

Quels sosies labiaux pour les voyelles nasales du français ?

Stéphanie Borel^{*}, Jacqueline Vaissière^{**}, Mathilde Lavrut^{***}, Amandine Noiret^{****},
Emmanuèle Ambert-Dahan^{*****}, Olivier Sterkers^{*****}

* orthophoniste, docteur en phonétique, AP-HP, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, service d'oto-rhino-laryngologie, département d'otologie, implants auditifs et chirurgie de la base du crâne, F-75013, Paris, France, CNRS et université Sorbonne Nouvelle, UMR 7018, laboratoire de phonétique et phonologie, France

** professeur des universités, CNRS et université Sorbonne Nouvelle, UMR 7018, laboratoire de phonétique et phonologie, France

*** orthophoniste, AP-HP, groupe hospitalier universitaire est parisien, service d'oto-rhino-laryngologie, centre de réglage des implants cochléaires, F-75012, Paris, France

**** orthophoniste, cabinet médical, 11 rue Albert Camus, 80000 Amiens

***** orthophoniste, docteur en psychologie cognitive, AP-HP, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, service d'oto-rhino-laryngologie, département d'otologie, implants auditifs et chirurgie de la base du crâne, F-75013, Paris, France

***** professeur des universités, praticien hospitalier, AP-HP, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, service d'oto-rhino-laryngologie, département d'otologie, implants auditifs et chirurgie de la base du crâne, F-75013, INSERM UMR_S 1159, «Réhabilitation chirurgicale mini-invasive et robotisée de l'audition», F-75018, Sorbonne Universités, UPMC université Paris 06, F-75005, Paris, France

Auteur de correspondance : borel.steph@gmail.com

Résumé :

Cet article porte sur la perception visuelle des trois voyelles nasales françaises, /ã/ /õ/ et /ẽ/. Il s'inscrit dans le cadre du lien entre phonétique et clinique. Nous décrivons succinctement l'articulation des voyelles nasales du français septentrional et rappelons les différentes classifications des visèmes couramment utilisées pour l'apprentissage de la lecture labiale. La première étude porte sur l'identification des 13 voyelles orales et nasales /a, i, u, y, e, ε, o, ɔ, ø, œ/ et /ã, õ, ẽ/ en lecture labiale par 22 adultes sourds et 22 adultes normo-entendants, appariés en sexe, âge et catégorie socio-professionnelle. Les résultats indiquent qu'en lecture labiale, les trois voyelles nasales sont significativement moins bien reconnues que les 10 voyelles orales étudiées. Les classifications cliniques des visèmes publiées par Istria, Nicolas-Jeantoux et Tamboise (1982), et Dumont et Calbour (2002) ne permettent pas de rendre compte de l'ensemble des erreurs faites par les adultes sourds dans cette étude. Une adaptation de la classification d'Istria et al. (1982) est proposée. La seconde étude est une enquête menée auprès de 179 orthophonistes au sujet de leurs pratiques des oppositions entre les voyelles orales et nasales. Les orthophonistes interrogés ne sont en accord avec les résultats obtenus auprès des 22 sujets sourds que pour la voyelle /õ/. Pour les voyelles /ã/ et /ẽ/, les confusions en labiolecture ne sont pas celles habituellement décrites dans les manuels d'apprentissage de la lecture labiale ou par les orthophonistes interrogés. Ces confusions sont discutées, à la lumière des connaissances actuelles sur l'articulation des voyelles nasales du français septentrional.

Mots clés : perception, parole, surdité, linguistique, articulation, oral, phonétique, voyelle, nasalité, lecture labiale.

Which visual phonemes for the three French nasal vowels?**Summary:**

This paper concerns the perception of the three French nasal vowels /ã/ /õ/ et /ẽ/ in lipreading, and the link between phonetics and clinical. The articulation of the nasal vowels in the north part of the France is first described, such as the diverse clinical classifications of visual phonemes usually used by the speech therapists for lipreading training. The first study aims to evaluate the identification of the 10 oral and 3 nasal vowels /a, i, u, y, e, ε, o, ɔ, ø, œ, ã, õ, ẽ/ by 22 adult subjects with sensorineural hearing loss and by 22 adult subjects with normal-hearing. The subjects are paired on sex, age and socio-professional category. Results show that (1) nasal vowels are significantly less well recognized than the oral vowels, in lip-reading and (2) none of the classifications visemes (Istria et al., 1982; Dumont et Calbour, 2002) can explain all the confusions. An adaptation of the Istria's classification (1982) is proposed. The second study corresponds to an interview of 179 speech therapists about their clinical practice of the contrast between oral and nasal vowels. The clinical practice is in agreement with the results of the twenty-two hearing impaired adults only for the vowel /õ/. For the vowels /ã/ and /ẽ/ we need to define new correspondances between oral and nasal vowels in lipreading.

Key words: perception, speech, deafness, linguistics, articulation, oral, phonetics, vowels, nasal, lipreading

----- INTRODUCTION -----

L'objectif de ces deux études est de mettre en lien les connaissances phonétiques sur l'articulation exacte des voyelles nasales du français avec les classifications cliniques utilisées pour décrire les voyelles nasales lors de l'apprentissage de la lecture labiale. Les résultats portent sur l'identification des voyelles orales et nasales par 22 adultes sourds en perception visuelle et les pratiques de 179 orthophonistes pour illustrer les oppositions phonologiques entre les voyelles orales et les voyelles nasales du français.

1. Les voyelles nasales du français

Les voyelles nasales sont des voyelles articulées avec le voile du palais abaissé, à l'arrière de la cavité buccale, par opposition aux voyelles orales pour lesquelles le voile du palais est relevé. Le bourdonnement créé par les vibrations des plis vocaux entre en résonance dans le conduit vocal, composé pour les voyelles nasales à la fois de la cavité orale et de la cavité nasale et uniquement de la cavité orale pour les voyelles orales. Seulement 20% des langues du monde comportent des voyelles nasales phonologiques (Maddieson et Maddieson & Disner, 1984). Le français en comporte quatre (tableau 1) que l'on peut retrouver dans la suite de mots « un bon pain blanc » /œ̃bɔ̃pɑ̃blɑ̃/. En français, les voyelles nasales sont dites « pures » (Carton, 1997), c'est-à-dire non diphtonguées ou suivies d'un appendice consonantique nasal comme c'est le cas en portugais ou en polonais. Cependant, il existe en France des différences géographiques considérables dans la réalisation et dans le nombre des voyelles nasales. En français méridional, les quatre voyelles nasales sont utilisées (Léon, Carton, Rossi & Autesserre, 1983 ; Fagyal, Kibbee & Jenkins, 2006). Dans la présente étude, nous ne traiterons que des voyelles nasales du français septentrional /ɑ̃/ /ɔ̃/ et /ɛ̃/. Pour mémoire, le système vocalique du français est structuré selon 4 contrastes (tableau 1) : (1) le contraste d'aperture, à la fois en lien avec l'abaissement de la mâchoire et la distance entre la langue et le palais, avec quatre degrés d'aperture en français, (2) le contraste d'arrondissement, permettant de distinguer les voyelles antérieures non arrondies /i, e, ε/ des voyelles antérieures arrondies /y, ø, œ/, (3) le contraste de lieu qui concerne la position de la langue sur un axe horizontal, antérieur ou postérieur (4) le contraste de nasalité, étudié dans ce travail.

Aperture \ Lieu	Antérieur				Postérieur	
	Non labialisée		Labialisée		Non labialisée	Labialisée
Labialité						
Fermée	/i/ lit		/y/ lu			/u/ loup
Mi-fermée	/e/ les		/ø/ peu			/o/ lot
Mi-ouverte	Orale /ε/ laid	Nasale /ɛ̃/ brin	Orale /œ/ leur	Nasale /œ̃/ brun		Orale /ɔ/ lors Nasale /ɔ̃/ long
Ouverte	Orale /a/ patte				Orale /ɑ/ pâte	Nasale /ɑ̃/ pente

Tableau 1 : Voyelles du français classées selon les quatre dimensions articulatoires : lieu d'articulation, aperture, labialité et nasalité. NB : Le contraste entre la voyelle ouverte arrière non-arrondie /ɑ/ et la voyelle ouverte antérieure /a/ tend à se neutraliser de nos jours : la voyelle /ɑ/ ne sera pas utilisée pour la présente étude.

