

GRAMM

-

R

ÉTUDES DE LINGUISTIQUE FRANÇAISE

Véronique Delvaux

Les voyelles nasales du français

Aérodynamique, articulation,
acoustique et perception

P. I. E.
PETER LANG



GRAMM

-

R

ÉTUDES DE LINGUISTIQUE FRANÇAISE

Véronique Delvaux

Les voyelles nasales du français

Aérodynamique, articulation,
acoustique et perception

P. I. E.
PETER LANG



CHAPITRE 1

Généralités

I. Définitions

En première analyse, une voyelle ou une consonne est dite « nasale » (ou « nasalisée ») lorsqu'elle est produite avec le port vélo-pharyngé ouvert, de sorte que les cavités nasales jouent le rôle de résonateur lors de sa production.

Les voyelles dites « nasal(isé)es » pourraient être qualifiées plus précisément de voyelles « oro-nasal(isé)es », dans la mesure où l'ouverture du port vélo-pharyngé va de pair avec le maintien d'une ouverture aux lèvres. Pour ces voyelles, le système de résonateurs comprend l'ensemble des cavités supra-glottiques : pharyngale, buccale et nasales.

Il n'existe donc pas dans les langues du monde de voyelles « nasales » au sens strict. En effet, étant donné la bande passante et l'amplitude du signal sonore produit aux narines, seule la première fréquence de résonance de la cavité pharyngo-nasale (autour de 250 Hz) est susceptible d'amplifier le signal glottique, ce qui produit un signal sonore habituellement désigné sous le terme de « murmure nasal ». Par ailleurs, même si le signal produit avait des fréquences audibles au-delà de 500 Hz, l'éventail des oppositions de timbre « vocalique » serait extrêmement limité vu l'absence d'articulateur mobile dans la cavité pharyngo-nasale, à l'exception de la racine de la langue.

Par contre, les consonnes dites « nasales » sont nasales au sens strict. Il s'agit de consonnes pour lesquelles une occlusion est effectivement pratiquée dans la cavité buccale, de sorte que le système résonateur principal est composé du pharynx et des cavités nasales. Si l'occlusion a lieu au niveau du voile du palais (occlusives vélares), ce système est l'unique résonateur amplifiant le signal quasi périodique produit par la vibration des cordes vocales. Si l'occlusion se produit plus avant dans le conduit buccal, le système résonateur principal est accompagné d'une branche secondaire, la cavité buccale, dont l'extrémité est fermée.

Ainsi, du point de vue phonologique, une consonne occlusive est soit orale, soit nasale, selon que le port vélo-pharyngé est fermé ou ouvert lors de sa production. Du point de vue de la réalisation phonétique, on

observe régulièrement une ouverture du port vélo-pharyngé pour tout ou partie de consonnes occlusives orales, soit par coarticulation, soit dans le cas des occlusives voisées, afin de maintenir plus longtemps le différentiel de pression entre les cavités sub- et supra-glottiques.

Par ailleurs, une grande majorité des consonnes autres que les occlusives peuvent être phonétiquement nasalisées. Les latérales et les trilles, par exemple, sont régulièrement nasalisées par coarticulation. Certaines consonnes continuantes peuvent également être phonologiquement nasales, la nasalité intervenant alors à titre de mode articulaire secondaire. Néanmoins les occurrences de ce phénomène sont rares. Citons le cas de la liquide nasale /l/ en UMBundu (Schadeberg, 1982), des semi-consonnes nasales /ʃ/ et /w̃/ en Lua et en Yakut (Clements *et al.*, 2008) et de la continuante glottale /h̃/ en Thimbukushu (Ladefoged et Maddieson, 1996). Seules les fricatives font exception : même si l'on a rapporté quelques cas de fricatives nasalisées – aux extrémités – par coarticulation (pour une revue, voir Shosted, 2007), on n'a jusqu'ici rencontré aucune langue opposant phonologiquement des fricatives orales et nasales, très probablement parce que les contraintes aérodynamiques sur la production de la nasalité et du bruit de friction sont antinomiques (Ohala et Ohala, 1993 ; Solé, 2007 ; voir cependant Schadeberg, 1982 et Gerfen, 1999, pour un avis différent sur la plausibilité des fricatives nasales).

En résumé, le terme générique de « consonnes nasales » s'applique en fait uniquement aux consonnes occlusives nasales. Pour le reste, les consonnes non obstruantes peuvent être qualifiées de « nasalisées » ou de « nasales » selon que la nasalité qui accompagne leur mode articulaire principal est phonétique ou distinctive.

En ce qui concerne les voyelles, nous distinguerons dans cet ouvrage entre « voyelles nasalisées » et « voyelles nasales ». Les voyelles nasales sont à la fois nasalisées phonétiquement et nasales du point de vue phonologique, c'est-à-dire qu'elles entrent en opposition phonologique de surface avec d'autres éléments du système vocalique sur la base du trait de nasalité. C'est le cas de /ē, œ̃, ã, ÷/ en français, comme en attestent les paires minimales /pē-pe/ (pain-paix), /pã-pa/ (pan-pas), /pō-po/ (pont-peau) et /ʒœ̃-ʒø/ (jeun-jeu). Les voyelles phonologiques orales peuvent être nasalisées, en français comme dans d'autres langues, notamment par coarticulation. Ainsi, les /e, ø, a, o/ des mots mais, nœud, na, maux, etc. seront qualifiées de voyelles nasalisées si elles sont réalisées pour tout ou partie avec le port vélo-pharyngé ouvert.

II. Les bases phonétiques

A. Bases anatomiques et articulaires

Le voile du palais est une bande de tissu mobile d'environ 1 cm d'épaisseur, qui prolonge l'os de la voûte palatine. Le voile du palais a *grosso modo* la forme d'un cerf-volant, dont la queue – « la luette » – est la partie la plus mobile. Lorsque le voile est en position relevée, la luette est rétractée et le voile vient s'appliquer contre les parois de la partie supérieure de la cavité pharyngale ; le port vélo-pharyngé est alors totalement clos, par exemple pour la déglutition. Lorsque le voile est à son niveau le plus bas, par exemple lors de l'inspiration, la luette peut aller jusqu'à épouser la partie postérieure de la langue, et le passage de l'air vers les cavités nasales est entièrement dégagé.

