

# Caractérisation acoustique de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones typiques

Lucie Metral

▶ **To cite this version:**

Lucie Metral. Caractérisation acoustique de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones typiques. Sciences de l'Homme et Société. 2021. dumas-03290795

**HAL Id: dumas-03290795**

**https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03290795**

Submitted on 19 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Caractérisation acoustique de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones typiques

**METRAL**
**Lucie**

Sous la direction de Anne VILAIN

Laboratoire : GIPSA-LAB

UFR LLASIC
Département Sciences du langage et Français langue étrangère FLE

---

Mémoire de master 2 mention recherche

Parcours : Linguistique

Année universitaire 2020-2021

# Caractérisation acoustique de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones typiques

**METRAL**
**Lucie**

Sous la direction de Anne VILAIN

Laboratoire : GIPSA-LAB

UFR LLASIC
Département Sciences du langage et Français langue étrangère FLE

---

Mémoire de master 2 mention recherche

Parcours : Linguistique

Année universitaire 2020-2021

# Remerciements

Tout d'abord, je tenais à remercier ma directrice de mémoire, Anne Vilain, de m'avoir encadrée pendant mes deux années de master. Merci de m'avoir initiée à la recherche. Merci pour tous les conseils, pour ta patience et pour ton enseignement toujours dynamique et motivant.

Je voudrais également remercier Hélène Loevenbruck et Maëva Garnier d'avoir accepté d'être le jury de mon mémoire.

Un grand merci à toutes les personnes du laboratoire Gipsa-lab pour votre accueil. Merci à Morgane, pour nos enquêtes, nos blagues, nos discussions et nos fous rires qui ont égayé mon stage. Merci à Nathalie, pour nos discussions et pour son aide et son implication dans mes projets. Merci à Paula, ma collègue de bureau, pour toutes tes anecdotes et pour tes conseils avisés. Enfin, merci à toutes les personnes avec qui j'ai pu discuter ou faire des expériences, ces mois auront été vraiment enrichissants pour moi ! Merci également à Jade qui a fait un super travail et qui m'a énormément aidée pour ce mémoire.

Je tiens à remercier ma relectrice de toujours, Élisa, qui même en ayant son travail prend du temps pour le mien. Merci énormément pour tous tes conseils et ton soutien. Merci à ma famille et mes amis qui sont toujours là pour me soutenir avec enthousiaste, confiance et bienveillance. Enfin, je tiens à remercier mon conjoint d'être toujours là pour moi et d'être en même temps un pilier et une bouffée d'air frais.

Université Grenoble Alpes

**DECLARATION**

1. Ce travail est le fruit d'un travail personnel et constitue un document original.
2. Je sais que prétendre être l'auteur d'un travail écrit par une autre personne est une pratique sévèrement sanctionnée par la loi.
3. Personne d'autre que moi n'a le droit de faire valoir ce travail, en totalité ou en partie, comme le sien.
4. Les propos repris mot à mot à d'autres auteurs figurent entre guillemets (citations).
5. Les écrits sur lesquels je m'appuie dans ce mémoire sont systématiquement référencés selon un système de renvoi bibliographique clair et précis.

NOM : METRAL PRENOM : Lucie

DATE : 04/05/2021 SIGNATURE : [redacted]

# Sommaire




..... 1
Remerciements ..... 3
Sommaire ..... 5
Introduction ..... 6
Partie 1 - Cadre théorique ..... 7
**CHAPITRE 1. CONSONNES UVULAIRES ET RHOTIQUES : TYPOLOGIE DANS LES LANGUES DU MONDE ET EN FRANÇAIS ..... 8**
1. TYPOLOGIE DES CONSONNES UVULAIRES DANS LE MONDE ..... 8
2. TYPOLOGIE DES RHOTIQUES ..... 9
3. CARACTERISATION DE LA RHOTIQUE EN FRANÇAIS ..... 13
**CHAPITRE 2. ACQUISITION DES RHOTIQUES ..... 17**
1. ACQUISITION DES RHOTIQUES DANS LES LANGUES DU MONDE ..... 17
2. ACQUISITION DE LA FRICATIVE UVULAIRE EN FRANÇAIS QUEBECOIS ..... 21
**CONCLUSION DE PARTIE ..... 23**
Partie 2 - Méthodologie ..... 24
**CHAPITRE 3. METHODOLOGIE DE NOTRE PROJET ..... 25**
1. PRESENTATION DU PROJET ..... 25
2. ANALYSE PHONETIQUE ..... 26
Partie 3 - Résultats et analyse ..... 30
**CHAPITRE 4 – RESULTATS ACOUSTIQUES ..... 31**
1. LES DONNEES GENERALES ..... 31
2. RESULTATS POUR LA RHOTIQUE EN CONSONNE SIMPLE ..... 33
3. RESULTATS POUR LA RHOTIQUE EN GROUPE CONSONANTIQUE ..... 35
**DISCUSSION ..... 40**
Conclusion ..... 48
Bibliographie ..... 49
Sigles et abréviations utilisés ..... 54
Table des illustrations ..... 55
Table des annexes ..... 56
Table des matières ..... 70

# Introduction

Dans le monde, 567 systèmes phonologiques ont été étudiés et répertoriés dans la base de données UPSID (Maddieson, 1984). Au sein de ces systèmes, seulement 19,1% possèdent des consonnes uvulaires et 1,9% des consonnes continuantes uvulaires (Maddieson, 2013). Les continuantes uvulaires ne représentent donc que onze systèmes sur les 567 étudiés. A l'intérieur de ces onze systèmes, neuf contiennent des rhotiques uvulaires. Le français fait partie de ces neuf systèmes. Cependant, le terme de rhotique en tant que classe naturelle fait débat. En effet, les rhotiques étant une classe phonétiquement hétérogène, il est parfois difficile de les lier entre elles.

Le français possède 20 consonnes et 16 voyelles. La consonne apparaissant le plus fréquemment dans le discours est la rhotique uvulaire /ʁ/ (Wioland, 1991). Bien qu'elle soit la consonne la plus fréquente, il y a peu d'études qui la caractérisent phonétiquement, que ce soit chez les adultes ou chez les enfants.

Néanmoins, en acquisition, de plus en plus de travaux sur le français québécois décrivent le développement et l'acquisition spécifique de la rhotique (Bérubé et al., 2019 ; Brosseau-Lapré & Rvachew, 2014 ; MacLeod, Sutton, Trudeau, & Thordardottir, 2011; Rvachew et al., 2013). Malgré la croissance de ces recherches, la caractérisation acoustique de la rhotique reste rare.

Tous ces constats nous amènent à poser la question de la nature acoustique de la rhotique en français hexagonal et de sa variabilité.

Pour répondre à cette interrogation, nous utiliserons la base de données du projet EULALIES qui regroupe plus de 180 productions d'enfants. Nous analyserons les données de 12 participants tirées de la tâche de dénomination d'images pour comprendre comment la rhotique est produite. Nous comparerons ces productions à celles d'adultes que nous utiliserons comme références.

Ce mémoire se divisera en trois parties. Dans un premier temps, nous présenterons les principales données concernant la typologie des rhotiques dans les langues du monde, la rhotique en français et l'acquisition des rhotiques. Puis, nous détaillerons la méthodologie de notre projet. Dans un dernier temps, nous décrirons et analyserons les résultats obtenus.

# Partie 1

# -

# Cadre théorique

# Chapitre 1. Consonnes uvulaires et rhotiques : typologie dans les langues du monde et en français

## *1. Typologie des consonnes uvulaires dans le monde*

Dans les langues du monde, il n'existe que peu de consonnes uvulaires. La base de données UPSID regroupe 567 langues. Cette base de données illustre que seulement 19,1% des langues étudiées contiennent des consonnes uvulaires (Maddieson, 2013). En d'autres termes, cela signifie que 80.9% des langues étudiées dans UPSID sont dépourvues de ces consonnes.

Les consonnes uvulaires, présentes dans les systèmes phonologiques, sont diverses. Maddieson, en 2013, propose de les classer en trois groupes en fonction de leur mode articulatoire : celles qui possèdent des « plosives uvulaires seulement », celles qui possèdent des « plosives et des continuantes uvulaires » et celles qui possèdent des « continuantes uvulaires seulement ». Le terme continuant caractérise une production dont le flux d'air est continu, contrairement aux plosives, il désigne donc des fricatives, nasales, vibrantes ou approximantes.

La catégorie de consonnes « continuantes uvulaires seulement » est la plus rare dans les langues étudiées. En effet, les continuantes uvulaires ne représentent que 1.9% des systèmes, soit 11 langues sur les 567 étudiées. La Figure 1 présente la répartition des 11 langues contenant des continuantes uvulaires. Les modes d'articulation que l'on retrouve sont : fricatif, nasal, vibrant et approximant. Toutes ces réalisations, excepté les nasales, peuvent former un nouveau groupe, celui des rhotiques uvulaires. La Figure 1 présente la répartition des 11 langues contenant des continuantes uvulaires. Nous retrouvons, parmi ces langues, le français. Cette consonne continuante uvulaire, n'étant pas nasale, entre dans la catégorie des rhotiques uvulaires.



Figure 1 : Langues contenant seulement des consonnes continuantes uvulaires. Repéré à l'adresse : https://wals.info/feature/6A#2/14.1/146.2

## *2. Typologie des rhotiques*

Contrairement aux consonnes uvulaires qui sont rares, les rhotiques sont assez courantes et sont contenues dans environ 75% des langues du monde (Maddieson, 1984 cité dans Lindau, 1985, p.157). Habituellement, les langues ne contiennent qu'une seule rhotique, mais 18% des langues en contiennent plusieurs dans leur système phonologique. (Lindau, 1985, p.157).

« Le terme « rhotique » dérive du grec « rho » qui désigne la lettre R » (Jauriberry, 2016, p.41). Selon Ladefoged & Maddieson (1996), la plupart des classes phonétiques sont basées sur des propriétés articulatoires et auditives. Cependant, l'utilisation du terme rhotique s'appuie sur la tendance qu'ont les systèmes orthographiques à utiliser un seul caractère, la lettre R. Comme Lindau le met en lumière en 1985, les sons rhotiques sont très variés dans les langues du monde. Le Tableau 1, tiré de la thèse de Jauriberry (2016), les présente. Selon l'auteur, les rhotiques présentent une grande variabilité dans le domaine articulatoire (Jauriberry, 2016, p.64). En effet, nous constatons que les rhotiques sont très diverses par leurs modes et leurs lieux d'articulation.

Tableau 1 : Les principaux sons rhotiques (Jauriberry, 2016, p.42)

| Type | Lieu d'articulation | Symbole API |
|---|---|---|
| Trill | Alvéolaire | r |
| | Uvulaire | ʀ |
| Tap | Alvéolaire | ɾ |
| | Uvulaire | |
| Flap | Alvéolaire | ɽ |
| Approximante | (Post)alvéolaire | ɹ |
| | Retroflexe | ɻ |
| | Labiodental | ʋ |
| Fricative | Uvulaire | ʁ / χ |
| Voyelle | Central | ɚ |

### *2.1. La classe phonétique des rhotiques*

#### 2.1.1. Un groupe hétérogène

Le tableau présentant les principaux sons rhotiques nous informe de la variété de ces sons. Ils s'opposent par : le voisement, le mode d'articulation ainsi que le lieu d'articulation.

Dans les langues du monde, la plupart des rhotiques sont voisées. Les rhotiques non voisées se trouvent dans des langues comme : l'irlandais, le hmar (Sino-Tibétaine, Inde)[1] et le konda (Dravidienne, Inde). En ce qui concerne le mode articulatoire, on trouve comme réalisations : vibrantes, battues, mais aussi fricatives ou approximantes. Enfin, les lieux sont également divers. Le lieu le plus commun est le lieu alvéolaire. Les lieux post-alvéolaires et rétroflexes ne sont pas rares et, dans certaines langues, le lieu est uvulaire, mais ce dernier reste rare.

Pour donner un exemple, Ladefoged & Maddieson (1996), dans leur livre, The Sounds of the World's Languages, soulignent que l'anglais (et ses dialectes) contient presque toutes les formes de rhotiques. En effet, il contient une fricative alvéolaire (anglais d'Afrique du Sud), une fricative uvulaire et parfois une vibrante uvulaire (nord-ouest de l'Angleterre et Sierra Leone anglaise). L'anglais contient également une approximante post-alvéolaire /ɹ/ (anglais britannique et américain) ainsi qu'une réalisation complexe dite 'bunched' (anglais américain). Enfin, l'anglais contient une battue alvéolaire (anglais écossais à Édimbourg et

[1] Toutes les précisions sur les familles de langues et les pays ont été citées dans la partie : Appendix. List of languges cited (p374 – 382) du livre : The Sounds of World's languages de Ladefoged & Maddieson (1996) et suive le modèle : nom de la langue (X, Y) où X = la famille de langue et Y = le pays

à Glasgow) et une vibrante alvéolaire (anglais écossais à Galashiels). Pour compléter cette description, l'allemand standard contient une approximante uvulaire non présente en anglais (Ladefoged & Maddieson 1996). Enfin, la fricative uvulaire présente en anglais britannique et de Sierra Leone est également retrouvée en allemand et en français (Simon, 1967 cité dans Ladefoged & Maddieson, 1996).

