



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



MEMOIRE présenté pour l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Par

LAIDIN Elodie
NUCITO Anne-Sophie

**DECOURS TEMPOREL DE LA RECONNAISSANCE DES
MOTS PARLES : QUAND ACCÈDE-T-ON AUX PHONÈMES ?**

Directeur de Mémoire

Astier Jean-Laurent

Membres du Jury

Canault Mélanie
Levy Hagar
Decoppet Nathalie

Date de Soutenance
25 Juin 2015

ORGANIGRAMMES

1 Université Claude Bernard Lyon1

Président
Pr. GILLY François-Noël

Vice-président CA
M. BEN HADID Hamda

Vice-président CEVU
M. LALLE Philippe

Vice-président CS
M. GILLET Germain

Directeur Général des Services
M. HELLEU Alain

1.1 Secteur Santé :

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur Pr. ETIENNE Jérôme

U.F.R de Médecine et de maïeutique -
Lyon-Sud Charles Mérieux
Directeur Pr. BURILLON Carole

Comité de Coordination des Etudes
Médicales (C.C.E.M.)
Pr. GILLY François Noël

U.F.R d'Odontologie
Directeur Pr. BOURGEOIS Denis

Institut des Sciences Pharmaceutiques et
Biologiques

Directeur Pr. VINCIGUERRA Christine

Institut des Sciences et Techniques de la
Réadaptation
Directeur Pr. MATILLON Yves

Département de Formation et Centre de
Recherche en Biologie Humaine
Directeur Pr. SCHOTT Anne-Marie

1.2 Secteur Sciences et Technologies :

U.F.R. de Sciences et Technologies
Directeur M. DE MARCHI Fabien

U.F.R. de Sciences et Techniques des
Activités Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)
Directeur M. VANPOULLE Yannick

Institut des Sciences Financières et
d'Assurance (I.S.F.A.)
Directeur M. LEBOISNE Nicolas

Observatoire Astronomique de Lyon
Directeur M. GUIDERDONI Bruno

Ecole Supérieure du Professorat et de
l'Education

Directeur M. MOUGNIOTTE Alain

POLYTECH LYON
Directeur M. FOURNIER Pascal

IUT LYON 1
Directeur M. VITON Christophe

2 Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE

Directeur ISTR
Yves MATILLON
Professeur d'épidémiologie clinique

Directeur de la formation
Agnès BO, Professeur Associé

Directeur de la recherche
Agnès WITKO
M.C.U. en Sciences du Langage

Responsables de la formation clinique
Claire GENTIL
Fanny GUILLON

Chargées de l'évaluation des aptitudes aux études
en vue du certificat de capacité en orthophonie
Anne PEILLON, M.C.U. Associé
Solveig CHAPUIS

Secrétariat de direction et de scolarité
Stéphanie BADIOU
Corinne BONNEL
Emmanuelle PICARD

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur Jean-Laurent Astier, notre directeur de mémoire, sans qui ce projet n'aurait pas pu voir le jour. Votre total investissement, votre disponibilité permanente, ainsi que vos nombreux conseils et explications nous ont permis d'élaborer ce mémoire dans les meilleures conditions. Grâce à votre soutien et votre expérience, nous avons été en mesure de participer à un projet de recherche, rare en orthophonie, s'intégrant dans le cadre d'une étude plus large. Nous vous remercions sincèrement de nous avoir accordé votre temps et votre confiance.

Nous remercions chaleureusement l'ensemble de l'équipe du laboratoire de psycholinguistique expérimentale de la faculté de psychologie de Genève pour la qualité de l'accueil réservé lors de nos visites et pour nous avoir permis l'accès à l'ensemble du matériel nécessaire à nos expérimentations. Nous sommes conscientes que cela a nécessité une certaine organisation de votre part afin que ces expérimentations aient pu se dérouler dans de bonnes conditions. Nos remerciements vont également à Monsieur Uli Frauenfelder pour l'encadrement indirect de ce mémoire et l'intérêt porté à notre travail.

Merci également à Mesdames Sophie Dufour et Marina Laganaro pour leur collaboration et leurs conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire, et notamment dans la création du matériel linguistique et l'analyse des résultats. Votre soutien et votre expertise dans le domaine de l'amorçage phonologique et des études EEG ont été précieux.

Nous remercions également l'institut des sciences et techniques de la réadaptation de l'université Claude Bernard Lyon 1 et en premier lieu Madame Agnès Witko pour son soutien lors de la finalisation de notre mémoire, ainsi que Madame Nina Kleinz pour ses conseils méthodologiques prodigués tout au long de l'année.

Nous tenons à remercier les étudiants en psychologie de la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de Genève, ainsi que les trois étudiantes en orthophonie de l'institut des sciences et techniques de la réadaptation de l'université Claude Bernard Lyon 1 pour leur aimable participation à notre expérimentation.

Merci également à Monsieur Bertrand-David Segard pour sa relecture et son aide apportée à certaines parties de ce mémoire.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos proches, nos familles et nos collègues en école d'orthophonie pour leur écoute, leur bienveillance et leur patience. La réalisation de ce mémoire a été le fruit d'un long travail qui, sans votre soutien, n'aurait pas été possible.

SOMMAIRE

ORGANIGRAMMES.....	2
1 Université Claude Bernard Lyon1	2
2 Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE	3
REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	5
INTRODUCTION.....	9
PARTIE THEORIQUE	10
I La perception de la parole	11
1 Modèle Simplifié de la reconnaissance des mots parlés.....	11
2 Le modèle COHORT	12
3 Le Modèle TRACE	14
II Les mesures électrophysiologiques associées à la reconnaissance des mots parlés.....	15
1 Les paradigmes de l'électroencéphalogramme et des potentiels évoqués	15
2 Les différentes composantes observables	16
3 La topographie.....	18
III L'amorçage phonologique et son impact sur le processus de reconnaissance des mots parlés	19
1 L'amorçage phonologique.....	19
2 Les chevauchements sur le début du mot	20
3 Les chevauchements finaux	22
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	24
I Problématique.....	25
II Hypothèses.....	25
1 Hypothèse générale	25
2 Hypothèses opérationnelles.....	25
PARTIE EXPERIMENTATION.....	26
I Population	27
1 Description	27
2 Critères d'inclusion.....	27
3 Considérations éthiques.....	27
II Matériel.....	27
1 Description du matériel linguistique	27
2 Recueil des données électrophysiologiques	29

3	Analyses des données électrophysiologiques :	30
III	Procédure	32
	PRESENTATION DES RESULTATS	34
I	Les analyses EEG :	35
II	Description des Résultats	36
1	Comparaison des conditions Initiale et Non-Reliée	36
2	Comparaison des conditions Rime et Non-Reliée	39
3	Résultats Complémentaires	41
	DISCUSSION DES RESULTATS	43
I	Retour sur le cadre théorique et question de recherche	44
1	Cadre théorique.....	44
2	Objectif de l'expérimentation	44
II	Discussion des résultats	45
1	Rappels des résultats.....	45
2	Commentaires des résultats.....	46
III	Réflexion sur l'expérimentation	50
1	Limitation et Biais	50
2	Implications de l'étude et perspectives	55
	CONCLUSION.....	57
	REFERENCES.....	58
	ANNEXES.....	61
	Annexe A : Revue de la littérature sur l'amorçage phonologique	62
1.	Chevauchement sur l'initial.....	62
2.	Chevauchement sur la rime.....	65
	Annexe B : Matériel non expérimental : les Fillers	67
	Annexe C : Matériel expérimental : les cibles	68
1.	Structure CVC	68
2.	Structure CCVC	69
3.	Structure CVCC	69
	Annexe D : Matériel expérimental : les amorces.....	69
1.	Structure CVC	69
2.	Structure CCVC	70
3.	Structure CVCC	71
	Annexe E : Matériel linguistique par groupe	72

1. Groupe 1.....	72
2. Groupe 2.....	75
3. Groupe 3.....	78
TABLE DES ILLUSTRATIONS	81
TABLE DES MATIERES	82

SUMMARY

Speech hearing and understanding is an automatic, daily and natural treatment. This ability, which seems to be trivial, comes under a complex process which confronts the auditor to several difficulties. Indeed, the listener have to detect words in a noisy environment and to adapt to the speaker specific utterance. Despite these constraints, the auditor is able to match the words he heard with his mental lexicon in few milliseconds. Many studies focused on this spoken word recognition question, but failed to describe it in a precise time scale. Here, we assess this problem by indexing the step of phoneme access with a phonological priming experiment using a 128 electrodes electroencephalogram. Participants are to produce a semantic categorization task combined with phonological priming. This aims to link primers and targets at initial, precisely until second the last phoneme, and syllabic rhyme by onset overlapping. Data treatment combines event related potential (ERP) with topographic analyses. We show that phonological priming, with an onset overlap, is likely to facilitate the phoneme access and then allows indexing this step. These preliminary results are however not sufficient to define the exact moment at which the listener accesses the phonemes. A larger study, in which we are involved into, will enlighten this particular point. This set of data also have major implications in other fields of research such as language development in childhood or neurological pathologies affecting the spoken words perception in adults.

KEY-WORDS

Phoneme, Spoken words perception, Phonological priming, Electroencephalogram, Event related potential, Spatio-temporal segmentation, Semantic categorization, Time course.

INTRODUCTION

« Savoir écouter, c'est posséder, outre le sien, le cerveau des autres »

Léonard De Vinci

Entendre et comprendre la parole est un traitement automatique, quotidien et naturel. Ce traitement, qui semble anodin, confronte l'auditeur à de nombreuses difficultés dans toutes les situations de communication rencontrées. En effet, la parole se produit le plus souvent dans un environnement bruyant et chaque locuteur a sa propre façon d'articuler.

Malgré ces contraintes, l'auditeur dispose de ressources pour parvenir à traiter le langage. En effet, il fait correspondre, avec son lexique mental, des centaines de mots en quelques minutes et parvient à reconnaître les mots entendus dans un intervalle de quelques millisecondes. La perception de la parole n'est donc pas une compétence aussi triviale qu'elle n'y paraît et serait même le résultat d'un traitement cognitif complexe. Les sujets atteints de pathologies de la parole en sont, notamment, les témoins.

Ainsi, notre étude, qui s'inscrit dans un projet plus large en recherche fondamentale, vise à décrire le processus de reconnaissance des mots parlés et plus particulièrement l'accès aux phonèmes. En effet, la perception de la parole a été largement étudiée dans la littérature, notamment à travers des études comportementales et électrophysiologiques, mais de nombreuses questions restent en suspens. A ce jour, différentes étapes de la reconnaissance des mots ont été proposées grâce aux avancées de la recherche, mais aucun décours temporel précis n'a été décrit chez l'adulte tout venant.

Notre étude se propose donc d'investiguer le décours temporel de la parole afin de déterminer le moment où l'auditeur accède aux phonèmes. Pour ce faire, notre expérimentation s'appuie sur une méthodologie nouvelle qui n'a pas encore été proposée. En effet, au cours d'une expérimentation d'amorçage phonologique menée avec un électroencéphalogramme à 128 électrodes, nous proposons d'associer à l'analyse des potentiels évoqués, des analyses spatio-temporelle et topographique.

Dans un premier temps, nous présenterons les modèles théoriques qui ont décrit la perception de la parole ainsi que les mesures électrophysiologiques associées à ce processus. Nous aborderons ensuite les effets de l'amorçage phonologique sur le processus de la reconnaissance des mots parlés. Dans une seconde partie, nous présenterons la méthodologie choisie pour notre expérimentation à savoir le matériel linguistique créé à l'occasion de notre étude, la méthode de recueil et d'analyse des données électrophysiologiques ainsi que la procédure de cette expérimentation. Les résultats décrits dans une troisième partie seront ensuite analysés et discutés. Enfin, les conclusions de nos travaux ouvriront des perspectives nouvelles pour la recherche et la pratique clinique.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

I La perception de la parole

Pour comprendre la parole, l'auditeur doit pouvoir décoder le signal acoustique et faire correspondre les mots entendus avec son lexique mental. Pour ce faire, il doit accéder à des représentations mentales stockées en mémoire à long terme. Cette activité de perception de la parole intéresse la recherche depuis de nombreuses années mais des questions restent toujours en suspens.

La reconnaissance des mots parlés est, classiquement, décrite comme se déroulant en deux étapes : une étape d'accès aux représentations phonologiques et une étape d'accès aux représentations lexicales. Ainsi, de nombreux modèles s'intéressent à ce processus cognitif complexe.

1 Modèle Simplifié de la reconnaissance des mots parlés

Le traitement de la parole est un processus complexe et automatique. Pour écouter et comprendre le message, l'auditeur doit faire face à plusieurs difficultés. En effet, la compréhension du langage s'effectue le plus souvent dans un environnement bruyant et chaque locuteur a sa propre façon d'articuler, de parler. Ainsi, pour reconnaître la parole, l'auditeur doit être capable de faire un lien entre le signal acoustique, qui constitue une entité physique, et les mots qu'il a en mémoire.

Pour établir ce lien, le flux continu de la parole doit être décomposé en différents segments : les sons, les syllabes, les mots... Quand l'auditeur perçoit la parole, il doit mettre en relation des entrées sensorielles perçues, issue du signal acoustique, avec des représentations stockées dans son lexique mental tel que les phonèmes et les mots. Cette opération, représente l'une des premières étapes du traitement du langage oral.

Le modèle simplifié de la reconnaissance des mots parlés proposé par Bagou et Frauenfelder (2002) renseigne sur les différentes étapes du processus de perception de la parole (cf. Figure 1). Dans un premier temps, le signal acoustique perçu est transformé en représentations phonologiques (infra-lexicales). Ces représentations sont ensuite utilisées pour localiser l'entrée lexicale appropriée par les opérations d'alignement et d'appariement.

Le ou les mots encodés dans cette représentation infra-lexicales demandent à être [associés] correctement avec les différentes entrées du lexique (opération d'alignement), puis alors être comparés (opération d'appariement) de façon à déterminer quelle est l'entrée lexicale correcte pour chacun de ces mots. (Frauenfelder et Nguyen, 2000, p. 3)

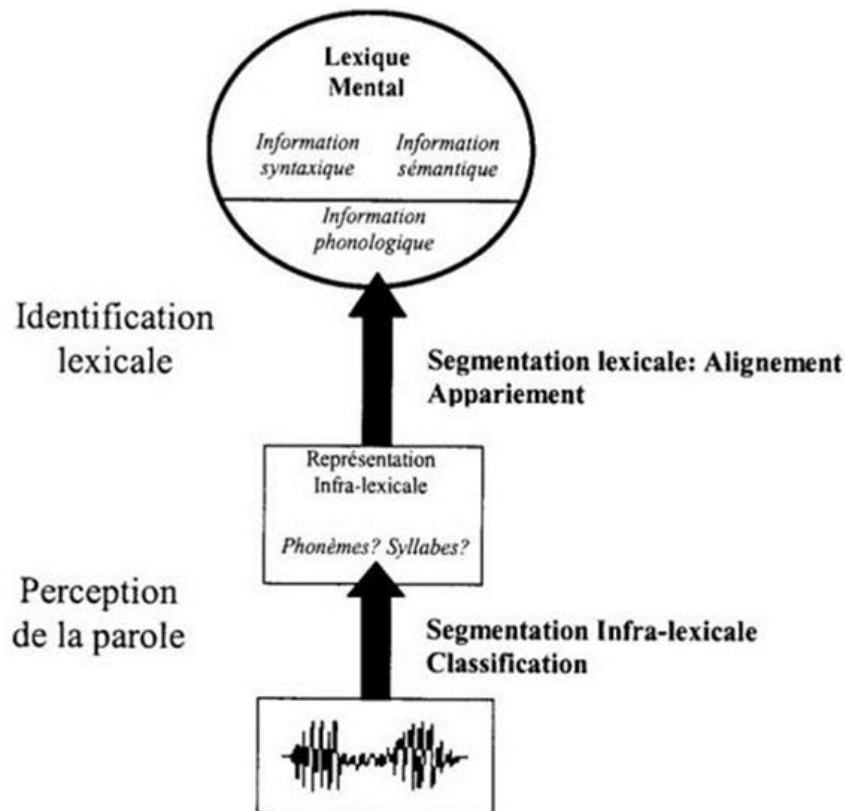


Figure 1: Modèle simplifié de la reconnaissance des mots parlés (Bagou et Frauenfelder, 2002)

Pour décrire la reconnaissance de la parole, certains modèles comme TRACE et COHORT se sont intéressés au rôle des connaissances lexicales. Ces modèles soutiennent l'idée que le processus de segmentation de la chaîne parlée résulterait de l'identification des mots.

2 Le modèle COHORT

Le modèle COHORT (Marslen-Wilson et Welsh, 1978) est l'un des premiers modèles psycholinguistiques décrivant la perception de la parole. Les auteurs de ce modèle introduisent le principe que la reconnaissance des mots parlés résulte d'une sélection lexicale entre un ensemble de candidats possibles appelés compétiteurs.

Selon le modèle COHORT le traitement du langage s'effectue en deux étapes principales : une étape d'activation lexicale et une étape d'inhibition des compétiteurs. En effet, lorsque l'auditeur entend le début d'un mot, c'est le premier phonème reconnu de ce mot qui active, dans le lexique mental, tous les candidats compatibles avec l'entrée sensorielle.

Au fur et à mesure que le mot se dévoile jusqu'à son point d'unicité, soit le moment où l'information dans le signal n'est plus compatible avec d'autres candidats lexicaux, certains compétiteurs seront alors inhibés au profit du candidat unique. Par exemple, le point d'unicité phonologique du mot /kaktys/ (CACTUS) se trouve après le quatrième phonème, soit /t/. Lorsqu'il perçoit la chaîne phonémique /kak/, l'auditeur active encore des mots compétiteurs tels que /kaki/, /kakao/ ou encore /kakawɛt/. Puis, une fois le phonème /t/ dévoilé (/kakt/), tous les compétiteurs sont inhibés et seul le mot /kaktys/ reste alors activé (cf. Figure 2).

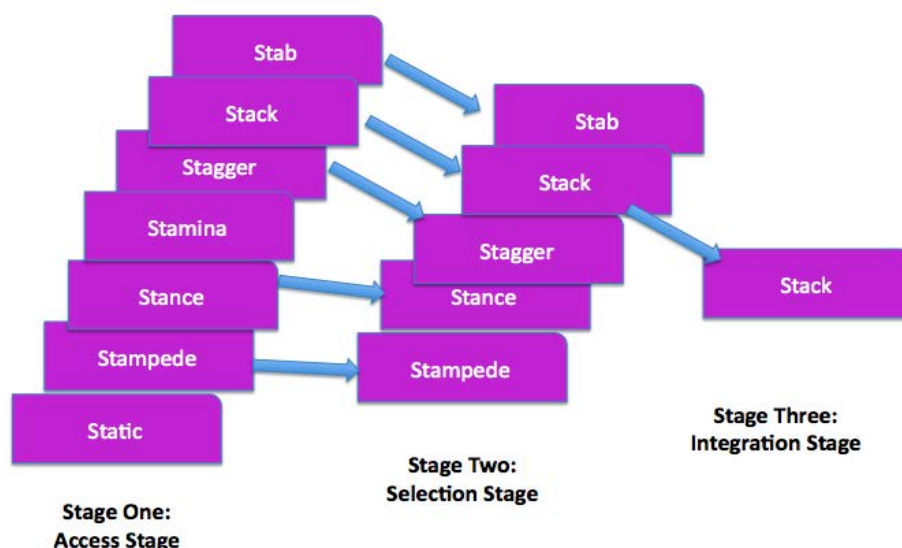


Figure 2: Modèle COHORT (Adaptation basée sur Marslen-Wilson, 1987 ; Wikiversity)

Ainsi, la reconnaissance des mots serait dépendante des connaissances lexicales de l'auditeur. Cette reconnaissance se produirait avant que l'articulation totale du mot n'ait eu lieu. En effet, l'auditeur serait en mesure de reconnaître un mot dès son point d'unicité donc avant la fin de ce dernier. L'auditeur peut prévoir alors le moment où le mot suivant commence. Par exemple, le terme /kaktys/ sera considéré comme unique dans le lexique mental de l'auditeur dès qu'il entendra le phonème /t/. Alors, l'auditeur peut prévoir que la fin de la séquence en cours sera /ys/ et qu'il se terminera par le phonème /s/. Le moment où le mot suivant commencera pourra alors être prédit. Comme le souligne Crouzet en 2000 le modèle COHORT suggère donc que les frontières lexicales peuvent être identifiées avant qu'elles n'apparaissent réellement.

Plusieurs auteurs décrivent certaines limites de ce modèle. Taft et Hambly (1986) relèvent que la fréquence des mots est un facteur qui n'a pas été pris en compte. En effet, au cours de leur étude, les termes « *difficult* » (haute fréquence) et « *diffident* » (basse fréquence) dont le point d'unicité est en quatrième position (respectivement /k/ et /d/), ne génèrent pas les mêmes temps de réaction. Ainsi, les temps de réaction des sujets s'avèrent plus courts pour les mots de haute fréquence (205ms) que pour ceux de basse fréquence (379ms). L'effet de fréquence influe sur les temps de réaction des sujets et ce même quand les mots de haute et de basse fréquence partagent le même point d'unicité.

De plus, une autre limite de ce modèle (Bagou et Frauenfelder, 2002 ; Crouzet, 2000) réside dans le fait que près de la moitié des unités lexicales de diverses langues du monde ne peut être reconnue que lorsque la séquence du mot est complète car leur point d'unicité se trouve après le dernier phonème. Pour reconnaître ces mots, les auditeurs ont alors besoin que leur articulation soit complète.

Enfin, ce modèle suppose que l'auditeur sache quand commence exactement le mot. Cependant, dans la chaîne parlée, cela n'est pas toujours réalisable du fait du processus de coarticulation.

3 Le Modèle TRACE

Le modèle TRACE (McClelland et Elman, 1986) s'inspire de certains postulats initiés par COHORT et notamment celui d'une sélection progressive de candidats lexicaux au cours du processus de perception de la parole. En outre, ces modèles s'accordent sur le principe que la segmentation lexicale nécessite, au préalable, une identification des mots.

Cependant, contrairement au modèle COHORT qui défend l'idée d'un alignement initial où « la cohorte est générée à partir d'informations acoustiques que sont les débuts de mots » (Crouzet, 2000), TRACE propose un alignement dit exhaustif (ou multiple). Ainsi, un ensemble d'hypothèses lexicales sera activé et ce, en tout point du signal, c'est-à-dire à chaque phonème. Prenons l'exemple du mot /pom/ (pomme), chacun de ses phonèmes active un ensemble de compétiteurs, soit 12254 mots commençant par /p/, 992 par /o/ et 7708 par /m/, selon la base de données Lexique 3.8. Le modèle TRACE engendre donc un nombre plus important de compétiteurs que le modèle COHORT, lequel activerait, dans un premier temps, seulement les 12254 mots commençant par /p/.

Le modèle TRACE envisage le processus de reconnaissance des mots comme la conséquence d'une compétition lexicale. Quand un mot est perçu par l'auditeur, chaque phonème active des mots compatibles dans le lexique mental. L'unité qui reçoit le plus d'activation sera privilégiée au détriment de ses compétiteurs, lesquels seront ainsi inhibés. De même, les compétiteurs qui reçoivent le moins d'activation, ou des activations plus tardives, sont progressivement exclus au fur et à mesure que le mot perçu se dévoile. Le modèle TRACE définit par conséquent, deux composantes : un processus d'activation et un processus de compétition.

Ce modèle de reconnaissance des mots met également en évidence le rôle des traits distinctifs qui composent le signal de la parole. En effet, ces traits, comme le voisement ou le nasalité, sont activés à l'émission du signal de parole. Ces derniers engendrent l'activation des phonèmes associés qui activent, à leur tour, les mots qui les contiennent. Parallèlement, les unités mots, dites de haut niveau, influent sur les phonèmes qui eux-mêmes influent sur les traits. Ainsi, « le modèle TRACE est interactif, il propose une communication ascendante et descendante entre toutes les couches simultanément (bottom-up et top-down) » (Jacquier, 2008, p. 33) (cf. Figure 3).

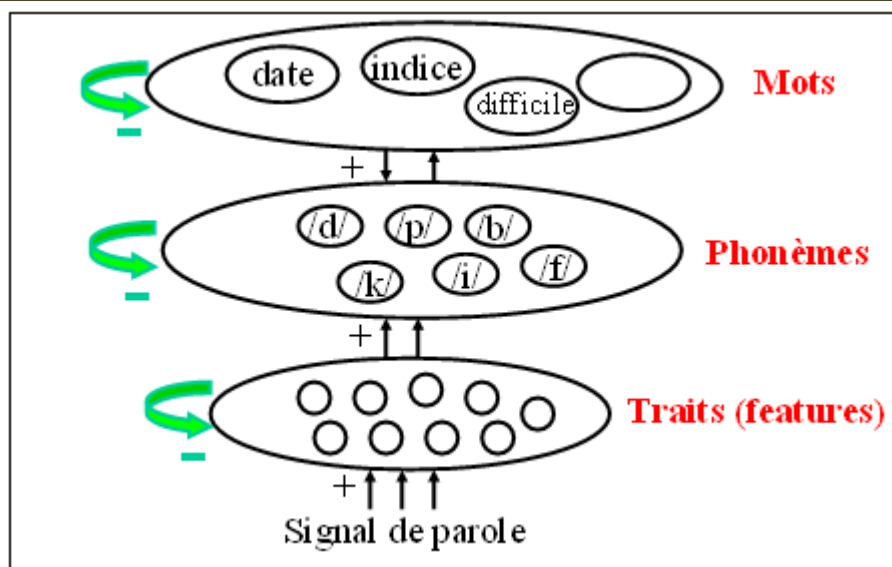


Figure 3: Modèle interactif TRACE (McClelland & Elman, 1986) ; Schéma tiré de Jacquier 2008

Différents auteurs soulèvent certaines limites de ce modèle. Ainsi, Bagou et Frauenfelder (2002) mettent en évidence que des connaissances lexicales sont nécessaires pour permettre les processus d'activation et de compétition lexicale. L'identification des mots serait alors rendue complexe, voire impossible, lors de l'acquisition du lexique par les nouveau-nés ou lorsque l'auditeur est exposé à une langue inconnue.

De plus, Crouzet (2000) évoque la question de l'homophonie, en particulier dans la langue française. Les homophones ayant la même forme sonore, les mêmes phonèmes, ils activent donc les mêmes mots, dans le lexique mental. Enfin, l'auteur s'interroge sur la notion de compétition du modèle TRACE. En effet, ce dernier résout le problème des mots à points d'unicité tardif, inhérent au modèle COHORT, par l'activation progressive de l'ensemble des phonèmes du mot. Cependant, TRACE implique l'activation d'un nombre trop important de compétiteurs, quand le mot est long, pour que ceci soit réalisable.

II Les mesures électrophysiologiques associées à la reconnaissance des mots parlés

1 Les paradigmes de l'électroencéphalogramme et des potentiels évoqués

Les modèles de reconnaissance des mots parlés proposent que les représentations phonologiques permettent de contacter le lexique mental. Elles activent ainsi des candidats potentiels, des compétiteurs. Ces candidats en compétition sont alors inhibés au cours du dévoilement successif des phonèmes pour aboutir à la sélection d'un candidat unique.

En complément des modèles, plusieurs mesures sont classiquement utilisées par les études.

Parmi celles-ci, des mesures comportementales utilisant les temps de réaction ont permis de décrire partiellement différents traitements cognitifs dont la perception de la parole. Cependant, ces mesures s'avèrent insuffisantes pour rendre compte de l'intégralité et de la complexité du processus de reconnaissance des mots parlés. Elles mettent en évidence uniquement le résultat de cette activité cognitive.

D'autres études proposent des mesures physiologiques basées sur les mouvements oculaires, l'eye tracking (Allopenna, Magnuson et Tanenhaus, 1998 ; McMurray, Clayards Tanenhaus et Aslin, 2008). Cette méthode permet l'enregistrement des points de fixation. Elle est considérée, par certains auteurs (Allopenna et al., 1998 ; Dahan, Magnuson et Tanenhaus, 2001), comme valable et sensible pour décrire le traitement de la parole car elle fournit des informations en temps réel et n'interrompt pas le déroulement de la tâche. L'eye tracking présente l'avantage d'être écologique et permet l'enregistrement du traitement tout au long du processus de reconnaissance des mots. En revanche, cette méthodologie n'est pas jugée suffisamment précise car la programmation et l'exécution motrice des saccades oculaires est propre à chaque participant et induit un problème de généralisation (McMurray et al., 2008).

En complément, des mesures neurophysiologiques explorent le processus de la reconnaissance des mots parlés en s'appuyant, par exemple, sur l'électroencéphalogramme (EEG) et les potentiels évoqués (PE ou Event-Related Potential ERP).

Le principe de l'EEG est le suivant :

L'excitation d'un neurone à travers une synapse entraîne l'ouverture de canaux ioniques au niveau sa membrane. La composition ionique étant différente à l'intérieur et à l'extérieur des cellules, l'ouverture des canaux engendre un mouvement de particules chargées dans le milieu intra et extra-cellulaire. Les courants intracellulaires [...] sont à l'origine des champs électriques et magnétiques ; ils engendrent ensuite des courants extracellulaires dits secondaires ou volumiques qui maintiennent la conservation de la charge ; les lignes de courant ainsi formées se ferment après la circulation dans le volume entier de la tête. [...] Les différences de potentiel mesurées entre deux électrodes en EEG sont dues aux lignes de courant circulant à la surface du scalp, et donc aux courants volumiques. (Renault et Garnero, 2004, p. 73)

L'EEG reflète l'activité électrique cérébrale issue des processus cognitifs. Ce signal émis par le système nerveux étant très faible, il est nécessaire de répéter l'enregistrement un grand nombre de fois. Ceci permet le moyennage de l'activité électrique, enregistrée par les électrodes, à la surface du cuir chevelu. Ce moyennage correspond aux potentiels évoqués (PE). De plus, il limite le niveau de bruit aléatoire pour accéder aux réponses électrophysiologiques, strictement associées au traitement du stimulus, en d'autres termes le signal d'intérêt (De Jaeger et Cherin, 2009).

L'EEG est une technique intéressante pour investiguer plus finement le traitement des mots parlés car elle propose une excellente résolution temporelle de l'ordre de la milliseconde (Dufour, Brunellière et Frauenfelder, 2013). De plus, les PE ont permis de mettre en évidence des composantes électrophysiologiques spécifiques associées aux différentes étapes de la reconnaissance des mots parlés.

2 Les différentes composantes observables

Des études comportementales et électrophysiologiques, menées notamment en EEG, ont permis d'associer aux étapes de la reconnaissance de la parole, des composantes électrophysiologiques comme la N200 (Connolly et al., 1990) et la N400 (Kutas et Hillyard, 1980, 1984). En amont de ces étapes, la composante N100, décrite par Näätänen et Picton en 1987, renvoie à la réaction du système auditif lors d'un passage de silence à bruit signifiant ou non. La composante N100 constitue donc un prérequis à l'obtention d'une N200 et d'une N400.

