

**Les voyelles nasales françaises:
Une expérience de perception avec des apprenants
néerlandophones**

Karen de Jong
S0718718

Directeurs de mémoire: Mme Dr J.S. Doetjes et Mme Dr S. Gryllia
Second lecteur: Prof. Dr J.E.C.V. Rooryck

Université de Leyde
Faculté des humanités
Département de langue et culture françaises
Octobre 2014

Table des matières

0. Introduction	2
1. Les voyelles nasales	4
2. L'expérience	9
3. Résultats et discussion	21
4. Recommandations	33
5. Conclusion	35
Bibliographie	36
Annexes	38

Introduction

Plusieurs études ont montré que la prononciation de la langue française pose des problèmes pour les néerlandophones (Ickenroth, 1973 ; Linthorst, 1973). Ces problèmes s'expliquent par des différences entre les systèmes phonétiques des deux langues en question. Une différence connue entre les deux systèmes est la présence de voyelles nasales en français et leur absence en néerlandais. En 2013, nous avons mené une expérience pour obtenir plus d'informations sur la prononciation des voyelles nasales par des apprenants néerlandophones. Nous avons voulu savoir si les différentes voyelles nasales posaient les mêmes problèmes. Par conséquent, nous avons étudié la prononciation de toutes les voyelles nasales françaises pour avoir une image complète des erreurs faites par des apprenants néerlandophones. Les résultats de cette expérience de production ont mené à la conclusion que les néerlandophones ont effectivement du mal à réaliser des voyelles nasales. Les effets les plus remarquables étaient le refus de nasalisation de la voyelle et le prolongement de la voyelle.

Nous pensons que les résultats de notre expérience sont intéressants, malgré le fait que nous ne savons pas pourquoi les néerlandophones prolongent la voyelle ou refusent de la nasaliser. D'autres expériences de production de voyelles nasales françaises avec des apprenants néerlandophones (Ickenroth, 1973 ; Linthorst, 1973) ne nous renseignent pas non plus sur cette question. C'est pourquoi nous avons décidé de faire une expérience qui pourrait nous aider à trouver une explication pour ce problème. Selon nous, il faut se poser la question de savoir si la voyelle nasale est plus difficile à percevoir que la voyelle orale et si les sujets peuvent faire une distinction entre une voyelle orale et une voyelle nasale. Une expérience de perception devrait nous donner une réponse à ces deux questions.

Nous voulons non seulement tester les différences entre la perception des voyelles nasales et des voyelles orales, mais nous nous intéressons encore aux conditions nécessaires pour qu'un auditeur néerlandophone affirme avoir perçu une voyelle nasale. Selon Rietveld et Van Heuven (2009 : 221), la fréquence fondamentale, l'intensité, la durée et la fréquence des formants jouent un rôle dans l'identification d'un son. Toute voyelle et toute consonne ont leurs propres caractéristiques et valeurs. Il est possible que, quand on change une de ces caractéristiques, les auditeurs entendent un autre son. Nous pensons qu'il est intéressant de tester quelles caractéristiques jouent un rôle dans la perception de la nasalité. La question que nous nous posons est la suivante : quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un auditeur néerlandophone affirme avoir perçu une voyelle nasale?

Nous commencerons ce mémoire par une explication de quelques caractéristiques importantes des voyelles nasales et nous les comparerons à celles des voyelles orales. Nous continuerons par un chapitre dans lequel nous présenterons les détails de notre expérience en introduisant nos questions de recherche et nos hypothèses, les sujets de l'expérience et les items cibles. Ensuite, nous présenterons les résultats et nous les analyserons visant à répondre à nos questions de recherche. Dans le dernier chapitre, nous proposerons quelques sujets qui pourraient être étudiés plus dans une recherche future. Nous finirons par une conclusion qui résumera nos résultats.

1. Les voyelles nasales

Comme nous l'avons déjà dit, la prononciation des voyelles nasales n'est pas toujours facile pour les apprenants néerlandophones. Dans ce chapitre, nous regarderons de plus près les caractéristiques des voyelles nasales. Tout d'abord, nous donnerons un résumé d'une expérience que nous avons menée en 2013 et qui nous a appris quels sont les problèmes de prononciation que posent ces voyelles aux apprenants néerlandophones. Nous expliquerons nos questions de recherche, nos hypothèses et nos résultats. Nous continuerons par une explication des caractéristiques phonétiques des voyelles nasales.

1.1 La production des voyelles nasales françaises par les apprenants néerlandophones

En 2013, nous avons mené une expérience pour obtenir plus d'informations sur la prononciation des voyelles nasales, en nous basant sur un article d'Ickenroth (1973) et d'un article de Linthorst (1973). Ickenroth (1973 : 353-354) constate qu'un des trois aspects importants, qui rendent la prononciation de la langue française difficile pour les néerlandophones, est la réalisation des voyelles nasales, qui ne sont pas présentes dans la langue néerlandaise. Il soutient que ces voyelles posent un problème pour la prononciation, mais en même temps, il ne fournit pas d'évidence supplémentaire pour consolider cette conclusion. Linthorst (1973 : 100-127), de son côté, a mené une expérience pour étudier si les néerlandophones commettent des erreurs en prononçant les voyelles nasales du français. Lors de cette expérience, il n'a pris en considération que la prononciation du [ã] et du [õ]. Il constate que ces deux voyelles nasales posent en effet des problèmes. De plus, les mauvaises réalisations se présentent beaucoup plus souvent dans les syllabes non finales que dans les syllabes finales. Finalement, Malmberg (1982 : 67) et Ladefoged et Maddieson (1996 : 298-299) constatent qu'il existe plusieurs degrés de nasalisation. Nous avons utilisé ces articles pour formuler nos questions de recherche et pour réaliser une expérience de production avec des apprenants néerlandophones. Nous avons pris en considération toutes les voyelles nasales du français pour avoir une image complète des erreurs des néerlandophones. Nous résumerons par la suite nos questions de recherche, nos hypothèses ainsi que les résultats que nous avons obtenus.

Notre première question de recherche avait pour but d'établir s'il y a une différence entre la prononciation des différentes voyelles nasales ou si toutes ces voyelles posent les mêmes problèmes. Nous avons expliqué que le [ã] est la voyelle nasale la plus souvent réalisée de manière correcte, tandis que le [œ̃] est la voyelle nasale qui pose le plus de problèmes de

prononciation aux apprenants néerlandophones. Bonnot et Spa (1981 : 22) ont constaté que la nasalisation des voyelles ouvertes pose moins de problèmes que la nasalisation des voyelles mi-ouvertes. Cette constatation a mené à l'hypothèse que la prononciation du [ã], la seule voyelle nasale ouverte, posera moins de problèmes que la prononciation des autres voyelles nasales. Cette hypothèse a été confirmée par nos résultats : le [ã] est en effet la voyelle la plus souvent réalisée de manière correcte et elle semble donc poser moins de problèmes que les autres voyelles nasales.

La deuxième question de recherche était de savoir quel est l'effet de la position de la syllabe contenant la voyelle nasale. Nous avons constaté que les voyelles nasales en position non finale posent beaucoup plus de problèmes que les voyelles nasales en position finale. Dans ce cas, on voit aussi qu'il y a toujours une différence entre les quatre voyelles nasales, malgré le fait qu'en général, elles sont prononcées de manière correcte en position finale. La réalisation du [ã] ne pose presque pas de problèmes en position finale et cette voyelle est aussi la seule qui est parfois bien prononcée en position non finale. Le [œ̃], par contre, est la voyelle nasale qui pose le plus de problèmes de prononciation, tant en position non finale qu'en position finale. Le [œ̃] semble être donc la voyelle nasale la plus difficile.

La deuxième hypothèse, liée à cette deuxième question de recherche, était que la réalisation de la voyelle nasale en position non finale pose plus de problèmes que sa réalisation en position finale. Selon Ladefoged (1982 : 104), les syllabes accentuées sont plus faciles à prononcer que les syllabes non accentuées. Nous avons constaté que les voyelles nasales en position non finale posent effectivement beaucoup plus de problèmes que celles en position finale. Nous pouvons conclure que la deuxième hypothèse a été confirmée.

En ce qui concerne notre expérience et la constatation que la prononciation de toutes les voyelles nasales pose des problèmes, nous avons suggéré quelques sujets qui devraient être étudiés de plus près. Une de nos propositions est d'étudier si la nasalité de la voyelle nasale est difficile à percevoir. C'est la raison pour laquelle nous avons mené une expérience de perception. Cette expérience nous aidera à examiner de quelle manière les néerlandophones perçoivent les voyelles nasales. Dans notre expérience de production de 2013, nous avons trouvé cinq types d'erreurs de production. Le type d'erreur le plus fréquent était le refus de nasalisation de la voyelle et la réalisation d'un élément nasal consonantique après la voyelle. Un deuxième type d'erreur très fréquent était la réalisation d'une voyelle qui n'est ni prononcée comme une voyelle orale, ni comme une voyelle nasale. Les voyelles prononcées par les sujets étaient prolongées ou très légèrement nasalisées. La différence entre une voyelle orale et une voyelle nasale n'était donc pas facile à entendre. Nous voulons savoir si ces types

de fautes sont liés à la perception. Est-ce que les sujets néerlandophones peuvent distinguer les voyelles orales et les voyelles nasales ? Et quelles sont les conditions nécessaires pour qu'un auditeur néerlandophone affirme avoir perçu une voyelle nasale ? Est-ce que la durée joue un rôle dans l'identification d'une voyelle nasale ? Est-ce que la fréquence du premier formant de la voyelle est importante pour identifier la voyelle nasale ? Et quel rôle joue la nasalité dans la perception d'une voyelle nasale ? Dans le chapitre suivant nous introduirons notre expérience, qui nous aidera à examiner de quelle manière les néerlandophones perçoivent les voyelles nasales.

1.2 Les caractéristiques (acoustiques) des voyelles nasales

Dans cette section, nous parlerons des caractéristiques de chaque voyelle nasale. D'abord, nous traiterons l'articulation en ce qui concerne la position de la langue, la position des lèvres et le degré d'ouverture pour chaque voyelle en comparant les voyelles nasales aux voyelles orales correspondantes. Ensuite, nous introduirons les notions de timbre et de formant et nous expliquerons quelle est la relation entre les formants et la nasalité. Finalement, nous donnerons quelques informations sur la durée de la voyelle nasale.

1.2.1 L'articulation

En phonétique, on parle de la nasalisation quand le voile du palais est abaissé et quand l'air échappe par le nez lors de la prononciation d'un son. Les sons les plus couramment nasalisés sont les consonnes. Les consonnes nasales sont presque toujours des occlusives comme le [n] et le [m]. On parle d'une consonne occlusive quand le flux d'air est bloqué au niveau de la bouche et l'air passe seulement par le nez. Dans certaines langues, par contre, il y a aussi des fricatives nasales. De plus, il existe aussi des voyelles nasales. On parle de voyelles nasales quand l'air passe par la cavité buccale, mais l'articulation est accompagnée d'une résonance nasale. Chaque voyelle nasale correspond à une voyelle orale. Dans l'alphabet phonétique international, la présence du tilde [~] au-dessus du symbole de la voyelle indique la nasalisation. On rencontre les voyelles nasales en français standard, en portugais, en polonais, en breton, en hindi, mais aussi dans la plupart des langues kanak, ainsi que dans de nombreuses langues d'Afrique ou des Amériques. Dans toutes ces langues, le nombre de voyelles nasales est beaucoup plus limité que le nombre de voyelles orales (voir Hajek 2011).