Les voyelles /i/, /u/ et /a/ sont considérées comme les trois voyelles « extrêmes » du système vocalique, /i/ étant la voyelle la plus fermée, la plus antérieure et la plus étirée, /u/, la plus fermée, la plus postérieure et la plus arrondie et /a/, la plus ouverte. L'histoire des voyelles nasales du français débute pendant la période de l'Ancien Français (IX^{ème}-XIV^{ème} siècles) par une nasalisation contextuelle de chaque voyelle orale située devant une consonne nasale (/m/, /n/ ou /ɲ/) en coda, c'est-à-dire en fin de syllabe. La voyelle s'est progressivement nasalisée sous l'effet de la consonne nasale en coda, le trait nasal est encore à cette époque à la fois associé phonétiquement à la voyelle et la consonne nasale. Puis la consonne nasale en coda s'amenuise mais ne disparaît pas pour autant. Au début du Moyen Français, chaque voyelle située devant une consonne nasale en coda est nasalisée, c'est-à-dire qu'au XIV^{ème} siècle, pour chaque voyelle orale il existe une « correspondante » nasalisée (Pope, 1934). Mais dès lors, une réduction du système vocalique nasal se met en route, ce qui a pour conséquence qu'une voyelle nasale corresponde alors à plusieurs voyelles orales. Pendant la période du Moyen Français, au XIV^{ème}-XV^{ème} siècle, il y a une disparition de la consonne nasale finale et il ne reste alors plus que la voyelle nasalisée, qui devient alors une voyelle à part entière sur le plan phonologique et, à la fin du Moyen Français (XVI^{ème} - XVII^{ème} siècle), le trait phonologique de nasalité est désormais porté par la seule voyelle. Les timbres des différentes voyelles nasales commencent alors à se confondre de plus en plus. Dès le XVIII^{ème} siècle, à l'époque du Français Moderne, il ne reste plus que quatre timbres différents pour l'ensemble des voyelles nasales correspondant aux quatre voyelles nasales /ã/, /õ/, /ẽ/ et /œ/. Depuis, le contraste phonologique entre /ẽ/ et /œ/ perd de plus en plus de distinctivité dans certaines variétés du français, notamment en français parisien. En conséquence, des mots tels que « brin » /brɛ̃/ et « brun » /brœ̃/ ne sont plus différenciés sur le plan phonétique par les nouvelles générations (Berit-Hansen, 1998 ; Fagyal et al., 2006). Le symbole /ẽ/ est généralement utilisé à la place de /ẽ/ et /œ/, sans motivation forte pour ce choix. Aux XX^{ème} et XXI^{ème} siècles, plusieurs auteurs ont décrit des changements articulatoires des voyelles nasales du français du nord de la France, l'ensemble de ces changements étant nommé par certains le « changement en chaîne » (Fónagy, 1989 ; Berit-Hansen, 2001 ; Fagyal et al., 2006 ; Montagu, 2007 ; Carignan, 2012). Sur le triangle vocalique, on observe un déplacement de proche en proche de chaque voyelle nasale, l'ensemble effectuant une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (Fagyal et al., 2006), en suivant des étapes successives : l'opposition /ẽ/-/œ/ se neutralise au profit de /ẽ/, qui se centralise et s'ouvre tandis que /ã/ se postérise, se ferme et se labialise et que /õ/ se ferme, se postérise et se surlabialise. Un changement en chaîne des voyelles nasales est également en cours en français québécois mais il s'effectue dans le sens inverse, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre (Fagyal et al., 2006). A la fin du XIX^{ème} siècle, lors de l'élaboration de l'Alphabet Phonétique International (API), Passy et Jones ont choisi des symboles pour la transcription des quatre voyelles nasales. Ils choisirent, pour chaque nasale, d'ajouter le signe diacritique [-] (tild) au symbole API de sa voyelle phonologique orale alternante /a/, /ɔ/, /ɛ/, sur la base d'alternances morpho-phonologiques. La voyelle /ã/ alterne couramment avec /a/ (« paysan » vs. « paysanne »), /õ/ avec /ɔ/ (« bon » vs. « bonne »), /ẽ/ avec /i/ (« fin » vs. « fine ») et /ɛ/ (« romain » vs. « romaine »). Seule /œ/ ne respecte pas ce schéma, en alternant avec /y/ (« un » vs. « une »). Le choix des symboles /ã/, /õ/, /ẽ/ et /œ/ est donc partiellement arbitraire. Par exemple, l'articulation de /ẽ/ ne correspond pas simplement à celle d'un /ɛ/ avec le velum (voile du palais) abaissé, mais à une configuration articulatoire des lèvres et de la langue qui lui est propre. D'après Delattre (1965), si Paul Passy avait pu à l'époque voir les radiographies de locuteurs prononçant des voyelles nasales, il aurait peut-être proposé des symboles différents. D'après Zerling (1984) : « l'ensemble des observations permet de dire que les symboles phonétiques habituellement utilisés ne sont pas toujours les plus représentatifs de l'articulation ou de la qualité acoustique des voyelles nasales. Notamment le symbole /õ/ qui est discuté et /ã/ qui est inadéquat à tout point de vue ».

2. Correspondances entre voyelles orales et voyelles nasales

D'un point de vue articulatoire, une voyelle nasale n'est donc pas tout simplement une voyelle orale « correspondante » pour laquelle le voile du palais serait abaissé. C'est une voyelle dont l'articulation est complexe, car elle est composée de l'abaissement du voile du palais et de mouvements articulatoires complémentaires des lèvres ou de la langue (Chlumsky, Pauphilet & Polland, 1938 ; Delattre, 1965 ; Brichler-Labaeye, 1970 ; Zerling, 1984 ; Bothorel, Simon, Wioland & Zerling, 1986 ; Delvaux, Metens & Soquet, 2002 ; Montagu, 2002 et 2007 ; Carignan, 2012). Les études des différents auteurs ayant permis d'aboutir à ces conclusions sont répertoriées ci-après, dans le tableau 2.

	/ã/ par rapport à /a/	/ĩ/ par rapport à /ɨ/	/ẽ/ par rapport à /ɛ/
Aperture	- plus fermée (Delattre, Zerling) - langue plus haute (Zerling) - plus ouverte (Delvaux)	- plus fermée (Delattre, Zerling, Delvaux pour certaines femmes)	- plus fermée (Zerling) - plus ouverte (Brichler-Labaeye, Delvaux chez les femmes, Carignan) - proche du /æ/ anglais et même de /a/ (Montagu) - identique (Delattre)
Lieu	- plus postérieure (Chlumsky, Delattre, Zerling, Delvaux, Carignan chez 2/3)	- plus postérieure (Delattre, Zerling, Delvaux pour les femmes) - identique (Chlumsky)	- moins antérieure (Zerling, Delvaux chez les femmes, Carignan chez 2/3 locuteurs) - constriction pharyngale plus prononcée (Delattre)
Labialité	- labialisée et plus protruse (Zerling, Chlumsky) - plus arrondie (Delvaux) - plus arrondie et plus protruse*, proche de /ɔ/ (Montagu) - moins arrondie (Delattre)	- plus arrondie (Delattre, Delvaux pour les femmes) - plus protruse* et proche de /o/ (Zerling, Bothorel, Montagu) - voire surlabialisée (Zerling, Montagu)	- non labialisée ou intermédiaire (Zerling) - identique (Delattre)

Tableau 2. Principaux résultats des études comparant l'articulation de la langue et des lèvres des voyelles nasales et des voyelles orales (Chlumsky et al., 1938 ; Delattre, 1965 ; Brichler-Labaeye, 1970 ; Zerling, 1984 ; Bothorel et al., 1986 ; Delvaux et al., 2002 ; Montagu, 2002 et 2007 ; Carignan, 2012).

* : la protrusion peut être définie comme « une poussée des lèvres vers l'avant, se traduisant par le rapprochement à la fois du milieu des lèvres (plan vertical) et des commissures (plan horizontal) » (Abry & Boë, 1980). Le mouvement de protrusion peut accompagner l'arrondissement des lèvres pour créer la labialité.

Ces différentes études confirment que l'articulation orale et la configuration des lèvres des voyelles nasales du français septentrional ne sont pas en lien avec leur symbole de l'API et qu'elles ne sont en lien que de façon imparfaite avec d'autres voyelles orales. La forme de la langue pour la voyelle /ã/ tendrait à s'approcher de celle de /ɔ/, la voyelle /ĩ/ de celle de /o/, la voyelle /ẽ/ de celle /a/, sans pour autant être identique. Plus spécifiquement la forme des lèvres n'est pas en correspondance, ce qui est fondamental pour la perception visuelle de la parole. Quel est alors l'impact de ces modifications articulatoires progressives sur la description des sosies labiaux des voyelles nasales ? Les voyelles nasales ont-elles pour sosies labiaux les voyelles orales de l'API ou ont-elles une forme labiale à part entière ?