2.1 N400

Dans le cadre de la recherche sur la reconnaissance des mots, Kutas et Hillyard (1980,1984) se sont intéressés à l'activité neurologique du traitement linguistique au moyen du paradigme d'ERP. Ces auteurs ont proposé des tâches de lecture de phrases, où chaque mot est présenté successivement. Les fins de phrases ont différents degrés d'attentes sémantiques amenant ainsi des discordances quand ces attentes ne sont pas comblées (cf. Tableau 1).

Tableau 1: Exemple de phrases (Kutas et Hillyard, 1984)

Degré d'attente	Exemple de phrases
élevé	He mailed the letter without a stamp
moyen	Too many men are out of jobs
faible	The bill was due at the end of the hour

Les résultats de leurs études ont montré des variations d'ERP en lien avec des incongruités sémantiques. En effet, quand le dernier mot est sémantiquement discordant, cela produit une onde négative tardive appelée N400. Les auteurs ont conclu que cette composante représente un processus qui indexe spécifiquement le traitement sémantique. D'autres études ont reproduit ces résultats en modalité auditive (McCallum, Farmer et Pocock, 1984 ; Hagoort et Brown, 2000) ainsi qu'avec des mots discordants en milieu de phrases (Hagoort et Brown, 2000).

La majorité des études s'accorde sur le fait que la N400 reflète le traitement sémantique au cours de la reconnaissance des mots. Cependant certains auteurs, comme Newman et Connolly (2009), suggèrent que cette composante neurophysiologique pourrait également refléter la facilitation d'accès, au niveau lexical, d'une information phonologique.

N400 constitue une composante électrophysiologique négative de distribution centropariétale (Kutas et Hillyard, 1984 ; Kutas et Federmeier, 2000) dont le pic d'activation apparaît vers 400 ms après le début de présentation du stimulus.

De plus, certains auteurs soulignent que le traitement sémantique est plus largement distribué (Kutas et Fredermier, 2000), et retrouvent, au niveau de la fenêtre temporelle N400, des valeurs négatives sur les régions frontocentrales, centropariétales et postérieures ainsi que des valeurs positives antérieures (Dufour et al., 2013).

2.2 N200 (ou PMN)

Après la découverte de la N400 par Kutas et Hillyard (1980), Connolly, Stewart, et Philips (1990) ont observé un pic de négativité précoce, appelée N200. Cette dernière intervient vers 250 ms lors de tâches de traitement du langage. Connolly, Phillips, Stewart et Brake (1992) suggèrent que cette composante reflète un traitement acoustico-phonologique alors que la N400 reflète un traitement cognitivo-linguistique.

Dans la continuité de ces études, Newman, Connolly, Service et Mcivor (2003) se sont interrogés sur le fait que cette composante pourrait refléter une étape pré-lexicale ou lexicale dans le processus de reconnaissance des mots. Ces auteurs ont enregistré des ERPs pour décrire le traitement phonologique au cours d'une tâche nécessitant une analyse métalinguistique des stimuli. Les participants de l'étude entendent des mots cibles (/klap/) puis doivent supprimer le premier phonème pour juger si les items présentés sont corrects (/lap/) ou incorrects (/ap/, /kap/, /nose/). Les résultats ont montré que la N200 (actuellement appelée PMN de « phonological mapping negativity ») est

sensible au traitement phonologique et semble représenter une composante pré-lexicale, indépendante des contextes lexical et sémantique. La déviation d'un seul phonème suffit à augmenter l'amplitude de la PMN. Cette amplitude n'est pas affectée par le degré de similarité phonologique entre les attentes du sujet et le signal.

Ainsi, la PMN est observée quand il y a non concordance entre les phonèmes initiaux entendus et le mot attendu. Cette composante électrophysiologique négative, qui apparaît au niveau fronto-central, a un pic d'activation entre 250 et 350 ms après le début de présentation du stimulus. Des réponses de PMN ont été mises en évidence autant lors du traitement de mots que de non-mots. Cela suppose que la PMN renvoie effectivement au stade pré-lexical et plus particulièrement aux représentations phonologiques (Newman et Connolly, 2009).

3 La topographie

La topographie, ou l'analyse spatio-temporelle, est une autre méthodologie permettant d'analyser les signaux EEG. Elle permet d'observer l'activité électrique du cerveau tout le long du traitement cognitif. La distribution de cette activité est alors visualisable par des représentations du scalp appelées cartes topographiques. L'intensité de l'activité cérébrale est codée par différentes couleurs (cf. Figure 4). Sur ces cartes, les zones où les électrodes enregistrent une activité négative sont indiquées en bleu et celles qui enregistrent une activité positive en rouge.

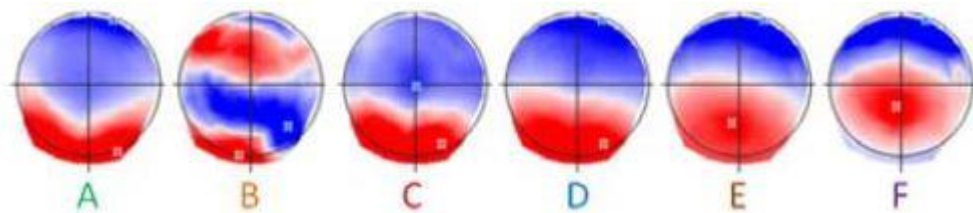


Figure 4: Exemple de cartes topographiques (Laganaro, Valente et Perret, 2012)

Du début du signal à la réponse du participant, des périodes de stabilité de l'activité électrique cérébrale, relatives aux résultats d'une activité cognitive spécifique, sont identifiables. Ces périodes de stabilité permettent d'établir ensuite la durée des processus cognitifs mis en jeu contrairement aux potentiels évoqués qui rendent compte uniquement du moment où ces processus apparaissent.

De plus, pour les analyses ERP, il est nécessaire d'avoir une électrode de référence qui a un potentiel fixe, permettant ainsi de comparer ce potentiel avec ceux des autres électrodes. La topographie présente l'avantage de ne pas avoir à utiliser de référence. En effet, toutes les électrodes sont prises en compte permettant à l'expérimentateur d'obtenir des informations supplémentaires (Murray, Brunet et Michel, 2008).

Cette méthode a été utilisée lors de travaux en production de la parole. Dans l'étude de Laganaro, Valente et Perret (2012), des périodes de stabilité topographique ont été mises en évidence lors d'une tâche de dénomination orale. Les participants ont été répartis en trois groupes selon leur vitesse de production : lente, moyenne, rapide. Six cartes topographiques ont été révélées par l'application de la segmentation spatio-temporelle aux six grandes moyennes ERPs obtenues (cf. Figure 5).

Les résultats de l'étude montrent des différences entre la production rapide ou lente des participants. La topographie a permis de décrire une activité électrophysiologique stable sur une période située entre 200 et 350ms, laquelle serait associée à l'étape de sélection lexicale. Les auteurs ont ainsi pu montrer que les différences des temps d'initialisation de la réponse orale, observée entre les sujets rapides et les sujets plus

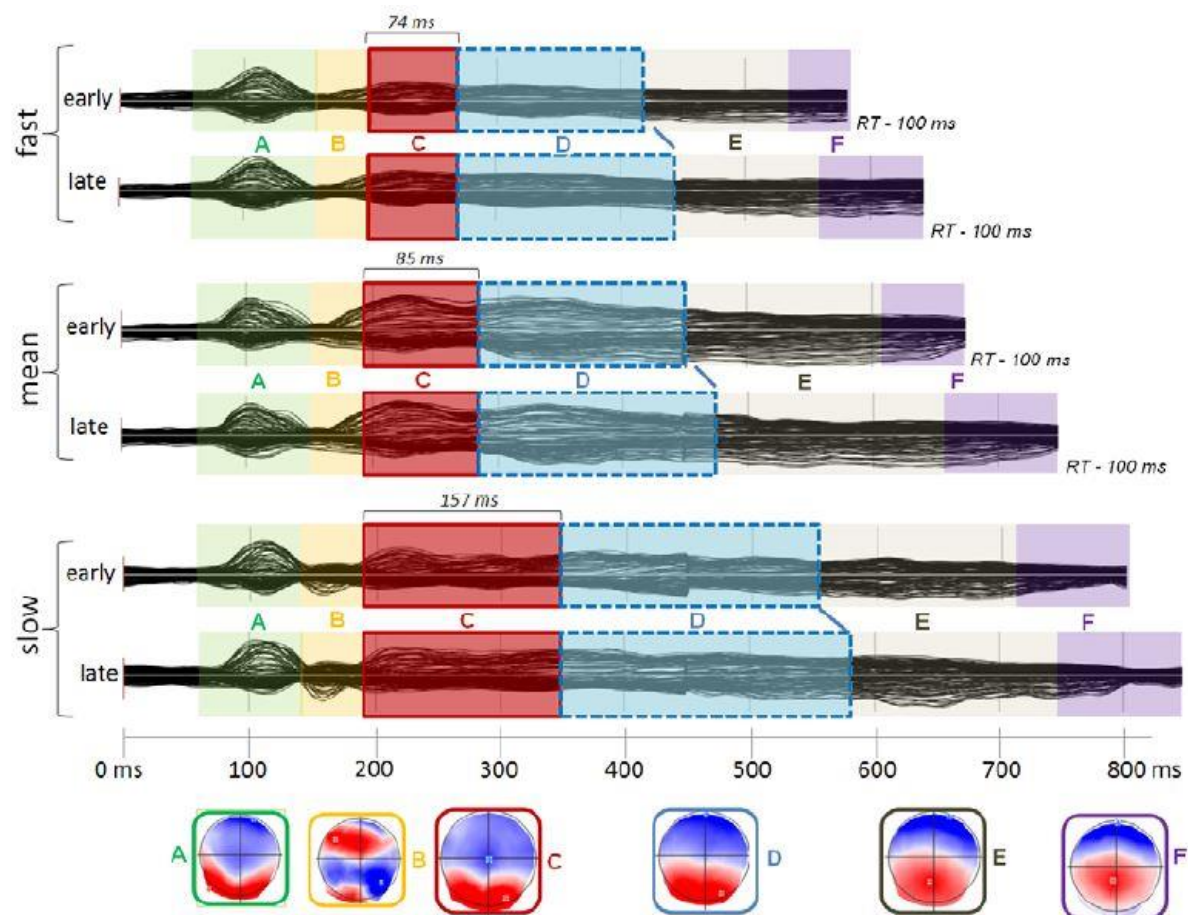


Figure 5: Grandes moyennes ERPs associées aux six cartes topographiques (Laganaro et al., 2012)

lents, lors d'une tâche de dénomination, reposent sur l'étape de sélection lexicale (Laganaro et al., 2012).

Cette méthode d'analyse EEG, la topographie, n'a pas encore été utilisée pour étudier la perception de la parole.

Le paradigme de l'ERP présente une bonne résolution temporelle alors que la topographie permet une analyse spatio-temporelle très précise. Elle permet la comparaison des configurations des polarités d'électrodes réparties sur toute la surface du scalp. Cette technique permet de décrire l'accès aux représentations phonologiques. C'est pourquoi, il est intéressant d'associer, lors d'expérimentations en EEG, les analyses ERP et topographiques pour obtenir des résultats plus précis.

III L'amorçage phonologique et son impact sur le processus de reconnaissance des mots parlés

1 L'amorçage phonologique

Le paradigme d'amorçage, classiquement utilisé pour évaluer le traitement du langage, se définit comme l'influence d'un mot (l'amorce) sur un autre mot qui le suit (la cible). Cette influence est réputée agir sur le temps de traitement et/ou la précision des réponses effectuées sur la cible, selon la nature de sa relation partagée avec l'amorce (par exemple : reliée vs non-reliée, phonologique ou sémantique...).

Lebreton et Eustache (2002) précisent que :

L'effet d'amorçage correspond à un changement dans l'habileté à traiter un stimulus résultant d'une rencontre spécifique préalable avec cet item ou avec un item qui lui est apparenté. Selon la nature des représentations sur lesquelles ils reposent, deux types d'amorçage sont différenciés : l'amorçage perceptif et l'amorçage conceptuel (ou sémantique). (p.300)

Il existe différents types d'amorçage perceptif dont l'amorçage phonologique. Ce dernier peut porter notamment sur un chevauchement sur les phonèmes initiaux ou finaux (rime) partagé entre l'amorce et la cible. Ces différents chevauchements sont, par ailleurs, susceptibles de produire des effets variés sur la perception des cibles.

Les chevauchements peuvent porter sur des phonèmes et/ou des syllabes. Une syllabe étant une unité du langage qui se construit autour d'un noyau vocalique, lequel est précédé par une attaque et/ou suivi d'une coda.

Comme le souligne Dufour en 2008, le paradigme d'amorçage phonologique propose une méthodologie intéressante pour investiguer le processus de reconnaissance des mots parlés et plus particulièrement les représentations pré-lexicales. L'amorçage phonologique portant sur des chevauchements de phonèmes initiaux et/ou finaux est usuellement pratiqué pour décrire les processus d'accès aux phonèmes.

En utilisant ce paradigme, plusieurs études psycholinguistiques ont retrouvé des effets facilitateurs ou inhibiteurs sur la perception de la parole. Ces études se sont également intéressées à l'influence des paramètres associés à l'amorçage phonologique : la fréquence des mots, la lexicalité, le pourcentage d'amorces-cibles reliées...

2 Les chevauchements sur le début du mot

Certains auteurs ont manipulé différentes variables dans leurs expérimentations pour rendre compte des effets de l'amorçage phonologique lors d'un chevauchement portant sur les phonèmes initiaux. Ces variables portent notamment sur le nombre de phonèmes reliés entre l'amorce et la cible, la fréquence, la lexicalité, l'intervalle entre les stimuli (l'interstimulus interval : ISI) ou encore le pourcentage d'amorces-cibles reliées (PRP).

Slowiaczek et Pisoni (1986), ont testé les prédictions du modèle COHORT au cours de deux expériences basées sur une tâche de décision lexicale. Ces auteurs ont fait varier le chevauchement initial (un, deux ou trois premiers phonèmes), la fréquence, la lexicalité ainsi que l'ISI. Les résultats obtenus ne montrent pas de facilitation évidente lorsque amorces et cibles partagent des informations phonologiques initiales. Ceci serait alors en contradiction avec le modèle COHORT. En revanche, l'étude de Slowiaczek, Nusbaum et Pisoni (1987), contredit ces résultats et suggère qu'un chevauchement initial améliore l'identification des cibles. Leur étude présente de meilleures performances lorsque ce chevauchement est important c'est-à-dire lorsqu' amorces et cibles partagent plus de phonèmes. L'hétérogénéité de ces résultats a depuis suscité l'intérêt de nombreux auteurs (cf. Annexe A).

Au cours d'expériences manipulant le chevauchement initial entre amorces et cibles, Radeau, Morais et Dewier (1989) retrouvent également des résultats nuancés. Dans la première partie de leur étude, ces auteurs n'obtiennent pas d'effet facilitateur lorsque le chevauchement porte sur le premier phonème ou la première syllabe. Toutefois, un effet facilitateur est observé, dans la seconde partie de l'étude, lorsque le chevauchement porte sur les trois premiers phonèmes.

En 1992, Slowiaczek et Hamburger observent, quant à eux, une facilitation sur le traitement de la cible lorsque celle-ci est reliée à une amorce par un même phonème initial. Cependant, une interférence lexicale est décrite quand le chevauchement phonologique croît de un à trois phonèmes dans le cas où les amorces sont des mots

mais pas des non-mots. Ces auteurs avancent alors l'hypothèse que l'information phonologique faciliterait la reconnaissance des mots à un niveau pré-lexical mais qu'elle induirait, quand elle augmente, une compétition au niveau lexical.

Par ailleurs, l'étude de Hamburger et Slowiaczek (1996) complète les conclusions précédentes tout en introduisant les paramètres PRP et ISI. Le PRP (Phonological Relatedness Proportion) représente le pourcentage de cibles et d'amorces reliées et l'ISI (Inter-Stimulus Interval) correspond à la durée entre deux stimuli lors d'un amorçage. Ainsi, la facilitation avec un ou deux phonèmes initiaux a été retrouvée seulement avec un PRP élevé (75%) et un ISI long (500ms), tandis qu'une interférence a été observée quand le chevauchement initial porte sur plus de deux phonèmes.

Dufour et Peerman (2004) émettent l'hypothèse que la compétition lexicale dépendrait de la longueur du chevauchement phonologique initial. Leur étude conclut que les amorces partageant plus de deux phonèmes avec leur cible représenteraient de forts compétiteurs dans la mesure où elles ralentissent la reconnaissance des mots cibles. Ces mêmes auteurs, en 2004, identifient un effet facilitateur quand les amorces et les cibles débutent par les mêmes premiers phonèmes dans le cas d'un PRP et d'un ISI faibles. Ces deux paramètres préviennent la mise en place de stratégies par les participants.

Parallèlement, les expérimentations menées par McQueen et Sereno (2005) concluent que lors de différents chevauchements initiaux, trois facteurs sont en jeu : une facilitation pré-lexicale automatique, une compétition lexicale ainsi que la mise en place de stratégies.

Enfin, au cours d'une revue de la littérature, Dufour (2008) souligne que l'amorçage phonologique portant sur le début du mot produit des résultats nuancés, voire contradictoires, car des facilitations ne sont pas systématiquement présentes (cf. Tableau 2). Cela laisse à penser que l'amorçage phonologique sur le début du mot produirait un effet facilitateur au niveau pré-lexical et un effet inhibiteur au niveau lexical.

Tableau 2: Résumé des principales études sur l'amorçage phonologique portant sur un chevauchement initial de Dufour, 2008.

Study and Task	PRP	ISI	Overlap	Effect
Slowiaczek & Pisoni (1986) ^a				
LDT	75	50	1, 2, 3	No effect
Slowiaczek et al. (1987)				
Identification	80	500	1, 2, 3	Facilitation
Radeau et al. (1989) ^b				
LDT	50	SOA = 850	1, 2, 3	No effect
Shadowing	50	SOA = 850	1, 2, 3	No effect
Radeau et al. (1995)				
LDT	17	20, 500	2	No effect
Shadowing	17	20	2	Inhibition
Shadowing	17	500	2	No effect
Goldinger et al. (1992)				
Identification	10, 50	50	1	Facilitation
LDT	50	50, 500	1	Facilitation
LDT	10	50	1	Inhibition
LDT	10	500	1	No effect
Monsell & Hirsh (1998)				
LDT	50	1–5 min	2, 3, 4	Inhibition
Slowiaczek & Hamburger (1992)				
Shadowing	75	500	1, 2	Facilitation
Shadowing	75	500	3	Inhibition
Hamburger & Slowiaczek (1996)				
Shadowing	75	500	1, 2	Facilitation
Shadowing	75	500	3	Inhibition
Shadowing	21	50	1, 2	No effect
Shadowing	21	50	3	Inhibition
Dufour & Peereman (2003b)				
Shadowing	25	50	2, 3, 4	Inhibition
McQueen & Sereno (2005)				
LDT	30	50, 500, 2000	1	No effect
LDT	70	50, 500	3	Facilitation
LDT	70	2000	3	No effect

Note. PRP = proportion of related trials (in %); ISI = interstimulus interval (in ms, except for the Monsell & Hirsh, 1998, study); overlap, in number of shared phonemes; LDT = lexical decision task; SOA = stimulus onset asynchrony.

^aOnly the experiment that included a control condition was considered.

^bBecause repetition trials were thought to encourage strategic processes, only the experiment that did not include them was considered.

3 Les chevauchements finaux

Comme pour l'initial, le paradigme d'amorçage phonologique portant sur un chevauchement final est classiquement utilisé pour rendre compte du processus de perception de la parole. Afin de pouvoir décrire les effets produits par ce type d'amorçage, plusieurs expérimentations ont été menées ces dernières années (cf. Annexe A)

Radeau, Morais et Segui (1995), ont mené des expériences d'amorçage à partir d'un matériel constitué de mots isolés (CCV ou CVC) en manipulant principalement le type de chevauchement, la durée de l'ISI et la fréquence des stimuli. Leurs résultats ont mis en évidence des temps de réaction (RT) plus rapides lors d'un chevauchement final portant sur la rime que lors d'un chevauchement en initial (amorce haute fréquence (HF)-cible basse fréquence (BF) : RT 849ms en final vs 891ms en initial ; amorce BF-cible HF : RT 696ms en final vs 701ms en initial). Ces auteurs suggèrent que l'effet facilitateur retrouvé lors d'un amorçage portant sur un chevauchement final serait lié à la rime. De plus, il est admis que ce type d'amorçage induit un effet pré-lexical (Radeau et al., 1995 ; Norris, McQueen et Cutler, 2002). Les effets facilitateurs de la rime sont retrouvés par Monsell et Hirsh (1998) mais uniquement lorsque l'amorce et la rime sont des mots.

Slowiaczek, McQueen, Soltano et Lynch (2000) précisent que l'effet facilitateur des chevauchements finaux n'est pas dû au processus lexical ni à des stratégies mises en place par les participants. Cet effet est alors spécifique au traitement de la parole. De plus, ils confirment que la facilitation est encore plus importante quand amorces et cibles

sont reliées par la rime. Cependant, Norris et al. (2002), suggère que la tâche de décision lexicale implique la mise en place de stratégies automatiques chez les participants.

Par ailleurs, un effet de lexicalité a été décrit plus ponctuellement (Dumay, Benraïss, Barriol, Colin, Radeau et Besson, 2001).

En outre, l'effet d'amorçage est plus grand quand l'ISI est plus petit (Radeau et al., 1995 ; McQueen et Sereno, 2005). Cela tend à démontrer qu'il s'agit d'une variable à contrôler lors d'une expérimentation d'amorçage phonologique.

Ainsi, lorsqu'une amorce et une cible sont reliées par un chevauchement final cela génère systématiquement des effets facilitateurs, lesquels s'avèrent d'autant plus robustes quand ce chevauchement porte sur la rime. Ces effets apparaissent précocement, à un stade pré-lexical, et interviennent donc avant l'accès au lexique lors du processus de reconnaissance des mots parlés (Dufour, 2008) (cf. Tableau 3).

Tableau 3: Résumé des principales études sur l'amorçage phonologique portant sur un chevauchement final de Dufour, 2008.

Study and Task	PRP	ISI	Overlap	Effect
Slowiaczek et al. (1987)				
Identification	80	500	Coda ^a	No effect
Identification	80	500	Rime	Facilitation
Radeau et al. (1995)				
LDT	17	20	Rime	Facilitation
LDT	17	500	Rime	Facilitation
Shadowing	17	20	Rime	Facilitation
Shadowing	17	500	Rime	Facilitation
Monsell & Hirsh (1998)				
LDT	50	1–5 min	Rime	Facilitation
Slowiaczek et al. (2000)				
Shadowing	20–26	50	Rime	Facilitation
Shadowing	20–26	50	2 phonemes (no rime)	No effect
Shadowing	20–26	50	3 phonemes (no rime)	Facilitation
Shadowing	25	50	Vowel	No effect
LDT ^b	15		Rime	Facilitation
LDT ^b	15		Vowel	No effect
Dumay et al. (2001)				
Shadowing	24	20	Coda ^a	No effect
Shadowing	24	20	Rime	Facilitation
Shadowing	24	20	Syllable	Facilitation
Spinelli et al. (2001)				
LDT	25	50	Syllable	Facilitation
Norris et al. (2002)				
LDT	25	50	Rime	Facilitation
Shadowing	25	50	Rime	Facilitation
McQueen & Sereno (2005)				
LDT	70	50	Rime	Facilitation
LDT	70	500, 2,000	Rime	No effect

Note. PRP = proportion of related trials (in %); ISI = interstimulus interval (in milliseconds, except for the Monsell and Hirsh, 1998, study); LDT = lexical decision task.

^aThe final consonant.

^bIn a continuous lexical decision with no intervening items between the primes and the targets.

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

I Problématique

Le processus de reconnaissance des mots parlés intéresse la recherche depuis près d'un demi-siècle. Différents modèles comme TRACE (McClelland et Elman, 1986), COHORT (Marslen-Wilson et Welsh, 1978) ou le modèle simplifié de reconnaissance des mots parlés (Bagou et Frauenfelder, 2002) ont été proposés et de nombreuses études comportementales et électrophysiologiques ont été menées afin d'analyser ce processus.

Les mesures physiologiques, notamment l'étude des mouvements oculaires et les enregistrements neurophysiologiques, ont permis de mettre en correspondance certaines composantes électrophysiologiques (PMN, P350, N400...) avec différentes étapes du traitement des mots parlés. Cependant, ces composantes étant des événements uniques (latence, amplitude, sites d'électrodes) il n'y a pas eu de mise en corrélation directe avec les différents processus, qui durent nécessairement dans le temps ; ainsi aucun décours temporel n'a été précisément décrit.

C'est pourquoi, dans notre présente étude, nous nous proposons d'associer à l'analyse ERP, des analyses spatio-temporelle et topographique. En effet, l'analyse topographique, s'appuyant sur la moyenne des signaux EEG (électro-encéphalographie) en réponse à un stimulus, permet d'identifier des configurations électriques stables mettant alors en évidence les changements d'activité neuronale sur l'ensemble du scalp. Ainsi, il sera possible d'indexer les différentes étapes de la reconnaissance des mots parlés, et pour ce qui nous concerne, d'indexer l'étape de l'accès aux représentations sous-lexicales, lesquelles seront mis en exergue par un amorçage phonologique. En effet, l'amorçage phonologique a un impact sur le traitement prélexical soit l'accès aux phonèmes.

Nous nous attachons donc à étudier la question la suivante : quand avons-nous précisément accès aux phonèmes lors du processus de reconnaissance des mots parlés ? Pour ce faire, nous nous proposons d'utiliser le paradigme de l'EEG dans le cadre d'une tâche de catégorisation sémantique auditive associée à un amorçage phonologique portant sur l'initial et la rime.

II Hypothèses

1 Hypothèse générale

Un amorçage phonologique congruent facilitera l'accès aux représentations phonologiques contrairement à un amorçage phonologique non-relié. Cette facilitation se manifestera dans les étapes précoces du processus de reconnaissance des mots parlés.

2 Hypothèses opérationnelles

On s'attend à ce qu'un amorçage phonologique portant sur l'initial et la rime, comparativement à un amorçage non-relié, modifie l'activité neurophysiologique. Des différences neurophysiologiques d'amplitude sur les mêmes électrodes et de topographie (configuration d'électrodes sur la surface du scalp) se produiront, lors de l'accès aux phonèmes ; ceci à des latences précoces (entre 250ms et 350ms) correspondant aux périodes de traitement phonologique. Sur le plan neurophysiologique, s'il existe une carte topographique qui corresponde au traitement des phonèmes alors elle sera plus courte en condition amorcée sur la rime. De plus, on s'attend à observer un effet de compétition lexicale à la fin de la présentation des mots cibles.

Chapitre III

PARTIE EXPERIMENTATION

I Population

1 Description

Notre étude porte sur un échantillon de 19 participants volontaires composé de 16 étudiants en psychologie (Bachelor B2 et B3) de la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de Genève (FPSE), de trois étudiants en orthophonie issus de l'institut des sciences et techniques de la réadaptation (ISTR) de l'université Claude Bernard Lyon 1.

Concernant les étudiants issus de la FPSE, participer à cette étude permettait la validation d'heures d'expérimentation dans le cadre de l'obtention d'une unité d'enseignement. Les étudiantes en orthophonie de l'ISTR ont perçu une indemnisation de 20CHF pour une heure.

2 Critères d'inclusion

Tous nos sujets sont de langue maternelle française et sont âgés de 18 à 35 ans. L'échantillon est exclusivement droitier. Les participants affirment, dans le consentement, ne pas présenter de troubles de l'audition ni d'antécédents de maladies neurologiques et de trouble du langage.

3 Considérations éthiques

Notre étude s'inscrit dans un projet plus large ayant déjà fait l'objet d'un accord du comité d'éthique de la faculté de Psychologie et Sciences de l'éducation de l'université de Genève. Ainsi, cette étude a bien été réalisée dans le respect de la loi sur la recherche sur l'humain (LRH), en vigueur en Suisse ainsi que la loi sur la protection des données (LPD).

Tous les volontaires ayant participé à notre expérimentation ont lu et signé librement un formulaire d'information et de consentement sur l'étude et étaient libres de cesser l'expérience à tout moment. Enfin, toutes les données recueillies (à l'exception du formulaire de consentement) ont été anonymisées.

II Matériel

1 Description du matériel linguistique

Dans le cadre de notre expérimentation basée sur l'amorçage phonologique, nous avons été amenées à créer le matériel linguistique. Ce dernier se compose d'items expérimentaux monosyllabiques ainsi que d'items non-expérimentaux mono et bisyllabiques. Le matériel linguistique comporte alors 1560 items au total soit 1111 mots monosyllabiques, dont 664 mots monosyllabiques expérimentaux, et 449 bisyllabiques. L'ensemble de ce matériel a été sélectionné à partir de la base de données de langue française Lexique 3.8 (<http://www.lexique.org/>).

La présente étude inclut des items expérimentaux, de structures CVC, CVCC, CCVC, ainsi que des items non expérimentaux appelés *fillers* (cf. Annexe B). Les items expérimentaux, composés de 166 cibles (cf. Annexe C) et de 498 amorces soit 279 mots différents (cf. Annexe D), se répartissent selon trois conditions. La condition Initial relie l'amorce et la cible jusqu'à leur avant dernier phonème. En effet, pour les items CVC et CCVC amorces et cibles sont reliées par les premiers phonèmes, soit l'attaque et le noyau vocalique (exemple : /cage/ - /cap/). Pour les items CVCC, la condition Initiale relie amorces et cibles jusqu'à l'avant dernier phonème (ex : /couRbe/-/couRge/). La condition

Rime relie l'amorce et la cible par le noyau vocalique et la coda (exemple : /manche/ - /planche/) soit la rime syllabique. Dans la condition non-reliée l'amorce et la cible ne partagent ni l'initial ni la rime (exemple : /piste/ - /classe/).

Les trois conditions se composent chacune de 54 cibles et de 54 amorces. De plus, le matériel expérimental se compose de 208 mots CVC, de 120 mots CVCC et de 117 mots CCVC.

Le plan expérimental initial prévoyait de répartir les sujets en trois groupes cependant, pour des raisons matérielles, seuls deux groupes ont pu être constitués. Chaque participant entend chacune des cibles une seule fois (cf. Annexe E). En effet, une même cible est à la fois reliée à trois amorces selon les trois conditions précédemment décrites. Cette contrainte est nécessaire pour comparer les différentes conditions entre elles pour les mêmes participants, et au cours d'une même manipulation par un amorçage parfaitement symétrique. Exemple : /face/ - /fan/ ; /crane/ - /fan/ ; /boucles/- /fan/. Ainsi, les participants sont soumis aux conditions initiale, rime et non-reliée avec des amorces différentes (cf. Tableau 4).

Tableau 4: Exemples d'items matériel expérimental

Cibles	GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3
bec bord lutte	Amorces Initiales	Amorces Rimes	Amorces Non-Reliées
	baisse bottes lune	sec porc chut	grog jazz jet
grotte groupe crêpes	Amorces Rimes	Amorces Non-Reliées	Amorces Initiales
	bottes loupe guêpe	couple basque masque	grog groom crèche
perte courge largue	Amorces Non-Reliées	Amorces Initiales	Amorces Rimes
	blues bled treize	perce courbe larmes	verte bourge nargue

Nous avons contrôlé la fréquence des items expérimentaux au moyen de la base de données Lexique 3.8. Cette base de données propose différentes manières de calculer la fréquence des mots. Pour être au plus proche de la parole naturelle, nous nous sommes référées au calcul de fréquences basé sur le corpus de films. Les mots cibles expérimentaux présentent une fréquence supérieure à cinq occurrences par million et inférieure à 200. Les amorces expérimentales présentent une fréquence supérieure à 0.01 occurrence par million et inférieure à 200.