Le français possède dans son système phonologique quatre voyelles nasales, à savoir le [ã], le [õ], le [ẽ] et le [œ̃]. Le [ẽ] et le [œ̃] sont articulés dans la région du palais dur, tandis que le [ã] et le [õ] sont articulés près du voile du palais. Toute voyelle nasale a une

homologue orale. On dit que les voyelles [õ], [ẽ] et [œ] sont formées à partir des voyelles orales ouvertes [ɔ], [ɛ] et [œ], et le [ã] est basé sur la voyelle orale postérieure [ɑ]. Toutefois, Malmberg (1982 : 70-73) fait remarquer que le timbre d'une voyelle nasale n'est pas identique à celui de la voyelle orale correspondante. Il décrit les caractéristiques de chaque voyelle nasale comme suit :

« [ã] ... La position de la langue et des lèvres est celle de [ɑ]. La position des lèvres est neutre et faiblement arrondie. Le voile du palais est abaissé».

« [ẽ] ... Le degré d'ouverture est à peu près celui de [ɛ] oral, légèrement plus ouvert. La position des lèvres est neutre, le voile du palais abaissé».

« [œ] ... La position de la langue est celle de [ẽ] et l'arrondissement des lèvres celui du [œ]. Le passage par les fosses nasales est ouvert».

« [õ] ... a grosso modo l'ouverture de [ɔ] et le même degré de labialisation que celui-ci. Le voile de palais est abaissé».

De plus, Carton (1974 : 39) confirme les caractéristiques de chaque voyelle nasale décrites par Malmberg et il ajoute quelques caractéristiques supplémentaires. Il affirme notamment que le [ẽ] et le [œ] sont plus ouverts que le [ɛ] et le [œ]. En ce qui concerne l'articulation du [ã], la langue s'abaisse plus que lors de la prononciation des autres voyelles nasales, ce qui implique qu'elle est la voyelle nasale la plus ouverte (De Jong, 2013).

1.2.2 Le timbre d'une voyelle et les formants

Le timbre est une caractéristique sonore qui nous aide à distinguer les différentes voyelles. Le timbre dépend du nombre des résonateurs, à savoir le résonateur buccal, le résonateur pharyngal et le résonateur nasal. Ces résonateurs sont causés par le degré de l'ouverture de la bouche, la position de la langue et la position des lèvres. La résonance et la répercussion dans la cavité buccale et dans le pharynx donnent le timbre à une voyelle. Tous les résonateurs sont visibles dans un spectrogramme sonore. Les résonateurs sont mesurables à l'aide d'un programme informatique. Le résonateur pharyngal est appelé le premier formant ou F1. Le résonateur buccal est appelé le deuxième formant ou F2. La fréquence de résonance dépend de la largeur de la cavité. Plus la cavité est grande, plus la fréquence de résonance est basse. Le pharynx est la plus grande cavité dans les organes de parole. Il est donc à l'origine de la fréquence de résonance la plus basse, entre 320 Hz ([u]) et 1000 Hz ([a]). Après le pharynx, c'est la cavité buccale qui est la plus grande cavité et elle donne des fréquences plus

hautes que le pharynx. Cette cavité a des fréquences de résonance entre 800 Hz ([u]) et 2500 Hz ([i]) (voir Genette 2013). Comme nous l'avons indiqué dans la section précédente, le [ã] est basé sur la voyelle orale postérieure [ɑ] et pas sur le [a], qui est antérieur. Cette différence a des effets sur la fréquence des premiers formants. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous bornerons au premier formant F1.

La « nasalité » d'une voyelle nasale est causée par un formant nasal qui est ajouté aux formants formés dans la cavité buccale et le pharynx. Le formant nasal a un effet d'assourdissement sur les formants de la cavité orale et cause une absorption spécifique de l'énergie acoustique lors de la phonation. Cette absorption résulte du fait que les segments nasals sont produits par l'abaissement du voile du palais. Ce phénomène d'absorption des formants est appelé *antiformant* ou *anti-résonance* (Rietveld et Van Heuven, 2009 : 153-154). L'effet d'ensemble est un accord de formants dans lequel les fréquences hautes s'entendent beaucoup plus fort que les fréquences basses (Delattre et Monnot, 1968 ; Carton, 1974).

1.2.3 La durée de la voyelle nasale

Plusieurs sources montrent que dans de nombreuses langues, les voyelles nasales sont plus longues que leurs homologues orales dans toutes les positions (Delattre et Monnot, 1968 ; Ruhlen, 1975 ; Greenberg *et al.*, 1978 ; Delvaux, 2009). Delattre et Monnot (1968 : 267) ont mesuré la durée en centièmes de secondes et ils ont trouvé que la différence moyenne entre les voyelles nasales et les voyelles orales était de l'ordre de 1,42 : 1. Ils constatent que la durée est maximale dans les syllabes fermées inaccentuées et elle est minimale dans les syllabes ouvertes accentuées. Les résultats d'une expérience de perception de Delattre et Monnot montrent que les sujets, ayant le français comme langue maternelle, ont perçu des voyelles demi-nasales comme orales, à condition qu'elles soient assez brèves. Au contraire, si les mêmes voyelles étaient longues, les sujets les ont identifiées dans la plupart des cas comme des voyelles nasales. Delattre et Monnot (1968) en concluent que la différence de durée entre les voyelles nasales françaises et leurs homologues orales joue un grand rôle dans l'identification. Ils notent même que « dans un avenir pas trop éloigné, la durée pourra remplacer la nasalité comme marque distinctive des voyelles nasales actuelles ». Nous pouvons conclure que ces expériences montrent que les voyelles nasales sont plus longues que les voyelles orales et la durée joue un grand rôle dans l'identification d'une voyelle.

Comme nous l'avons déjà mentionné, nous décrirons notre expérience dans les deux chapitres suivants.

2. L'expérience

Dans ce chapitre, nous présenterons les détails de notre expérience en introduisant les questions de recherche, les hypothèses, les sujets et les items cibles.

2.1 Questions de recherche et hypothèses

Comme nous l'avons déjà démontré, la production des voyelles nasales françaises pose des problèmes aux néerlandophones. Nous avons constaté qu'une expérience de perception avec des apprenants néerlandophones est nécessaire pour savoir si ce problème de réalisation est dû à un problème de perception. Delvaux (2009) a examiné la perception du contraste de nasalité vocalique en français. Elle a étudié quelles conditions sont nécessaires pour qu'un auditeur francophone puisse percevoir une voyelle nasale. Elle présente deux expériences perceptuelles, dont l'une est une expérience d'identification et l'autre est une expérience de discrimination, menées sur des sujets francophones belges et sur des anglophones. Nous pensons qu'une expérience d'identification similaire à celle de Delvaux (2009 : 33-35) pourrait nous aider à identifier si la mauvaise réalisation des voyelles nasales est due à un problème de perception. C'est pour cette raison que nous voulons faire une recherche dans laquelle des auditeurs néerlandophones décident si une voyelle est orale ou nasale. Dans la section *méthode et matériaux* nous décrirons notre expérience et les items utilisés.

Comme dans le cas de Delvaux (2009), nous étudierons quels aspects de la prononciation d'une voyelle nasale sont nécessaires pour pouvoir percevoir la nasalité. Par contre, nous utiliserons des auditeurs néerlandophones au lieu d'auditeurs francophones. Alors, le but de notre recherche est de donner une réponse à la question clé suivante :

- Quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un auditeur néerlandophone affirme avoir perçu une voyelle nasale ?

Pour pouvoir répondre à cette question clé, nous l'avons subdivisée en trois sous-questions :

- 1) Est-ce que les sujets entendent la nasalité proprement dite?
- 2) Quel rôle joue la durée d'une voyelle dans l'identification de la voyelle nasale ?
- 3) Est-ce que la fréquence du F1 de la voyelle est importante pour identifier la voyelle nasale ?
- 4) Quel est l'effet de la position de la syllabe contenant la voyelle nasale sur la perception de la voyelle nasale ?

D'abord, notre première hypothèse, liée à la première question de recherche, consiste à supposer que les sujets néerlandophones ont du mal à entendre la nasalité proprement dite, c'est-à-dire la réduction de l'intensité des basses fréquences, et qu'ils utilisent également d'autres caractéristiques dans l'identification de la voyelle nasale. Vu les problèmes de production décrits dans De Jong (2013), nous supposons que la perception de la nasalité pose également des problèmes. .

En ce qui concerne la deuxième question, Delattre et Monnot (1968), qui ont mené une expérience avec des auditeurs francophones et des auditeurs anglophones, expliquent que les voyelles qui sont relativement brèves sont perçues comme orales. Par contre, les voyelles qui sont relativement longues sont identifiées dans la plupart des cas comme nasales. Cela est la raison pour laquelle notre deuxième hypothèse soutient que les voyelles courtes seront plus souvent perçues comme des voyelles orales et les voyelles longues seront identifiées comme des voyelles nasales.

Quant à la troisième question, Delattre et Monnot (1968 : 269) expliquent qu'il y a une différence entre les quatre voyelles nasales et leurs homologues. Les fréquences de F1 et F2 sont les mêmes pour les voyelles nasales [ẽ] et [œ̃] et leurs voyelles nasales correspondantes, tandis que les fréquences de F1 et F2 des voyelles nasales [ã] et [õ] et de leurs homologues orales sont très différentes. Si les fréquences des formants jouent un rôle dans la perception d'une voyelle nasale, le [ã] et le [õ] sont plus faciles à distinguer de leurs homologues oraux, que le [ẽ] et le [œ̃]. Pour pouvoir donner une réponse à cette question de recherche, nous avons décidé d'utiliser dans notre expérience une voyelle nasale qui ne ressemble pas à sa voyelle orale correspondante, à savoir le [ã̃]. Nous pensons que, quand la fréquence du F1 du [ã̃] est modifiée et correspond à la fréquence du F1 du [a](tout en gardant l'aspect nasal ou oral de la voyelle), la voyelle sera plus facilement identifiée comme une voyelle orale et vice versa. C'est pourquoi notre troisième hypothèse est que les [ã̃] dont la fréquence du F1 a été manipulée seront plus souvent identifiées comme des voyelles orales et, inversement, les [a] dont la fréquence du F1 a été manipulée seront plus souvent identifiées comme des voyelles nasales.

Enfin, notre quatrième hypothèse, liée à la quatrième question de recherche, consiste à supposer que la position de la syllabe joue un rôle dans la perception de la voyelle nasale. De Jong (2013) constate que la production des voyelles nasales en position non finale pose beaucoup plus de problèmes que les voyelles nasales en position finale. Ladefoged (1982 :104) explique que les syllabes accentuées sont plus faciles à prononcer que les syllabes non accentuées. Pourtant, De Jong (2013) doute si cette explication de Ladefoged (1982) est

la seule raison pour laquelle les néerlandophones ont des problèmes à réaliser des voyelles nasales en position non finale. Elle propose que la voyelle nasale dans cette position soit plus difficile à percevoir qu'en position finale. C'est la raison pour laquelle notre quatrième hypothèse est qu'il est plus difficile à percevoir les voyelles nasales en position non finale qu'en position finale.

2.2 Méthode et matériaux

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent, il y a plusieurs facteurs qui caractérisent les voyelles nasales, à savoir l'articulation, les formants et la durée. Nous voulons savoir quels facteurs sont nécessaires pour qu'un auditeur néerlandophone perçoive une voyelle nasale. Pour pouvoir répondre à cette question, nous avons décidé de manipuler quelques caractéristiques des voyelles nasales utilisées. Dans les paragraphes suivants, nous parlerons d'abord des items que nous avons construits. Ensuite, nous indiquerons quelles sont les caractéristiques des voyelles nasales et des voyelles orales que nous avons manipulées. Enfin, nous expliquerons comment nous avons manipulé les voyelles nasales et les voyelles orales.

