

Les Nasales du Portugais et du Français : une étude comparative sur les données EMMA

Solange Rossato¹, António Teixeira², Liliana Ferreira²

¹Institut de la Communication Parlée, CNRS/INPG/Université Stendhal,
BP 25 38040 Grenoble Cedex 9, France

Solange.Rossato@icp.inpg.fr

²Dep. Electrónica e Telecomunicações/IEETA, Universidade de Aveiro

Campus de Santiago, 3810 193 AVEIRO, Portugal

lsferreira@ieeta.pt, ajst@det.ua.pt

ABSTRACT

In this paper we present a first comparative study of velum height and movement in French and Portuguese based on EMMA data. Results show that the velum height reaches the highest position for oral consonants and decreases for oral vowels, nasal consonants and nasal vowels for both languages. Open vowels were found to be pronounced with velum height similar to the height used in nasal consonants production. Nasal vowels are produced with the lowest velum height in both languages but reveal different dynamic patterns.

1. INTRODUCTION

Le trait de nasalité est présent dans 97% des langues de la base UPSID en ce qui concerne les consonnes tandis que seulement 20% de ces langues possèdent des voyelles nasales. Le français et le portugais exploitent tous deux le trait de nasalité dans leurs systèmes vocalique et consonantique. En portugais européen, il y a cinq voyelles nasales, plusieurs diphtongues nasales et quelques triphthongues. Les voyelles nasales sont /ĩ ē õ ũ/ que l'on trouve dans des mots tels que *sim* [sĩ] « oui », *penso* [pẽso] « je pense », *lã* [lã] « laine », *com* [kõ] « avec », *um* [ũ] « un ». Le processus de nasalisation des voyelles en portugais résulte, dans la majorité des cas, de l'assimilation régressive depuis la consonne nasale postposée [1]. C'est d'un même processus d'assimilation qu'émergent les voyelles nasales du français.

Le velum, articulateur principal de la nasalité : Le trait de nasalité est réalisé grâce à l'abaissement du velum permettant la connexion des fosses nasales au conduit oral. Cependant, une ouverture vélopharyngée n'implique pas forcément un son perçu comme nasal. Le velum peut être abaissé lorsqu'un locuteur produit la voyelle orale [a], et ceci même en dehors de tout contexte nasal, ainsi que le souligne Durand [2] (p 34), d'après les radiographies de Clumsky, pour une réalisation du [a] de *il l'a* avec un velum distant de 10 mm de la paroi pharyngale. Notons cependant que ce phénomène n'a pas été retrouvé dans les travaux de Bothorel et al. [3] dans les contextes oraux étudiés.

Plusieurs études montrent que la présence d'un passage vélopharyngé n'est pas une condition suffisante, la perception de la nasalité étant plutôt à relier à un degré de couplage entre les fosses nasales et le conduit oral. Ainsi, Maeda [4] utilise un modèle articulatoire pour synthétiser un continuum depuis la voyelle orale jusqu'à la voyelle nasale et montre qu'une faible ouverture vélopharyngée implique pas la perception de la nasalité pour la voyelle [a], tandis qu'elle suffit pour la voyelle [i]. De même, Warren et al. [5] note qu'une ouverture vélopharyngée supérieure à 0.2 cm² est nécessaire pour percevoir la nasalité. On ne peut donc pas décrire le contraste de nasalité en terme de fermeture et d'ouverture du port vélopharyngé mais de degré de couplage : le velum doit s'abaisser suffisamment pour produire ce trait de nasalité. Quelles sont les positions cibles que doit atteindre le velum pour réaliser ce contraste de nasalité ? Avec quelle précision doit-on atteindre ces cibles ? Ces cibles sont-elles les mêmes en français et en portugais européen ? Pour répondre à ces questions, nous allons comparer les positions cibles du velum chez un locuteur français et chez un locuteur portugais.

Dynamique du geste articulatoire : L'aspect dynamique des voyelles nasales du portugais est mentionnée par Lacerda et Stevens (1956) (cité par [1]) : « *According to a number of phonetic studies, the nasal vowels of Portuguese differ from the nasal vowels of, for example, French, in that they are strongly nasalized only near the end* ». Cet aspect est également souligné par Ohala [6] qui observe qu'en Hindi, la voyelle nasale montre un abaissement progressif plus important durant sa production que ne le fait une voyelle nasalisée par contexte. D'autre part, les voyelles nasales du français sont interprétées par Feng et Castelli [7] comme une tendance depuis la configuration orale de la voyelle vers une configuration cible que constitue le conduit pharyngo-nasal. Clumeck [8] est un des premiers à proposer le rôle de la dynamique dans la perception de la nasalité. Après avoir étudié les hauteurs du velum chez des locuteurs Américains, Suédois, Amoy, Hindi et portugais Brésiliens, l'auteur conclut sa discussion en ces termes : « *It might then be the case that the listener's perception of the presence or absence of nasalization*