La configuration du voile du palais lors de la production de voyelles se situe entre ces deux extrêmes : pour les voyelles nasales, le voile est typiquement en position basse, mais la luette descend rarement jusqu'à se déposer sur la langue ; pour les voyelles orales, le port vélo-pharyngé est typiquement fermé, et le voile est en position haute, mais sa hauteur et la force de fermeture restent inférieures à ce qui est observé dans le cas de la déglutition. Notons par ailleurs que, chez certains individus, les parois latérales supérieures de la cavité pharyngale peuvent contribuer significativement à la fermeture (à l'ouverture) du port vélo-pharyngé, dans un mouvement de contraction (de relâchement) de type sphinctériel (Amelot, 2004).

Cinq muscles au moins participent aux mouvements du voile du palais, et plus généralement à l'ouverture et à la fermeture du port vélo-pharyngé (figure 1) : le levator palatini est le principal muscle responsable de l'élévation du voile du palais ; le tensor veli, dont la couche superficielle a pour fonction de contracter le voile ; le palatopharyngeus, qui relie la partie postérieure du voile et la paroi pharyngale, joue un rôle prépondérant dans le sphincter vélo-pharyngé en abaissant le voile du palais, ainsi qu'en élevant la partie supérieure et en rapprochant les piliers postérieurs du pharynx ; le palatoglossus, qui relie la partie antérieure du voile et la base de la langue, peut intervenir dans l'abaissement du voile (ainsi que dans les mouvements de la partie postérieure de la langue) ; enfin, le musculus uvulae, entièrement contenu dans la luette, dont le rôle est de raccourcir la luette et d'épaissir la partie médiane du voile, ce qui facilite l'application du voile contre la paroi pharyngale en position relevée (pour plus de détails, voir par ex. Hardcastle, 1976).

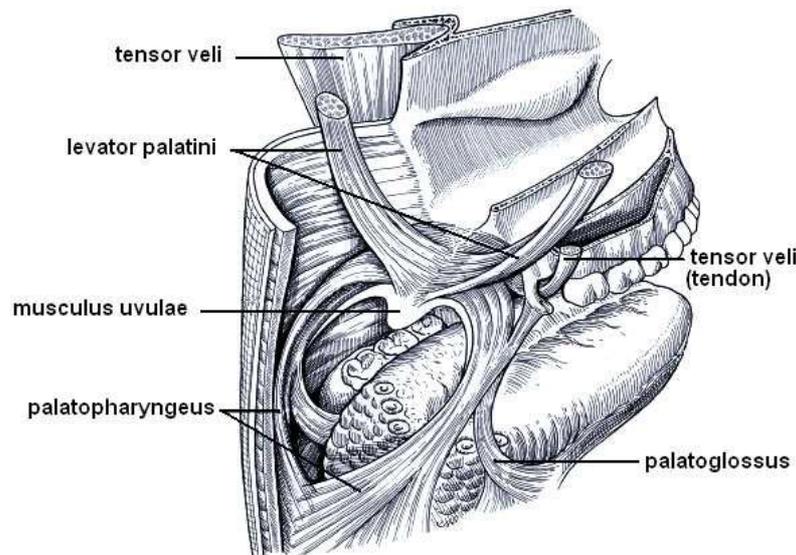


Figure 1. Principaux muscles participant aux mouvements du voile du palais. D'après Legent *et al.* (1988).

L'ouverture du port vélo-pharyngé permet la mise en connexion des cavités nasales avec la cavité pharyngale (et éventuellement la cavité orale) lors de la production de sons de parole. On appelle « rhinopharynx » (ou « cavum ») la cavité ovoïde située juste au-dessus du voile du palais et dont la forme exacte varie en fonction des individus (figure 2). Du cavum partent les fosses nasales proprement dites via l'orifice formé par les « choanes ». Les fosses nasales sont deux ensembles (non symétriques) de cavités formées par un labyrinthe de replis tissulaires (accrochés notamment aux trois cornets, supérieur, moyen et inférieur) s'étendant à gauche et à droite d'une cloison médiane osseuse et cartilagineuse (le « septum nasal ») depuis les choanes jusqu'aux narines. Les parois des fosses nasales sont recouvertes d'une muqueuse pituitaire, olfactive en surface, vasculaire et respiratoire en profondeur. Un certain nombre de cavités secondaires appelées « sinus » sont reliées aux cavités nasales proprement dites. On distingue les sinus sphénoïdaux, ethmoïdaux, maxillaires, et frontaux. Leur rôle spécifique au sein du système des résonateurs supra-laryngés reste à ce jour controversé.

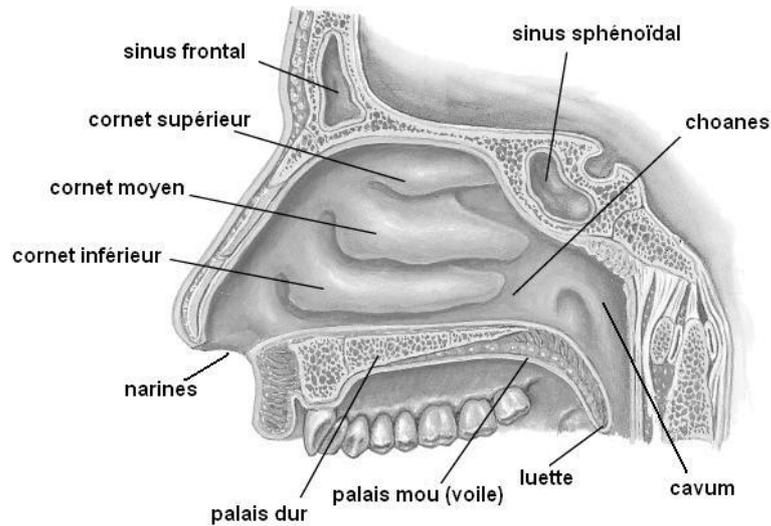


Figure 2. Cavités nasales. D'après Seidel *et al.* (2002).