2.2.1 Les items

Dans notre expérience, nous n'avons utilisé que des mots non existants composés de deux syllabes ouvertes (CVCV). Vu que nous voulons savoir si les sujets néerlandophones peuvent faire une distinction entre une voyelle nasale et une voyelle orale, nous n'avons utilisé que des paires minimales¹, tant pour les items cibles que pour les items de remplissage. Les items cibles forment des paires minimales et contiennent ou bien la voyelle nasale [ã] ou bien la voyelle orale [a], comme par exemple *papot* et *panpot* en position non finale, et *boda* et *bodan* en position finale.

Plusieurs sources montrent que dans de nombreuses langues, les voyelles nasales sont plus longues que leurs homologues orales dans toutes les positions (voir chapitre 1). En outre, nous avons vu que les sujets francophones et les sujets anglophones de Delattre et Monnot (1968) identifient les voyelles relativement brèves comme des voyelles orales, tandis qu'ils identifient les voyelles relativement longues souvent comme des voyelles nasales. Pour tester si les apprenants néerlandophones perçoivent les voyelles longues aussi comme nasales et les voyelles brèves comme orales, nous avons manipulé la durée des voyelles dans nos items. De

¹ Tous les items utilisés peuvent être retrouvés dans l'annexe III.

plus, nous voulons tester si le F1 d'une voyelle nasale et d'une voyelle orale joue un grand rôle dans la perception des néerlandophones. Nous voulons savoir si la voyelle est perçue comme nasale quand nous réduisons la fréquence du premier formant. Pour pouvoir faire une comparaison, nous n'avons pas manipulé tous les items. Nous avons donc également quelques items dont la fréquence du premier formant n'a pas été manipulée. Dans la section suivante, nous expliquerons comment nous avons établi et manipulé la durée de la voyelle, et comment nous avons manipulé la fréquence du premier formant.

Nous avons distingué seize types de structure au total, dont huit se trouvent en position non finale et huit en position finale, à savoir : CãVC longues avec F1 non manipulé, CãVC longues avec F1 manipulé, CãCV brèves avec F1 non manipulé, CãCV brèves avec F1 manipulé, CVCã longues avec F1 non manipulé, CVCã longues avec F1 manipulé, CVCã brèves avec F1 non manipulé, CVCã brèves avec F1 manipulé, CaCV longues avec F1 non manipulé, CaCV longues avec F1 manipulé, CaCV brèves avec F1 non manipulé, CaCV brèves avec F1 manipulé, CVCa longues avec F1 non manipulé, CVCa longues avec F1 manipulé, CVCa brèves avec F1 non manipulé et CVCa brèves avec F1 manipulé. Nous avons utilisé six mots différents de chaque type. Il y a donc 96 items cibles. Ces items cibles se constituent toujours de deux syllabes, dont seulement une syllabe contient soit la voyelle nasale [ã] soit la voyelle orale [a]. L'autre syllabe contient toujours une voyelle orale autre qu'un [a]. Nous n'avons décidé d'utiliser que les mots non existants, parce que nous ne voulons pas que les sujets identifient les mots en se basant sur des critères de fréquence.

A part les items cible, nous avons introduit des items de remplissage. Ces items ne font pas partie de nos résultats, parce que la fonction de ces mots est de distraire les participants pour éviter qu'ils découvrent le but de notre expérience. Les items de remplissage ont le même type de structure syllabique que les items cibles (CVCV), mais ils ne contiennent pas de syllabes avec la voyelle nasale [ã] ou la voyelle orale [a]. L'expérience se compose de 187 mots au total : 96 items cibles avec lesquels nous testons nos hypothèses et 91 items de remplissage².

De plus, nous avons utilisé plusieurs voyelles différentes et des consonnes pour faire les paires minimales des items de remplissage. En position non finale nous avons comparé le [ɔ] au [u] (*loté/louté*), le [ə] au [e] (*lelot/lélot*), le [p] au [b] (*pimé/bimé*) et le [g] au [k]

² Il faut remarquer que nous avons à l'origine 96 items de remplissage, mais dû à une prononciation incorrecte de notre locuteur, 5 items ont été exclus de notre expérience, ce qui nous donne le nombre de 91 items de remplissage au total.

(*gapi/kapi*). En position finale, nous avons comparé le [o] au [u] (*pélot/pélou*), le [e] au [ɛ] (*rafé/rafait*), le [p] au [b] (*dapé/dabe*) et le [g] au [k] (*tacu/tagu*).

2.2.2 L'enregistrement et la manipulation³

Nous avons mentionné plus haut que nous avons manipulé une partie des items cible. Dans ce qui suit nous expliquerons brièvement ce que nous avons fait.

Les items ont été enregistrés par un professeur féminin francophone du département de français à l'Université de Leyde dans une cabine insonorisée, située dans le laboratoire phonétique de l'Université de Leyde. Pour faire ces enregistrements, nous avons utilisé le logiciel Adobe Audition CS6 et un microphone condensateur directionnel Sennheiser MKH-416. Les enregistrements ont été sous-échantillonnés à 16 Hz, puis copiés vers le logiciel Praat.

Tous les mots ont été enregistrés dans un document sonore. Dans Praat, nous avons d'abord copié tous les mots individuellement. Puis, nous les avons sauvegardés dans des fichiers séparés. Enfin, nous avons sélectionné pour chaque mot la voyelle à manipuler. Nous avons pu déterminer le début et la fin de chaque voyelle à l'aide d'un spectrogramme (voir image 2). Ensuite, un script pour mesurer la durée des voyelles (Kawahara, 2010) nous a aidé à déterminer la voyelle nasale la plus longue et la plus brève et la voyelle orale la plus longue et la plus brève. Nous avons utilisé un deuxième script (Kawahara, 2010) pour mesurer le F1 moyen de toutes les voyelles cibles. À l'aide d'un tableau Excel, nous avons comparé les voyelles dans les différents mots et nous avons regardé quelle est la meilleure voyelle à utiliser pour la manipulation. Après une analyse, expliquée dans la section suivante, nous avons décidé d'utiliser respectivement le [a] des mots *papot*, *lipa*, *rarer* et *véva* pour les constructions CaCV brèves, le CVCa brèves, CaCV longues et CVCa longues. En outre, nous avons utilisé aussi la fréquence des premiers formants de ces voyelles pour la manipulation de la fréquence des voyelles nasales. Nous avons décidé d'utiliser respectivement le [ã] des mots *panpot*, *réran*, *ranrer* et *bolan* pour les constructions CãCV brèves, CVCã brèves, CãCV longues et CVCã longues. Comme nous avons utilisé la fréquence des premiers formants des voyelles orales, nous avons également utilisé la fréquence de ces voyelles nasales pour la manipulation de la fréquence des voyelles orales.

Ensuite, nous avons sauvegardé les voyelles que nous voulions utiliser dans des documents sonores à parts. Comme nous l'avons expliqué, nous avons distingué seize types de structure

³ Nous tenons à remercier Jos Pacilly pour son aide.

au total. Il y a huit types de structures dont les items cibles se trouvent en position non finale et il y a également huit types de structures dont les items cibles se trouvent en position finale. Pour chaque position, il y a quatre types d'items dans lesquels les voyelles sont brèves et quatre types d'items dans lesquels les voyelles sont longues. Cependant, les voyelles des mots ont toutes une autre durée. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé d'utiliser une seule voyelle pour tous les mots par construction. Prenons par exemple la construction CaCV brèves et le mot *paler*. Comme nous l'avons expliqué ci-dessus, nous utilisons le [a] du mot *papot* pour cette construction. Nous avons coupé le [a] du mot *paler* et nous avons inséré le [a] du mot *papot*. Maintenant, le [a] de *paler* est de 114 millisecondes (ms) au lieu de 132 ms.

De plus, pour chaque position, il y a quatre types d'items dans lesquels le F1 a été manipulé. Pour pouvoir expliquer comment nous avons manipulé les voyelles, prenons encore une fois la voyelle orale brève en position non finale, donc le [a] du mot *papot*. Cette voyelle a une durée de 114 ms et la fréquence de F1 est de 705 hertz. La première étape pour pouvoir changer la fréquence de F1 est synthétiser la voyelle et la rééchantillonner à 8000 hertz. Ensuite, après avoir sélectionné la voyelle rééchantillonnée, nous avons utilisé la fonction *formants & LPC* et nous avons choisi l'option *to formant (sl)*. Ensuite nous avons pu voir le F1, le F2, le F3 et le F4 avec un maximum de 4000 hertz. A l'aide d'un script (Pacilly, 1999), la structure du premier formant est enlevée de la voyelle, pour que nous puissions la changer facilement. Un exemple d'une telle structure peut être retrouvé dans l'image 3. Nous avons changé la fréquence du F1 en réduisant tous les points qui sont donnés dans cette structure jusqu'à la valeur voulue, comme dans l'image 4. Nous avons utilisé un dernier script (Pacilly, 2001) pour sauvegarder la voyelle avec le premier formant changé. Cette voyelle manipulée est prête à être insérée dans un mot. Ensuite nous avons coupé le [a] ou le [ã] du mot et nous l'avons remplacé par la voyelle manipulée. Il convient de faire remarquer que la manipulation n'a pas affecté l'intensité du F1. Par conséquent, la nasalité (provoquée par la réduction de l'intensité des basses fréquences, y inclus F1) était toujours audible.

Image 2 : spectrogramme du mot « papot »