is more dependent upon the timing of palatal lowering rather than upon actual extent of palatal lowering ». Teixeira [9] a construit plusieurs stimuli de voyelles nasales à l'aide d'un synthétiseur articulatoire et montré que la dynamique du velum et d'autres articulateurs permettait d'améliorer l'aspect naturel des voyelles nasales synthétisées. C'est pourquoi nous nous intéressons également aux aspects dynamiques comme un élément de comparaison des voyelles nasales du portugais et du français.

2. CORPUS ET MESURES

Les corpus ont été présentés respectivement dans les études de Teixeira [9] et Rossato et al. [10].

2.1. Corpus EMMA

Corpus portugais : Le corpus a été construit pour caractériser les mouvements du velum lors de la production des voyelles nasales, comparer avec les voyelles orales, déterminer les variations de la position du velum dans les structures de type $C_1V_nC_2$ où V_n est une voyelle nasale et C_1 et C_2 sont deux plosives, et lorsque la voyelle nasale suit une consonne nasale. Une deuxième partie est constituée de différents contextes (fricatives, latéral, vibrante) et de phrases, partiellement exploitée ici, notamment pour augmenter le nombre de voyelles orales. Les enregistrements ont eu lieu à Ludwigs Maximilians Universität, Munich, avec un articulographe Carstens AG100 de 10 pellets (seulement 9 ont été utilisés). Le sujet, un des auteurs, est un locuteur mâle de 32 ans de langue maternelle portugaise. Trois pellets ont été fixés sur la langue dans le plan médiosagittal, un sur la lèvre inférieure, deux pellets ont servi de référence. Le pellet mesurant les mouvements du velum a été fixé sur une languette en plastique prolongeant un palais artificiel. La totalité du corpus a pu être enregistré sans qu'aucun des pellets ne se décolle.

Corpus français : Le corpus français s'intéressait à la position du voile du palais et à ces variations lors de la réalisation des sons du français, notamment les oppositions orales/nasales. Pour cela le corpus est constitué de séquences VCV où $V = /i y u e ø \epsilon \text{œ} \text{ɔ} a \text{ẽ} \text{ã} \text{õ} \text{ã}/$, et $C = /p t k b d g f s \text{ʃ} v z \text{ʒ} m n \text{ɾ} l/$, de séquences [pVCV] avec $V = /i u a \text{ẽ} \text{ã} \text{õ} \text{ã}/$ et $C = /p t b d m n /$, répétées 3 fois, ainsi que de phrases et de nomogrammes. Les séquences VCV sont analysées ici. Les enregistrements ont eu lieu à l'Institut de la Communication Parlée, Grenoble avec un articulographe Carstens AG100 disposant de 5 pellets. Le sujet est un locuteur mâle de langue maternelle française. Deux pellets ont été collés sur les incisives supérieures et inférieures, deux sur la langue et un sur le velum. Les 5 pellets sont restés fixés durant toute la session d'enregistrement.

2.1. Mesures des mouvements du velum

Référence : Pour ces deux enregistrements EMMA, ce n'est ni le même appareil ni le même locuteur. Et même lors de deux enregistrements du même locuteur, on ne peut garantir de fixer le pellet au même endroit. Les données ne sont donc pas directement comparables. Ceci étant dit, ces deux enregistrements fournissent une indication des mouvements du velum. Nous avons mesuré la hauteur du velum VH (coordonnée Y du pellet du velum) et nous avons pris comme référence 0 la hauteur la plus haute observée dans chaque corpus. Cette position la plus haute est observée pour [k] pour le locuteur français, et pour [g] dans le corpus du portugais. Ainsi, VH varie entre 0 cm et -1,2 cm pour le velum le plus abaissé. Nous avons choisi de conserver les unités métriques sans normaliser. En effet, s'il est connu que les plosives sont réalisées avec un velum relevé, nécessaire à la fermeture du port vélopharyngé, et cela quelle que soit la langue, rien n'indique que la position la plus basse observée durant les voyelles nasales ne soit comparable entre les deux langues. Les différences observées peuvent être imputables à la technique de mesure, (position du pellet, film plastique ou directement sur la muqueuse...) mais également à une différence de cibles entre les deux langues.