Ces sons présentent une telle diversité qu'il est parfois difficile pour les auteurs de les lier. Nous verrons cependant, dans la partie suivante, que certains auteurs ont émis des hypothèses concernant les traits communs des rhotiques.

#### 2.1.2. Traits communs des sons rhotiques

Phonologiquement, les rhotiques tendent à se comporter de manière similaire. En effet, en ce qui concerne la structure syllabique, les rhotiques se placent en 2ème élément d'un groupe consonantique homosyllabique et en 1er élément d'un groupe consonantique hétérosyllabique. Autrement dit, les rhotiques se situent proches du noyau syllabique (Ladefoged & Maddieson, 1996; Landercy & Renard, 1977; Lindau, 1985). D'autres hypothèses ont été émises concernant les ressemblances des rhotiques. Par exemple, plusieurs auteurs ont émis l'hypothèse que toutes les rhotiques auraient un 3ème formant abaissé. Toutefois, cette caractéristique n'est pas commune à toutes les rhotiques.

##### a. Une alternance entre les rhotiques

Un des arguments de Lindau, en 1985, pour parler de la classe des rhotiques est que « les rhotiques alternent souvent avec d'autres rhotiques » (p.158).

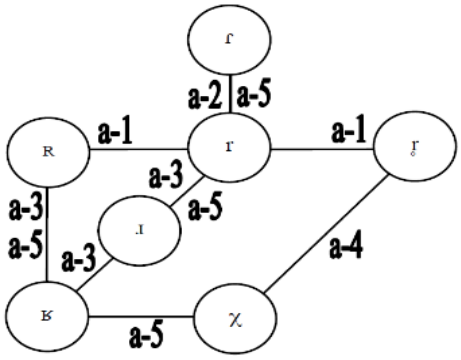
Pour exemple, le persan (Indo-européenne, Iran) contient deux phonèmes rhotiques : une vibrante alvéolaire sonore /r/ et une fricative uvulaire sourde /χ/[2]. Dans le cas de la vibrante alvéolaire, le phonème se réalise vibrant en initiale de mot et admet deux allophones : une battue en position intervocalique et une vibrante non voisée en finale de mot. Un autre exemple est qu'en fulfulde (Nigéro-Congolaise, Afrique de l'Ouest) le phonème rhotique est une vibrante alvéolaire /r/. Ce phonème se réalise approximant avant une consonne et vibrant dans les autres contextes (Ladefoged & Maddieson, 1996, p.216 ; Lindau, 1985, p.158)

[2] Ces deux phonèmes sont présents dans l'inventaire phonologique du Persan, repéré dans le site PHOIBLE 2.0 (Moran & McCloy, 2019)

b. Ressemblance une à une

Lindau (1985) conclut, après l'étude qu'elle a menée, que le trait unificateur de la classe des rhotiques n'est pas dans le domaine acoustique. Elle propose donc que les rhotiques soient associées entre elles, non pas par un trait commun, mais par des ressemblances une à une. Effectivement, le membre r1 ressemble à r2, r2 ressemble à r3, qui ressemble à r4. Les membres r1 et r4 ne se ressemblent donc pas ou très peu, mais il est possible d'exprimer leur relation via les étapes entre les autres membres. La Figure 2, présente cette notion sous forme de diagramme.

Prenons l'exemple de la rhotique uvulaire en français. Elle peut être vibrante uvulaire sonore [ʀ] ou fricative uvulaire sonore [ʁ]. Ces deux rhotiques ont deux paramètres en commun, mais nous n'aborderons que le paramètre a-5[3]. Les deux rhotiques ont la même distribution de l'énergie spectrale. Cette distribution indique que le lieu d'articulation des rhotiques est postérieur. La fricative uvulaire sonore [ʁ] se lie également à la fricative uvulaire sourde [χ] par leur lieu d'articulation (a-5). Finalement, la fricative uvulaire sonore [ʁ] a donc plus de chance d'être remplacée par une vibrante uvulaire sonore [ʀ] ou par une fricative uvulaire sourde [χ] que par une battue apicale (avec laquelle elle ne présente aucun lien).




Paramètres reliant les types de rhotiques :
a-1 Schéma d'impulsion (vibration)
a-2 Durée de fermeture
a-3 Présence de formants (sonantes)
a-4 Présence de bruit
a-5 Distribution de l'énergie spectrale (lieu d'articulation)

Figure 2 : Les relations de famille entre rhotiques selon Lindau (1985) Figure dans Jauriberry (2016). Légende traduite en français.

c. La pharyngalisation

Un dernier trait commun est le mouvement de la langue vers le pharynx. En 1971, Delattre (cité dans Ladefoged & Maddieson, 1996) montre que « dans des études radiographiques de plusieurs locuteurs de français et d'allemand […] les vibrantes uvulaires

[3] En effet, le paramètre a-3 indique la présence de formant dans le signal. Cela nous semble étonnant qu'il y ait la présence de formant pour la fricative uvulaire sonore.

[sont] produites par un mouvement initial de la racine de la langue vers l'arrière suivi d'un mouvement ascendant vers l'uvula » (p.225). Puis, en 1985 et 1986, Lindau et Catford (cité dans Boyce, Hamilton, & Rivera-Campos, 2016, p.3) ont tous deux émis, de manière indépendante, l'hypothèse que les rhotiques seraient connectées entre elles par la position de la racine de la langue dans le pharynx. En 2013, Rivera-Campos & Boyce (cités dans Boyce et al., 2016, p.4) analysent des productions de vibrantes et de battues alvéolaires de l'espagnol. Les auteurs révèlent que pour les vibrantes, il y a un mouvement de rétractation de la racine de la langue[4]. Enfin, en 2016, Boyce et al. étudient les rhotiques contenues dans 5 langues : l'approximante de l'anglais, la vibrante et la battue alvéolaires de l'espagnol et du malayalam, la fricative uvulaire du français et la vibrante alvéolaire du persan. Les auteurs montrent que toutes les rhotiques présentent une double articulation, c'est-à-dire une articulation contenant deux lieux : primaires et secondaire. Le lieu primaire est celui qui va donner sa caractéristique de lieu à la rhotique. Par exemple, une rhotique alvéolaire aura comme lieu primaire les alvéoles. Le lieu secondaire apparait lors de la réalisation du mouvement de recul de la langue vers le pharynx. Ce mouvement est nommé « pharyngalisation » (Boyce et al., 2016).

Finalement, nous avons vu que les sons rhotiques sont très différents les uns des autres. Leurs modes peuvent être fricatif, vibrant ou approximant. Les lieux peuvent être antérieurs ou postérieurs et certaines rhotiques vont être voisées tandis que d'autres ne le sont pas. Cependant, tous ces sons se ressemblent spécialement d'un point de vue articulatoire. En effet, les rhotiques se réalisent avec un mouvement de recul de la langue vers l'arrière de la cavité buccale. Nous assumerons dans ce travail que les arguments avancés précédemment confirment l'existence d'une classe des rhotiques. Après avoir observés les sons rhotiques dans les langues du monde, axons nous sur la rhotique présente en français.

## *3. Caractérisation de la rhotique en français*

### *3.1. Le système phonologique en français*

Le système consonantique du français est présenté dans le Tableau 2.

[4] Pour la battue, ils ont constaté que les locuteurs étaient moins cohérents dans le mouvement de recul de la racine de la langue.

| | | | Lieu d'articulation | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | labial | dental | post-alvéolaire | palatal | vélaire | uvulaire |
| Mode d'articulation | plosives | sourdes | p | t | | | k | |
| | | sonores | b | d | | | g | |
| | fricatives | sourdes | f | s | ʃ | | | |
| | | sonores | v | z | ʒ | | | ʁ |
| | nasales | sonores | m | n | | ɲ | | |
| | approximantes latérales | sonores | | l | | | | |
| | approximantes médianes | sonores | | | | ɥ (labio-palatale), j | w (labio-vélaire) | |

Tableau 2 : Le système consonantique du français (Méloni, 2015)

Nous observons que ce système ne contient qu'un seul phonème rhotique /ʁ/ qui est fricatif, uvulaire et sonore. Ce phonème /ʁ/ est intéressant car il a une fréquence d'apparition dans le discours de 7.25% (Wioland, 1991). En d'autres termes, c'est la consonne qui apparait le plus fréquemment dans le discours.

Nous avons vu précédemment qu'il y n'y a qu'un seul phonème /ʁ/ . Toutefois, il existe plusieurs réalisations qui ne sont pas phonologiques. En effet, que l'on prononce le mot 'pierre' avec une fricative uvulaire /ʁ/ ou une vibrante alvéolaire /r/ ne change pas sa signification (Sten, 1956). Les différentes réalisations vont dépendre, auquel cas les variantes sont dites libres, soit du contexte phonétique entourant la rhotique. Ce type de variantes est appelée contextuelle ou allophonique (Canault, 2017, p. 19; Fougeron & Smith, 1993, p. 75).

### *3.2. Variantes phonétiques et facteurs de variations*

#### 3.2.1. Variantes phonétiques libres

Il existe plusieurs variantes libres de la rhotique en français recensées dans la littérature. Pour Boë (1972), il existe de nombreuses variantes de la rhotique en français. Elles peuvent être apicale, uvulaire ou vibrante. En ce qui concerne la vibrante apicale [r], on la retrouve dans certaines variétés du français comme en québécois (Canault, 2017, p. 19;

Fougeron & Smith, 1993, p. 75; Landercy & Renard, 1977, p. 92; Leon, 2011, p. 101). De plus, selon Sten (1956), la vibrante apicale est la variante la plus courante en France. (p.52).

Il existe également comme variante, la vibrante uvulaire [ʀ] (Fougeron & Smith, 1993, p. 75; Landercy & Renard, 1977, p. 92) qui est reconnu comme étant la norme en français parisien (Leon, 2011, p. 101; Rose & Wauquier-Gravelines, 2007, p. 367; Sten, 1956, p. 52).

Puis, selon Leon (2011), une des variantes est le « R pharyngal » (p.103) qui est « non voisé, produit par une forte constriction pharyngale et [qui] ressemble à un raclement de gorge. » (p.103). Cette description pourrait renvoyer à la fricative pharyngale non voisée qui a comme symbole [ħ].

Enfin, selon plusieurs auteurs, la variante la plus courante est la fricative uvulaire sonore [ʁ] (Boyce et al., 2016, p. 11 ; Canault, 2017, p. 19 ; Simon, 1967 cité dans Ladefoged & Maddieson, 1996, p. 232 ; Grammont cité dans Sten, 1956, p. 52). Ces différences de variantes peuvent être dues aux différentes époques de réalisations des travaux ainsi qu'aux locuteurs choisis dans les études.

### 3.2.2. Variantes phonétiques contextuelles

Les variantes contextuelles sont aussi appelées variables dépendantes. En effet, elles dépendent du contexte phonétique. Autrement dit, lorsqu'un son est dans un environnement sonore spécifique, sa réalisation phonétique peut être modifiée par rapport aux caractéristiques du phonème. En ce qui concerne la rhotique en français elle admet plusieurs variantes contextuelles, dont les descriptions varient selon les auteurs.

Lorsque la rhotique est en consonne simple et en finale de mot, elle peut se réaliser comme une fricative uvulaire sourde [χ] ou sonore [ʁ] mais également comme une approximante [ʁ̞][5] (Canault, 2017, p. 19 ; Fougeron & Smith, 1993, p. 75). En position intervocalique, la rhotique peut se réaliser comme une approximante [ʁ̞] (Canault, 2017, p. 19 ; Fougeron & Smith, 1993, p. 75 ; Gendrot, Kuhnert, & Demolin, 2015).

Puis, lorsque la rhotique se situe en groupe consonantique, sa réalisation dépend de plusieurs facteurs : sa position et son contexte phonétique. Lorsque le phonème /ʁ/ se trouve

[5] Symbole proposé par Fougeron & Smith (1993).

en groupe consonantique et en finale de mot il peut être sourd. (Canault, 2017, p. 19; Sten, 1956, p. 52). Du point de vue du contexte phonétique, Gendrot et al. (2015) conclue que lorsqu'une consonne sonore est proche de la rhotique, cette dernière sera réalisée comme une approximante sonore. Cependant, selon Meunier (1994 et 2007 cité dans Canault, 2017, p. 19), la rhotique sera vibrante en contexte sonore. En contexte sourd, la rhotique sera produite comme une fricative non voisée. Enfin, la rhotique pourra être réalisée comme une fricative voisée lors d'une emphase (Gendrot et al., 2015).