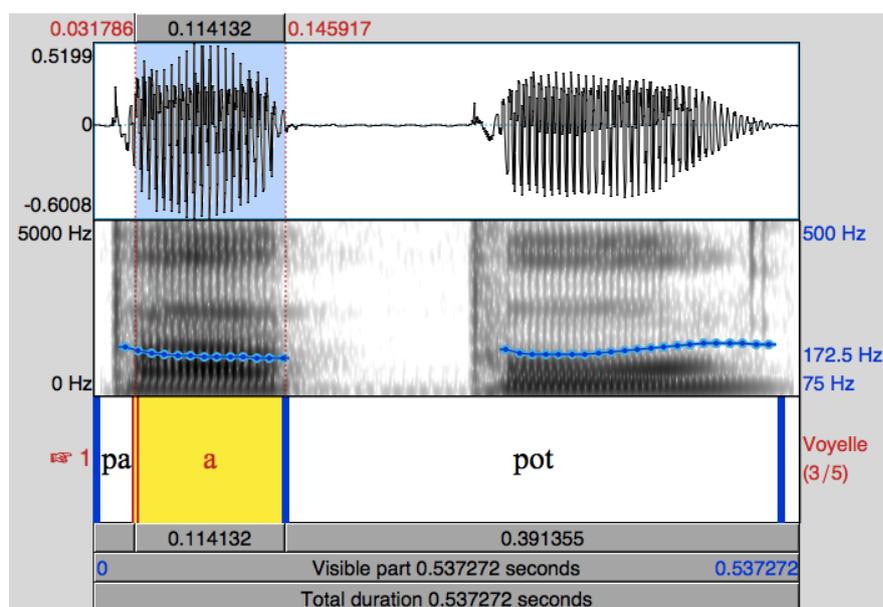
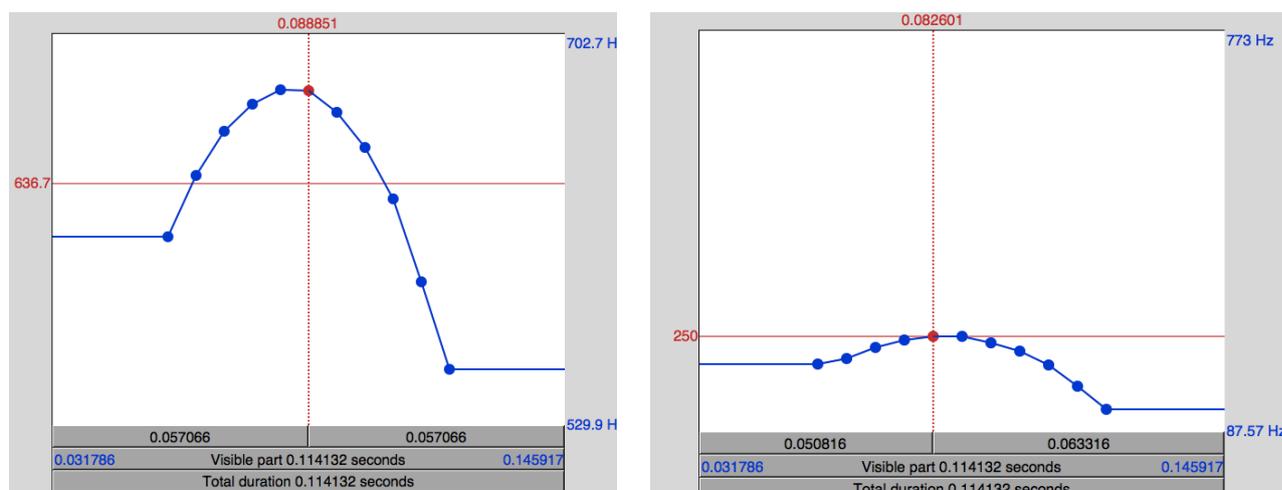


Image 3 : la structure de F1 avant la manipulation / Image 4 : la structure de F1 après la manipulation



2.2.3 Les caractéristiques acoustiques des items

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les valeurs mesurées ne conviennent pas à celles que nous avons trouvées dans les articles de Delvaux (2009) et de Delattre et Monnot (1968). Dans cette section, nous parlerons des différences que nous avons constatées. En outre, nous expliquerons comment nous avons choisi les voyelles que nous avons utilisées comme point de départ pour les manipulations.

Dans beaucoup de langues, les voyelles nasales sont plus longues que leurs homologues oraux dans toutes les positions (Delattre et Monnot, 1968 ; Ruhlen, 1975 ; Greenberg *et al.*,

1978 ; Delvaux, 2009). Selon Delattre et Monnot (1968 : 274), la voyelle nasale [ã] en position non finale est en moyenne 50 ms plus longue que la voyelle orale [a] dans cette position. Cependant, cette voyelle nasale en position finale est en moyenne 45 ms plus longue que son homologue oral.

Regardons maintenant le tableau 1 pour faire une comparaison entre la durée que nous avons mesurée et les constatations de Delattre et Monnot (1968). La deuxième colonne correspond aux valeurs des voyelles orales pour chaque mot, la cinquième colonne correspond aux valeurs des voyelles nasales pour chaque mot et la huitième colonne présente la différence entre ces valeurs. Commençons par les voyelles nasales en position non finale dans la huitième colonne. Il est clair que ces voyelles nasales sont toujours plus longues que leurs homologues oraux dans cette position. Les valeurs connaissent quelques pointes vers le haut et vers le bas. La différence de durée entre les voyelles cibles dans la paire minimale *raqua/ranqua* est de 55 ms, tandis qu'elle est de 2 ms pour la paire *varot/vanrot*. En moyenne, la voyelle nasale est 30 ms plus longue que la voyelle orale. Cela veut dire que nos valeurs mesurées en position non finale diffèrent de celles dans l'article de Delattre et Monnot (1968). La différence est de 20 ms.

Continuons en examinant les voyelles nasales en position finale. Le tableau nous montre que dans cette position les voyelles nasales ne sont pas toujours plus longues que leurs homologues oraux. Prenons par exemples la paire minimale *téfa/téfan*. Le [a] est plus long que le [ã] de 65 millisecondes. Dans les paires des mots *féfa/féfan*, *réra/réran*, *véva/vévan* et *vora/voran*, le [a] est respectivement 26 ms, 27 ms, 35 ms et 12 ms plus long que le [ã]. En moyenne, la voyelle orale est même 3 ms plus longue que son homologue nasal. Cela veut dire qu'il y a une différence entre les valeurs que nous avons mesurées et celles de Delattre et Monnot (1968).

Nous voulions introduire une différence de 60 ms entre les voyelles longues et brèves, suivant les valeurs utilisées par Delvaux (2009). Pourtant, nous avons constaté que nous n'avions pas de paires minimales qui diffèrent autant et c'est la raison pour laquelle nous avons décidé d'utiliser des voyelles provenant de deux mots qui ne formaient pas de paire minimale.

Selon Delattre et Monnot (1968), le F1 de la voyelle nasale [ã] se trouve vers 250 hertz et le F1 de la voyelle orale [a] se trouve vers 750 hertz. Si nous regarderons nos valeurs dans le tableau 1, nous pouvons voir que la différence entre le F1 nasal et le F1 oral n'est pas très grande. Le F1 oral est en moyenne 648 hertz en position non finale et en position finale 690 hertz. Le F1 nasal est en moyenne de 447 hertz en position non finale et de 614 hertz en

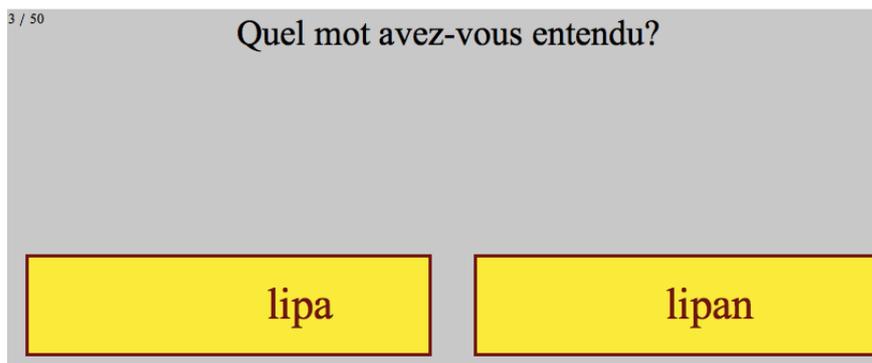
position finale. Dans les deux positions, le F1 oral est donc plus haut que le F1 nasal. La différence moyenne en position finale est minimale et elle ne correspond pas aux valeurs mesurées de Delattre et Monnot (1968). Dans le tableau 1, nous pouvons voir qu'il y a en effet des voyelles nasales qui ont un F1 d'environ 250 cycles, comme par exemple *panpot* en position non finale et *vévan* en position finale. Par contre, il y a aussi des voyelles nasales, comme *lanlot* et *dolan* dont le F1 se trouve vers 800 ou 900 hertz. Nous ne pouvons pas expliquer pourquoi il y a de si grandes différences entre les valeurs de F1 d'une même voyelle nasale.

Les premiers formants des voyelles nasales et la durée ont tous les deux contribué à notre choix de la meilleure voyelle à utiliser pour la manipulation. Pour pouvoir prendre une décision, nous avons d'abord regardé s'il y avait des paires minimales qui ont une grande différence entre le F1 de la voyelle orale [a] et le F1 de la voyelle nasale [ã]. La seule paire minimale qui a rempli cette condition est *papot/panpot*, que nous avons utilisé pour le type de construction CaCV et CãCV à voyelle brève. Le [a] de *papot* a un F1 de 705 hertz, tandis que le [ã] de *panpot* a un F1 de 289 hertz. Il y a donc une différence de 416 hertz. En même temps nous avons aussi contrôlé la durée des deux voyelles, parce que nous avons besoin d'une voyelle brève et d'une voyelle longue. La voyelle dans le mot *papot* a une durée de 114 ms ce qui est très peu par rapport à la durée des voyelles dans les autres mots. Le [ã] dans le mot *panpot* est ni bref, ni long, mais nous l'avons quand même sélectionné, parce qu'il est 42 millisecondes plus longue que le [a] de *papot*. Alors, les trois facteurs (la différence entre le F1 oral et le F1 nasal, la longueur des voyelles et la différence entre la durée des voyelles) ont joué un rôle dans le choix de la meilleure voyelle à utiliser pour la manipulation. Pour les autres types de construction, nous avons comparé toutes les voyelles de différentes paires minimales et nous avons fait un choix motivé. Pour le type de construction CVCa et CVCã à voyelle cible brève, nous avons utilisé les voyelles des mots *lipa* et *véran* (différence entre F1 oral et F1 nasal de 421 hertz et différence de durée de 33 ms). Pour le type de construction CaCV et CãCV long, nous avons utilisé les voyelles des mots *rarer* et *ranrer* (différence entre F1 oral et F1 nasal de 287 hertz et différence de durée de 31 ms). Pour le type de construction CVCa et CVCã long, nous avons utilisé les voyelles des mots *véva* et *bolan* (différence entre F1 oral et F1 nasal de 432 hertz et différence de durée de 18 ms).

2.2.4 Procédure

Nous avons utilisé le logiciel MFC Praat⁴ (Boersma & Weenink 2013) pour arranger notre expérience d'identification. La tâche de notre expérience consistait à répondre à la question suivante : « Quel mot avez-vous entendu ? ». A chaque fois que les sujets entendent un mot, ils voient deux mots sur l'écran, illustré dans l'image 1. Ils sont priés de cliquer sur le mot qui correspond au mot qu'ils ont entendu. Avant le début de l'expérience, nous avons introduit une phase d'entraînement pour être assurées que les sujets comprennent les consignes. Dans cette phase, nous n'avons utilisé que quatre items de remplissage. Dès qu'ils avaient compris la consigne, ils pouvaient commencer l'expérience proprement dite. Lors de l'expérience, tous les items sont présentés dans un ordre arbitraire automatiquement. Pourtant, nous avons légèrement modifié cet ordre pour éviter qu'il y ait trop d'items d'expérience les uns après les autres.

Image 1 : l'écran que les sujets voient quand ils entendent un mot.



⁴ Praat est un logiciel qui est conçu pour la manipulation, le traitement et la synthèse de sons vocaux (voir Balthasar & Valero 2004). Ce logiciel est assorti de plusieurs scripts, parmi lesquels le script MFC est écrit pour arranger des expériences d'identification.