Dans le cadre de notre étude, il est essentiel que l'utilisation du paradigme d'amorçage phonologique ne soit pas formulée aux participants. Nous avons donc décidé de détourner l'attention du sujet sur une tâche de catégorisation sémantique. Cette technique a déjà été utilisée en EEG (Holcomb, Grainger et O'rourke, 2002 ; Massol, Grainger, Dufau et Holcomb, 2010 ; Grainger, Lopez, Eddy, Dufau et Holcomb, 2012).

Nous avons ajouté, au matériel expérimental, des items non-expérimentaux (*fillers*) en respectant une proportion de cibles reliées aux amorces (PRP) de 13.8%. Les *fillers*, répondant également au paradigme d'amorçage, sont composés de mots monosyllabiques et bisyllabiques qui ne feront donc pas l'objet d'analyses de notre part.

La réalisation de la tâche de catégorisation sémantique s'effectue au travers de quatre blocs distincts à savoir les animaux, les couleurs, les parties du corps et les vêtements. Les mots qui appartiennent à ces catégories sémantiques données représentent en moyenne 18,2% du nombre total d'items par bloc. Les items ont été aléatorisés au sein de chaque bloc au moyen du logiciel E-Prime.

Pour l'ensemble du matériel linguistique, la durée moyenne des stimuli est de 451ms soit de 448ms pour cibles et de 454ms pour les amorces.

2 Recueil des données électrophysiologiques

Les données EEG ont été enregistrées par le système Active-Two BioSemi (BioSemi Amsterdam, Pays-Bas) avec 128 électrodes recouvrant l'intégralité du cuir chevelu. La fréquence d'échantillonnage est de 512 Hz avec des filtres passe-bandes compris entre 0,2Hz et 30Hz. Le Time Frame (TF) est une unité de temps usuellement utilisée en EEG. Un Time Frame (TF) est une mesure de l'amplitude de chacune des 128 électrodes. La fréquence d'échantillonnage étant de 512Hz cela correspond à 512TF par seconde soit environ 2ms pour 1TF.

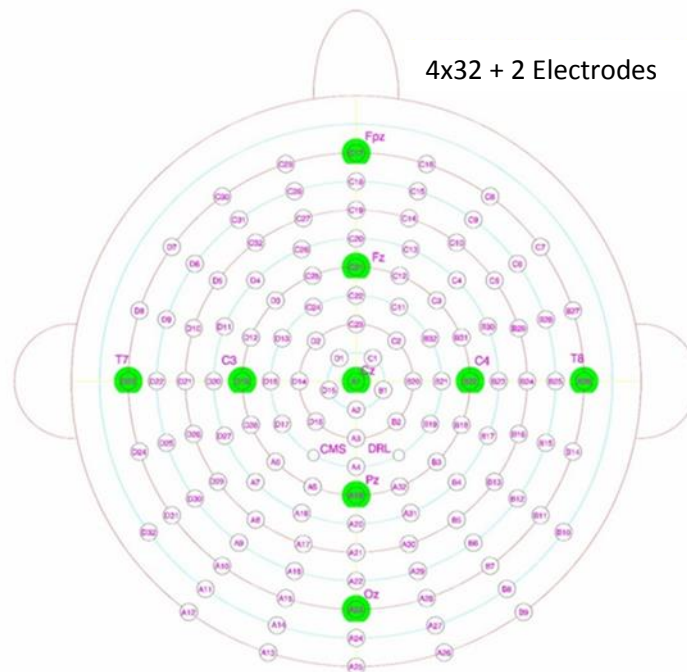
Le système Active-Two BioSemi, aux « électrodes actives », engendre une amplification du signal dès l'électrode permettant ainsi de réduire les parasitages soit la pollution des signaux externes sur le trajet de l'électrode. De plus, il élimine les interférences de 50 Hz, dues aux fils des électrodes et ce, même quand l'impédance des électrodes est faible.

Le bonnet sur lequel s'insèrent les 128 électrodes est choisi en fonction du périmètre crânien du participant et se place de manière à ce que chaque électrode soit positionnée selon les sites ciblés. L'électrode A1 (Cz), par exemple, renvoie au sommet du crâne (le vertex) (cf. Figure 6).



Figure 6: Le bonnet BioSemi

Sur le scalp, il existe plusieurs pôles d'électrodes : les sites médians : le frontal (Fz), le central (Cz), le pariétal (Pz) ainsi que le pôle occipital (Oz) ; les sites de gauche : central (C3) et temporal (T7) ; les sites de droite : central (C4) et temporal (T8). Aux 128 électrodes s'ajoutent deux électrodes servant d'électrode de référence, la CMS (Common mode sense) et la DRL (Driven right leg), aboutissant au potentiel moyen du sujet (cf. Figure 7).



3 Analyses des données électrophysiologiques :

Pour l'analyse des données, le signal traité doit correspondre à l'activité cognitive du traitement des stimuli par le sujet. Pour cela nous avons d'abord effectué le rejet d'artefacts, au moyen du logiciel Cartool®. Ce rejet consiste à conserver uniquement les signaux d'intérêts qui ne sont pas parasités par des artefacts, soit des événements qui ne correspondent pas à une activité cognitive du participant. Ainsi, chaque essai a été inspecté visuellement et chaque époque contaminée par des mouvements oculaires ou autres bruits (sudation, mouvements de la face, déglutition ...) a été rejetée et exclue du moyennage. Seuls les essais ayant des époques non-contaminées par des artefacts ont été retenus soit 1722 essais sur 18300 essais au total (soit 13440 essais fillers non analysés et 4860 essais expérimentaux).

Pour prendre en compte la variabilité inter-sujet liée à la vitesse de traitement des stimuli, il est nécessaire de considérer la notion d'alignement. L'alignement permet d'établir des points de repère nous assurant que les sujets effectuent un même traitement cognitif au même moment. Il est, par exemple, possible de choisir de se s'appuyer sur les évènements acoustiques générés par la présentation auditive d'un mot. Ainsi, nous avons choisi deux points d'alignement. Un premier point est aligné sur le début du deuxième mot, la cible, dont l'époque commence sur ce point d'alignement et se termine à 977ms (500 Time Frames). Ce dernier nous permettra de visualiser l'accès aux phonèmes, faisant suite au traitement de l'évènement acoustique (N100), réalisé par le sujet. Un deuxième point est aligné sur la fin de la cible dans le but d'observer des effets de compétition lexicale. Son époque est répartie de part et d'autre de ce point. Elle commence à 449ms (230 Time Frames) avant le point d'alignement, se termine à 528ms (270 Time Frames) après ce même point d'alignement. L'époque dure alors au total 977ms (500 Time Frames).

Ensuite, nous avons procédé à l'interpolation d'électrodes. Ce processus consiste à rejeter les électrodes qui n'enregistrent pas un signal physiologique ainsi que celles qui sont défectueuses. Nous avons alors rejeté des électrodes captant un signal considéré

comme déviant, soit environ 13 électrodes par sujet. Comme le montre la figure 8A, certaines électrodes ressortent du signal global comme, par exemple, les électrodes A31 et B32. Puis, comme on peut le voir sur la figure 8B, une analyse plus fine est effectuée pour confirmer ou non que l'électrode a enregistré un signal non physiologique.

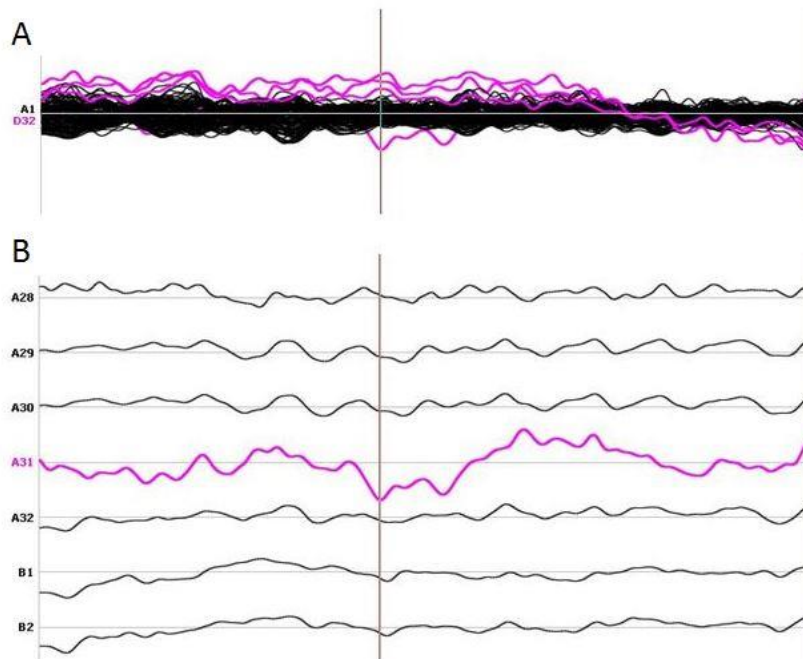


Figure 8: Exemple d'analyse d'interpolation d'électrodes

Ainsi, les électrodes rejetées sont visualisables sur le scalp (cf. Figure 9).

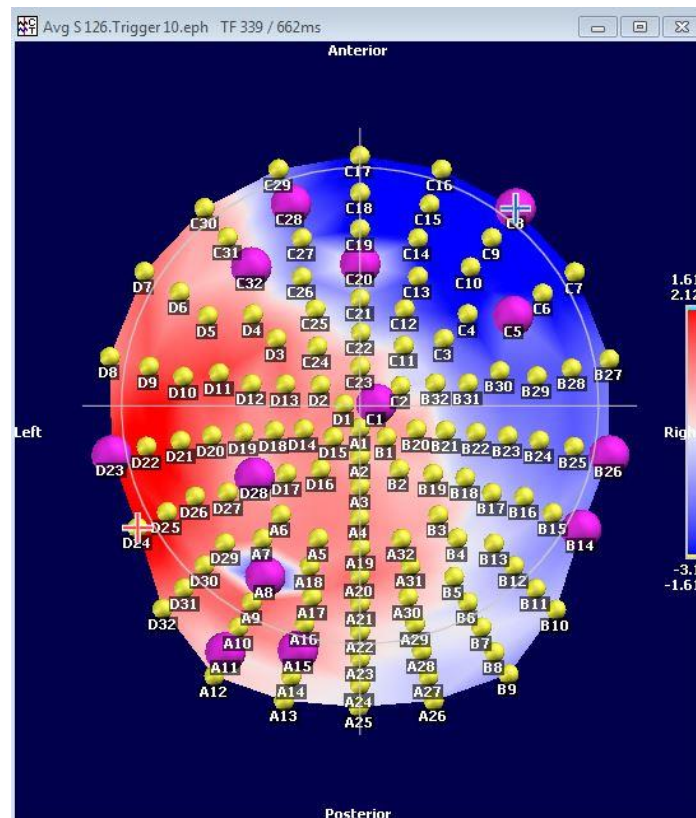


Figure 9: Exemple d'électrodes interpolées pour le sujet n°126

Un calcul du signal des électrodes rejetées est effectué par le moyennage des électrodes environnantes, permettant ainsi d'obtenir un signal reconstruit. C'est cette dernière étape qui représente précisément l'interpolation.

Par la suite, les données recueillies ont été analysées au moyen du logiciel Cartool®. Des analyses de traces ont été effectuées permettant d'obtenir des grandes moyennes par condition pour tous les sujets. Enfin, on applique des analyses sur les topographies.

III Procédure

Les enregistrements du matériel, les passations des participants, l'analyse des données, a été réalisés au sein du laboratoire de psycholinguistique expérimentale de la faculté de psychologie de Genève (FPSE).

Les stimuli ont été enregistrés par une jeune femme de langue maternelle française au moyen d'un enregistreur de marque Marantz® à l'intérieur d'une cabine anéchoïque. Sur l'ensemble du matériel recueilli, chaque item a été sélectionné en tenant compte de la qualité acoustique des signaux par l'intermédiaire du logiciel Praat® (cf. Figure 10). L'intensité des stimuli a ensuite été normalisée à hauteur de 65 dB.

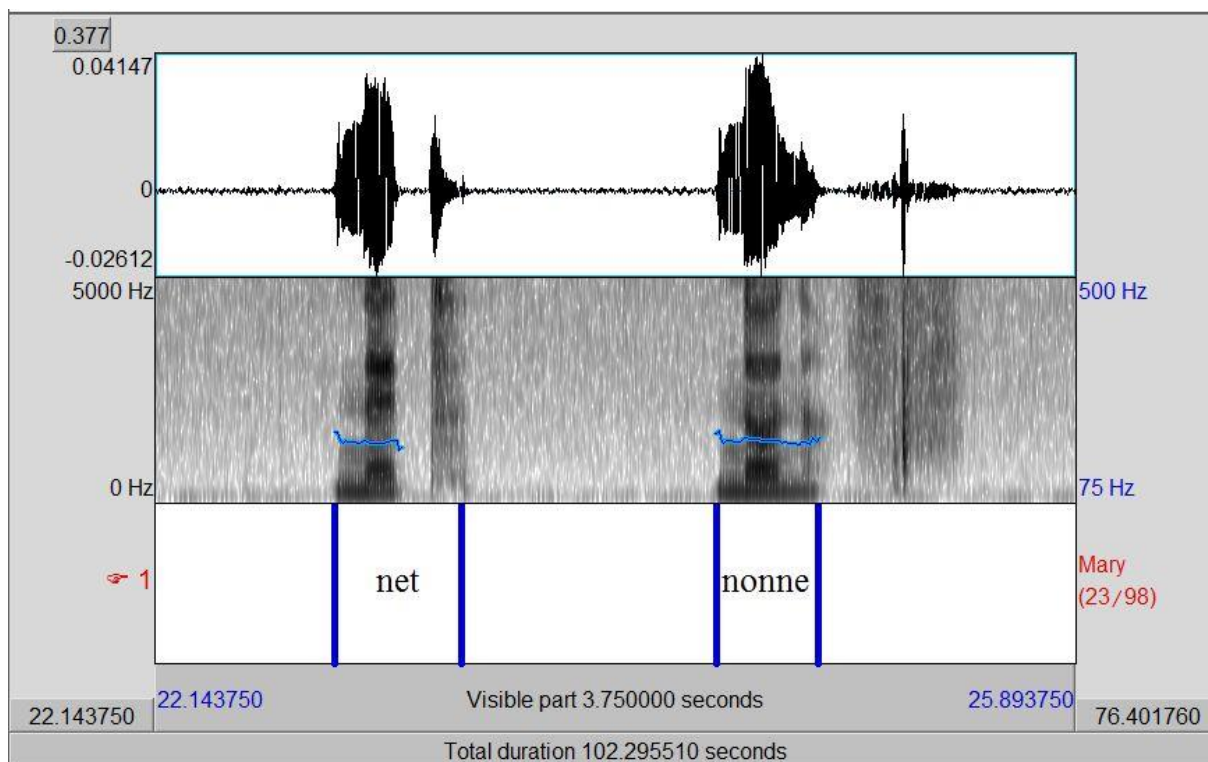


Figure 10: Exemples de sélection du signal acoustique sur deux mots cibles avec le logiciel Praat®

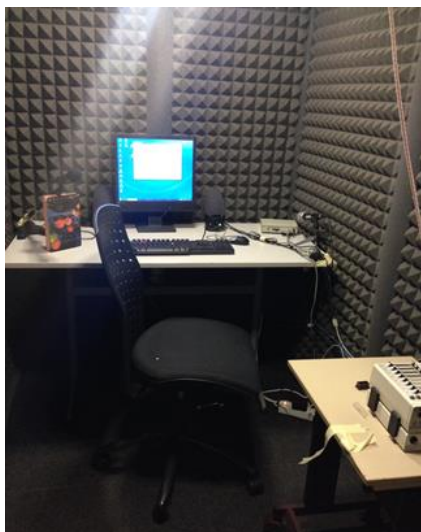


Figure 11: Cabine anechoïque du laboratoire de psycholinguistique expérimentale

Les participants ont été testés individuellement au sein d'une cabine anéchoïque (cf. Figure 11). La présentation des items, a été réalisée au moyen du logiciel E-Prime® en champ libre à une intensité confortable pour chaque sujet.

Pour l'ensemble des items de notre expérimentation, nous avons appliqué un intervalle entre les amorces et les cibles de 20 ms (ISI : interstimulus interval) préconisé pour maximiser les effets de l'amorçage phonologique (Dufour, 2008).

Chaque participant a effectué un entraînement sur six paires d'items après avoir entendu la consigne suivante : « Lors de cette expérience, vous allez entendre des mots en français. Vous allez entendre un premier mot immédiatement suivi d'un second. Vous devez appuyer sur la barre d'espace dès que vous entendez un mot correspondant à une pièce de quincaillerie. ». Ensuite, pour l'expérimentation, la consigne donnée visuellement diffère selon la catégorie sémantique et respecte l'ordre : couleur, vêtements, parties du corps humain, animaux. Ainsi les participants entendent l'instruction suivante : « Comme pour l'entraînement, vous allez entendre un premier mot immédiatement suivi d'un second. Pour cette [...] partie, vous devez appuyer sur la barre d'espace dès que vous entendrez un mot correspondant à [...]. ».

Le temps de passation de la tâche est d'environ 40 minutes. A ceci s'ajoute un temps d'installation du sujet constitué de la mise en place du bonnet BioSemi, de l'injection d'un gel à haute conductance dans chaque emplacement sur le bonnet (cf. Figure 6), et de la pose des électrodes EEG qui s'emboîtent dans leurs emplacements dédiés. Un temps post expérimentation est dédié ensuite au lavage des cheveux. L'expérimentation totale dure en moyenne 1h30.

Chapitre IV

PRESENTATION DES RESULTATS

I Les analyses EEG :

Dans une première partie nous allons, d'une part présenter les données sur lesquelles nos analyses ont porté et d'autre part rappeler le plan expérimental de notre étude ainsi que les types d'analyses effectuées. Dans une seconde partie, nous nous attacherons à décrire les résultats de notre étude par la comparaison des conditions Initiale et Non-reliée ainsi que des conditions Rime et Non-Reliée.

Suite à nos expérimentations, deux types de données ont pu être obtenues. Dans un premier temps, nous avons obtenu les moyennes des signaux électriques par sujet et par condition. Ensuite, de grandes moyennes ont été effectuées regroupant tous les participants par condition et pour les deux alignements, l'un sur le début du mot cible et l'autre sur la fin du mot cible. Ces moyennes constituent les données ERPs (Event-Related Potential ou potentiels évoqués). Dans un deuxième temps, ces analyses ont été complétées par l'analyse spatio-temporelle afin d'obtenir des cartes topographiques représentant l'activité cérébrale lors du traitement cognitif de la tâche par les sujets.

Le paradigme d'amorçage phonologique correspond au chevauchement de phonèmes communs entre amorces et cibles comparativement à une condition où amorces et cibles n'ont aucun lien phonologique. Dans le but de déterminer le moment où l'auditeur accède aux phonèmes, nous avons appliqué deux amorçages phonologiques différents: l'un portant sur l'initial et l'autre sur la rime. Notre étude comporte donc trois conditions expérimentales : l'Initiale, la Rime et la Non-Reliée. Pour ce faire, nous avons procédé à l'enregistrement de l'activité électrophysiologique cérébrale des participants grâce au paradigme de l'EEG. Les participants ont été soumis à une tâche de catégorisation sémantique dans le but d'éviter qu'ils ne portent leur attention sur l'amorçage phonologique, d'éviter la mise en place de stratégies ainsi que pour maintenir leur vigilance tout au long de la tâche.

Sur les données ERPs obtenues, nous avons appliqué des t-tests. En effet, ces derniers permettent de déterminer si les différences d'amplitude pour chaque électrode sont significatives pour la condition Initiale vs la condition Non-Reliée et pour la condition Rime vs la condition Non-Reliée. Les t-tests ont alors été effectués pour chaque Time Frame (TF), soit toutes les 2ms environ, sur l'ensemble de la période de l'ERP. Nous appliquons un t-test par Time Frame et par électrode. Notre expérimentation impliquant 128 électrodes sur une période de 500TF, 64000 t-tests ont alors été calculés. Ce nombre de t-tests étant très important cela multiplie les risques d'obtenir des résultats positifs dus au hasard. C'est pourquoi il est usuellement admis d'utiliser dix t-tests positifs de suite pour considérer un résultat comme étant significatif. De plus, nous avons considéré un seuil de significativité faible soit $p=0.01$.

Sur les données ERPs obtenues, nous avons appliqué des TANOVA. Les TANOVA s'appliquent sur les analyses de décours temporel. Le choix s'est porté sur ce test statistique car il permet de comparer en une seule fois les 128 électrodes. Les TANOVA ont donc été appliqués une fois par Time Frame (TF). Nous avons ainsi calculé 500 TANOVA ce qui nous permet de considérer un seuil de significativité à $p=0.05$. Nous avons considéré dix TANOVA consécutives comme étant un résultat significatif. Ce test détermine alors si l'activité électrique sur le scalp, recueillies par les électrodes à chaque Time Frame donné présente une configuration significativement différente.

Enfin, nous avons procédé à des analyses spatio-temporelles obtenues à partir des grandes moyennes de tous les sujets par condition. Nous obtenons ainsi six segmentations spatio-temporelles issues de nos trois conditions et de nos deux points d'alignement. Cette segmentation permet d'obtenir des cartes topographiques en déterminant des périodes de stabilité, lesquelles représentent des processus cognitifs différents.

II Description des Résultats

Quatre sujets sur 19 ont été exclus des analyses, trois pour des problèmes techniques et un à cause d'un nombre trop important d'électrodes rejetées lors de l'interpolation. Le taux d'époques ERP que nous avons éliminé pour l'ensemble des trois conditions est de 29.2% ; l'époque étant la période, pour chaque essai, du premier au dernier Time Frame. Lorsque les sujets ont répondu, par erreur, sur un item expérimental, l'essai a été systématiquement exclu lors du rejet d'artefacts. Par ailleurs, les items non expérimentaux, les fillers, n'ont pas fait l'objet d'analyses. Enfin, nos analyses EEG sont délimitées par les deux points alignements cités précédemment.

1 Comparaison des conditions Initiale et Non-Reliée

1.1 Résultats ERP : analyses de traces

Dans la condition Initiale, les amorces et les cibles sont reliées par l'attaque et le noyau vocalique pour les structures CVC (ex : baisse-bec) et CCVC (ex : crèche-crêpe). Dans le cas des structures CVCC, amorces et cibles se chevauchent jusqu'à l'avant dernier phonème inclus (ex : courbe-courge).

La figure 12A représente les différences d'amplitudes observées, pour chacune des 128 électrodes du scalp, entre la condition Initiale et la condition Non-Reliée, obtenues par les t-tests appliqués aux ERP. Cette figure correspond à l'alignement « zéro » soit à l'alignement sur le début du deuxième mot entendu par les participants : la cible.

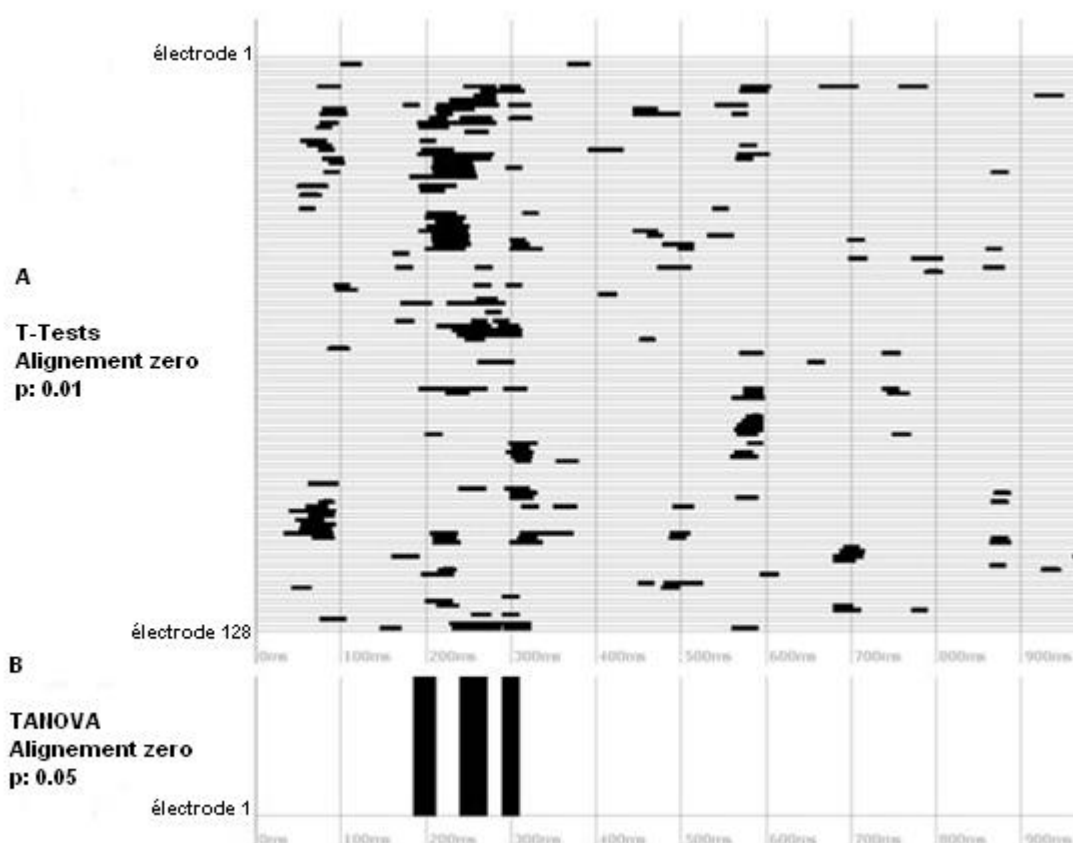


Figure 12: Conditions Initiale vs Non-Reliées, Alignement sur le début de la cible.
Ordonnées : électrodes, Abscisses : temps en milliseconde (ms).

Les traits noirs horizontaux correspondent à une différence significative ($p < 0.01$) sur la même électrode pour les conditions Initiale vs Non-Reliée pour chaque Time Frame (2ms). Nous avons considéré, pour éviter les faux positifs, 10TF consécutifs comme résultat significatif. Sur la figure 12B, nous remarquons que ces traits sont répartis de manière éparse sur l'ensemble de la période. Cependant, nous pouvons observer deux regroupements majeurs, un entre 50 et 100ms et un autre entre 200 et 300ms. Sur le reste de la période, nous n'observons pas de regroupement majeur.

Les barres noires verticales correspondent à une différence significative ($p < 0.05$) des données topographiques. Ainsi sur la figure 12, on observe trois barres. Une première barre apparaît entre 190 et 210ms, une seconde entre 240 et 275ms et une troisième entre 295 et 305ms.

Les différences d'amplitudes entre la condition Initiale et la condition Non-Reliée, obtenues par les t-tests appliqués aux ERP pour chacune des 128 électrodes du scalp, sont observables sur la figure 13A. Cette dernière correspond à l'alignement « end » soit à l'alignement sur la fin du deuxième mot : la cible.

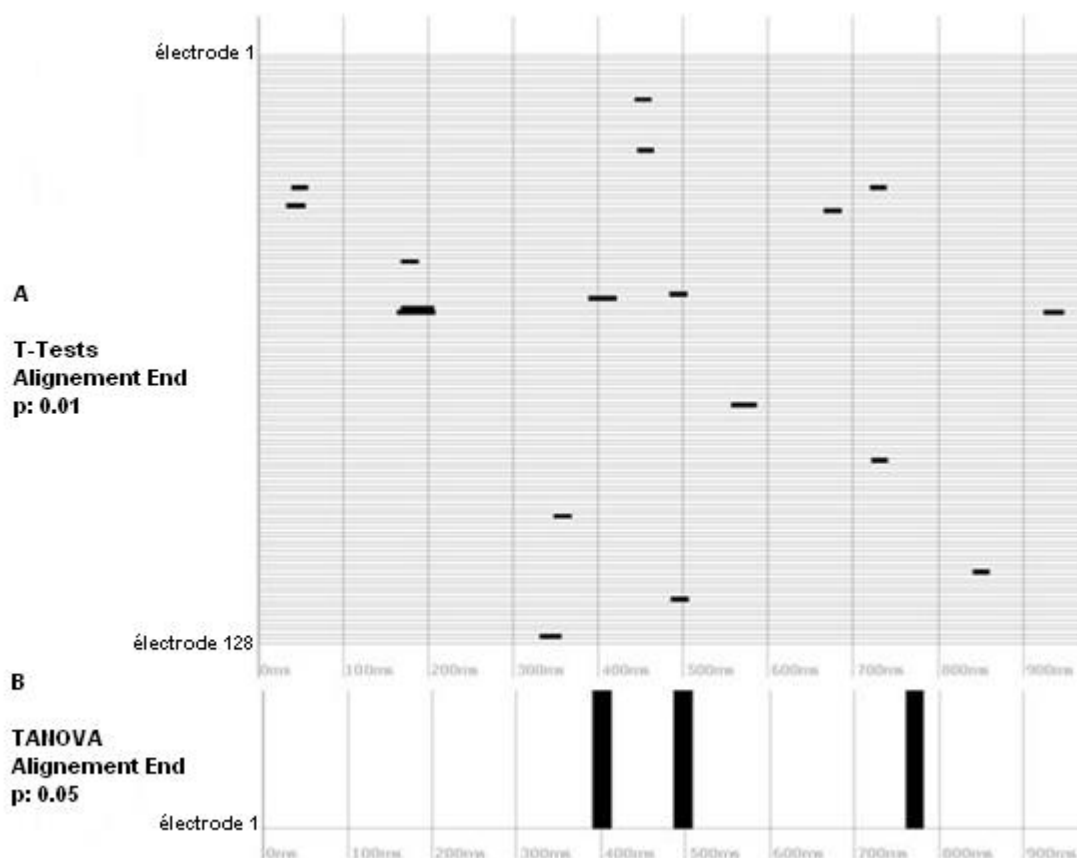


Figure 13: Conditions Initiale vs Non-Reliées, Alignement sur la fin de la cible.
Ordonnées : électrodes, Abscisses : temps en milliseconde (ms).

Les traits noirs horizontaux correspondent à une différence significative ($p < 0.01$) sur la même électrode pour les conditions Initiale vs Non-Reliée pour chaque Time Frame (2ms). Nous avons considéré, pour éviter les faux positifs, 10TF consécutifs comme résultat significatif. Nous observons, sur la figure 13B, qu'il y a peu de différences significatives pour les 128 électrodes entre les deux conditions. De plus, nous n'observons aucun regroupement sur la période.

Les barres noires verticales correspondent à une différence significative ($p < 0.05$) des données topographiques. Sur la figure 13, nous observons trois barres verticales. Une

première apparaît entre 390 et 410ms, une seconde entre 485 et 505ms, et une troisième entre 760 et 785ms.