Pour conclure, nous avons montré la difficulté de grouper les sons rhotiques dans une même classe car leurs réalisations articulatoires sont très diverses les unes par rapport aux autres. Cependant, des arguments comme, l'alternance des rhotiques entre elles, la ressemblance des rhotiques ainsi que la double articulation partagée par toutes les rhotiques tendent à nous faire admettre qu'il existe une classe naturelle des rhotiques. Puis en ce qui concerne le phonème rhotique en français /ʁ/, il est décrit comme une fricative uvulaire sonore. Toutefois, nous avons exposé qu'il existe différentes réalisations de ce phonème. Les variantes peuvent dépendre des locuteurs ou du contexte phonétique. La multiplicité des variantes nous amène à nous intéresser à l'acquisition de celles-ci.

# Chapitre 2. Acquisition des rhotiques

## *1. Acquisition des rhotiques dans les langues du monde*

Selon Stemberger & Bernhardt (2018) les rhotiques sont intrinsèquement difficiles à produire et ont tendance à être acquises relativement tard, qu'il s'agisse de vibrantes, de battues ou d'approximantes. Les données sont très nombreuses pour l'approximante en l'anglais, elles le sont moins pour d'autres langues et sont rares pour la rhotique uvulaire

### *a. Acquisition de l'approximante en anglais*

« Le /r/ anglais est considéré comme un son particulièrement difficile à acquérir, même chez les locuteurs natifs.» (Cialdella et al., 2021, p. 19). Les auteurs précisent également que c'est le son qui apparait le plus tardivement dans le développement du langage. Aux États-Unis, le /ɹ/ est souvent ciblé lors de rééducations orthophoniques. Une enquête réalisée auprès d'orthophonistes a montré que le son /ɹ/ était le plus « susceptible de ne pas s'améliorer avec un traitement » (Ruscello, 1995 cité dans Cialdella et al., 2021, p. 19). MacLeod et al. (2011) donnent des arguments expliquant la complexité du son. Tout d'abord, le /ɹ/ anglais se comporte comme une approximante. De plus, perceptuellement, il est proche de l'approximante labio-vélaire /w/ et de la latérale /l/ ce qui amène des confusions pour les enfants anglophones (Menuyk & Anderson, 1969 cités dans MacLeod et al., 2011). Enfin, d'un point de vue articulatoire, la rhotique demande de réaliser un geste spécifique : « bunched » ou rétroflexe.

Bien qu'il soit considéré comme un phonème tardif, la délimitation de l'âge d'acquisition est souvent discutée. Kent (1992) a réanalysé l'étude de Sander (1972) pour catégoriser la complexité articulatoire des consonnes anglaises. Il les divise en quatre ensembles allant des consonnes les moins complexes à acquérir (groupe 1) aux plus complexes à acquérir (groupe 4). Il rapporte que le phonème /ɹ/ se situe dans le groupe 3, c'est-à-dire que le phonème est maitrisé par plus de 90% des enfants à l'âge de 6 ans. En comparaison, les phonèmes du groupe 1, par exemple /p, m, n/, sont maitrisés à 3 ans.

Shriberg (1993 cité dans Crowe & McLeod, 2020) classe les consonnes dans trois groupes en fonction de leurs vitesse d'acquisition. Il nomme ces groupes de la façon suivante : « 8 consonnes précoces », « 8 consonnes intermédiaires » et « 8 consonnes tardives ». Crowe & McLeod (2020) analysent et synthétisent 10 études traitant du développement des consonnes dans l'acquisition et rapportent une nouvelle classification en

se basant sur celle de Shriberg. Les trois nouveaux groupes sont nommés : « 13 consonnes précoces », « 7 consonnes intermédiaires » et « 4 consonnes tardives ». Le /ɹ/ fait partie de la dernière catégorie. De plus, c'est la consonne qui admet la plus grande variabilité dans l'âge de maitrise (M = 66,58, SD = 18,62, plage : 30-96 mois).

Elles détaillent, ensuite, les résultats de l'âge d'acquisition du /ɹ/ au critère 90% pour certaines études. Nous avons choisi de présenter quatre études citées dans leur article et une étude citée dans MacLeod et al. (2011). Tout d'abord, nous avons choisi les deux études ayant l'âge d'acquisition le plus tôt et le plus tard. Puis, nous avons intégré l'étude que les auteurs avaient fait en 2018, en synthétisant 15 études (McLeod & Crowe, 2018). Nous avons ensuite inclus l'étude de Smit et al. (1990) qui était également cité dans MacLeod et al. (2011). Pour finir notre comparaison, nous avons inclus l'étude de Dodd et al. (2006) citée dans MacLeod et al. (2011).

| Sources | Auteurs | Ages évalués | Critère 90% | Commentaires |
|---|---|---|---|---|
| Etudes analysées dans Crowe & McLeod (2020) | Bankson & Berthal (1990) | 3 ans – 9 ans et 11 mois | - | Effet plafond = 89% de production correcte à 6 ans |
| | Smit et al. (1990)[a] | 3 ans – 9 ans | 8 ans – 8 ans et 11 mois | |
| | Pearson et al. (2009) | 4 ans – 12 ans et 11 mois | 4 ans | |
| Citées dans Crowe & McLeod (2020) | McLeod & Crowe (2018)[b] | 2 ans – 6 ans et 11 mois | 5 ans – 5 ans et 11 mois | |
| MacLeod et al. (2011) | Dodd et al. (2006) | - | 6 ans – 6 ans et 5 mois | |

Tableau 3 : Âge d'acquisition du /ɹ/ au critère 90%. a. L'étude est citée également dans MacLeod et al. (2011)
b. les âges d'acquisition reportés sont une synthèse de 15 études analysées.

Dans ce tableau nous observons dans l'étude de Pearson et al. en 2009 que les enfants les plus jeunes maitrisent déjà la consonne rhotique approximante. Au contraire, dans le travail de Bankson & Bernthal en 1990 il y a un effet plafond c'est-à-dire que le phonème /ɹ/ n'est pas maitrisé à 9;11 (119 mois). En ce qui concerne, les trois études restantes on observe que l'approximante en anglais est maitrisée tardivement, c'est-à-dire entre 5 ans et 8 ans et 11 mois.

Malgré la variabilité de l'âge d'acquisition, les enfants qui n'auront pas une production typique de la rhotique à 9 ans pourront être diagnostiqués comme présentant des erreurs résiduelles de la parole (Shirberg et al., 1994 cités dans Cialdella et al., 2021). Ces

erreurs sont présentes chez 1 à 2% de la population adulte (Culton, 1986 cités dans Cialdella et al., 2021).

### *b. Acquisition des vibrantes et des battues alvéolaires*

Stemberger & Bernhardt (2018) synthétisent 8 études réalisées conjointement avec des chercheurs natifs de 8 pays différents. L'objectif est de décrire l'acquisition des rhotiques battue et vibrante alvéolaires en position initiale de mots lorsqu'elles sont en groupes consonantiques. Autrement dit, l'objectif est de comprendre « l'acquisition des segments difficiles dans des environnements complexes. » (p.411). Pour ce faire, ils comparent l'acquisition de la rhotique en groupe consonantique avec son acquisition en consonne simple. Ils la comparent également avec la latérale /l/ en consonne simple et en groupe consonantique. En effet, la littérature mentionne que, lors d'erreurs de production, les vibrante et battue alvéolaires sont généralement substituées par la latérale /l/.

Pour la réalisation du projet, 350 enfants avec des développements typiques (TD) et 139 enfants avec des développements phonologiques prolongés (PPD) ont été interrogés. Ces enfants étaient tous monolingues préscolaires et ils étaient âgés de 3 ans à 5 ans. Les langues étudiées (et les phonèmes) sont : le bulgare (vibrante alvéolaire), le suédois (vibrante alvéolaire), le portugais européen (battue alvéolaire), l'espagnol chilien & de Grenade (battue et vibrante alvéolaires), le hongrois (battue et vibrante alvéolaires), l'islandais (battue et vibrante alvéolaires et le slovène (battue et vibrante alvéolaires)

Dans l'étude de Stemberger & Maybernhardt (2018), seules les rhotiques en initiale de mot ont été analysées. Pour catégoriser le niveau d'avancement de l'acquisition nous nous servirons du travail de MacLeod et al. (2011). En effet, ils classent les consonnes en fonction de leur rapidité d'acquisition par les enfants en proposant 3 niveaux. Ces niveaux incluent l'acquisition des consonnes en fonction de leur position dans le mot. Nous utiliserons donc les niveaux suivants : émergeant lorsque les consonnes sont produites correctement par moins de 50% des enfants. Puis, le niveau « habituel »[6], c'est-à-dire que la consonne est produite correctement par 50% des enfants. Le niveau « acquis » signifie que 75% des enfants produisent correctement la consonne. Enfin le niveau « maitrisé » rejoint le critère 90%, qui signifie que 90% des enfants produisent la consonne correctement.

[6] Termes utilisés dans Meloni, 2015

En consonne simple, la vibrante et la battue sont acquises tardivement par rapport à la latérale. En effet, la latérale est maitrisée entre 3 et 4 ans pour toutes les langues, excepté pour le portugais et le bulgare qui n'ont pas de résultats. En ce qui concerne la vibrante, elle n'est maitrisée à 5 ans qu'en espagnol chilien (Perez et al., 2018). La battue, quant à elle, est maitrisée à 4 ans pour le bulgare (90%) (Ignatova, Bernhardt, Marinova-Todd, & Stemberger, 2018) mais seulement acquise (76.3%, sd = 3.04) en slovène (Ozbič et al., 2018)

En groupe consonantique, l'acquisition des trois consonnes, latérale, vibrante et battue, est plus tardive qu'en consonne simple. En effet, la latérale est maitrisée à 4 ans en islandais (Másdóttir, 2018) et à 5 ans en espagnol chilien (Perez et al., 2018). Dans les autres langues, elle est seulement acquise à 4 ans. En ce qui concerne les 4 langues possédant une vibrante en groupe consonantique (l'islandais, le suédois, le bulgare et le hongrois), les résultats de production correcte dépassent difficilement le stade acquis, c'est-à-dire que les résultats restent majoritairement en dessous de 75% (Ignatova et al., 2018 ; Lundeborg Hammarström, 2018 ; Másdóttir, 2018 ; Tar, 2018). Enfin, lorsque la battue est en groupe consonantique, à 4 ans, elle émerge (entre 36% et 48%[7]) pour l'espagnol chilien, elle est acquise (83% à 90%) pour l'espagnol de grenade (Perez et al., 2018), mais elle reste dans le niveau habituel pour le portugais (59%) (Ramalho & Freitas, 2018) et pour le slovène (64,9%) (Ozbič et al., 2018). A 5 ans, elle est acquise ou presque maitrisée pour l'espagnol mais n'est pas acquise en portugais.

### *c. Acquisition de la fricative uvulaire voisée*

Bérubé et al. (2019) comparent l'âge d'acquisition de la fricative en allemand et en portugais européen. La fricative uvulaire voisée est la prononciation standard mais plusieurs autres variantes existent telles que la vibrante, la fricative vélaire et l'approximante. Leur étude regroupe, 87 enfants au développement langagier typique (TD) de 3 à 6 ans pour le portugais européen et 33 enfants TD de 3 ans à 6 ans et 2 mois pour l'allemand

Les résultats de l'étude menée montrent que pour les deux langues la rhotique se développe à 3 ans et est presque ou complétement maitrisée à 4/5 ans. Elle est donc maitrisée plus tôt que l'approximante de l'anglais, résultats qui est confirmé par MacLeod et al. (2011) et que la vibrante dans les langues du monde. Notre intérêt se porte donc maintenant sur l'acquisition de la fricative uvulaire en français.

[7] Les deux pourcentages correspondent aux productions correctes en fonction de l'accentuation de la première syllabe, respectivement accentuée et non accentuée.

