonne orale /b/ (a), nasale /m/ (b), de la voyelle orale /a/ (c) et nasale /ã/ (d) (Wyttenbach, 2009).

Tableau I : fréquence des phonèmes nasaux en français (Goasdoué et al., 2000).

Phonèmes nasaux (notation API ⁴)	Fréquence (%)
m	3.4
n	2.8
ã	3.3
õ	2.0
ẽ	1.4
œ	0.5
ɲ	0.1
total	13.5

⁴ API : Alphabet Phonétique International

1.2. Fonctionnement pathologique du voile du palais

L'insuffisance vélopharyngée est un défaut de fermeture du vélopharynx (Gysin, Hainard & Dulguero, 2009) qui entraîne une modification pathologique de certaines caractéristiques de la voix. La voix est définie comme un souffle sonorisé par les cordes vocales, amplifié et modulé par les cavités de résonance sus-laryngée (pharynx, cavités orale et nasale) et ayant des caractéristiques de fréquence (aiguë, grave), d'intensité (forte, faible) et de timbre (concerne l'ensemble des caractéristiques propres à chaque voix, par exemple : clair, voilé) (Brin et al., 2004). Le nasonnement est une des altérations possibles du timbre, et se caractérise par une modification de la résonance et de l'articulation. Ces deux paramètres peuvent être altérés dans le cadre d'une pathologie du voile. La participation normale de la cavité nasale étant modifiée, il en découle une modification du timbre (qui pourra être hypernasal, ou hypo-nasal comme lors d'un rhume), et de l'articulation avec altération du mode articutoire (nasal versus oral, par exemple le phonème /b/ sera produit /m/).

Trois types de rhinolalie sont généralement distingués (Gysin et al, 2009) :

La rhinolalie ouverte – ou nasonnement, hypernasalité, hyperrhinolalie ou hyperrhinophonie - correspond à une fermeture incomplète de l'isthme du pharynx. Lors de la production de phonèmes oraux, une partie de l'air passe par les fosses nasales et entraîne une modification de la résonance. De nombreuses pathologies peuvent entraîner une insuffisance vélopharyngée, l'étiologie peut être classée en fonction du type d'anomalie observée. Il peut s'agir : a) d'une anomalie de structure, avec un déficit tissulaire (par exemple lors de fente palatine), b) d'une anomalie de fonction en présence d'une structure normale (par exemple lors de surdité), ou c) d'une anomalie dynamique, observée lors d'affections neuromusculaires (par exemple lors de myasthénie⁵). Les fentes labiales et palatines sont une des causes d'insuffisance vélo-pharyngée et sont l'une des malformations congénitales les plus fréquentes de la tête et du cou : environ un bébé sur 700 naît avec une fente faciale et/ou palatine. Il s'agit d'une forme non-syndromique dans 90% des cas et d'une forme syndromique (associée à d'autres malformations) dans 10% des cas.

⁵ La myasthénie est une maladie neuro-musculaire auto-immune avec une atteinte des muscles de la sphère oro-pharyngo-laryngée dans 15 à 20% des cas (Robert, 2009).

Dans la rhinolalie ouverte, il est possible de noter une déperdition nasale (passage soudain d'air par les fosses nasales), un souffle nasal (le flux d'air est plus important et provoque des turbulences audibles, surtout dans le silence qui précède une consonne occlusive) et/ou un ronflement nasal (ébranlement des végétations ou de la muqueuse par le passage d'air). Le sujet, en essayant de compenser sa rhinolalie ouverte, peut produire plusieurs attitudes vocales « vicieuses », dont le nasillement (contraction du larynx et du pharynx, utilisé pour lutter contre le nasonnement et qui résulte en une voix plus aiguë et des fréquences graves réduites) ; le coup de glotte (fermeture glottique exécutée en lieu et place d'une consonne occlusive dont la réalisation est impossible) et/ou le souffle rauque (réalisé à la place d'une consonne constrictive).

La rhinolalie fermée – ou hyponasalité, hyporhinolalie ou hyporhinophonie - correspond à une obstruction du passage nasal ou nasopharyngé lors de la phonation produisant une résonance orale lors de la production de phonèmes nasaux. Une rhinolalie fermée ne résulte que rarement d'un dysfonctionnement du vélopharynx. Elle est due à une altération structurelle, provoquant une obstruction des voies aériennes du nez et du nasopharynx. Au niveau nasopharyngé il peut s'agir d'une hypertrophie des végétations adénoïdes, de tumeurs bénignes ou de tumeurs malignes. Au niveau nasal, une des causes les plus fréquentes est la polypose nasale⁶, mais des tumeurs bénignes ou malignes peuvent également être observées.

La rhinolalie mixte correspond à une combinaison d'une rhinolalie ouverte et d'une rhinolalie fermée, et est causée par une incompétence vélaire associée à une obstruction des fosses nasales. Dans ce cas, les phonèmes nasaux sont trop oralisés alors que les phonèmes oraux sont trop nasalisés. La rhinolalie mixte peut être observée chez un sujet présentant une rhinolalie ouverte associée à une obstruction des fosses nasales, lors d'un rhume par exemple.

⁶ La polypose nasale est une rhinite inflammatoire chronique qui se caractérise par la présence de tumeurs bénignes, développées aux dépens de la muqueuse nasale. Elle se manifeste par une obstruction nasale.

2. Prise en charge pluridisciplinaire et évaluation de l'insuffisance vélopharyngée

La prise en charge des patients présentant une pathologie du voile du palais requiert une approche pluridisciplinaire comprenant au minimum un phoniatre et une logopédiste, et souvent un chirurgien. Chacun de ces intervenants aura un rôle spécifique d'évaluation, de prise en charge thérapeutique ou chirurgicale selon les cas.

2.1. Evaluation clinique : observation directe et nasofibroscopie

En premier lieu, un examen Oto-Rhino-Laryngologique (ORL) est nécessaire. L'étape clé de l'examen direct de la cavité buccale est l'examen du voile du palais et de sa mobilité. Le voile du palais est étudié au repos ce qui permet d'apprécier sa longueur, sa forme, ainsi qu'éventuellement la présence de perforations et/ou de cicatrices. Il est également examiné en mouvement lors de la phonation de la voyelle tenue /a:/ afin d'étudier la dynamique vélaire en évaluant sa mobilité, sa souplesse, son degré d'élévation, la fermeture de l'isthme du pharynx et la distance entre le bord postérieur du voile et la paroi pharyngée postérieure (Gysin et al., 2009).

La nasofibroscopie permet, au moyen d'une fibre optique souple, de passer à travers les fosses nasales et d'observer directement la valve vélopharyngée depuis le nasopharynx. En général, la mobilité du voile est évaluée en faisant répéter la syllabe /pa/ qui entraîne une bonne fermeture vélaire, le clinicien fait également répéter les phonèmes /a/, /i/ et /s/ et observe la déglutition salivaire (Gysin et al., 2009).

2.2. Tests cliniques

Il existe des tests cliniques simples permettant d'observer une déperdition nasale d'air pendant la phonation.

Le « test du cul-de sac » (Gutzmann, 1913, cité dans Gysin et al., 2009) est simple à réaliser : il est demandé au patient de produire des voyelles tenues telles que /a:/ et /i:/ avec et sans pincer le nez. Dans le cas d'une bonne fermeture vélaire, la production d'un même

phonème est similaire au niveau perceptif quelle que soit la condition (avec ou sans pincement de nez). En opposition, une différence de sons perçue entre les deux conditions est un indicateur d'une mauvaise fermeture vélo-pharyngée.

Le « test au miroir » de Glatzel permet de mettre en évidence une déperdition d'air par voie nasale par une trace de buée laissée sur un miroir métallique positionné contre la lèvre supérieure. Il est demandé au patient de produire des syllabes redoublées telle que /papapapapapa/ ou des voyelles tenues telle que /a:/. Ces tests simples restent néanmoins qualitatifs.

2.3. Evaluation perceptive

L'évaluation perceptive est une évaluation « à l'oreille » de la voix. L'évaluation perceptive de l'insuffisance vélopharyngée est primordiale car c'est à l'issue de cette évaluation – conjointement à une demande spécifique du patient et/ou de son entourage – que sera prise la décision d'un traitement. L'évaluation perceptive fournit une information importante en ce qui concerne les paramètres d'articulation et de résonance de la voix, ainsi que l'intelligibilité du discours (caractère de ce qui peut être compris par l'auditeur), et elle donne des indications concernant la fonction vélopharyngienne pendant la parole (Prathanee, 2012).

Il existe deux classifications acoustiques des troubles phonétiques liés à une insuffisance fonctionnelle du voile : la classification de Borel-Maisonny (1996) et celle de Vernel-Bonneau et Thibault (1999) (Gysin et al., 2009).

La classification de Borel-Maisonny permet de classer la phonation des patients en trois types en fonction des caractéristiques de la voix et de la sévérité des troubles :

- Phonation I : il s'agit de la situation physiologique « normale ». Le timbre est normal mais des troubles articulatoires sont possibles.
- Phonation II : elle consiste en un trouble du timbre, une insuffisance vélaire et une fuite d'air par le nez audible et décelable sur un miroir métallique. Si le timbre est franchement nasalisé, on qualifiera la phonation de Phonation II M « mauvaise ».
- Phonation III : il existe des consonnes de substitution, des coups de glotte ou souffles rauques, même isolés et limités à un seul phonème.

La classification de Vernel-Bonneau et Thibault s'inspire largement de la première classification et distingue également trois types de phonations :

- Phonation I : phonation normale, l'intelligibilité est bonne, il n'existe pas de nasonnement.
- Phonation II : la fermeture du voile est incomplète, les mécanismes articulatoires sont normaux mais l'insuffisance vélaire entraîne une déperdition nasale et un nasonnement. A l'intérieur de cette catégorie, on distingue la phonation II B « bonne » et la phonation II M « mauvaise ». La phonation II B se traduit par une déperdition nasale et un nasonnement modérés, laissant l'intelligibilité parfaite ; la répétition est meilleure que la parole spontanée. La phonation II M se manifeste par une intelligibilité perturbée même lors de la répétition, un nasonnement très marqué dû à une déperdition nasale importante et un souffle nasal.
- Phonation III : la déperdition nasale est majeure, l'intelligibilité est très mauvaise et des troubles d'articulation sont présents avec des mécanismes de compensation (coup de glotte et souffle rauque).

Ces deux types de classification incluent également des phonations dites « mixtes » :

- Phonation I/II : parole presque normale en spontané ; une déperdition nasale est notée seulement pour certains phonèmes et mise en évidence par le test au miroir.
- Phonation II/I : déperdition nasale constante ; le voile peut se fermer dans l'effort, mais le sujet ne se sert pas de cette capacité pour tous les phonèmes.
- Phonation II/III : déperdition nasale avec coups de glotte occasionnels.
- Phonation I/III : parole sans déperdition nasale, mais entachée de certains mécanismes compensatoires (coups de glotte par exemple) en conversation spontanée, cette phonation est très rare.
- Phonation III/I : troubles phonologiques directement dus à une fente palatine ; phonation exceptionnelle pouvant exister à l'issue d'une intervention tardive sur le palais, ou dans certains cas d'insuffisance mentale.
- Phonation II/III : déperdition constante pouvant s'accompagner d'un ronflement nasal, d'un souffle nasal, auxquels s'ajoutent coups de glotte et souffles rauques sur certains phonèmes.
- Phonation III/II : parole entachée de coups de glotte et de souffles rauques auxquels s'ajoute une déperdition nasale ; phonation très mauvaise car le sujet est inintelligible.
- Phonation II/III/I : déperdition nasale intermittente, coups de glotte et souffles rauques ; le voile ferme à l'effort.
- Phonation I/II/III : phonation transitoire pouvant exister chez les sujets ayant subi une

pharyngoplastie⁷, elle évoluera vers une Phonation I/II ou Phonation I grâce à une rééducation logopédique.

2.4. Evaluation instrumentale

Pour évaluer les résultats fonctionnels des traitements chirurgicaux, pharmacologiques, logopédiques et prothétiques, des mesures objectives, fiables, faciles à utiliser et à interpréter sont nécessaires. En effet, le clinicien, considérant que son audition (même particulièrement entraînée) n'est pas assez sensible pour discriminer des indices pathologiques ténus dans le signal de parole, recherche des représentations acoustiques objectives pouvant confirmer ou infirmer son impression perceptive (Teston, 1995). Il existe deux méthodes d'évaluation instrumentale de l'insuffisance vélopharyngée : la méthode aérodynamique et la méthode acoustique.

2.4.1. Méthode aérodynamique

La méthode aérodynamique se base sur l'analyse des débits d'air expirés durant la phonation et qui sont modulés en fonction des pressions dans le conduit vocal et par le mouvement des différents articulateurs (larynx, voile, langue, lèvre). L'aérophonomètre est un appareil équipé de capteurs de débit d'air aux narines et à la bouche permettant de mesurer le rapport entre les débits d'air nasal (droit et gauche) et d'air buccal. Il permet d'évaluer s'il y a une déperdition nasale même si celle-ci n'est pas audible. Cet appareil permet de décrire des phénomènes aérodynamiques rapides et de faible amplitude. Des mesures quantitatives permettent de connaître la valeur des fuites vélaires et de les mettre en relation avec le signal de parole bien qu'il n'y ait pas de normes établies (Teston, 1995).

2.4.2 Méthode acoustique : la nasométrie

La nasométrie est une technique qui fournit un score de nasalance qui s'exprime en pourcentage. Le pourcentage de nasalance est calculé à partir de l'énergie acoustique nasale divisée par la somme de l'énergie acoustique nasale plus l'énergie acoustique buccale, multipliée par 100. Le nasomètre est un appareil informatisé constitué d'une plaque légèrement arquée comportant deux microphones, un sur la face supérieure (nez) et un sur la

⁷ La pharyngoplastie est une intervention chirurgicale visant à rallonger le voile du palais à l'aide d'un greffon constitué de muqueuse du pharynx (Gysin et al., 2009).

face inférieure (bouche), et positionné contre la lèvre supérieure du patient. Kay Elemetrics a commercialisé le premier nasomètre comme appareil de mesure et de traitement des troubles de la résonance en 1986. Le nasomètre a été introduit comme aide pour la mesure et la prise en charge des insuffisances vélopharyngées, et il est maintenant considéré comme un instrument standard de l'évaluation de la résonance (Dalston, Warren & Dalston, 1991a ; Dalston, Warren & Dalston, 1991b ; Litzaw & Dalston, 1992 ; Seaver, Dalston, Leeper & Adams, 1991).

2.4.2.1 Avantages du nasomètre

Une étude de Seaver et al. (1991) a porté sur la fiabilité du nasomètre et la stabilité des résultats dans le temps. Cent quarante huit locuteurs adultes sains ont lu oralement deux textes (« Zoo passage » et « Nasal sentences ») à quatre mois d'intervalle avec deux nasomètres différents (de même modèle) à la première et à la seconde évaluation. Les résultats ont montré d'une part des scores superposables entre les deux nasomètres du même modèle, et d'autre part une stabilité des scores de nasalance entre les deux phases de testing pour tous les participants. Le nasomètre est donc un outil fiable et les scores obtenus sont stables dans le temps.

Les données de la littérature permettent de lister les avantages suivants de la nasométrie : 1. procédure objective qui fournit des valeurs numériques ; 2. non-invasive et sans risque ; 3. résultats rapides en temps réel ; 4. applicable auprès d'enfants ; 5. peut aussi être appliquée en traitement logopédique en apportant au patient un feedback visuel de ses efforts vélaux car le degré de nasalité peut être observé sur l'écran et la nasométrie permet d'objectiver les progrès du patient en cours de rééducation logopédique et 6. les valeurs de nasalance ont une corrélation significative avec les jugements perceptifs ($r= 0.901$, $p< 0.05$) (Hirschberg, Bok, Juhasz, Trenovski, Votisky & Hirschberg, 2006 ; Gysin et al., 2009).