Tableau 1: les valeurs mesurées dans notre enregistrement

Item	Durée (ms)	F1	Item	Durée (ms)	F1		Diff. Durée	Diff. F1
Daqua	120	658,7	Danqua	173	481,49		53	-177,21
Daquer	128	642,47	Danquer	171	354,2		43	-288,27
Faquer	128	618,28	Fanquer	154	419,35		26	-198,93
Fater	126	654,2	Fanter	140	724,6		14	70,4
Lacot	115	673,77	Lancot	148	547,37		33	-126,4
Lalot	115	634,74	Lanlot	133	766,31		18	131,57
Paler	132	663,05	Panler	137	445,16		5	-217,89
Papot	114	705,02	Panpot	156	289,2		42	-415,82
Raqua	113	690,95	Ranqua	168	335,54		55	-355,41
Rarer	145	622,91	Ranrer	176	336,08		31	-286,83
Vafot	120	669,85	Vanfot	155	311,55		35	-358,3
Varot	153	540,07	Vanrot	155	354,46		2	-185,61
Boda	213	691,91	Bodan	234	343,87		21	-348,04
Bola	177	732,29	Bolan	229	296,12		52	-436,17
Capa	160	611,22	Capan	191	766,83		31	155,61
Dola	172	810,64	Dolan	176	894,71		4	84,07
Féfa	212	689,28	Féfan	186	930,24		-26	240,96
Lipa	171	692,38	Lipan	211	827,34		40	134,96
Méda	197	694,09	Médan	203	406,74		6	-287,35
Réra	231	709,12	Réran	204	175,36		-27	-533,76
Tava	214	645,38	Tavan	222	786,68		8	141,3
Téfa	223	659,77	Téfan	158	901,2		-65	241,43
Véva	247	727,84	Vévan	212	271,2		-35	-456,64
Vora	251	614,5	Voran	239	764,61		-12	150,11

2.3 Sujets

Les sujets de notre expérience, 15 au total, sont divisés dans deux groupes de respectivement dix et cinq personnes. Les 10 sujets⁵ du premier groupe sont des étudiants néerlandophones de langue et culture françaises. Ils ont eu environ 6 ans d'enseignement de français au lycée et au moment de l'expérience ils ont fini leur première année d'étude de langue et culture françaises à l'université. A l'université tous les cours sont donnés en français et afin d'améliorer leurs compétences de langue, les étudiants sont priés de regarder et d'écouter la télévision et la radio françaises. La plupart d'entre eux ont effectué des séjours fréquents en France pour les vacances et ils restent en contact avec des francophones. Il s'agit donc d'apprenants avancés qui savent distinguer les voyelles orales et les voyelles nasales.

Le deuxième groupe est composé de francophones et sert comme un groupe de contrôle.

⁵ Nous avons sélectionné nos sujets néerlandophones à l'aide d'une enquête pour être sûre qu'ils n'ont pas le français comme langue maternelle et pour être sûre qu'ils n'ont pas travaillé, étudié ou fait un stage en France (voir l'annexe I).

3. Résultats et discussion

A l'aide de nos questions de recherche, nous déterminerons s'il y a une différence significative entre plusieurs variables. Voici de nouveau les variables que nous avons introduites et les comparaisons que nous avons effectuées:

D'abord, nous voulions déterminer si les sujets néerlandophones entendent la nasalité proprement dite. Nous avons comparé les voyelles nasales aux voyelles orales non manipulées pour voir s'ils peuvent faire une distinction entre ces deux voyelles. Puis, nous voulions savoir si la durée d'une voyelle joue un rôle dans l'identification de la voyelle nasale. Pour cela, nous avons comparé des voyelles brèves et des voyelles longues. Ensuite, nous voulions déterminer si la fréquence de F1 de la voyelle est importante pour l'identification de la voyelle nasale. Nous avons créé des voyelles manipulées en changeant leurs F1. Ces voyelles manipulées étaient donc ou bien des voyelles orales ([a]) avec le F1 d'une voyelle nasale ([ã]) ou bien l'inverse. Puis, nous avons comparé les voyelles manipulées et les voyelles non manipulées, pour voir si la manipulation de la fréquence du F1 influence les réponses de nos sujets. Enfin, nous nous intéressions à la question de savoir quel est l'effet de la position de la syllabe contenant la voyelle nasale sur la perception de la voyelle nasale. Une comparaison entre la voyelle en position non finale et celle en position finale est faite pour déterminer l'effet de la position de la voyelle sur la perception de la nasalité. Finalement, nous voulions savoir s'il y a une différence de perception significative entre les sujets néerlandophones et les sujets francophones. Nous expliquerons les résultats à l'aide de plusieurs tests de khi deux de Pearson dans SPSS. En outre, il faut mentionner que nous ne suivrons pas le même ordre dans lequel nous avons décrit les variables ci-dessus. Comme les résultats concernant la manipulation de la fréquence du F1 s'avèrent jouer un rôle important dans l'explication des autres variables, nous commencerons la discussion des résultats par l'influence de la fréquence du F1, après que nous avons déterminé si les sujets néerlandophones entendent la nasalité proprement dite. De plus, dans ce chapitre, nous parlerons d'« erreurs » et de « réponses incorrectes ». Nous nous rendons compte que les réponses ne sont jamais incorrectes, parce que les sujets ont choisi le mot qu'ils ont entendu. Pourtant, nous utiliserons le terme « incorrecte », parce que nous n'avons jamais manipulé la présence ou l'absence de la nasalité proprement dite. Comme nous l'avons indiqué, les fréquences basses d'une voyelle nasale, y compris le F1, ont une intensité réduite. Dans nos manipulations, nous n'avons pas changé cette caractéristique. Une réponse « incorrecte »

signifie donc que l'apprenant classifie une voyelle orale (donc une voyelle sans nasalité proprement dite) comme une voyelle nasale ou bien l'inverse².

3.1 La perception des voyelles non manipulées

Dans le tableau 3.1 nous faisons une distinction entre les voyelles nasales et les voyelles orales. Les résultats nous aident à déterminer si les sujets néerlandophones entendent la nasalité proprement dite.

*Tableau 3.1: Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Voyelle*

Voyelle non manipulée	Réponses données par le sujet néerlandais		Total
	Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Oral	235 (97,9%)	5 (2,1%)	240 (100%)
Nasal	237 (98,8%)	3 (1,3%)	240 (100%)

Le tableau ci-dessus nous montre que les voyelles orales ont été perçues de manière incorrecte 5 fois sur 240, ce qui correspond à 2,5%. Nous voyons que les voyelles nasales ont été perçues de manière incorrecte 3 fois sur 240, ce qui correspond à 1,3%. Ces chiffres nous montrent que l'auditeur n'a pas de problème à percevoir la différence entre la voyelle orale et la voyelle nasale. Le test de khi deux de Pearson révèle quand même une différence significative ($p = 0,047$) entre les voyelles nasales et orales non manipulées. Il semble que la voyelle nasale non manipulée est plus facile à reconnaître que la voyelle orale non manipulée. Pourtant, la différence entre les deux voyelles pourrait être causée par la manipulation de la durée. Dans la section 3.3 nous parlerons du rôle de la durée dans l'identification des voyelles.

Nous pouvons conclure que les sujets néerlandophones entendent la différence entre les voyelles orales et nasales. Il est intéressant de savoir quelle caractéristique de la voyelle joue le plus grand rôle dans l'identification. Est-ce que le locuteur se base plutôt sur la fréquence du F1 de la voyelle ou bien sur la nasalité proprement dite, ou peut être encore sur une combinaison de ces deux ? Il semble que le locuteur se base sur une combinaison de la fréquence du F1 et de la nasalité proprement dite. Dans la section suivante, nous étudierons plus profondément le rôle de ces deux caractéristiques.

² Un aperçu du nombre de voyelles perçus de manière incorrecte par type de construction peut être retrouvé dans l'annexe IV.

3.2 La manipulation de la fréquence du F1

Dans le tableau 3.2 nous faisons une distinction entre les voyelles non manipulées, dont les premiers formants ne sont pas manipulés et les voyelles manipulées, dont les premiers formants sont manipulés. Les résultats nous aident à déterminer si la fréquence du F1 de la voyelle est importante pour identifier la voyelle. Dans cette section, nous comparons la voyelle manipulée à la voyelle non manipulée, pour que nous puissions voir s'il y a une différence significative entre ces deux variables. Le tableau 3.2 nous montre le nombre d'erreurs que les sujets néerlandophones ont fait.

Tableau 3.2: Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Voyelle

Voyelle		Réponses données par le sujet néerlandais		Total
		Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Manipulée	Oral	135 (56,3%)	105 (43,8%)	240 (100%)
	Nasal	192 (80,0%)	48 (20,0%)	240 (100%)
Non manipulée	Oral	235 (97,9%)	5 (2,1%)	240 (100%)
	Nasal	237 (98,8%)	3 (1,3%)	240 (100%)

Regardons d'abord les voyelles manipulées. Les résultats indiquent que la manipulation de la voyelle a eu un effet clair sur la perception de la nasalité. Les sujets néerlandophones ont fait 105 erreurs sur 240 (43,8%) dans l'identification des voyelles orales, tandis qu'ils ont fait 48 erreurs sur 240 (20,0%) dans l'identification des voyelles nasales. Le test de khi deux de Pearson montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,000$) entre les voyelles orales et nasales manipulées. Il est remarquable que les sujets entendent une voyelle nasale au lieu d'une voyelle orale dans l'absence de nasalité. La fréquence du F1 de la voyelle nasale joue dans ce cas un plus grand rôle dans la perception que la présence de la nasalité. Par contre, quand la nasalité est présente, les sujets entendent en général une voyelle nasale même si la fréquence du F1 correspond à celle de la voyelle orale [a]. Dans l'absence de la nasalité, la fréquence du F1 joue un rôle très important. Par contre, quand la voyelle est nasale, le locuteur se base plutôt sur la présence de la nasalité proprement dite.

Passons maintenant aux voyelles orales non manipulées, pour que nous puissions dire quelque chose sur l'importance de la fréquence du F1 de la voyelle pour l'identification. Comme nous l'avons déjà dit, les voyelles ont été perçues de manière incorrecte 5 fois sur 240, ce qui correspond à 2,5%. Nous avons vu que les sujets ont donné une réponse incorrecte

dans 43,8% des items contenant des voyelles orales manipulées. Il est clair qu'il y a une différence significative ($p = 0,000$) entre les voyelles orales manipulées et non manipulées. Cette différence confirme notre constatation ci-dessus : quand la nasalité est absente, la fréquence du F1 joue un rôle plus important. Il est possible que, quand la fréquence du F1 perçue ne correspond pas à la fréquence du F1 de la voyelle orale [a], l'auditeur suppose qu'il n'a pas remarqué la nasalité. Comme il a entendu un son oral dont la fréquence du F1 est celle du [ã] (ce qui fait ressembler ce son à un [a]), il suppose avoir entendu un [ã] plutôt qu'un [a].

Ensuite, nous regardons les voyelles nasales non manipulées. Comme nous l'avons indiqué, les sujets ont fait 3 erreurs sur 240, ce qui correspond à 1,3%. Le nombre d'erreurs pour les voyelles nasales manipulées nous aide à constater l'importance de la fréquence du F1 pour la perception de la nasalité. Ces voyelles ont été perçues de manière incorrecte 48 fois sur 240, ce qui correspond à 20,0%. Le test de khi deux de Pearson confirme qu'il y a en effet une différence significative ($p = 0,000$) entre la voyelle nasale manipulée et non manipulée. Alors, il est nettement plus difficile de reconnaître une voyelle nasale quand la fréquence du F1 a été manipulée.

Enfin, nous pouvons donner une réponse à la question de recherche : Est-ce que la fréquence du F1 de la voyelle est importante pour l'identification des voyelles nasales ? Vu que les sujets néerlandophones n'ont pas eu de problèmes à percevoir les voyelles orales et nasales non manipulées, nous concluons que le problème d'identification des voyelles orales et nasales manipulées est causé par la manipulation du premier formant. Cela veut dire que la fréquence du F1 joue en effet un rôle important dans la perception des voyelles nasales et orales. La fréquence du F1 est donc importante pour l'identification d'une voyelle nasale, mais encore plus importante pour l'identification d'une voyelle orale. Cette conclusion nous mène à l'hypothèse qui est liée à cette question de recherche. Cette hypothèse consiste à supposer que la voyelle nasale [ã] sera identifiée comme la voyelle orale [a] quand la fréquence du F1 du [ã] est changée contre la fréquence du F1 du [a]. Nous pouvons confirmer cette hypothèse.