## *2. Acquisition de la fricative uvulaire en français*

Brosseau-Lapré & Rvachew, 2014, Rvachew, Leroux, & Brosseau-Lapré, 2014 et Rvachew et al., 2013, notent la richesse des bases de données pour documenter l'acquisition du langage chez les enfants anglophones. D'après MacLeod et al. (2011), les bases de données, pour les enfants francophones, sont plus pauvres et il y a donc un besoin d'avoir des données de référence. En effet, tout comme les rhotiques en anglais, les rhotiques en français sont difficiles à acquérir et à maitriser pour les enfants. (Rose & Wauquier-Gravelines, 2007)

Les études de Bérubé et al. (2019), de MacLeod et al. (2011) et de Rvachew et al. (2013) décrivent l'acquisition des consonnes chez les enfants francophones canadiens ayant un développement langagier typique. Ces études utilisent la même tâche de dénomination d'images mais suivant deux procédures différentes. Les études de Bérubé et al. (2019) et de Rvachew et al. (2013) utilisent le Test de Francophone de Phonologie (TFP ; Paul & Rvachew, 2009) et celle de MacLeod et al. (2011) utilise le test tiré du : Casse-tête d'évaluation de la phonologie (Auger, 1994 cité dans MacLeod et al. 2011). Les trois recherches regroupent au total 244 enfant âgés de 1 an et 8 mois à 7 ans et 2 mois

### *a. Acquisition de la rhotique en consonne simple*

MacLeod et al. (2011) analysent l'inventaire des consonnes. Cette analyse est basée sur la mesure des sons émergents. Autrement dit, les auteurs ont répertorié les consonnes qui étaient produites par plus de 75% des enfants qu'elles soient correctement prononcées ou non. L'analyse relève qu'en initiale de mot, la fricative uvulaire apparait dans les trois dernières consonnes entre 3ans – 4 ans ½. En milieu de mot, elle apparait, avec le [k] entre 3ans – 4 ans ½. Enfin, en finale de mot, elle apparait entre 1 an – 1 an ½ avec beaucoup d'autres consonnes. Dans l'étude de Bérubé et al. (2019), la rhotique se développe également à 3 ans. De même, Rvachew et al., en 2013, relèvent que la production correcte de la consonne dépend de sa place. En effet, il y a une meilleure production (92%) lorsque la consonne est seule et qu'elle se situe en attaque de syllabe que lorsqu'elle est seule et qu'elle se situe en coda (86%). La position coda est d'ailleurs la seule position pour laquelle les résultats, en moyenne, tombent en dessous de 90% de production correcte.

L'âge de la maitrise des consonnes est discuté dans les différentes études citées précédemment. En effet, MacLeod et al. (2011) observent que la rhotique est maitrisée entre

3 ans et 4 ans ½. Dans l'étude de Bérubé et al. (2019) les enfants maitrisent presque ou complétement la rhotique autour de 4 – 5 ans. Enfin, les enfants dans l'étude de Rvachew et al. (2013) maitrisent la rhotique en maternelle (« kindergarten »), c'est-à-dire à 6 ans.

La conclusion de l'acquisition de la rhotique en français est la même que pour celle en portugais européen et en allemand, elle est maitrisée plus tôt que l'approximante en anglais et que la vibrante dans les langues du monde

### *b. Acquisition de la rhotique en groupes consonantiques*

L'acquisition de la rhotique en groupe consonantique chez les enfants francophones typiques est très peu documentée. Rvachew et al. (2013), constatent que les phonèmes sont plus difficiles à acquérir que lorsqu'ils sont en consonne simple. En ce qui concerne l'étude de MacLeod et al. (2011), les auteurs étudient quatre groupes consonantiques dont trois en initiale de mot /kʁ/ /fʁ/ et /tʁ/ et un en finale de mot /bʁ/. Le groupe consonantique maitrisé à 4 ans, c'est-à-dire le plus rapidement est /kʁ/. Puis, les groupes /fʁ/ et /tʁ/ sont seulement acquis à 4 ans et demi Enfin, à 4 ans et demi, le groupe /bʁ/ n'est pas acquis.

Les études traitant de l'acquisition des rhotiques en consonne simple ou en groupe consonantique tendent à montrer une acquisition tardive. Au plus tôt, les auteurs constatent qu'elles sont maitrisées à 4 ans et au plus tard à 9 ans voire 10 ans. Cependant, ce dernier cas de figure relève peut-être d'un trouble de parole.

## Conclusion de partie

Finalement, nous avons observé que les consonnes uvulaires sont rares dans les langues du monde. En ce qui concerne la rareté des rhotiques uvulaires, elle le sont encore plus.

Au sein du groupe des rhotiques, les différents sons présentent beaucoup de diversité autant pour les modes que pour les lieux d'articulation. Cette diversité implique des difficultés à trouver, pour les auteurs, des traits communs entre les sons. Parmi toutes ces rhotiques, nous nous sommes axés sur celle du français qui est la rhotique uvulaire. Nous avons vu qu'il n'y a qu'un phonème rhotique, mais qu'il existe plusieurs variantes phonétiques. De plus, le phonème rhotique apparait le plus fréquemment dans le discours. Pourtant, des études en acquisition ont montré que la rhotique en français canadien est acquise tardivement. Tout d'abord, en initiale et en milieu de mot, elle fait partie des trois dernières consonnes à apparaitre à partir de 3 ans. Puis, lorsqu'elle est en consonne simple, elle n'est maitrisée qu'entre 3 ans et 6 ans. Enfin, lorsqu'elle se situe en groupe consonantique, en fonction des groupes, la consonne peut ne pas être acquise ou être maitrisée à 4 ans. Ces études traitent de l'acquisition de la rhotique, de son développement spécifique et de son acquisition. Cependant, il n'existe pas, ou très peu, d'études acoustiques pour le décrire.

Notre étude cherche donc à caractériser la nature acoustique de la rhotique uvulaire au cours de l'acquisition du français. Cette caractérisation sera faite par rapport à des productions d'enfants francophones. Elle s'appuie sur les données du projet EULALIES, dont l'un des buts est de recueillir des données normatives sur le développement phonologique en français. Grâce à ces données traitées, nous aurons une idée plus précise de la nature acoustique de la rhotique /ʁ/ ainsi que de sa variabilité en fonction des contextes phonétiques en français.

# Partie 2

# -

# Méthodologie

# Chapitre 3. Méthodologie de notre projet

## *1. Présentation du projet*

Nous avons analysé des productions d'enfants qui réalisaient une tâche de dénomination d'images basée sur le projet EULALIES.

Grâce à cette tâche de dénomination d'images, nous avons extrait 43 mots qui contenaient le son /ʁ/. Les tableaux ci-dessous présentent les stimuli de la tâche. Ces stimuli sont regroupés en fonction de différents contextes phonétiques.

Tableau 4 : Mots de la dénomination d'images contenant la rhotique en consonne simple

| Consonne simple | | |
|---|---|---|
| Initiale[8] | Médiale | Finale |
| Rhinocéros<br>Robe | Aspirateur<br>Farine<br>Parapluie<br>Vétérinaire<br>Extraterrestre<br>Rhinocéros<br>Oreiller<br>Euro<br>Aquarium | Couverture<br>Voiture<br>Hélicoptère<br>Vétérinaire<br>Aspirateur<br>Ventilateur<br>Ordinateur<br>Docteur<br>Gare |
| 2 mots | 9 mots | 9 mots |

Tableau 5 : Mots de la dénomination d'images contenant la rhotique en groupe consonantique

| Groupes consonantique | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| sourde | | | sonore | | |
| Initiale | Médiale | Finale | Initiale | Médiale | finale |

[8] Les positions initiales ne sont pas des initiales de phrases mais des initiales de mots. En effet, adultes comme enfants font précéder les mots par un déterminant.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Crocodile<br>Fraise | Supermarché<br>Fourchette<br>Couverture<br>Extraterrestre<br>[ɛk.stʁa.te.ʁɛstʁ][9]<br>Citron<br>Electricien | Yaourt<br>Ours<br>Extraterrestre | Griffe<br>Grenouille<br>Biberon [bibʁɔ̃]<br>Ouvre-boite | Escargot<br>Ordinateur<br>Supermarché | Tigre<br>Zèbre<br>Livre<br>Pieuvre<br>Uniforme |
| 2 mots | 6 mots | 3 mots | 4 mots | 3 mots | 5 mots |

Lors du mémoire de M1, nous avions analysé les productions correctes des /ʁ/ chez les enfants. Nous avions trouvé que, de la Grande Section de Maternelle (GSM) au CM2, les scores étaient très bons (Métral, 2020). Cette année nous avons donc décidé d'étudier la variabilité phonétique de ces productions correctes en faisant une analyse acoustique.

Nous avons sélectionné 12 productions d'enfants de GSM. Ces enfants sont âgés entre 5 ans et 6 ans et 2 mois. Six sont multilingues, cinq monolingues et nous n'avons pas d'information pour un enfant. Ils ont tous été enregistrés dans les écoles de l'agglomération grenobloise. Enfin, tous ces enfants ont un développement langagier typique et n'ont pas suivi de rééducation orthophonique.

De plus, nous avons enregistré deux adultes : un homme et une femme. Ces deux adultes sont monolingues, ils n'ont pas suivi de rééducation orthophonique et ils ont été enregistrés dans la salle sourde du laboratoire Gipsa-lab. La tâche était la dénomination d'images du projet EULALIES. Cependant, cette épreuve contenait seulement les mots qui nous intéressaient.

## *2. Analyse phonétique*

### *2.1. Analyse acoustique*

Pour faire l'analyse acoustique nous sommes parties des variantes présentes en français, c'est-à-dire : la fricative sourde /χ/, la fricative sonore /ʁ/, la vibrante alvéolaire sonore /r/, la vibrante uvulaire sonore /ʀ/ et l'approximante sonore /ʁ̞/.

[9] Pour syllabifier le groupe [ɛkstʁa], nous nous sommes appuyés sur plusieurs règles. La première est que « la coupe syllabique se produit entre deux consonnes en contact » (Leon, 2011, p. 134). Cependant, « deux consonnes dont la deuxième est une liquide [...] forme un groupe indivisible » (Canault, 2017, p. 101). On obtient donc la syllabification [ɛk.s.tʁa]. Pour déterminer la place du /s/, nous utilisons le principe de l'attaque maximale « selon lequel les attaques complexes sont préférées aux codas complexes » (Rousset, 2004, p. 165). On obtient donc la syllabification [ɛk.stʁa]

Tout d'abord, nous avons exclu la vibrante alvéolaire /r/ que l'on retrouve dans certaines variétés de français mais pas ou peu en français hexagonal.

Puis, nous avons catégorisé les différentes variantes en fonction de leurs caractéristiques acoustiques, c'est-à-dire selon leur niveau de bruit et leur niveau d'harmoniques. En ce qui concerne la variante fricative sourde /χ/, elle n'est caractérisée que par du bruit. La fricative sonore /ʁ/ est caractérisée par du bruit et du voisement. La vibrante uvulaire sonore /ʀ/ est caractérisée par des formants entre-coupés de pauses ainsi que du voisement. Enfin, l'approximante sonore /ʁ̞/ est caractérisée par des formants et du voisement, c'est-à-dire uniquement des harmoniques. Ces quatre variantes constituent un continuum du signal avec le plus de bruit, c'est-à-dire la fricative sourde, au signal contenant le plus d'harmoniques, c'est-à-dire l'approximante.

Deux paramètres acoustiques nous ont été utiles pour différencier les objets sonores. Le premier paramètre est le HNR qui signifie Harmonics-to-noise ratio. Le HNR permet de caractériser le taux d'harmoniques sur le bruit. Par exemple, il devrait être plus haut pour une approximante que pour une fricative sourde. Le second paramètre qui nous permet de détecter le voisement est la F0.

### *2.2. Hypothèse de réalisation*

Suite à notre catégorisation acoustique, nous avons émis des hypothèses de réalisation du /ʁ/ en fonction de deux grands contextes : /ʁ/ en consonne simple et /ʁ/ en groupe consonantique.

En consonne simple, trois contextes ont été définis : initiale[10] de mot, finale et intervocalique. En initiale, les réalisations de la rhotique sont assez floues et peuvent être multiples. Ce flou des réalisations engendrent des hypothèses exhaustives. La rhotique peut être produite comme une fricative sourde ou sonore, comme une vibrante voire comme une approximante. De même, en finale et en position intervocalique, les réalisations de la rhotique peuvent être : fricative sourde ou sonore ainsi qu'approximante.

En ce qui concerne le contexte groupe consonantique, ce contexte a été divisé en deux : le contexte de la rhotique est une consonne sourde ou une consonne sonore. Pour ces deux contextes, l'hypothèse de réalisation est une assimilation de la consonne sur la rhotique. Ce qui signifie qu'en contexte sourd la rhotique aura une réalisation sourde et en contexte

[10] Nous n'avons pas de position initiale de phrase car les enfants prononce : det+nom.

sonore elle aura une réalisation sonore. Les modes pouvant être fricatifs, vibrants ou approximants.

### *2.3. Traitement des données*

Pour traiter nos données, nous nous sommes servies de la transcription phonétique des mots qui avait déjà été faite sur Phon (Rose et al., 2006). Nous avons extrait les mots de la dénomination d'images qui contenaient le son /ʁ/, puis nous avons généré un TextGrid.