2.4.2.2. Limites et controverses de la nasométrie

Des recherches ont montré que la nasométrie, en dépit de son potentiel pour des évaluations précises de la résonance nasale, est aussi sujette à certaines limites. Dans l'étude de Dalston, Neiman et Gonzalez-Landa (1993), 514 patients (âgés de 3 à 56 ans) ont été vus dans trois cliniques aux Etats-Unis et en Espagne. Ils ont été évalués de manière perceptive (jugements cliniques de l'hypernasalité par un juge ne connaissant pas les valeurs de nasalance obtenues par le nasomètre) et de manière instrumentale (évaluation nasométrique). Les données du nasomètre ont été obtenues lors de la lecture (ou de la répétition) d'un texte

ne contenant pas de consonnes nasales. Les auteurs suggèrent que la nasométrie atteint son utilité clinique optimale quand elle est utilisée conjointement avec le jugement clinique, mais l'utilité de la nasométrie diminue quand elle est utilisée comme une méthode unique (Dalston et al, 1993).

D'autre part, comme le souligne Vallino-Napoli et Montgomery (1997), le score de nasalance a une implication limitée pour une comparaison entre les pays et entre les langues. En effet, l'interprétation pour qualifier une résonance comme normale ou anormale est, selon la langue étudiée, basée sur l'utilisation d'un cut-off non-spécifique à cette langue. Les auteurs estiment donc que le nasomètre doit être utilisé comme un instrument de mesure complémentaire mais ne doit pas se substituer au jugement clinique.

Enfin, même s'il a été prouvé que le nasomètre est un outil utile pour la détection et l'évaluation des hypernasalités, il subsiste des controverses quant à l'utilité du nasomètre pour d'autres problèmes de résonance nasale comme l'hyponasalité (Anderson, 1996). Peu d'informations sont disponibles concernant l'hyponasalité, néanmoins Dalston et al. (1991a) suggèrent que le nasomètre permet de diagnostiquer l'hyponasalité en complément de l'évaluation perceptive.

3. Normes de nasalance pour différentes langues

Une condition essentielle pour évaluer la résonance nasale dans une population clinique, est de comparer les scores obtenus par les patients à des données normatives, obtenues auprès d'une population saine (Okalidou, Karathanasi & Grigoraki, 2011). Ainsi, des études ont été conduites afin d'obtenir des scores de nasalance dans différentes langues auprès de populations adultes ne présentant aucun trouble de la résonance. Des normes de nasalance sont donc disponibles en anglais pour différents pays anglophones, en français canadien, en espagnol d'Amérique du Sud, en japonais, en flamand, en cantonais, en hongrois, en portugais européen et en grec.

La plupart des études ayant pour objectif d'établir des normes de nasalance ont recueillis des données lors de la lecture et/ou de la répétition d'items dans trois contextes. Le contexte oral est dépourvu de phonèmes nasaux, le contexte nasal contient une grande quantité de phonèmes nasaux et le contexte mixte contient des phonèmes nasaux, mais proportionnellement moins que le contexte nasal. Le contexte oral est utilisé pour détecter

l'hypernasalité, le score de nasalance augmente en même temps que la sévérité de la nasalité (Vallino-Napoli & Montgomery, 1997) ; le contexte nasal est utilisé pour détecter l'hyponasalité. Quant au contexte mixte, il reflète la fréquence normale des phonèmes nasaux dans le langage courant de la langue étudiée.

En langue anglaise, Dalston et al. (1991b) ont suggéré qu'une valeur de nasalance supérieure à 32% pour le texte oral (« Zoo passage ») peut être une valeur critique dans l'identification des patients avec une insuffisance vélopharyngée. En effet, les patients obtenant un score au-dessus de 32% sont typiquement jugés comme présentant une hypernasalité. De manière similaire, Dalston et al. (1991a) ont suggéré qu'un score de nasalance en-dessous de 50% pour le texte nasal est souvent associé à des jugements d'hyponasalité au moins légère à modérée.

Le nasomètre fournit différents scores dont la moyenne et l'écart-type de nasalance. La moyenne de nasalance est retenue comme la meilleure mesure pour obtenir des normes de nasalance car elle augmente proportionnellement avec la sévérité de la nasalance perçue, ce qui n'est pas le cas pour l'écart-type (Seaver et al., 1991 ; Vallino-Napoli & Montgomery, 1997).

Les études détaillées dans cette partie ont pour objectif d'établir des normes de nasalance, obtenues en utilisant une ou deux mesures statistiques (moyenne de nasalance et écart-type) fournies par le nasomètre et toutes ces études incluent des participants adultes ne présentant aucun trouble de la résonance.

3.1. Normes de nasalance pour du matériel textuel et phrastique

Le tableau II résume les normes obtenues pour du matériel textuel et phrastique pour l'anglais, le français canadien, l'espagnol d'Amérique du Sud, le flamand, le japonais, le cantonais, le hongrois, le portugais européen et le grec.

3.1.1. Anglais

Parmi les huit études publiées entre 1991 et 2012 rapportant des normes de nasalance pour l'anglais, quatre se sont déroulées aux Etats-Unis (Seaver et al., 1991 ; Litzaw & Dalston, 1992 ; Mayo, Floyd, Warren, Dalston & Mayo, 1996 ; Kay Pentax, 2008), trois au Canada (Leeper et al. , 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Kavanagh, Fee, Kalinowski, Doyle & Leeper, 1994 ; Rochet et al., 1998) et une en Irlande (Lee & Browne, 2012).

Stimuli

La majorité des normes de nasalance en anglais ont utilisé la lecture de trois textes standardisés pour trois contextes (hormis les études de Mayo et al (1996) qui ont rapporté des normes que pour les contextes oral et nasal, et Lee et Brown (2012) qui ont rapporté des normes que pour les contextes oral et mixte). Pour le contexte oral, le « Zoo passage » (Fletcher, 1972 cité dans Mayo et al., 1996) ne contient aucun phonème nasal. Pour le contexte mixte, le « Rainbow passage » (Fairbanks, 1960 cité dans Mayo et al., 1996) contient 11.5% de consonnes nasales ce qui correspond à la proportion de phonèmes nasaux dans la parole conversationnelle en Anglais. Enfin, pour le contexte nasal, les « Nasal sentences » (Fletcher, 1972 cité dans Mayo et al., 1996) contiennent 35% de consonnes nasales. Etant donné que ces études ont repris les mêmes stimuli, il est aisé de comparer les scores obtenus.

Contextes

Les moyennes de nasalance varient entre les contextes et entre les études. Pour le contexte oral, la moyenne de nasalance varie entre 11.25% (Kay Pentax, 2008) et 19% (Litzaw & Dalston, 1992). Pour le contexte mixte, la moyenne de nasalance varie entre 29.6% (Lee & Brown, 2012) et 37.1% (Kavanagh et al., 1994). Pour le contexte nasal, la moyenne de nasalance varie entre 59.55% (Kay Pentax, 2008) et 65.4% (Kavanagh et al., 1994). Nous constatons que la moyenne de nasalance pour le contexte oral est systématiquement moins élevée que celle obtenue pour le contexte mixte et, de la même manière, la moyenne de nasalance pour le contexte mixte est systématiquement moins élevée que celle obtenue pour le contexte nasal. Nous remarquons également que les scores obtenus en Anglais canadien par Kavanagh et al. (1994) pour les contextes mixte et nasal sont les plus élevés en comparaison avec les autres études en anglais.

Variabilité inter-individuelle

Comme indiqué dans le tableau II, les valeurs d'écarts-types varient entre les différentes études. En effet, pour le contexte oral, l'écart-type varie entre 2.9 (Lee & Brown, 2012) et 7 (Seaver et al., 1991); pour le contexte mixte, il varie entre 4 (Litzaw & Dalston, 1992) et 6.65 (Kay Pentax, 2008) ; et pour le contexte nasal, il varie entre 4 (Litzaw & Dalston, 1992) et 7.96 (Kay Pentax, 2008). Cette variabilité inter-individuelle se retrouve pour chacun des contextes.

Genre

Concernant le genre, les études spécifiant la population ont toutes évalué la nasalance à la fois chez des hommes et chez des femmes. Trois de ces études ont même apparié le nombre d'hommes et de femmes (Mayo et al., 1996 ; Litzaw & Dalston, 1992 ; Lee & Browne, 2012). La plupart rapportent des scores totaux mais certaines études précisent le score obtenu pour les hommes séparément de celui obtenu pour les femmes (Mayo et al., 1996 ; Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998). A partir de ces données nous observons que les moyennes de nasalance semblent être plus élevées chez les hommes que chez les femmes pour le contexte oral mais la différence la plus importante n'est que de 1.1 point de pourcentage (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998). Au contraire, pour les contextes nasal et mixte, les femmes obtiennent des moyennes de nasalance plus élevées que les hommes avec une différence de 2.2 points de pourcentage pour le contexte mixte (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998) et de 1.1 point de pourcentage pour le contexte nasal (Rochet et al., 1998).

Nombre de participants et âge

L'étude menée au Canada par Leeper et al. (1992) cité dans Rochet et al. (1998) compte le plus grand nombre de participants, 1751 adultes bilingues anglais-français au total. A l'inverse, l'étude de Lee et Browne (2012), menée en Irlande, ne compte que 30 participants.

De manière générale, les normes de nasalance ont été obtenues auprès de jeunes adultes avec une moyenne d'âge de 22.6 ans (Kavanagh et al, 1994), de 23.2 ans (Mayo et al., 1996), de 24 et 28 ans (Litzaw & Dalston, 1002) et de 33.07 ans (Seaver et al., 1991). Néanmoins, l'étude de Rochet et al. (1998) ne fournit comme information que la taille de distribution (de 20 à 85 ans), et nous pouvons supposer que la moyenne d'âge est plus élevée dans cette étude.

3.1.2. Autres langues : français canadien, espagnol d'Amérique du Sud, japonais, flamand, cantonais, hongrois, portugais européen et grec

Des normes de nasalance ont également été obtenues pour huit autres langues que l'anglais pour des stimuli textuels et/ou phrastiques. En effet, des données sont disponibles pour le français canadien (Leeper et al, 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998), l'espagnol d'Amérique du Sud (Anderson, 1996 ; Nichols, 1999), le japonais

(Tachimura, Mori, Hirata & Wada, 2000 ; Mishima, Sugii, Yamada, Imura & Sugahara, 2008), le flamand (Van Lierde, Wuyts, De Bodt & Cauwenberge, 2001), le cantonais (Whitehill, 2001), le hongrois (Hirschberg et al., 2006), le portugais européen (Falé & Hub Faria, 2008) et le grec (Okalidou et al., 2011).

Stimuli

La majorité des études ont obtenu des normes de nasalance lors de la lecture ou la répétition de stimuli de différents contextes (oral, mixte et nasal) ; seules les études en japonais rapportent des scores uniquement pour le contexte oral. La plupart des auteurs ont présenté aux participants des textes, d'autres des phrases uniquement et d'autres encore ont utilisé à la fois des textes et des phrases. Quel que soit le matériel (textes ou phrases), le contexte oral ne contient aucun phonèmes nasaux. Le pourcentage de phonèmes nasaux varie en fonction des études et des langues pour le contexte mixte et pour le contexte nasal, la constante étant qu'il y a toujours proportionnellement moins de phonèmes nasaux pour le contexte mixte par rapport au contexte nasal. Certains auteurs ont précisé que le pourcentage de phonèmes nasaux contenu dans le matériel mixte correspond ou se rapproche le plus possible du pourcentage de phonèmes nasaux contenu dans le langage courant (Rochet et al, 1998 ; Anderson, 1996, Hirschberg et al., 2006). Néanmoins, nous pouvons constater que, entre certaines études, les pourcentages de phonèmes nasaux sont clairement différents pour un même contexte. En effet, le texte mixte grec contient 8.6% de phonèmes nasaux et le texte mixte hongrois contient 25% de phonèmes nasaux, ce qui est même supérieur au texte nasal grec (23.1%). Ces pourcentages vont forcément avoir une incidence sur les scores de nasalance, et les différences de pourcentage de phonèmes nasaux constatées vont rendre moins aisée une comparaison inter-langues.

Contextes

Pour le contexte oral, la moyenne de nasalance varie entre 9.1% (japonais –Tachimura et al., 2000) et 21.95% (espagnol - Anderson, 1996). Comme évoqué précédemment, il convient d'être prudent lorsque l'on souhaite comparer les scores de nasalance obtenus dans différentes langues pour les stimuli contenant des phonèmes nasaux. D'après les données recueillies dans les différentes études, nous pouvons voir que pour le contexte mixte, la moyenne de nasalance varie entre 25% (grec - Okalidou et al., 2011) et 39.5% (hongrois – Hirschberg et al., 2006). Enfin, pour le contexte nasal, la moyenne de nasalance varie entre 35.5% (français canadien – Rochet et al., 1998) et 62% (espagnol – Anderson, 1996).

Variabilité inter-individuelle

Les valeurs d'écart-types varient en fonction des contextes et en fonction des études, mais toutes les études ne fournissent pas cette mesure. Pour le contexte oral, l'écart-type varie de 3.15 (Falé & Hub Faria, 2008) à 8.69 (Anderson, 1996) ; pour le contexte mixte, il varie de 5.2 (Rochet et al.) à 7.4 (Leeper et al, 1992 cité dans Rochet et al., 1998); et pour le contexte nasal, il varie de 6 (Nichols, 1999) à 9.1 (Leeper et al, 1992 cité dans Rochet et al., 1998). Ces valeurs mettent une nouvelle fois en évidence une certaine variabilité inter-individuelle qui se retrouve pour chacun des contextes.

Genre

La plupart des études recensées dans ce chapitre ont mesuré la nasalance à la fois chez des hommes et chez des femmes, hormis une étude en espagnol (Anderson, 1996) et l'étude en cantonais qui rapportent des scores de nasalance uniquement pour des femmes. Seules deux études ont apparié le nombre d'hommes et de femmes (japonais – Tachimura et al., 2000 ; grec – Okalidou et al., 2011). Comme pour l'anglais, certaines études rapportent les scores de nasalance des hommes séparément de ceux des femmes (français canadien - Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998 ; japonais - Mishima et al., 2008). De manière similaire à l'anglais, les données rapportées nous permettent de dire que les moyennes de nasalance semblent être plus élevées chez les hommes que chez les femmes pour le contexte oral allant jusqu'à 1.9 point de pourcentage de différence (Mishima et al., 2008) ; pour les stimuli contenant des phonèmes nasaux, les femmes semblent obtenir des moyennes de nasalance plus élevées, avec une différence allant jusqu'à 2.3 points de pourcentage pour le contexte mixte et jusqu'à 3 points de pourcentage pour le contexte nasal (Rochet et al., 1998).

Nombre de participants et âge

L'étude contenant le plus grand nombre de participants est de nouveau celle de Leeper et al. (1992) cité dans Rochet et al. (1998), elle compte 1751 participants bilingues Anglais-Français. A l'inverse, l'étude de Falé et Hub Faria (2008), menée au Portugal, ne compte que 25 participants.

De manière générale, les normes de nasalance ont été obtenues auprès de jeunes adultes avec une moyenne d'âge allant de 21 ans (Van Lierde et al., 2001) à 26.5 ans (Anderson, 1996). Néanmoins, comme déjà évoqué, l'étude de Rochet et al. (1998) ne

fournissant comme information que la taille de distribution (de 20 à 85 ans), nous pouvons supposer que la moyenne d'âge est plus élevée dans cette étude.

Tableau II : moyennes et écarts-types de nasalance pour du matériel textuel et phrastique.