3. La lecture labiale

Il existe différentes définitions de la lecture labiale. La plus complète semble être celle de l'UNESCO, datant de 1983 et rapportée par Dumont (2008) : « procédé permettant de comprendre ce que dit une

autre personne en tenant compte d'indications visuelles telles que les mouvements des muscles faciaux, des lèvres, des mains et du corps en général ». Chez l'adulte devenu sourd, la lecture labiale constitue un support visuel à l'audition dans le traitement de la parole qui est le plus souvent audiovisuel. C'est davantage par la fusion des indices auditifs (dégradés par la surdité) et des indices visuels (parcellaires), que l'adulte devenu sourd va pouvoir maintenir une communication fonctionnelle et épanouissante (Ambert-Dahan & Borel, 2013 ; Borel, 2013). En lecture labiale, la position exacte de la langue, les vibrations (ou l'absence de vibrations) des plis vocaux et l'abaissement ou l'élévation du velum ne sont pas visibles, ce qui peut engendrer des confusions d'identification des phonèmes. On appelle habituellement « sosies labiaux » un ensemble de phonèmes que l'on ne peut différencier avec les seules informations de la lecture labiale, comme par exemple les consonnes /p, b, m/. L'entraînement de la lecture labiale a fait l'objet de différentes approches. Certaines, plutôt analytiques, s'attachent en premier lieu aux formes labiales de chaque consonne et voyelle, avant de les combiner entre-elles, à la manière du B.A-BA (Garric, 1974). D'autres approches, plus globales ou mixtes, mettent en avant que certains éléments de parole sont invisibles en raison de leur articulation propre, par exemple, les consonnes postérieures /k, g/ ou leur entourage phonétique tandis que d'autres éléments, bien que visibles, doivent être interprétés parce qu'ils sont ambigus. En conséquence, selon Istria et al. (1982), en lecture labiale, il va falloir « percevoir ce qui peut être vu, interpréter ce que l'on a perçu, compléter ce qui n'a pas été vu ». Les phonèmes ne seront alors pas présentés isolément mais au sein de mots ou phrases afin de mettre en jeu la suppléance mentale. Il a été récemment montré qu'un apprentissage structuré de la lecture labiale permet d'améliorer l'identification des visèmes vocaliques (Cathiard, Gavard-Boitier, Moniot, Rebière & Fluttaz, 2015).

En lecture labiale, les deux articulateurs dont les mouvements sont les plus visualisables sont la hauteur de la mâchoire et les lèvres. L'aperture et l'arrondissement/protrusion devraient être les deux contrastes vocaliques les plus faciles à percevoir. Georgeton (2014) cite les trois degrés de liberté pour les lèvres selon Ladefoged (1979) : (1) la distance entre les lèvres supérieure et inférieure, (2) la distance entre les commissures des lèvres et (3) le degré de protrusion. L'arrondissement des lèvres et la protrusion sont les plus visibles si le visage n'est pas complètement de face, mais légèrement de profil.

4. Les classifications de visèmes

En perception visuelle de la parole, la notion de phonèmes en tant que « faisceau de traits pertinents » ne semble plus convenir pour désigner ce qui est perçu par le labiolecteur. En effet, à une même image labiale peuvent correspondre plusieurs phonèmes et chaque trait pertinent constitutif du phonème ne peut être identifié. Dumont et Calbour (2002) utilisent donc l'appellation de « visème » en référence au « visual phoneme » de Fisher (1968), pour désigner « les phonèmes dont l'articulation visible procède du même geste facial ». Les différents sosies labiaux sont regroupés sous l'appellation d'un même visème. En français, nous connaissons deux classifications cliniques de visèmes : celle d'Istria et al., (1982) et celle de Dumont et Calbour (2002) auxquelles nous ajouterons la classification de Zerling (1990), classification phonétique, et non clinique, ne portant que sur l'arrondissement des lèvres.

Dans leur *Manuel de lecture labiale*, Istria et al. (1982) proposent, sur la base de leurs observations cliniques, une classification selon quatre catégories :

bouche ouverte	groupe A	[a, ε=ê]
bouche ouverte/avancée	groupe AN	[ã, ɔ, œ]
bouche avancée	groupe O	[o= ð, u=y, ø]
bouche étirée	groupe I	[i, e]

Tableau 3. Classification des visèmes selon Istria et al. (1982). Les phonèmes séparés par le symbole « = » sont considérés comme des sosies labiaux par Istria et al. (1982). Dans une même catégorie, les phonèmes qui ne sont pas des sosies labiaux sont considérés comme proches ou « faux sosies ».

Pour les voyelles, la classification proposée par Dumont et Calbour (2002) comprend cinq catégories sur la base d'observations cliniques.

[i]	[ɔ, o, ð, y, u]	[œ, ø]	[ε, ê, e]	[a,ã]
-----	-----------------	--------	-----------	-------

Tableau 4. Classification des visèmes selon Dumont et Calbour (2002).

Selon Zerling (1990), phonéticien, s'il existe bien deux types de labialisation phonologique (labialisé vs. non labialisé, voir tableau 1), il existe trois degrés de labialisation phonétique. Zerling a donc proposé en 1990 une classification de la labialité phonétique à trois niveaux à partir des 1238 réalisations de 14 voyelles, prononcées par 105 locuteurs filmés par trois caméras synchronisées à la vitesse de 50 images par seconde :

[-lab]	non-labialisées	[i, e, ε, a, ê]
[+lab]	(moyennement) labialisées	[œ, ɔ, ã]
[++lab]	fortement labialisées	[y, ø, u, o, ð]

Tableau 5. Classification de la labialité phonétique selon Zerling (1990).

Dans les classifications, les trois voyelles nasales appartiennent à trois groupes différents. Outre les trois classifications précédemment citées, d'autres cliniciens spécialistes de la lecture labiale proposent des descriptions des voyelles nasales. La voyelle /ã/ est décrite par Garric (1974) comme la voyelle /a/ associée, chez certaines personnes, à « un abaissement du menton correspondant à celui du voile du palais ». La voyelle /ð/ comme la voyelle /o/ sont associées, chez certaines personnes, à « un allongement de la partie située entre la base du nez et la lèvre supérieure ». La voyelle /ê/ est associée à la voyelle /ε/. Haroutunian (2007), dans son *Manuel pratique de lecture labiale* décrit la forme des lèvres de /ã/, /ð/ et /ê/ comme celle de /a/, /o/ et /ε/ associées à « un retrait et une contraction du menton » et à « une projection de la lèvre inférieure » pour /ð/.

5. Objectifs

L'objectif des deux études est de répondre à quatre questions : (1) Les voyelles nasales peuvent-elles être identifiées visuellement comme nasales sur la seule base d'indices d'aperture et de labialité ou sont-elles systématiquement confondues avec des voyelles orales ? (2) Les confusions s'orientent-elles vers les voyelles orales « correspondantes » de la description traditionnelle (alternances morpho-phonologiques) ou sont-elles influencées par la configuration articulaire des lèvres et de la langue observée par différents auteurs (Chlumsky et al., 1938 ; Delattre, 1965 ; Bricler-Labaeye, 1970 ;

Zerling, 1984 ; Bothorel et al., 1986 ; Delvaux, et al. 2002 ; Montagu, 2002 et 2007 ; Carignan, 2012) ? (3) Les classifications actuelles de visèmes permettent-elles d'expliquer les confusions visuelles des labiolecteurs pour les voyelles nasales ? (4) Quelles sont les pratiques orthophoniques en termes d'informations sur l'articulation linguo-labiale des voyelles nasales ?

----- METHODOLOGIE -----

1. Etude n°1 : perception visuelle des voyelles nasales par les adultes sourds et les adultes normo-entendants

a. Population

Le groupe expérimental est composé de 22 adultes (13 hommes et 9 femmes) âgés de 18 à 91 ans (MOY±SEM : 53±4,6 ans), présentant une surdité sévère à profonde, candidats à l'implantation cochléaire (tableau 6). Dix-sept d'entre eux sont devenus sourds à l'âge adulte et cinq dans l'enfance. Tous s'expriment à l'oral de façon intelligible. De différents niveaux d'études, tous ont été recrutés au Centre Référent Implant cochléaire adulte d'Ile-de-France, dirigé par le Professeur O. Sterkers, d'abord à l'hôpital Beaujon (AP-HP, Clichy), puis à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière (AP-HP, Paris). Un groupe témoin de sujets normo-entendants appariés en âge (de 17 ans à 93 ans ; 53±4,5 ans), en sexe (13 hommes, 9 femmes) et en niveau d'études, a également été recruté. Une lettre d'information a été fournie quelques jours avant l'évaluation et un consentement a été signé par chaque participant. Les sujets non francophones natifs ont été exclus de l'étude. L'acuité visuelle a été contrôlée au moyen de l'échelle de Monoyer (1875) avec comme critère d'exclusion les sujets présentant une acuité visuelle inférieure à quatre dixièmes. Le Codex (Belmin, Oasi, Folio & Pariel-Madjlessi, 2007), un test rapide de dépistage des troubles cognitifs, a été proposé aux sujets de plus de 65 ans. Les sujets classés en catégories diagnostiques C et D, signifiant un risque de démence élevé à très élevé, ont été exclus de l'étude.