Nous avons ensuite inséré ce TextGrid dans Praat (Boersma & Weenink, 2018) et nous l'avons ouvert avec le son. Cette étape était nécessaire, car nous devions aligner manuellement les /ʁ/. C'est-à-dire que nous avons délimité les frontières temporelles des /ʁ/ qui étaient correctement produits (cf. Figure 3)

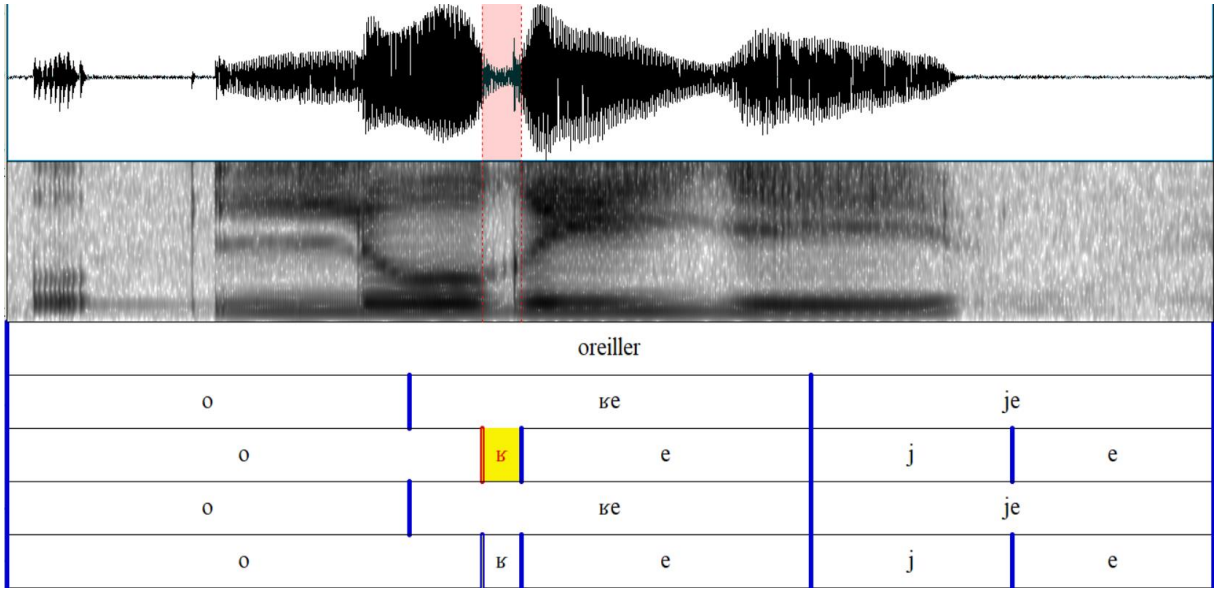



Figure 3 : Visualisation du signal acoustique dans Praat

Nous avons ensuite créé un script praat qui nous a permis d'extraire automatiquement plusieurs informations liées aux /ʁ/ (cf. Annexe 1).

Tout d'abord, nous avons créé l'index suivant qui regroupe les prononciations acceptables : "r x ɣ χ ʁ ʀ x̟ ɣ̟ χ̟ ʁ̟ ʁ̞". Lorsque le script trouve un des symboles dans la tier des phones cibles, il récupère : le nom du fichier, le temps au milieu de l'intervalle, le mot, la syllabe cible, la syllabe produite ainsi que le phone produit.

Puis, si le phone produit est contenu dans l'index alors le script extrait plusieurs paramètres acoustiques tels que : les valeurs de HNR, la F0, le centre de gravité et les formants. Par soucis de temps, nous n'analyserons pas les résultats du centre de gravité ainsi que les formants. Finalement, le script praat ajoute toutes les valeurs récupérées dans un fichier texte.

La dernière étape est la création d'un script dans le logiciel R (Core Team, 2020), pour le traitement des données, les représentations graphiques et les analyses statistiques (cf. Annexe 2).

# Partie 3

# -

# Résultats et analyse

# Chapitre 4 – Résultats acoustiques

La présentation de nos résultats se fera en trois temps. Tout d'abord, nous introduirons les données générales liées à notre corpus. Puis, nous détaillerons la proportion de consonnes sonores ainsi que les résultats du HNR lorsque la rhotique est en consonne simple et lorsqu'elle se situe en groupe consonantique.

## *1. Les données générales*

Notre corpus est constitué au total de 520 mesures, 440 pour les enfants et 80 pour les adultes. Parmi ces mesures, il y a 254 mesures de la rhotique en consonne simple et 265 mesures de la rhotique en groupe consonantique.

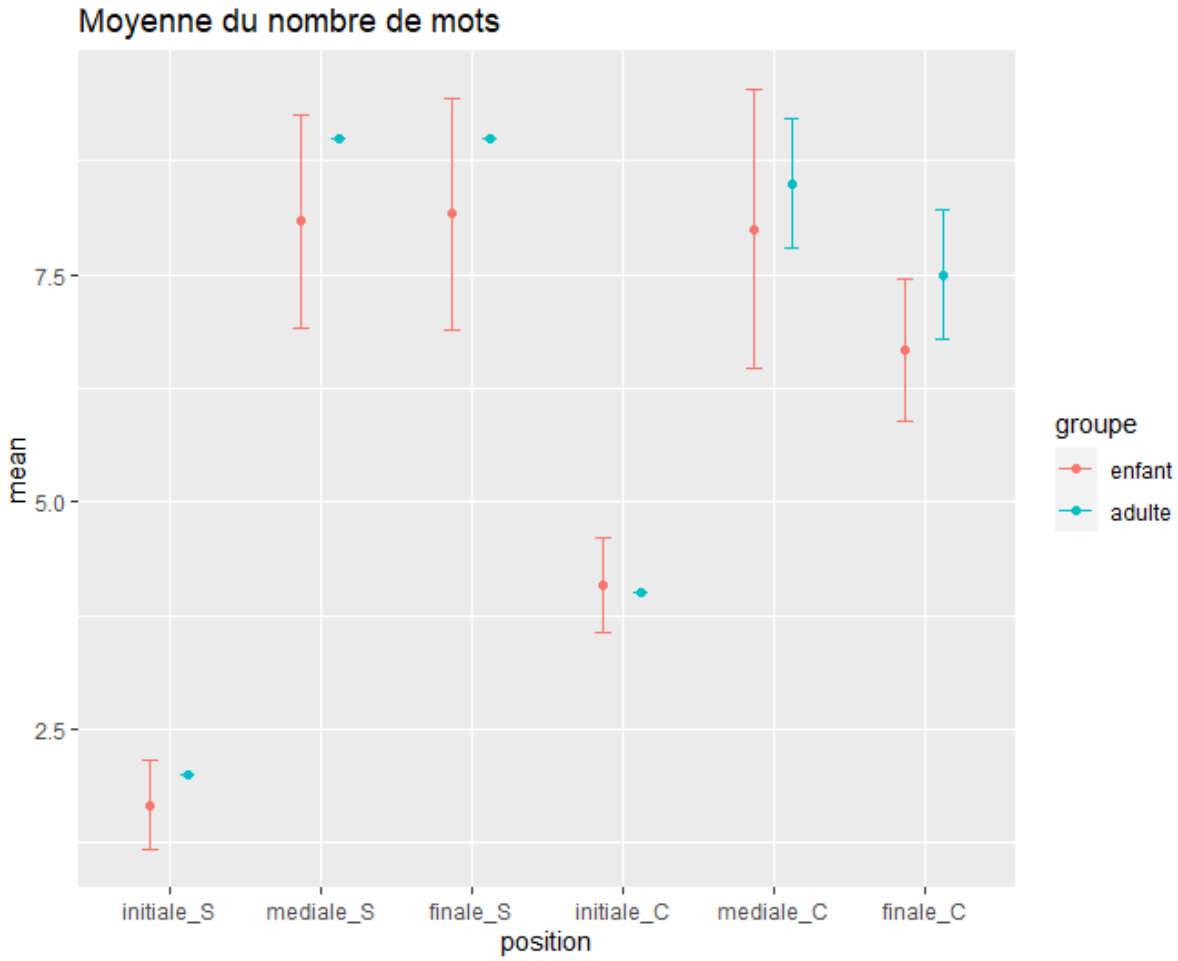



Figure 4 : Nombre de mots moyens en fonction de la position de la rhotique

Tableau 6 : Nombre de mots moyens en fonction de la position de la rhotique

| Position | Groupe | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|---|
| Initiale_S | Enfant | 1.67 | 0.49 |
| | Adulte | 2 | 0 |
| Médiale_S | Enfant | 8.08 | 1.16 |
| | Adulte | 9 | 0 |
| Finale_S | Enfant | 8.17 | 1.27 |
| | Adulte | 9 | 0 |
| Initiale_C | Enfant | 4.08 | 0.51 |
| | Adulte | 4 | 0 |
| Médiale_C | Enfant | 8 | 1.54 |
| | Adulte | 8.5 | 0.71 |
| Finale_C | Enfant | 6.67 | 0.78 |
| | Adulte | 7.5 | 0.71 |

La figure 1 représente le nombre moyen de mots contenant la rhotique en fonction de sa position dans le mot. En consonne simple, pour les enfants et les adultes, il y a en moyenne 1.7 et 2 mots ayant la rhotique en position initiale (ex : robe). Il y a, pour les enfants, 8,2 mots contenant la rhotique en position médiale (ex : parapluie) et 8.1 en finale (ex : gare) et pour les adultes il y a 9 mots contenant la rhotique en position médiale et finale.

En groupe consonantique, pour les enfants et les adultes, il y a en moyenne 4,1 et 4 mots contenant la rhotique en initialee (ex : griffe). Il y a 8 et 8,5 mots en position médiale (ex : fourchette) et 6.7 et 7.5 en position finale (ex : yaourt).

## 2. *Résultats pour la rhotique en consonne simple*

### *2.1. Proportion de consonnes sonores*

En premier lieu, nous analysons les mesures de fréquence fondamentale (F0). Nous avons calculé la proportion de consonnes sonores par rapport aux consonnes sourdes. Les résultats sont présentés dans la Figure 5.

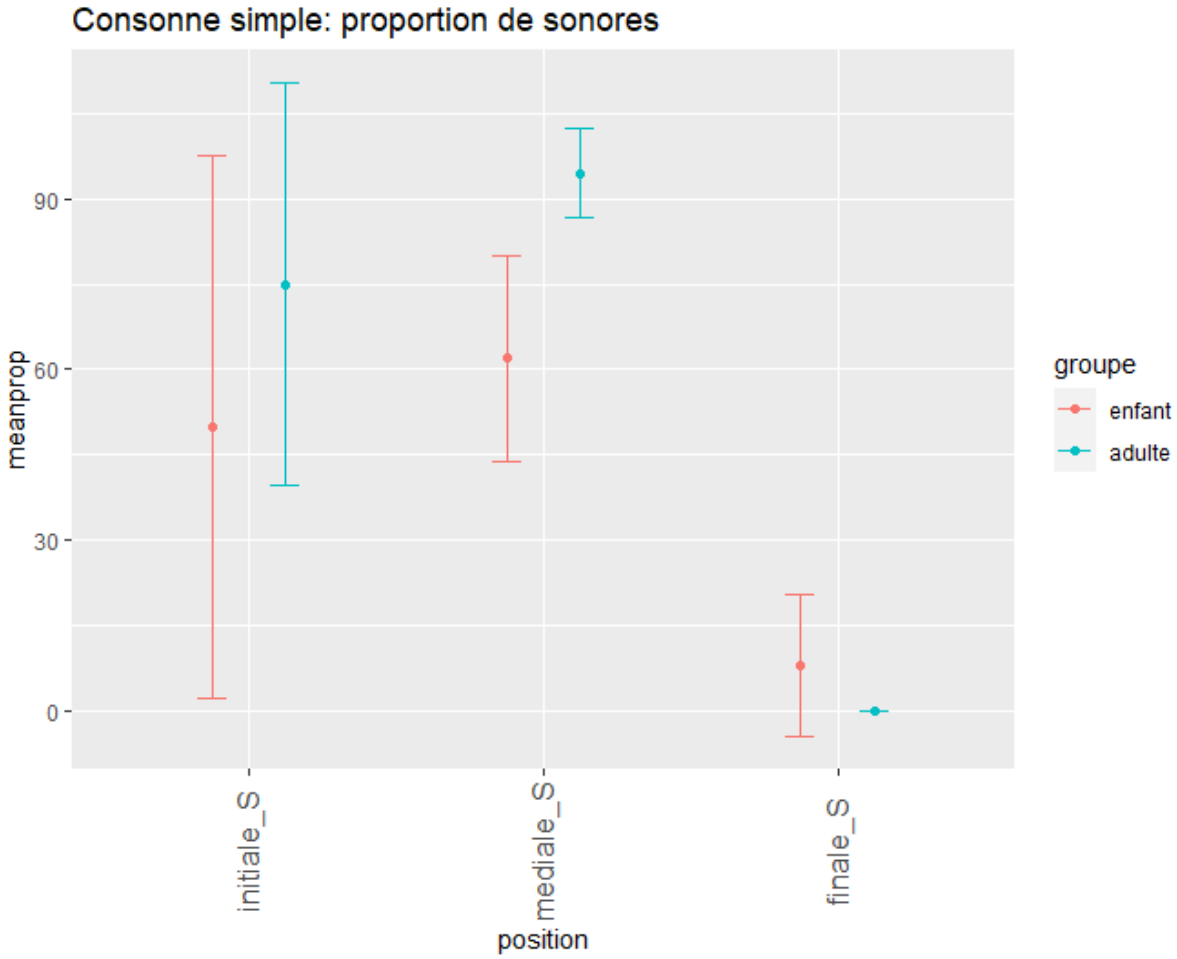



Figure 5 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple

Tableau 7 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple

| Position | Groupe | Proportion moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|---|
| initiale_S | enfant | 50 | 47.67 |
| | adulte | 75 | 35.36 |
| mediale_S | enfant | 62 | 18.05 |
| | adulte | 94.5 | 7.78 |
| finale_S | enfant | 7.92 | 12.41 |
| | adulte | 0 | 0 |

Pour les enfants, on observe en moyenne, 50% de consonnes sonores en initiale, 62% en médiale et 7.9% en finale. Pour les adultes, on constate qu'il y a en moyenne, 75% de consonnes sonore en position initiale, 94.5% en médiale et aucune sonore en finale.