Langue	Auteurs	Date	N sujets	Age moyen (écart-type)	Contexte	Matériel (textes ou phrases)	Phonèmes nasaux (%)	Moyenne (écart-type)
anglais américain	Seaver et al.	1991	148 (56H, 92F)	33.07 16 - 63	O	Zoo	0	16 (7)
					M	Rainbow	11.5	36 (6)
					N	Nasal sent.	35	62 (6)
	Litzaw et Dalston	1992	30 (15H, 15F)	H24 (2) F 28 (8)	O	Zoo	0	19 (4)
					M	Rainbow	11.5	36 (4)
					N	Nasal sent.	35	63 (4)
	Mayo et al.	1996	80 (40H, 40F)	23.2 (4.77)	O	Zoo	0	H : 17.16 (4.71) F : 18.12 (5.32)
					N	Nasal sent.	35	H : 58.78 (7.35) F : 59.85 (6.70)
	Kay Pentax	2008	40	ns	O	Zoo	0	11.25 (5.63)
					M	Rainbow	11.5	31.47 (6.65)
					N	Nasal sent.	35	59.55 (7.96)
anglais irlandais	Lee et Browne	2012	60 (30H, 30F)	ns	O	Zoo	0	11.5 (2.9)
					M	Rainbow	11.5	29.6 (5.0)
anglais canadien	Leeper et al.	1992	1751 bilingues	ns	O	Zoo	0	H : 14.5 (5.7) F : 13.6 (5.1)
					M	Rainbow	11.5	H : 33.3 (6.2) F : 35.6 (6.4)
					N	Nasal sent.	35	H : 62.2 (7.6) F : 62.5 (7.9)
	Kavanagh et al.	1994	52 (16H, 36F)	22.6 18 - 33	O	Zoo	0	13.4 (6.7)
					M	Rainbow	11.5	37.1 (5.8)
					N	Nasal sent.	35	65.4 (5.9)
	Rochet et al.	1998	315 (149H, 166 F)	20 - 85	O	Zoo	0	H : 11.3 (5.0) F : 11.5 (5.1)
					M	Rainbow	11.5	H : 32.9 (5.3) F : 34.5 (4.6)
					N	Nasal sent.	35	H : 61.6 (6.7) F : 62.7 (6.2)
français canadien	Leeper et al.	1992	1751 bilingues	ns	O	Peur du tigre	0	H : 15.6 (5.8) F : 14.4 (6.4)
					M	Petit prince	14	H : 29.4 (7.4) F : 31.0 (7.0)
					N	Blanche neige	28	H : 39.1 (9.1) F : 42.2 (8.4)
	Rochet et al.	1998	153 (60H, 93F)	20 - 85	O	Peur du tigre	0	H : 11.5 (5.1) F : 12.4 (5.2)
					M	Petit prince	14	H : 26.0 (5.2) F : 28.3 (5.5)
					N	Blanche neige	28	H : 35.5 (6.7) F : 38.5 (6.6)

espagnol (Porto-Rico)	Anderson	1996	40 F	26.5 21 - 43	O	El bosque	0	21.95 (8.69)
					M	La oveja	18	36.02 (7.05)
					N	P	33.3- 60%	62.07 (7.77)
espagnol (Mexique)	Nichols	1999	55 (24H, 31F)	ns 20 - 40	O	P	0	17.02 (6.72)
					N	P	20	55.28 (6.00)
flamand	Van Lierde et al.	2001	58 (28H, 30F)	21 19 - 27	O	T	0	10.9 (4.2)
					M	T	11.67	33.8 (5.5)
					N	T	57	55.8 (6.1)
cantonais	Whitehill	2001	141 F	21.33 (2.79) 18 - 33	O	T	0	13.68 (7.16)
					O	P	0	16.79 (5.99)
					M	T	ns	35.46 (6.22)
					N	P	ns	55.67 (7.38)
japonais	Tachimura et al.	2000	100 (50H, 50F)	24.0 (3.2)	O	Kitsutski passage	0	9.1 (3.9)
	Mishima et al.	2008	68 (31H, 37F)	H : 23.8 F : 23.2 19 - 35	O	Kitsutski passage	0	H : 10.3 F : 8.4
hongrois	Hirschberg et al.	2006	45 (ns)	ns 20 - 25	O	P	0	13.4
					M	P	25	39.5
					N	P	ns	56
portugais	Falé et Hub Faria	2008	25 (13H, 12 F)	ns 19 - 27	O	T	0	10 (3.15)
					N	T	ns	44 (8.07)
grec	Okalidou et al.	2011	80 (40H, 40F)	H : 21 (3.1) F : 20.5 (2.9)	O	T	0	12.4 (4.8)
					O	P	0	12.7 (6.4)
					M	T	8.6	25.5 (5.4)
					N	T	23.1	42 (7.8)
					N	P	23.6	42.3 (7.7)

H : Homme ; F: Femme ; ns : non spécifié ; O : Oral ; M : Mixte ; N : Nasal ; Zoo : Zoo passage ; Rainbow : Rainbow passage ; Nasal sent. : Nasal sentences ; P : Phrases ; T : texte

3.2. Normes de nasalance pour d'autres stimuli

Le tableau III résume les normes obtenues pour des phonèmes (voyelles isolées), des syllabes et des séries automatiques.

Certaines des études sus-mentionnées ont également obtenu des valeurs normatives pour d'autres stimuli dans différents contextes, en plus de celles obtenues pour des textes et/ou des phrases (hongrois – Hirschberg et al., 2006 ; japonais – Mishima et al., 2008 ; portugais – Falé & Hub Faria, 2008 ; grec – Okalidou et al., 2011). Une autre étude, menée au Japon par Prunkngarmpun, Sumita et Taniguchi (2008) a rapporté des moyennes et écarts-

types de nasalance uniquement pour des voyelles et des syllabes, et une étude, menée en Amérique du Nord par Gildersleeve-Neumann et Dalston (2001) a rapporté des valeurs normatives pour trois voyelles.

Voyelles

Quatre études ont rapporté des normes pour des phonèmes (voyelles) pour le contexte oral (anglais américain – Gildersleeve-Neumann & Dalston, 2001 ; hongrois – Hirschberg et al., 2006 ; japonais – Mishima et al., 2008 ; Prunkngarmpun et al., 2008). Pour les 4 études, nous pouvons constater que la moyenne de nasalance de la voyelle /i/ est toujours plus élevée par rapport aux autres voyelles avec une variation importante entre les études. En effet, la moyenne de nasalance pour le /i/ varie entre 21.69% (Prunkngarmpun et al., 2008) et 42.5% (Mishima et al., 2008). D'après les données disponibles, le /o/ semble être la voyelle la plus orale avec une moyenne de nasalance de 6.82% (Prunkngarmpun et al., 2008) et de 8.6% et 15, 7% (Mishima et al., 2008).

L'étude de Mishima et al. (2008), menée au Japon, rapporte les scores de nasalance des hommes séparément de ceux des femmes. Les moyennes de nasalance varient considérablement en fonction du genre ; les femmes obtiennent des valeurs plus élevées que les hommes et ce, pour toutes les voyelles testées. La différence en points de pourcentage entre les scores est de 7.1 pour le /o/, de 7.3 pour le /u/, de 8.3 pour le /e/, de 10.9 pour le /a/ et de 14 pour le /i/. Ces données suggèrent l'existence d'une différence de genre pour les voyelles orales en japonais.

Syllabes

Une étude a rapporté des normes pour des syllabes des contextes oral et mixte (japonais - Prunkngarmpun et al., 2008) ; oral et nasal (grec – Okalidou et al., 2011) ; et une étude a considéré les trois contextes (portugais – Falé & Hub Faria, 2008). Au regard des valeurs obtenues, nous constatons que les moyennes de nasalance semblent dépendantes du contexte. En effet, les moyennes de nasalance pour le contexte oral sont inférieures à celles obtenues pour le contexte mixte et les moyennes de nasalance pour le contexte mixte sont inférieures à celles obtenues pour le contexte nasal.

Séries automatiques

L'étude hongroise menée par Hirschberg et al. (2006) a introduit dans son protocole une nouvelle catégorie de stimuli, il s'agit des séries automatiques. Les auteurs ont demandé aux participants de produire deux séries automatiques, d'une part le comptage de 1 à 10 et d'autre part l'énumération des jours de la semaine, afin d'obtenir des moyennes de nasalance sur ces productions de contexte mixte. La moyenne de nasalance pour le comptage (35%) est plus élevée que celle pour les jours de la semaine (28%).

Tableau III : moyennes et écarts-types de nasalance pour les phonèmes, syllabes et séries automatiques.

Langue	Auteurs Date	N sujets	Age moyen	Contexte	Matériel	Stimuli	Moyenne (écart- type)
anglais américain	Gildersleeve- Neumann et Dalston 2001	60 (10 H ; 50F)	H : 29.1 F : 22.6	O	v	/a/	16 (13.2)
						/u/	12 (12.04)
						/i/	31 (20.12)
hongrois	Hirschberg et al. 2006	45	20 - 25	O	v	/a/ /i/	9 26
				M	aut	Comptage	35 (6.6)
						Jours	28 (3.1)
						/a/	H : 15.7 ; F : 26.6
japonais	Mishima et al. 2008	68 (31H ; 37 F)	H : 23.8 F : 23.2	O	v	/i/	H : 28.8 ; F : 42.5
						/u/	H : 11.3 ; F : 18.6
						/e/	H : 15.0 ; F : 23.3
						/o/	H : 8.6 ; F : 15.7
						/a/	16.32 (4.40)
	Prunkngarmpun et al. 2008	20	24 - 36	O	v	/i/	21.69 (12.11)
						/u/	9.05 (5.63)
						/e/	10.56 (7.55)
						/o/	6.82 (4.11)
						/aj/	21.23 (7.01)
portugais	Falé et Hub Faria 2008	25 (13H et 12 F)	19 -27	O	syl	CV	10 (2.83)
				M	syl	CnV	65 (9.74)
				N	syl	CVn	69 (12.22)
						CnVn	77 (9.45)
grec	Okalidou et al. 2011	80 (40H et 40F)	H : 21 F : 20.5	O	syl	ns	16.2 (10.9)
				N	syl	ns	66 (14.4)

O :Oral ; M :Mixte ; N : Nasal; H :Homme ; F : Femme ; ns : non spécifié ; v : voyelles ; syl : syllabes ;
aut : séries automatiques

4. Les différentes variables influant sur les valeurs de nasalance

4.1. Effet de la langue parlée

La nasalance semble être influencée par les différentes langues : une différence significative de nasalité entre les langues a été observée dans plusieurs études. L'étude de Okalidou et al., (2011) a comparé les normes de nasalance du grec avec les normes obtenues dans d'autres langues (anglais américain – Litzaw & Dalston, 1992 ; flamand – Van Lierde et al., 2001 ; néerlandais - Van de Weijer & Slis, 1991 cité dans Okalidou et al., 2011). En ce qui concerne le texte oral, les locuteurs anglais américains ont des scores de nasalance plus élevés que les locuteurs grecs ; alors qu'aucune différence n'a été trouvée entre le grec et les autres langues. En ce qui concerne les textes contenant des phonèmes nasaux (soit le texte mixte et le texte nasal), les scores de nasalance en grec étaient significativement moins élevés par rapport aux autres langues. Cette différence est explicable par le fait que le système phonotactique grec compte moins de consonnes nasales que les autres langues (voir 4.2. Influence des caractéristiques de la langue étudiée). L'étude de Van Lierde et al. (2011) a montré des différences significatives entre le flamand, l'anglais américain, l'anglais canadien et le néerlandais pour les trois contextes (oral, mixte, nasal) hormis pour les textes mixte et nasal pour lesquels il n'y a pas de différence significative entre le flamand et le néerlandais. Ces données de la littérature soulignent l'importance d'établir des normes pour les différentes langues.

4.2. Influence des caractéristiques de la langue étudiée

Un facteur majeur pour la nasalance dans la différence entre les langues est la fréquence de phonèmes nasaux, soit le rapport entre les phonèmes nasaux et les phonèmes oraux contenus dans une langue ou un dialecte. C'est pourquoi, dans la plupart des études sus-mentionnées, le matériel comprenait un texte mixte. Pour le choix du texte mixte, certains auteurs ont été attentifs au pourcentage de phonèmes nasaux, en effet, ce texte se veut le plus représentatif de la langue étudiée. Le « Rainbow passage » correspond à la proportion de phonèmes nasaux dans le discours anglais (Seaver, et al., 1991) ; il en est de même pour l'espagnol (Anderson, 1996) et pour le grec (Okalidou et al., 2011).

4.3. Effet de dialecte

Les scores de nasalance dépendent également du dialecte. L'étude américaine de Seaver et al. (1991) a mis en évidence que les locuteurs originaires de la région du Mid-Atlantic ont des moyennes significativement différentes des locuteurs des autres régions étudiées (Southern, Mid-Western, Ontario). Etant donné les valeurs élevées de nasalance pour le texte oral et pour le texte nasal pour les participants originaires du Mid-Atlantic, les auteurs suggèrent que les valeurs rapportées par Dalston et al. (1991b) ne soient pas applicables pour l'évaluation des patients qui résident dans d'autres régions d'Amérique du Nord. En effet, Seaver et al. (1991) ont trouvé que les scores moyens de nasalance pour le texte oral varient de 11% à 22% et de 57% à 66% pour les phrases nasales en fonction du dialecte parlé. Cependant, l'effet de dialecte n'est pas toujours retrouvé. Kavanagh et al. (1994) a établi des valeurs de nasalance normatives en anglais dans trois régions du Canada (Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve et Nouvelle-Ecosse) ; Mishima et al. (2008) ont comparé les moyennes de nasalance de quatre régions du Japon (Chugoku, Kinki, Shikoku et « autres régions »). Ces deux études n'ont pas trouvé de différence significative entre les régions dialectales étudiées. Les données de la littérature suggèrent la nécessité d'établir des normes régionales car un effet de langue régional peut être trouvé.

4.4. Effet des voyelles

Gildersleeve-Neuman et Dalston (2001) ont trouvé une différence entre les voyelles orales dans leur étude menée auprès de 60 adultes parlant couramment l'anglais américain et originaires de différents pays. Les résultats ont montré une différence entre le /i/ et les voyelles /a/ et /u/. Les auteurs ont suggéré que la position articuloire prise lors de la production de chacune de ces voyelles pourrait expliquer cette différence. En effet, la production de la voyelle /a/ crée une résistance relativement faible au flux d'air (et au passage du son) par la cavité buccale. Par conséquent, on pourrait s'attendre à peu ou pas de passage du son à travers la cavité nasale. A l'inverse, à la fois le /i/ et le /u/ imposent une résistance relativement plus élevée au flux d'air (et au passage du son) passant par la bouche, ce qui entraîne une augmentation du flux d'air à travers la cavité nasale. La raison pour laquelle le /u/ est réalisé avec une nasalance plus faible que le /i/ pourrait être en lien avec la position de la langue à proximité immédiate du voile durant la production du /u/. Cette position linguale

aurait tendance à freiner les oscillations vélares et ainsi à réduire le passage du son dans la cavité nasale. Au contraire, lors de la production du /i/, une plus grande surface du palais serait exposée aux vibrations acoustiques ce qui augmenterait l'efficacité du passage du son à travers la cavité nasale augmentant ainsi la nasalance (Zajac, 2000 cité dans Gildersleeve-Neuman & Dalston, 2001).

4.5. Effet de genre

Plusieurs des études sus-mentionnées ont également ciblé une part de leurs investigations sur les différences de genre dans les scores de nasalance. Quelques études ont indiqué que les femmes ont des scores de nasalance plus élevés que les hommes, principalement lors de la lecture de matériel contenant des nasales (Seaver et al., 1991 ; Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Kavanagh et al., 1994 ; Rochet et al., 1998 ; Nichols, 1999 ; Van Lierde et al., 2001 ; Mishima et al., 2008). D'autres études, quant à elles, n'ont pas trouvé de différences significatives entre les hommes et les femmes (Litzaw & Dalston, 1992 ; Mayo et al., 1996 ; Tachimura et al., 2000 ; Hirschberg et al., 2006 ; Okalidou et al., 2011 ; Lee & Browne, 2012). Généralement, les différences de genre obtenues sur la nasalance moyenne étaient significatives mais de petite taille avec une différence de seulement 1 point de pourcentage pour Nichols (1999) et de 2 points de pourcentage pour Seaver et al (1991). Toutefois, Vallino-Napoli et Montgomery (1997) ont rapporté que les femmes présentant une hypernasalité obtenaient des scores de nasalance plus élevés que des hommes présentant une hypernasalité. Donc, les auteurs présument que les subtiles différences de genre dans les populations saines peuvent être exacerbées dans les populations cliniques.

En dépit des conclusions divergentes concernant l'effet du genre, il peut être plus sûr de considérer cette variable dans le cadre d'études portant sur l'établissement de normes de nasalance dans une autre langue.

4.6. Effet d'âge

Certaines études ont testé les différences de nasalance à travers différents groupes d'âges. Une différence significative a été obtenue dans plusieurs études (Leeper et al., 1992

cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998 ; Hirschberg et al., 2006). De manière générale, ces études ont montré que la nasalance augmente avec l'âge : les valeurs observées pour les enfants et les adolescents sont moins élevées que pour les adultes et ce, pour tous les contextes. Des études ont montré que les participants plus âgés tendaient à obtenir des scores de nasalance plus élevés pour le texte oral (Nichols, 1999 ; Seaver et al., 1991).