B. Bases aérodynamiques

La grande majorité des sons de parole sont produits grâce à l'énergie fournie par un flux d'air expiratoire en provenance des poumons¹. Le mouvement de l'air entrant et sortant des poumons est régulé par les muscles respiratoires, qui modifient le volume de la cage thoracique et des poumons, et partant, le niveau de pression pulmonaire.

L'inspiration est un processus actif, impliquant la contraction de nombreux muscles, dont le principal est le diaphragme. Ces muscles dilatent la cage thoracique, et la chute de pression qui en résulte génère l'inspiration. L'expiration est avant tout un phénomène passif, qui résulte de la tendance des tissus élastiques formant la cage thoracique à reprendre ensuite leur position de repos. Dès lors, la pression pulmonaire est supérieure à la pression atmosphérique, et un flux d'air expiratoire est généré, des poumons vers les voies aériennes supérieures (trachée, pharynx, cavités buccale et éventuellement nasales). Lors de la phonation, la pression sous-glottique est maintenue à un niveau

¹ Certains sons impliquent un mécanisme inverse, par lequel le flux d'air (« ingressif ») se déplace du milieu aérien vers l'intérieur du conduit vocal. Citons les implosives (en particulier les non-voisées), et les clicks (Ladefoged et Maddieson, 1996 ; Eklund, 2008).

approprié via un mécanisme de régulation impliquant essentiellement les muscles respiratoires.

Le flux de l'air en provenance des poumons est modulé, soit par la résistance passive des structures organiques fixes, soit par l'action des différents articulateurs laryngés et supra-laryngés. C'est la relation entre les résistances imposées au flux d'air à ces différents niveaux du conduit vocal qui détermine à la fois les niveaux de pression et la vitesse volumique dans les diverses cavités, ainsi que la quantité d'air s'écoulant finalement par les deux orifices que forment les lèvres, d'une part, et les narines, d'autre part (voir figure 3).

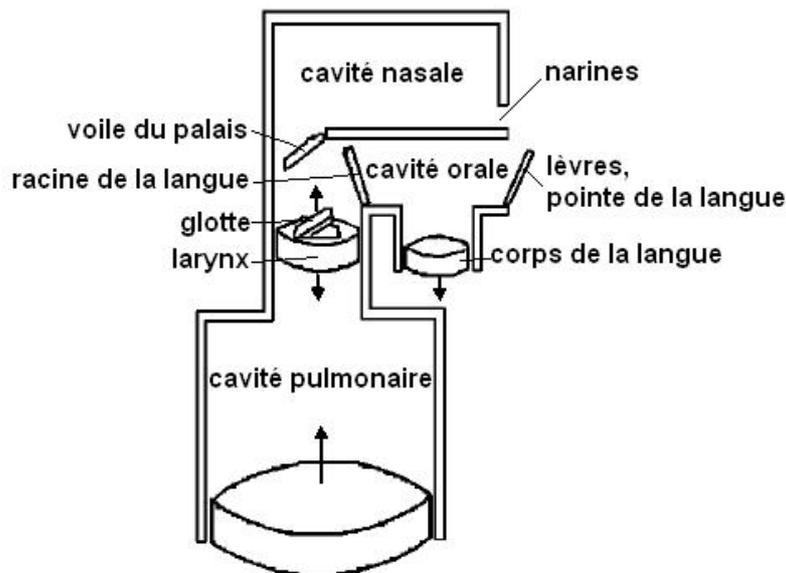


Figure 3. Modèle aérodynamique du conduit vocal. D'après Ohala (1983).

Lors de la production des voyelles (orales et nasales) et des consonnes voisées (donc, des consonnes nasales), la constriction glottique constitue une résistance majeure à l'écoulement de l'air dans le conduit vocal. Le rapport entre la pression sous-glottique et la pression supra-glottique est élevé pour tous ces sons : d'une part la résistance à la glotte est importante (ouverture glottique $\approx 0,05 \text{ cm}^2$), d'autre part la pression est faible dans les cavités supra-glottiques, c'est-à-dire proche de la pression atmosphérique, parce que les cavités buccales et/ou nasales sont ouvertes vers l'extérieur. On considère généralement que pour une voyelle orale non fermée, la résistance intra-orale est inférieure

à 1 cm H₂O/L/s, alors que la résistance des fosses nasales se situe entre 1 et 3,5 cm H₂O/L/s (Warren *et al.*, 1969).

Lorsque le port vélo-pharyngé est ouvert pour une voyelle nasal(isé)e, une condition nécessaire mais non suffisante à l'écoulement de l'air par les fosses nasales est remplie. En effet, la résistance étant globalement deux fois plus importante dans les cavités nasales que dans la cavité buccale, la majeure partie de l'air en provenance des poumons est expulsé par la bouche, même avec un port vélo-pharyngé ouvert. On a observé que lorsqu'une voyelle est produite avec une ouverture (très) réduite du port vélo-pharyngé (aire inférieure à 0,04 cm²), le rapport de résistance est tellement défavorable aux cavités nasales qu'aucune quantité d'air n'est mesurable à la sortie des narines.

Pour une aire vélo-pharyngée comprise entre 0,04 cm² et 0,40 cm², la quantité d'air s'écoulant par le nez dépend à la fois de l'aire vélo-pharyngée et de la résistance de la cavité buccale, elle-même fonction de la position du voile du palais, de la mâchoire, de la langue, et des lèvres. Entre 0,04 et 0,40 cm² d'aire vélo-pharyngée, le débit d'air nasal croît monotoniquement à l'aire vélo-pharyngée pour une configuration orale donnée ; de même, pour une aire vélo-pharyngée donnée, le débit d'air nasal décroît à mesure que la résistance dans la cavité buccale augmente, en lien notamment avec l'aperture vocalique. Entre 0,10 et 0,20 cm² d'aire vélo-pharyngée, la résistance nasale demeure importante, et le débit d'air nasal faible. Ce niveau d'ouverture vélo-pharyngée est cependant assez handicapant pour que des patients atteints d'insuffisance vélo-pharyngée soient gênés dans la production de consonnes plosives (et recourent à des stratégies compensatoires, notamment d'ouverture du port oral : Warren *et al.*, 1991), même s'il demeure apparemment insuffisant pour la production d'une nasalité vocalique détectable chez un sujet sain (voir par ex. Maeda, 1993).