Amplitude du geste : Nous avons extrait VH au milieu du phone, les transitions étant repérées manuellement à l'aide des signaux acoustiques et des sonagrammes. Pour cet étiquetage, aucune information concernant les trajectoires du velum n'est utilisée. Cette mesure a l'avantage de pouvoir être obtenue pour tous les types de sons, indépendamment du contexte. Cependant, cela ne correspond pas à une réalité articulatoire et l'abaissement maximal ne se situe pas forcément au milieu de la voyelle nasale. C'est pourquoi nous avons également détecté, à l'aide de la trajectoire du pellet du velum et de sa dérivée, la VH la plus basse de la trajectoire.

Mesures dynamiques : Pour analyser la dynamique du velum, nous avons mesuré les vitesses de variation de VH lors de la réalisation des voyelles nasales, plus spécifiquement lors de la phase d'abaissement d'une part, et lors de la phase de remontée du velum d'autre part. En portugais, lors des séquences CVC, les deux phases se retrouvent dans la même voyelle nasale tandis que dans les séquences VCV du corpus français, la phase de remontée est située dans la 1^{ère} voyelle et la celle d'abaissement dans la 2^{ème} voyelle.

3 GESTES ARTICULATOIRES DU VELUM

3.1 Hauteur du velum et contraste de nasalité

Le contraste de nasalité oppose les consonnes orales C et les consonnes nasales N ainsi que les voyelles orales V et les voyelles nasales VN. Dans un premier temps,

nous avons mesuré VH pour chacune de ces catégories, quelque soit le contexte, et ce sur les deux corpus portugais et français. Cependant, les voyelles orales sont nasalisées en contexte nasal, et donc réalisées avec un velum plus bas, nasalisation que l'on perçoit [11]. Ici, nous voulons opposer les cibles articulatoires des voyelles orales et des voyelles nasales, nous n'avons donc pas pris en compte les voyelles orales en contexte nasal. La figure 1 présente la répartition des VH mesurées sur chacun des deux corpus. Les cibles (valeurs moyennes de VH) montrent la même hiérarchie en français et en portugais : C > V > N > VN.

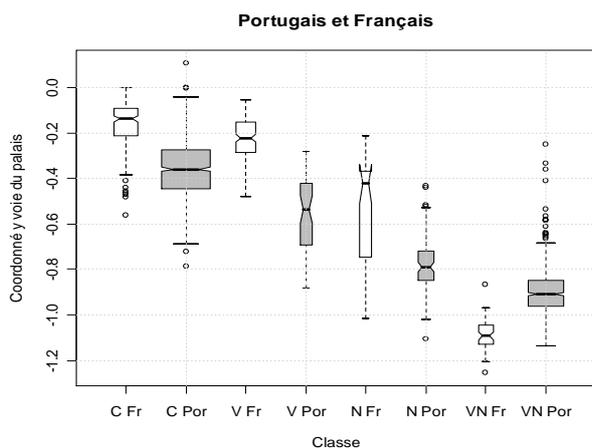


Figure 1 – Hauteurs du velum (en cm) pour chaque classe C, V, N et VN sur le corpus français (blanc) et portugais (gris).

Contraste de nasalité consonantique : Les consonnes orales sont les phonèmes réalisés avec la cible la plus haute et une latitude de réalisation relativement faible en français. La cible est légèrement plus basse, avec une tolérance plus grande pour les consonnes orales du portugais. Les consonnes nasales sont réalisées avec une cible articulatoire bien plus basse dans les deux langues. On note cependant un recouvrement des VH entre consonnes orales et nasales : entre -0.2 et -0.4 cm en français et -0.5 et -0.7 cm en portugais. On peut supposer que certaines consonnes orales sont produites avec un port vélopharyngé ouvert. On observe pour les consonnes nasales une latitude de variations importante autour de la cible notamment en français alors qu'elle ne concerne dans les deux corpus que [m] et [n], soulignant que ces deux sons tolèrent une grande variabilité de la position du velum.

Contraste de nasalité vocalique : Les voyelles orales et nasales ont des cibles articulatoires très distinctes en français, ce qui n'est pas le cas en portugais où l'on a un recouvrement autour de VH = -0.8 cm. Les figures 2a) et 2b) détaillent les VH de certaines voyelles, ainsi que des consonnes nasales. Les voyelles hautes sont produites avec une position cible plus élevée que les voyelles ouvertes [a]. Ces dernières sont réalisées avec une VH similaire à celle des consonnes nasales [m] et

[n], bien que tolérant une variation bien moindre en français. Cependant, dans les deux langues, la valeur de VH durant la consonne nasale dépend du contexte vocalique, le velum est plus bas en contexte nasal qu'en contexte oral. De plus, la voyelle [a] est produite avec une VH semblable à celle des consonnes nasales dans les deux langues étudiées. Il ne peut s'agir d'un effet de coarticulation puisque nous n'avons considéré que les voyelles en isolation ou en contexte oral. Il semble donc que la voyelle [a] soit produite avec un port vélopharyngé ouvert.