1.2 Résultats ERP : segmentations spatio-temporelles

La segmentation spatio-temporelle, réalisée sur les grandes moyennes de l'ensemble de participants, pour la condition Initiale vs Non-Reliée, permet d'isoler neuf configurations topographiques stables appelées cartes (cf. Figure 14).

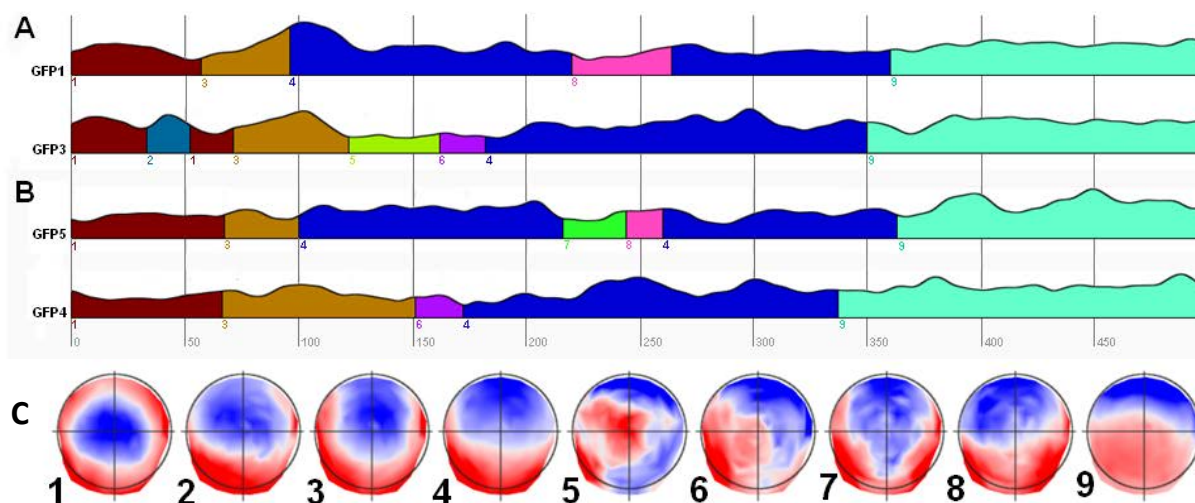


Figure 14: Segmentations Spatio-temporelles conditions Initiale (GFP1, GFP5) vs Non-Reliée (GFP3; GFP4);
A: Alignement « Zéro », B : Alignement « End », C : Configurations sur les scalps;
Axe des Ordonnées : Conditions, Axe des abscisses : Temps en ms

La figure 14A montre les segmentations topographiques des conditions initiale (GFP1) et Non-Reliée (GFP3) à partir d'un alignement « zéro » soit le début de la cible. Pour la condition initiale, on observe la présence de 5 cartes topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 56ms, une troisième entre 57 et 97ms, une quatrième carte entre 98 et 220ms puis entre 266 et 362ms, une huitième entre 221 et 265ms, et une neuvième entre 363 et 500ms. On constate que la condition Initiale ne présente pas les cartes 2, 5, 6 et 7.

Pour la condition Non-Reliée, on observe la présence de 7 cartes topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 47ms puis entre 53 et 71ms, une seconde entre 48 et 52ms, une troisième carte entre 72 et 123ms, une cinquième entre 124 et 162ms, une sixième entre 163 et 182ms, une quatrième entre 183 et 350ms et une neuvième entre 351 et 500ms. On constate que la condition Non-Reliée ne présente pas de cartes 7 et 8.

La figure 14A montre des différences entre les conditions Initiale et Non-Reliée au point d'alignement correspondant au début de présentation de la cible. On observe que les cartes 2, 5 et 6 sont présentes dans la condition Non-Reliée mais pas dans la condition Initiale. La carte 8 est présente en condition Initiale mais pas en Non-Reliée. La carte 7 n'est présente dans aucune des deux conditions. Par ailleurs, la carte 4 de la condition Initiale apparaît 82ms avant celle de la condition Non-Reliée et dure 45ms de moins ; cependant elle réapparaît dans cette condition à 266ms. De plus, la carte 3 en Non-Reliée commence 15ms après celle de la condition Initiale et est plus longue de 11ms.

La figure 14B représente les segmentations topographiques des conditions Initiale (GFP5) et Non-Reliée (GFP4) à partir du point d'alignement « end » soit la fin de présentation de la cible. Pour la condition initiale, on observe la présence de 6 cartes

topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 68ms, une troisième entre 69 et 100ms, une quatrième carte entre 101 et 225ms puis entre 261 et 365ms, une septième entre 226 et 245ms, une huitième entre 246 et 260ms et une neuvième entre 366 et 500ms. On constate que la condition Initiale ne présente pas les cartes 2, 5 et 6.

Pour la condition Non-Reliée, on observe la présence de 5 cartes topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 68ms, une troisième entre 69 et 151ms, une sixième entre 152 et 173ms, une quatrième entre 174 et 338ms et une neuvième entre 339 et 500ms. On constate que la condition Non-Reliée ne présente pas de cartes 2, 5, 7 et 8.

La figure 14B montre des différences entre les conditions Initiale et Non-Reliée au point d'alignement correspondant à la fin de la cible. On observe que la carte 6 est présente dans la condition Non-Reliée mais pas dans la condition Initiale. La carte 8 est présente en condition Initiale mais pas en Non-Reliée. Les cartes 2 et 5 ne sont présentes dans aucune des deux conditions. Par ailleurs, la carte 4 de la condition Initiale apparaît 73ms avant celle de la condition Non-Reliée et dure 40ms de moins mais réapparaît à 261ms. De plus, la carte 3 en condition Non-Reliée est plus longue de 51ms que dans la condition Initiale.

La figure 14C représente les zones d'activité cérébrale retrouvées sur le scalp. La première carte montre des zones d'activité positives sur le pourtour du scalp et négatives en central. La seconde carte montre des zones d'activité positives en postérieur et négatives en antérieur et central. La carte trois présente des zones d'activité positives en postérieur et temporal et négatives en antérieur et central. La quatrième présente des zones positives en postérieur et négatives en antérieur. Les cartes 5, 6, 7 et 8 présentent des topographies très bruitées. La carte 9 est positive en postérieur et négative en antérieur.

2 Comparaison des conditions Rime et Non-Reliée

2.1 Résultats ERP : analyses de traces

Dans la condition Rime, les amorces et les cibles sont reliées par le noyau vocalique et la coda (ex : sec-bec) soit la rime syllabique.

La figure 15A représente les différences d'amplitudes observées, pour chacune des 128 électrodes du scalp, entre les conditions Rime et Non-Reliée, obtenues par les t-tests appliqués aux ERP. Cette figure correspond à l'alignement « zéro » soit à l'alignement sur le début du deuxième mot, la cible.

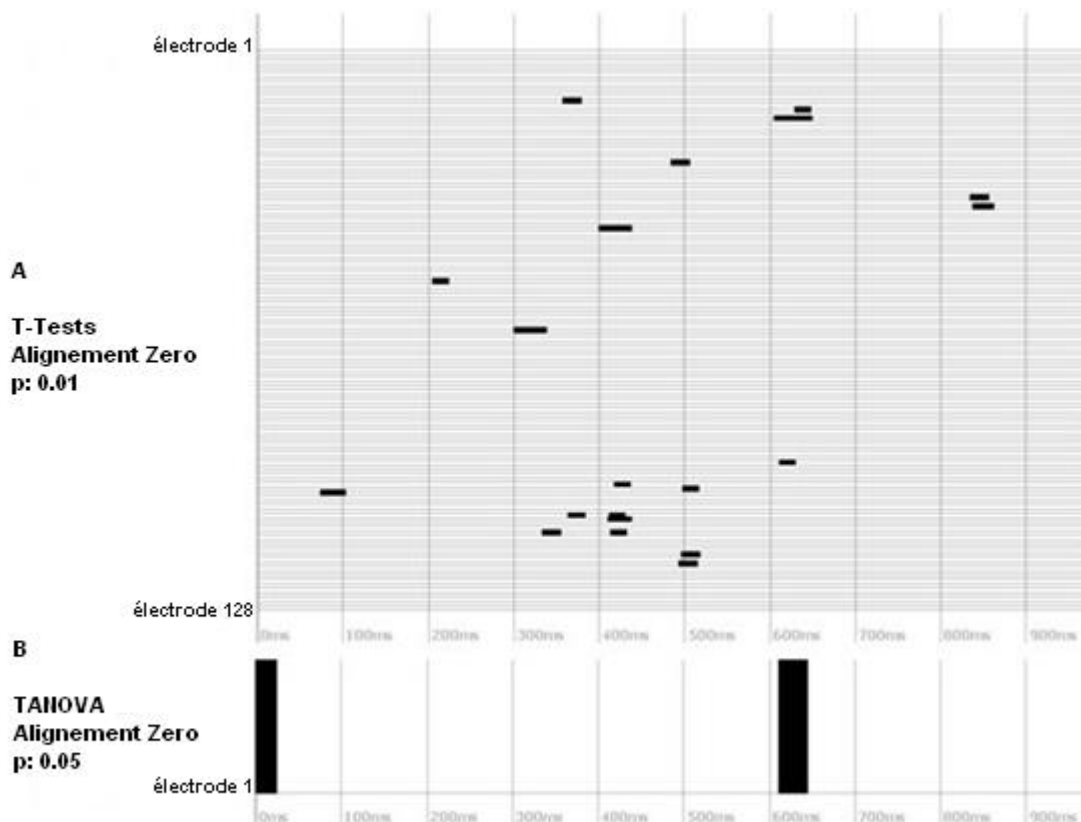


Figure 15: Conditions Rime vs Non-Reliées, Alignement sur le début de la cible.
Ordonnées : électrodes, Abscisses : temps en milliseconde (ms).

Les traits noirs horizontaux correspondent à une différence significative ($p < 0.01$) sur la même électrode pour les conditions Rime vs Non-Reliée pour chaque Time Frame (2ms). Comme nous pouvons l'observer sur la figure 15B, ces différences significatives entre les électrodes de ces deux conditions sont peu nombreuses et réparties de manière éparse sur l'ensemble de la période.

Les barres noires verticales correspondent à une différence significative ($p < 0.05$) des données topographiques. Sur la figure 15, deux barres apparaissent, l'une entre 0 et 25ms, et la seconde entre 610 et 650ms.

2.2 Résultats ERP : segmentation spatio-temporelles

La segmentation spatio-temporelle, appliquées aux grandes moyennes de l'ensemble de participants, pour la condition Rime vs Non-Reliée, permet de dégager neuf configurations topographiques stables (cf. Figure 16).

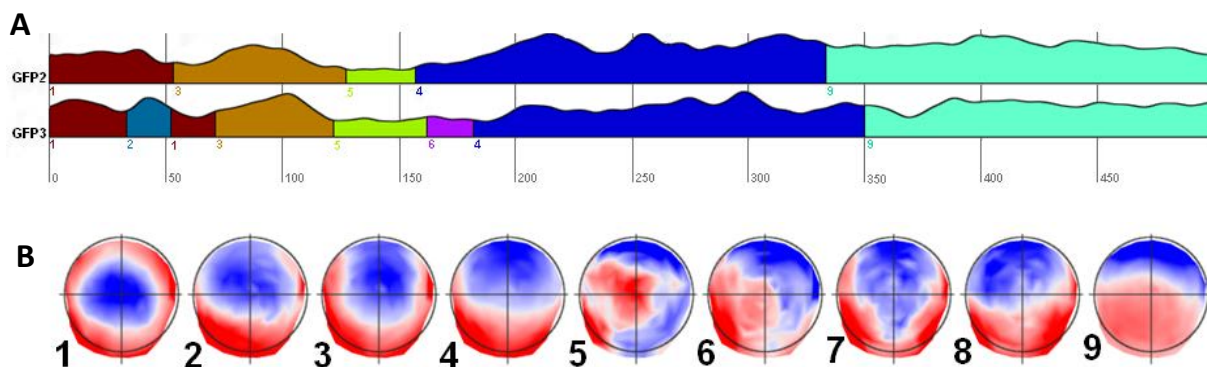


Figure 16: Segmentations Spatio-temporelles conditions Rime (GFP2) vs Non-Reliée (GFP3),
A : Alignement "zéro", B : Topographies;
Axe des Ordonnées : Conditions, Axe des abscisses : Temps en ms

La figure 16A montre les segmentations spatio-temporelles des conditions Rime (GFP2) et Non-Reliée (GFP3) à partir d'un alignement « zéro » soit le début de la cible. Pour la condition rime, on observe 5 cartes topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 52ms, une troisième entre 53 et 127ms, une cinquième carte entre 128 et 155ms, une quatrième entre 156 et 335ms, et une neuvième entre 336 et 500ms. On constate que la condition Rime ne présente pas les cartes 2, 6, 7 et 8.

Pour la condition Non-Reliée, on observe la présence de 7 cartes topographiques. Une première carte est retrouvée entre 0 et 47ms puis entre 53 et 71ms, une seconde entre 48 et 52ms, une troisième carte entre 72 et 123ms, une cinquième entre 124 et 162ms, une sixième entre 163 et 182ms, une quatrième entre 183 et 350ms et une neuvième entre 351 et 500ms. On constate que la condition Non-Reliée ne présente pas de cartes 7 et 8.

La figure 16A montre des différences entre les conditions Rime et Non-Reliée au point d'alignement correspondant au début de présentation de la cible. On observe que les cartes 2 et 6 sont présentes en condition Rime mais pas en Non-Reliée. Les cartes 7 et 8 ne sont retrouvées dans aucune des deux conditions. Par ailleurs, la carte 4 de la condition Rime apparaît 27ms avant celle de la condition Non-Reliée et dure 12ms de plus.

La figure 16B est la même que la figure 15C et représente les configurations topographiques retrouvées sur le scalp.

3 Résultats Complémentaires

Au vu des résultats précédents, nous avons décidé d'ajouter des données complémentaires pour pouvoir s'assurer que les sujets ont bien réalisé le traitement du matériel linguistique. Pour ce faire, il est nécessaire de s'appuyer sur un traitement cognitif que l'on suppose identique chez tous les participants, soit le traitement auditif du premier mot. Ainsi, nous avons choisi un point d'alignement correspondant au début du premier mot, l'amorce, dans le but d'observer les potentiels évoqués auditifs associés à la composante N100. Ces résultats seront alors comparés avec ceux de l'étude d'Astier portant sur une tâche de décision lexicale.

Nous avons donc recalculé, à partir des mêmes essais conservés et des mêmes interpolations, de nouvelles ERP et segmentations avec un alignement sur le début du premier mot (cf. Figure 17).

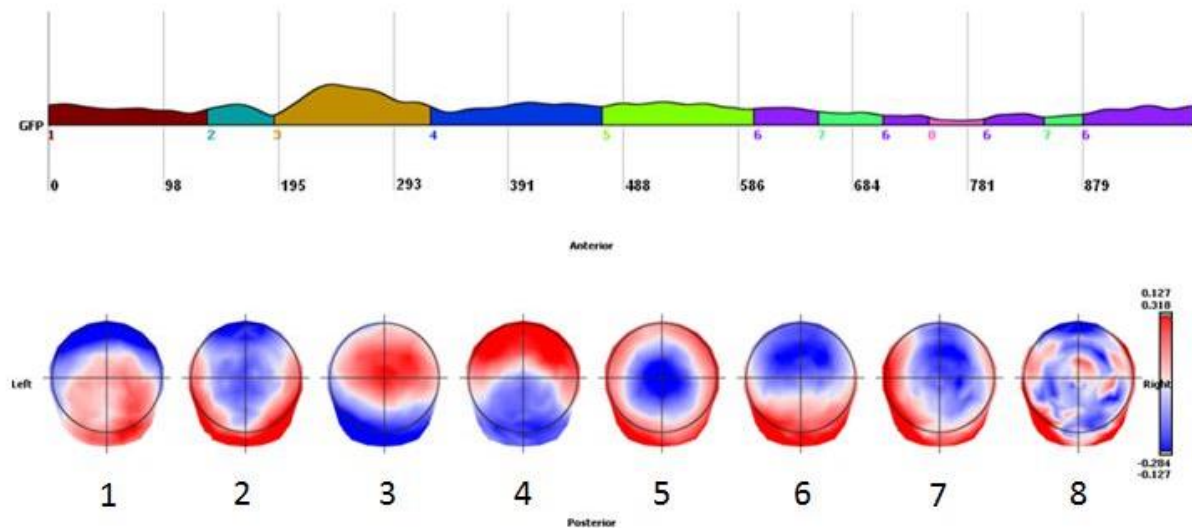


Figure 17: Segmentation spatio-temporelle, Alignement sur le début du premier mot: l'amorce.

Sur la figure 17, nous observons huit cartes topographiques. Une première carte apparaît entre 0 et 133ms, une seconde entre 134 et 189ms, une troisième entre 190 et 324ms, une quatrième entre 325 et 471ms et une cinquième entre 471 et 600ms. Une sixième carte apparaît entre 601 et 652ms, puis entre 708 et 748ms, puis entre 794 et 846ms, puis entre 878 et 977ms. Une septième carte est observée entre 653 et 707ms, puis entre 847 et 877ms et une huitième entre 749 et 793ms. Nous remarquons donc que la sixième carte correspond à une topographie qui revient quatre fois sur la période et la septième carte revient deux fois.

La première carte montre des zones d'activité cérébrale positives en postérieur et central et négatives en antérieur. La seconde carte montre des zones d'activité positives en postérieur et temporal et négatives en antérieur et central. La carte trois présente des zones d'activités positives en antérieur et central, et négatives en postérieur. La quatrième présente des zones positives en antérieur et négatives en postérieur. La cinquième est positive sur le pourtour et négative en central. La sixième est positive en postérieur et négative en antérieur et central. La septième carte est positive en postérieur et temporal gauche et négative en antérieur. La carte huit présente une distribution positive et négative anarchique.

Chapitre V

DISCUSSION DES RESULTATS

I Retour sur le cadre théorique et question de recherche

1 Cadre théorique

Le processus de reconnaissance des mots parlés est un processus complexe qui intéresse la recherche depuis de nombreuses années. En effet, l'auditeur effectue un traitement automatique pour percevoir et comprendre le message délivré par un locuteur. Pourtant, ce traitement du langage nécessite de résoudre un certain nombre de difficultés comme la segmentation du flux continu de la parole ou encore la perception des sons dans le bruit.

Pour résoudre la question de la reconnaissance des mots parlés, des modèles psycholinguistiques ont décrit différentes étapes du traitement du langage. Le modèle simplifié de la reconnaissance des mots parlés (Bagou et Frauenfelder, 2002) soutient l'idée que le signal acoustique est transformé en représentations phonologiques. Celles-ci sont ensuite utilisées pour localiser l'entrée lexicale appropriée dans le lexique mental de l'auditeur.

Le modèle COHORT (Marslen-Wilson et Welsh, 1978) propose que l'auditeur, soumis à la parole, procède à une sélection lexicale qui consiste en l'activation et l'inhibition de mots candidats, les compétiteurs. De plus, dans ce modèle, l'articulation complète du mot n'est pas nécessaire pour permettre à l'auditeur de le reconnaître. Cette reconnaissance se ferait dès le moment où l'information n'est plus compatible avec d'autres candidats lexicaux soit au point d'unicité phonologique du mot.

Selon le modèle TRACE (McClelland et Elman, 1986) l'auditeur accède à la parole par un processus de compétition lexicale autre que celui proposé par le modèle COHORT. En effet, tous les phonèmes du mot doivent être activés puis seuls ceux qui ne sont pas compatibles avec l'entrée auditive sont inhibés.

En parallèle des modèles, les mesures électrophysiologiques tentent de décrire précisément le processus de perception de la parole. Parmi celles-ci, des mesures neurophysiologiques, s'appuyant sur l'électroencéphalogramme (EEG) et les potentiels évoqués (Event Related Potential ERP), mettent en exergue des composantes spécifiques associées aux différentes étapes de la reconnaissance des mots parlés. Ainsi, la composante N400, dont le pic d'activation apparaît à 400ms après le début de présentation du stimulus, reflèterait le traitement sémantique. La composante N200, dont le pic d'activation apparaît entre 250 et 350ms après le début de présentation du stimulus, serait reliée au traitement prélexical ou phonologique.

La segmentation spatio-temporelle, par l'analyse des signaux EEG, permet de rendre compte précisément d'une activité cognitive spécifique. Il est donc intéressant d'utiliser cette technique pour décrire plus finement l'étape de l'accès aux représentations phonologiques.

Parallèlement, le paradigme d'amorçage phonologique est communément utilisé pour décrire le processus de reconnaissance des mots parlés. Ainsi, deux amorçages phonologiques, reliant amorces et cibles par des chevauchements de phonèmes initiaux ou finaux sont couramment proposés dans les études. Le chevauchement initial semble principalement faciliter l'accès aux représentations lexicales et le chevauchement final et plus particulièrement celui sur la rime semble, quant à lui, faciliter l'accès aux représentations phonologiques.

2 Objectif de l'expérimentation

La reconnaissance des mots parlés est un sujet qui anime particulièrement la recherche mais qui constitue toujours une question qui n'a pas été résolue. En effet, les

étapes associées à ce processus, qui ont été décrites le plus souvent grâce au paradigme des potentiels évoqués, ne correspondent qu'à des événements uniques mais ne permettent pas d'établir le déroulement temporel de la perception de la parole. C'est pourquoi, dans le cadre de notre étude, nous proposons d'associer à l'analyse ERP l'analyse topographique pour décrire précisément le moment où l'auditeur accède aux phonèmes.

Pour ce faire, nous avons élaboré une expérimentation d'amorçage phonologique où amorces et cibles sont reliées par un chevauchement initial et sur la rime, dans le but d'impacter dans le premier cas l'accès lexical, et dans le second l'accès phonologique et ainsi rendre plus saillant l'accès aux phonèmes. Nous avons donc proposé aux participants une tâche de catégorisation sémantique auditive afin d'éviter qu'ils ne mettent en place des stratégies et afin de détourner leur attention de notre matériel expérimental.

Pour répondre à notre problématique de recherche nous avons émis l'hypothèse qu'un amorçage phonologique congruent faciliterait l'accès aux représentations phonologiques contrairement à un amorçage non-relié. Nous supposons également que cette facilitation se manifesterait à des étapes précoces du processus de reconnaissance des mots parlés. Ainsi, nous nous attendions à ce qu'un amorçage phonologique portant sur l'initial et la rime modifierait l'activité neurophysiologique des participants, à des latences précoces (PMN 250 et 350ms), comparativement à un amorçage non-relié. Sur le plan neurophysiologique, nous nous attendions à ce qu'une carte topographique corresponde au traitement des phonèmes et que cette carte serait plus courte en condition d'amorçage sur la rime.

II Discussion des résultats

1 Rappels des résultats

Notre expérimentation compte trois conditions : Initiale, Rime et Non-Reliée. Dans le but d'analyser les ERPs nous avons comparé la condition Initiale avec la condition Non-Reliée, ainsi que la condition Rime avec la Non-Reliée. Ces comparaisons ont porté sur les grandes moyennes des potentiels évoqués de tous les sujets par condition.

Dans la comparaison des conditions Initiale vs Non-Reliée avec pour point d'alignement le début de la cible, les résultats des t-tests appliqués aux ERPs pour chacune des 128 électrodes, montrent des regroupements de différences d'amplitudes entre 50 et 100ms et 200 et 300ms. De plus, l'application des TANOVA aux ERPs permet de constater des différences significatives sur trois périodes : une première entre 190 et 210ms, une seconde entre 240 et 275ms et une troisième entre 295 et 305ms.

Dans la comparaison des conditions Initiale vs Non-Reliée avec pour point d'alignement la fin de la cible, les résultats des t-tests montrent des différences d'amplitudes éparpillées sur l'ensemble de la période. De plus, l'application des TANOVA aux ERPs permet de dégager trois périodes distinctes : une première entre 390 et 410ms, une seconde entre 485 et 505ms, et une troisième entre 760 et 775ms.

Dans la comparaison des conditions Rime vs Non-Reliée avec pour point d'alignement le début de la cible, les résultats des t-tests appliqués aux ERPs pour chacune des 128 électrodes, montrent des différences d'amplitudes éparpillées sur la totalité de la période. L'application des TANOVA aux ERPs permet d'identifier deux périodes : une première apparaît entre 0 et 25ms, et une seconde entre 610 et 650ms.

Les segmentations spatio-temporelles réalisées sur les grandes moyennes de l'ensemble des participants nous ont permis d'isoler neuf configurations topographiques stables. Les segmentations effectuées à partir du point d'alignement portant sur le début de la cible montrent que la carte 4 apparaît 82ms plus tôt dans la condition Initiale que dans la condition Non-Reliée. En ce qui concerne l'alignement sur la fin de la cible, la

carte 4 apparaît dans la condition Initiale 73ms plus tôt que dans la condition Non-Reliée. De plus, la carte 3 est plus longue de 51ms en condition Non-Reliée que dans la condition Initiale sur le point d'alignement portant sur la fin de la cible. Parallèlement, concernant la condition Rime, on retrouve une carte 4 qui apparaît 27ms plus tôt que dans la condition Non-Reliée.

Les résultats complémentaires, effectués à partir d'un alignement sur l'amorce, nous permettent de dégager huit cartes topographiques sur les segmentations spatio-temporelles. Les six premières cartes semblent refléter des traitements cognitifs spécifiques.

2 Commentaires des résultats

2.1 Comparaison des conditions Initiale vs Non-Reliée

La comparaison des conditions Initiale et Non-Reliée a été réalisée par l'application de t-tests, de TANOVA et de segmentations spatio-temporelles sur des ERPs regroupant tous les sujets, c'est-à-dire sur les grandes moyennes.

Pour l'alignement sur le début de la cible, les t-tests, associés aux TANOVA, mettent en évidence des différences significatives entre les conditions Initiale et Non-Reliée apparaissant entre 50 et 100ms puis entre 200 et 300ms. Ces résultats sont corroborés par les segmentations spatio-temporelles correspondantes. En effet, ces dernières montrent, en Initiale, une carte topographique 4, se produisant entre 98 et 200ms puis entre 266 et 362ms soit 82ms plus tôt que la carte 4 en condition Non-Reliée. Par conséquent, la carte 4 semble être associée à la composante électrophysiologique N200. En effet, cette dernière, mise en évidence par Connolly, Stewart et Phillips (1990), est décrite dans la littérature comme se produisant entre 250 et 350ms (Newman et Connolly, 2009). N200 est réputée refléter l'étape d'accès aux représentations phonologiques (Newman et al., 2003). Les résultats de notre étude suggèrent que l'accès aux phonèmes pourrait se produire plus précocement lors d'un amorçage phonologique portant sur un chevauchement initial plutôt qu'en condition Non-Reliée (Slowiaczek, Nusbaum et Pisoni, 1987 ; Slowiaczek et Hamburger, 1992 ; Dufour, 2008).

Pour l'alignement sur la fin de la cible, les t-tests, associés aux TANOVA, ne montrent aucune différence significative entre la condition Initiale et la condition Non-Reliée. De plus, aucune conclusion ne peut être tirée des résultats issus des TANOVA car ceux-ci ne sont pas concordants avec les résultats des t-tests. En revanche, les segmentations spatio-temporelles montrent une carte 4, en condition Initiale, qui apparaît entre 101 et 225ms puis entre 261 et 365ms soit 73ms avant celle retrouvée en condition Non-Reliée. Cela est à mettre en lien avec les résultats et les conclusions obtenus en condition Initiale à partir du point d'alignement sur le début de la cible.

2.2 Comparaison des conditions Rime vs Non-Reliée

La comparaison des conditions Rime et Non-Reliée a été réalisée par l'application de t-tests, de TANOVA et de segmentations spatio-temporelles sur des ERPs à partir des grandes moyennes.

Les t-tests associés aux TANOVA, en ce qui concerne l'alignement sur le début de la cible, ne permettent pas de vérifier nos hypothèses. En effet, les différences significatives sur la même électrode de ces conditions ne sont pas suffisamment nombreuses et sont réparties de manière éparse sur l'ensemble de la période. De plus, aucun résultat ne peut être extrait des données issues des TANOVA car celles-ci ne sont pas concordantes avec les résultats des t-tests.

Les segmentations spatio-temporelles de ces deux conditions montrent que la carte 4 de la condition Rime apparaît 27ms plus tôt que celle de la condition Non-Reliée et dure

12ms de plus. Ces différences ne permettent pas d'affirmer que la condition Rime favorise l'étape d'accès aux phonèmes.

2.3 Confirmation des hypothèses

Dans le cadre de notre étude, nous avons associé à l'analyse des ERPs une analyse spatio-temporelle dans le but d'indexer l'étape d'accès aux représentations phonologiques. Pour ce faire, nous avons utilisé le paradigme d'amorçage phonologique car celui-ci est réputé avoir un impact sur le traitement prélexical.

Nous supposons qu'un amorçage phonologique congruent faciliterait l'accès aux représentations phonologiques contrairement à un amorçage phonologique Non-Reliée. Ainsi, nous nous attendions à ce que les amorçages portant sur la rime et l'initial modifient l'activité neurophysiologique, lors de l'accès aux phonèmes, à des latences précoces, comparativement à l'amorçage en condition Non-Reliée. Dans le cas où une carte topographique serait associée à l'étape d'accès aux phonèmes, nous supposons que celle-ci serait plus courte dans la condition amorcée sur la rime. Enfin, nous émettions l'hypothèse secondaire que des effets de compétition lexicale seraient retrouvés à la fin de la présentation de la cible.

La figure 18, représente une synthèse des résultats des analyses spatio-temporelles obtenus. Sur cette figure, au point d'alignement sur le début de la cible, la condition Initiale correspond à la segmentation GFP1, la rime correspond à GFP2, et la condition Non-Reliée à GFP3. Pour le point d'alignement portant sur la fin de la cible, la condition Initiale correspond à la GFP5 et la Non-Reliée à la GFP4.

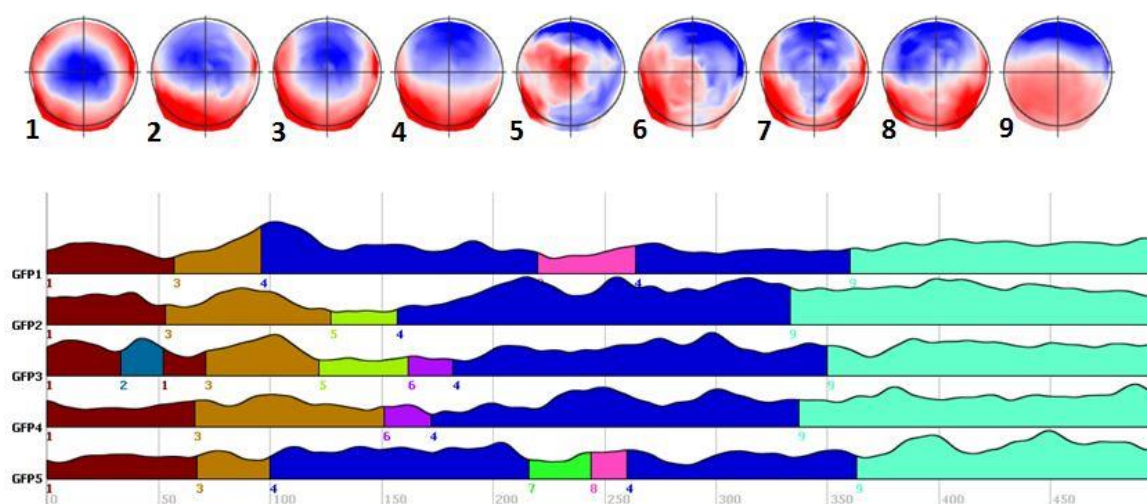


Figure 18: Synthèse des résultats des segmentations spatio-temporelles;
Ordonnées: conditions, Abscisse: temps.

Ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence la présence de la composante N100, correspondant à la réponse du cortex auditif primaire, car nos cartes 3 n'apparaissent pas au même moment dans les différentes conditions et ont des durées différentes. Cependant, nos résultats montrent qu'un amorçage phonologique, en condition reliée sur l'initial, permet d'accéder plus précocement à l'étape d'accès aux représentations phonologiques. De plus, la carte 4, en alignement sur le début de la cible, est plus courte en condition Initiale qu'en Non-Reliée. La topographie 4 réapparaît 46ms plus tard et ne semble pas, dans notre étude, être associée au même traitement cognitif que celle qui apparaît à 98ms. En outre, la carte 8 qui s'intercale entre les deux cartes 4, correspond probablement à la présence de bruit sur le signal. En ce qui concerne

l'alignement sur la fin de la cible, nos données ne permettent pas de conclure sur un effet lexical.

Nos résultats liés à l'amorçage sur la rime ne permettent pas de mettre en exergue l'étape d'accès aux phonèmes car la carte 4 ne semble pas présenter des différences significatives par rapport à celle de la condition Non-Reliée.

En conclusion, les données de nos travaux montrent que l'amorçage sur l'initial modifie, à des latences précoces, l'activité neurophysiologique de l'étape d'accès aux phonèmes, comparativement à l'amorçage non-relié.

En revanche, nos données portant sur l'amorçage en rime ne semblent pas montrer de modifications de cette activité.

Enfin, notre hypothèse qui suggérait que l'étape d'accès aux phonèmes serait plus courte en condition amorcée sur la rime est invalidée ainsi que l'hypothèse portant sur le traitement lexical.

2.4 Conclusion sur les résultats

Nos travaux n'ont pas permis de décrire précisément, dans le décours temporel de la reconnaissance des mots parlés, l'étape d'accès aux phonèmes. Seules quelques tendances ont pu être dégagées. En effet, en condition d'amorçage sur l'Initial, une carte topographique, apparaissant entre 98 et 200ms et entre 266 et 362ms après le début du premier mot, semble être associée à la composante électrophysiologique N200, laquelle est réputée être associée à l'étape d'accès aux phonèmes (Newman et al., 2003). Ces résultats ne permettent pas d'apporter des réponses précises sur l'étape d'accès aux représentations phonologiques.

Cependant, les résultats de nos travaux suggèrent que l'amorçage phonologique portant sur un chevauchement de phonèmes initiaux modifie, à des latences précoces, l'activité neurophysiologique de l'étape d'accès aux phonèmes, comparativement à l'amorçage non-relié. Ces résultats confirment ceux précédemment retrouvés par Slowiczek, Nusbaum et Pisoni (1987) lesquels soumettent l'idée qu'un chevauchement initial améliore l'identification des cibles, d'autant plus lorsque la taille du chevauchement initial, entre amorces et cibles, est importante.

Slowiczek et Hamburger (1992) observent une interférence lexicale quand la taille du chevauchement initial augmente. Ainsi, ces auteurs montrent que l'information phonologique faciliterait la reconnaissance des mots à un niveau pré-lexical mais induirait une compétition lexicale quand l'information phonologique augmente. Notre méthodologie permet de distinguer la facilitation, engendrée par un chevauchement initial, de la compétition lexicale. Ainsi, nos résultats qui mettent en évidence un accès plus précoce aux représentations phonologiques par un chevauchement initial sont à mettre en lien avec la facilitation phonologique et la compétition lexicale plus tardive ne s'influencent pas.

Ces données peuvent, également, être mise en lien avec l'étude de Dufour de 2008 qui décrit des effets d'amorçage en initial contradictoires. En effet, des facilitations ne sont pas systématiquement retrouvées car il est à supposer que cet amorçage produit un effet facilitateur au niveau prélexical et inhibiteur au niveau lexical. Notre étude pourrait alors confirmer l'effet facilitateur de l'amorçage initial au niveau prélexical.

Parallèlement, nos résultats liés à l'amorçage sur la rime ne permettent pas de mettre en exergue l'étape d'accès aux phonèmes. En effet, dans notre étude, l'amorçage phonologique sur un chevauchement sur la rime ne semble pas montrer de modifications de l'activité neurophysiologique. Ces données sont donc en contradiction avec l'effet facilitateur de la rime retrouvé dans la littérature (Radeau et al., 1995 ; Monsell et Hirsh, 1998) (cf. Annexe A.2).

De plus, l'absence d'effet de compétition lexicale laisse à penser que cet effet n'est pas suffisamment robuste pour apparaître dans notre étude.

Nous supposons alors que l'amorçage phonologique portant sur l'initial a permis d'obtenir un effet sur l'étape d'accès aux phonèmes car les structures CVCC et CCVC activent trois unités phonologiques dans cette condition, comparativement à l'amorçage sur la rime qui en active deux en CCVC. Par ailleurs, au vu des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que la durée de l'ISI choisi semble trop courte ce qui expliquerait que les participants n'aient pas traité le silence entre amorces et cibles et n'ont donc pas reconnu la cible comme un deuxième mot. Le choix et l'implication de la structure des mots et de l'ISI, seront plus largement évoqués dans la partie concernant la réflexion sur l'expérimentation.

2.5 Analyse des résultats complémentaires

Les résultats de notre expérimentation ne nous ont pas permis de vérifier nos hypothèses. Aussi, pour nous assurer que les sujets avaient bien entendu et traité les items, nous avons complété ces résultats par des analyses complémentaires. Ces dernières ont porté sur un nouveau point d'alignement situé au début de l'amorce, dans le but d'identifier la carte topographique correspondant au potentiel évoqué auditif N100 (Näätänen et Picton, 1987).

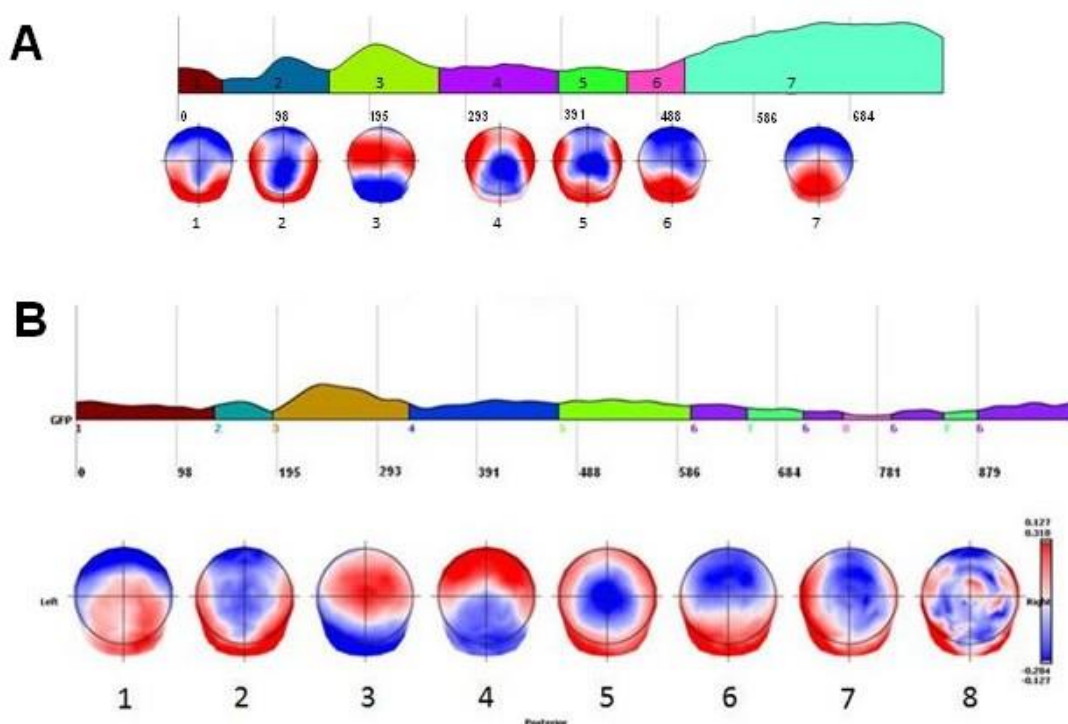


Figure 19: A : Segmentation spatio-temporelle issue des travaux de thèse de J.L Astier ; B : Segmentation spatio-temporelle alignement sur l'amorce issue de nos résultats

La segmentation spatio-temporelle de la figure 19B obtenue à partir des données complémentaires montre que la carte 2 semble correspondre à un potentiel évoqué auditif. La figure 19A illustre une segmentation spatio-temporelle issue des travaux de thèse d'Astier représentant le traitement effectué par les participants lors d'une tâche de décision lexicale pour des mots de haute fréquence, avec un alignement portant sur le début du mot. Lorsque nous comparons ces deux segmentations nous observons que notre carte 2 correspond à celle retrouvée dans les travaux d'Astier. Ces travaux ont permis de conclure que cette carte est associée à la composante N100. Nous pouvons donc affirmer que cette topographie est bien présente chez les sujets inclus dans notre étude et que ces derniers ont bien réalisé le traitement de notre matériel linguistique.

Par ailleurs, notre carte 3 peut être associée à la composante N200 tant sur le plan temporel que topographique. En effet, elle apparaît entre 190 et 324ms et présente des zones d'activités positives en antérieur et central, et négatives en postérieur (Dufour et al., 2013).

La présence de la N100 confirme que le signal auditif a bien été traité par l'aire auditive primaire autour de 100ms ce qui génère, sur le plan cortical, une onde négative, la N100. Cette ERP auditive est donc bien identifiée sur les signaux EEG. Cela confirme que les sujets ont bien entendu les stimuli et ont bien réalisé la tâche. De plus, cela laisse supposer que, dans notre expérimentation, le deuxième mot n'a pas été traité correctement.

III Réflexion sur l'expérimentation

1 Limitation et Biais

1.1 Les items du matériel expérimental

Notre matériel expérimental, qui se partage entre trois conditions (Initial, Rime et Non-Reliée), est composé de mots monosyllabiques de structures CVC, CVCC et CCVC. La plupart des études qui proposent le paradigme d'amorçage phonologique utilisent des mots monosyllabiques (Radeau, Morais et Segui, 1995 ; Monsell et Hirsh, 1998 ; Slowiaczek et al, 2000 ; Norris et al. 2002 ; Dufour et Peerman 2003 ; Mc Queen et Sereno, 2005). L'utilisation de mots monosyllabiques permet d'avoir les mêmes cibles pour les deux types d'amorçage et de comparer les différentes conditions entre elles, sur les mêmes participants, au cours d'une même manipulation. Ainsi, tous les items cibles ayant été traités par tous les participants, les effets des variables sur la reconnaissance des mots, tels que la fréquence ou le voisinage phonologique, ont été équilibrés. De plus, les items monosyllabiques présentent une faible variabilité au niveau de leur durée ce qui apporte une homogénéité au matériel expérimental.

Afin d'avoir un amorçage phonologique parfaitement homogène, il aurait été préférable que notre expérience ne comporte que des items CVC. Ainsi, en condition d'amorçage initial, amorces et cibles auraient été reliées par l'attaque et le noyau vocalique, alors qu'en condition d'amorçage sur la rime, le chevauchement aurait porté sur le noyau vocalique et la coda. Cependant, compte tenu du nombre important de mots nécessaires à notre expérimentation et du nombre de mots disponibles dans la langue française, nous avons été contraintes de rajouter les structures CVCC et CCVC. Par conséquent, en condition Initiale, les structures CCVC et CVCC présentent un chevauchement de trois phonèmes alors que la structure CVC n'en active que deux. En condition Rime, les structures CCVC et CVC activent deux phonèmes quand la structure CVCC en active trois. En effet, la structure CVCC entraîne un amorçage phonologique qui active trois phonèmes en condition rime au lieu de deux dans les autres structures (ex : CVCC : [buR₃]-[kuR₃] ; CCVC : [gɛp]-[kR_ɛp] ; CVC : [boR]-[poR]). L'amorçage sur l'initial active donc, au total, plus d'unités phonologiques que l'amorçage sur la rime. Ceci peut donc expliquer que notre condition initiale ait significativement impacté l'étape d'accès aux phonèmes comparativement à la condition Rime.

De plus, ces contraintes nous ont amenées à sélectionner quelques verbes conjugués en tant qu'amorces, or l'effet de ces items sur le traitement de la parole n'est pas connu. Il est possible que ces items n'activent pas de la même façon, les représentations phonologiques dans le lexique, que les noms communs.

1.2 Les différents paramètres du matériel expérimental

Plusieurs auteurs suggèrent que certains facteurs influencent la reconnaissance des mots parlés. C'est le cas notamment de la fréquence des mots, du voisinage phonologique et le délai entre amorce et cible (Inter Stimulus Interval ISI). Par ailleurs, pour ce qui concerne l'amorçage phonologique, le pourcentage de mots reliés (PRP) représente un paramètre à contrôler (cf. Annexe A).

1.2.1 L'effet de fréquence

L'effet de fréquence est souvent retrouvé dans la littérature comme étant un facteur influençant le temps de traitement de la parole.

En 1995, Radeau et al. ont observé, chez les participants, des temps de réaction plus courts pour les mots de haute fréquence que pour les mots de basse fréquence dans des tâches de shadowing et de décision lexicale. Taft et Hambly (1986), ajoutent que l'effet de fréquence est également retrouvé lorsque les mots de basse et de haute fréquence partagent le même point d'unicité.

Des recherches plus récentes en EEG (Dufour, Brunellière et Frauenfelder ; 2013) montrent que l'effet de fréquence joue un rôle dès les premiers moments de la reconnaissance des mots parlés. Lors d'une tâche de décision lexicale, ces auteurs ont analysé différentes composantes ERP ainsi qu'une fenêtre temporelle, située entre 550 et 650ms, utilisée pour étudier les effets tardifs de la composante N400. Aucun effet de fréquence au niveau de la N400 n'a été retrouvé. En revanche, une différence entre les mots fréquents et non fréquents apparaît autour de 350ms après le début de présentation du mot. De plus, au niveau de la fenêtre temporelle de la N400 tardive, l'amplitude de l'onde est plus grande pour les mots de basse fréquence que pour les mots de haute fréquence. En effet, quand la fréquence du mot cible est élevée, le choix de ce mot comme étant le meilleur candidat est facilité. Ainsi, la fréquence des mots est impliquée dans l'activation et la sélection lexicale et constitue un facteur à prendre en compte lors d'une expérience basée sur l'amorçage phonologique. Par conséquent, il est à penser que cet amorçage sera d'autant plus facilitateur si la cible est un mot fréquent.

Nous avons donc contrôlé la fréquence des amorces et cibles en condition reliées au moyen de la base de données Lexique 3.8. Cette base de données propose différentes manières de calculer la fréquence notamment en se référant aux sous-titres de corpus de films. Le calcul de la fréquence moyenne de chacun des 50 millions de mots recueillis a été effectué à partir de 9474 films ou saisons de séries. L'utilisation de films récents a permis l'élaboration d'un corpus au vocabulaire actuel et de termes caractéristiques au langage parlé contrairement à ce qui est retrouvé dans la littérature (New, Pallier, Ferrand et Matos, 2001).

Nous avons alors choisi le calcul de fréquence issu de films afin que notre matériel expérimental soit au plus près d'un langage quotidien. Aussi, nous avons sélectionné des mots cibles présentant une fréquence supérieure à cinq occurrences par million et inférieure à 200 ainsi que des mots amorces ayant une fréquence supérieure à 0.01 occurrences par million et inférieure à 200. Nous avons estimé qu'une fréquence supérieure à cinq occurrences par million, en ce qui concerne les cibles, est élevée. Cependant ce choix est arbitraire. Pour les amorces, notre choix initial de fréquence était plus élevé. Néanmoins, nous avons revu ce choix à la baisse car la langue française ne dispose pas d'un nombre suffisant de mots, ayant une fréquence plus élevée, répondant aux contraintes de notre expérimentation; chaque cible étant reliée à trois amorces différentes (initiale, rime, non-reliée). De plus, il est important que la fréquence des cibles soit supérieure à celle des amorces afin d'éviter que le traitement de la cible ne soit ralenti par un effet de compétition lexicale dû à la fréquence. Ce dernier paramètre représente une contrainte supplémentaire limitant le nombre d'items disponibles.

1.2.2 L'effet de voisinage phonologique

Un autre facteur, retrouvé dans la littérature, est reconnu pour impacter sur le processus de reconnaissance des mots parlés : le voisinage phonologique.

La densité de voisinage phonologique correspond selon Vitevitch, Luce, Pisoni et Auer (1999), aux nombres de mots phonologiquement proches d'un mot donné soit qui diffèrent par un seul phonème. Faisant référence à l'étude menée par Luce et Pisoni (1998) sur le modèle NAM (neighborhood activation model), ces auteurs suggèrent que la densité de voisinage affecte directement la reconnaissance des mots en termes de précision et de vitesse de traitement. En effet, plus un mot cible présente un grand nombre de voisins phonologiques, plus il active un nombre élevé de compétiteurs lexicaux et plus il sera difficile à identifier.

Goldinger, Luce et Pisoni (1990) retrouvent cet effet de voisinage. Au cours de leur étude, ces auteurs ont utilisé le paradigme d'amorçage phonologique afin d'évaluer l'influence du voisinage phonologique sur le processus de reconnaissance des mots parlés. Un effet significatif de la densité de voisinage est observé. En effet, les mots cibles présentant un faible voisinage phonologique sont reconnus plus précisément que ceux dont le voisinage est important. Ces résultats démontrent qu'une amorce phonologiquement proche du mot cible produit un effet inhibiteur sur la reconnaissance de ce mot. Les auteurs concluent que l'inhibition retrouvée reflète le processus de compétition lexicale entre plusieurs candidats lexicaux activés. Le voisinage phonologique affecte donc la reconnaissance et le traitement des mots parlés en termes de vitesse et de précision.

Plus récemment, Dufour et al. (2013) ont utilisé les ERP (PE) afin de déterminer à quel moment précisément l'effet de voisinage phonologique influe sur la reconnaissance des mots. Ces auteurs observent que cet effet affecte cette reconnaissance au niveau des composantes électrophysiologiques. Cet effet de voisinage se manifeste à un stade précoce, autour de 250 ms après présentation du stimulus. Il est donc observé sur la PMN qui implique le processus prélexical. En effet, l'amplitude de la PMN est plus grande pour les mots ayant un faible voisinage phonologique que ceux présentant un voisinage important. L'étude confirme qu'une densité élevée de voisins phonologiques génère des ERP précoces. Ce facteur induit une plus grande compétition entre les candidats lexicaux activés et ainsi, plus de difficulté pour sélectionner le mot cible.

Dans notre expérimentation, nous avons privilégié de contrôler la fréquence des stimuli expérimentaux, et plus particulièrement celle des cibles, au détriment du voisinage en raison du nombre important de stimuli. Cependant, l'effet de compétition lexicale, décrit par de nombreux auteurs, est également influencé par la densité du voisinage phonologique laquelle est susceptible de produire un effet inhibiteur sur le mot cible. Or, les cibles de notre matériel présentent des densités de voisinage différentes : les cibles CVC présentent en moyenne 22,1 voisins phonologiques ; les cibles CCVC une moyenne de 9,98 et les cibles CVCV une moyenne de 11,7 voisins. Ainsi, ces écarts pourraient laisser penser que la durée du traitement des cibles a été impactée de manière différente selon le nombre de voisins. Ceci pourrait expliquer, en partie, le bruit retrouvé sur les signaux EEG.

1.2.3 Le pourcentage d'amorces et de cibles reliées (PRP)

Le PRP correspond au nombre d'amorces-cibles reliées sur l'ensemble des stimuli. Ce pourcentage est communément manipulé dans les études en ERP utilisant l'amorçage phonologique. En effet, le PRP est permettrait d'éviter que les participants mettent en place des stratégies, lesquelles impacteraient l'effet d'amorçage.

En 1992, Goldinger, Luce et Pisoni émettent l'hypothèse qu'un PRP faible empêcherait certains biais comme la mise en place de stratégies par les sujets et l'effet d'apprentissage impliqué par l'amorçage. Ces auteurs ont constaté qu'un PRP de 50%

produit ces biais, tandis qu'un PRP faible de 10% les réduit significativement. Les résultats de l'étude de Hamburger et Slowiaczek (1996) corroborent ceux de Goldinger et al. (1992). Plus récemment, Dufour et Peerman (2004) retrouvent un effet d'amorçage facilitateur quand amorce et cible commencent par les mêmes premiers phonèmes et cela quand le PRP (25%) et l'ISI (50ms) sont faibles, limitant ainsi le développement de stratégies. Tous ces auteurs s'accordent sur le fait que contrôler le PRP est nécessaire.

Dans notre expérimentation, nous avons retenu un PRP de 13,8 % car cette variable apparaît comme un moyen de déjouer au mieux la mise en place de stratégies par les sujets. Ainsi, pour respecter un PRP faible, nous avons ajouté à notre matériel expérimental des items qui n'ont pas servi à nos analyses : les fillers.

1.2.4 L'intervalle entre deux stimuli (ISI)

ISI ou l'intervalle entre deux stimuli correspond au délai, calculé en milliseconde, entre la fin de présentation de l'amorce et le début de présentation de la cible. Ce paramètre est classiquement utilisé dans les études d'amorçage phonologique et est décrit comme un facteur influençant les temps de réaction des participants.

Goldinger et al., dans leur étude de 1992, observent que les réponses des participants sont plus rapides quand l'ISI est court (50ms vs 500ms). De plus, l'effet d'amorçage n'apparaît que pour un ISI de 50ms. Parallèlement, les auteurs retrouvent un effet d'amorçage inhibiteur pour les mots et facilitateur pour les NM quand l'ISI est de 50 ms. Ces résultats suggèrent que l'effet inhibiteur de l'amorçage phonologique est lié à une compétition lexicale.

En 1995, Radeau, Morais et Segui ont fait varier l'ISI au cours d'une étude d'amorçage phonologique constituée de mots monosyllabiques. Quelle que soit la tâche proposée aux participants, des facilitations ont été systématiquement retrouvées lors d'un chevauchement en position finale entre amorce et cible. Par ailleurs, ces auteurs ont constaté que l'ampleur de cet effet facilitateur diminue quand l'ISI augmente tandis que l'effet d'amorçage augmente quand l'ISI est plus petit (cf. Annexe A.2). Mc Queen et Sereno (2005) tirent ces mêmes conclusions. Au cours d'une tâche de décision lexicale, les auteurs ont constaté qu'un amorçage phonologique portant sur un chevauchement final ou initial induit des temps de réaction plus rapides chez les participants quand l'ISI est de 50 ms que ceux observées avec un ISI de 2000 ms (cf. Annexe A).

Au cours d'une revue de littérature concernant l'amorçage phonologique, Dufour (2008) constate que l'effet facilitateur de l'amorçage diminue quand l'ISI augmente. Cependant, plus l'ISI augmente plus les participants mettent en place de stratégies. L'effet de l'ISI est facilitateur lors d'un amorçage sur un chevauchement final contrairement au chevauchement initial qui produit des effets facilitateur ou inhibiteur (cf. Tableaux 2 et 3).

Les conclusions de l'ensemble de ces études ont conforté notre choix d'appliquer un ISI de faible durée pour l'ensemble du matériel linguistique, soit un intervalle de 20 ms. Ce choix a été motivé par le souhait de maximiser l'effet d'amorçage au cours de notre expérimentation.

Au vu des résultats obtenus, nous pouvons émettre l'hypothèse que la durée de l'ISI choisi paraît trop courte. En effet, les résultats complémentaires, portant sur un alignement sur le premier mot, ont montré, par la présence de la N100, que les participants ont bien effectué un traitement auditif sur l'amorce. Ainsi, ne retrouvant pas cette même carte auditive pour le deuxième mot, nous avons pu conclure que les participants n'ont pas traité le silence entre les deux mots comme un vrai silence, séparant formellement l'amorce de la cible. Ceci serait donc en lien avec un ISI trop court qui aurait influé le traitement de la cible.

1.3 La tâche de catégorisation sémantique

Selon Norris et al. (2002) la tâche de décision lexicale implique un risque d'anticipation et de mise en place de stratégies automatiques chez les participants. Les auteurs démontrent que même avec un PRP faible (20%), les participants peuvent encore mettre en place ces stratégies lors d'une tâche de décision lexicale. Ces processus automatiques témoignent de l'activation de représentations pré-lexicales. L'étude montre que lorsque le participant entend un non-mot phonologiquement relié à un autre, il a tendance à dire que ce non-mot existe. Sa réponse sera alors influencée par cet amorçage ce qui représente un biais dans la tâche de décision lexicale. Les conclusions de cette étude nous ont donc incitées à proposer une tâche de catégorisation sémantique plutôt qu'une tâche de décision lexicale. La tâche de catégorisation sémantique consiste à déterminer si un mot fait partie d'une catégorie ou non.

Dans le cadre de notre étude, il est essentiel que l'utilisation du paradigme d'amorçage phonologique ne soit pas formulée aux participants. Ainsi, nous avons proposé une tâche de catégorisation sémantique, déjà utilisée en EEG (Holcomb, Grainger et O'rourke, 2002 ; Massol, Grainger, Dufau et Holcomb, 2010 ; Grainger, Lopez, Eddy, Dufau et Holcomb, 2012), qui présente, également, l'avantage de détourner l'attention des participants. En effet, en 2002, Holcomb, Grainger et O'rourke faisant référence aux travaux menés par Carreiras et al. (1997), précisent que cette tâche permet de contrôler l'activité des sujets. Ces auteurs ajoutent que les mesures ERP, comme la N400, ne seraient pas sensibles aux variations de la tâche et permettraient alors de mettre en évidence des processus de base.

Pour réaliser la tâche de catégorisation sémantique, nous avons réparti l'ensemble du matériel expérimental et non expérimental au sein de quatre blocs représentant les quatre catégories (couleurs, vêtements, parties du corps, animaux). Nous avons fait en sorte que le nombre d'items sémantiquement congruents au sein de chacun des blocs ne dépasse pas un seuil supérieur à 20%. En moyenne, ce nombre représente 18,2 % du nombre total d'items par bloc. Cependant, compte tenu du nombre important d'items, certaines erreurs se sont glissées au sein des blocs. En effet, certains items expérimentaux pouvaient être considérés comme faisant partie de la catégorie et ont donc dus être supprimées de nos analyses. Par exemple, l'item expérimental langue se trouve dans la catégorie partie du corps pour le groupe 1 (cf. Annexe E.1).

1.4 La question du nombre de participants

Initialement, notre plan expérimental comportait trois groupes de participants, afin que notre expérimentation soit parfaitement symétrique. En effet, chaque cible est reliée à trois types amorces (Initiale, Rime, Non-Reliée) et chaque groupe traite toutes les cibles mais avec des amorçages différents. Il est donc nécessaire d'avoir trois groupes pour que nos cibles soient traitées trois fois dans les trois types d'amorçage (cf. Tableau 5).

Tableau 5: Exemples de la répartition du matériel expérimental par condition et par groupe

	Amorçage Initial	Amorçage Rime	Amorçage Non-Relié
Groupe 1	Baisse-Bec	Guêpe-Crêpes	Blues-Perte
Groupe 2	Perce-Perte	Sec-Bec	Masque-Crêpes
Groupe 3	Crèche-Crêpes	Verte-Perte	Grog-Bec

Cependant, des problèmes techniques et des contraintes temporelles ne nous ont pas permis d'avoir un troisième groupe de participants. De ce fait, le plan expérimental n'est plus symétrique car les cibles n'ont été traitées que deux fois. La comparaison des conditions, Initiale vs Non-Reliée et Rime vs Non-Reliée, est ainsi directement impactée car un item cible n'a été traité que dans deux conditions expérimentales. En effet, quand le groupe 1 traite la cible « crêpes » en amorçage rime, le groupe 2 la traite en non-reliée ; quand le groupe 2 traite la cible « perte » en initial, le groupe 1 la traite en non-reliée. Cependant, quand la cible « bec » est traitée en initial par le groupe 1, elle est traitée en rime dans le groupe 2, mais aucun sujet ne la traite en condition non-reliée. Ainsi, certaines cibles traitées en Initial et Rime par les groupes 1 et 2, n'auront pas leur équivalent en condition Non-Reliée du fait de l'absence du groupe 3. Ceci biaise donc les comparaisons de conditions.

Notre expérimentation ne compte donc que deux groupes soit 15 participants, quatre ayant été rejetés, contre 30 participants initialement prévus. Ainsi, notre expérimentation compte huit participants dans le groupe 1 et sept pour le groupe 2, alors que notre étude aurait dû compter trois groupes de dix participants. Ce manque de participants constitue une limite à nos résultats EEG car il est nécessaire, pour obtenir des moyennes acceptables, d'avoir un nombre de participants supérieur à 25. Cela apporte donc du bruit sur le signal EEG, ce qui le rend difficile à analyser. Cependant, les résultats des analyses complémentaires, effectuées à partir de l'alignement sur le début de l'amorce, montrent que ce nombre de participants nous permet quand même d'obtenir des cartes topographiques associables à des composantes comme la N100.

Enfin, nous supposons que le nombre limité de participants n'a permis de voir que les effets les plus robustes, à savoir l'effet prélexical de l'amorçage initial, car les effets les plus faibles semblent masqués par le bruit.

1.5 L'interpolation des électrodes

L'interpolation d'électrodes est une opération qui se déroule en deux étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de rejeter les électrodes qui captent un signal considéré comme déviant, soit un signal non physiologique. Par la suite, un calcul, permettant de reconstruire le signal des électrodes rejetées est effectué, grâce au moyennage des électrodes environnantes. Comme préconisé dans le manuel d'utilisation de Cartool®, nous avons respecté un pourcentage de rejet d'électrodes inférieur à 12% puisque nous totalisons en moyenne 10.1% d'électrodes rejetées.

2 Implications de l'étude et perspectives

Notre expérimentation d'amorçage phonologique associée à l'EEG s'inscrit dans le cadre d'un projet plus large, en recherche fondamentale. Ce projet de thèse cherche à apporter des réponses plus précises sur le décours temporel des étapes qui sous-tendent la reconnaissance des mots parlés. Ainsi, ces étapes, comme l'accès aux représentations phonologiques et lexicales, pourront être indexées.

Au sein de ce projet plus vaste, notre étude vise à décrire à quel moment l'auditeur tout venant accède aux phonèmes. De ce fait, l'implication clinique de notre expérimentation n'est pas au premier plan, mais pourrait avoir des répercussions à plus long terme sur la pratique orthophonique. En effet, nos résultats apportent des éléments de réponse pour décrire l'étape d'accès aux phonèmes mais n'ont pas permis de résoudre cette problématique.