Enfin, lorsque l'aire vélo-pharyngée est supérieure à 0,40 cm², le débit d'air nasal devient indépendant de l'ouverture du port vélo-pharyngé (figure 4). Il dépend alors principalement du débit d'air en provenance des poumons ainsi que de la résistance dans la cavité buccale. Les voyelles et les consonnes nasales des langues sont généralement produites avec une ouverture vélo-pharyngée variant entre 0,40 et 1,0 cm².

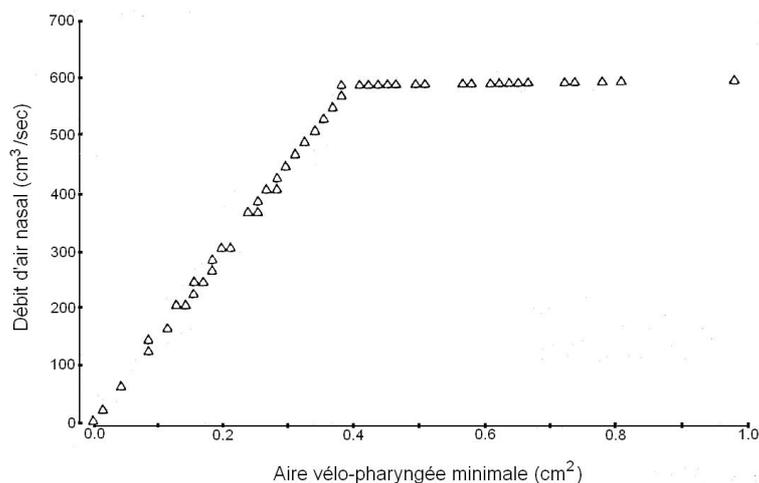


Figure 4. Évolution du débit d'air nasal en fonction de l'aire vélo-pharyngée (mesurée à sa section minimale) à débit d'air pulmonique constant. D'après Warren *et al.* (1993).

Par ailleurs, il est possible de mesurer un flux d'air à la sortie des cavités nasales alors que le port vélo-pharyngé est fermé. Ceci survient notamment comme la conséquence de la fermeture du port vélo-pharyngé, dans la dynamique de la parole : l'élévation du voile du palais consécutive au geste de fermeture peut entraîner l'expulsion de l'air encore présent dans les fosses nasales alors que le port vélo-pharyngé est clos depuis plusieurs (dizaines de) millisecondes.

C. Bases acoustiques

Lorsque le port vélo-pharyngé atteint une ouverture suffisante durant la production d'une voyelle, un couplage acoustique s'établit entre les fosses nasales et le conduit vocal principal. Le système des résonateurs supra-laryngés comprend dès lors la cavité pharyngale, la cavité nasale, et la cavité buccale ; c'est le système résonant le plus complexe qui existe dans la parole humaine.

Une façon de modéliser les propriétés acoustiques d'un tel système consiste à considérer que toute voyelle nasal(isé)e présente un conduit vocal dont la configuration est intermédiaire entre les deux extrêmes suivants : d'une part, pour une ouverture vélo-pharyngée infinitésimalement petite, le système pharynx+bouche, qui fournit un ensemble de formants dits « oraux », ainsi qu'un certain nombre de paires pôle-zéro (s'annulant réciproquement) aux fréquences naturelles de résonance de la cavité nasale seule ; d'autre part, pour une ouverture maximale du

port vélo-pharyngé (le passage vers la voie buccale étant considéré comme bloqué), le système pharynx+nez, qui fournit un ensemble de formants dits « nasals », ainsi qu'une série de paires pôle-zéro (s'annulant réciproquement) aux fréquences naturelles de résonance de la cavité buccale seule (Maeda, 1982, 1993 ; voir figure 5). La voyelle nasal(isé)e présente une configuration intermédiaire à ces deux extrêmes, caractérisée par un certain degré de couplage lié à la taille de l'ouverture vélo-pharyngée. En conséquence, une voyelle nasal(isé)e comprend un grand nombre de formants dont la fréquence est soit intermédiaire entre une résonance du système pharynx+bouche et une autre résonance du système pharynx+nez, soit le produit de la séparation d'une paire pôle-zéro issue de l'un des deux systèmes. La voyelle nasal(isé)e présente également une série de zéros spectraux ou « anti-formants » issus de ces paires pôles-zéros, anti-formants qui par définition réduisent l'énergie acoustique à leur fréquence propre, c'est-à-dire qu'ils peuvent affaiblir voir annuler l'un des formants du système global.

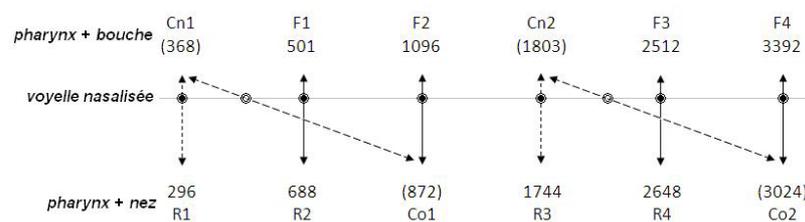


Figure 5. Propriétés acoustiques des voyelles nasal(isé)es, considérées comme présentant une configuration intermédiaire entre un système résonateur pharynx+bouche et un système résonateur pharynx+nez. D'après Maeda (1993).