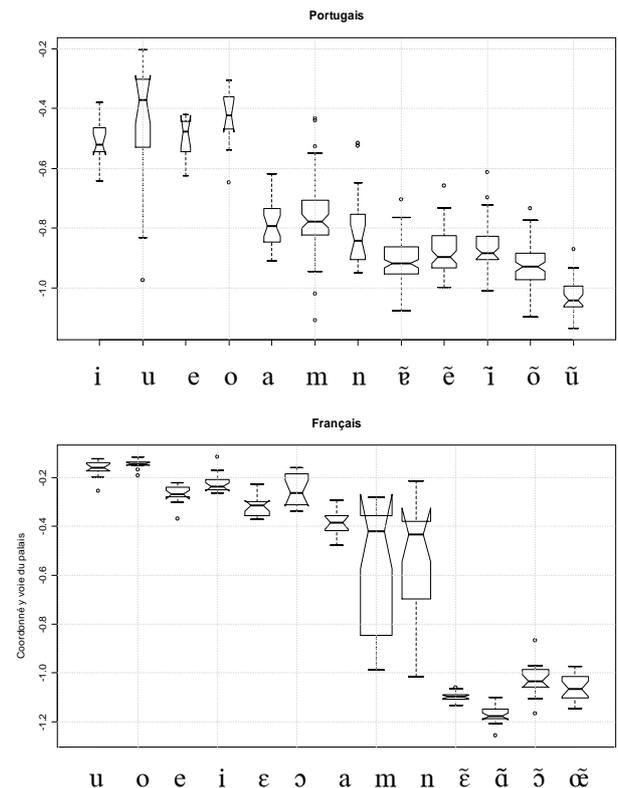


Figure 2 – VH par phonème a) en haut pour le portugais, b) en bas pour le français.

Les voyelles nasales du français ont des cibles articulatoires situées vers -1 à -1.2 cm d'abaissement et tolèrent très peu de variations tandis que les voyelles nasales du portugais ont des cibles autour de -0.9 cm qui montrent une variabilité plus importante. Nous avons alors mesuré l'abaissement maximal de la voyelle nasale, pour vérifier que ces différences n'étaient pas un artefact dû au fait que l'on prend VH au milieu du phonème, et les résultats des deux mesures sont similaires en français et en portugais (différence significative pour le /ã/ portugais). On ne peut pour autant affirmer que la cible des voyelles nasales du français est plus basse que celle du portugais car les deux mesures ne sont pas exactement comparables.

3.2 Analyse des aspects dynamiques

Voyelles nasales en contexte oral : Nous avons mesuré pour chaque voyelle nasale, la vitesse maximale

de variation de la hauteur du velum, en cm/s, lorsque le velum s'abaisse et lorsqu'il se relève, présenté table 1 pour chaque voyelle. Les gestes d'ouverture et de fermeture du port vélopharyngé se font avec des vitesses similaires pour le français (F=3.6, p=0.59), tandis que le geste d'ouverture est plus lent que celui de la fermeture en portugais (F=196, p<0.001).

VN Fr	ẽ	õ	õ	ã	
abais.	8.4 (1.3)	8.1 (0.9)	8.5 (1.4)	8.1 (0.8)	
montée	8.9 (1.6)	7.9 (1.2)	7.2 (1.4)	7.0 (1.9)	
VN Por	ĩ	ũ	ẽ	õ	ẽ
abais.	5.7(1.1)	7.7(1.7)	6.3(1.8)	7.4(1.8)	6.3(1.8)
montée	7.6(1.8)	10.2(1.6)	7.8(1.7)	8.4(1.6)	8.9(1.8)

Table 1 – Vitesse de variation de VH pour les voyelles nasales du français (en haut) et du portugais (en bas). Les valeurs entre parenthèses sont les écart-types.

Voyelles nasales après une consonne nasale : Les figures 3 et 4 illustrent les trajectoires de VH en portugais et en français. On observe des transitions N - VN assez différentes. En portugais, le velum remonte lentement durant la consonne nasale pour atteindre son point le plus haut au début de la voyelle nasale, avant de redescendre et d'atteindre la position la plus basse de la voyelle. Ce mouvement de remontée durant le [m] n'est pas observé en français : partant de la cible très basse de la voyelle nasale précédente, le velum reste stable pendant la consonne, commençant à descendre peu avant le début de la voyelle pour rejoindre la position stable de la voyelle nasale.