3.3 La durée

Les tableaux 3.3a-d nous aident à étudier si la durée d'une voyelle joue un rôle dans l'identification de la voyelle nasale. Dans ce tableau, nous faisons une distinction entre les voyelles manipulées et non manipulées et les voyelles brèves et longues. Nous étudierons l'effet de la durée sur la voyelle nasale et orale manipulées et sur ces voyelles non

manipulées. Les résultats nous aident à déterminer quel rôle joue la durée d'une voyelle dans l'identification de la voyelle nasale et de tester l'hypothèse de Delattre et Monnot (1968 : 267), selon laquelle les voyelles relativement brèves sont perçues comme orales, tandis que les voyelles relativement longues sont identifiées dans la plupart des cas comme des voyelles nasales.

*Tableau 3.3a : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Durée*

Voyelle nasale non manipulée	Réponses données par le sujet néerlandais		Total
	Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Bref	118 (98,3%)	2 (1,7%)	120 (100%)
Long	119 (99,2%)	1 (0,8%)	120 (100%)
Total	237 (98,8%)	3 (1,25%)	240 (100%)

Commençons d'abord par une analyse des voyelles nasales non manipulées. Le tableau 3.3a révèle que ces voyelles ne posent pas de problèmes pour la perception de (l'absence de) la nasalité par les sujets néerlandophones. Au total, ils ont fait seulement 3 erreurs sur 120, ce qui correspond à 2,5%. Il n'y a pas de différence significative ($p = 0,294$) entre les voyelles nasales brèves et longues. La durée ne joue donc pas un rôle dans l'identification de la voyelle nasale non manipulée.

*Tableau 3.3b : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Durée*

Voyelle orale non manipulée	Réponses données par le sujet néerlandais		Total
	Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Bref	119 (99,2%)	1 (0,8%)	120 (100%)
Long	116 (96,7%)	4 (3,3%)	120 (100%)
Total	235 (97,7%)	5 (2,3%)	240 (100%)

Regardons maintenant les voyelles orales non manipulées dans le tableau 3.3b. Nous voyons que les sujets néerlandophones ont fait une erreur sur 120 dans l'identification de la voyelle brève et quatre erreurs sur 120 dans l'identification de la voyelle longue. Ces quatre fautes dans l'identification de la voyelle orale longue non manipulée supportent la constatation de Delattre et Monnot (1968), vu qu'il y a une différence significative ($p = 0,032$) entre les voyelles longues et brèves. Cette différence nous montre que les sujets

néerlandophones ont plutôt tendance à identifier une voyelle orale comme une voyelle nasale quand la voyelle est relativement longue. Pourtant, quand nous regardons encore une fois le nombre d'erreurs que les sujets néerlandophones ont fait, nous voyons qu'ils ont perçu les voyelles orales longues comme des voyelles nasales dans 3,3% des cas. Il est plausible que les sujets ont fait ces erreurs par hasard étant donné que le pourcentage est si bas. Ce pourcentage ne supporte plus la constatation de Delattre et Monnot (1968). Alors, nous concluons qu'elle peut être rejetée.

*Tableau 3.3c : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Durée*

Voyelle nasale manipulée	Réponses données par le sujet néerlandais		Total
	Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Bref	109 (90,8%)	11 (9,2%)	120 (100%)
Long	83 (69,2%)	37 (30,8%)	120 (100%)
Total	192 (80,0%)	48 (20,0%)	240 (100%)

Pour les voyelles nasales manipulées, par contre, il y a un effet de la durée. Nous pouvons voir dans le tableau 3.3c que les sujets ont fait 11 erreurs sur 120 (9,2%) quant aux voyelles brèves et 37 erreurs sur 120 (30,8%) quant aux voyelles longues. Le test de khi deux de Pearson détermine qu'il y a une différence significative ($p = 0,000$) entre les voyelles manipulées brèves et longues. Il est remarquable que les voyelles nasales longues soient identifiées comme des voyelles orales. Cela est en contradiction avec la constatation de Delattre et Monnot (1968 : 267). Nous ne pouvons pas expliquer pourquoi il est difficile d'identifier une voyelle qui a toutes les caractéristiques d'une voyelle nasale. Une seule explication pourrait être que la fréquence du F1 mieux perçue quand la voyelle est longue. Une expérience supplémentaire et plus approfondie devrait nous renseigner sur le rôle exact joué par la durée des voyelles nasales manipulées.

Tableau 3.3d : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Durée

Voyelle orale manipulée	Réponses données par le sujet néerlandais		Total
	Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Bref	66 (55,0%)	54 (45,0%)	120 (100%)
Long	69 (57,5%)	51 (42,5%)	120 (100%)
Total	135 (56,3%)	105 (43,7%)	240 (100%)

Passons aux voyelles orales manipulées. Nous voyons dans le tableau 3.3d que nos sujets ont identifié les voyelles orales brèves et longues dans presque la moitié des cas comme des voyelles nasales. Les voyelles orales brèves ont été identifiées plus fréquemment comme des voyelles nasales que les voyelles orales longues. Il semble que la durée ne joue aucun rôle dans l'identification de ces voyelles. Cependant, la fréquence du F1 a une interaction avec la durée. Quand les voyelles orales manipulées sont longues, les sujets ne semblent pas apercevoir la nasalité, tandis que les sujets aperçoivent la nasalité quand les voyelles orales manipulées sont brèves. Nos résultats ne correspondent pas à ceux de Delattre et Monnot (1968 : 267). C'est la raison pour laquelle nous ne pouvons pas confirmer leur hypothèse.

Alors, nous concluons que la constatation de Delattre et Monnot (1968) n'est pas confirmée. En outre, une expérience supplémentaire et plus approfondie devrait nous renseigner sur le rôle exact joué par la combinaison de la durée et de la manipulation de fréquence du F1.

3.4 La position de la voyelle

Le tableau 3.4 nous aide à répondre à la question de savoir quel est l'effet de la position de la syllabe contenant la perception de la voyelle nasale ? Ce tableau nous montre pour chaque type de construction le nombre d'erreurs que les sujets néerlandophones font. Dans ce tableau nous faisons une distinction entre les voyelles manipulées et non manipulées en position non finale (CaCV / CãCV bref/long) et les voyelles manipulées et non manipulées en position finale (CVCa / CVCã bref/long). Ce tableau nous aide à faire une comparaison entre la voyelle en position non finale et celle en position finale pour déterminer l'effet de la position.

Tableau 3.4 : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Voyelle

Voyelle		Réponses données par le sujet néerlandais		Total
		Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Manipulée	CaCV long	37 (61,7%)	23 (38,3%)	60 (100%)
	CaVC bref	30 (50,0%)	30 (50,0%)	60 (100%)
	CVCa long	32 (53,3%)	28 (46,7%)	60 (100%)
	CVCa bref	36 (60,0%)	24 (40,0%)	60 (100%)
	CãCV long	56 (93,3%)	4 (6,7%)	60 (100%)
	CãCV bref	50 (83,3%)	10 (16,7%)	60 (100%)
	CVCã long	27 (45,0%)	33 (55,0%)	60 (100%)
	CVCã bref	59 (98,3%)	1 (1,7%)	60 (100%)
Non manipulée	CaCV long	56 (93,3%)	4 (6,7%)	60 (100%)
	CaVC bref	59 (98,3%)	1 (1,7%)	60 (100%)
	CVCa long	60 (100,0%)	0 (0,0%)	60 (100%)
	CVCa bref	60 (100%)	0 (0,0%)	60 (100%)
	CãCV long	59 (98,3%)	1 (1,7%)	60 (100%)
	CãCV bref	58 (96,7%)	2 (3,3%)	60 (100%)
	CVCã long	60 (100%)	0 (0,0%)	60 (100%)
	CVCã bref	60 (100%)	0 (0,0%)	60 (100%)

Regardons d'abord les voyelles orales manipulées dans le tableau ci-dessus. Ce tableau révèle que les sujets néerlandophones ont fait 53 erreurs sur 120 (44,2%) dans l'identification de ces voyelles en position non finale. Les voyelles orales manipulées en position finale ont été identifiées de manière incorrecte 52 fois sur 120 (43,3%). Les résultats de ces voyelles dans les deux positions sont donc comparables.

Passons maintenant aux voyelles nasales manipulées. Les voyelles nasales en position non finale ont été perçues comme des voyelles orales 14 fois sur 120, ce qui correspond à 11,7%, tandis que les voyelles nasales en position finale ont été identifiées comme des voyelles orales 34 fois sur 120, donc 28,3%. Il est clair que l'effet de la manipulation est plus grand en position non finale. Le test de khi deux de Pearson confirme cette constatation ($p = 0,001$). Alors, il semble que la position ne joue pas un rôle dans l'identification des voyelles orales manipulées, tandis qu'elle est importante dans l'identification des voyelles nasales manipulées.

Ensuite, nous regardons les voyelles orales non manipulées. Nous voyons que ces voyelles en position non finale ont été identifiées comme des voyelles nasales 5 fois sur 120, ce qui correspond à 4,2%. Par contre, les sujets n'ont jamais perçu ces voyelles en position finale comme des voyelles nasales. Le test de khi deux de Pearson nous montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,024$) entre l'identification des voyelles orales non manipulées dans les deux positions. Les voyelles orales en position non finale sont donc plus fréquemment perçues comme des voyelles nasales que celles en position finale. Puis, regardons le nombre d'erreurs pour les voyelles nasales non manipulées. Les sujets ont perçu les voyelles nasales en position non finale comme des voyelles orales 3 fois sur 120, ce qui correspond à 2,5%. Cependant, les voyelles nasales non manipulées en position finale n'ont jamais été perçues comme des voyelles orales. Malgré le fait qu'il n'y ait pas de différence significative ($p = 0,081$) entre les voyelles nasales non manipulées dans les deux positions, nous pensons quand même que les voyelles en position non finale sont plus difficiles à percevoir que les voyelles en position finale. La première raison pour laquelle nous pensons que la position joue un rôle est que les sujets néerlandophones n'ont fait que des erreurs dans l'identification des voyelles en position non finale. Ils n'ont jamais fait d'erreur dans l'identification des voyelles en position finale. La deuxième raison pour laquelle nous pensons que la position joue un rôle est que quand nous regardons l'ensemble de toutes les réponses pour les voyelles non manipulées en position non finale et en position finale, nous trouvons une différence significative ($p = 0,004$). Alors, il y a un effet faible de la position de la syllabe contenant la perception de la voyelle nasale. Cela nous mène à notre troisième hypothèse qu'il est plus difficile à percevoir les voyelles nasales et orales en position non finale qu'en position finale. Nous pouvons conclure que nous n'avons pas trouvé assez de preuve pour confirmer ou rejeter cette hypothèse.

Enfin, nous avons vu qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats de l'identification des voyelles orales manipulées en position non finale et en position finale. Par contre, la position est pertinente pour l'identification des voyelles nasales manipulées ($p = 0,001$). Les sujets ont plus souvent pensé avoir entendu une voyelle orale au lieu d'une voyelle nasale en position finale qu'en position non finale. Il est intéressant de voir que les voyelles nasales manipulées longues sont les voyelles qui sont le plus souvent identifiées comme des voyelles orales. Il semble que tant la durée et la fréquence du F1 joue un rôle dans l'identification des voyelles nasales manipulées longues. Il est clair que les différentes variables (durée, fréquence du F1) interfèrent, mais nous ne savons pas de quelle manière.