n° du patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sexe	H	H	F	F	H	H	F	F	H	F	F
Âge (ans)	29	60	50	81	62	57	78	39	91	79	18
Niveau d'étude	Bac+5	CAP	Bac+5	CAP	BEPC	Bac+2	BEPC	Bac+4	Bac+8	< scol. oblig.	Bac+1
Etiologie	génét.	ototox	génét.	incon.	incon.	incon.	incon.	incon.	incon.	otosp.	incon.
Mode d'entrée dans la surdité	évol.	brus.	évol.	brus.	évol.	évol.	évol.	congé.	évol.	évol.	évol.
Durée de surdité profonde	13 ans	8 mois	20 ans	18 mois	2 ans	2 ans	5 ans	4 ans	16 ans	4 ans	3 ans
% Fournier binaural	10%	0%	90%	50%	0%	30%	40%	100%	0%	10%	90%
Rééd. Ortho.	non	1 mois	5 mois	1 mois	non	non	2 ans	non	non	8 mois	non

n°du patient	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Sexe	F	H	F	H	H	H	H	H	F	H	H
Âge	20	73	48	66	63	21	31	47	76	55	33
Niveau d'étude	BTS	Bac+3	Bac+5	Bac+5	Certif.	Bac	Bac+5	Bac+5	CAP	CAP	Bac+5
Etiologie	génét.	Mén.	otosp.	otosp.	Mén.	incon.	génét.	NF2	incon.	Mén.	génét.
Mode d'entrée dans la surdité	congé.	évol.	évol.	évol.	évol.	congé.	congé.	brus.	évol.	évol.	congé.
Durée de surdité profonde	20 ans	4 ans	5 ans	49 ans	4 ans	6 mois	31 ans	8 ans	1 ans	2 ans	33 ans
% Fournier binaural	70%	50%	80%	100%	50%	0%	20%	0%	40%	80%	30%
Rééd. ortho.	non	2 ans	16 ans	10 ans	1 mois	1 an	non	6 ans	8 mois	non	15 ans

Tableau 6. Population de l'étude n°1. Etiologies de la surdité : génétiques, ototoxique, inconnue, otospongiose, neurofibromatose de type 2 ; Mode d'entrée dans la surdité : congénitale, évolutive, brusque.

b. Stimuli

Treize voyelles intégrées dans des syllabes de type CV où « C » est une des 3 consonnes /p, t, k/ et où « V » est une des 13 voyelles /a, i, u, y, e, ε, o, ə, ø, œ, ã, ñ, ã/, prononcées par deux locutrices orthophonistes parisiennes, ont été proposées sur un support vidéo, exclusivement de face, avec pour consigne d'identifier visuellement la voyelle prononcée. La question posée au sujet était « Quelle est la voyelle prononcée ? ». Celui-ci devait répéter la syllabe perçue mais seule la voyelle a fait l'objet d'une cotation. Il n'y a eu qu'une seule présentation de chaque stimulus et le participant pouvait répondre « je ne sais pas ». Au total, chaque sujet voyait six occurrences différentes de chacune des 13 voyelles testées, c'est-à-dire dans trois contextes consonantiques, prononcés par deux locutrices.

c. Résultats

1. Comparaison des résultats des adultes devenus sourds et des adultes normo-entendants

Le taux moyen d'identification visuelle, toutes voyelles orales et nasales confondues, est significativement plus élevé dans le groupe des adultes devenus sourds que dans le groupe des normo-entendants (respectivement MOY±SEM : 34±2,8% vs. 26±1,5% ; test t apparié t=2,67, p=0,014). Par contre, il n'y a pas de différence significative pour l'identification des voyelles prononcées par l'une ou l'autre des locutrices, dans aucun des deux groupes. Aucun effet du contexte /p/, /t/ et /k/ sur la reconnaissance visuelle des voyelles n'est relevé, ni pour les adultes normo-entendants (MOY±SEM respectivement : 28±7%, 26±6,5% et 24±4,4%, ANOVA avec F(2,36)=0,09, p=0,91), ni pour les adultes devenus sourds (MOY±SEM respectivement : 36±6,9%, 28±7,2%, 34±5,8%, ANOVA avec F(2,36)=0,31, p=0,7).

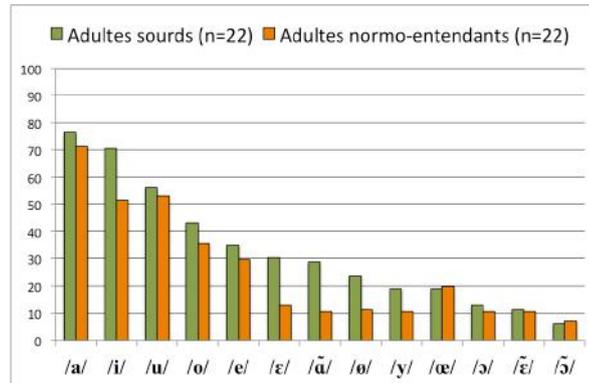


Figure 1. Identification visuelle de 13 voyelles par 22 adultes sourds et 22 adultes entendants (pour chaque voyelle : en CV * 3 contextes consonantiques /p/, /t/ et /k/ * 2 locutrices).

Les voyelles /i/, /a/ et /u/ sont les trois voyelles les mieux identifiées visuellement, aussi bien par les sujets sourds que par les sujets normo-entendants (figure 1). Les trois voyelles nasales sont moins bien identifiées que les dix voyelles orales, aussi bien par les sujets sourds (15% pour les nasales et 39% pour les orales) que par les sujets normo-entendants (9% pour les nasales et 31% pour les orales). Chez les sujets sourds, la voyelle /ɑ̃/ est la mieux identifiée des voyelles nasales (29%), devant /ɛ̃/ (11%) et /ɔ̃/ (6%) qui sont les deux voyelles les moins bien identifiées pour l'ensemble du test. Chez les sujets normo-entendants, les trois voyelles nasales sont parmi les moins bien identifiées (11% pour /ɑ̃/ et /ɛ̃/ ; 7% pour /ɔ̃/).

2. Confusions observées

Les matrices (figures 2 à 7) ont été élaborées de façon à distinguer visuellement les voyelles arrondies (à gauche) des voyelles non arrondies (à droite). Pour améliorer la lisibilité, les valeurs brutes ont été converties en pourcentages et seules les confusions supérieures ou égales à 20% des cas ont été considérées comme pertinentes.

%	ARRONDIES							NON-ARRONDIES						NR	total
	/y/	/u/	/ø/	/o/	/ɔ̃/	/œ/	/ɔ/	/ɑ̃/	/a/	/ɛ̃/	/ɛ/	/e/	/i/		
/y/	19	45	6	8	1	1	0	0	2	0	0	1	1	18	100
/u/	8	56	5	15	2	0	0	0	0	0	0	2	0	11	100
/ø/	2	21	23	19	2	0	1	5	5	2	0	1	0	20	100
/o/	1	11	15	43	6	1	1	0	0	0	0	2	1	20	100
/ɔ̃/	3	29	10	27	6	2	5	0	0	0	0	0	2	18	100
/œ/	0	1	8	6	2	19	8	25	11	1	0	1	2	18	100
/ɔ/	0	0	6	2	1	6	13	23	15	2	0	1	0	30	100
/ɑ̃/	0	1	14	17	2	11	6	29	5	2	0	4	0	11	100
/a/	0	1	0	0	0	0	0	2	77	2	0	5	0	14	100
/ɛ̃/	0	0	3	0	0	0	0	1	20	11	6	12	28	19	100
/ɛ/	0	0	1	1	0	1	0	0	24	14	30	5	2	22	100
/e/	0	1	1	0	0	2	0	0	7	5	8	35	14	27	100
/i/	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	10	70	16	100
total	32	166	92	137	20	42	33	85	164	39	46	77	120	246	

Figure 2. Matrice de confusions (en pourcentages) à partir des réponses des 22 sujets sourds à l'identification visuelle des voyelles dans trois contextes consonantiques prononcés par deux locutrices (13 voyelles en CV * 3 contextes consonantiques /p/, /t/ et /k/ * 2 locutrices * 22 labiolecteurs sourds = 1716 réponses). Les stimuli sont présentés dans la colonne de gauche et les réponses des labiolecteurs sur la première ligne. En rouge sont signalées les confusions qui s'expriment dans au moins 20% des cas, dans les cases noires les erreurs de perception de l'arrondissement. NR : pas de réponse.