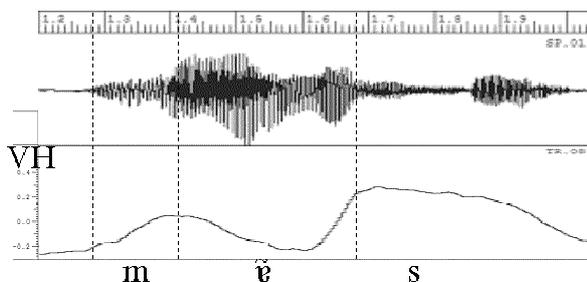


Figure 3 – Signal acoustique et trajectoire de VH en fonction du temps (s) pour /mẽs/ en portugais.

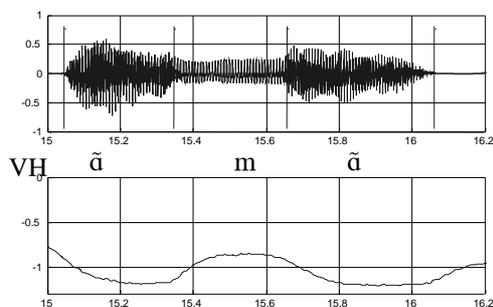


Figure 4 – Signal acoustique et trajectoire de VH en fonction du temps (s) pour /pãmã/ en français.

4. CONCLUSION

Dans nos deux corpus portugais et français, nous retrouvons la même hiérarchie dans les positions cibles C>N>V>VN, ainsi qu'une réalisation des voyelles orales ouvertes avec VH du même ordre que les consonnes nasales, impliquant vraisemblablement un port vélopharyngé ouvert. Les mesures de vitesses ont permis de mettre en évidence une différence entre la dynamique des voyelles nasales du portugais et celle du français. Nous n'avons pas abordé ici l'influence du contexte, et il serait intéressant de voir si les phénomènes de coarticulation sont similaires dans ces deux langues. Se pose aussi la question de l'importance de ces trajectoires dynamiques différentes dans la perception des voyelles nasales par des locuteurs français et portugais.

REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements vont à nos deux sujets Pierre Badin et Antonio Teixeira. Merci à Phil Hoole et Christophe Savariaux qui ont chacun rendu possible le recueil des données respectivement du portugais et du français. La partie sur le portugais a été financée par le projet FCT POSC/PLP/57680/2004 HERON de l'Agence de Recherche Portugaise. La partie sur le français est soutenue par un financement ANR : « Dynamique de la nasalité ».

BIBLIOGRAPHIE

- [1] R. Sampson. *Nasal Vowel Evolution in Romance*. Oxford University Press, 1999.
- [2] M. Durand. De la formation des voyelles nasales In *Sudia Linguistica VII*, p33-53, 1954.
- [3] A. Bothorel, P. Simon, F. Wioland & J.P. Zerling, *Cinéradiographie des voyelles et consonnes du français*, Trav. Institut Phon., Strasbourg, 1986.
- [4] S. Maeda. Acoustics of vowel nasalization and articulatory shifts in French nasal vowels. In [12]. p147-167, 1993.
- [5] D.W. Warren, T.M. Dalston, et al. Aerodynamics of Nasalization, In [12], p119-146, 1993.
- [6] J. Ohala & M. Ohala. The phonetics of nasal phonology. In [12], p225-249, 1993.
- [7] G.Feng & E. Castelli, Some acoustic features of nasal and nasalized vowels: A target for vowel nasalization. *JASA*. 99(6) p3694-3706, 1996.
- [8] H. Clumeck. Patterns of soft palate movements in six languages. *J. of Phonetics* 4, p337-351, 1976.
- [9] A. Teixeira, F. Vaz, & J. C. Príncipe. Influence of dynamics in the perceived naturalness of Portuguese nasal vowels. In *Proc. ICPhS*, 1999.
- [10] S. Rossato, P. Badin & F. Bouaouini. Velar movements in French: an articulatory and acoustical analysis of coarticulation. In *Proc. ICPhS*, Barcelona, p3141-3145, 2003.
- [11] R.A. Krakow & P. S. Beddor. Coarticulation and the perception of nasality. *Proc. ICPhS*, 1991
- [12] *Phonetics and Phonology, Vol 5, Nasals, Nasalization and the Velum*, San Diego, Academic Press, 1993