Une expérience supplémentaire et plus approfondie devrait nous renseigner sur l'interférence des différentes variables dans l'identification d'une voyelle.

3.5 Les résultats des sujets francophones comparés aux ceux des sujets néerlandophones

Comparons maintenant les sujets néerlandais aux sujets français. Le tableau 3.5 nous montre les résultats des sujets francophones. Dans ce tableau, nous faisons une distinction entre les voyelles manipulées et non manipulées en position non finale (CaCV / CãCV bref/long) et les voyelles manipulées et non manipulées en position finale (CVCa / CVCã bref/long).

Tableau 3.5 : Tabulation à entrées multiples : Type * Réponses données * Voyelle

Voyelle		Réponses données par le sujet français		Total
		Réponse correcte	Réponse incorrecte	
Manipulée	CaCV long	19 (63,3%)	11 (36,7%)	30 (100%)
	CaVC bref	16 (53,3%)	14 (46,7%)	30 (100%)
	CVCa long	14 (46,7%)	16 (53,3%)	30 (100%)
	CVCa bref	19 (63,3%)	11 (36,7%)	30 (100%)
	CãCV long	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
	CãCV bref	24 (80,0%)	6 (20,0%)	30 (100%)
	CVCã long	18 (60,0%)	12 (40,0%)	30 (100%)
	CVCã bref	30 (100,0%)	0 (0,0%)	30 (100%)
Non manipulée	CaCV long	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
	CaVC bref	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
	CVCa long	30 (100,0%)	0 (0,0%)	30 (100%)
	CVCa bref	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
	CãCV long	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
	CãCV bref	30 (100%)	0 (0,0%)	30 (100%)
	CVCã long	30 (100%)	0 (0,0%)	30 (100%)
	CVCã bref	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)

Commençons par les voyelles nasales et orales non manipulées. Les résultats des sujets francophones et néerlandophones sont très similaires. Ils ont identifié les voyelles orales non manipulées comme des voyelles nasales dans respectivement 2,5% et 2,1% des cas. Les

voyelles nasales non manipulées ont été perçues comme voyelles nasales respectivement dans 1,7% et 1,3% des cas. Le test de khi deux de Pearson nous montre qu'il n'y a pas de différence significative ($p = 0,157$) entre les sujets francophones et néerlandophones. Les deux groupes de sujets entendent donc la différence entre les voyelles orales et nasales. Pourtant, il est remarquable que les sujets néerlandophones aient fait moins d'erreurs que les sujets francophones.

Continuons par les voyelles manipulées et non manipulées. Les résultats des sujets francophones et ceux des sujets néerlandophones sont similaires. Comme les sujets néerlandophones, les sujets francophones ont identifié les voyelles orales manipulées comme des voyelles nasales dans 43% des cas. Cela veut dire que la fréquence du F1 des voyelles joue un grand rôle dans l'absence de la nasalité. Il est possible que, quand le timbre et le caractère de la voyelle orale ne correspondent pas, les auditeurs francophones et néerlandophones supposent qu'ils n'ont pas remarqué la nasalité. Par contre, nous voyons que les sujets francophones ont identifié moins fréquemment les voyelles nasales manipulées comme des voyelles orales que les sujets néerlandophones. Même si cette différence n'est pas significative ($p = 0,338$), nous pouvons conclure qu'il est possible que les francophones entendent mieux la présence et l'absence de la nasalité que les néerlandophones.

Passons ensuite à l'effet de la durée des voyelles manipulées. Les résultats des francophones et des néerlandophones sont de nouveau similaires. Cependant, nous voyons une seule différence entre les deux groupes. Les sujets néerlandophones ont identifié plus fréquemment les voyelles nasales longues manipulées comme des voyelles orales que les sujets francophones. De nouveau, la différence n'est pas significative ($p = 0,196$). Comme nous l'avons déjà dit dans la section 3.3, nous ne pouvons pas dire si cette identification incorrecte est due à la durée. Il semble que la fréquence du F1 joue un plus grand rôle que la durée tant pour les sujets néerlandophones que pour les sujets francophones, mais que la durée renforce l'effet de la manipulation de la fréquence du F1 pour la perception des voyelles orales. Par contre, la durée des voyelles non manipulées ne joue aucun rôle dans l'identification.

Enfin, nous passons à l'effet de la position de la syllabe contenant la perception des voyelles nasales. Nous avons constaté que, pour les sujets néerlandophones, il est plus difficile d'identifier les voyelles nasales et orales en position non finale qu'en position finale. La position des voyelles joue donc un rôle dans l'identification de la voyelle. Le tableau 3.5 montre, par contre, que la position ne joue pas de rôle pour les sujets francophones. Nous pouvons dire que les sujets néerlandophones ont des difficultés à entendre la différence entre

une voyelle orale et une voyelle nasale en position non finale, tandis que les sujets francophones peuvent bien faire une distinction entre ces deux voyelles indépendamment de leur position.

Nous avons également constaté que les sujets néerlandophones ont fait plus d'erreurs dans l'identification des voyelles manipulées en position non finale. Quand nous regardons les résultats des sujets francophones, nous voyons qu'ils ont donné également plus de réponses incorrectes dans l'identification des voyelles manipulées en position finale. Pourtant, pour les sujets francophones, il n'y a pas une différence significative ($p = 0,211$) entre les voyelles nasales manipulées en position non finale et finale. Il semble donc que dans le cas des sujets francophones l'interférence des variables est moins grande.

4. Recommandations

Après avoir fait une analyse de nos résultats et après avoir répondu aux questions de recherche dans le chapitre précédent, nous pouvons constater qu'il y a encore beaucoup de sujets qui devraient être étudiés de plus près.

D'abord, il nous semble important d'étudier le rôle exact joué par la nasalité des voyelles nasales manipulées. Tout d'abord, il faut se poser la question de savoir pourquoi les sujets pensent avoir entendu une voyelle nasale quand la nasalité est absente. Comme nous l'avons déjà expliqué dans le chapitre 3, il est possible que les sujets aient aperçu que la fréquence du F1 perçue ne correspond pas à celle de la voyelle orale mais à celle de la voyelle nasale. Les sujets auraient pu supposer qu'ils n'ont pas remarqué la nasalité. Dans ce cas, la fréquence du F1 joue un plus grand rôle que la nasalité. Il serait intéressant d'étudier si cette constatation vaut aussi pour une autre paire de voyelles, comme par exemple le [ε] et le [ẽ]. Comme nous l'avons dit dans le deuxième chapitre les fréquences de F1 et F2 sont les mêmes pour les voyelles nasales [ẽ] et [œ̃] et leurs voyelles nasales correspondantes. Une expérience d'identification similaire avec une autre paire de voyelles devrait nous renseigner sur la perception de la nasalité proprement dite quand les fréquences du F1 des deux voyelles sont. En outre, il serait intéressant de mener une expérience de discrimination pour étudier si les sujets peuvent apercevoir dans quel mot la nasalité est la plus forte.

Ensuite, une expérience supplémentaire et approfondie devrait nous renseigner sur le rôle exact joué par la fréquence du F1. Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'il était difficile pour les sujets d'identifier une voyelle qui avait toutes les caractéristiques d'une voyelle nasale. Il serait intéressant d'étudier si la fréquence du F1 joue un plus grand rôle que la nasalité et la durée. En outre, il serait intéressant de savoir s'il y a la durée d'une voyelle ait un effet sur la perception de la fréquence du F1 d'une voyelle manipulée.

De plus, dans notre expérience, nous avons utilisé plusieurs variables (fréquence du F1, nasalité, durée, position) qui interfèrent les uns avec les autres. Il nous semble d'étudier quel variable influence un autre variable. Quels sont les variables les plus importants pour pouvoir identifier une voyelle ?

Enfin, nous sommes d'avis qu'il est important d'étudier la perception des voyelles nasales manipulées et non manipulées du français chez un autre groupe de sujets. Les sujets de notre expérience sont un groupe d'étudiants de l'Université de Leyde qui ont de contact fréquents avec des francophones et qui ont au minimum le niveau B1 du français. Il serait également intéressant d'étudier par exemple un groupe de lycéens qui n'ont pas de contacts fréquents

avec des francophones. La comparaison des résultats de plusieurs groupes de sujets différents pourrait également nous renseigner sur le processus d'apprentissage.

Conclusion

Nous avons mené une expérience qui concerne la perception des voyelles nasales françaises par des apprenants néerlandophones.

Nous pouvons conclure que les sujets néerlandophones ont plus de problèmes à identifier les voyelles quand une de leurs caractéristiques a été changée. D'abord, nous avons déterminé que les sujets néerlandophones entendent la différence entre les voyelles orales et nasales non manipulées. Puis, nous avons expliqué les résultats des voyelles dont la fréquence du F1 est manipulée. Nous avons vu que la fréquence du F1 joue un très grand rôle dans la perception de la différence entre la voyelle nasale et la voyelle orale. En outre, quand la nasalité est absente, il semble que la fréquence du F1 joue un rôle plus important et le locuteur se décide plus facilement en se basant sur la fréquence du F1 de la voyelle. Par contre, quand la voyelle est nasale, il se base plutôt sur la présence de la nasalité proprement dite. Ensuite, nous avons parlé de la durée des voyelles. Nous avons vu que les néerlandophones ont identifié plus fréquemment les voyelles orales longues que les voyelles orales brèves comme des voyelles nasales. Pourtant, la durée ne joue aucun rôle dans l'identification des voyelles non manipulées. L'effet de la manipulation du F1 de la voyelle nasale est donc plus grand quand cette voyelle est plus longue. Finalement, pour les néerlandophones, les voyelles non manipulées en position non finale sont plus difficiles à percevoir que les voyelles non manipulées en position finale. Par contre, les voyelles manipulées en position finale sont plus difficiles à identifier que les voyelles manipulées en position non finale. Nous pouvons conclure que les différentes variables (durée, fréquence du F1) interfèrent, mais il n'est pas encore tout à fait clair de quelle manière.

Malgré le fait que nos résultats soulèvent encore plusieurs questions qui méritent d'être examinés de plus près, notre expérience nous a fourni beaucoup d'informations sur les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un auditeur néerlandophone affirme avoir perçu une voyelle nasale.