On voit que la complexité acoustique des voyelles nasal(isé)es tient à deux facteurs. D'une part, le spectre de la voyelle nasal(isé)e est plus riche que celui de la voyelle orale correspondante parce qu'il contient un plus grand nombre d'éléments dans une plage fréquentielle donnée : en plus des formants « oraux », qui sont déplacés dans le domaine fréquentiel par rapport à la voyelle orale, un certain nombre de paires pôle-zéro sont introduites à différentes fréquences, et l'interaction entre ces divers éléments peut s'avérer complexe. D'autre part, il est difficile de prédire les propriétés acoustiques précises d'une voyelle nasal(isé)e, car celles-ci sont sensibles à de multiples facteurs, tels que le degré de couplage (qui détermine le niveau de séparation des paires pôle-zéro), mais également la configuration orale de la voyelle (qui détermine les fréquences naturelles de résonance du système pharynx+bouche), ainsi que les propriétés anatomiques des cavités nasales de chaque individu (qui

déterminent les fréquences naturelles de résonance du système pharynx+nez). Ainsi, pour un même locuteur, un même niveau d'abaissement du voile du palais aura des conséquences spectrales fort différentes en fonction de la voyelle concernée selon que ses formants tendront ou non à être annihilés par les zéros nasals. De même, un niveau équivalent d'abaissement du voile peut avoir des conséquences très différentes selon les individus car la forme et le volume des cavités nasales sont soumises à une grande variabilité interindividuelle.

III. Les bases phonologiques

A. Inventaires phonologiques

La toute grande majorité des langues présente au moins une consonne nasale dans leur inventaire phonologique ; c'est le cas pour 97 % des 451 langues répertoriées dans la base de données UPSID (Maddieson, 1981, 1984 ; Maddieson et Precoda 1989 ; Cohn, 1993 ; Vallée, 1994). Si une langue n'a qu'une seule consonne nasale, il s'agit le plus souvent de /n/ ; si elle n'en a que deux, /n, m/ (Ferguson, 1963 ; Maddieson, 2009). Les occlusives nasales bilabiales /m/ et dentales /n/ sont présentes dans plus de 75 % des langues du monde (tableau 1).

Consonnes	Proportion des langues (UPSID)
/n/	78 %
/m/	76 %
/ŋ/	42 %
/ɲ/	26 %

Tableau 1. Proportion des langues de la base de données UPSID (en %) dont l'inventaire phonologique compte l'une des 4 consonnes nasales présentes en français /n, m, ŋ, ɲ/. D'après Maddieson (1984).

Le contraste phonologique (de surface) entre voyelles nasales et voyelles orales est attesté dans plus de 20 % des langues décrites à ce jour. La nasalité est la propriété phonétique « mineure » la plus fréquemment utilisée à des fins distinctives dans les inventaires vocaliques – les propriétés phonétiques « majeures » étant l'aperture, le lieu d'articulation et l'arrondissement (Ladefoged et Maddieson, 1996). Comme dans l'inventaire phonologique oral, les trois voyelles nasales les plus fréquentes sont les voyelles situées aux extrémités du triangle vocalique, soit /ĩ, ù, ã/ : chacune de ces voyelles apparaît dans l'inventaire phonologique de plus de 10 % des langues (tableau 2).

Voyelles	Proportion des langues (UPSID)
/ĩ/	13 %
/ã/	13 %
/ũ/	12 %
/ẽ/	5 %
/õ/	5 %
/õ̃/	4 %
/ẽ̃/	2 %

Tableau 2. Proportion des langues de la base de données UPSID (en %) dont l'inventaire phonologique compte la voyelle nasale /ĩ, ã, ù, ẽ, õ, õ̃, ẽ̃/. D'après Maddieson (1984).

Un certain nombre de « quasi-universaux » caractérisent les rapports entre voyelles orales et voyelles nasales au sein d'une langue donnée (Ferguson, 1963, Ruhlen, 1975, Maddieson, 2009). Premièrement, l'inventaire phonologique d'une langue compte soit le même nombre de voyelles orales que de voyelles nasales, soit plus d'orales que de nasales, mais jamais l'inverse. Deuxièmement, on observe un certain nombre de régularités en ce qui concerne ces voyelles nasales « manquantes » dans les inventaires phonologiques : dans la moitié des cas, il s'agit des voyelles d'aperture moyenne, et dans un quart des cas des voyelles fermées (Ruhlen, 1975). Troisièmement, lorsque les phonèmes voyelles nasales sont moins nombreux que les orales dans une langue donnée, le timbre des nasales diffère généralement de celui des orales dites correspondantes. Typiquement, un inventaire oral à trois degrés d'aperture correspond à un inventaire nasal à deux degrés d'aperture, où, d'un point de vue phonologique, il n'y a pas de nasale d'aperture moyenne, et, d'un point de vue phonétique, les voyelles nasales fermées sont plus ouvertes, et les nasales ouvertes plus fermées, que leurs correspondantes phonologiques orales.

B. Les voyelles nasales en français

Il existe actuellement trois phonèmes voyelles nasales (de surface) en français standard : /ẽ, ã, õ̃/. Certaines variétés de français préservent encore un quatrième phonème /œ̃/ (par ex. le français méridional, le français québécois et, dans une moindre mesure, le français de Belgique), mais la neutralisation de l'opposition phonologique /ẽ-œ̃/, qui a commencé dès le milieu du 20^e siècle en français parisien, est de plus en plus fréquente dans la majorité des régiolectes, en particulier chez les jeunes. Le /œ̃/ est d'ailleurs la voyelle nasale la moins fréquente en français (tableau 3). Le français fait donc exception par rapport aux tendances générales exposées ci-dessus, dans la mesure où les voyelles

« manquantes » dans l'inventaire nasal sont les voyelles fermées, alors que les voyelles d'aperture moyenne sont préservées.

Source	Français écrit				Français parlé			
	ã	ẽ	œ	õ	ã	ẽ	œ	õ
<i>Fréquence d'occurrence (en %)</i>								
Lafon, 1961	2	1,1	0,3	1,7	3,3	1,4	0,5	2
Delattre, 1965 ²					3,2	1,03	0,44	1,62
Akamatsu, 1967	3,3	1,3	0,4	2,54	3,8	1,5	0,01	2,4
Carton, 1974	3,4	1,2	0,5	2,1				
Wioland, 1991	3,1	1,8	-	2,3				
<i>Distribution interne (en %)</i>								
Valdman, 1976	47	16	7	30				
Hansen, 2001					43,9	17,8	5,9	32,4

Tableau 3. Fréquence d'occurrence (en %) correspondant aux quatre phonèmes voyelles nasales en français écrit et en français parlé (Sources : Lafon, 1961 ; Delattre, 1965 ; Akamatsu, 1967 ; Carton, 1974 ; Wioland, 1991). Distribution interne au sein de l'inventaire phonologique des voyelles nasales du français (en %) (Sources : Valdman, 1976 ; Hansen, 2001).