A l'instar des nombreuses études publiées sur la reconnaissance des mots parlés, notre étude utilise un matériel linguistique composé de mots isolés. Pourtant, le langage spontané se présente comme un flux continu où les auditeurs sont rarement soumis à l'écoute de mots isolés. Cependant, il nous a été nécessaire de proposer ce type de matériel car l'écoute de phrases, qui ajoute des traitements cognitifs supplémentaires,

parasiterait les processus précis que l'on souhaite observer. De plus, les conditions expérimentales impliquant de contrôler des variables telles que l'intensité, le débit et l'articulation, ne sont pas le reflet parfait du langage au quotidien. Malgré nos efforts pour se rapprocher au mieux de la parole naturelle, la situation même d'expérimentation reste artificielle. Il serait intéressant, dans un premier temps, de répliquer ce type d'expérience avec un matériel composé de phrases voire d'un langage spontané plus proche de la réalité de l'auditeur.

Notre étude apporte des éléments de réponses concernant l'adulte lequel dispose déjà d'un lexique mental étoffé. Or, il pourrait être intéressant que des recherches s'emparent de cette problématique auprès d'enfants qui présentent, quant à eux, un lexique mental en cours d'acquisition.

En parallèle, lorsque le décours temporel chez le sujet tout venant sera clairement décrit, il sera alors pertinent d'approfondir les connaissances concernant les sujets porteurs de pathologies. Des sujets présentant des troubles de la parole dus à des problèmes cognitifs, comme des personnes aphasiques ou ayant subi un traumatisme crânien par exemple, pourront faire l'objet de futures études dans ce domaine. En effet, un patient ayant un trouble sur une étape isolée de la reconnaissance des mots parlés pourra faire l'objet d'un examen EEG permettant d'observer une modification de la carte topographique associée à l'étape concernée. Il sera également possible de vérifier que les autres étapes présentent, ou non, un fonctionnement prototypique. Cela contribuera à confirmer les hypothèses diagnostiques de l'examen clinique. De tels travaux ont été proposés dans le domaine de la production de la parole par Laganaro, Morand, Michel, Spinelli et Schnider en 2011.

CONCLUSION

La perception de la parole, largement étudiée dans la littérature, représente encore un sujet soumis à de nombreuses inconnues. A ce jour, certains modèles psycholinguistiques, comme COHORT (Marslen-Wilson et Welsh, 1978), TRACE (McClelland et Elman, 1986) ou le modèle simplifié de la reconnaissance des mots parlés de Bagou et Frauenfelder (2002), ont permis de décrire les différentes étapes du traitement de la parole. Parallèlement, des études comportementales et électrophysiologiques, menées notamment en EEG, ont permis d'associer aux étapes de reconnaissance de la parole, des composantes électrophysiologiques comme la N200 (Connolly et al., 1990) et la N400 (Kutas et Hillyard, 1980, 1984). Les avancées de la recherche ont largement contribué à résoudre la problématique de la perception de la parole, cependant, aucun décours temporel précis n'a été décrit.

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'un projet plus large en recherche fondamentale qui vise à décrire le processus de reconnaissance des mots parlés. Pour ce qui nous concerne, nous nous sommes attachées à indexer l'étape d'accès aux représentations phonologiques afin de répondre à la question suivante : à quel moment l'auditeur accède-t-il aux phonèmes ? Pour ce faire, nos travaux se sont appuyés sur une nouvelle méthodologie qui n'a, jusqu'à présent, jamais été appliquée à la reconnaissance des mots parlés. En effet, au cours de notre expérimentation d'amorçage phonologique utilisant un EEG à 128 électrodes, nous avons associé à l'analyse ERP, des analyses spatio-temporelle et topographique. De plus, notre paradigme d'amorçage phonologique relie amorces et cibles selon deux types de chevauchement, l'un portant sur l'initial et l'autre sur la rime.

Les résultats retrouvés au cours de notre étude, n'ont pas permis de déterminer précisément le moment où l'auditeur accède aux phonèmes. En effet, les données recueillies, soumises à certains biais, ne permettent pas d'identifier formellement une carte topographique précise que nous pourrions relier à l'étape d'accès des représentations phonologiques. En revanche, ces résultats suggèrent qu'un amorçage phonologique portant sur un chevauchement initial faciliterait d'avantage l'étape d'accès aux phonèmes qu'un amorçage phonologique sur la rime.

Malgré les résultats obtenus, notre étude offre de nouvelles perspectives à la recherche dans le domaine la reconnaissance des mots parlés. Dans un premier temps, la poursuite de la thèse dans laquelle nous nous inscrivons, apportera des éléments de réponse plus précis à la description du décours temporel de la parole. Par ailleurs, il serait intéressant de reproduire notre méthodologie en utilisant un matériel linguistique qui proposerait, aux participants, l'écoute d'énoncés proches du langage spontané. D'autres perspectives pourraient porter sur le développement de la reconnaissance des mots parlés chez l'enfant. Enfin, nos travaux, à plus long terme, pourrait être associés à des recherches auprès de sujets atteints de pathologies neurologiques affectant la perception de la parole.

REFERENCES

- Allopenna, P. D., Magnuson, J. S., & Tanenhaus, M. K. (1998). Tracking the time course of spoken word recognition using eye movements: Evidence for continuous mapping models. *Journal of memory and language*, 38(4), 419-439.
- Bagou, O., & Frauenfelder, U. H. (2002). Alignement lexical et segmentation de la parole. *Revue française de linguistique appliquée*, 7(1), 67-82.
- Connolly, J. F., Phillips, N. A., Stewart, S. H., & Brake, W. G. (1992). Event-related potential sensitivity to acoustic and semantic properties of terminal words in sentences. *Brain and Language*, 43(1), 1-18.
- Connolly, J. F., Stewart, S. H., & Phillips, N. A. (1990). The effects of processing requirements on neurophysiological responses to spoken sentences. *Brain and Language*, 39(2), 302-318.
- Crouzet, O. (2000). *Segmentation de la parole en mots et régularités phonotactiques: Effets phonologiques, probabilistes ou lexicaux?* (Doctoral dissertation, Université René Descartes-Paris V).
- Dahan, D., Magnuson, J. S., & Tanenhaus, M. K. (2001). Time course of frequency effects in spoken-word recognition: Evidence from eye movements. *Cognitive psychology*, 42(4), 317-367.
- De Jaeger, C., & Cherin, P. (2009). Intérêt des potentiels évoqués cognitifs dans l'étude du vieillissement chez l'homme. *Médecine & Longévité*, 1(1), 44-55.
- Dufour, S. (2008). Phonological priming in auditory word recognition: When both controlled and automatic processes are responsible for the effects. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 62(1), 33.
- Dufour, S., Brunellière, A., Frauenfelder, U. H. (2013). Tracking the time course of word frequency effects in auditory word recognition with event-related potentials. *Cognitive Science*, 37(3), 489-507.
- Dufour, S., & Peereman, R. (2004). Phonological priming in auditory word recognition: Initial overlap facilitation effect varies as a function of target word frequency. *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, (14, Vol. 3, 2004).
- Dumay, N., Benraïss, A., Barriol, B., Colin, C., Radeau, M., & Besson, M. (2001). Behavioral and electrophysiological study of phonological priming between bisyllabic spoken words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(1), 121-143.
- Frauenfelder, U., & Nguyen, N. (2000). La reconnaissance des mots parlés. JA Rondal & X. Seron (éds), *Troubles du Langage: Bases Théoriques, Diagnostic et Rééducation*, Bruxelles: Mardaga, 213-240.
- Goldinger, S. D., Luce, P. A., & Pisoni, D. B. (1989). Priming lexical neighbors of spoken words: Effects of competition and inhibition. *Journal of memory and language*, 28(5), 501-518.
- Goldinger, S. D., Luce, P. A., Pisoni, D. B., & Marcario, J. K. (1992). Form-based priming in spoken word recognition: the roles of competition and bias. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), 1211.
- Grainger, J., Lopez, D., Eddy, M., Dufau, S., & Holcomb, P. J. (2012). How word frequency modulates masked repetition priming: An ERP investigation. *Psychophysiology*, 49(5), 604-616.

-
- Hagoort, P., & Brown, C. M. (2000). ERP effects of listening to speech: Semantic ERP effects. *Neuropsychologia*, 38(11), 1518-1530.
- Hamburger, M., & Slowiaczek, L. M. (1996). Phonological priming reflects lexical competition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 520-525.
- Holcomb, P., Grainger, J., & O'rourke, T. (2002). An electrophysiological study of the effects of orthographic neighborhood size on printed word perception. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, 14(6), 938-950.
- Jacquier, C. (2008). *Étude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques* (Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, France).
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in cognitive sciences*, 4(12), 463-470.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427), 203-205.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, (307), 161-3.
- Laganaro, M., Morand, S., Michel, C. M., Spinelli, L., & Schnider, A. (2011). ERP correlates of word production before and after stroke in an aphasic patient. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(2), 374-381.
- Laganaro, M., Valente, A., & Perret, C. (2012). Time course of word production in fast and slow speakers: a high density ERP topographic study. *Neuroimage*, 59(4), 3881-3888.
- Lebreton, K., & Eustache, F. (2002). Apports de l'imagerie fonctionnelle cérébrale à la modélisation des effets d'amorçage. *L'année psychologique*, 102(2), 299-320.
- Marslen-Wilson, W. D., & Welsh, A. (1978). Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech. *Cognitive psychology*, 10(1), 29-63.
- Massol, S., Grainger, J., Dufau, S., & Holcomb, P. (2010). Masked priming from orthographic neighbors: An ERP investigation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(1), 162.
- McCallum, W. C., Farmer, S. F., & Pocock, P. V. (1984). The effects of physical and semantic incongruities on auditory event-related potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 59(6), 477-488.
- McClelland, J. L., & Elman, J. L. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive psychology*, 18(1), 1-86.
- McMurray, B., Clayards, M. A., Tanenhaus, M. K., & Aslin, R. N. (2008). Tracking the time course of phonetic cue integration during spoken word recognition. *Psychonomic bulletin & review*, 15(6), 1064-1071.
- McQueen, J. M., & Sereno, J. (2005). Cleaving automatic processes from strategic biases in phonological priming. *Memory & cognition*, 33(7), 1185-1209.
- Monsell, S., & Hirsh, K. W. (1998). Competitor priming in spoken word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(6), 1495.
-

-
- Murray, M. M., Brunet, D., & Michel, C. M. (2008). Topographic ERP analyses: a step-by-step tutorial review. *Brain topography*, 20(4), 249-264.
- Näätänen, R., & Picton, T. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology*, 24(4), 375-425.
- New B., Pallier C., Ferrand L., Matos R. (2001) Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE, *L'Année Psychologique*, 101, 447-462.
<http://www.lexique.org>
- Newman, R. L., & Connolly, J. F. (2009). Electrophysiological markers of pre-lexical speech processing: Evidence for bottom-up and top-down effects on spoken word processing. *Biological psychology*, 80(1), 114-121.
- Newman R.L., Connolly J.F., Service E. Mcivor K. (2003). Influence of phonological expectations during a phoneme deletion task: Evidence from event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 40 (2003), 640-647.
- Norris, D., McQueen, J. M., & Cutler, A. (2002). Bias effects in facilitatory phonological priming. *Memory & Cognition*, 30(3), 399-411.
- Radeau, M., Morais, J., & Dewier, A. (1989). Phonological priming in spoken word recognition: Task effects. *Memory & Cognition*, 17(5), 525-535.
- Radeau, M., Morais, J., & Segui, J. (1995). Phonological priming between monosyllabic spoken words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(6), 1297.
- Renault, B., & Garnero, L. (2004). L'imagerie fonctionnelle EEG-MEG: principes et applications. Dans M. Kibler, J. C. Poizat. *La Physique pour la Santé: du diagnostic à la thérapie* (p. 71-85).
- Slowiaczek, L. M., & Hamburger, M. (1992). Prelexical facilitation and lexical interference in auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), 1239.
- Slowiaczek, L. M., McQueen, J. M., Soltano, E. G., & Lynch, M. (2000). Phonological representations in prelexical speech processing: Evidence from form-based priming. *Journal of Memory and Language*, 43(3), 530-560.
- Slowiaczek, L. M., Nusbaum, H. C., & Pisoni, D. B. (1987). Phonological priming in auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(1), 64.
- Slowiaczek, L. M., & Pisoni, D. B. (1986). Effects of phonological similarity on priming in auditory lexical decision. *Memory & Cognition*, 14(3), 230-237.
- Taft, M., & Hambly, G. (1986). Exploring the cohort model of spoken word recognition. *Cognition*, 22(3), 259-282.
- Vitevitch, M. S., Luce, P. A., Pisoni, D. B., & Auer, E. T. (1999). Phonotactics, neighborhood activation, and lexical access for spoken words. *Brain and language*, 68(1), 306-311.

ANNEXES

Annexe A : Revue de la littérature sur l'amorçage phonologique

1. Chevauchement sur l'initial

Auteurs	Année	Titre	Tâche	Chevauchement	Matériel	Résultats	Remarques
Slowiaczek et Pisoni	1986	Effects of phonological similarity on priming in auditory lexical decision	Exp 1: TDL	1,2,3	Cibles : 98 mots (49 de HF et 49 de BF) et 98 NM monosyllabiques Amorces (mots et NM) : variation du nombre de phonèmes identiques : 1, 2, 3 PRP: 75% ISI: 50, 500ms	Effet significatif de la lexicalité : RT mots 968 ms vs RT NM 1041ms Effet significatif de la fréquence : RT HF 990 vs RT BF 1019ms Interaction Fréquence/Lexicalité Différence significative pour 3ph (1038,11ms) vs 2ph (1008,37) et 3ph vs 1ph (1008,37) Pas de facilitation sur les RT des mots et des NM quand le chevauchement entre amorce et cible augmente. Résultats retrouvés pour ISI de 50 et 500ms	Effet de lexicalité et de fréquence. Facilitation quand les cibles sont précédées par des amorces identiques. Pas de facilitation évidente quand amorces et cibles partagent des informations phonologiques initiales (en contradiction avec le modèle COHORT). Pas effet de l'ISI (50, 500) retrouvé.
			Exp 2: TDL		Même matériel + condition 2ph supprimée + ajout de la condition non-reliée (aucun ph identique) PRP: 75% ISI: 50ms	Effets de fréquence et de lexicalité retrouvés Différence significative entre condition identique vs autres conditions (idem Exp1) Pas d'autre différence significative retrouvée	
Slowiaczek et al.	1987	Phonological priming in auditory word recognition	Exp1: identification	1,2,3	Cibles: 100 mots monosyllabiques Amorces: 100 mots monosyllabiques 5 types d'amorces : 0,1,2, ou 3 ph initiaux + condition identique	Pas de différence entre la condition non-reliée vs reliée 1ph Plus le chevauchement en nombre de ph est important (2,3, identique) plus les performances sont bonnes. La condition identique produit les meilleures identifications	Ces résultats confirment les prédictions du modèle COHORT : un chevauchement initial augmente l'identification des cibles. Plus le chevauchement est grand meilleures sont les performances. Le statut lexical de l'amorce modulerait les effets sur l'identification de la cible.
			Exp 2: Identification		Identique Exp 1 + PM ajoutés en tant qu'amorces.	La condition reliée 3ph produit une augmentation significative des performances vs condition non-reliée. Pas de différence entre 1 et 2ph.	
Radeau et al.	1989	Phonological priming in spoken word recognition: Task effects	Exp 1 : TDL et Shadowing	1,2,3	Cibles: mots et PM bisyllabiques de type CV/CV ou CV/CVC Fréquence contrôlée Amorces : mots bisyllabiques, reliées par le 1er ph, ou la 1ère syllabe ou en répétition (sauf pour PM) et non-relées PRP: 50% SOA: 850ms	En TDL : Effet de lexicalité. RT plus rapides quand 1ph (mots : 711ms et PM 714 ms vs syllabe 716 ms et 745ms) Effet significatif de la condition répétition pour les mots (576ms) vs les autres conditions. Pas d'effet facilitateur retrouvé sur les mots cibles dans les 2 tâches, sauf pour la condition répétition (plus fort en TDL). Dans les 2 tâches, un chevauchement phonologique partiel amène un effet d'interférence sur la réponse (plus fort en TDL)	
			Exp 2 : TDL et Shadowing		Cibles : items bisyllabiques de 4ph de type CV/CV Amorces : PM, reliées par le 1 ^{er} ph, la 1 ^{ère} syllabe, les trois 1 ^{er} ph + non-relées. PRP : 50% SOA : 850ms	En TDL : Effet d'interférence pour les PM plutôt que pour les mots. Effet facilitateur observé lors d'un chevauchement de 3ph pour les mots.	
Hamurger et Slowiaczek	1996	Phonological priming reflects lexical competition	Exp: Shadowing	1,2,3	Cibles: mots monosyllabiques de 3 à 5ph. Amorces : mots monosyllabiques de 3 à 6ph. Conditions reliées : identique, 1,2 ou 3 premiers ph, ou non-reliée. Variations: PRP 75% + ISI 500ms ou PRP 21% + ISI 50ms	RT plus courts quand PRP 21% vs PRP 75%. Si PRP 75% : RT plus longs si 3 ph vs 2 et 1ph. Si PRP 21% : RT 1ph et 2ph sont plus rapides que les RT en condition non-reliée.	La facilitation avec 1 ou 2ph initiaux a été retrouvée seulement avec un PRP élevé et un ISI long. Quand plus de 2ph, l'interférence a été retrouvée quels que soit le PRP et l'ISI. Hypothèse : des stratégies influencent la facilitation quand 1 ou 2ph sont partagés. Quand plus de 2ph, l'interférence reflèterait un processus automatique.

Slowiaczek et Hamburger	1992	Prelexical facilitation and lexical interference in auditory word recognition	Exp 1A: Shadowing	1,2,3	Cibles: mots monosyllabiques de 4 à 5 ph. Amorces: mots monosyllabiques reliés par le 1 ^{er} ph, les 2 ou les 3 premiers ph, identique, et non reliés. PRP: 75% ISI: 500ms	RTs: 1ph (888ms) < 2ph (895ms) < all (901ms) < 0ph (916ms) < 3ph (918ms) Condition 1ph significativement plus rapide. Condition 3ph significativement moins rapide qu'en condition 1 (mais pas entre la 2 et la 1). Facilitation quand amorces et cibles partagent le phonème initial contrairement à la condition non reliée. Augmentation du temps de Shadowing quand le nombre de ph augmente de 1 à 3.	Effet de facilitation quand une cible est précédée par une amorce Mot ou NM ayant le même ph initial. Mais effet de facilitation retrouvé quand l'amorce est présentée auditivement; pas quand elle est présentée visuellement (exp B non présentée ici). Ceci évoque le niveau pré-lexical. Une interférence lexicale a été observée quand le chevauchement phonologique entre l'amorce et la cible croît de 1 à 3ph pour les amorces mots mais pas pour les NM. Hypothèses: L'information phonologique faciliterait la reconnaissance des mots et cela est le résultat de l'activation d'un niveau prélexical. Quand l'info phonologique augmente, cela crée une compétition au niveau lexical.
			Exp 2A: Shadowing		Identique Exp 1A + condition identique éliminée. PRP: 75% ISI: 500ms	RT: 1ph (934ms) < 2 (940ms) < 0 (953ms) < 3 (969ms) RT en condition 1 significativement supérieurs qu'en condition 0. RT non significativement plus lents entre les conditions 2 et 1ph.	
			Exp 3A: Shadowing		Identique Exp 1A + amorces remplacées par des NM. PRP: 75% ISI: 500ms	RT: 2 (817ms) < 1 (819ms) < 3 (831ms) < 0 (840ms) Facilitation entre la condition 1 ph et 0 ph retrouvée. La différence entre la condition 1ph et 3ph n'est pas significative, de même que la différence entre la condition 2 et 1 ph et la condition 2 et 3ph. La lexicalité des amorces n'est pas essentielle à l'effet de facilitation mais elle est importante dans l'effet d'interférence. La facilitation obtenue serait donc due à l'activation de modalité spécifique à un niveau pré-lexical.	
Dufour et Peerman	2003	Lexical competition in phonological priming: Assessing the role of phonological match and mismatch lengths between primes and targets	Exp 1A: Shadowing	2,3,4	Cibles: mots monosyllabiques de type CCVC Amorces: mots monosyllabiques Conditions reliées: les 2 premiers ph mais différant sur les 2 derniers, ou les 3 premiers ph et pas le dernier, ou non-reliée (pas de ph en commun). PRP: 25% ISI: 50ms	2ph (817ms) < contrôle (825ms) < 3ph (840ms) Effet principal du type d'amorce est significatif. Réponses significativement plus lentes (15ms) pour 3ph par rapport au contrôle. Pas de différences significatives entre 2ph et contrôle.	Hypothèse: la compétition lexicale dépendrait de la longueur du chevauchement phonologique. Les amorces partageant plus de 2 ph avec les cibles seraient de forts compétiteurs, lesquels qui ralentiraient alors la reconnaissance des mots cibles. Ceci déterminerait les effets de compétition entre les amorces et les cibles dans ce type d'amorçage et serait lié aux nombres de ph qui diffèrent ou au ratio entre le nombre de ph identique et le nombre de ph différents entre amorce et cible.
			Exp 1B: Shadowing		Cibles: mots monosyllabiques de type CVCC Amorces: mots de type CVCC reliés par: idem Exp 1A PRP: 25% ISI: 50ms	2 ph: contrôle (334ms) < relié (840ms). 3 ph: contrôle (324ms) < relié (844ms). Effet principal significatif du type d'amorce et de l'interaction entre type d'amorce et chevauchement mais l'effet principal du chevauchement n'est pas significatif. Effet d'amorçage retrouvé que dans la condition 3 ph.	
			Exp 2: Shadowing		Cibles: mots monosyllabiques de type CVC Amorces: mots monosyllabiques reliés par les deux premiers ph ou non-reliés. PRP: 25% ISI: 50ms	Contrôle (798ms) < relié (808ms) Les RT sont plus lents de 10 ms en relié vs contrôle. L'inhibition observée lors d'un chevauchement portant sur les 2 ph initiaux semble robuste. Un chevauchement de 2 ph est suffisant pour provoquer un effet inhibiteur sous réserve que les amorces et les cibles ne diffèrent que par leur dernier ph.	

			Exp 3: Shadowing		Cibles: mots bisyllabiques de 5 ph. Amorces : mots bisyllabiques de 5 ph reliés en partageant les 3 premiers ph et divergeant sur les deux derniers, ou partageant les 4 premiers ph et divergeant sur le dernier ou non-reliés. PRP : 25% ISI : 50ms	Contrôle (862ms)< 3 ph (869ms)< 4 ph (885ms) RT significativement plus lents (23ms) quand les cibles sont précédées par une amorce avec un chevauchement de 4ph vs contrôles. Pas de différence significative entre la condition 3 ph et la condition contrôle. Lors d'un chevauchement de 3ph, aucune inhibition n'est observée quand les amorces diffèrent des cibles sur leur 2 derniers ph. Cela soutient l'idée que le nombre de phonèmes divergeant entre l'amorce et la cible est une variable essentielle dans la détermination de l'inhibition au cours du processus de reconnaissance des mots cibles.	
			Exp 4: Shadowing		Identique Exp 3 mais avec mesure des temps des segments qui diffèrent entre l'amorce et la cible. ISI de 50ms pour la condition 2 (2 ph différent) et ISI de 211ms pour la condition où 1 ph diffère.	Contrôle (803ms)< 2 ph différents (808ms)< 1 ph différent (846ms). RT significativement plus lents (43ms) quand les cibles sont précédées par des amorces divergeant sur 1ph vs contrôle. Pas de différence significative observée entre 2 ph différents et la condition contrôle. Le manque d'effet d'amorçage inhibiteur, dans le cas de 2 ph qui diffèrent, ne peut être attribué à un temps plus long s'écoulant entre les segments de chevauchement dans les amorces et les cibles. De plus, accroître l'ISI n'a pas éliminé l'effet d'amorçage inhibiteur.	

Dufour et Peerman	2004	Phonological priming in auditory word recognition : initial overlap facilitation effect varies as a function of target word frequency	Exp 1: Shadowing	1ère syllabe	2 conditions : mono et bisyllabique Cibles: mots mono et bisyllabiques de BF Amorces : mots bisyllabiques reliés par la 1 ^{ère} syllabe ou non-reliés. PRP : 25% ISI : 50ms	Monosyllabiques : relié (742ms)< contrôle (777ms) ; Bisyllabiques : relié (741ms)< relié (742ms) ; RT plus courts dans la condition « bisyllabiques contrôles » (742ms) vs condition « monosyllabiques » (770ms). Les cibles précédées par des amorces reliées (752ms) amènent des réponses plus rapides que celles précédées par les amorces non-reliées (759ms) Un effet d'amorçage observé seulement pour la condition « monosyllabiques ».	L'amorçage phonologique est observé quand il n'y a pas d'incompatibilité phonologique (ex : cou – coulisse). Quand les amorces ont des phonèmes non partagés avec la cible (ex : couture/coulisse) aucun effet d'amorçage ne se produit. Effet de facilitation retrouvé quand amorces et cibles commencent par les mêmes 1ers phonèmes et quand le développement de traitements stratégiques est évité (PRP et ISI faibles). Effet de facilitation de l'amorçage pour les HF mais pas pour les BF. Cela suggère que cet effet n'est pas dû à des anticipations stratégiques. La fréquence des mots cibles est un facteur déterminant dans l'observation des effets de facilitation ; du moins pour les paires amorce/cible bisyllabiques.
			Exp 2: Shadowing		Cibles: mots bisyllabiques dont la moitié est de HF et l'autre de BF. Amorces : idem Exp 1, les fréquences n'ont pas d'écart significatif entre elles. PRP : 25% ISI : 50ms	HF : relié (759ms)< contrôle (782ms) BF : relié (787ms)< contrôle (788ms) Les mots de HF (771ms) impliquent des réponses plus rapides que les mots BF (788ms). Effet d'amorçage uniquement sur les HF. Les cibles précédées par des amorces reliées (773ms) amènent des réponses plus rapides que celles précédées par les amorces non-reliées (785ms)	
McQueen et Sereno	2005	Cleaving automatic processes from strategic biases in phonological priming	Exp B: TDL	1	Mots monosyllabiques de type CVC, CVCC ou CVCCC Amorces : mots Cibles : mots et NM ISI : 50, 500 ou 2000ms	Effet principal de l'ISI mais seulement pour les RT : les réponses sont plus rapides quand l'ISI est court. Les RT pour les cibles attendues sont plus rapides et les réponses plus précises vs cibles non-attendues.	Les résultats s'accordent pour montrer qu'il y aurait des composantes contrôlées et automatiques en amorçage phonologique. Lors de différents chevauchements initiaux, 3 facteurs sont en jeu : une facilitation pré-lexicale automatique, la compétition lexicale et des traitements stratégiques.
			Exp C: TDL	3	Mots monosyllabiques de type CCVC, CCVCC ou CCVCCC Amorces : mots Cibles : mots et NM ISI : 50, 500 ou 2000ms	Les RT pour les cibles attendues sont plus rapides et les réponses plus précises vs cibles non-attendues. Les réponses sont plus précises pour les cibles reliées par les 3 phonèmes vs non-reliées.	

Abréviations : PM : Pseudo-Mot, NM : Non-Mot, BF : Basse Fréquence, HF : Haute Fréquence, RT : Temps de Réaction, ERP : Event Related Potential, ISI : Interstimulus interval, PRP : Pourcentage d'amorces/cibles reliées, TDL : Tâche de décision Lexicale, Ph : Phonème.

2. Chevauchement sur la rime

Auteurs	Année	Titre	Tâche	Matériel	Résultats	Remarques
Radeau, Morais et Segui	1995	Phonological Priming Between Monosyllabic Spoken Words	Exp 1 : TDL	Exp 1-2 : ISI de 20ms Exp 3-4 : ISI de 500ms Mots isolés : 3Ph/1Syllabe (CCV ou CVC) Mots fréquents et peu fréquents. Point d'unicité en fin de mot.	RT plus rapides lors d'un chevauchement final (Exp 1, en condition amorce HF-cible BF : RT 849 ms en final vs 891 ms en initial. En condition amorce BF – cible HF : RT 696 ms vs 701 ms). RT plus rapides pour les mots fréquents (Exp 1, mots HF : RT sont plus rapides de 173 ms que les mots BF et de 170 ms dans l'Exp 3). Effet facilitateur sur les mots constants et non affecté par la fréquence des mots.	Effet plus grand quand ISI plus petit (RT plus longs de 76 ms dans Exp 4 que les Exp 1 et 2). Effet retrouvé pour les deux tâches. Effet pré lexical. Hypothèse : l'effet facilitateur retrouvé lors d'un amorçage sur le chevauchement final serait lié à la rime.
			Exp 2 : Shadowing			
			Exp 3 : TDL			
			Exp 4 : Shadowing			
Monsell et Hirsh	1998	Competitor priming in spoken word recognition	Exp 1A-1B: TDL	Paires d'items monosyllabiques partageant l'initial (noyau + coda) ou la rime. 1A : Mot-Mot ; NM-NM1B : NM-Mot ; Mot-NMISI : 2min	1A : Effet facilitateur quand mot-mot reliés par la rime (soit 847ms vs 850ms si initial). Pas d'effet retrouvé en NM-NM. 1B : Effet facilitateur quand NM-Mot reliés par rime.	Effet facilitateur sur la rime mais uniquement en condition Mot-Mot.
			Exp 2A-2B : TDL	Matériel identique à Exp 1 mais avec des compositions de séquences d'essais différentes	Effet facilitateur sur la rime pour tout type de cibles avec une amorce Mot	
Slowiaczek et al.	2000	Phonological representations in prélexical speech processing: evidence from from-based priming	Exp 1 : Shadowing	Mots anglais monosyllabiques Chevauchement final sur de 1/2/3 phonèmes. Amorces : 3 à 5ph Cibles : 4 à 5ph ISI : 50ms PRP : 26% et 75%	Effet facilitateur quand le chevauchement porte sur les 2 et 3 derniers phonèmes (Si PRP à 25% : RT de 965 ms si 3 ph, 983 ms si 2 ph, 1007 ms si 1 ph, 1008 ms si non-relié) Cet effet ne serait pas lié à des stratégies du participant. Mais effet facilitateur quand PRP élevé. (Si PRP à 75 % : RT de 952 ms si 3 Ph reliés, 972 ms si 2 Ph reliés, 1000 ms si 1 Ph relié, 1016 ms si non-relié). Meilleures facilitations quand l'amorce et la cible riment.	L'effet facilitateur des chevauchements finaux : - est dû à des processus de perception (retrouvé en TDL et Shadowing). - n'est pas dû au processus lexical. -est spécifique au traitement de la parole. - est meilleur quand les amorces et les cibles riment. - n'est pas dû à des stratégies de participants.
			Exp 2 : Shadowing	Cibles : Avec flexion (ex : Banked) et sans flexion (ex : Bank). 3 conditions : Non-Reliée, Reliée (reliée par la rime vs reliée mais pas par la rime)	La condition rime est plus facilitatrice que la condition non-reliée et reliée qui ne rime pas. (Pour les mots flexibles : RT de 1131 ms si rime, 1155 ms si reliée mais pas par la rime, 1171 ms si non relié) Meilleures facilitations quand l'amorce et la cible riment. (Pour les mots non flexibles : RT de 956 ms si rime, 985 ms si reliée mais sans rime)	
			Exp 3 : Shadowing	Matériel Identique Exp 2 + PM choisis en tant qu'amorces.	Effet facilitateur de la rime pour les mots et les PM. (Pour les PM flexibles : RT de 1171 ms si rime vs 1198 ms si reliés sans rime. Pour les mots flexibles : RT de 1172 ms si rime vs 1192 ms si reliés sans rime). Processus pré-lexical révélé par l'effet d'amorçage.	