Les analyses statistiques indiquent qu'il n'y a pas d'effet de groupe, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différences entre les résultats des adultes et des enfants. Par ailleurs, il y a un effet de la position (p<.001). En effet, il y a des différences significatives, pour les deux groupes, entre les positions initiale-finale (enfants : p=.001 et adulte p=.018) et médiale-finale (p<.001 et p=.003). Autrement dit, entre les positions initiale et médiale et la position finale, il y a une différence de proportion des consonnes sonores.

### *2.2. HNR des rhotiques sonores*

Dans un second temps nous avons analysé le HNR des 95 consonnes sonores, c'est-à-dire des consonnes ayant une fréquence fondamentale mesurable.

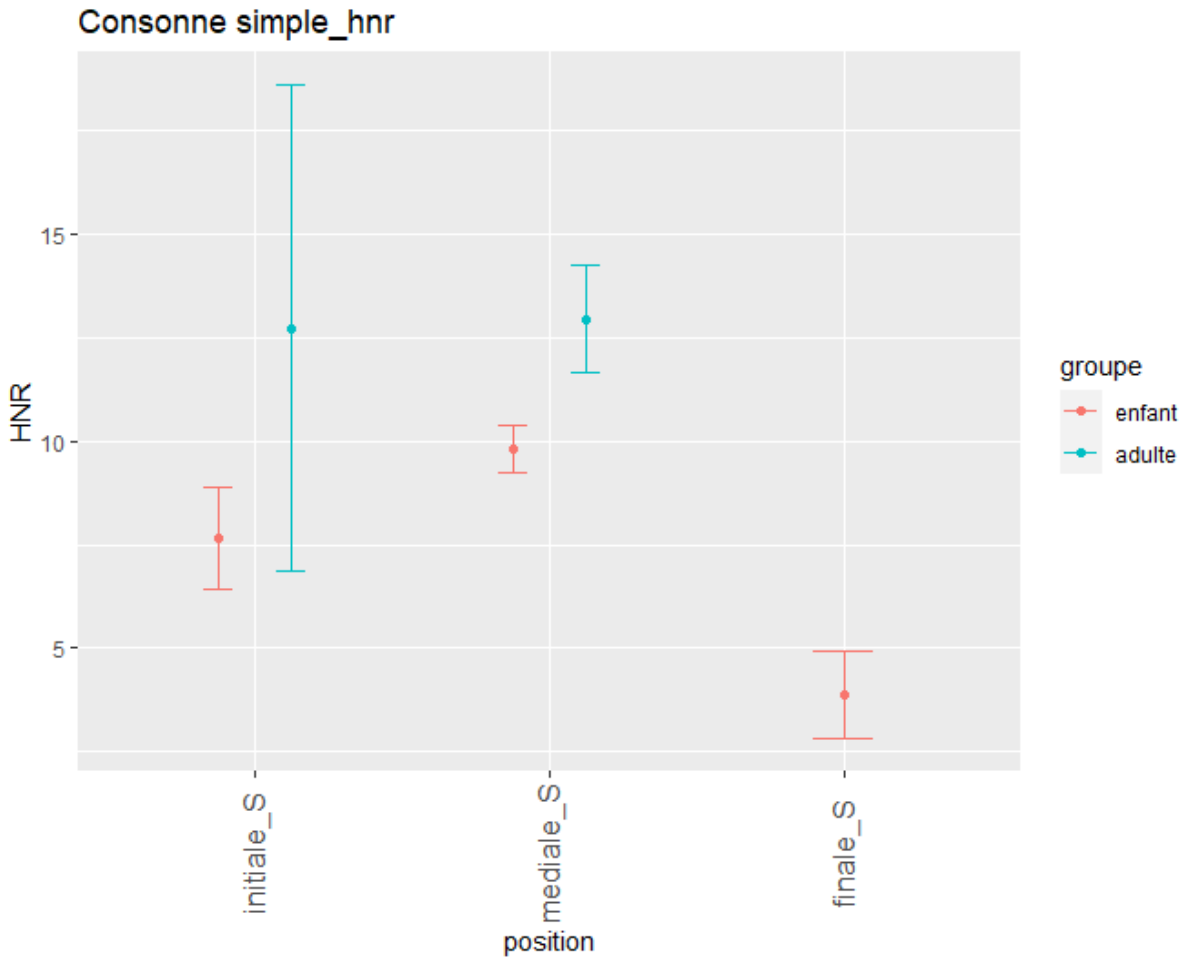



Figure 6 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple

Tableau 8 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple

| Position | Groupe | HNR moyen | écart-type |
|---|---|---|---|
| initiale_S | enfant | 7.66 | 3.7 |
| | adulte | 12.73 | 10.19 |
| mediale_S | enfant | 9.83 | 4.37 |
| | adulte | 12.96 | 5.3 |
| finale_S | enfant | 3.87 | 2.8 |

Nous constatons que le HNR moyen pour les adultes en initiale est de 12.73 et en médiale de 12.96. Il n'y a aucune réalisation sonore en finale de mot pour ce groupe. Pour les enfants, nous observons qu'il y a des consonnes sonores en en finale de mot et que le HNR est bas (3.87). En position initiale et médiale, le HNR moyen est, respectivement, de 7,6 et de 9.83. Les analyses statistiques révèlent que chez les enfants il y a un effet de la position (p=.002). La différence apparait entre les positions médiale et finale (p=.004) : les consonnes en médiale sont statistiquement plus sonores que celles en finale.

## *3. Résultats pour la rhotique en groupe consonantique*

### *3.1. Proportion de consonnes sonores*

En ce qui concerne la proportion de sonores en groupe consonantique, les résultats sont présentés dans la Figure 7 et dans le Tableau 9.

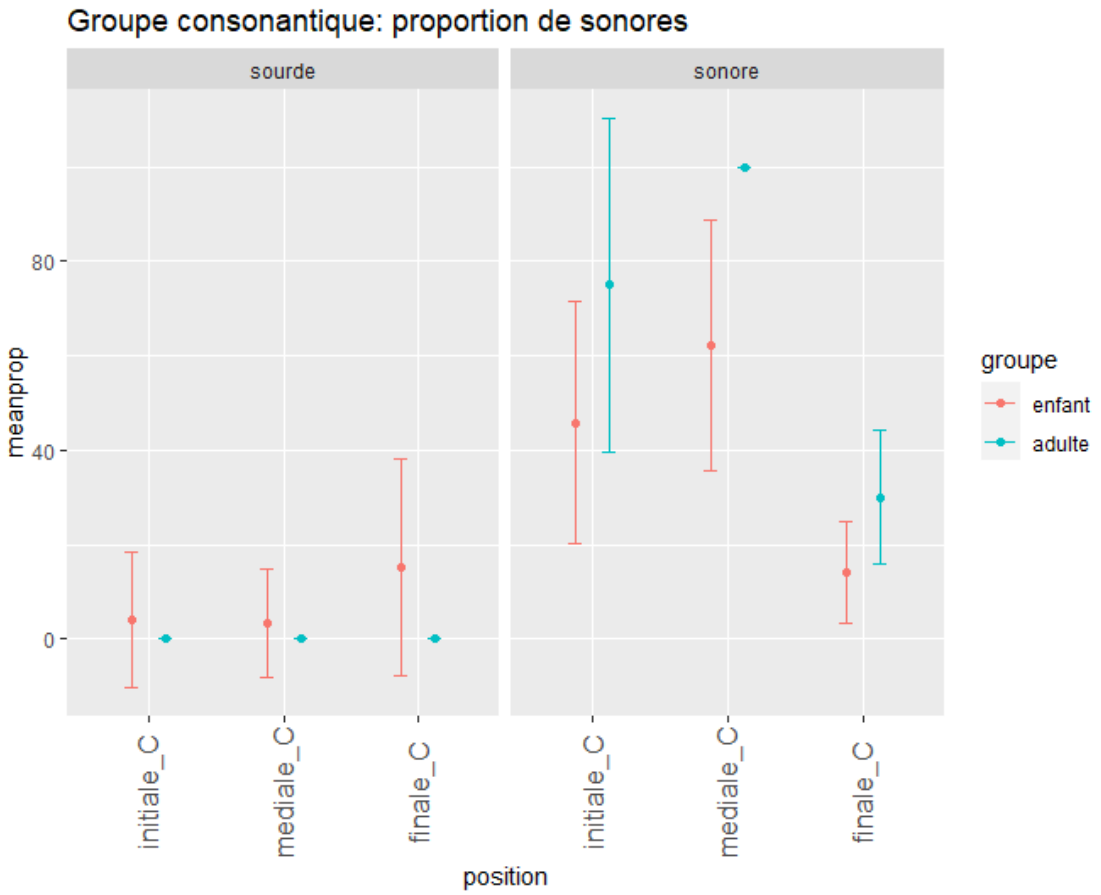



Figure 7 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique

Tableau 9 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique

| Contexte voisement | Position | Groupe | Proportion moyenne | écart-type |
|---|---|---|---|---|
| Sourde | Initiale_C | Enfant | 4.17 | 14.43 |
| | | Adulte | 0 | 0 |
| | Mediale_C | Enfant | 5 | 12.43 |
| | | Adulte | 0 | 0 |
| | Finale_C | Enfant | 15.25 | 22.96 |
| | | Adulte | 0 | 0 |
| Sonore | Initiale_C | Enfant | 50 | 30.15 |
| | | Adulte | 75 | 35.36 |
| | Médiale_C | Enfant | 62.18 | 26.5 |
| | | Adulte | 100 | 0 |
| | Finale_C | Enfant | 14.17 | 10.62 |
| | | Adulte | 30 | 14.14 |

Nous observons qu'en contexte sourd, il n'y a aucun effet de groupe ni de position. Les adultes ne réalisent aucune consonne sonore, et les enfants en produisent très peu.

En contexte sonore, les adultes ont une proportion de consonnes sonores de 75% et de 100% en position initiale et médiale respectivement et de 30% en position finale. Les enfants, quant à eux, ont une proportion plus basse de consonnes sonores quelle que soit la position : en initialee, ils produisent 50% de consonnes sonores, 62,2% en médiale et 14,2% en finale. Autrement dit, les enfants voisent les consonnes en contexte sonore initial et médial mais dans une moindre mesure que les adultes.

Les analyses nous révèlent qu'il y a un effet de la position ($p<.001$) et du groupe ($p=0.02$). Les comparaisons multiples révèlent qu'en position médiale il y a une différence entre les résultats des adultes et des enfants ($p=.043$) : les adultes produisent une plus grande proportion de rhotiques sonores que les enfants. Il n'y a par contre pas de différences en position initiale et finale. Les enfants produisent plus de sonores en position initiale et en médiale qu'en finale (resp. $p=.003$ et $p<.001$). Chez les adultes, la différence se situe seulement entre les positions médiale et finale ($p=.008$) : plus de sonores en médiale qu'en finale.

### *3.2. HNR des rhotiques sonores*

Puis, nous avons analysé le HNR des 66 consonnes sonores, c'est-à-dire des consonnes ayant une fréquence fondamentale mesurable.