%	ARRONDIÉS							NON-ARRONDIÉS						NR	total
	/y/	/u/	/ø/	/o/	/ɔ̃/	/œ/	/ɔ/	/ã/	/a/	/ɛ̃/	/ɛ/	/e/	/i/		
/y/	11	51	7	8	0	2	0	1	2	1	0	2	0	17	100
/u/	9	53	9	17	3	1	0	0	2	1	0	0	0	5	100
/ø/	5	31	11	26	2	2	1	3	7	1	0	2	0	11	100
/o/	2	33	8	36	6	1	0	1	2	0	0	1	1	11	100
/ɔ̃/	6	35	2	29	7	2	2	0	1	0	0	0	1	17	100
/œ/	1	5	11	11	2	20	4	11	12	3	1	1	2	17	100
/ɔ/	2	5	8	6	2	6	11	17	17	2	2	3	0	19	100
/ã/	0	10	11	27	5	5	8	11	7	0	0	1	1	16	100
/a/	0	2	1	2	1	0	0	2	71	3	1	3	1	14	100
/ɛ̃/	1	5	2	2	1	1	0	11	14	11	6	10	28	11	100
/ɛ/	0	2	0	1	1	1	0	2	33	11	13	14	6	17	100
/e/	0	5	0	0	1	0	0	3	11	8	3	30	25	15	100
/i/	0	3	0	0	0	0	0	2	7	5	5	18	52	10	100
total	35	239	70	164	30	38	24	64	185	43	30	83	116	179	

Figure 3. Matrice de confusions (en pourcentages) à partir des réponses des 22 sujets normo-entendants à l'identification visuelle des voyelles dans trois contextes consonantiques prononcés par deux locutrices (13 voyelles en CV * 3 contextes consonantiques /p/, /t/ et /k/ * 2 locutrices * 22 labiolecteurs normo-entendants = 1716 réponses). Les stimuli sont présentés dans la colonne de gauche et les réponses des labiolecteurs sur la première ligne. En rouge sont signalées les confusions qui s'expriment dans au moins 20% des cas, dans les cases noires les erreurs de perception de l'arrondissement. NR : pas de réponse.

Dans l'ensemble, aussi bien chez les adultes sourds que chez les adultes normo-entendants, les confusions n'apparaissent qu'à l'intérieur de chacune des deux catégories de voyelles arrondies et non-arrondies (figures 2 et 3). Les confusions entre ces deux catégories sont marginales (inférieure à 10/132 réponses pour chacun des phonèmes) sauf pour la voyelle /ã/ et les voyelles mi-ouvertes arrondies /ɔ/ et /œ/ qui suscitent des erreurs de jugement de labialité. La voyelle /ã/ est majoritairement confondue avec une voyelle arrondie (dans 51% des cas par les sujets sourds et 66% des cas par les sujets normo-entendants) et les voyelles /ɔ/ et /œ/ sont, de façon réciproque, confondus avec /ã/ (23% et 25% de confusion chez les sujets sourds). Notons que la voyelle /œ/, arrondie phonologiquement, en opposition à /ɛ/, non arrondie, est souvent réalisée avec une position neutre des lèvres.

La voyelle /ɔ̃/ est majoritairement confondue avec les voyelles orales postérieures arrondies /u/ et /o/, aussi bien chez les sujets sourds que chez les sujets normo-entendants (respectivement 29% et 35% pour /u/ et 27% et 29% pour /o/).

La voyelle /ɛ̃/ est, quant à elle, majoritairement confondue avec /i/ (28%) et /a/ (20%) chez les sujets sourds et avec /i/ (28%) chez les sujets normo-entendants.

3. Classifications de visèmes

Les matrices ont été redistribuées en respectant la classification phonétique de la labialité de Zerling (1990) (figure 4) et les classifications cliniques de visèmes de Istria et al. (1982) (figure 5), Dumont et Calbour (2002) (figure 6).

%	/a ɛ̃ ε i e/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	NR	%	/a ɛ̃ ε i e/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	NR
/i/	86	2	3	10	/i/	83	0	1	16
/e/	77	3	5	15	/e/	69	2	2	27
/a/	79	2	5	14	/a/	83	2	1	14
/ɛ̃/	68	12	9	11	/ɛ̃/	77	1	3	19
/ε/	77	3	3	17	/ε/	76	1	2	22
/ã/	8	23	53	16	/ã/	11	45	33	11
/ɔ/	23	34	23	19	/ɔ/	18	42	9	30
/œ/	19	34	30	17	/œ/	14	52	17	18
/o/	4	2	84	11	/o/	2	2	77	20
/ɔ̃/	2	3	79	17	/ɔ̃/	2	6	74	18
/u/	2	1	92	5	/u/	2	0	86	11
/y/	4	2	77	17	/y/	3	1	78	18
/ø/	9	5	74	11	/ø/	7	6	67	20

Figure 4. Confusions visuelles (en pourcentages) de voyelles par les 22 sujets normo-entendants (gauche) et les 22 sujets sourds (droite), réparties selon la classification de Zerling (1990). Les erreurs ne respectant pas la classification de Zerling sont notées en rouge. La colonne représente la voyelle proposée et la ligne représente la réponse du sujet. NR : pas de réponse.

%	/a ɛ̃ ε/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	/i e/	NR	%	/a ɛ̃ ε/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	/i e/	NR
/a/	75	2	5	4	14	/a/	79	2	1	5	14
/ɛ̃/	30	12	9	38	11	/ɛ̃/	37	1	3	40	19
/ε/	57	3	3	20	17	/ε/	68	1	2	8	22
/ã/	7	23	53	2	16	/ã/	7	45	33	4	11
/ɔ/	20	34	23	3	19	/ɔ/	17	42	9	1	30
/œ/	16	34	30	3	17	/œ/	11	52	17	2	18
/o/	2	2	84	2	11	/o/	0	2	77	2	20
/ɔ̃/	1	3	79	1	17	/ɔ̃/	0	6	74	2	18
/u/	2	1	92	0	5	/u/	0	0	86	2	11
/y/	2	2	77	2	17	/y/	2	1	78	2	18
/ø/	8	5	74	2	11	/ø/	6	6	67	1	20
/i/	16	2	3	70	10	/i/	3	0	1	80	16
/e/	22	3	5	55	15	/e/	20	2	2	49	27

Figure 5. Confusions visuelles (en pourcentages) de voyelles par les 22 sujets normo-entendants (gauche) et les 22 sujets sourds (droite), réparties selon la classification de Istria et al. (1982). Les erreurs ne respectant pas la classification de Istria et al. sont notées en rouge. La colonne représente la voyelle proposée et la ligne représente la réponse du sujet. NR : pas de réponse.

%	/i/	/ɔ o ɔ̃ γ u/	/ø œ/	/ɛ̃ ε e/	/ã a/	NR
/i/	52	3	0	27	8	10
/ɔ/	0	26	14	7	34	19
/o/	1	77	8	1	3	11
/ɔ̃/	1	78	4	0	1	17
/γ/	0	70	8	2	2	17
/u/	0	83	10	1	2	5
/ø/	0	64	13	2	10	11
/œ/	2	23	31	5	23	17
/e/	25	5	0	40	14	15
/ɛ̃/	28	8	2	25	27	11
/ε/	6	3	1	38	36	17
/a/	1	5	1	7	73	14
/ã/	1	50	15	1	17	16

%	/i/	/ɔ o ɔ̃ γ u/	/ø œ/	/ɛ̃ ε e/	/ã a/	NR
/i/	70	1	0	12	1	16
/ɔ/	0	16	12	3	39	30
/o/	1	62	16	2	0	20
/ɔ̃/	2	69	11	0	0	18
/γ/	1	72	7	1	2	18
/u/	0	81	5	2	0	11
/ø/	0	44	23	2	10	20
/œ/	2	16	27	2	36	18
/e/	14	1	3	48	7	27
/ɛ̃/	28	0	3	30	20	19
/ε/	2	1	2	49	24	22
/a/	0	1	0	7	78	14
/ã/	0	25	24	6	33	11

Figure 6. Confusions visuelles (en pourcentages) de voyelles par les 22 sujets normo-entendants (gauche) et les 22 sujets sourds (droite), réparties selon la classification de Dumont et Calbour (2002). Les erreurs ne respectant pas la classification de Dumont et Calbour sont notées en rouge. La colonne représente la voyelle proposée et la ligne représente la réponse du sujet. NR : pas de réponse.

/ã/	/ɔ̃/	/ɛ̃/
/o/ = 17%	/u/ = 29%	/a/ = 20%
/ø/ = 14%	/o/ = 27%	/i/ = 28%

Tableau 7. Confusions visuelles les plus fréquentes observées chez les 22 sujets adultes sourds (en CV=syllabe ouverte).

Les trois voyelles nasales sont significativement moins bien reconnues en lecture labiale que les voyelles orales. Aucune des classifications cliniques publiées des visèmes de Istria et al., (1982) et Dumont et Calbour (2002) ne permet de rendre compte de l'intégralité des erreurs faites par les adultes sourds dans cette étude.