Rochet et al. (1998) ont suggéré deux phénomènes comme explication possible de cet effet d'âge : 1) une différence structurelle associée à l'âge; les explications sont basées sur la prémisse que le voile du palais et des tissus durs de la bouche, des mâchoires, du palais, du nez, des sinus, et du crâne changent considérablement tout au long de la vie d'une manière qui pourrait influencer sur les caractéristiques acoustiques de résonance nasale (Weismer & Liss, 1991, cité dans Rochet et al., 1998) ; 2) des changements physiologiques avec l'âge qui peuvent influencer sur le maintien du contrôle neuromusculaire du sphincter vélopharyngé à travers les demandes continues de fermeture et ouverture vélo-pharyngée (ou vice versa) pendant la phonation. Hirschberg et al. (2006) ont également suggéré que l'effet d'âge peut être expliqué par la possibilité que chez les adultes il y ait davantage de marques de coarticulation⁸.

5. Problématique et but de la recherche

La littérature sur les données normatives de nasalance recense seulement deux études ayant établi des valeurs normatives chez des adultes pour la langue française. Ces études ont été menées au Canada (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998) et l'une des études a mesuré la nasalance auprès d'une population bilingue anglais-français. Les normes de nasalance ont été obtenues lors de la lecture de 3 textes correspondant aux 3 contextes (oral, mixte et nasal), cependant aucune donnée n'est disponible pour d'autres catégories de stimuli.

Etant donné la présence d'effet de langue régionale dans les scores de nasalance, nous pouvons donc faire l'hypothèse que les valeurs normatives obtenues auprès de français canadiens ne soient pas applicables dans la région romande.

⁸ La coarticulation est le terme utilisé pour parler de l'influence de l'articulation d'un son sur l'articulation d'un autre son. Les origines possibles de la coarticulation sont la facilité de prononciation ainsi que le groupement des segments phonétiques en une unité de production plus large : la syllabe (Schoentgen, 2009).

Notre recherche a comme objectifs de 1. obtenir des normes de nasalance pour le français romand en utilisant le nasomètre pour différents types de stimuli (allant du phonème au texte) de différents contextes (oral, mixte et nasal), et 2. créer un protocole court d'évaluation de la nasalance applicable auprès de populations cliniques.

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

METHODE

1. Buts de l'expérience

Les objectifs de cette recherche sont doubles : nous cherchons en premier lieu à établir des normes de nasalance sur une population adulte saine (ne présentant pas de rhinolalie) de langue maternelle française de la région romande. Pour ce faire, nous avons créé un protocole d'évaluation permettant de récolter des données de nasalance à partir de plusieurs types de stimuli et différentes tâches : répétition de voyelles tenues, de monosyllabes, de phrases et lecture de textes. Le nasomètre sera utilisé pour l'obtention des valeurs de nasalance.

En second lieu, nous avons pour but de créer un protocole d'évaluation de la nasalance applicable en clinique. Une fois les données traitées et analysées statistiquement, le protocole d'évaluation de la nasalance sera adapté et raccourci afin de pouvoir être utilisé en clinique. Seuls les items les plus discriminatifs pour chaque catégorie d'items et pour chaque contexte seront retenus. Dans ce protocole, les valeurs normées pour chaque stimulus seront mentionnées à côté des stimuli. Le clinicien pourra ainsi comparer directement les valeurs de nasalance obtenues auprès des patients avec des valeurs normées obtenues sur une population saine.

2. Participants

Trente-neuf volontaires (14 hommes et 25 femmes) de langue maternelle française, résidants dans la région de Genève et âgés de 18 à 62 ans ($M = 27.2$ et $ET = 9.06^9$) ont participé à l'étude. Les participants ont été recrutés grâce à des annonces affichées à l'Université de Genève et étaient majoritairement des étudiants.

Les critères d'inclusion sont les suivants : les participants doivent être de langue maternelle française et âgés de plus de 18 ans. Les critères d'exclusion sont les suivants : sont

⁹ M = moyenne
ET = écart-type

exclus les participants de moins de 18 ans, qui ne sont pas de langue maternelle française ou qui présentent une rhinolalie (évaluée perceptivement grâce à un enregistrement vocal).

Afin de contrôler au mieux ces critères, chaque participant a rempli un questionnaire (annexe I) permettant de relever les informations suivantes : l'âge, le genre, la profession, la langue maternelle, le lieu où ils ont vécu la plus grande partie de leur vie ainsi qu'un éventuel accent régional (ce dernier étant un critère subjectif) ainsi que certaines données médicales : rhinite aigüe ou allergique, traitement anti-allergique ou topique nasal ainsi que d'éventuels antécédents chirurgicaux oto-rhinolaryngologiques (ORL). Ces données permettront de relativiser d'éventuels résultats de nasalance extrêmes. Le tableau IV résume les informations relevées dans les questionnaires.

Tableau IV : informations sur les participants.

N	39
Genre	14 hommes, 25 femmes
Age	M = 27.20, ET = 9.06
Profession	Etudiants : 31 Autres : 8
Langue maternelle	Française
Autre langue maternelle	4 bilingues français-espagnol 2 bilingues français-anglais 1 bilingue français-suisse-allemand
Canton où les participants ont vécu le plus longtemps	Genève : 18 Vaud : 8 Valais : 4 Jura : 1 Haute-Savoie (France) : 5
Rhume au moment de la passation	0
Traitement anti-allergique	0
Antécédents chirurgicaux ORL	Opération des végétations : 5 Opération des amygdales : 3 Cautérisation du nez : 1 Opération du nez : 1 (nez cassé)

3. Matériel

3.1. Enregistrement vocal

Afin de s'assurer que les participants inclus dans la recherche n'avaient pas de rhinolalie, une évaluation perceptive de la voix sur la base des enregistrements vocaux de chaque participant a été réalisée par un jury d'écoute. Celui-ci est composé des deux mémorantes (Emmanuelle Garnier et Manon Tourmel) ainsi que du Docteur Leuchter, médecin ORL phoniatre aux Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG). Chaque participant a lu trois textes courts créés à cet effet (voir 3.3.4. description du protocole et annexe II). Le premier texte (texte oral) est composé uniquement de phonèmes oraux et permet de relever une éventuelle rhinolalie ouverte. Le second texte (texte mixte) contient à la fois des phonèmes oraux et des phonèmes nasaux et représente la parole conversationnelle. Le troisième texte (texte nasal) est composé d'un grand nombre de phonèmes nasaux et permet de relever une éventuelle rhinolalie fermée. La voix a été enregistrée grâce au logiciel Audacity® (version 1.3.13) téléchargé sur un ordinateur portable utilisé pour l'étude (Mac OS X, version 10.6.3). Audacity® est un enregistreur et éditeur audio libre qui permet d'obtenir un enregistrement de la voix de qualité suffisante pour évaluer la nasalité de la voix.

3.2. Le nasomètre

Les mesures de nasalance ont été obtenues avec le Nasometer™ II, version 3.2.2 (KayPentax™, World Leaders in Speech, Voice, and Swallowing Instrumentation) appartenant au Département ORL de l'Hôpital Cantonal de Genève.

Cet appareil informatisé et relié à un ordinateur consiste en une plaque métallique légèrement courbée comportant deux microphones, un sur la face supérieure et un autre sur la face inférieure. Cette plaque est positionnée contre la lèvre supérieure du sujet et est maintenue grâce à un casque qui doit être ajusté sur la tête (Figure 4). Avant l'utilisation du nasomètre, il est important de régler les barres latérales qui relient le casque à la plaque afin que cette dernière reste perpendiculaire à la moitié verticale du visage. Par ailleurs, le

nasomètre doit être calibré selon les recommandations du manuel (Kay Pentax, 2008). La plaque est désinfectée entre chaque passation.

Le microphone supérieur enregistre une onde sonore nasale et le microphone inférieur une onde sonore buccale. La nasométrie mesure la nasalance qui est un rapport entre le son émis par le nez et celui émis par la bouche. Il s'agit donc d'un pourcentage qui se calcule de la façon suivante : $\text{nasalance} = [(\text{énergie acoustique nasale}) / (\text{énergie acoustique nasale} + \text{énergie acoustique buccale})] \times 100$. Plus ce pourcentage de nasalance est grand plus le degré de nasalité est élevé. Ce score est obtenu en temps réel lors de la production de la parole et est enregistré à la fin des productions de chaque item.

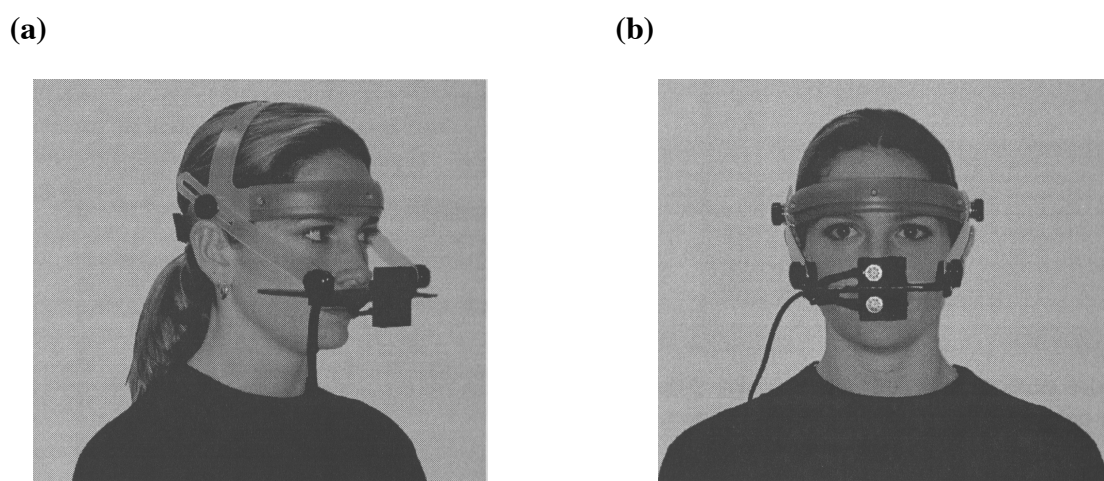


Figure 4 : positionnement du casque et de la plaque du nasomètre sur la tête du participant, vue de profil (a) et vue de face (b) (Kay Pentax, 2008).

3.3. Protocole d'évaluation de la nasalance

Nous avons créé un protocole d'évaluation instrumentale de la nasalance, soumis et accepté par le Comité d'éthique de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, avec pour objectif qu'il soit le plus exhaustif possible au niveau de la diversité des sons et de leur contexte. Ainsi toutes les consonnes et la grande majorité des voyelles de la langue française sont présentes dans le protocole. Tout au long de sa création, nous avons également veillé à ce que le protocole ne soit pas trop long afin qu'il n'y ait pas d'effet de fatigabilité chez les participants. Le protocole se présente sous la forme de catégories d'items : voyelles isolées tenues, monosyllabes, phrases et textes courts (annexe III).

3.3.1 Les voyelles isolées tenues

Nous avons choisi de faire produire aux participants les voyelles de la langue française de manière prolongée pendant 3 secondes. Le français compte 4 voyelles nasales mais nous en avons retenu que 3 : /*õ*/, /*ẽ*/, /*ã*/. La voyelle /*œ*/ de « brun » n'a pas été retenue car elle est peu discriminée de la voyelle /*ẽ*/ de « lin » en perception et en production dans la région de Genève. De manière similaire, nous avons gardé 10 des 12 voyelles orales : nous n'avons pas gardé le /*a*/ de « pâte » (proche du /*a*/ de « patte ») ni le /*œ*/ de « beurre » (proche du /*ə*/ de « ce »). Ainsi, la nasalance de 10 voyelles orales et de 3 voyelles nasales du français a été mesurée à l'aide du nasomètre (voir tableau V).

Tableau V : composition des voyelles tenues en fonction des contextes : oral et nasal.

Contexte	n	Items (notation API)
Oral	10	i, y, a, ε, e, ə, ɔ, ø, o, u
Nasal	3	õ, ẽ, ã
Total : n=13		

3.3.2 Les monosyllabes (Consonne-Voyelle)

Nous avons sélectionné au total 34 monosyllabes de quatre contextes : Consonne orale-Voyelle orale (CV), Consonne orale-Voyelle nasale (CVn), Consonne nasale-Voyelle orale (CnV) et Consonne nasale-Voyelle nasale (CnVn).

Etant donné qu'il y a proportionnellement moins de consonnes nasales que de consonnes orales en français (respectivement 4 et 15), les items sont moins nombreux dans les contextes CnV et CnVn (voir tableau VI). Néanmoins, toutes les consonnes (orales et nasales) sont présentes dans le protocole¹⁰. Concernant les voyelles nasales, les trois voyelles nasales de la catégorie « voyelles isolées tenues » sont présentes. Quant aux voyelles orales, qui sont relativement nombreuses en français, nous avons choisi de ne retenir dans cette partie du protocole que les trois voyelles orales qui constituent le triangle vocalique, c'est-à-dire le /*a*/ de « patte », le /*i*/ de « si » et le /*u*/ de « sous ».

¹⁰ Hormis la consonne orale /h/ (h aspiré) de /hop/.

Tableau VI : composition des monosyllabes en fonction des trois contextes : oral, mixte, nasal.

Contexte	n	Exemple d'item (notation API)
CV	21	ba
CVn	7	dõ
CnV	4	ma
CnVn	2	nẽ
Total : n=34		

3.3.3 Les phrases

La catégorie « phrases » du protocole est subdivisée en 3 parties correspondant aux 3 contextes : contexte oral (uniquement des phonèmes oraux), nasal (pourcentage élevé de phonèmes nasaux) et mixte (se voulant représentatif de la parole conversationnelle).

Nous avons sélectionné des phrases déjà existantes (utilisées aux HUG) et en avons créés d'autres dans le but d'obtenir 5 phrases pour chaque contexte. Chaque phrase contient 7 syllabes afin que la longueur des items soit homogène.

Le tableau VII résume le nombre de syllabes, le nombre de phonèmes totaux et la moyenne des pourcentages de phonèmes nasaux pour les 3 contextes de phrases. Pour le contexte nasal, nous avons créé des phrases avec une majorité de phonèmes nasaux (consonnes et voyelles nasales) sachant qu'il est impossible de créer une phrase de 7 syllabes ne contenant que des phonèmes nasaux en français. Les phrases mixtes contiennent proportionnellement moins de phonèmes nasaux que les phrases nasales.

Tableau VII : composition des trois contextes de phrases (oral, mixte, nasal) en nombre de phrases, en pourcentage et en nombre de phonèmes nasaux ainsi qu'en nombre de syllabes.

Contexte	n	% phonèmes nasaux Moyenne (écart-type)	n phonèmes total	n syllabes
Oral	5	0	de 13 à 20	7
Mixte	5	18.48 (2.92)	de 14 à 18	7
Nasal	5	38.50 (1.37)	de 15 à 16	7

3.3.4 Les textes

Trois textes correspondant aux trois contextes (oral, nasal et mixte) ont été utilisés comme stimuli. Le texte oral et le texte nasal ont été créés tandis que le texte mixte correspond au texte couramment utilisé aux HUG auprès de patients ayant une pathologie de la voix. Le tableau VIII résume la longueur des textes en nombre de syllabes et le pourcentage de phonèmes nasaux pour chaque contexte.

Tableau VIII : composition des trois contextes de textes en pourcentage de phonèmes nasaux et en nombre de syllabes.

Contexte	Phonèmes nasaux (%)	n syllabes
Oral	0	90
Mixte	17.33	69
Nasal	35.06	88

4. Procédure

Chaque participant a d'abord lu et signé le formulaire d'information (annexe IV) ainsi que le formulaire de consentement (annexe IV). Les participants ont ensuite répondu à un questionnaire d'informations (annexe I) et ont lu la consigne générale de l'étude (annexe V). Dans cette consigne, il était indiqué au participant qu'il devrait lire trois textes courts pour l'enregistrement vocal, et qu'il devrait répéter des sons et des phrases énoncés par l'examinatrice. Il était demandé au participant de parler à un débit, à une intensité et à une hauteur confortable pour lui, c'est-à-dire de manière la plus habituelle possible.

Après la lecture de la consigne, nous avons procédé à l'enregistrement vocal grâce au logiciel Audacity®. Les participants étaient assis à environ 40 centimètres du microphone de l'ordinateur. A chaque lecture des trois textes, la voix des participants était enregistrée. Si le participant s'interrompait ou commettait une erreur pendant la lecture d'un des textes, il devait recommencer la lecture du texte afin de procéder à un nouvel enregistrement vocal. Ensuite, une des examinatrices installait et ajustait le casque du nasomètre sur le participant. Une fois prêt, le participant devait répéter plusieurs séries d'items, tous présentés dans le même ordre puis lire à nouveau les 3 textes (annexe II). Tout comme lors de l'enregistrement

vocal, si un item n'était pas répété correctement, nous procédions à un nouvel enregistrement. Il était fréquemment proposé au participant de faire une petite pause. Lorsque la passation du protocole était terminée, une des examinatrices enlevait le nasomètre du participant puis ce dernier quittait la salle. La durée de passation était de 30 minutes environ.