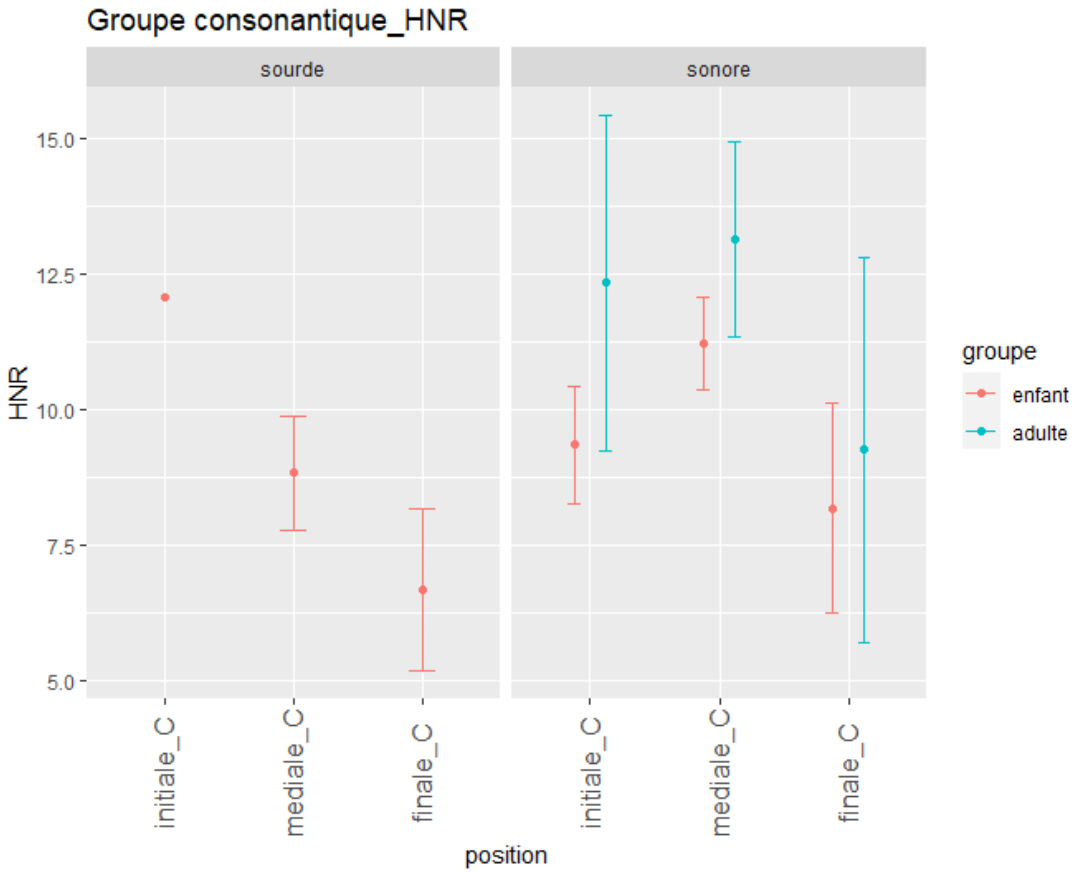



Figure 8 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique

Tableau 10 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique

| Contexte voisement | Position | Groupe | HNR moyen | écart-type |
|---|---|---|---|---|
| sourde | Initiale_C | Enfant | 12.07 | NA |
| | Médiale_C | Enfant | 7.21 | 3.86 |
| | Finale_C | Enfant | 6.67 | 2.84 |
| Sonore | Initiale_C | Enfant | 8.96 | 3.57 |
| | | Adulte | 12.34 | 5.37 |
| | Médiale_C | Enfant | 11.21 | 4.29 |
| | | Adulte | 13.14 | 4.74 |
| | Finale_C | Enfant | 8.18 | 5.48 |
| | | Adulte | 9.26 | 6.16 |

En contexte sourd nous observons que seuls les enfants produisent des consonnes sonore. En effet les adultes ne produisent que des consonnes sourdes dans ces contextes. Pour le groupe des enfants, nous n'obtenons pas de différences significatives en fonction de la position (p=0.2). En ce qui concerne le contexte sonore, nous observons des HNR élevés dans les deux groupes. Chez les adultes, le HNR est de 9,26 en position finale, de 12,34 en

initiale et de 13,14 en médiale. Chez les enfants, il est de 8.18 en finale, 8.96 en initiale et de 11,21 en médiale. Nous constatons donc que les moyennes des enfants dans toutes les positions de mot sont plus basses que celles des adultes. Cependant, les analyses réalisées montrent qu'il n'y a pas d'effet de groupe ou de position, c'est-à-dire que les résultats ne sont pas différents.

## Discussion

Nous avons analysé le type de voisement, ainsi que le rapport harmonique sur bruit des rhotiques en consonne simple ou en groupe consonantique, chez 12 enfants âgés de 5 à 6 ans et chez deux adultes.

Les résultats présentés dans la partie précédente révèlent une variation contextuelle pour la réalisation de la rhotique en français. Dans un premier temps, nous analyserons les résultats des adultes et des enfants séparément.

Le Tableau 11 résume les résultats trouvés chez les adultes.

Tableau 11 : Résumé des résultats des adultes

| ADULTES | | **initiale** | **médiale** | **Finale** |
|---|---|---|---|---|
| **Simple** | **Proportion sonores** | 75% | 95% | 0% |
| | **HNR** | 13 | 13 | - |
| | ***variante*** | *Approximante ?* | *Approximante ?* | *Fricative sourde* |
| **Groupe consonantique – contexte sourd** | **Proportion sonores** | 0% | 0% | 0% |
| | **HNR** | - | - | - |
| | ***variante*** | *Fricative sourde* | *Fricative sourde* | *Fricative sourde* |
| **Groupe consonantique – contexte sonore** | **Proportion sonores** | 75% | 100% | 30% |
| | **HNR** | 12 | 13 | 9 |
| | ***variante*** | *Approximante ?* | *Approximante ?* | *??* |

En nous basant sur les données des adultes, nous pouvons essayer d'établir la règle de réalisation de la rhotique. Nous observons deux ou trois variantes. En position finale de mot ainsi qu'en groupe consonantique ayant un contexte sourd, il n'y a pas de consonnes sonores, c'est-à-dire que la fréquence fondamentale n'est pas mesurable. La Figure 9 présente le signal acoustique de la rhotique en position finale, produite dans *gare*, et ayant une F0 non mesurable. La variante dans ces contextes serait une fricative sourde.

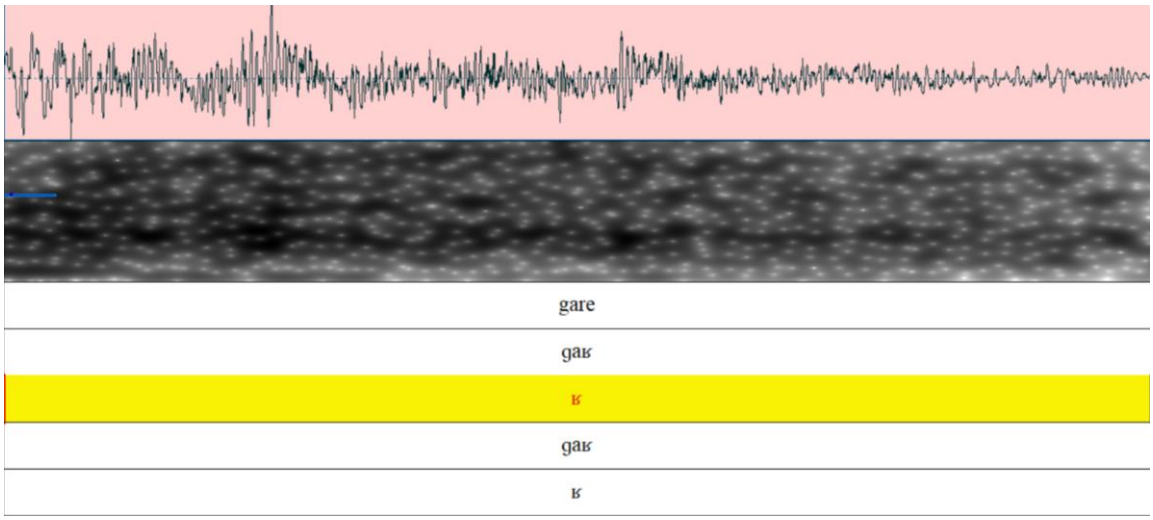



Figure 9 : Signal acoustique de la rhotique produite par un adulte femme (LZ_012) en position finale de mot

En position et médiale de mot en consonne simple et en groupe consonantique avec un contexte sonore, les pourcentages de consonnes sonores très sont élevés (95% et 100%) et le HNR est de 13. La Figure 10 présente le signal acoustique de la rhotique en médiale de mot, produite *vétérinaire*, et présentant un HNR supérieur à 20. La variante pourrait dans ce contexte semble être approximante.

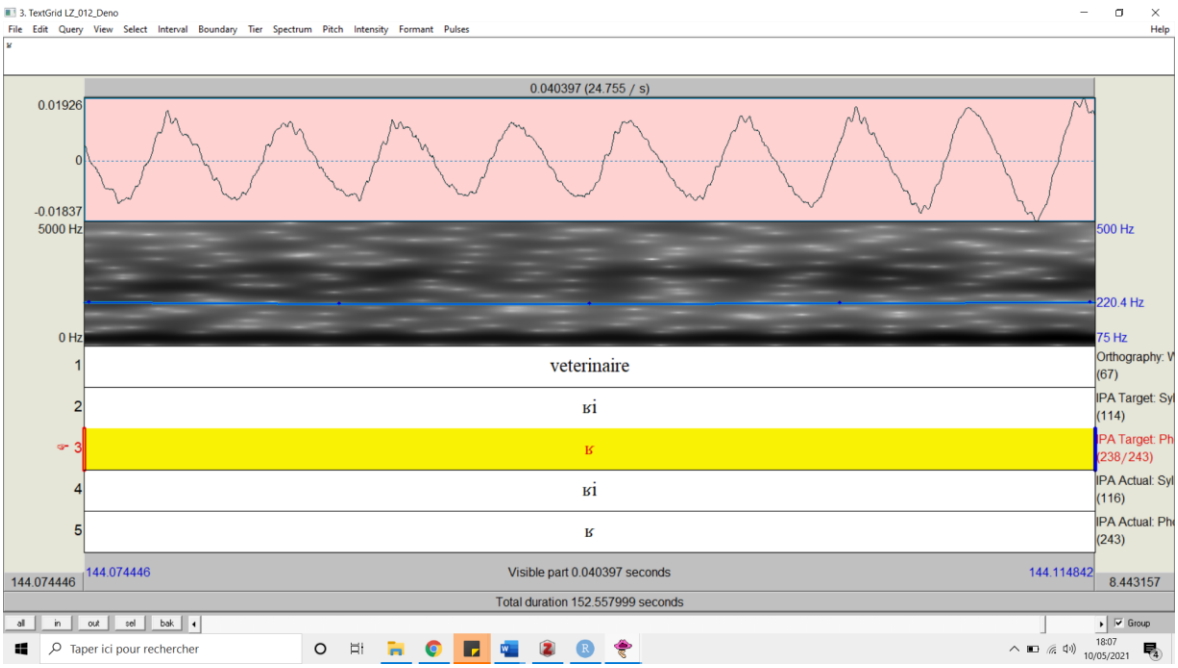



Figure 10 : Signal acoustique de la rhotique produite par un adulte femme (LZ_012) en position médiale

En position initiale, les proportions de consonnes sonores sont plus faibles qu'en position médiale (75%). Cependant, lorsque la consonne est produite sous forme sonore, son HNR est de autour de 12-13. On peut penser que les 75% de sonores sont des approximantes et que les autres 25% sont des fricatives sourdes. Rappelons que ce contexte initial représente l'initiale d'un mot (ex : *robe*), mais que ce mot est systématiquement précédé d'un déterminant (ex : *la robe*). Il se peut qu'il y ait ici une interaction entre l'effet de la position initiale de mot, qui pourrait tirer la variante vers la fricative sourde, et le contexte voisé donné par le déterminant, qui pourrait amener une approximante voisée.

Enfin, nous pourrions nous demander s'il existe une troisième variante. En effet, les résultats obtenus par les rhotiques en position finale en groupe consonantique sonore diffèrent des autres positions et des autres groupes consonantiques en contexte sonore. En effet, la proportion de consonnes sonores est de 30% et le HNR est de 9, contrairement aux groupes en finale de mot qui n'admettent aucune proportion de consonnes sonores et aux groupes consonantiques sonores admettent une proportion importante de consonnes sonores (75% à 100%) et un HNR proche de 13. Nous avons donc extrait seulement les mots de ce contexte et nous avons constaté que les consonnes se réalise voisées essentiellement dans le mot uniforme et son HNR est en moyenne à 12.