Dumay et al.	2001	Behavioral and electrophysiological study of phonological priming between bisyllabic spoken words	Exp 1: Shadowing	Items bisyllabiques de type CV.CVC 3 types de chevauchements finaux : syllabe, rime, coda ISI : 20ms Exp 1 : unimodale auditif-auditif + Mesure des RTs Exp 2 : visuel-auditif + Mesure ERPs	Effet fort du chevauchement sur la syllabe (Mot : 698ms ; PM : 749ms). Effet plus faible pour la rime (20ms d'écart en moyenne). Pas d'effet pour la coda. Effet de lexicalité retrouvé (en moyenne 716ms pour les mots et 752 ms pour les PM).	
			Exp 2: TDL		Résultats correspondent à l'Exp 1. Les cibles partageant la même syllabe ou la rime avec l'amorce sont associées à un N400 plus petit que les cibles coda ou contrôles. L'effet du chevauchement sur la syllabe a une magnitude plus forte que celui sur la rime. Effet plus important pour les mots que pour les PM.	
Norris et al.	2002	Bias effect in facilitatory phonological priming	Exp 1: TDL	Stimuli CVCC. Amorces: mots. Cibles: mots (fréquents et moins fréquents) et NM. 48 mots/mots rimant. 48 mots/non-mots rimant. ISI : 50ms	Effet facilitateur retrouvé pour les mots (RT reliés (702ms) vs non-reliés (820ms). RT PM reliés (852ms) vs non-reliés (849ms)). Hypothèse : stratégie d'anticipation des participants.	Effet facilitateur de l'amorçage phonologique portant sur la rime. Hypothèse d'une stratégie des participants lors de la TDL. Effet d'amorçage reflèterait le processus pré lexical. L'amorçage sur la rime témoignerait de processus automatiques d'anticipation (activation de représentations pré lexicales).
			Exp 2: TDL	Matériel identique Exp1 + ajout de <i>leurres</i> : mots ou NM partageant voyelle et 1 ^{ère} coda consonantique mais pas consonne finale	Effet d'amorçage moins facilitateur que dans l'Exp1 (mots : RT reliés 758ms vs non-reliés 785ms). Effet facilitateur non retrouvé pour les NM (RT reliés 880ms vs non-reliés 873ms Confirmation Exp1.	
			Exp 3: Shadowing	Matériel Identique à Exp 1	Effet facilitateur de l'amorçage sur la rime pour les mots et les NM (RT mots reliés 650ms vs non-reliés 682ms. RT NM reliés 680ms vs non-reliés 702ms) Effet de lexicalité : RT plus rapides pour les mots (mots reliés 650ms vs NM reliés 680ms). Hypothèse : moins de stratégies du participant en shadowing	
			Exp 4: Shadowing	Matériel identique Exp 2	Effet de l'amorçage pour les mots et les NM (RT mots reliés 704ms vs non-reliés 721ms. RT NM reliés 740ms vs NM non-reliés 755ms). Effet de lexicalité : RT plus rapides pour les mots (RT mots reliés 704 ms vs PM reliés 740ms). Effet moins influencé par les <i>leurres</i> que dans la TDL.	
McQueen et Sereno	2005	Cleaving automatic processes from strategic biases in phonological priming	TDL Rime	Matériel : mots hollandais monosyllabiques de type CVCC ou CCVCC Amorces : mots Cibles : mots et NM ISI : 50, 500 ou 2000 ms	Effet facilitateur de la rime. ISI de 50 ms en condition ER (reliée, attendue): RT de 694 ms contre 751 ms si chevauchement sur l'initial. ISI de 2000 ms en condition ER : RT de 751 ms contre 741 ms si chevauchement sur l'initial. ISI de 50 ms implique des RT plus rapides.	Dans le cadre d'un amorçage, des processus automatiques interviennent et ceci d'autant plus quand l'ISI est court. La facilitation automatique est observée pour un ISI de 50 ms mais elle décroît rapidement.

Abréviations : PM : Pseudo-Mot, NM : Non-Mot, BF : Basse Fréquence, HF : Haute Fréquence, RT : Temps de Réaction, ERP : Event Related Potential, ISI : Interstimulus interval, PRP : Pourcentage d'amorces/cibles reliées, TDL : Tâche de décision Lexicale, Ph : Phonème.

Annexe B : Matériel non expérimental : les Fillers

Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles
acte	abcès	cycle	chauve	guet	forain	orque	lymphe	ruser	rateau
âge	affaire	damner	chef	halte	fougue	orteil	mache	saigner	ravi
aide	aigre	danger	cheval	hampe	fouler	ours	maigre	saisi	rejet
aigle	air	dard	cheville	haute	fourrer	oursin	maman	sang	répit
algue	aise	dé	choc	herbe	franc	pack	mamie	saucée	requis
angine	âme	débat	choper	heure	frasque	pain	marine	saut	réseau
aout	ample	dédit	ciré	hic	frit	paix	mas	sauver	rêver
arme	âne	dépeint	citée	homme	frusques	pané	mégot	schéma	revu
art	ange	digue	clan	honte	fugue	pantin	mêlée	scie	rimer
âtre	angle	dinde	clos	horde	fusée	paru	melon	scotch	robot
autre	anse	dîner	clou	hotte	futer	passer	menton	sensé	rocher
bâche	antique	disque	cocu	hutte	futon	pastel	moineau	senti	roder
bâché	aphte	disque	cœur	hydre	gaine	pâté	mondain	série	rond
baffe	âpre	don	combat	if	galon	pavé	monnaie	serpent	rondin
bain	apte	dos	conçue	île	gang	peigner	mont	signer	rose
banquet	arc	doter	cone	influx	ganter	peindre	monter	simple	rôt
barquette	as	doucher	confit	ingrat	garer	peintre	moufle	site	rotin
bas	asthme	doutait	congé	ire	gauche	pelé	moulant	sketch	rouleau
battu	aube	doux	connu	ivoire	gaucher	penaud	mue	soda	rouquin
béret	automne	dribble	coton	ivre	gazeux	pendre	mutant	sofa	ruche
beurré	axe	drift	couchant	jambe	géant	pendu	nappé	sol	rupture
bigot	bagne	dru	coulant	jarre	gendre	pente	néon	sommer	russe
blanc	baie	Ecru	couler	jaune	gêne	péri	neuf	sommet	saint
bleu	baissé	elfe	coulis	judo	génie	pesant	niche	sonder	saler
boa	balai	enclin	coupant	jument	genou	peser	niché	sonner	saoul
body	bambin	entre	couper	jupe	gentil	pif	nid	sosie	sauna
bonbon	bambou	est	couvée	kaki	gitan	piment	noix	souci	sauter
bouc	banc	étole	cravate	kilt	glas	pincé	nom	souper	savon
bouffi	baron	fable	crème	kir	gluante	piquet	nombril	spa	scalp
boulet	barrer	far	crete	lance	glue	pire	noue	store	sceller
bourré	bateau	faucher	crin	leçon	gober	plaindre	ocre	sucer	scène
bras	bâti	feignant	crique	légo	gommer	pneu	œuf	sucré	sculpte
brebis	baume	feinte	crispe	lettre	goulu	poitrine	offense	sumo	sept
bris	baver	feinter	cru	leurré	goûter	poli	ogre	svelte	sève
broc	beau	fêler	crypte	lignée	goutte	polo	ombre	table	short
bronze	bébé	fendre	cube	lime	grain	pont	once	tâcher	simple
brue	bégaie	ferai	cuisse	lit	gras	pop	ongle	tanner	singe
brun	beige	féru	culotte	litre	gré	poste	or	tante	ski
buse	beignet	fête	cuve	loft	grenat	potée	orbe	tantôt	sœur
camer	belle	feu	dallés	long	guéri	pouce	orne	tapis	son
camper	béni	fichu	début	longue	guerre	poudre	ôte	teinte	songer
canot	béret	filon	déchet	luron	guêtre	poulain	ovni	temps	souche
cas	béton	fin	déchue	luxe	guichet	poule	parent	tendon	souris
caveau	bijou	firme	déçu	mâché	guidon	prend	parme	tendre	sphinx
céder	biper	flirt	défaut	maigre	guindé	presque	paumer	tendre	stable
cèdre	blatte	flou	délai	main	hache	prisme	pauvre	tendant	suer
cessa	blé	fluor	demain	maison	haine	propre	pays	terreau	tabac
cesser	blond	foncer	demi	malin	hall	proue	pêcher	tétu	tabou
chaise	bob	fond	démon	manie	halle	prouesse	pédant	thorax	talon
chale	bœuf	fondant	dénie	manteau	hanche	pub	peigne	tibia	tarot
chandail	bombe	fondou	denté	mari	hargne	puceau	penché	tige	taudis
changer	bon	fonte	deux	marin	harpe	puni	pépin	timbre	taupe
chant	bondé	fort	dindon	marron	hâte	purin	perche	timbre	taux
chape	bonnet	fosse	dissout	match	hausse	quai	peureux	tiquer	teint
chat	bonté	fossé	dit	meubles	houle	queue	phobie	tiré	teinter
chatain	bordeaux	fou	divin	meute	humble	quinte	pic	tisser	tenant
chaud	bossu	foulard	doigt	miche	hymne	quinze	pichet	tombe	tendu
chaude	botter	frais	dôme	mie	igloo	quitter	pied	tomber	tenu

Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles	Amorces	Cibles
chaussette	boucher	frein	donner	mince	injure	rabin	pigeon	tondre	tête
chérie	bouchon	frele	dopant	minci	isthme	ragot	piger	tondu	thé
cheveux	bouffer	frere	doper	miteux	jeu	raidi	plat	torrent	thèse
chiffon	bougie	fresque	doser	môme	jeûner	ramée	plâtre	touffu	tigre
chiffre	boulon	fumer	douceur	motte	jonc	ramper	plein	train	titan
chignon	bourreau	fuseau	douve	moue	joue	ranci	pleut	trait	tombeau
chiné	bout	gaffe	drap	mousson	juge	rang	plomb	tringle	toucher
choquer	bridge	gagné	dune	mouton	jugé	ranger	plot	trois	touffe
cible	brun	gain	duvet	musée	jurons	rat	poignet	trône	toux
cil	brunch	gant	écharpe	nain	jus	rater	poire	trop	traître
ciment	buffle	gars	encre	nappe	kilo	ravin	porte	tuba	trèfle
clé	but	gazon	être	nef	lac	rebond	posé	vallée	tri
cochon	but	gel	fâcher	neigeux	lacer	récit	pote	vaudou	triple
colis	cacher	gel	fagot	neutre	lagon	reçu	poteau	vendu	trou
compte	caddie	gêné	faner	neveu	lait	redoux	potin	vent	type
compter	cadet	geste	faune	nez	laitue	refait	poulet	vessie	une
corail	café	vrai	faux	niveau	larve	rendre	poulie	veste	urbain
cou	cake	gilet	fée	nœud	lassant	rendu	pourri	vêti	urge
courroux	calin	gîte	femme	noir	lavé	rente	pousser	veuve	va
coussin	caller	glabre	fendu	nommer	lent	repu	pré	vider	vanne
cousu	camp	gland	fessée	noter	leurre	révons	prendre	vie	venin
craie	carie	gomme	fève	nougat	lever	ridé	prêtre	vin	vêtu
craindre	carmin	gond	figé	nymphé	lino	riz	prix	vœu	vigie
cran	casquette	gorge	fini	œuvre	lisser	roche	prune	volet	vilain
creux	cassant	gousse	fixe	offre	litre	rôle	pull	voter	violet
crible	casser	goût	flegme	oncle	logé	roman	purée	vue	viré
crie	causer	gouteux	flot	onde	longue	ronger	quoter	wagon	visée
croc	causons	grand	flux	onglet	lot	rôti	radin	zapper	vive
cruel	cendres	grappe	foie	or	loucher	rouler	raffut	zombi	vive
cubain	cep	gris	folie	orange	louper	roumain	râler	zone	voûte
culte	change	gros	fondé	orge	luge	roussi	rap		
curé	chanteur	grue	fondre	orgue	lundi	ruse	raser		

Annexe C : Matériel expérimental : les cibles

1. Structure CVC

Cible	freqfilms2	voisphono	Cible	freqfilms2	voisphono	Cible	freqfilms2	voisphono
bac	9.03	32	doute	97.51	20	page	25.16	20
bar	60.17	38	dur	145.55	18	pattes	28.16	35
base	51.69	28	fan	13.27	25	peine	193.42	26
bec	6.74	23	faute	163.19	16	poche	36.23	16
bête	51.33	27	fil	51.83	27	pomme	19.77	16
bip	6.94	25	fine	10.16	25	puce	22.15	22
bol	16.93	26	foule	25.95	19	pure	26.97	22
bord	77.06	27	four	13.95	22	rage	15.54	25
bouche	87.75	23	gare	40.28	34	raide	6.61	22
cache	44.82	32	guide	14.69	14	riche	54.28	24
canne	10.21	30	laine	6.27	26	robe	72.72	16
cap	19.48	34	lard	8.49	33	rouge	79.70	13
casse	41.32	32	lave	16.98	21	sage	31.93	18
chaîne	28.40	22	loge	12.15	16	sauce	18.33	16
chasse	46.80	20	lutte	22.00	20	signe	67.74	16
code	43.85	17	manque	98.77	10	soupe	31.72	14
coq	10.74	28	marre	57.48	36	tâche	25.20	24
couche	29.50	19	masse	11.64	31	touche	91.91	14
cours	143.05	24	messe	16.14	24	vague	12.80	15
cure	5.60	17	mise	35.33	20	vase	9.83	17
dalle	12.35	23	molle	3.92	24	vente	20.93	17
dame	86.50	21	mousse	6.24	19	vice	7.78	22
dine	1.24	24	net	14.31	24	vote	11.62	18
dope	7.47	16	nonne	5.46	13			
douce	44.70	15	nulle	37.84	9			

2. Structure CCVC

Cible	Freqfilms2	voisphono	Cible	Freqfilms2	voisphono	Cible	Freqfilms2	voisphono
blague	60.33	7	flèche	8.21	9	phrase	15.40	5
blesse	9.22	6	fleurs	74.56	6	plaisent	6.92	9
branche	11.85	9	flics	85.97	8	planche	10.01	6
brave	24.55	10	flotte	16.22	10	pleine	82.13	10
break	6.91	18	fraise	5.28	10	plonge	5.37	3
briques	9.54	17	fric	108.99	15	plumes	8.69	5
brosse	7.29	8	froc	6.61	11	presse	45.10	12
brute	9.04	9	grâce	85.61	16	prise	38.26	13
classe	70.46	13	grade	5.78	12	scoop	5.12	4
cloches	10.71	8	grande	198.25	5	sport	24.61	7
crache	10.28	16	grec	6.31	12	stop	44.36	6
crack	7.30	19	grève	14.54	14	tram	5.51	11
crème	19.72	12	grippe	8.02	12	tranche	5.28	8
crêpes	5.16	9	grise	7.25	13	trêve	6.68	13
crime	81.77	15	grotte	8.96	10	tripes	8.39	16
drôle	138.46	6	groupe	90.16	8	trompe	27.72	8
flammes	14.32	10						

3. Structure CVCC

Cible	freqfilms2	voisphon	Cible	freqfilms2	voisphon	Cible	freqfilms2	voisphon
barge	1.60	17	forme	82.61	8	poutre	1.38	12
barque	9.52	15	forte	42.42	9	quatre	150.93	17
bornes	6.66	7	fourbe	1.32	12	rentre	151.42	9
bourde	1.10	18	large	14.25	9	sabre	5.44	9
carne	1.09	16	largue	2.13	8	serbe	2.44	14
carte	96.11	23	liste	69.07	13	sexe	50.44	6
casque	12.11	13	marque	23.91	16	souffre	31.52	3
charge	28.43	9	mars	9.75	23	sourde	5.58	7
charme	19.70	8	mœurs	3.08	3	taxes	2.49	13
corde	28.89	12	morse	3.50	12	terme	25.72	16
corse	2.17	10	morte	112.36	14	torse	3.75	12
courge	1.38	11	pacte	7.29	8	valve	1.60	9
course	40.45	13	palme	1.25	11	vaste	8.44	8
courte	14.07	14	perles	6.44	12	verbe	1.66	13
farce	7.45	9	perte	30.20	15			

Annexe D : Matériel expérimental : les amorces

1. Structure CVC

Amorces CVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVC	Fréquence	Voisinage
bague	26.14	26	gamme	2.67	23	pince	5.62	12
baisse	20.10	21	gave	1.22	21	pipe	12.74	26
balle	77.32	31	gaz	36.33	25	pompes	12.41	12
banque	70.79	10	guêpe	2.73	12	porc	30.18	24
batte	6.39	33	gueule	118.45	8	pote	65.03	28
beurre	15.12	14	guise	6.26	15	puce	22.15	22
biche	5.29	30	gym	9.18	17	pull	11.41	20
bise	2.69	29	jure	104.04	19	quête	9.97	23
bosse	21.92	22	lâche	75.31	25	race	27.09	33

Amorces CVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVC	Fréquence	Voisinage
bottes	25.81	28	laide	6.23	22	rare	22.58	35
bouge	85.45	17	lame	11.05	20	rate	8.32	35
boule	19.29	26	lance	18.30	16	reine	56.26	23
bulles	5.12	21	land	2.56	16	rêve	99.39	13
bus	50.63	21	langue	58.95	17	rhum	6.29	17
cage	16.61	24	ligne	69.42	19	rides	3.02	21
caisse	29.46	14	linge	16.75	9	rime	5.66	22
came	16.50	27	lis	9.11	27	rire	63.29	24
cap	19.48	34	lobe	2.84	18	rock	21.47	21
cave	19.98	27	louche	5.71	18	roule	22.86	18
chatte	16.54	25	loupe	1.66	17	rousse	3.69	18
cher	130.70	24	lourd	16.09	23	sale	120.13	25
chope	4.08	12	lune	58.29	11	sauf	108.54	8
chut	29.81	15	mages	1.04	20	sec	27.40	28
colle	18.32	26	manche	10.12	16	seize	7.71	21
côte	25.86	16	maths	10.66	33	six	117.37	24
coude	5.36	14	mêle	18.97	24	songe	4.28	7
coupe	32.66	18	mime	5.11	21	sourd	16.96	24
cube	1.58	8	moche	25.64	20	sud	23.95	12
danse	46.92	12	mode	30.79	14	tag	0.79	21
date	26.88	27	mouche	15.36	17	tasse	18.52	29
digne	21.96	18	mur	58.90	22	taule	26.92	18
dix	118.29	25	natte	0.88	22	thème	15.49	18
dose	14.23	10	neige	37.52	10	tiques	1.23	24
dot	4.66	24	neuve	10.30	6	toc	4.83	23
douche	32.56	15	noces	12.62	18	toge	0.60	9
duc	7.66	13	nord	50.38	19	tonne	4.48	14
face	124.33	28	note	33.42	22	tour	175.56	23
fade	1.51	21	nuque	7.58	7	tube	12.16	16
fausse	21.98	15	pack	1.50	29	vache	36.24	18
fesses	34.52	21	panne	23.84	24	vamp	0.33	9
fiche	60.95	22	pape	6.57	30	van	8.78	19
figues	3.94	20	pêche	21.13	20	vif	9.27	19
foot	24.18	26	pelle	8.75	26	vise	13.96	20
fume	29.46	15	phase	12.42	21	vol	74.14	15
gage	9.24	21	pile	16.22	30	zen	2.55	19

2. Structure CCVC

Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage
blâme	2.91	10	flop	0.68	7	plantes	12.85	6
bled	5.55	9	flûte	9.11	5	plombes	0.55	2
bloc	14.25	8	fraîche	13.59	12	plus	21.02	5
blues	7.81	4	franche	5.93	7	prête	66.25	15
branle	5.07	6	frappe	41.37	7	prime	10.63	10
braquent	0.28	16	frise	0.80	13	score	5.29	6
bref	22.26	12	frites	8.68	11	scouts	2.48	6
brise	8.45	15	frotte	3.90	8	slip	9.29	7
broche	3.88	10	gin	6.15	3	spot	2.50	2
brune	6.51	6	glace	58.09	10	stade	14.34	7
claque	5.19	11	graines	5.90	15	stand	5.66	6
clope	7.87	8	graisse	8.38	14	star	28.91	11

Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage	Amorces CCVC	Fréquence	Voisinage
club	61.99	0	grange	6.95	6	stock	4.23	5
crainte	11.39	4	grave	134.19	13	style	31.08	6
crâne	26.88	14	griffes	7.04	11	traces	30.98	13
crèche	3.46	11	grog	0.52	6	traîne	14.63	16
crève	13.21	8	groom	1.02	8	traite	24.08	15
crise	43.51	13	grosse	70.63	4	treize	7.00	10
croûte	5.07	9	jazz	7.38	3	trente	18.91	8
drones	0.91	5	jet	7.96	1	triche	3.71	11
flair	2.32	13	job	27.24	0	tronche	8.25	6
flash	7.78	12	plage	44.99	7	troupes	20.64	15
fleuve	19.81	4	plaire	19.00	16	trousses	5.03	13
flingue	38.34	4	planque	8.21	8			

3. Structure CVCC

Amorces CVCC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVCC	Fréquence	Voisinage	Amorces CVCC	Fréquence	Voisinage
badge	6.03	6	feutre	1.33	2	perce	2.09	16
barbe	23.40	12	fibres	3.97	4	perdent	8.12	10
basque	7.51	11	force	108.29	8	peste	16.68	15
battre	75.92	12	fourche	1.21	9	piste	43.01	16
borgne	1.67	4	garce	20.25	14	putsch	1.46	5
boucles	10.23	6	gerbe	1.69	5	sable	23.14	12
bourge	0.90	15	golf	14.05	2	salve	1.29	11
boxe	9.20	1	gouffre	3.43	2	secte	4.15	5
cabre	0.20	13	gourde	2.56	10	sorte	98.33	11
calme	105.08	16	jungle	16.25	1	souffle	26.55	5
carpe	2.42	12	larmes	40.56	8	source	37.34	5
caste	0.50	19	lord	1.26	9	tact	2.68	9
catch	2.47	11	lourde	8.46	10	tarte	10.41	15
cernes	1.18	15	loutre	1.30	6	terne	1.36	17
charte	1.04	11	marge	14.21	17	test	34.87	10
chips	6.72	7	marne	0.03	16	titre	32.40	9
coffre	35.97	3	masque	23.16	13	toast	13.73	2
comble	7.86	4	merle	1.80	6	torche	6.71	7
cornes	5.16	10	mornes	0.25	10	tourte	1.03	7
couple	41.13	6	nargue	0.88	7	valse	5.45	7
courbe	1.72	13	normes	3.42	2	vasques	0.24	6
dorment	10.48	4	pacs	0.58	10	ventre	46.07	16
double	28.68	1	palpe	0.34	10	verte	14.24	16
fax	5.59	9	parc	31.02	15	vexe	1.65	4
ferme	79.68	16						

Annexe E : Matériel linguistique par groupe

1. Groupe 1

COULEURS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
cage	cap	choquer	carie	culte	beige	baché	café	vent	bougie
face	fan	soda	cassant	mome	femme	trois	marine	fond	poulie
foot	foule	sofa	cacher	bris	vetu	craie	grenat	doux	demain
manche	manque	sommer	casser	trait	maman	angine	crème	damner	demi
lourd	four	gagner	concue	creux	vilain	cas	mont	puni	pousser
cave	lave	grue	clos	danger	poteau	gain	but	debat	purée
jure	pure	flou	gras	fosse	but	mie	lait	ramper	début
vise	mise	badge	grande	signer	encre	lit	saoul	ranger	défaut
jet	vice	cornes	greve	canot	ombre	paix	nid	or	hall
glace	riche	peste	grade	elfe	apre	buse	larve	honte	haine
blues	vague	pull	puce	autre	orbe	caveau	démon	hutte	hausse
creve	bol	fourche	fourbe	gener	moulant	camer	mutant	age	oeuf
treize	treve	carpe	carte	sketch	mamie	mince	crypte	haute	une
blame	blague	caste	casque	prisme	virer	lance	platre	rendu	délai
branle	branche	tourte	courte	luxé	bagne	gaffe	bombe	purin	déchet
bref	break	force	torse	firme	rose	mousson	génie	oncle	calin
brise	briques	salve	valve	litre	or	zombi	gitan	halte	citée
bottes	grotte	vexe	sexe	loft	brun	vessie	juger	chaise	scene
loupe	groupe	flingue	charge	poudre	ocre	malin	napper	longue	scalp
guepe	crepes	fleuve	morse	kaki	garer	volet	jurons	compte	stable
pipe	tripes	traite	sourde	ivoire	offense	tringle	megot	mari	clan
fesses	presse	franche	palme	corail	gazeux	fete	cendres	vaudou	plomb
test	fric	noir	suer	marron	guidon	neveu	goutte	musee	gang
piste	froc	jaune	bonder	chatain	gober	saut	potin	vider	gentil
miteux	lac	bronze	neon	Ecru	igloo	vin	piger	maison	jeuner
fort	simple	bleu	gluante	orange	automne	gout	paumer	zapper	monnaie
bourrer	poser	gris	urbain	pastel	rupture	gond	denter	voter	melee
dedit	rocher	blanc	abcès	quinze	violet	quai	pourri	macher	rotin
manie	prer	cedre	parme	cler	bordeaux	rang	bouchon	plaindre	melon
tendre	baume	disque	prune	dard	carmin	temps	boucher	pneu	crin
judo	gauche								

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
baisse	bec	oeuvre	facher	tondre	bob	bain	jus	torrent	guerre
balle	bar	ferai	raler	chandail	sauna	don	beau	tanner	choc
pape	page	feler	raser	gilet	savon	aout	ame	tetu	chauve
biche	bip	sommet	kilo	polo	saler	hotte	houle	rebond	these
sale	sage	quitter	sauter	chaussette	douceur	art	ange	tiquer	vive
mouche	bouche	sauver	cocu	foulard	chanteur	ire	as	zone	gene
trousses	douce	saucer	connu	manteau	gueri	arme	aigre	fonte	juge
flash	tache	gel	decu	fondue	duvet	est	arc	far	dune

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
star	marre	marge	marque	sosie	coton	entre	humble	gomme	faune
bled	raide	mornes	morte	souper	quoter	foncer	apte	quinte	fougue
trente	signe	battre	quatre	sucer	causer	feinter	hargne	gousse	fugue
basque	doute	garce	mars	veti	monter	ravin	prendre	kir	cake
dorment	fil	loutre	poutre	minci	vigie	rater	sculpte	ronger	divin
badge	fine	mur	cure	vendu	louper	raidi	bridge	recu	doper
double	vente	quete	bete	tante	loger	colis	choper	doucher	rejet
brune	brute	brise	terme	body	pecher	wagon	toucher	repu	doser
fleuve	fleurs	jazz	serbe	etole	guichet	luron	venin	doutait	revu
vol	vote	crainte	forte	fluor	casquette	vallee	mondain	diner	requis
date	dalle	job	large	prouesse	echarpe	tuba	loucher	refait	dissout
pack	crack	dose	guide	table	bonnet	tirer	laver	ragot	fendu
vache	crache	gant	va	tendre	cirer	proue	laitue	flirt	ravi
gym	crime	bas	jonc	sucre	culotte	grand	lisser	brue	taudis
manche	planche	jupe	cube	timbre	beret	dribble	frasque	croc	lino
jungle	grace	chale	dome	enclin	cravate	craindre	frusques	hydre	fagot
chips	grec	kilt	douve	chant	crete	spa	plot	scotch	faner
golf	blesse	veste	gendre	noeud	son	vrai	prix	fresque	rateau
peste	grippe	feinte	pull	chaud	saint	vrai	trou	chaude	titan
barbe	barge	cruel	gaine	voeu	teint	lego	tri	tombe	lacer
rate	rage	onglet	short	vue	the	touffu	flot	veuve	lagon
cornes	corse	ingrat	guetre	scie	jeu	lignee	grain		
fondant	donner	influx	moufle	vie	toux	tisser	plein		

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
sourd	soupe	rock	robe	neutre	hanche	drift	traître	leurrer	vanne
dot	dope	cabre	sabre	ceder	cheville	svelte	triple	tapis	vive
date	dame	caste	vaste	peindre	genou	prend	ski	terreau	voute
cave	canne	sonder	galon	cycle	talon	crie	pleut	tantot	fondre
balle	bac	sonner	coulant	cherie	menton	roche	cru	lettre	fixe
traite	net	sumo	couler	camper	poignet	train	plat	meubles	litre
broche	poche	teinte	lundi	barquette	nombril	broc	glue	peintre	maigre
traîne	peine	gazon	tabou	gorge	type	gland	frit	rendre	pauvre
bloc	coq	toge	loge	orteil	coulis	meute	longue	roman	fessee
glace	masse	tact	pacte	tibia	baie	miche	belle	recit	fini
ferme	casse	merle	perles	tendon	flux	motte	lymphe	fichu	repit
force	dine	phase	dur	grappe	tendu	nymphé	leurre	homme	figer
coffre	lard	pince	nonne	jarre	tenant	nappe	perche	sang	folie
cornes	chaîne	sable	nulle	disque	tenu	nef	luge	horde	rouquin
couple	laine	langue	cache	digue	teinter	pente	cone	riz	forain
fraiche	fraise	linge	code	gel	tarot	chiner	caller	acte	phobie
frites	flics	nez	rond	cheveux	antique	redoux	dopant	aide	roder
flash	flammes	main	taux	poitrine	injure	ranci	dechue	pop	reseau
frappe	phrase	cou	porte	thorax	affaire	potée	boulon	faucher	rever
zen	pleine	bras	geant	nain	mue	gite	lassant	ruser	fouler
seize	plaisent	pouce	sept	fou	dit	tige	couvee	changer	fourrer

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
moche	cloches	cil	cuve	pont	mas	courroux	tabac	fumer	rouleau
natte	pattes	jambe	neuf	roti	noue	lecon	tombeau	roussi	futon
test	grise	lime	coeur	filon	rot	tacher	lever	senti	futer
piste	classe	simple	pied	fosser	hache	pack	niche	roumain	fusee
sud	touche	poste	foie	rider	air	rente	pic	fuseau	ganter
tube	molle	pendre	joue	revons	ote	tondu	ruche	senser	guinder
courbe	course	serie	ongle	rouler	harpe	coussin	cep	tendant	coupant
carpe	carne	gouteux	tete	feignant	orne	cousu	seve	tomber	couper
mouche	mousse	fendre	doigt	orque	urge	cubain	rap	chape	couchant
fausse	faute	fable	cuisse	herbe	aphte	curer	souche	souci	causons