5. Traitement des données

Le traitement des données s'est fait grâce au logiciel du nasomètre. Chaque répétition d'items du protocole est associée à un signal acoustique représenté par une courbe en fonction du temps (en abscisse) et du pourcentage de nasalance (en ordonnée). Il est possible d'observer l'évolution de la courbe de nasalance au cours du temps en fonction de la production orale enregistrée. Tous les items du protocole ont été traités individuellement, participant par participant.

Le principe général du traitement des données est le suivant : en premier lieu, il faut sélectionner la partie du signal que l'on souhaite traiter. En effet, nous souhaitons que le signal soit stable et qu'il n'y ait pas d'artefacts (c'est-à-dire qu'il n'y ait pas d'interruption du signal ou de souffle par le nez durant la production). Il est important de sélectionner le signal de manière identique et cohérente pour chaque item. En ce qui concerne les voyelles isolées tenues, nous avons systématiquement sélectionné un signal stable de 1,6 secondes. Une fois le signal sélectionné, il est possible d'obtenir diverses données statistiques (*nasometer statistics*) grâce à la fonction *compute result statistics*. Ces valeurs numériques apparaissent sous forme de tableau. Nous avons choisi de reporter dans un fichier SPSS les données suivantes : moyenne de nasalance (mean), minimum de nasalance (min), maximum de nasalance (max), durée du signal sélectionné (time range), moment précis du début du signal sélectionné en secondes (start) et moment précis de la fin du signal (end). Lors du dépouillement des données, nous avons créé un fichier SPSS pour chaque catégorie d'items afin de faciliter les analyses statistiques ultérieures.

6. Hypothèses opérationnelles

Le but de notre étude est de créer des normes de nasalance pour une population adulte saine de langue maternelle française. Les normes de nasalance obtenues pour différentes langues provenant de la littérature sont en grande majorité basées sur la production de textes selon différents contextes (oral, nasal et mixte). Dans la présente étude, nous avons choisi d'obtenir des valeurs normées en français pour plusieurs catégories de stimuli selon différents contextes : voyelles tenues (orales et nasales), monosyllabes (CV, CVn, CnV et CnVn¹¹), phrases (oral, nasal et mixte) et textes (oral, nasal et mixte). Comme plusieurs études recensées dans la littérature, nous avons choisi de prendre en compte la variable genre (hommes versus femmes). Le but de notre recherche n'étant pas de démontrer s'il y a un effet du genre ou non, nous considérons l'analyse de cette variable à titre informatif.

Les hypothèses opérationnelles sont les suivantes (voir tableau IX) :

- Pour les voyelles tenues, il devrait y avoir un effet principal du contexte avec une moyenne de nasalance significativement plus élevée pour les voyelles nasales que pour les voyelles orales. De plus, la moyenne de nasalance de la voyelle orale /i/ devrait être significativement plus élevée que la moyenne de nasalance des autres voyelles orales.
- Pour les monosyllabes, il devrait y avoir un effet principal du contexte avec une moyenne de nasalance plus élevée pour les monosyllabes nasales (CnVn) que pour les monosyllabes orales (CV). Les moyennes de nasalance des contextes mixtes (CVn et CnV) devraient être supérieures aux moyennes du contexte oral mais inférieures aux moyennes du contexte nasal.
- Pour les phrases et les textes, il devrait y avoir un effet principal du contexte avec une moyenne de nasalance plus élevée pour le contexte nasal que pour le contexte mixte. La moyenne de nasalance pour le contexte mixte devrait être plus élevée que la moyenne de nasalance obtenue pour le contexte oral.

¹¹ CV = Consonne orale – Voyelle orale
 CVn = Consonne orale – Voyelle nasale
 CnV = Consonne nasale – Voyelle orale
 CnVn = Consonne nasale – Voyelle nasale

Tableau IX : *prédictions des effets de contexte en fonction des moyennes de nasalance attendues (%) pour chaque catégorie d'items.*

Catégorie d'items	Prédictions : effet du contexte (moyenne de nasalance)
Voyelles tenues	nasal > oral i > y, a, ε, e, ə, ɔ, ø, o, u
Monosyllabes	CnVn > CVn et CnV > CV
Phrases	nasal > mixte > oral
Textes	nasal > mixte > oral

RESULTATS

La présence d'une rhinolalie chez l'un des participants est un critère d'exclusion. Après l'évaluation perceptive des échantillons vocaux des 39 participants par un jury d'écoute composé du Dr Leuchter (médecin phoniatre) et nous-même, les données de 2 participants ont été supprimées des analyses car ces personnes présentaient clairement une rhinolalie ouverte. Les analyses statistiques ont donc été réalisées avec 37 participants (14 hommes et 23 femmes).

Pour l'analyse de nos résultats, nous avons fait dans un premier temps des statistiques descriptives des données obtenues pour chaque item et chaque participant ainsi que des analyses de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel SPSS (version 20). Etant donné que nous souhaitons réduire le protocole pour qu'il puisse être applicable en clinique, nous avons, dans un deuxième temps, sélectionné des items dans les catégories voyelles, monosyllabes et phrases en fonction des statistiques descriptives pour procéder à d'autres analyses de variance (ANOVA). Le seuil de significativité a été fixé à la valeur de $p = .05$.

1. Voyelles

La moyenne et l'écart-type de la nasalance ont été obtenus pour chaque voyelle. Le tableau X résume ces données et nous permet de visualiser les variations de nasalance entre les différentes voyelles.

Parmi les voyelles orales, le /i/ (M= 32.05%) a la valeur de nasalance la plus élevée. Les moyennes de nasalance des autres voyelles orales se situent entre 7.92 (/o/) et 20.67 (/y/). Les écarts-types varient de 5.87 (/ø/) à 12.68% (/ə/) et traduisent une grande variabilité inter-individuelle.

Parmi les voyelles nasales, le /ĩ/ a la moyenne de nasalance la plus élevée (M= 69.49%) et le /ã/ la moins élevée (M= 49.76%). Les écarts-types des voyelles nasales sont encore plus importants que ceux des voyelles orales. Ils varient de 11.86% (/ẽ/) à 17.54% (/õ/).

Tableau X : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour chaque voyelle orale et nasale (notation API).

Voyelles	Contexte	Moyenne (écart-type)
i	Oral	32.05 (11.90)
y	Oral	20.67 (8.84)
a	Oral	20.32 (12.44)
ɛ	Oral	17.08 (9.72)
e	Oral	15.43 (9.50)
ə	Oral	13.49 (12.68)
u	Oral	12.24 (7.65)
ɔ	Oral	11.11 (8.09)
ø	Oral	9.22 (5.87)
o	Oral	7.92 (10.19)
ĩ	Nasal	69.49 (17.54)
ẽ	Nasal	62.73 (11.86)
ã	Nasal	49.76 (12.46)
Total		26.27 (22.91)

n=37 dans chaque condition

Une ANOVA à deux facteurs a été réalisée : contexte (voyelles orales versus voyelles nasales) et genre (hommes versus femmes). Cette analyse révèle un effet principal du contexte ($F(1, 35) = 572.102, p < .001, \eta^2 = .942$) avec une moyenne de nasalance significativement plus élevée pour les voyelles nasales ($M = 60.66\%$) que pour les voyelles orales ($M = 15.95\%$) (voir tableau XI). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) et l'effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F(1, 35) = 3.204, p > .05, \eta^2 = .084$).

Tableau XI : Moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour chaque contexte de voyelle (nasal et oral).

Contexte	Moyenne (écart-type)
Voyelles nasales	60.66 (10.92)
Voyelles orales	15.95 (5.61)

n=37 dans chaque condition

Etant donné que nous souhaitons réduire le nombre d'items du protocole pour qu'il puisse être applicable en clinique, nous avons décidé de supprimer 6 voyelles et de refaire une ANOVA pour voir si la taille d'effet est conservée. Nous avons gardé les 3 voyelles nasales /ɔ̃/, /ẽ/, /ã/ utilisées dans la première ANOVA. Parmi les voyelles orales, nous n'avons gardé que les voyelles extrêmes du triangle vocalique /i/, /u/, /a/ ainsi que le /o/ (extrême du trapèze vocalique). Les 6 voyelles supprimées sont donc les suivantes : /y/, /ɛ/, /e/, /ə/, /ø/ et /ɔ/. Un autre argument en faveur de la suppression de ces voyelles est le fait qu'elles sont peu discriminées entre elles au niveau de la nasalance. De plus, nous nous sommes rendu compte qu'il est parfois difficile de faire répéter de façon exacte ces voyelles car elles sont très proches d'un point de vue articulatoire (par exemple /ɔ/ et /o/). La nouvelle ANOVA montre un effet principal du contexte ($F(1, 35) = 527.068, p < .001, \eta^2 = .938$) avec une moyenne de nasalance significativement plus élevée pour les voyelles nasales ($M = 60.66\%$) que pour les voyelles orales sélectionnées ($M = 18.13\%$) (voir tableau XII). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) et l'effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F(1, 35) = 1.909, p > .05, \eta^2 = .052$).

Tableau XII : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour chaque contexte de voyelle (nasal et oral) après sélection des items.

Contexte	Moyenne (écart-type)
Voyelles nasales	60.66 (10.92)
Voyelles orales sélectionnées	18.13 (5.95)

n=37 dans chaque condition

Etant donné que la voyelle /i/ a la moyenne de nasalance la plus élevée parmi toutes les voyelles orales, il nous a paru intéressant de comparer la moyenne de toutes les voyelles orales avec celle du /i/. Nous avons fait une ANOVA à deux facteurs : contexte (toutes les voyelles orales versus /i/) et genre (hommes vs femmes). Elle révèle un effet principal du contexte ($F(1, 35) = 82.536, p < .001, \eta^2 = .702$) (voir tableau XIII). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) et l'effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F < 1$).

Tableau XIII : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour les voyelles orales et la voyelle /i/.

Contexte	Moyenne (écart-type)
Voyelles orales	15.95 (5.61)
Voyelle /i/	32.05 (11.90)

n=37 dans chaque condition

Nous avons également comparé la moyenne de nasalance du /i/ avec celle des voyelles nasales pour savoir si d'un point de vue nasométrique, le /i/ est significativement différent des voyelles nasales. Nous avons fait une ANOVA à deux facteurs : contexte (voyelles nasales versus /i/) et genre (hommes versus femmes). Elle révèle un effet principal du contexte ($F(1, 35) = 107.874, p < .001, \eta^2 = .755$) avec une moyenne de nasalance du /i/ ($M = 32.05\%$) significativement inférieure à celle des voyelles nasales ($M = 60.66\%$) (voir tableau XIV). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) et l'effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F < 1$).

Tableau XIV : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour les voyelles nasales et la voyelle /i/.

Contexte	Moyenne (écart-type)
Voyelles nasales	60.66 (10.92)
Voyelle /i/	32.05 (11.90)

n=37 dans chaque condition

2. Monosyllabes

Le tableau XV résume les moyennes et écarts-types pour chaque monosyllabe en fonction du contexte (CV, CVn, CnV et CnVn). Nous constatons que les monosyllabes CV qui ont la moyenne de nasalance la plus élevée sont celles qui contiennent la voyelle /i/. Ce résultat n'est pas surprenant car il s'agit de la voyelle orale ayant la moyenne de nasalance la plus élevée.

Tableau XV : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour chaque monosyllabe en fonction du contexte (CV, CVn, CnV, CnVn).

Contexte	items	Moyenne	(écart-type)
CV	tu	16.62	(10.30)
	ja	16.89	(10.29)
	ta	16.89	(11.78)
	ju	18.95	(8.92)
	va	19.32	(8.81)
	vu	22.51	(9.70)
	bu	23.00	(13.26)
	la	23.16	(9.12)
	za	23.51	(10.75)
	zu	26.84	(10.90)
	lu	27.41	(12.97)
	ga	27.49	(13.81)
	gu	27.86	(11.52)
	ba	28.62	(14.15)
	ti	31.73	(13.45)
	vi	33.49	(10.55)
	ji	36.19	(13.94)
	zi	37.35	(10.75)
	bi	39.54	(13.47)
	li	40.76	(12.49)
	gi	46.84	(15.64)
CVn	kã	40.38	(10.42)
	fẽ	43.49	(13.91)
	xõ	47.08	(15.17)
	pẽ	47.38	(10.30)
	sã	48.59	(11.75)
	jõ	48.76	(11.91)
	dõ	58.19	(11.08)
CnV	ma	61.27	(8.25)
	na	65.54	(7.84)
	mu	65.78	(11.32)
	mi	83.30	(6.35)
CnVn	nã	71.68	(7.01)
	nẽ	74.68	(5.65)

Nous avons fait une ANOVA à deux facteurs : contexte (CV, CVn, CnV, CnVn) et genre (hommes vs femmes). Cette analyse révèle un effet principal du contexte ($F(3,34) = 413.413, p < .001, \eta^2 = .973$) avec une moyenne de 27.86% pour le contexte CV, de 47.69% pour le contexte CVn, de 68.59% pour le contexte CnV et de 72.7% pour le contexte CnVn (voir tableau XVI).

Tableau XVI : moyennes et écarts-types de la nasalance (%) des monosyllabes pour chaque contexte (CV, CVn, CnV, CnVn).

Contexte	N	Moyenne (écart-type)
CV	21	27.86 (7.88)
CVn	7	47.69 (8.88)
CnV	4	68.59 (7.20)
CnVn	2	72.70 (6.53)

Afin de réduire le protocole pour qu'il puisse être applicable en clinique, nous avons sélectionné certaines monosyllabes dans chaque contexte. Parmi les monosyllabes CV, nous avons sélectionné les 2 plus orales (/tu/ et /ʃa/) ainsi que les 3 plus nasales (/bi/, /li/ et /gi/). Afin d'avoir plus de diversité phonémique, nous avons choisi /ʃa/ et non pas /ta/ (les deux monosyllabes ayant la même moyenne de nasalance) car nous avons déjà sélectionné /tu/ qui contient déjà le phonème /t/. Parmi les monosyllabes CVn, nous avons sélectionné les 5 plus orales (/kã/, /fẽ/, /ʁõ/, /pẽ/ et /sã/). Parmi les monosyllabes CnV, nous n'avons pas fait de sélection puisque nous avons initialement seulement 4 monosyllabes (/ma/, /pa/, /mu/ et /mi/). De la même manière, nous avons gardé les 2 monosyllabes CnVn (/ɲã/ et /nẽ/). Sur cette sélection d'items, nous avons analysé l'effet du contexte et du genre par le biais d'une ANOVA à deux facteurs : contexte (CV, CVn, CnV et CnVn) et genre (hommes vs femmes). Cette analyse révèle un effet principal du contexte ($F(3, 33) = 326.048, p < .001, \eta^2 = .967$) avec une moyenne de 36% pour le contexte CV, de 45.38% pour le contexte CVn, de 68.97% pour le contexte CnV et de 73.18% pour le contexte CnVn (voir tableau XVII). Les tests des contrastes montrent des effets significatifs entre les 4 moyennes. La moyenne des CVn est significativement supérieure à la moyenne des CV ($F(1, 35) = 41.59, p < .001, \eta^2 = .543$). La moyenne des CnV est significativement supérieure à la moyenne des CV ($F(1, 35) = 502, 126, p < .001, \eta^2 = .935$) ainsi qu'à la moyenne des CVn ($F(1, 35) = 345.984, p < .001, \eta^2 =$

.908). La moyenne des CnVn est significativement supérieure à la moyenne des CV ($F(1, 35) = 795.99, p < .001, \eta^2 = .958$) ainsi qu'à la moyenne des CnV ($F(1, 35) = 26.756, p < .001, \eta^2 = .433$). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) mais il y a un effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F(3, 33) = 3.437, p < .05, \eta^2 = .238$) suggérant que les femmes ont une moyenne de nasalance plus élevée que les hommes pour les monosyllabes CVn et CnVn. Par contre, il y a peu de différences de moyenne de nasalance entre les hommes et les femmes pour les monosyllabes CV et CnV.