Historiquement, on peut considérer ces trois phonèmes comme les vestiges d'un temps où l'inventaire phonologique nasal était beaucoup plus fourni. Toutes les voyelles et diphtongues du français, soit au moins 10 segments (simples et complexes), ont été nasalisées phonétiquement par assimilation avec une consonne nasale homosyllabique subséquente à partir du 11^e siècle. Certains auteurs pensent que la nasalisation s'est déployée par étapes successives, en touchant d'abord les voyelles et les diphtongues les plus ouvertes (11^e et 12^e siècles), puis celles d'aperture moyenne (12^e et 13^e siècles), enfin les plus fermées (14^e siècle) (par ex. Carton, 1974 ; Straka, 1979 ; Van Deyck, 2000, 2002). En effet, au 11^e siècle on note dans les textes une absence d'assonance entre *aC* et *aN* d'une part, et *eC* et *eN* d'autre part (alors que *iC* et *iN*, *oC* et *oN*, etc. continuent d'assonner). D'autres auteurs plaident en faveur d'une nasalisation simultanée de toutes les voyelles orales devant consonne nasale vers l'an 1000 et attribuent l'absence d'assonance sus-mentionnée à une différence d'aperture vocalique indépendante de la nasalité (par ex. Schane, 1968 ; Rochet, 1976 ; Matte, 1984 ; Van Reenen, 1982 ; Morin, 1994 ; pour une revue plus complète de la question, voir Hansen, 2001).

Quoi qu'il en soit, le consensus existe sur le fait que, une fois nasalisées, ces variantes se sont phonologisées entre le 14^e siècle et le 16^e siècle dans les morphèmes où la coda nasale n'était plus réalisée en

² En toute rigueur, les données ont été recueillies sur la base d'un corpus mixte français écrit/français parlé.

surface (Straka, 1979 ; Ruhlen, 1979 ; pour le détail des changements de timbre, fusions et réorganisations au sein de l'inventaire vocalique nasal français après le 14^e siècle, on consultera Morin, 1994). De nombreuses alternances morpho-phonologiques de surface témoignent de ces évolutions diachroniques. Ainsi pour le féminin des adjectifs : /ɔ̃-ɔn/ : *bon-bonne*, /ɑ̃-an/ : *paysan-paysanne*, /œ̃-yn/ : *brun-brune*, enfin pour /ɛ̃/ les multiples alternances /ɛ̃-in/ : *fin-fine*, /ɛ̃-en/ : *chien-chienne*, et désormais en français standard /ɛ̃-yn/ : *aucun-aucune*, etc.

L'existence d'alternances de ce type a conduit certains auteurs à proposer que le contraste phonologique entre voyelles orales et nasales n'existe qu'en surface en français, toutes les voyelles nasales de surface correspondant à des séquences VN dans les représentations profondes (Schane, 1968 ; Prunet, 1992). La plupart des phonologues du français préfèrent poser l'existence de voyelles nasales sous-jacentes, en tout cas en ce qui concerne les morphèmes qui ne présentent pas d'alternance morphologique \tilde{V} -VN, par ex. *franc-franche-franchise-affranchir*, *rond-ronde-rondeur-arrondir*, *saint-sainte-sainteté*, *emprunt-emprunteur-emprunter*, etc. (Tranel, 1987 ; Brousseau et Nikiema, 2001). Dans ces morphèmes, la voyelle nasale est considérée comme suivie d'une consonne flottante, qui se réalise en surface uniquement lorsqu'elle peut s'attacher à une attaque vide (figure 6).

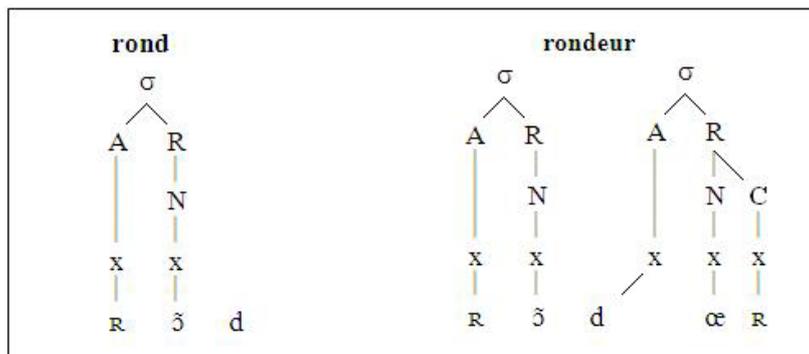


Figure 6. Analyse en constituants syllabiques des mots *rond* et *rondeur*. D'après Brousseau et Nikiema (2001).

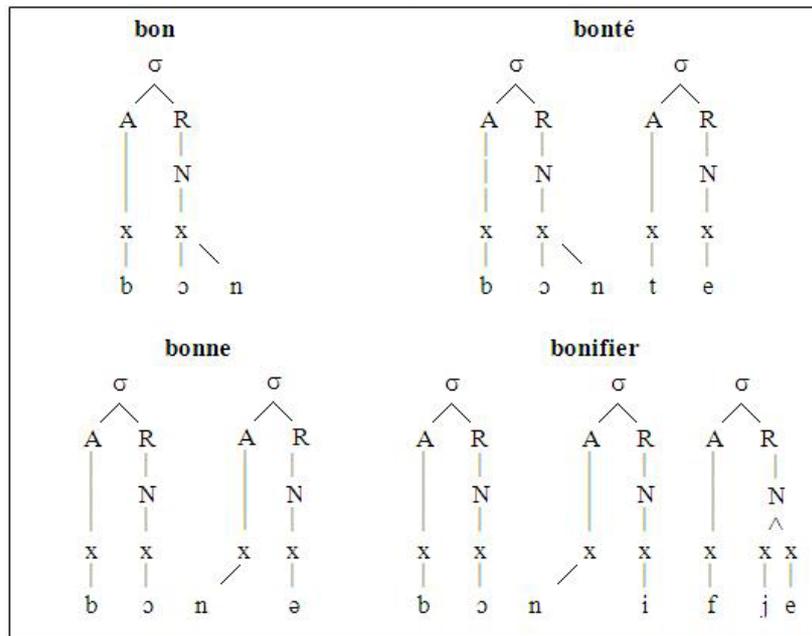


Figure 7. Analyse en constituants syllabiques des mots *bon*, *bonté*, *bonne*, *bonifier*. D'après Brousseau et Nikiema (2001).