2. Etude n°2 : Enquête sur les pratiques orthophoniques pour la description visuelle des voyelles nasales

a. Questionnaire

Le questionnaire a été élaboré via l'interface *Google Documents* et mis en ligne de septembre à novembre 2012. Le questionnaire comportait 22 questions dont 8 concernaient le parcours professionnel et le mode d'activité de l'orthophoniste interrogé, 9 les connaissances et pratiques des oppositions des voyelles orales-nasales en production de la parole (auprès de patients présentant un retard de parole, une insuffisance vélaire ou une dysarthrie) et/ou lors de l'information sur les sosies labiaux, lors de l'apprentissage de la lecture labiale. Une question type était : « Dans le cadre d'une prise en charge de retard de parole, insuffisance vélaire, dysarthrie, lecture labiale (sosies labiaux) ou autre, quelles voyelles orales opposez-vous à chacune des voyelles nasales afin de ne cibler que

l'élévation/abaissement du voile du palais ? En d'autres termes, quelle est, pour vous, la voyelle orale correspondante à chacune des voyelles nasales (d'un point de vue articulatoire) ? ». La demande de participation à l'enquête a été diffusée via les réseaux sociaux par un syndicat professionnel (Fédération Nationale des Orthophonistes) et les listes de diffusion professionnelles, afin d'être proposée au plus grand nombre d'orthophonistes possible, sur l'ensemble du territoire.

b. Population

Au total, 199 orthophonistes ont répondu au questionnaire. Dix-neuf d'entre-eux, ayant attesté avoir un accent du sud ont été exclus du traitement des données puisque la prononciation des voyelles nasales en français méridional diffère de celle en français septentrional (Fagyal et al., 2006). Parmi les 180 orthophonistes restants, seuls 21 suivaient plus ou moins régulièrement des patients sourds. Les résultats de ces 21 orthophonistes ont été analysés. Diplômés d'orthophonie entre 1980 et 2011, quatre avaient également des études en Sciences du Langage jusqu'au niveau Master ou équivalent. Leur lieu d'exercice se situait majoritairement en Ile-de-France (n=13) bien que 5 participants habitaient dans le Nord de la France et deux dans le Sud et qu'un participant n'a pas renseigné ce champ.

c. Résultats

/ã/	/õ/	/ẽ/
/a/ = 81%	/o/ = 86%	/ɛ/ = 57%
/ɔ/ = 19%	/ɔ/ = 9%	/e/ = 24%
	/a/ = 5%	/i/ = 14%
		/a/ = 5%

Tableau 8. Voyelles orales travaillées le plus souvent en opposition des voyelles nasales, en production, dans le cadre des retards de parole, insuffisance vélaire, dysarthrie et/ou sésies labiaux (n=21 orthophonistes pratiquant la prise en charge des adultes sourds parmi les interrogés), en voyelles isolées (exemple de question : « quelle voyelle orale utiliserez-vous en opposition à la voyelle nasale "on" "om" de "tonton" "pompom" » ?)

----- DISCUSSION-----

1. 1. Perception visuelle des voyelles orales

On peut s'étonner du score global (34%), plutôt faible pour l'identification visuelle de voyelles des sujets adultes sourds. Rappelons cependant qu'il s'agit d'une tâche difficile, peu écologique puisque proposée sur un support vidéo seul. Les personnes présentant une surdité neurosensorielle ont l'habitude d'utiliser les trois dimensions du locuteur pour lire sur les lèvres : verticale, horizontale et antéro-postérieure. C'est pour cette raison qu'une position permettant d'accéder au visage de trois-quarts est souvent recommandée aux personnes s'adressant aux adultes devenus sourds. L'utilisation d'une vidéo de face, en deux dimensions, a pu rendre la tâche plus difficile. Petithomme (2013) a observé des performances en lecture labiale moins bonnes quand les stimuli étaient présentés sur support vidéo que lorsqu'ils sont prononcés en présentiel par l'orthophoniste, notamment pour l'identification des voyelles /i/, /a/ et /u/. Les voyelles les mieux reconnues par les deux groupes de sujets sont les voyelles périphériques du triangle vocalique /i/, /a/, /u/, voyelles extrêmes, auxquelles

s'ajoute la voyelle /o/. De plus, ces quatre voyelles sont attractives, c'est-à-dire que de nombreuses confusions s'orientent vers elles. Les confusions respectent le caractère arrondi ou non arrondi de la voyelle sauf pour /ɔ/ et /œ/ qui sont confondus avec /ã/.

2. Perception visuelle des voyelles nasales

Les voyelles nasales quant à elles suscitent de nombreuses erreurs de perception visuelle, l'imbroglio allant jusqu'à des confusions de deux degrés d'aperture, et une confusion massive de labialité pour la voyelle /ã/.

a. La voyelle /ã/

La voyelle /ã/ est la mieux identifiée des trois voyelles nasales, surtout par les sujets sourds (29%). Par contre, lorsqu'elle n'est pas reconnue, elle est quasi systématiquement confondue avec des voyelles arrondies d'apertures mi-ouvertes à fermées. La confusion de labialité est une confusion visuelle grossière qui n'est observée pour aucune autre voyelle orale ou nasale testées dans cette étude même chez les entendants. Il paraît étonnant que des sujets sourds, labiolecteurs, plutôt avertis, fassent une telle erreur. Ce résultat rejoint plutôt les observations de Chlumsky et al. (1938) et Zerling (1984) qui décrivent la voyelle /ã/ comme une voyelle labialisée et protruse ou ceux de Delvaux et al. (2002) ou Montagu (2002) qui la décrivent comme arrondie, voire proche de /ɔ/. Chez les normo-entendants, la voyelle /ɔ/ génère beaucoup plus de confusions, qu'aucune des trois classifications testées (Istria et al., 1982 ; Zerling, 1990 ; Dumont et Calbour, 2002) ne parvient à prédire. Chez les adultes sourds, il n'y a pas de problème de classification. Parmi les cliniciens spécialistes de la lecture labiale, seuls Istria et al. (1982) classent la voyelle /ã/ parmi les voyelles arrondies. Garric (1974), Dumont et Calbour (2002) et Haroutunian (2007) rapprochent plutôt la voyelle /ã/ des voyelles /a/ ou /ɑ/, non arrondies, en y ajoutant parfois un « mouvement du menton ». Les confusions observées s'orientent également vers des voyelles d'aperture plus fermée, ce qui rejoint les observations de Delattre (1965), concernant l'aperture de la voyelle /ã/.

b. La voyelle /ẽ/

La voyelle /ẽ/ est visuellement très mal identifiée (11% aussi bien chez les sujets sourds que chez les sujets normo-entendants). Les confusions mettent en évidence un pattern inattendu car les erreurs s'orientent aussi bien vers la voyelle maximalement ouverte /a/ que vers la voyelle maximalement fermée /i/. Ces confusions « opposées » d'aperture ne se rencontrent que pour cette voyelle /ẽ/. Comment l'expliquer ? Visuellement, il pourrait y avoir une interaction entre la perception de l'aperture de /ẽ/, plus ouverte que celle de /ɛ/ (Brichler-Labaeye, 1970 ; Delvaux et al., 2002 ; Carignan, 2012) voire s'approchant de /a/ selon Montagu (2002), et la perception de la labialité (non arrondie) orientant les confusions vers /i/. Dans son étude en cinéradiographie auprès de deux locuteurs, Zerling (1984) a constaté une position des lèvres différente lors de la production de la voyelle /ẽ/ parmi ces deux locuteurs. En effet, chez l'un des locuteurs, qui maintenait, dans son système vocalique, l'opposition entre la voyelle nasale mi-ouverte antérieure non arrondie /ẽ/ (« brin ») et la voyelle nasale mi-ouverte antérieure arrondie /œ/ (« brun »), et devait donc distinguer ces deux voyelles, la voyelle /ẽ/ était plus étirée que chez l'autre locuteur, qui lui, ne maintenait pas l'opposition entre /ẽ/ et /œ/ dans son système vocalique. Dans la présente étude, on pourrait imaginer que l'une des deux locutrices filmées ait conservé l'opposition /ẽ/-/œ/ proposant alors une voyelle /ẽ/ articulée bien étirée (orientant alors les confusions des participants vers /i/) tandis que l'autre locutrice n'ait pas maintenu l'opposition dans son système vocalique, proposant alors une version de /ẽ/ moins étiré (orientant les confusions des participants vers /a/). Or, il n'en est rien car les

confusions de /ɛ̃/ vers /a/ ou /i/ se rencontrent aussi bien avec les voyelles prononcées par la première locutrice que celles prononcées par la seconde locutrice. D'ailleurs, lorsque les deux locutrices sont interrogées à ce sujet, elles disent ne faire, ni l'une ni l'autre, la distinction entre /ɛ̃/ et /œ̃/. Ce résultat dépendait-il alors plutôt de la référence interne du labiolecteur ou de son âge ? Peut-être que tous les labiolecteurs n'ont pas les mêmes repères visuels selon qu'ils maintiennent, eux-mêmes, l'opposition /ɛ̃/-/œ̃/ ou non ? Nous n'avons pas, dans cette étude, demandé aux sujets testés s'ils maintenaient ou non cette distinction. Ou peut-être que pour un même exemplaire de /ɛ̃/ présenté, certains labiolecteurs seraient plutôt attirés par l'indice d'aperture et d'autres par l'indice apporté par la labialité ? L'observation des réponses des adultes sourds et des adultes entendants ne montre pas de choix « labiolecteur dépendant » s'orientant davantage vers /a/ ou /i/. Chaque participant pouvait s'orienter à la fois vers un /a/ ou un /i/ (notons cependant les alternances /ɛ̃/-/i/ et /ɛ̃/-/a/, « fin »-« fine » du latin « finus »-« fina », et « pain »-« pané » du latin « panis »).