ANIMAUX									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
mele	messe	gerbe	verbe	piment	pigeon	algue	etre	gars	pencher
bottes	bord	gouffre	souffre	mouton	nicher	offre	hymne	queue	bati
lune	lutte	fax	taxes	poulain	balai	ivre	ogre	guet	bateau
gaz	gare	lord	corde	boa	poire	atre	isthme	moue	peureux
rhum	pomme	ramee	fonder	oursin	feve	trone	brunch	pain	bebe
louche	couche	pire	raffut	cochon	ample	glabre	flegme	pincer	beni
race	chasse	feru	rimer	serpent	gaucher	crible	trefle	paru	baisser
tour	cours	blues	perte	jument	visée	presque	crispe	peser	begaie
trousses	sauce	bled	courge	brebis	songer	bafe	pretre	hampe	biper
star	rouge	treize	lague	der	banc	propre	sphinx	orge	bijou
jet	base	franche	charme	feu	bon	frais	blond	pif	bossu
bref	vase	chat	deux	dos	fee	gros	ble	hic	botter
creve	creme	rat	noix	puceau	rondin	brun	clou	orgue	bouffer
plus	plumes	bouc	mache	depeint	daller	frein	drap	boulet	pichet
trente	tranche	dinde	robot	doter	radin	cessa	franc	poli	bourreau
tronche	trompe	poule	ovni	long	camp	chiffon	glas	dru	gouter
traces	tram	ours	pays	fin	lent	compter	grer	pub	combat
loupe	scoop	aigle	asthme	peler	bout	saigner	touffe	frele	confit
nord	sport	if	ane	bacher	faux	role	peigne	cran	sceller
chope	stop	maigre	boeuf	pantin	crique	frere	pote	saisi	sainte
songe	plonge	marin	singe	battu	lot	bouffi	pepin	schema	gommer
bise	prise	banquet	taupe	pesant	nom	bigot	pedant	cesser	goulu
jungle	brave	timbre	buffle	onde	anse	rabin	denie	ciment	cadet
chips	brosse	cible	blatte	heure	once	store	russe	chignon	caddie
boxe	drole	geste	tigre	ile	halle	ruse	soeur	neigeux	barrer
toast	fleche	chiffre	souris	pater	aube	site	chef	noter	bambou
masque	flotte	match	dindon	peigner	hate	sol	change	penaud	baver
force	forme	bonbon	cheval	passer	aise	niveau	bambin	paner	beignet
barbe	barque	beurrer	poulet	peri	angle	nougat	bonte	beret	parent
borgne	bornes	nommer	moineau	piquet	axe	pendu	baron	paver	beton
bourge	bourde								

2. Groupe 2

COULEURS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
sauf	sauce	gage	rage	orange	automne	ramper	debut	maison	jeuner
rire	riche	slip	bip	pastel	rupture	ranger	defaut	zapper	monnaie
vache	vague	cote	faute	quinze	violet	or	hall	voter	melee
van	vase	lobe	robe	cler	bordeaux	honte	haine	macher	rotin
sec	bec	chaise	scene	dard	carmin	hutte	hausse	plaindre	melon
porc	bord	fete	cendres	bacha	cafe	age	oeuf	sketch	mamie
crane	fan	fort	simple	trois	marine	haute	une	prisme	virer
panne	canne	clope	sabre	craie	grenat	rendu	delai	tringle	megot
jet	bouche	stade	courte	angine	creme	purin	dechets	bris	vetu
couple	grotte	planque	taxes	cas	mont	oncle	calin	trait	maman
blues	chasse	flingue	corde	gain	but	halte	citee	creux	vilain
peste	coq	noir	suer	mie	lait	choquer	carie	danger	poteau
tour	touche	jaune	bonder	miteux	lac	soda	cassant	bourrer	poser
mode	molle	bronze	neon	mome	femme	sofa	caler	dedit	rocher
nuque	nulle	bleu	gluante	buse	larve	sommer	casser	caveau	demon
griffes	grise	gris	urbain	lit	saoul	gagner	concue	camer	mutant
frotte	froc	blanc	abcès	paix	nid	signer	encre	mince	crypte
bottes	vote	cedre	parme	saut	potin	canot	ombre	lance	platre
cornes	bornes	disque	prune	vin	piger	elfe	apre	longue	scalp
gaz	phrase	culte	beige	gout	paumer	autre	orbe	compte	stable
seize	fraise	firme	rose	gond	denter	musee	gang	mari	clan
tiques	flics	litre	or	quai	pourri	neveu	goutte	vaudou	plomb
rime	pattes	loft	brun	rang	bouchon	judo	gauche	manie	prer
test	planche	poudre	ocre	temps	boucher	gener	moulant	pneu	crin
ventre	pleine	kaki	garer	vent	bougie	mousson	genie	grue	clos
titre	plaisent	ivoire	offense	fond	poulie	zombi	gitan	flou	gras
masque	presse	corail	gazeux	doux	demain	vessie	juger	luxé	baigne
perce	perte	marron	guidon	damner	demi	malin	napper	tendre	baume
courbe	courge	chatain	gober	puni	pousser	volet	jurons	fosse	but
larmes	largue	Ecrue	igloo	debat	puree	vider	gentil	gaffe	bombe
charte	charme								

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
vif	vice	palpe	palme	body	pecher	ravin	prendre	doutait	revu
griffes	grippe	bus	puce	etole	guichet	rater	sculpte	diner	requis
batte	base	force	corse	fluor	casquette	raidi	bridge	refait	dissout
bosse	bol	parc	marque	prouesse	écharpe	dribble	frasque	ragot	fendu
pape	cap	sorte	morte	table	bonnet	craindre	frusques	flirt	ravi
lame	dame	fondant	donner	tendre	cirer	spa	plot	hydre	fagot
boule	foule	fondue	duvet	sucre	culotte	trop	prix	scotch	faner
banque	manque	colis	choper	timbre	beret	vrai	trou	fresque	rateau
spot	four	crane	souffre	enclin	cravate	lego	tri	oeuvre	facher
bloc	lave	basque	raide	chant	crete	touffu	flot	ferai	raler
jet	pure	digne	bete	noeud	son	lignee	grain	feler	raser

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
franche	mise	job	vaste	chaud	saint	tisser	plein	sommet	kilo
bled	blesse	gant	va	voeu	teint	torrent	guerre	quitter	sauter
frise	fric	bas	jonc	tombe	lacer	tanner	choc	sauver	cocu
grave	grace	jupe	cube	veuve	lagon	tetu	chauve	saucer	connu
graines	grec	chale	dome	gel	decu	rebond	these	sosie	coton
graisse	greve	kilt	douve	vue	the	tiquer	vive	souper	quoter
sec	break	veste	gendre	scie	jeu	zone	gene	sucer	causer
tiques	briques	feinte	pull	vie	toux	fonte	juge	veti	monter
chut	brute	cruel	gaine	bain	jus	far	dune	minci	vigie
beurre	fleurs	onglet	short	don	beau	gomme	faune	vendu	louper
gamme	flammes	ingrat	guetre	aout	ame	croc	lino	wagon	toucher
double	stop	influx	moufle	hotte	houle	chaude	titan	luron	venin
fibres	cloches	tondre	bob	art	ange	quinte	fougue	vallee	mondain
chips	crack	chandail	sauna	ire	as	gousse	fugue	tuba	loucher
peste	crache	gilet	savon	arme	aigre	kir	cake	tirer	laver
jungle	crime	polo	saler	est	arc	ronger	divin	proue	laitue
charte	charge	chaussette	douceur	entre	humble	recu	doper	grand	lisser
mornes	morse	foulard	chanteur	foncer	apte	doucher	rejet	brue	taudis
source	sourde	manteau	gueri	feinter	hargne	repu	doser	tante	loger

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
six	signe	guise	guide	ceder	cheville	prend	ski	rendre	pauvre
douche	doute	courbe	fourbe	peindre	genou	crie	pleut	roman	fessee
fiche	fil	tarte	carte	cycle	talon	roche	cru	recit	fini
figues	fine	basque	casque	cherie	menton	train	plat	fichu	repit
vamp	vente	chiner	caller	camper	poignet	broc	glue	homme	figer
fesses	messe	redoux	dopant	barquette	nombril	gland	frit	sang	folie
tsar	bar	ranci	dechue	gorge	type	meute	longue	horde	rouquin
plage	page	potee	boulon	orteil	coulis	miche	belle	riz	forain
rousse	mousse	source	course	tibia	baie	motte	lymphe	acte	phobie
clope	dope	marne	carne	tendon	flux	nymphes	leurre	aide	roder
flingue	pomme	jazz	verbe	cheveux	antique	nappe	perche	pop	reseau
ferme	douce	troupes	mars	poitrine	injure	nef	luge	faucher	rever
boxe	tache	club	poutre	courroux	tabac	pente	cone	ruser	fouler
double	marre	flair	pacte	lecon	tombeau	pack	niche	changer	fouerrer
franche	torse	stade	perles	tacher	lever	rente	pic	fumer	rouleau
flop	flotte	nez	rond	souci	causons	tondu	ruche	roussi	futon
grave	grade	main	taux	thorax	affaire	coussin	cep	senti	futer
claque	classe	cou	porte	nain	mue	cousu	seve	roumain	fusee
grange	grande	bras	geant	fou	dit	cubain	rap	fuseau	ganter
came	tram	pouce	sept	pont	mas	curer	souche	senser	guinder
reve	treve	cil	cuve	roti	noe	gazon	tabou	sonder	galon
tag	blague	jambe	neuf	filon	rot	teinte	lundi	sonner	coulant
manche	branche	lime	coeur	fosser	hache	gite	lassant	sumo	couler

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
toast	prise	simple	pied	rider	air	tige	couvee	tendant	coupant
merle	scoop	poste	foie	revons	ote	leurrer	vanne	tomber	couper
flute	sport	pendre	joue	rouler	harpe	tapis	vive	chape	couchant
jungle	tripes	serie	ongle	feignant	orne	terreau	voute	grappe	tendu
terne	terme	gouteux	tete	orque	urge	tantot	fondre	jarre	tenant
cernes	serbe	fendre	doigt	herbe	aphte	lettre	fixe	disque	tenu
force	forte	fable	cuisse	drift	traître	meubles	litre	digue	teinter
larmes	large	neutre	hanche	svelte	triple	peintre	maigre	gel	tarot

ANIMAUX									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
cap	casse	colle	code	bonbon	cheval	passer	aise	nougat	bonte
dix	dine	marge	barge	beurrer	poulet	peri	angle	pendu	baron
lame	lard	parc	barque	nommer	moineau	piquet	axe	gars	pencher
cher	chaîne	balle	dalle	piment	pigeon	algue	etre	queue	bati
laide	laine	depeint	daller	mouton	nicher	offre	hymne	guet	bateau
troupes	soupe	doter	radin	poulain	balai	ivre	ogre	moue	peureux
plage	sage	ramee	fonder	boa	poire	atre	isthme	pain	bebe
chut	lutte	puceau	rondin	oursin	feve	trone	brunch	pincer	beni
spot	vote	gourde	bourde	cochon	ample	glabre	flegme	paru	baisser
claque	bac	normes	forme	serpent	gaucher	crible	trefle	peser	begaie
cornes	net	slip	quatre	jument	visée	presque	crispe	hampe	biper
badge	poche	bloc	sexe	brebis	songer	baffe	pretre	orge	bijou
coffre	peine	blame	loge	bouffi	pepin	propre	sphinx	pif	bossu
bled	cours	lance	cure	bigot	pedant	frais	blond	hic	botter
couple	masse	job	valve	rabin	denie	gros	ble	orgue	bouffer
braquent	brave	chat	deux	feru	rimer	brun	clou	boulet	pichet
broche	brosse	rat	noix	der	banc	frein	drap	poli	bourreau
drones	drole	bouc	mache	feu	bon	cessa	franc	dru	gouter
flair	fleche	dinde	robot	dos	fee	chiffon	glas	pub	combat
theme	creme	poule	ovni	long	camp	compter	grer	frele	confit
fume	plumes	ours	pays	fin	lent	paner	beignet	cran	sceller
manche	tranche	aigle	asthme	peler	bout	beret	parent	saisi	sainte
pompes	trompe	if	ane	bacher	faux	paver	beton	schema	gommer
jazz	couche	maigre	boeuf	pantin	crique	saigner	touffe	cesser	goulu
basque	groupe	marin	singe	battu	lot	role	peigne	ciment	cadet
masque	crepes	banquet	taupe	pesant	nom	frere	pote	chignon	caddie
boucles	plonge	timbre	buffle	onde	anse	store	russe	neigeux	barrer
duc	dur	cible	blatte	heure	once	ruse	soeur	noter	bambou
noces	nonne	geste	tigre	ile	halle	site	chef	penaud	baver
roule	rouge	chiffre	souris	pater	aube	sol	change	pire	raffut
cage	cache	match	dindon	peigner	hate	niveau	bambin		

3. Groupe 3

COULEURS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
boule	bouche	vache	cache	orange	automne	ramper	debut	maison	jeuner
coude	couche	bourge	courge	pastel	rupture	ranger	defaut	zapper	monnaie
chatte	chasse	nargue	lague	quinze	violet	or	hall	voter	melee
coupe	cours	calme	palme	cler	bordeaux	honte	haine	macher	rotin
fausse	sauce	chaise	scene	dard	carmin	hutte	hausse	plaindre	melon
fiche	riche	fete	cendres	bacha	cafe	age	oeuf	sketch	mamie
bague	vague	fort	simple	trois	marine	haute	une	prisme	virer
phase	vase	rare	puce	craie	grenat	rendu	delai	tringle	megot
grog	bec	danse	robe	angine	creme	purin	dechet	bris	vetu
jazz	bord	stand	bornes	cas	mont	oncle	calin	trait	maman
jet	lutte	job	casque	gain	but	halte	citee	creux	vilain
blues	canne	noir	suer	mie	lait	choquer	carie	danger	poteau
panne	pattes	jaune	bonder	miteux	lac	soda	cassant	bourrer	poser
planque	planche	bronze	neon	mome	femme	sofa	caler	dedit	rocher
porc	poche	bleu	gluante	buse	larve	sommer	casser	caveau	demon
plaire	plaisent	gris	urbain	lit	saoul	gagner	concue	camer	mutant
prete	presse	blanc	abcès	paix	nid	signer	encre	mince	crypte
mouche	touche	cedre	parme	saut	potin	canot	ombre	lance	platre
vol	molle	disque	prune	vin	piger	elfe	apre	longue	scalp
pipe	grippe	culte	beige	gout	paumer	autre	orbe	compte	stable
bise	grise	firme	rose	gond	denter	musee	gang	mari	clan
race	classe	litre	or	quai	pourri	neveu	goutte	vaudou	plomb
tasse	vote	loft	brun	rang	bouchon	judo	gauche	manie	prer
banque	dalle	poudre	ocre	temps	boucher	gener	moulant	pneu	crin
golf	phrase	kaki	garer	vent	bougie	mousson	genie	grue	clos
badge	fraise	ivoire	offense	fond	poulie	zombi	gitan	flou	gras
tarte	flics	corail	gazeux	doux	demain	vessie	juger	luxe	bagne
colle	coq	marron	guidon	damner	demi	malin	napper	tendre	baume
souffle	souffre	chatain	gober	puni	pousser	volet	jurons	fosse	but
crane	crache	Ecrû	igloo	debat	puree	vider	gentil	gaffe	bombe
cornes	corde								

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
foot	four	vasques	vaste	body	pecher	ravin	prendre	doutait	revu
baisse	bete	marge	charge	etole	guichet	rater	sculpte	diner	requis
puce	pure	force	morse	fluor	casquette	raidi	bridge	refait	dissout
mime	mise	lourde	sourde	prouesse	echarpe	dribble	frasque	ragot	fendu
lis	vice	larmes	charme	table	bonnet	craindre	frusques	flirt	ravi
star	lard	fondant	donner	tendre	cirer	spa	plot	hydre	fagot
gaz	base	fondû	duvet	sucré	culotte	trop	prix	scotch	faner
vol	bol	colis	choper	timbre	beret	vrai	trou	fresque	rateau
bled	cap	blame	forme	enclin	cravate	lego	tri	oeuvre	facher
flair	dame	gueule	faute	chant	crete	touffu	flot	ferai	raler
ferme	page	style	carte	noeud	son	lignee	grain	feler	raser

VETEMENTS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
blues	manque	club	bourde	chaud	saint	tisser	plein	sommet	kilo
triche	tripes	gant	va	voeu	teint	torrent	guerre	quitter	sauter
clope	cloches	bas	jonc	tombe	lacer	tanner	choc	sauver	cocu
crane	crack	jupe	cube	veuve	lagon	tetu	chauve	saucer	connu
lobe	loge	chale	dome	gel	decu	rebond	these	sosie	coton
crise	crime	kilt	douve	vue	the	tiquer	vive	souper	quoter
caisse	blesse	veste	gendre	scie	jeu	zone	gene	sucer	causer
fade	grade	feinte	pull	vie	toux	fonte	juge	veti	monter
tasse	grace	cruel	gaine	bain	jus	far	dune	minci	vigie
sec	grec	onglet	short	don	beau	gomme	faune	vendu	louper
reve	greve	ingrat	guetre	aout	ame	croc	lino	wagon	toucher
comble	break	influx	moufle	hotte	houle	chaude	titan	luron	venin
fax	briques	tondre	bob	art	ange	quinte	fougue	vallee	mondain
couple	brute	chandail	sauna	ire	as	gousse	fugue	tuba	loucher
catch	fleurs	gilet	savon	arme	aigre	kir	cake	tirer	laver
cornes	flammes	polo	saler	est	arc	ronger	divin	proue	laitue
courbe	courte	chaussette	douceur	entre	humble	recu	doper	grand	lisser
torche	torse	foulard	chanteur	foncer	apte	doucher	rejet	brue	taudis
valse	valve	manteau	gueri	feinter	hargne	repu	doser	tante	loger

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
pote	pomme	perdent	perles	ceder	cheville	prend	ski	rendre	pauvre
douche	douce	ferme	terme	peindre	genou	crie	pleut	roman	fessee
tag	tache	gerbe	serbe	cycle	talon	roche	cru	recit	fini
maths	marre	sorte	forte	cherie	menton	train	plat	fichu	repit
reine	raide	disque	tenu	camper	poignet	broc	glue	homme	figer
ligne	signe	digue	teinter	barquette	nombril	gland	frit	sang	folie
croute	doute	gel	tarot	gorge	type	meute	longue	horde	rouquin
style	fil	teinte	lundi	orteil	coulis	miche	belle	riz	forain
gin	fine	marge	large	tibia	baie	motte	lymphe	acte	phobie
plantes	vente	rides	guide	tendon	flux	nymphes	leurre	aide	roder
jazz	messe	planque	course	cheveux	antique	nappe	perche	pop	reseau
couple	bar	grosse	carne	poitrine	injure	nef	luge	faucher	rever
jet	foule	creche	barge	gite	lassant	pente	cone	ruser	fouler
feutre	bip	putsch	bac	tige	couvee	pack	niche	changer	fourrer
courbe	sage	club	morte	courroux	tabac	rente	pic	fumer	rouleau
prime	prise	nez	rond	lecon	tombeau	tondu	ruche	roussi	futon
scouts	scoop	main	taux	thorax	affaire	coussin	cep	senti	futer
spot	sport	cou	porte	nain	mue	cousu	seve	roumain	fusee
stock	stop	bras	geant	fou	dit	cubain	rap	fuseau	ganter
note	flotte	pouce	sept	pont	mas	curer	souche	senser	guinder
tiques	fric	cil	cuve	roti	noe	tacher	lever	sonder	galon
toc	froc	jambe	neuf	filon	rot	souci	causons	sonner	coulant
land	grande	lime	coeur	fosser	hache	chiner	caller	sumo	couler

PARTIES DU CORPS									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
golf	tram	simple	pied	rider	air	redoux	dopant	tendant	coupant
vasques	treve	poste	foie	revons	ote	leurrer	vanne	tomber	couper
coffre	blague	pendre	joue	rouler	harpe	tapis	vive	chape	couchant
souffle	branche	serie	ongle	feignant	orne	terreau	voute	grappe	tendu
catch	quatre	gouteux	tete	orque	urge	tantot	fondre	jarre	tenant
verte	verbe	fendre	doigt	herbe	aphte	lettre	fixe	ranci	dechue
sable	sabre	fable	cuisse	drift	traître	meubles	litre	potee	boulon
pacs	pacte	neutre	hanche	svelte	triple	peintre	maigre	gazon	tabou

ANIMAUX									
amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible	amorce	cible
neige	net	lache	lave	bonbon	cheval	passer	aise	nougat	bonte
plaire	pleine	mur	dur	beurrer	poulet	peri	angle	pendu	baron
pelle	peine	tonne	nonne	nommer	moineau	piquet	axe	gars	pencher
marge	mars	bulles	nulle	piment	pigeon	algue	etre	queue	bati
mages	masse	doter	radin	mouton	nicher	offre	hymne	guet	bateau
glace	casse	ramee	fonder	poulain	balai	ivre	ogre	moue	peureux
gin	dine	pire	raffut	boa	poire	atre	isthme	pain	bebe
bouge	rouge	feru	rimer	oursin	feve	trone	brunch	pincer	beni
graines	chaîne	verte	perte	cochon	ample	glabre	flegme	paru	baisser
traîne	laine	mode	code	serpent	gaucher	crible	trefle	peser	begaie
badge	soupe	blame	corse	jument	visée	presque	crispe	hampe	biper
couple	dope	pile	rage	brebis	songer	baffe	pretre	orge	bijou
boucles	fan	neuve	mousse	bigot	pedant	propre	sphinx	pif	bossu
couple	gare	score	fourbe	rabin	denie	frais	blond	hic	botter
job	marque	triche	barque	puceau	rondin	gros	ble	orgue	bouffer
grog	grotte	chat	deux	depeint	daller	brun	clou	boulet	pichet
groom	groupe	rat	noix	der	banc	frein	drap	poli	bourreau
creche	crepes	bouc	mache	feu	bon	cessa	franc	dru	gouter
plombes	plonge	dinde	robot	dos	fee	chiffon	glas	pub	combat
gave	brave	poule	ovni	long	camp	compter	grer	frele	confit
noces	brosse	ours	pays	fin	lent	paner	beignet	cran	sceller
taule	drole	aigle	asthme	peler	bout	beret	parent	saisi	sainte
peche	fleche	if	ane	bacher	faux	paver	beton	schema	gommer
pacs	creme	maigre	boeuf	pantin	crique	saigner	touffe	cesser	goulu
garce	plumes	marin	singe	battu	lot	role	peigne	ciment	cadet
valse	tranche	banquet	taupe	pesant	nom	frere	pote	chignon	caddie
sable	trompe	timbre	buffle	onde	anse	store	russe	neigeux	barrer
putsch	poutre	cible	blatte	heure	once	ruse	soeur	noter	bambou
secte	sexe	geste	tigre	ile	halle	site	chef	penaud	baver
tact	taxes	chiffre	souris	pater	aube	sol	change	bouffi	pepin
cube	cure	match	dindon	peigner	hate	niveau	bambin		

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Modèle simplifié de la reconnaissance des mots parlés (Bagou et Frauenfelder, 2002)	12
Figure 2: Modèle COHORT (Adaptation basée sur Marslen-Wilson, 1987 ; Wikiversity)	13
Figure 3: Modèle interactif TRACE (McClelland & Elman, 1986) ; Schéma tiré de Jacquier 2008	15
Figure 4: Exemple de cartes topographiques (Laganaro, Valente et Perret, 2012)	18
Figure 5: Grandes moyennes ERPs associées aux six cartes topographiques (Laganaro et al., 2012)..	19
Figure 6: Le bonnet BioSemi.....	29
Figure 7: Pôles d'électrodes BioSemi	30
Figure 8: Exemple d'analyse d'interpolation d'électrodes	31
Figure 9: Exemple d'électrodes interpolées pour le sujet n°126	31
Figure 10: Exemples de sélection du signal acoustique sur deux mots cibles avec le logiciel Praat® ..	32
Figure 11: Cabine anechoïque du laboratoire de psycholinguistique expérimentale	33
Figure 12: Conditions Initiale vs Non-Reliées, Alignement sur le début de la cible.....	36
Figure 13: Conditions Initiale vs Non-Reliées, Alignement sur la fin de la cible.	37
Figure 14: Segmentations Spatio-temporelles conditions Initiale (GFP1, GFP5) vs Non-Reliée (GFP3; GFP4);	38
Figure 15: Conditions Rime vs Non-Reliées, Alignement sur le début de la cible.....	40
Figure 16: Segmentations Spatio-temporelles conditions Rime (GFP2) vs Non-Reliée (GFP3),	41
Figure 17: Segmentation spatio-temporelles, Alignement sur le début du premier mot: l'amorce. ...	42
Figure 18: Synthèse des résultats des segmentations spatio-temporelles;.....	47
Figure 19: A : Segmentation spatio-temporelle issue des travaux de thèse de J.L Astier ; B : Segmentation spatio-temporelle alignement sur l'amorce issue de nos résultats	49

TABLE DES MATIERES

ORGANIGRAMMES.....	2
1 Université Claude Bernard Lyon1.....	2
1.1 Secteur Santé :.....	2
1.2 Secteur Sciences et Technologies :.....	2
2 Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE	3
REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	5
INTRODUCTION	9
PARTIE THEORIQUE	10
I La perception de la parole	11
1 Modèle Simplifié de la reconnaissance des mots parlés.....	11
2 Le modèle COHORT	12
3 Le Modèle TRACE	14
II Les mesures électrophysiologiques associées à la reconnaissance des mots parlés.....	15
1 Les paradigmes de l'électroencéphalogramme et des potentiels évoqués	15
2 Les différentes composantes observables	16
2.1 N400	17
2.2 N200 (ou PMN)	17
3 La topographie.....	18
III L'amorçage phonologique et son impact sur le processus de reconnaissance des mots parlés	19
1 L'amorçage phonologique.....	19
2 Les chevauchements sur le début du mot	20
3 Les chevauchements finaux	22
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	24
I Problématique	25
II Hypothèses.....	25
1 Hypothèse générale	25
2 Hypothèses opérationnelles.....	25
PARTIE EXPERIMENTATION.....	26
I Population	27
1 Description	27
2 Critères d'inclusion	27

3	Considérations éthiques.....	27
II	Matériel.....	27
1	Description du matériel linguistique	27
2	Recueil des données électrophysiologiques	29
3	Analyses des données électrophysiologiques :	30
III	Procédure.....	32
	PRESENTATION DES RESULTATS.....	34
I	Les analyses EEG :	35
II	Description des Résultats	36
1	Comparaison des conditions Initiale et Non-Reliée	36
1.1	Résultats ERP : analyses de traces.....	36
1.2	Résultats ERP : segmentations spatio-temporelles.....	38
2	Comparaison des conditions Rime et Non-Reliée	39
2.1	Résultats ERP : analyses de traces.....	39
2.2	Résultats ERP : segmentation spatio-temporelles	40
3	Résultats Complémentaires	41
	DISCUSSION DES RESULTATS.....	43
I	Retour sur le cadre théorique et question de recherche	44
1	Cadre théorique.....	44
2	Objectif de l'expérimentation	44
II	Discussion des résultats	45
1	Rappels des résultats.....	45
2	Commentaires des résultats.....	46
2.1	Comparaison des conditions Initiale vs Non-Reliée	46
2.2	Comparaison des conditions Rime vs Non-Reliée	46
2.3	Confirmation des hypothèses.....	47
2.4	Conclusion sur les résultats	48
2.5	Analyse des résultats complémentaires.....	49
III	Réflexion sur l'expérimentation	50
1	Limitation et Biais.....	50
1.1	Les items du matériel expérimental.....	50
1.2	Les différents paramètres du matériel expérimental	51
1.3	La tâche de catégorisation sémantique	54
1.4	La question du nombre de participants	54

1.5	L'interpolation des électrodes.....	55
2	Implications de l'étude et perspectives	55
CONCLUSION.....		57
REFERENCES.....		58
ANNEXES.....		61
Annexe A : Revue de la littérature sur l'amorçage phonologique		62
1.	Chevauchement sur l'initial.....	62
2.	Chevauchement sur la rime.....	65
Annexe B : Matériel non expérimental : les Fillers		67
Annexe C : Matériel expérimental : les cibles		68
1.	Structure CVC	68
2.	Structure CCVC	69
3.	Structure CVCC	69
Annexe D : Matériel expérimental : les amorces.....		69
1.	Structure CVC	69
2.	Structure CCVC	70
3.	Structure CVCC	71
Annexe E : Matériel linguistique par groupe		72
1.	Groupe 1.....	72
2.	Groupe 2.....	75
3.	Groupe 3.....	78
TABLE DES ILLUSTRATIONS		81
TABLE DES MATIERES		82

Elodie LAIDIN
Anne-Sophie NUCITO

DECOURS TEMPOREL DE LA RECONNAISSANCE DES MOTS PARLES : QUAND ACCÈDE-T-ON AUX PHONÈMES ?

87 Pages

Mémoire d'orthophonie – **UCBL- ISTR** – Lyon 2015

RESUME

Entendre et comprendre la parole est un traitement automatique, quotidien et naturel. Cette faculté, qui semble évidente, relève pourtant d'un processus complexe qui confronte l'auditeur à de nombreuses difficultés. En effet, celui-ci doit traiter les mots dans un environnement le plus souvent bruyant, et s'adapter aux particularités articulatoires de chaque locuteur. Malgré ces contraintes, l'auditeur parvient à faire correspondre les mots qu'il entend, avec son lexique mental, en quelques millisecondes. De nombreux travaux ont été réalisés sur la reconnaissance des mots parlés, sans parvenir à décrire précisément le decours temporel de la parole. Dans cette étude, nous proposons d'indexer l'étape d'accès aux phonèmes grâce à une expérimentation d'amorçage phonologique utilisant un électroencéphalogramme à 128 électrodes. Les participants de notre expérimentation ont réalisé une tâche de catégorisation sémantique associée à un amorçage phonologique. Ce dernier relie les amorces et les cibles par un chevauchement portant sur les phonèmes initiaux, c'est-à-dire jusqu'à l'avant dernier phonème, ainsi que sur la rime syllabique. Les données ont été traitées par association de potentiels évoqués (ERP) et d'analyses topographiques. Les résultats de notre étude suggèrent que l'amorçage phonologique, portant sur un chevauchement initial facilite davantage l'accès aux phonèmes et permet ainsi d'indexer cette étape. Ces résultats préliminaires ne permettent, cependant, pas de définir le moment exact auquel l'auditeur accède aux phonèmes. Une étude plus large, à laquelle nous nous sommes associées, complètera nos résultats. De plus, il serait intéressant que de nouvelles études approfondissent les résultats de nos travaux dans le cadre du développement du langage chez l'enfant ou de pathologies neurologiques affectant la perception de la parole chez l'adulte.

MOTS-CLES

Phonèmes, Perception de la parole, Amorçage Phonologique, Electroencéphalographie, Potentiel Evoqué, Segmentation Spatio-temporelle, Catégorisation Sémantique, Décours Temporel.

MEMBRES DU JURY

CANAULT Mélanie ; DECOPPET Nathalie ; LEVY Hagar

DIRECTEUR DE MEMOIRE

Jean-Laurent ASTIER

DATE DE SOUTENANCE

25 Juin 2015