Brousseau et Nikiema (2001) montrent que dans les cas où il y a une alternance de surface (par ex. *bon-bonté* mais *bonne-bonifier*) l'analyse la plus puissante consiste à considérer que la représentation profonde consiste en une séquence VN qui peut être réalisée de deux façons différentes selon le contexte syllabique (figure 7).

Dans les séquences sous-jacentes VN, la consonne nasale est une consonne flottante qui, comme toutes les consonnes de liaison du français, se réalise en surface lorsqu'elle peut s'ancrer à une attaque vide adjacente à sa droite, que cette attaque vide soit fournie par un suffixe ou par le mot suivant. Mais contrairement aux autres consonnes de liaison, dans les cas où il n'y a pas d'attaque vide, la consonne nasale s'attache au noyau à sa gauche et « colore » phonétiquement la voyelle précédente, ce qui aboutit à une voyelle nasale de surface (figure 7).

Notons que, si l'on adoptait l'approche inverse, à savoir une voyelle nasale sous-jacente se dénasalisant en surface lorsqu'elle est précédée d'une attaque vide, on serait confronté à deux problèmes : (i) l'impossibilité de prédire *a priori* la nature exacte de la consonne nasale issue de la dénasalisation, en particulier pour /ɛ̃/ : *vain-vaine*, mais *faim-famélique*, *geint-geignent*, etc. (ii) l'impossibilité de prédire *a priori* la

nature exacte de la voyelle orale issue de la dénasalisation : à *jeun-jeune* mais *brun-brune*, *sain-saine* mais *pin-pinède*, etc. En somme, en postulant une séquence sous-jacente VN, on connaît la nature de la consonne nasale (elle fait partie de la forme du mot dans le lexique), et on peut prédire la nature de la voyelle nasale issue de la dérivation : /i, e, ε/ > /ɛ̃/ et /y, œ, ø/ > /œ̃/ (ou bien /i, e, ε, y, œ, ø/ > /ɛ̃/).

Enfin, la double nasalisation observée en surface dans le cas des clitiques (*un enfant* /œ̃nãfã/, *en arrière* /ãnarjɛR/, *mon ami* /mõnami³) est généralement analysée comme le produit d'une règle lexicale de nasalisation (puisqu'il s'agit de clitiques), précédant la règle post-lexicale de liaison énoncée plus haut (figure 8).

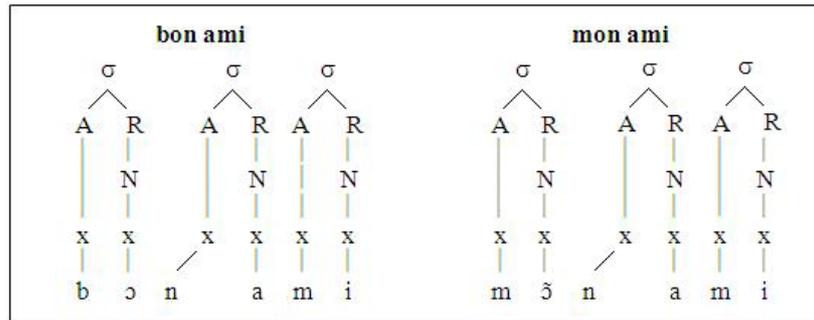


Figure 8. Analyse en constituants syllabiques des syntagmes *bon ami* et *mon ami*. D'après Brousseau et Nikiema (2001).

Bibliographie spécifique

- Akamatsu, T., « Quelques statistiques sur la fréquence d'utilisation des voyelles nasales françaises », dans *La Linguistique*, n° 3(1), 1967, p. 75-80.
- Amelot, A., « Étude aérodynamique, fibroscopique, acoustique et perceptive des voyelles nasales du français », Thèse de doctorat non publiée. Université de Paris 3, 2004.
- Brousseau, A.-M., Nikiema, E., *Phonologie et morphologie du français*, Montréal, Fides, 2001.
- Carton, F., *Introduction à la phonétique du français*, Paris, Bordas, 1974.
- Clements, G.N., Vaissière J., Amelot A., Montagu J., « Le trait de nasalité : aspects phonologiques et définition phonétique », dans *École thématique CNRS « Dynamique de la nasalité »*, Porquerolles, 2008.

³ Notons que la prononciation dénasalisée [monami] n'est pas rare (Dominicy, 2000 ; Martinet et Walter, 1973).