Tableau XVII : moyennes et écarts-types de nasalance (%) pour chaque contexte de monosyllabes (CV, CVn, CnV, CnVn) après sélection des items.

Contexte	Moyenne (écart-type)		
	Hommes	Femmes	Total
CV	35.98 (9.03)	36.02 (9.33)	36.00 (9.09)
CVn	41.51 (6.11)	47.74 (10.27)	45.38 (9.35)
CnV	69.52 (4.41)	68.64 (7.88)	68.97 (6.72)
CnVn	71.71 (3.9)	74.06 (6.42)	73.18 (5.66)

n=37 dans chaque condition

3. Phrases

Le tableau XVIII résume les moyennes et écarts-types des phrases en fonction de chaque contexte (oral, mixte et nasal). Nous avons fait une ANOVA à deux facteurs : contexte (oral, mixte, nasal) et genre (hommes vs femmes). Elle révèle un effet principal du contexte ($F(2, 34) = 485.329, p < .001, \eta^2 = .966$) avec une moyenne de 17.18% pour les phrases orales, de 34.44 % pour les phrases mixtes et de 46.33% pour les phrases nasales. Les tests des contrastes montrent des effets significatifs entre les 3 moyennes. La moyenne des phrases mixtes est significativement supérieure à la moyenne des phrases orales ($F(1, 35) = 589.919, p < .001, \eta^2 = .944$). La moyenne des phrases nasales est significativement supérieure à la moyenne des phrases orales ($F(1, 35) = 998.106, p < .001, \eta^2 = .966$) ainsi qu'à la moyenne des phrases mixtes ($F(1, 35) = 442.996, p < .001, \eta^2 = .927$). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) mais il y a un effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F(2, 34) = 4.247, p = .023, \eta^2 = .2$) suggérant que

les femmes ont une moyenne de nasalance inférieure aux hommes pour les phrases orales mais supérieure aux hommes pour les phrases nasales. Il y a peu de différences de moyenne de nasalance entre les hommes et les femmes pour les phrases mixtes.

Tableau XVIII: moyennes et écarts-types de nasalance (%) en fonction du genre (hommes et femmes) pour chaque contexte de phrases (oral, mixte, nasal).

Contexte	Moyenne (écart-type)		
	Hommes	Femmes	Total
Phrases orales	18.55 (5.10)	16.43 (5.52)	17.18 (5.41)
Phrases mixtes	33.58 (4.76)	34.91 (6.76)	34.44 (6.10)
Phrases nasales	44.28 (5.01)	47.44 (7.19)	46.33 (6.62)

n=37 dans chaque condition

Afin de réduire le protocole, nous avons sélectionné les 3 phrases les plus orales parmi les phrases orales, les 3 phrases les plus nasales parmi les phrases nasales et les 3 phrases les plus orales parmi les phrases mixtes. Puis nous avons fait une nouvelle ANOVA pour voir s'il y a toujours un effet de contexte. Nous n'avons comparé que le contexte oral et nasal (sans le contexte mixte) car il n'était possible de comparer que deux modalités entre elles lors de la programmation des analyses statistiques. L'ANOVA est à deux facteurs : contexte (oral vs nasal) et genre (hommes vs femmes). Elle révèle un effet principal du contexte ($F(1, 35) = 1404.284, p < .001, \eta^2 = .976$) avec une moyenne de 15.52% pour les phrases orales sélectionnées et de 49.73% pour les phrases nasales sélectionnées (voir tableau XIX). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F < 1$) mais un effet d'interaction entre le contexte et le genre est constaté ($F(1, 35) = 8.431, p = .006, \eta^2 = .194$) suggérant que les femmes ont une moyenne de nasalance significativement inférieure aux hommes pour les phrases orales mais supérieure aux hommes pour les phrases nasales.

Tableau XIX : moyennes et écarts-types de nasalance (%) en fonction du genre (hommes et femmes) pour chaque contexte de phrases (oral et nasal) après sélection des items.

Contexte	Moyenne (écart-type)		
	Hommes	Femmes	Total
Phrases orales sélectionnées	16.44 (5.40)	15.03 (5.30)	15.52 (5.31)
Phrases nasales sélectionnées	47.28 (5.02)	51.05 (7.36)	49.73 (6.81)

n=37 dans chaque condition

4. Textes

Le tableau XX résume les moyennes et écarts-types pour chaque contexte (oral, mixte, nasal) en fonction du genre. Nous avons fait une ANOVA à deux facteurs : contexte (oral, mixte, nasal) et genre (hommes versus femmes). Elle révèle un effet principal du contexte ($F(2, 34) = 913.28, p < .001, \eta^2 = .982$) avec une moyenne de 15.81% pour le texte oral, de 34.62% pour le texte mixte et de 47.16% pour le texte nasal. Les tests des contrastes montrent des effets significatifs entre les 3 moyennes. La moyenne du texte mixte est significativement supérieure à celle du texte oral ($F(1, 35) = 1648.291, p < .001, \eta^2 = .979$) et la moyenne du texte nasal est significativement supérieure à celle du texte oral ($F(1, 35) = 1465.089, p < .001, \eta^2 = .977$) ainsi qu'à la moyenne du texte mixte ($F(1, 35) = 394.8, p < .001, \eta^2 = .919$). Les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne l'effet du genre ($F(1, 35) = 1.408, p > .05, \eta^2 = .039$) et l'effet d'interaction entre le contexte et le genre ($F(2, 34) = 2.478, p > .05, \eta^2 = .127$).

Tableau XX : moyennes et écarts-types de nasalance (%) des textes pour chaque contexte (oral, mixte et nasal).

Contexte	Moyenne (écart-type)
Texte oral	15.81 (5.10)
Texte mixte	34.62 (5.21)
Texte nasal	47.16 (6.60)

n=37 dans chaque condition

5. Sélection des items pour le protocole court applicable en clinique : récapitulatif

Voyelles

Nous avons choisi de garder pour le protocole court 4 voyelles orales : les 3 voyelles du triangle vocalique soit /u/, /a/ et /i/ ainsi que le /o/ - extrême du trapèze vocalique. Le /o/ est la voyelle la plus orale (M= 7.92%) et le /i/ la moins orale (M= 32.05%). Nous avons également gardé les 3 voyelles nasales de notre protocole initial, soit /ã/, /ẽ/ et /õ/.

Monosyllabes

Parmi les 34 monosyllabes évaluées, nous avons choisi d'en garder 16 pour notre protocole court : 5 CV parmi les 21 mesurées, 5 CVn parmi les 7 mesurées, les 4 CnV et les 2 CnVn mesurées. Concernant le contexte oral, nous avons choisi de garder les extrêmes : les 2 CV les plus orales (/tu/ et /ʃa/) et les 3 les moins orales (/bi/, /li/ et /gi/). Concernant le contexte mixte, nous avons gardé les 5 CVn les plus orales et nous n'avons pas réduit le nombre de CnV. Nous rappelons qu'au sein du contexte mixte, les analyses statistiques ont montré une différence significative entre les CVn et les CnV, argument permettant de justifier l'importance de les sélectionner dans le protocole court. Nous avons également gardé les 2 CnVn pour le contexte nasal, tout en gardant à l'esprit que la monosyllabe CnV /mi/ a obtenu une moyenne de nasalance plus élevée que les CnVn.

Phrases

Parmi les 5 phrases évaluées pour chaque contexte, 3 phrases par contexte ont été sélectionnées. Pour le contexte oral, nous avons sélectionné les 3 phrases les plus orales dont la moyenne de nasalance (M= 15.52%) est très proche de la moyenne de nasalance du texte oral (M= 15.81%). Pour le contexte mixte, et en suivant le raisonnement appliqué pour la sélection des monosyllabes mixtes, nous avons sélectionné les 3 phrases les plus orales (M= 33.47%), la moyenne de nasalance pour le texte mixte étant de 34.62%. Enfin, pour le contexte nasal, les 3 phrases les plus nasales (M= 49.73%) ont été sélectionnées, la moyenne de nasalance pour le texte nasal étant de 47.16%.

TROISIEME PARTIE: DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre étude avait comme premier objectif d'établir des normes de nasalance auprès d'une population adulte de langue maternelle française de la région romande et ne présentant pas de rhinolalie. Un protocole d'évaluation de la nasalance composé de différentes catégories de stimuli (voyelles, monosyllabes, phrases et textes) dans différents contextes (oral, mixte et nasal) a été spécifiquement créé (annexe III). Les données de nasalance des participants ont été mesurées avec un nasomètre. Nous avons fait trois hypothèses principales par rapport à nos données : nous nous attendions à un effet de contexte pour les différentes catégories de stimuli, à un statut particulier de la voyelle orale /i/ par rapport aux autres voyelles orales, et à un possible effet de genre et d'interaction entre le genre et le contexte. Les analyses statistiques confirment nos hypothèses concernant l'effet de contexte et le statut du /i/. Le genre seul n'influence pas les valeurs de nasalance, mais celles-ci varient en fonction d'une interaction entre le genre et le contexte pour deux catégories de stimuli.

Notre second objectif était la création d'un protocole court d'évaluation de la nasalance pour une application clinique (annexe VI). Les analyses statistiques effectuées à posteriori sur un corpus d'items réduit confirment les résultats obtenus sur le protocole initial.

1. Effet de contexte

Conformément à notre hypothèse de départ, nous trouvons un effet du contexte pour les voyelles, les monosyllabes, les phrases et les textes. En effet, les moyennes de nasalance obtenues pour le contexte nasal sont significativement plus élevées que celles pour le contexte mixte qui, à leur tour, sont significativement plus élevées que celles obtenues pour le contexte oral. Pour les monosyllabes, l'effet de contexte est significativement différent selon le type de monosyllabe évalué. Dans le contexte mixte (CVn et CnV), les scores de nasalance en présence d'une voyelle nasale (CVn) sont moins élevés qu'en présence de consonne nasale (CnV). Un effet de contexte a également été trouvé pour les phrases et les textes avec des moyennes de nasalance significativement plus élevées pour le contexte mixte par rapport au contexte oral, et significativement plus basses par rapport au contexte nasal. Nous avons observé que la différence en points de pourcentage entre les deux catégories de

stimuli est inférieure à 1 pour les contextes mixte et nasal, et est de 1.37 pour le contexte oral. Quelques études ont également mesuré la nasalance de texte et de phrase d'un même contexte, et la différence en points de pourcentage varie en fonction de ces études : cette différence est de 0.3 dans l'étude grecque de Okalidou et al. (2011) pour le contexte oral et le contexte nasal, et la différence est de 3.11 (13.68% pour le texte, 16.79% pour les phrases) dans l'étude cantonaise de Whitehill (2001).

En français, nos résultats montrent que la moyenne de nasalance est superposable pour les phrases et pour les textes d'un même contexte. Ceci nous permet de suggérer qu'il serait possible en clinique de mesurer la nasalance pour des phrases et non pour des textes chez des patients très jeunes ou peu collaborants. De plus, les phrases sont plus courtes et plus faciles à répéter (voir 5. Longueur des items).

2. Statut du /i/

En plus de l'effet significatif entre le contexte oral et nasal, nos analyses ont mis en évidence un statut particulier de la voyelle /i/ par rapport aux autres voyelles orales. En effet, nos résultats montrent que la moyenne de nasalance du /i/ est significativement plus élevée que les autres voyelles orales et significativement plus basse que les voyelles nasales. Ces résultats confirment nos hypothèses et corroborent les résultats obtenus par différentes études aux Etats-Unis (Gildersleeve-Neumann & Dalston, 2001), en Hongrie (Hirschberg et al., 2006) et au Japon (Mishima et al., 2008 ; Prunkngarmun et al., 2008). Des données similaires ont également été obtenues dans des populations d'enfants. En effet, une étude américaine de Lewis, Watterson et Quint (2000) menée auprès de 19 enfants présentant une insuffisance vélaire et 19 enfants contrôle a rapporté des scores de nasalance pour quatre voyelles (/i/, /u/, /æ/ et /a/). A la fois pour le groupe clinique et pour le groupe contrôle, les auteurs ont rapporté des scores significativement plus élevés pour le /i/ par rapport aux autres voyelles orales testées.

Dans la catégorie des monosyllabes, nous avons également observé que les CV contenant la voyelle /i/ obtiennent les moyennes de nasalance les plus élevées par rapport aux autres. Par ailleurs, les moyennes de nasalance des CV contenant un /i/ sont peu différenciées de certaines CVn. De plus, la monosyllabe CnV /mi/ (contexte mixte) obtient une moyenne de nasalance de 83.30% supérieure aux deux monosyllabes du contexte nasal qui ont des

moyennes de 71.68% (/ŋã/) et de 74.68% (/nẽ/). Ces résultats suggèrent un possible effet d'augmentation de la nasalance en présence de la voyelle /i/ lors de la production de monosyllabes. Cet effet pourrait être expliqué par le phénomène de coarticulation où l'anticipation articulatoire de la voyelle /i/ influencerait l'articulation de la consonne qui la précède dans le sens d'une augmentation de la nasalance.

3. Interaction entre le genre et le contexte

Dans notre étude, nous n'avons donc pas trouvé d'effet de genre ou d'interaction entre le genre et le contexte pour les textes comme c'était le cas dans d'autres études dans différentes langues (Litzaw & Dalston, 1992 ; Mayo et al., 1996 ; Tachimura et al., 2000 ; Hirschberg et al., 2006 ; Okalidou et al., 2011 ; Lee & Browne, 2012). Par contre, nous avons mis en évidence une interaction significative entre le genre et le contexte dans deux catégories d'items : les monosyllabes et les phrases.

Concernant les monosyllabes, l'effet d'interaction entre le genre et le contexte montre que les femmes ont des moyennes de nasalance plus élevées pour les contextes CVn (sous-catégorie du contexte mixte) et CnVn (représentant le contexte nasal). Toutefois ce même rapport n'a pas été retrouvé pour le contexte CnV (sous-catégorie du contexte mixte). Nos données ne permettent donc pas de conclure que les scores de nasalances des femmes sont supérieurs à ceux des hommes pour tous les stimuli contenant des phonèmes nasaux, contrairement à ce qu'avaient montré différentes études (Seaver et al., 1991 ; Leeper et al., 1992 ; Kavanagh et al., 1994 ; Rochet et al., 1998 ; Nichols, 1999 ; Van Lierde et al., 2001 ; Mishima et al., 2008). Nos données suggèrent que les femmes obtiennent des moyennes de nasalance plus élevées que les hommes uniquement quand les monosyllabes contiennent des voyelles nasales (CVn et CnVn). Concernant les phrases, nous avons également trouvé un effet d'interaction significatif entre le genre et le contexte avec une moyenne de nasalance plus faible chez les femmes que chez les hommes pour le contexte oral et plus élevée chez les femmes que chez les hommes pour le contexte nasal. Les hommes ont donc obtenu des scores de nasalance moins différenciés. Ce résultat corrobore les observations faites pour les textes de différentes études (anglais et français canadien - Leeper et al., 1992, cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998, japonais - Mishima et al., 2008). Ces résultats suggèrent que les femmes ont une tendance à davantage moduler leur production par rapport aux hommes.

Selon Thomson et Hixon (1979), cité dans Okalidou et al. (2011), cette modulation peut être expliquée par le fait que les femmes produisent des séquences syllabiques avec une plus grande anticipation de la coarticulation des phonèmes nasaux.

4. Comparaison des normes

4.1. Français romand versus autres langues

La comparaison de normes inter-langues est limitée d'une part par le matériel utilisé et d'autre part par le pourcentage de phonèmes nasaux contenu dans le matériel mixte et nasal. Le contexte oral est donc le contexte qui se prête le mieux à une comparaison inter-langue étant donné qu'il contient uniquement des phonèmes oraux. Pour le matériel phrastique et textuel en contexte oral, les moyennes de nasalance du français romand (entre 15.52% et 17.18%) se situent entre la moyenne de nasalance la plus basse (9.1% - japonais- Tachimura et al., 2000) et la moyenne de nasalance la plus élevée (21.85% - espagnol – Anderson, 1996).

Pour le contexte mixte, nos valeurs pour le matériel phrastique et textuel (entre 34.44% et 34.62%) se rapprochent des valeurs de nasalance les plus élevées (39.5% - hongrois- Hirschberg et al., 2006), la moyenne de nasalance la plus basse étant de 25% (grec – Okalidou et al., 2011). Cette différence est probablement à mettre en lien avec le pourcentage de phonèmes nasaux contenus dans notre matériel mixte, pourcentage plus élevé que dans l'étude de Okalidou et al. (2011) et moins élevé que dans l'étude de Hirschberg et al. (2006).