c. La voyelle /ɔ̃/

La voyelle /ɔ̃/ est la plus mal identifiée (7% chez les sujets normo entendants et 6% pour les sujets sourds). Les confusions s'orientent préférentiellement vers des voyelles fermées /u/ ou mi-fermée /o/, ce qui rejoint les données articulatoires de Zerling (1984) et Delvaux et al. (2002) qui concluent que l'articulation de /ɔ̃/ est plus fermée que celle de /ɔ/, probablement proche de /o/ (Bothorel et al., 1986 ; Zerling, 1984 ; Montagu, 2002), voire surlabialisée (Zerling, 1984 ; Montagu, 2002). La voyelle /ɔ̃/ ne pose pas de problème de classification, dans aucune des trois classifications étudiées.

d. Comparaison des trois classifications

Les trois classifications ne peuvent être strictement comparées car aucune ne comprend le même nombre de catégories (trois chez Zerling, quatre chez Istria et al. et cinq chez Dumont et Calbour) mais l'on constate cependant, autant pour la population sourde que pour la population normo-entendante, que la classification de Zerling (1990) permet de regrouper la plupart des confusions sans erreur de classification. Cependant, cette classification ne prend en compte que la dimension de labialité et non d'aperture, ce qui réduit les informations que l'orthophoniste pourrait apporter au patient. Parmi les deux classifications cliniques, la classification d'Istria et al. (1982) génère 3 erreurs de classement tandis que celle de Dumont et Calbour (2002) en génère 8.

e. Proposition d'une classification adaptée

Nous proposons donc, sur la base des résultats observés auprès des 22 sujets adultes sourds et des 22 sujets adultes normo-entendants sur des syllabes ouvertes, une adaptation de la classification d'Istria et al. (1982) pour laquelle la voyelle /e/ est déplacée dans la catégorie /a, ɛ̃, ε/ (figure 7 et tableau 9). Ainsi, la voyelle /i/ est laissée seule dans une catégorie, comme cela est le cas dans la classification de Dumont et Calbour (2002).

%	/a ɛ̃ ε e/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	/i/	NR
/a/	78	2	5	1	14
/ɛ̃/	40	12	9	28	11
/ε/	71	3	3	6	17
/e/	52	3	5	25	15
/ã/	8	23	53	1	16
/ɔ/	23	34	23	0	19
/œ/	17	34	30	2	17
/o/	3	2	84	1	11
/ɔ̃/	1	3	79	1	17
/u/	4	2	77	0	17
/y/	4	2	77	0	17
/ø/	9	5	74	0	11
/i/	34	2	3	52	10

%	/a ɛ̃ ε e/	/ã ɔ œ/	/o ɔ̃ u y ø/	/i/	NR
/a/	83	2	1	0	14
/ɛ̃/	49	1	3	28	19
/ε/	73	1	2	2	22
/e/	55	2	2	14	27
/ã/	11	45	33	0	11
/ɔ/	18	42	9	0	30
/œ/	12	52	17	2	18
/o/	2	2	77	1	20
/ɔ̃/	0	6	74	2	18
/u/	2	0	86	0	11
/y/	2	1	78	1	18
/ø/	7	6	67	0	20
/i/	13	0	1	70	16

Figure 7. Confusions visuelles (en pourcentages) de voyelles par les 22 sujets normo-entendants (gauche) et les 22 sujets sourds (droite), réparties selon une adaptation de la classification de Istria et al. (1982) en regard des résultats de la présente étude auprès des 22 sujets normo-entendants (gauche) et 22 sujets sourds (droite) en syllabe ouverte CV : la voyelle /e/ est déplacée dans la catégorie /a ɛ̃ ε/ et la voyelle /i/ est laissée seule dans une catégorie.

Cette classification adaptée permet d'expliquer les confusions des 22 adultes sourds (figure 7). Par contre, chez les 22 adultes normo-entendants, la voyelle /ã/ est confondue avec les voyelles décrites comme fortement labialisées ([y, ø, u, o, ɔ̃]) par Zerling (1990). Nous ne nous appuyons pas sur cette erreur des normo-entendants pour modifier la classification et ceci pour deux raisons. La première est que la voyelle nasale /ã/ est considérée comme moyennement labialisée par Zerling (1990) qui a obtenu ces données auprès de 105 locuteurs, filmés par trois caméras. La seconde est que nous assumons l'idée que les sujets normo-entendants sont moins experts en lecture labiale que les sujets sourds.

Aperture perçue	Labialité perçue	Visèmes vocaliques	Paires minimales
non fermée	non arrondie	[a ɛ̃ ε e]	tas-teint-taie-thé
ouverte et mi-ouverte	arrondie	[ã ɔ œ]	quand-corps-cœur
fermée et mi-fermée	arrondie	[o ɔ̃ u y ø]	pot-pont-pou-pu-peu
fermée	étirée	[i]	pis

Tableau 9. Adaptation de la classification des visèmes vocaliques d'Istria et al. (1982) à partir des résultats d'identification visuelle de voyelles de 22 adultes sourds, en contexte CV avec C=/ptk/ prononcées par deux locutrices.

Dans cette nouvelle classification la catégorie [a ɛ̃ ε e] comporte 3 degrés d'aperture différents, ce qui peut sembler discutable. Cependant, cette nouvelle affectation permet d'expliquer un plus grand nombre de confusions et devra être réévaluée dans une étude dédiée, comprenant des voyelles dans tout type de contextes syllabiques. A l'heure actuelle, cette adaptation de la classification ne peut être

considérée comme valable que pour le français septentrional et en contexte de syllabe ouverte de type CV (tableau 9).

3. Enquête auprès des orthophonistes

Les résultats de l'étude menée auprès de 21 orthophonistes prenant en charge des adultes devenus sourds (tableau 8), montrent que les orthophonistes privilégient pour le /ã/, l'opposition avec /a/, de façon massive. Pour le /ẽ/, l'opposition avec le /ɛ/ est également choisie, mais de façon moins nette. Par contre, pour le /õ/, les orthophonistes s'orientent vers la voyelle /o/, qui correspond effectivement à la description phonétique orale la plus proche de la voyelle /õ/.

Pour la voyelle /õ/, les données concordent : confondue majoritairement avec le /u/ et le /o/ en lecture labiale, cette voyelle est effectivement associée à l'orale mi-fermée /o/ et non pas à l'orale mi-ouverte /ɔ/ par les orthophonistes. Pour la voyelle /ã/, les résultats obtenus dans l'étude n°1 s'opposent en partie à ce qui est proposé par les orthophonistes. En lecture labiale, /ã/ est majoritairement confondue avec une voyelle arrondie. Nous proposons l'idée que /ɔ/ est la voyelle la plus proche de /ã/ au niveau articuloire mais /ɔ/ n'existe pas en contexte CV et donc a tendance à ne pas être proposée comme réponse par les participants. La voyelle /ẽ/ donne les résultats les plus surprenants. D'un point de vue articuloire, les confusions faites par les labiolecteurs normo-entendants et sourds pour /ẽ/ s'orientent, dans la majorité des cas, vers les voyelles non arrondies d'ouvertures extrêmes /i/ et /a/. Les orthophonistes font des propositions variées comme /ɛ/, /i/ et /e/ mais ne proposent la voyelle /a/ que dans 5% des cas.

A l'issue de cette étude, plusieurs points mériteraient d'être approfondis. Si le premier est la réplication de l'analyse en contexte de syllabes fermées (CVC), il semblerait également intéressant d'étudier l'identification de voyelles dans tous les contextes consonantiques, car seuls trois contextes consonantiques ont été abordés. De plus, l'étude de la distinction visuelle entre /ẽ/ et /œ/ apporterait des éléments complémentaires qui permettraient peut-être d'expliquer les confusions visuelles inattendues de /ẽ/. Enfin, une analyse acoustique des syllabes prononcées par les deux locutrices pourrait aussi éclairer certains points.