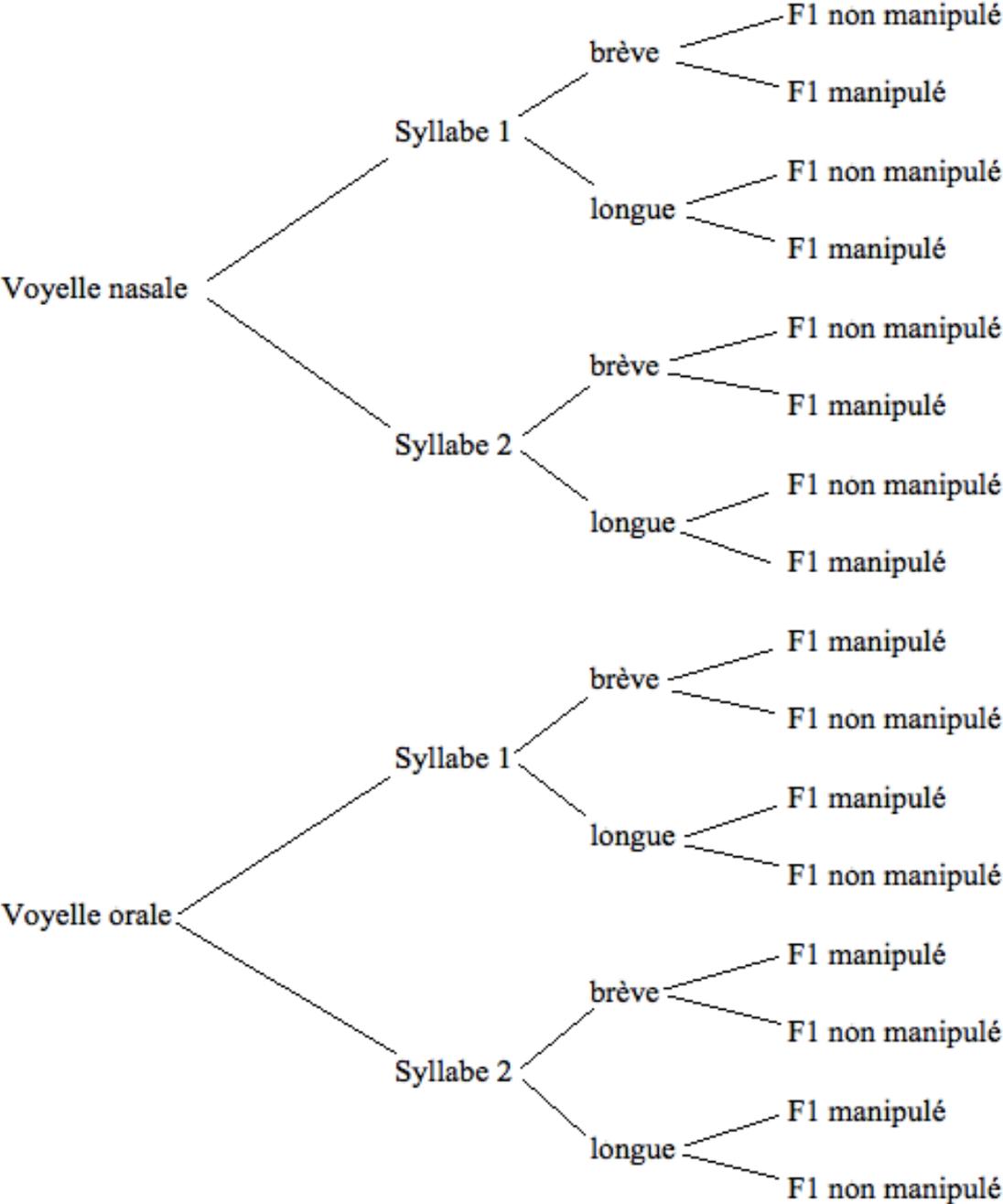
Bibliographie

- Balthasar, L. & Valero, D. « Transcription avec Praat – Mode d’emploi ». [En ligne]. http://icar.univ-lyon2.fr/ecole_thematique/contaci/documents/icor/PRAATManuelClapi_LB0402.pdf (Page consultée le 30 juin 2014)
- Boersma, P. & Weenink, D. « Praat : doing phonetics by computer [computer program] ». [En ligne]. <http://www.praat.org/> (Programme téléchargé le 12 septembre 2013, version 5.2.26)
- Bonnot, J.F.P. & Spa, J.J. « Desonorisation, denasalisation, veranderingen in klinkertimbre en klinkerhoogte in door Nederlanders gesproken Frans ». *Fonetiek en vreemde talenonderwijs; toegepaste taalwetenschap in artikelen 9*, nummer 1, 1981, p. 22.
- Carton, F. *Introduction à la phonétique du français*. Paris, Bordas, 1974, p. 39, 51.
- Delvaux, V. *Perception du contraste de nasalité vocalique en français*. *Journal of French Language Studies*, 19, 2009, p. 25-59.
- Delattre, P. & Monnot, M. « The role of duration in the identification of French nasal vowels ». *International Review of Applied Linguistics*, 6, 1968, p. 267-288.
- Genette, G. « Formant ». [En ligne]. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Formant> (Page consultée le 12 septembre 2014)
- Greenberg, J.H., Ferguson, C.A & Moravcsik E. A. *Universals of Human Language*. Stanford University Press, 1978, 3 vol.
- Hajek, John. « Vowel nasalisation ». In *World Atlas of Language Structures*. [En ligne] <http://wals.info/chapter/10> (Page consultée le 21 août 2014)
- Jong, K.S. de. *Les voyelles nasales françaises : une expérience de production avec des apprenants néerlandophones*. Leiden, 2013.
- Kawahara, S. « Praat scripts : Get duration ». [En ligne]. http://user.keio.ac.jp/~kawahara/scripts/duration_getter.praat (Page consultée le 29 avril 2014)
- Ladefoged, P. *A Course in Phonetics*. University of California, Los Angeles, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1982, p. 104.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. *The sounds of the World’s Languages*. Massachusetts USA, Blackwell Publishers LTD, 1996, p. 298.
- Linthorst, P. *Les voyelles nasales du français*. Groningen, V.R.B. Offsetdrukkerij, 1973, p. 18, 100-127.
- Malmberg, B. *Phonétique française*. Lund, LiberFörlag, 1982, p. 70-73.

Rietveld, A.C.M. & Heuven, V.J.J.P. van. *Algemene fonetiek*. Bussum, Coutinho, 2009, p. 153-154, 221.

Ruhlen, M. Patterning of nasal vowels. Dans : C. Ferguson, L. Hyman, et J.J. Ohala, *Nasalfest : Papers from a Symposium on Nasals and Nasalization*. Stanford University : Department of Linguistics, 1975, p. 333-351.

Annexe II : Un aperçu de tous les types de construction



Annexe III : L'expérience

Les items cibles non manipulées sont mis en gras.

Les items cibles manipulées sont en gras et en italique.

1. Lanlot	49. Gourot	97. Loté	145. Dovit
2. Dolie	50. Lacot	98. Daqué	146. Lacot
3. Lipa	51. Cobot	99. Pobi	147. Daqua
4. Rubé	52. Daqua	100. Papot	148. Lelot
5. Bolan	53. Foumot	101. Védé	149. Danqué
6. Fomot	54. Danqué	102. Raré	150. Pélot
7. Panpot	55. Locat	103. Gumé	151. Lancot
8. Débot	56. Lancot	104. Lanlot	152. Lolit
9. Capa	57. Gopé	105. Racu	153. Véva
10. Dovait	58. Véva	106. Lipa	154. Rupé
11. Panlé	59. Doulie	107. Pamot	155. Réran
12. Rafé	60. Réran	108. Panpot	156. Femot
13. Féfa	61. Debot	109. Dadout	157. Féfan
14. Fémot	62. Féfan	110. Capa	158. Lalot
15. Médan	63. Gobot	111. Cumé	159. Boda
16. Deré	64. Boda	112. panlé	160. Foupé
17. Ranqua	65. Ticat	113. Bimé	161. Voran
18. Pélou	66. Voran	114. Féfa	162. Fifout
19. Faqué	67. Dadot	115. Gamot	163. Faté
20. Védait	68. Faté	116. Médan	164. Gapi
21. Téfan	69. Pidait	117. Bilout	165. Fanqué
22. Lépé	70. Fanqué	118. Ranqua	166. Vafot
23. Fanté	71. Bugout	119. Fédé	167. Gussé
24. Pidé	72. Vafot m	120. Faqué	168. Raqua
25. Tavan	73. Dacout	121. Dapé	169. Dagout
26. Courot	74. Raqua	122. Téfan	170. Téfa
27. Dolan	75. Ricot	123. Bobi	171. Couvi
28. Daqué	76. Vanrot	124. Fanté	172. Bodan
29. Tacu	77. Fifot	125. Louté	173. Rulait
30. Bola	78. Bodan	126. Tavan	174. Varot
31. Pimé	79. Fopé	127. Podou	175. Lébot
32. Raré	80. Varot	128. Dolan	176. Capan
33. Capi	81. Cussé	129. Pomi	177. Douvit
34. Ranré	82. Bolan	130. Bola	178. Palé
35. Bucout	83. Dové	131. Déré	179. Lebot
36. Réra	84. Téfa	132. Ranré	180. Vévan
37. Bilot	85. Vulait	133. Bamot	181. Rafait
38. Dola	86. Capan	134. Réra	182. Lalot
39. Loulit	87. Lélot	135. Rulé	183. Vulé
40. Danqua	88. Vanfot	136. Dola	184. Lipan
41. Mofou	89. Mofot	137. Podot	185. Gouvi
42. Méda	90. Palé	138. Danqua	186. Papot
43. Lébé	91. Dacot	139. Logat	187. Tagu
44. Vanfot	92. Vévan	140. Méda	188. Raré
45. Bomi	93. Copé	141. Tigat	
46. Vora	94. Lalot	142. Vora	
47. Dagot	95. Ragu	143. Rigot	
48. Tava	96. Lipan	144. Tava	

Annexe IV: Nombre de voyelles perçu incorrectement par type de construction par sujet

Tableau : le nombre de voyelles perçu de manière incorrecte par sujet néerlandais

	Sujet										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CãCV F1n long	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6	1/60
CãCV F1o long	0/6	0/6	0/6	1/6	1/6	1/6	0/6	0/6	1/6	0/6	4/60
CãCV F1n bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	2/6	0/6	0/6	2/60
CãCV F1o bref	0/6	1/6	0/6	0/6	2/6	2/6	0/6	5/8	0/6	0/6	10/60
CVCã F1n long	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/60
CVCã F1o long	2/6	6/6	6/6	3/6	6/6	1/6	1/6	6/6	2/6	0/6	33/60
CVCã F1n bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/60
CVCã F1o bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6	1/60
CaCV F1o long	0/6	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6	1/6	1/6	1/6	0/6	4/60
CaCV F1n long	0/6	4/6	3/6	5/6	0/6	0/6	6/6	0/6	0/6	5/6	23/60
CaCV F1o bref	0/6	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/60
CaCV F1n bref	2/6	6/6	3/6	4/6	1/6	2/6	6/6	0/6	0/6	6/6	30/60
CVCa F1o long	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/60
CVCa F1n long	3/6	1/6	0/6	5/6	1/6	3/6	6/6	0/6	3/6	6/6	28/60
CVCa F1o bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/60
CVCa F1n bref	4/6	1/6	1/6	4/6	0/6	1/6	6/6	1/6	0/6	6/6	24/60
	11/96	19/96	13/96	24/96	11/96	10/96	26/96	17/96	7/96	23/96	161/960

Tableau 2.1.2: le nombre de voyelles perçu de manière incorrecte par sujet français

	Sujet					
	1	2	3	4	5	
CãCV F1n long	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/30
CãCV F1o long	0/6	1/6	0/6	0/6	0/6	1/30
CãCV F1n bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/30
CãCV F1o bref	0/6	3/6	1/6	0/6	2/6	6/30
CVCã F1n long	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/30
CVCã F1o long	5/6	1/6	2/6	3/6	1/6	12/30
CVCã F1n bref	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/30
CVCã F1o bref	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/30
CaCV F1o long	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6	1/30
CaCV F1n long	3/6	2/6	4/6	2/6	0/6	11/30
CaCV F1o bref	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/30
CaCV F1n bref	2/6	1/6	4/6	4/6	3/6	14/30
CVCa F1o long	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/30
CVCa F1n long	0/6	5/6	5/6	2/6	4/6	16/30
CVCa F1o bref	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/30
CVCa F1n bref	1/6	3/6	5/6	0/6	2/6	11/30
	15/96	16/96	22/96	11/96	12/96	76/480