Enfin, pour le contexte nasal, nous avons créé un texte qui a le même pourcentage de phonèmes nasaux que les « Nasal sentences » utilisé en anglais soit 35%. Les moyennes de nasalance en anglais sont toujours supérieures à la moyenne de nasalance du texte nasal de notre étude. En espagnol, bien que le texte nasal ne contienne que 20% de phonèmes nasaux (Nichols, 1999), sa moyenne de nasalance est supérieure à celle obtenue dans notre étude. Ces données permettent donc de faire l'hypothèse que l'anglais et l'espagnol sont des langues plus nasales et/ou qui font davantage intervenir le phénomène de coarticulation par rapport au français.

4.2. Français romand versus français canadien

Bien que le matériel utilisé dans notre protocole et dans les études canadiennes diffèrent, il nous semble intéressant de comparer le français romand et le français canadien. Les données des études canadiennes ne portant que sur des textes, nous comparerons uniquement ce matériel.

Pour le contexte oral - contexte le plus facilement comparable entre deux langues, étant donné l'absence de phonèmes nasaux - la moyenne de nasalance textuelle (15.81%) obtenue dans notre étude en français romand est superposable à celles obtenues en français canadien par Leeper et al. (1992), cité dans Rochet et al. (1998) et Rochet et al. (1998) (entre 11.5% et 15.6%).

Pour le contexte mixte et nasal, le pourcentage de phonèmes nasaux contenu dans les textes varie en fonction des études et des langues étudiées, ce qui a une incidence sur la validité des comparaisons régionales pour une même langue. Le texte mixte utilisé pour le français romand contient 17.33% de phonèmes nasaux, pourcentage supérieur au texte utilisé au Canada (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al., 1998) qui contient 14% de phonèmes nasaux. Néanmoins nous pouvons observer qu'en français canadien les moyennes de nasalance varient entre 26% et 31%, ce qui est moins élevé que la moyenne de nasalance pour le texte mixte de notre étude (34.62%).

On retrouve cette différence de pourcentage de phonèmes nasaux pour le matériel nasal utilisé en français romand (35.06%) et canadien (28%) (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998 ; Rochet et al. (1998). Nous pouvons observer qu'en français canadien les moyennes de nasalance varient entre 35.5% et 42.2%, ce qui est moins élevé que la moyenne de nasalance pour le texte nasal de notre étude (47.16%).

4.3. Variabilité inter-individuelle pour les normes obtenues en français

Pour le texte oral, les valeurs d'écarts-types varient de 5.1 à 6.4 dans les études menées au Canada ; dans notre étude l'écart-type est de 5.10. Pour le texte mixte, les valeurs d'écarts-types varient de 5.2 à 7.4 dans les études menées au Canada ; dans notre étude l'écart-type est de 5.21. Pour le texte nasal, les valeurs d'écarts-types varient de 6.6 à 9.1 ; dans notre étude l'écart-type est de 6.6.

A partir des données de la littérature, nous observons que la variabilité inter-individuelle dans notre étude est identique à celle observée dans l'étude de Rochet et al. (1998) pour les trois contextes. Quant aux locuteurs bilingues (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al., 1998), ils obtiennent des valeurs d'écarts-types qui diffèrent de notre étude et de celle de Rochet suggérant une plus grande variabilité inter-individuelle chez les adultes bilingues.

5. Longueur des items

Nous avons choisi de créer des phrases de 7 syllabes chacune et les textes de notre protocole contiennent entre 69 et 90 syllabes. Le « Zoo passage » (contexte oral) contient 83 syllabes, bien qu'il s'agisse du texte standard utilisé en anglais, il est sujet à des controverses car certains auteurs le jugent long et grammaticalement complexe (Watterson, Hinton & McFarlane, 1996 ; Watterson, Lewis & Foley-Homan, 1999). Cela rendrait la répétition difficile (moins fluente, davantage d'erreurs et d'hésitations) pour les jeunes enfants et obligerait à procéder à un nouvel enregistrement. De plus, et pour les mêmes raisons, la longueur de ce texte pourrait également réduire la possibilité d'obtenir un score de nasalance chez un patient peu collaborant. En 1996, Watterson et al. ont comparé le « Zoo passage » avec un autre texte plus court (28 syllabes), le « Turtle passage ». Les scores de nasalance obtenus pour le « Turtle passage » étaient comparables au « Zoo passage » à la fois chez des enfants contrôles et chez des enfants présentant une hypernasalité. Watterson et al. (1999) ont, à leur tour, comparé un texte de 44 syllabes avec différents stimuli de contexte oral : un texte de 17 syllabes, des phrases de 6 syllabes et des mots bisyllabiques. Leur étude a été menée auprès d'enfants anglophones âgés de 5 à 14 ans (20 enfants considérés à risque d'insuffisance vélaire ; 5 enfants contrôles). Les résultats montrent des moyennes de nasalance comparables pour les deux populations entre le texte de 44 syllabes et les stimuli de 17 syllabes ($r = .95$) et de 6 syllabes ($r = .93$). Par contre, les stimuli de 2 syllabes obtiennent un critère de validité insuffisant. Les auteurs concluent que l'évaluation de la nasalance peut se faire sur un matériel plus court (6 syllabes) qu'un texte long qui présente des désavantages au niveau de la passation clinique.

6. Population

Notre étude compte 37 participants (14 hommes et 23 femmes) âgés de 18 à 62 ans ($M = 27.46$; $ET = 9.24$). Pour des raisons méthodologiques, le choix de notre population semble être justifié car, selon Gildersleeve-Neumann et Dalston (2001), l'établissement de normes doit être basé sur une population typique qui a une parole déjà établie et non encore en développement. Bien que certaines études aient montré un effet d'âge entre les enfants et les adultes (Seaver et al., 1991 ; Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al. 1998 ; Rochet et al., 1998 ; Nichols, 1999 ; Hirschberg et al., 2006), Nichols (1999) a conclu que même si une petite différence (différence de 1 point de pourcentage) a été détectée entre les jeunes enfants espagnols et les adultes pour les minima de nasalance pour les contextes non-nasaux, les normes obtenues chez les adultes auraient une utilité clinique pour tester également les enfants. Ceci suggère que notre protocole pourrait aussi être applicable chez l'enfant, tout en restant prudent lors de l'interprétation des résultats et en gardant à l'esprit que les valeurs observées pour les enfants et les adolescents pourraient être moins élevées que pour les adultes, quel que soit le contexte (Leeper et al., 1992 cité dans Rochet et al. 1998 ; Rochet et al., 1998 ; Hirschberg et al., 2006).

7. Protocole court d'évaluation de la nasalance

Le deuxième but de notre étude était de créer un protocole court d'évaluation de la nasalance applicable auprès de populations cliniques (annexe VI). Dans un souci d'exhaustivité, ce protocole court recense des valeurs normatives pour des voyelles, syllabes, phrases et textes dans les contextes oral, mixte et nasal. La création de ce protocole court a été basée sur les résultats statistiques obtenus dans le protocole initial, hormis pour les textes qui ont été repris en l'état.

Le protocole court contient donc 7 voyelles, 16 monosyllabes, 9 phrases et 3 textes répartis en trois contextes hormis pour les voyelles où le contexte mixte est inexistant. Comme il a déjà été évoqué dans ce travail, nous avons cherché à avoir des moyennes de nasalance superposables pour le texte et les phrases d'un même contexte étant donné qu'il pourrait être nécessaire de mesurer la nasalance uniquement avec les phrases (et non le texte) auprès de certains patients trop jeunes ou peu collaborants. Ce protocole se veut être une

référence pour l'évaluation clinique de la nasalance en français pour 4 types de stimuli dans différents contextes. La moyenne et l'écart-type pour chaque item sont inscrits afin de permettre au clinicien de comparer rapidement les données du patient avec les normes obtenues auprès d'une population contrôlée.

8. Limites et perspectives futures

Notre étude avait pour but d'établir des normes de nasalance pour la langue française. Bien que ce but ait été atteint, notre protocole doit être considéré avec précaution en ce qui concerne le contexte mixte étant donné que le texte et les phrases utilisés contiennent un pourcentage plus élevé de phonèmes nasaux (17.33% et 19.37% respectivement) par rapport à la fréquence de phonèmes nasaux dans le français courant (13.5%). Cette erreur méthodologique pourrait être facilement corrigée en reconstruisant un texte et des phrases mixtes contrôlés en pourcentage de phonèmes nasaux.

Au niveau de la population testée, nos normes ont été faites avec un relativement petit nombre de participants (37), et une répartition inégale entre les sexes. Une évaluation complémentaire sur un plus grand nombre de participants et avec le même nombre d'hommes et de femmes permettrait d'augmenter la significativité de nos résultats et peut-être de confirmer avec plus de sûreté les différences de genre déjà obtenues.

Un projet ultérieur pourrait être l'obtention de normes chez les enfants sains de la région romande. En effet, il n'existe à notre connaissance aucune norme pour le français chez l'enfant et cette référence normative permettrait aux cliniciens de confirmer leur diagnostic perceptif et d'orienter la prise en charge thérapeutique.

Pour conclure, cette étude est la première qui fournit des normes de nasalance pour la langue française dans la région romande sur du matériel allant de la voyelle au texte. Le protocole final, développé à partir des résultats princeps, se veut un protocole court, de passation aisée pour des professionnels disposant d'un nasomètre, utilisable dans la clinique quotidienne et permettant le diagnostic d'hyper- et d'hyponasalité sur une population d'adultes et d'enfants. Un développement futur de normes chez l'enfant permettrait de confirmer la validité du protocole court.

Références bibliographiques

- Anderson, R. T. (1996). Nasometric values for normal Spanish-speaking females: a preliminary report. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 33, 333–336.
- Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Orthoédition.
- Dalston, R. M., Neiman, G. S., & Gonzalez-Landa, G. (1993). Nasometric sensitivity and specificity: a cross-dialect and cross-culture study. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 30, 285–291.
- Dalston, R. M., Warren, D., & Dalston, E. (1991a). A preliminary investigation concerning the use of nasometry in identifying patients with hyponasality and/or nasal airway impairment. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 56, 11–18.
- Dalston, R. M., Warren, D., & Dalston, E. (1991b). Use of nasometry as a diagnostic tool for identifying patients with velopharyngeal impairments. *The Cleft Palate Journal*, 28, 184–188.
- Falé, I., & Hub Faria, I. (2008). Nasometric values for European Portuguese: preliminary results. In *Proceedings of the 2nd ISCA workshop on experimental linguistics*, 25–27 August. (pp. 85–88). Athens, Greece.
- Fletcher, S. G. (1976). « Nasalance » versus listner judgements of nasality. *The Cleft Palate Journal*, 13, 31–44.
- Gildersleeve-Neumann, C. E., & Dalston R. M. (2001). Nasalance scores in noncleft individuals : why not zero ? *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 38, 106–111.
- Goasdoué, Y., Courties, I., & Sabathié L. (2000). *Justine et compagnie*. Paris : Belin.
- Gysin, C., Hainard, S., & Dulguerov, P. (2009). Insuffisance vélopharyngée. In P., Dulguerov & M., Remacle. *Précis d'audiophonologie et de déglutition, tome II, les voies aéro-digestives supérieures*, (pp.173–189). Marseille : Solal.
- Hirschberg, J., Bok, S., Juhasz, M., Trenovszki, Z., Votisky, P., & Hirshberg, A. (2006). Adaptation of nasometry to Hungarian language and experiences with its clinical application. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(5), 785–798.

- Kavanagh, J. L., Fee, E. J., Kalinoswki, J., Doyle, P. C., & Leeper, H. A. (1994). Nasometric values for three dialectical groups within the Atlantic Provinces of Canada. *Journal of Speech Language Pathology and Audiology*, 18, 7–13.
- Kay Pentax, a division of Pentax Medical Compagny (2008). *Instruction manual of the nasometer model 6450*. Lincoln Park : NJ.
- Lee, A., & Browne, U. (2012). Nasalance scores for typical Irish English-speaking adult. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 1-6.
- Lewis, K. E., Watterson, T., & Quint, T. (2000). The effect of vowels on nasalance scores. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 37, 584-589.
- Litzaw, L. L., & Dalston, R. M. (1992). The effect of gender upon nasalance scores among normal adult speakers. *Journal of Communication Disorders*, 25, 55–64.
- Mayo, R., Floyd, L. A., Warren, D. W., Dalston, R. M., & Mayo, C. M. (1996). Nasalance and nasal area values: cross-racial study. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 33(2), 143–149.
- Mishima, K., Sugii, A., Imura, H., & Sugahara, T. (2008). Dialectal and gender differences in nasalance scores in a Japanese population. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 36, 8-10.
- Nichols, A. (1999). Nasalance statistics for two Mexican populations. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 36, 57–63.
- Okalidou, A., Karathanasi, A., & Grigoraki, E. (2011). Nasalance norms in Greek adult. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 25(8), 671-688.
- Prathanee, B. (2012). Cleft Palate-Speech Evaluation. In J., Stone & M., Blouin. *International Encyclopedia of Rehabilitation*. Consulté le 2 juin 2012 : <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/261/>
- Prunkngarmpun, C., Sumita, Y. I., & Taniguchi, H. (2008). Three monosyllables for standard words in Nasometer test: to evaluate air leakage in maxillectomy patients. *Journal of Japan Prosthodontic Society*, 52, 507-512.
- Robert, D. (2009). Dysarthrie et atteintes de la voix dans les affections neurologiques. In P., Dulguerov & M., Remacle. *Précis d'audiophonologie et de déglutition, tome II, les voies aéro-digestives supérieures*, (pp.269-288). Marseille : Solal.

- Rochet, A. P. Rochet, B. L., Sovis, E. A., & Mielke, D. L. (1998). Characteristics of nasalance in speakers of western Canadian English and French. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 22, 94-103.
- Seaver, E. J., Dalston, R. M., Leeper, H. A., & Adams, L. E. (1991). A study of Nasometric values for normal nasal resonance. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 715-721.
- Skolnick, M. L., McCall, G. N., & Barnes, M. (1973). The sphincteric mechanism of velopharyngeal closure. *The Cleft Palate Journal*, 10, 286-305.
- Tachimura, T., Mori, C., Hirata, S., & Wada, T. (2000). Nasalance score variation in normal adult Japanese speakers of Mid-West Japanese dialect. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 37(5), 463-467.
- Teston, B. (1995). Les différentes méthodes d'évaluation des insuffisances vélaires. *Journée Voile pathologique*, Société Française de Phoniatrie et Groupe Francophone de la Communication Parlée, Lyon, 111-118.
- Vallino-Napoli, L. D., & Montgomery, A. A. (1997). Examination of the standard deviation of mean nasalance scores in subjects with cleft palate: implications for clinical use. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 34, 512-519.
- Van Lierde, K. M., Wuyts, F. L., De Bodt, M., & Van Cauwenberg, P. (2001). Nasometrics values for normal nasal resonance in the speech of young Flemish adults. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 38, 112-118.
- Watterson, T., Hinton, J., & McFarlane, S. (1996). Novel stimuli for obtaining nasalance measures from young children. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 33(1), 67-73.
- Watterson, T., Lewis, K. E., & Foley-Homan, N. (1999). Effect of stimulus length on nasalance scores. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 36(3), 243-247.
- Whitehill, L. T. (2001). Nasalance measures in Cantonese speaking women. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 38, 119-125.
- Wytenbach, A. (2009). *Conséquences sur la parole de troubles auditifs secondaires à une division palatine chez des enfants de 3 ans ½ à 6 ans*. (Mémoire de Master, Université Henri Poincaré, Nancy). Répéré à http://www.scd.uhp-nancy.fr/docnum/SCDMED_MORT_2009_WYTENBACH_ANNE.pdf

Site Web de l'Université de Lausanne, Section de linguistique générale, Phonologie et phonétique générale. Consulté le 26 mai 2012 : http://www.unil.ch/ling/page12581_fr.html

Annexes

Annexe I : Questionnaire pour les participants

Questionnaire pour les participants
--

Date :

Nom :

Prénom :

Adresse mail :

Les données resteront confidentielles

1. quel est votre âge ? : _____

2. Vous êtes :

- ☐ Un homme
- ☐ Une femme

3. Quelle est votre profession ?

- ☐ Étudiant
- ☐ Autre : précisez : _____

4. Quelle est votre langue maternelle ?

- ☐ Française
- ☐ Autre : (préciser également si vous avez une autre langue maternelle que le français). : _____

5. Où avez-vous vécu la plus grande partie de votre vie ?

Précisez le pays, la région et la ville : _____

6. Pensez-vous avoir un accent régional ?

- ☐ Oui : précisez lequel : _____
- ☐ Non

Données médicales**7. Etes-vous enrhumé? (nez bouché)**

- ☐ Oui
☐ Non

8. Prenez-vous un traitement anti-allergique comme des gouttes nasales ?

- ☐ Oui : précisez quel traitement : _____
☐ Non

9. Avez-vous déjà subi une intervention chirurgicale de la sphère ORL (Oto-Rhino-Laryngologie) comme par exemple une opération des végétations, amygdales, fentes palatines, du nez (cloison nasale) ?