----- CONCLUSION -----

En conclusion, les classifications actuelles de visèmes vocaliques ne permettent pas d'expliquer toutes les confusions visuelles de voyelles nasales faites par les adultes devenus sourds. Cette observation est en lien avec l'évolution phonétique des voyelles nasales du français actuellement en cours. La voyelle /ã/ est la voyelle nasale la mieux identifiée en lecture labiale. Dans la démarche de description des images labiales faite à l'adulte devenu sourd, il semble préférable qu'elle soit présentée comme une voyelle labialisée phonétiquement. La voyelle /ẽ/ est une voyelle qui pose beaucoup de difficultés de perception en lecture labiale et dont la description est complexe, avec une probable interaction entre l'indice d'ouverture et l'indice de labialité. La voyelle /õ/ est une voyelle qui pose aussi, visuellement, beaucoup de difficultés mais dont la description en lecture labiale fait consensus, en la rapprochant de /u/ ou /o/. Nous proposons une adaptation de la classification des visèmes d'Istria et al. (1982) qui permet de classer les confusions visuelles de 22 adultes devenus sourds testés dans cette étude. Cette classification adaptée, portant sur le français septentrional en contexte de syllabe ouverte CV, devra être à nouveau testée en contexte de syllabes fermées, ainsi qu'en français méridional. Enfin, il est apparu que l'articulation des voyelles /ẽ/ et /ã/ en français septentrional a beaucoup évolué et méritait d'être définie à nouveau.

----- **BIBLIOGRAPHIE** -----

Abry, C., Boë, L.J. (1980). A la recherche de corrélats géométriques discriminants pour l'opposition d'arrondissement vocalique en français. Dans C. Abry, L.J. Boë, P. Corsi, R. Descout, M. Gentil, P. Graillot, *Labialité et phonétique. Données fondamentales et études expérimentales sur la géométrie et la motricité labiales* (pp.217-237). Grenoble : Editions Littéraires et Linguistiques de l'Université de Grenoble (ELLUG).

Ambert-Dahan, E., Borel, S. (2013). Réadaptation à la communication dans les surdités acquises appareillées et/ou apprentissage de la lecture labiale. Dans P. Gatignol, T.Rousseau, S. Topouzkhanian, *Approches thérapeutiques en orthophonie*. Isbergues : Ortho-Edition.

Belmin, J., Oasi, C., Folio, P., Pariel-Madjlessi, S. (2007). Codex, un test ultra-rapide pour le repérage des démences chez les sujets âgés. *La revue de gériatrie*, 32(8), 627-631. Consulté le 16.05.2016 du site CODEX : <http://www.testcodex.org/Documents/codex.RDG.pdf>

Berit-Hansen, A. (1998). *Les voyelles nasales du français parisien moderne : aspects linguistiques, sociolinguistiques et perceptuels des changements en cours* (Etudes romanes 40). Copenhagen : Museum Tusulanum Press, University of Copenhagen

Berit-Hansen, A. (2001). Les changements actuels des voyelles nasales du français parisien : confusions ou changement en chaîne? *La linguistique*, 37, 33-47. Consulté le 16.05.2016 de cairn info : www.cairn.info/revue-la-linguistique-2001-2-page-33.htm

Borel, S. (2013). La lecture labiale. Dans C. Quérel, *Surdité et santé mentale - Communiquer au cœur du soin*. Cachan : Editions Lavoisier.

Bothorel, A. Simon, P., Wioland, F. Zerling, J.P. (1986). Cinéradiographie des voyelles et consonnes du français : recueil de documents synchronisés pour quatre sujets : vues latérales du conduit vocal, vues frontales de l'orifice labial, données acoustiques. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*. Consulté le 16.05.2016 du laboratoire LORIA : http://www.loria.fr/~laprie/BlueBookCineradiographieStrasbourg/cineradiographie_1_voyelles.pdf

Brichler-Labaeye, C. (1970). *Les voyelles françaises : mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocinématographie*. Paris : Editions Klincksieck.

Carignan, C. (2012). Quand nasal est plus que nasal : L'articulation orale des voyelles nasales en français. *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, 1, 747-754. Consulté le 16.05.2016 de ACL Web : <http://www.aclweb.org/anthology/F12-1094>

Carton, F. (1997, 1974 1st ed). *Introduction à la phonétique du français*. Paris : Dunod.

Cathiard, M.A., Gavard-Boitier, A., Moniot, E., Rebière, C., Fluttaz, A.M. (2015). Apprentissage de la lecture labiale par les adultes devenus-sourds. *Glossa*, 117 (43-62).

Chlumsky, J., Pauphilet, A., Polland, B. (1938). *Radiographie des voyelles et des semi- voyelles*

françaises. Prague : Rozpravy Ceske Akademie ved a umeni (Débats de l'Académie tchèque des sciences et des arts).

Delattre, P. (1965). *Comparing the phonetic features of English, German, Spanish and French: An interim report*. Heidelberg : Julius Groos Verlag

Delvaux, V., Metens, T., Soquet, A. (2002). Propriétés acoustiques et articulatoires des voyelles nasales du français. *Actes des XXIVèmes Journées d'étude sur la parole (JEP) de Nancy, 1*, 348-352. Consulté le 16.05.2016 du laboratoire LORIA : <http://www.loria.fr/projets/JEP/JEP2002/papiers/57.pdf>

Dumont, A., Calbour, C. (2002). *Voir la parole : lecture labiale, perception audiovisuelle de la parole*. Paris : Masson.

Dumont, A. (2008). *Orthophonie et surdité : communiquer, comprendre, parler*. Paris : Elsevier Masson.

Fagyal, Z., Kibbee, D., Jenkins, F. (2006). *French: A linguistic introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fisher, C.G. (1968). Confusions among visually perceived consonants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 11(4), 796-804. doi:10.1044/jshr.1104.796

Fónagy, I. (1989). Le français change de visage? *Revue romane*, 2. Consulté le 16.05.2016 de Revue Romane : https://tidsskrift.dk/index.php/revue_romane/article/view/11967/22772

Garric, J. (1974). *Lecture labiale et conservation de la parole : Pédagogie et méthode*. Editions du Fox sur, pour, par les sourds. Réédition en 2011.

Georgeton, L. (2014). *Renforcement des voyelles orales du français en position initiale de constituants prosodiques : interaction avec les contrastes phonologiques*. Thèse de doctorat en phonétique, non publiée. Université Sorbonne Nouvelle - Paris3.

Haroutunian, D. (2007, 2nd ed). *Manuel pratique de lecture labiale*. Marseille : Editions Solal.

Istria, M., Nicolas-Jeantoux, C., Tamboise, J. (1982). *Manuel de lecture labiale : exercices d'entraînement*. Paris : Masson.

Ladefoged, P. (1979). Articulatory parameters. *Working Papers in Phonetics*, 45(25-31). Consulté le 16.05.2016 de e-Scholarship, UCLA: <http://escholarship.org/uc/item/2rh299k5>

Léon, P., Carton, F., Rossi, M., Autesserre, D. (1983). *Les accents des Français*. Paris : Hachette.

Maddieson, I., Disner, S.F. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge: Cambridge university press.

Monoyer, F. (1875). *Echelle typographique décimale pour mesurer l'acuité de la vue*. Compte-rendu hebdomadaire des séances de l'Académie des sciences. Paris, 1(80), 1137-1138. Consulté le

16.05.2016 de Gallica :
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3037k/f1197.image.r=>

Montagu, J. (2002). L'articulation labiale des voyelles nasales postérieures du français : comparaison entre locuteurs français et anglo-américains. *Actes des XXIVèmes Journées d'Etude sur la Parole (JEP) de Nancy*. Consulté le 16.05.2016 de AFCP : http://www.afcp-parole.org/doc/Archives_JEP/2002_XXIVe_JEP_Nancy/JEP2002/papiers/104.pdf

Montagu, J. (2007). *Analyse acoustique et perceptive des voyelles nasales et nasalisées du français parisien*. Thèse de doctorat en phonétique, non publiée. Université Sorbonne Nouvelle - Paris3.

Petithomme, A. (2013). *Étude préliminaire utilisant l'eye-tracking pour l'évaluation orthophonique des adultes implantés cochléaires*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité en orthophonie. Université Pierre et Marie Curie - Paris 6. Consulté le 16.05.2016 de HAL : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00868678/document>

Pope, M.K. (1934). *From Latin to Modern French*. Manchester: Manchester University Press.

Zerling, J.P. (1984). Phénomènes de nasalité et de nasalisation vocalique : Étude cinéradiographique pour deux locuteurs. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 16, 241-266.

Zerling, J.P. (1990). *Aspects articulatoires de la labialité vocalique en français. Contribution à la modélisation à partir de labio-photographies, labiofilms et films radiologiques. Etude statique, dynamique et contrastive*. Thèse de doctorat en phonétique, non publiée. Université Marc Bloch - Strasbourg 2.