- Cohn, A.C., «Nasalization in English : phonology or phonetics ? », dans *Phonology*, n° 10, 1993, p. 43-81.
- Delattre, P., *Comparing the Phonetic Features of English, French, German and Spanish*, New York, Julius Groos, 1965a.
- Dominicy, M., « La dynamique du système phonologique du français », dans *Le Français Moderne*, n° 68(1), 2000, p. 17-30.
- Eklund, R., « Pulmonic ingressive phonation : Diachronic and synchronic characteristics, distribution and function in animal and human sound production and in human speech », dans *Journal of the International Phonetic Association*, n° 38(3), 2008, p. 235-324.
- Ferguson, C.A., « Assumptions about nasals : a sample study in phonological universals », dans Greenberg, J.H. (dir.), *Universals of Language*, Cambridge, The MIT Press, 1963, p. 53-60.
- Gerfen, C., *Phonology and phonetics in Coatzacoapan Mixtec*, Dordrecht, Kluwer, 1999.
- Hansen, A., « Les changements actuels des voyelles nasales du français parisien : confusions ou changement en chaîne ? », dans *La linguistique*, n° 37, 2001, p. 33-48.
- Hardcastle, W., *Physiology of Speech production*, London, Academic press Inc., 1976.
- Ladefoged, P., Maddieson, I., *The Sounds of the World's Languages*, Oxford, Blackwell, 1996, p. 246-280.
- Lafon, J.-C., *Message et phonétique*, coll. cahiers d'audio-phonologie, Paris, Presses universitaires de France, 1961.
- Legent, F., Perlemuter, L., Vandenbrouck, C., *Cahiers d'anatomie ORL. Cahier 2 : Fosses nasales. Pharynx*, 4^e ed., Paris, Masson, 1988.
- Maddieson, I., « UCLA Phonological Segment Inventory : Data and Index », dans *UCLA Working Papers in Phonetics*, n° 53, 1981, 242 p.
- Maddieson, I., *Patterns of sounds*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- Maddieson, I., « Nasals and Nasalization : Revisiting universals », dans *Proceedings of the 2nd international Workshop on nasals and nasalization, Montpellier*, 2009.
- Maddieson, I., Precoda, K., « Updating UPSID », dans *UCLA Working Papers in Phonetics*, n° 74, 1989, p. 104-111.
- Maeda, S., « A digital simulation method of the vocal-tract system », dans *Speech Communication*, n° 1, 1982, p. 199-229.
- Maeda, S., « Acoustics of vowel nasalization and articulatory shifts in French nasal vowels », dans Huffman, M.K., Krakow, R.A. (dir.), *Phonetics and Phonology, vol. 5, Nasals, Nasalization and the velum*, San Diego, Academic Press, 1993, p. 147-167.
- Martinet, A., Walter, H., *Dictionnaire de la prononciation française dans son usage réel*, Paris, France-Expansion, 1973.

- Matte, E.J., « Réexamen de la doctrine traditionnelle sur les voyelles nasales du français », dans *Romance Philology*, n° 38, 1984, p. 15-31.
- Morin, Y.-C., « Quelques réflexions sur la formation des voyelles nasales en français », dans Van Deyck, R. (dir.), *Diachronie et variation linguistique*, coll. Studies in language, Gent, Communication et cognition, 1994, p. 27-109.
- Ohala, J.J., Ohala, M., « The phonetics of nasal phonology : Theorems and data », dans Huffman, M.K., Krakow, R.A. (dir.), *Phonetics and Phonology : vol. 5, Nasals, Nasalization and the Velum*, New York, Academic Press, 1993, p. 225-249.
- Prunet, J.-F., *Spreading and locality domains in phonology*, New York, Garland, 1992.
- Rochet, B.L. *The Formation and Evolution of the French Nasal Vowels*, Tübingen, Niemeyer, 1976.
- Ruhlen, M., "Patterning of nasal vowels", dans Ferguson, C., Hyman, L., Ohala, J.J. (dir.), *Nasalfest : Papers from a Symposium on Nasals and Nasalization*, Stanford University, Department of Linguistics, 1975, p. 333-351.
- Ruhlen, M., « On the Origin and Evolution of French Nasal Vowels », dans *Romance Philology*, n° 32(3), 1979, p. 323.
- Schadeberg, T.C., « Nasalization in UMBundu », dans *Journal of African Languages and Linguistics*, n° 4, 1982, p. 109-132.
- Schane, S., *French Phonology and Morphology*, M.I.T. Press, 1968.
- Seidel, H.M., Ball, J.W., Dains, J.E., Benedict, G.W., *Mosby's Guide to Physical Examination*, 5th ed., New York, Elsevier Health Sciences, 2002.
- Shosted, R., « Investigating the aerodynamics of nasalized fricatives », dans *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences, Saarbrücken*, 2007, p. 255-260.
- Solé, M.J., « The stability of phonological features within and across segments. The effect of nasalization on frication », dans Prieto, P., Mascaró, J., Solé, M.J. (dir.), *Segmental and Prosodic Issues in Romance Phonology*, Amsterdam, John Benjamins, 2007a, p. 41-65.
- Straka, G., « Remarques sur les voyelles nasales, leur origine et leur évolution en français », dans *Les sons et les mots, Choix d'études de phonétique et de linguistique*, Paris, Klincksieck, 1979, p. 501-531.
- Tranel, B., *The Sounds of French : An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
- Valdman A., *Introduction to French Phonology and Morphology*, New York, Newbury House Pub, 1976.
- Vallée, N., « Systèmes vocaliques : de la typologie aux prédictions », Thèse de doctorat non publiée, Institut de la Communication Parlée, Grenoble, 1994.
- Van Deyck, R., « Les voyelles nasalisées en diatopie et en diachronie », dans *Actes du XXII^e Congrès International de Linguistique et de Philologie Romanes*, Tübingen, Niemeyer, 2000, p. 449-460.

- Van Deyck, R., « À propos de la nasalisation en gallo-roman », dans Aurnague, M., Roche, M. (dir.), *Hommage à Jacques Allières. II. Romania sans frontière*, Biarritz, Atlantica, 2002, p. 627-635.
- Van Reenen, P.T. *Phonetic Feature Definitions. Their integration into phonology and their relation to speech. A case study of the feature NASAL*, Foris, Dordrecht, 1982.
- Warren, D.W., Duany, L F ; Fischer, N D., « Nasal pathway resistance in normal and cleft lip and palate subjects », dans *The Cleft palate journal*, n° 6, 1969, p. 134-40.
- Warren, D.W., Hairfield, W M., Dalston, E T., « Nasal airway impairment : the oral response in cleft palate patients », dans *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, n° 99(4), 1991, p. 346-53.
- Warren, D.W., Dalston, R.M., Mayo, R., « Aerodynamics of nasalization », dans Huffman, M.K., Krakow, R.A. (dir.), *Phonetics and Phonology : vol. 5, Nasals, Nasalization and the Velum*, New York, Academic Press, 1993, p. 119-146.
- Wioland, F., *Prononcer les mots du français*, Paris, Hachette, 1991.