- ☐ Oui : précisez laquelle : _____
☐ Non

10. Souhaitez-vous que l'on vous communique les résultats de notre recherche ?

- ☐ Oui
☐ Non

Annexe II : Textes du protocole

Texte 1

Aujourd'hui, c'est la fête des pères alors Charlotte décide de faire deux gâteaux aux fraises. Elle s'approche de la forêt pour y cueillir les fraises. Tout à coup, le loup surgit des bois, il veut la croquer !
La petite fille attrape des gros cailloux qu'elle jette sur le loup. La bête a peur et part se cacher à l'autre bout de la forêt. Charlotte peut alors préparer les gâteaux.

Texte 2

Nathan est un garçon de onze ans qui vit dans la montagne. Il aime raconter aux gens des contes inventés : dedans, il y a plein de pingouins, un indien et des nains qui dansent sur un pont.

Les lundi matin, il se promène un moment avec ses moutons blancs en mangeant des bonbons au melon donc sa maman craint souvent pour les dents de son enfant.

Texte 3 (HUG)

Monsieur Seguin n'avait jamais eu de bonheur avec ses chèvres. Il les perdait toutes de la même façon : un beau matin, elles cassaient leur corde, s'en allaient dans la montagne, et là-haut le loup les mangeait. Ni les caresses de leur maître, ni la peur du loup, rien ne les retenait.

Annexe III : Protocole d'évaluation de la nasalance

Protocole d'évaluation de la nasalance

PARTICIPANT

Nom et Prénom :

N° :

Date :

Voyelles isolées tenues

Consigne : *Veuillez produire les voyelles suivantes pendant environ 3 secondes + exemple.*

	Item (notation API)	Contexte*	Remarques/ transcription
1	a	O	
2	u	O	
3	ẽ	N	
4	i	O	
5	ə	O	
6	ã	N	
7	e	O	
8	o	O	
9	ø	O	
10	õ	N	
11	ɛ	O	
12	y	O	
13	ɔ	O	

*O = Oral

N = Nasal

Monosyllabes

Consigne : *Veuillez répéter après moi les sons suivants.*

	Item (notation API)	Contexte**	Remarques/ transcription
1	ba	CV	
2	bi	CV	
3	bu	CV	
4	dõ	CVn	
5	ga	CV	
6	gi	CV	
7	gu	CV	
8	pẽ	CVn	
9	ta	CV	
10	ti	CV	
11	tu	CV	
12	kã	CVn	
13	va	CV	
14	vi	CV	
15	vu	CV	
16	zõ	CVn	
17	za	CV	
18	zi	CV	
19	zu	CV	
20	fẽ	CVn	
21	ʃa	CV	
22	ʃi	CV	
23	ʃu	CV	
24	sã	CVn	
25	la	CV	
26	li	CV	
27	lu	CV	
28	ɣõ	CVn	
29	ma	CnV	
30	mi	CnV	
31	mu	CnV	
32	nẽ	CnVn	
33	ɲa	CnV	
34	ɲã	CnVn	

** CV = Consonne orale – Voyelle orale

CVn = Consonne orale – Voyelle nasale

CnV = Consonne nasale – Voyelle orale

CnVn = Consonne nasale – Voyelle nasale

Phrases

Consigne : *Veuillez répéter après moi les phrases suivantes.*

▪ **Contexte oral**

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Remarques/ transcription
1	Tu dois aller à l'école.	0	
2	Hier, il s'est levé très tôt.	0	
3	Robert a de drôles d'idées.	0	
4	La tasse de thé est cassée.	0	
5	Le coq fait cocorico.	0	

• **Contexte nasal**

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Remarques/ transcription
1	On trouve des pins en montagne.	40	
2	Ton grand chien n'est pas méchant.	37.5	
3	Bien sûr, je connais son nom.	37.5	
4	Jean porte un pantalon noir.	40	
5	Nous rencontrons le médecin.	37.5	

▪ **Contexte mixte**

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Remarques/ transcription
1	Le lynx a grimpé dans l'arbre.	16.67	
2	J'ai faim depuis ce matin.	20	
3	Elle aime bien le chocolat.	20	
4	Il a planté des sapins.	21.43	
5	Le téléphone a sonné.	14.29	

Textes

Consigne : *Veuillez lire à haute voix les textes suivants.*

▪ **Texte 1 : Contexte oral** (0 % de phonèmes nasaux)

Aujourd'hui, c'est la fête des pères alors Charlotte décide de faire deux gâteaux aux fraises. Elle s'approche de la forêt pour y cueillir les fraises. Tout à coup, le loup surgit des bois, il veut la croquer !

La petite fille attrape des gros cailloux qu'elle jette sur le loup. La bête a peur et part se cacher à l'autre bout de la forêt. Charlotte peut alors préparer les gâteaux.

Remarques/transcription

▪ **Texte 2 : Contexte nasal** (35.06 % de phonèmes nasaux)

Nathan est un garçon de onze ans qui vit dans la montagne. Il aime raconter aux gens des contes inventés : dedans, il y a plein de pingouins, un indien et des nains qui dansent sur un pont.

Les lundi matin, il se promène un moment avec ses moutons blancs en mangeant des bonbons au melon donc sa maman craint souvent pour les dents de son enfant.

Remarques/transcription

▪ **Texte 3 : Contexte mixte** (17.33 % de phonèmes nasaux)

Monsieur Seguin n'avait jamais eu de bonheur avec ses chèvres. Il les perdait toutes de la même façon : un beau matin, elles cassaient leur corde, s'en allaient dans la montagne, et là-haut le loup les mangeait. Ni les caresses de leur maître, ni la peur du loup, rien ne les retenait. (HUG)

Remarques/transcription

Annexe IV : Formulaires d'information et de consentement

16.05.11

RECHERCHE

Etablissement de normes de nasalance sur une population adulte de langue maternelle française ne présentant pas de rhinolalie.

Responsable(s) du projet de recherche : Igor Leuchter, médecin ORL phoniatre aux HUG
Service ORL et chirurgie cervico-faciale
4, rue Gabrielle Perret Gentil, 1211 Genève 14
tel :
Mémorantes : Emmanuelle Garnier et Manon Tourmel

FORMULAIRE D'INFORMATION

Information aux participants

Nous vous remercions de votre participation à notre recherche. Il s'agit d'un mémoire de Master qui s'effectue sur une période de deux ans.

La rhinolalie est une modification pathologique du timbre de la voix et une altération de la prononciation des sons du langage due à une perturbation de la participation normale de la cavité nasale.

Le but de notre recherche est d'établir des normes de nasalance sur une population saine afin de pouvoir déterminer des seuils pathologiques grâce à la création d'un protocole d'évaluation instrumentale de la nasalance. Cela revient à définir jusqu'à quel point il est normal de parler du nez. Quarante adultes participeront à cette étude.

Voici le déroulement de l'expérience :

Nous allons vous demander de répéter des sons, des phrases et de lire des petits textes. Nous évaluerons la nasalité de vos productions de manière perceptive et instrumentale. Aucun des instruments que nous allons utiliser n'est invasif.

Dans un premier temps, nous allons utiliser un microphone pour enregistrer vos productions lors de la lecture de trois textes courts.

Le second instrument est le nasomètre. Il s'agit d'un instrument qui permet de mesurer l'énergie acoustique nasale et buccale grâce à deux microphones placés devant votre nez et votre bouche.

Nous allons également utiliser un enregistreur pour enregistrer vos productions lors de la lecture de deux textes courts.

Les parties des instruments qui sont en contact avec votre peau sont soigneusement désinfectées avant et après leur utilisation.

La passation complète dure environ 30 minutes et est constituée de plusieurs blocs. Vous pouvez faire une pause entre chaque bloc si vous le souhaitez.

Les données recueillies sont bien entendu anonymes et confidentielles. Elles seront utilisées uniquement à des fins de recherche. Si vous le souhaitez, nous pourrions vous communiquer les résultats de notre recherche. Il s'agit d'une participation volontaire. Chaque participant a le droit de se retirer en tout temps de l'étude.

Inconvénients : aucun inconvénient et risque éventuel pour les participants ne sont associés à la passation de cette expérience. Vous avez cependant le droit de vous retirer en tout temps sans fournir de justifications et pouvez, le cas échéant, demander la destruction des données vous concernant.

Avantages : vous aurez l'opportunité de découvrir des instruments d'évaluation de la nasalité utilisés par des médecins phoniâtres ainsi que par des logopédistes/orthophonistes. De plus, vous contribuez à l'établissement de normes qui seront utilisées en clinique.

16.05.11

RECHERCHE**Etablissement de normes de nasalance sur une population adulte de langue maternelle française ne présentant pas de rhinolalie.**

Responsable(s) du projet de recherche : Igor Leuchter, médecin ORL phoniatre aux HUG
Service ORL et chirurgie cervico-faciale
4, rue Gabrielle Perret Gentil, 1211 Genève 14
tel :
Mémorantes : Emmanuelle Garnier et Manon Tourmel

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

J'ai été informé oralement et par écrit des buts de l'étude, de son déroulement, des avantages et des inconvénients possibles ainsi que des risques éventuels.

J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions concernant ma participation à cette étude.

J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir avant de prendre ma décision.

Je confirme mon accord pour participer à la recherche «Evaluation de la nasalance sur une population saine de langue maternelle française », et j'autorise :

- l'utilisation des données à des fins scientifiques et la publication des résultats de la recherche dans des revues ou livres scientifiques, étant entendu que les données resteront anonymes et qu'aucune information ne sera donnée sur mon identité.

☐ OUI

☐ NON

- l'utilisation des données à des fins pédagogiques (cours et séminaires de formation d'étudiants ou de professionnels soumis au secret professionnel).

☐ OUI

☐ NON

Je consens à participer volontairement à cette étude. Je peux à tout moment retirer mon accord de participation à cette étude sans avoir à donner de raisons.

Prénom Nom

Date

Signature

ENGAGEMENT DE L'INVESTIGATEUR ET DES MEMORANTS
--

L'information qui figure sur ce formulaire de consentement et les réponses que j'ai données au participant décrivent avec exactitude le projet.

Je m'engage à procéder à cette étude conformément aux normes éthiques concernant les projets de recherche impliquant des participants humains, en application du *Code d'éthique concernant la recherche au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation* et des *Directives relatives à l'intégrité dans le domaine de la recherche scientifique et à la procédure à suivre en cas de manquement à l'intégrité* de l'Université de Genève. Ce projet s'applique également au protocole de recherche clinique soumis à la Commission centrale d'éthique de la recherche sur l'être humain des HUG.

Je m'engage à ce que le participant à la recherche reçoive un exemplaire de ce formulaire de consentement.

Prénom, Nom

Date

Signature

Annexe V : Consigne générale

Consigne générale pour les participants
--

Vous allez entendre des sons et des phrases que je vais prononcer.

Veillez répéter après moi ce que vous entendez avec exactitude.

Vous allez devoir également lire des textes courts.

Nous vous demandons de parler à un débit, à une intensité et à une hauteur confortables pour vous (de manière la plus habituelle possible).

Nous vous prions de répéter les sons entendus seulement une fois que l'examinatrice a appuyé sur le bouton rouge "record" de l'écran d'ordinateur.

Veillez reprendre votre respiration une fois que l'enregistrement est terminé (entre deux items).

Annexe VI : Protocole court d'évaluation de la nasalance

Protocole court d'évaluation de la nasalance

PATIENT

Nom et Prénom :

Date :

Voyelles isolées tenues

Consigne : *Veuillez produire les voyelles suivantes pendant environ 3 secondes + exemple.*

	Item (notation API)	Contexte*	Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
1	a	O	20.32 (12.44)	
2	u	O	12.24 (7.65)	
3	ẽ	N	62.73 (11.86)	
4	i	O	32.05 (11.90)	
5	ã	N	49.76 (12.46)	
6	o	O	7.92 (10.19)	
7	õ	N	69.49 (17.54)	

* O = Oral
N = Nasal

Monosyllabes

Consigne : *Veuillez répéter après moi les sons suivants.*

	Item (notation API)	Contexte**	Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
1	bi	CV	39.54 (13.48)	
2	gi	CV	46.84 (15.64)	
3	pẽ	CVn	47.38 (10.30)	
4	tu	CV	16.62 (10.30)	
5	kã	CVn	40.38 (10.42)	
6	fẽ	CVn	43.49 (13.91)	
7	ja	CV	16.89 (10.29)	
8	sã	CVn	48.59 (11.75)	
9	li	CV	40.76 (12.49)	
10	ɸõ	CVn	47.08 (15.17)	
11	ma	CnV	61.27 (8.25)	
12	mi	CnV	83.30 (6.35)	

13	mu	CnV	65.78 (11.32)	
14	nẽ	CnVn	74.68 (5.65)	
15	ɲa	CnV	65.54 (7.84)	
16	ɲã	CnVn	71.68 (7.01)	

** CV = Consonne orale – Voyelle orale
 CVn = Consonne orale – Voyelle nasale
 CnV = Consonne nasale – Voyelle orale
 CnVn = Consonne nasale – Voyelle nasale

Phrases

Consigne : *Veuillez répéter après moi les phrases suivantes.*

▪ Contexte oral

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
1	Tu dois aller à l'école.	0	16.68 (6,85)	
2	La tasse de thé est cassée.	0	17.00 (5.55)	
3	Le coq fait cocorico.	0	12.89 (5.47)	

• Contexte nasal

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
1	On trouve des pins en montagne.	40	46.60 (7.89)	
2	Ton grand chien n'est pas méchant.	37.5	51.05 (7.14)	
3	Nous rencontrons le médecin.	37.5	51.54 (7.49)	

▪ Contexte mixte

	Item	Phonèmes nasaux (%)	Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
1	Le lynx a grimpé dans l'arbre.	16.67	35.32 (7.38)	
2	Elle aime bien le chocolat.	20	34.45 (7.62)	
3	Il a planté des sapins.	21.43	30.63 (7.53)	

Textes

Consigne : *Veuillez lire à haute voix les textes suivants.*

▪ **Texte 1 : Contexte oral** (0 % de phonèmes nasaux)

Aujourd'hui, c'est la fête des pères alors Charlotte décide de faire deux gâteaux aux fraises. Elle s'approche de la forêt pour y cueillir les fraises. Tout à coup, le loup surgit des bois, il veut la croquer !

La petite fille attrape des gros cailloux qu'elle jette sur le loup. La bête a peur et part se cacher à l'autre bout de la forêt. Charlotte peut alors préparer les gâteaux.

Remarques/transcription

Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
15.81 (5.10)	

▪ **Texte 2 : Contexte nasal** (35.06 % de phonèmes nasaux)

Nathan est un garçon de onze ans qui vit dans la montagne. Il aime raconter aux gens des contes inventés : dedans, il y a plein de pingouins, un indien et des nains qui dansent sur un pont.

Les lundi matin, il se promène un moment avec ses moutons blancs en mangeant des bonbons au melon donc sa maman craint souvent pour les dents de son enfant.

Remarques/transcription

Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
47.16 (6.60)	

▪ **Texte 3 : Contexte mixte** (17.33 % de phonèmes nasaux)

Monsieur Seguin n'avait jamais eu de bonheur avec ses chèvres. Il les perdait toutes de la même façon : un beau matin, elles cassaient leur corde, s'en allaient dans la montagne, et là-haut le loup les mangeait. Ni les caresses de leur maître, ni la peur du loup, rien ne les retenait. (HUG)

Remarques/transcription

Moyenne (écart-type)	Valeur obtenue
34.62 (5.21)	