Chez les adultes, il n'existe donc pas de troisième variante. Les deux variantes sont : l'approximante voisée et la fricative sourde. Lorsque la rhotique se situe en finale dans un groupe consonantique, qu'il soit sourd ou sonore, la réalisation de la rhotique est celle d'une fricative sourde. Cependant, lorsque le groupe consonantique est en finale de mot, mais que la rhotique se situe avant une consonne sonore sa réalisation est celle d'une approximante.

Les résultats trouvés se rapprochent de ceux de Gendrot et al. (2015). En effet, leur conclusion est que, chez les adultes, lorsque la rhotique se situe en contexte sonore alors la réalisation est approximante voisée et lorsqu'elle se situe en contexte sourd la réalisation est fricative sourde. De plus, ils constatent, grâce à des mesures articulatoire et aérodynamique qu'en position finale de phrase la pression subglottale décroit. Cette variation pourrait indiquer une autre réalisation, qui serait celle de l'approximante non voisée et qui est citée dans la littérature. Nous ne sommes pas en mesure de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse car nous n'avons que des mesures acoustiques. Enfin, les valeurs de HNR dans l'étude des auteurs, situées entre 2 et 6 dB, ne nous permettent pas de le comparer aux nôtres, situées entre 9 et 13 dB.

À présent, nous allons voir comment les enfants réalisent la règle que nous avons établie chez les adultes. Nous observons dans le Tableau 12 que les résultats sont moins tranchés que ceux des adultes. En effet, les enfants ne produisent que 62% de consonnes sonores pour les rhotiques simples en position médiale, là où les adultes en produisent 95%, et ils les produisent avec un HNR de 10 là où le HNR des adultes est de 13.

Tableau 12 : Résumé des résultats des enfants

| ENFANTS | | **initiale** | **médiale** | **Finale** |
|---|---|---|---|---|
| **Simple** | **Proportion sonores** | 50% | 62% | 8% |
| | **HNR** | 7,5 | 10 | 4 |
| | ***variante*** | | | |
| **Groupe consonantique – contexte sourd** | **Proportion sonores** | 4% | 5% | 15% |
| | **HNR** | 12 | 7 | 6,5 |
| | ***variante*** | | | |
| **Groupe consonantique – contexte sonore** | **Proportion sonores** | 50% | 62% | 14% |
| | **HNR** | 9 | 11 | 8 |
| | ***variante*** | | | |

Pour analyser les résultats des enfants, nous avons procédé à une comparaison de leurs proportions de consonnes sonores, et de leurs valeurs de HNR à celles des adultes, dans les trois contextes de réalisation identifiés ci-dessus.

Tout d'abord, nous comparons la proportion de consonnes sonores en contexte « sourd » dans nos deux groupes de participants (cf. Figure 11). Dans ces contextes, les adultes ne produisent aucune variante sonore. Les enfants produisent entre 4 et 15% de consonnes sonores. Les analyses statistiques ne révèlent cependant pas d'effet de groupe ($p=0.2$).

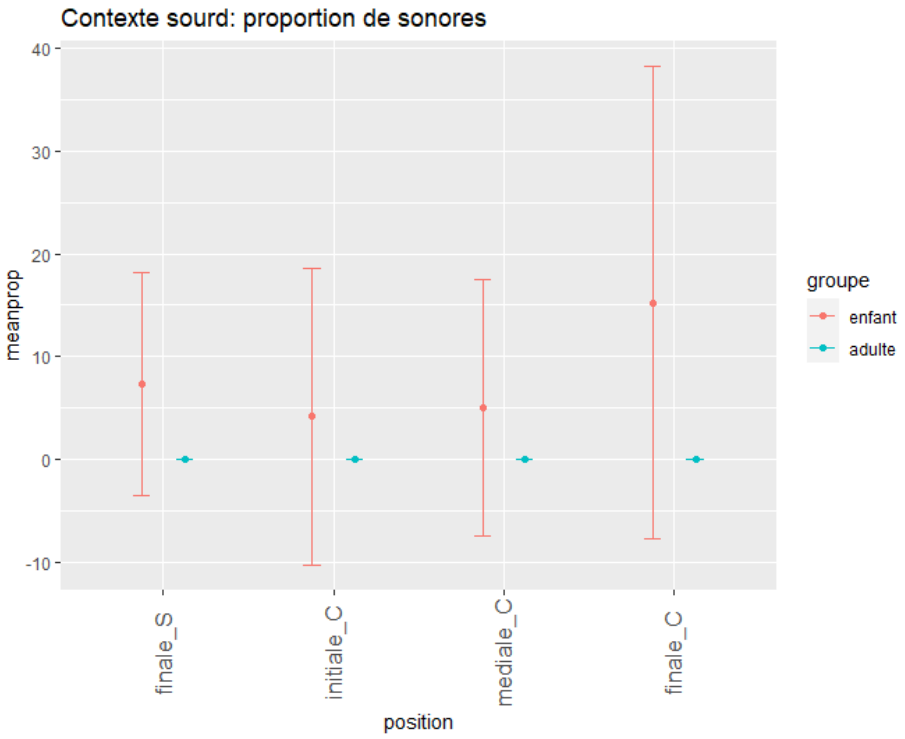



Figure 11 : Proportion de consonnes sonores dans un contexte sourd

Puis, la Figure 12 illustre la proportion de consonnes sonores en contexte « sonore ». Les analyses révèlent qu'il y a un effet du groupe (p=0.05). C'est-à-dire que les adultes voisent significativement plus leurs consonnes en contexte sonore que les enfants.

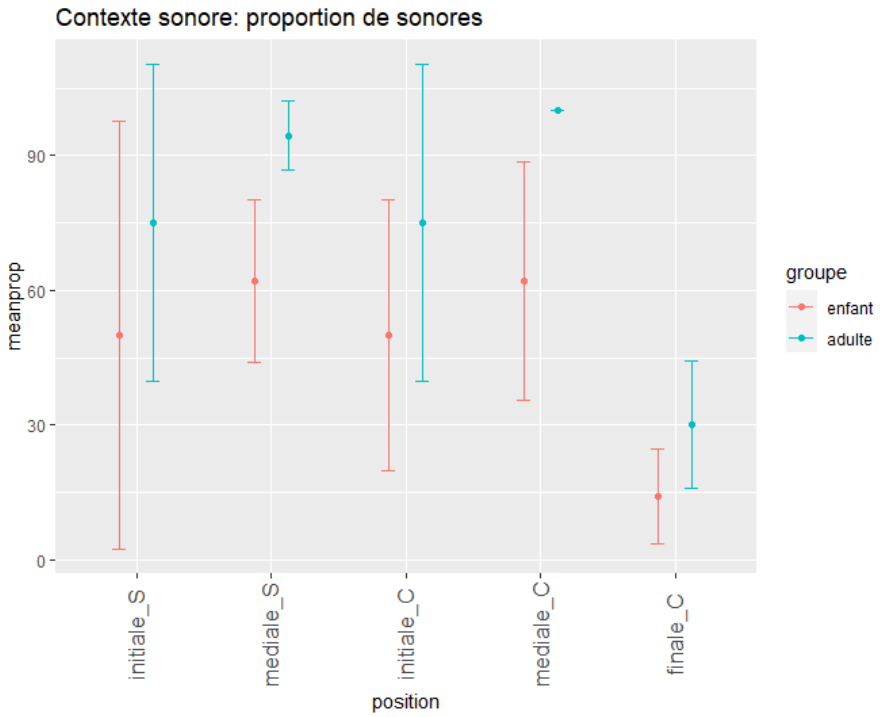



Figure 12 : Proportion de consonnes sonores en contexte sonore

Enfin, la Figure 13 présente les valeurs du HNR moyen dans tous les contextes sonores. L'analyse indique qu'il y a un effet du groupe (p=0.04). Les adultes ont donc un HNR plus élevé que les enfants.

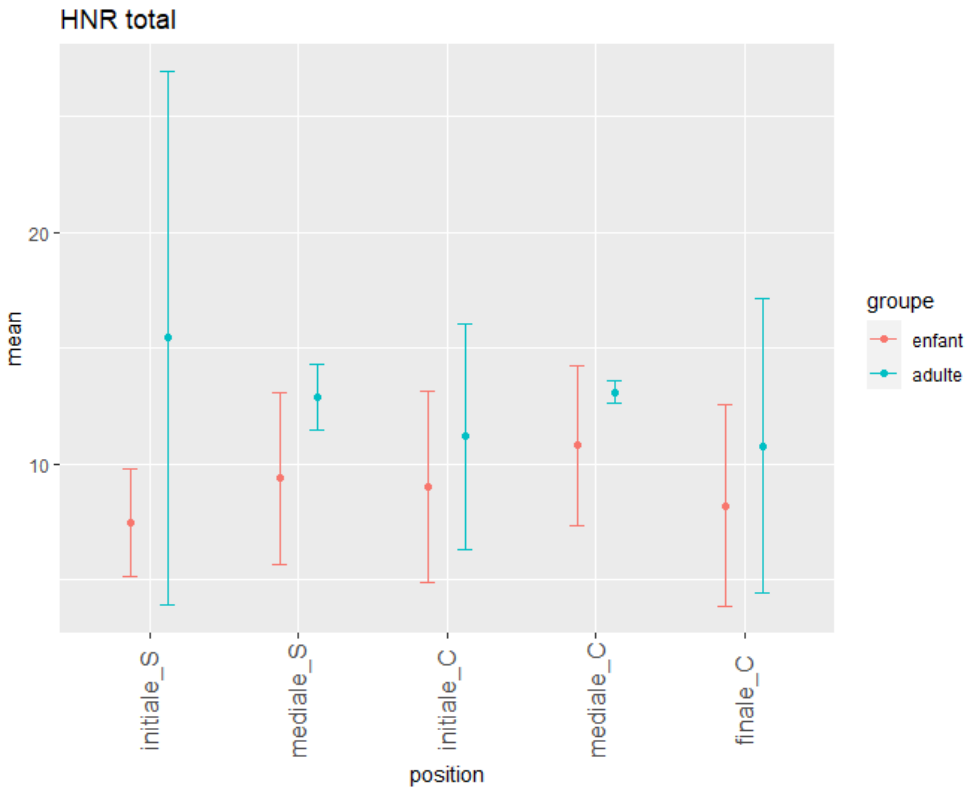



Figure 13 : Valeurs du HNR moyen dans tous les contextes sonores

En ce qui concerne la rhotique en groupe consonantique et en position finale, nous avons comparé les résultats des adultes à ceux des enfants. Nous constatons que le mot *uniforme* admet une proportion de consonnes sonores importante contrairement aux autres mots. Les enfants appliquent donc bien la règle évoquée chez les adultes. Cependant, nous observons une différence de HNR parmi les enfants. Plus de la moitié des enfants ont un HNR entre 10 et 13 et dans l'autre moitié, le HNR est inférieur à 9. Ces résultats semblent indiquer que, chez les enfants, la rhotique en finale de groupe consonantique admet deux variantes : l'approximante et la fricative sonore.

Nos résultats semblent donc indiquer que les variantes contextuelles de la rhotique en français ne sont pas totalement maitrisées spécialement en contexte sonore. Ces variantes sont donc en cours d'acquisition entre 5 et 6 ans. Cette constatation nous entraine vers la chronologie de l'acquisition de la coarticulation et plus précisément de l'assimilation de voisement. Fort, Brusini, Carbajal, Sun, & Peperkamp, en 2017, montrent qu'à 14 mois des enfants francophones ont construit en plus de l'inventaire phonologique en français des connaissances sur les interactions entre les phonèmes. En effet, les enfants ont acquis que l'assimilation de voisement se réalise avec une obstruante mais pas avec une nasale (ex : ofbe-ofne). La perception des règles d'assimilation de voisement semble donc être en place

à 14 mois, en tous cas pour ce qui concerne les fricatives. Les différences de résultats entre nos deux groupes sont donc peut-être à rechercher du côté de l'acquisition de la production de la coarticulation. Une des rares études sur l'acquisition de la production de l'assimilation de voisement dont nous ayons connaissance, Silva & Santos, en 2009, porte sur la fricative /s/, en portugais brésilien. Elle montre que les règles de l'assimilation du portugais brésilien ne sont pas encore acquises à 4 ans et en particulier le voisement des fricatives en contexte sonore. Ces résultats sont cohérents avec le fait que les enfants de notre étude ne maîtrisent pas la règle de voisement de la consonne rhotique français en contexte voisé.

# Conclusion

L'objectif de notre projet est de définir les différentes variantes contextuelles de la rhotique uvulaire. Pour catégoriser ces variantes, nous nous sommes appuyés sur des paramètres acoustiques : la fréquence fondamentale et le HNR.

Le recueil de données a été fait auprès de 12 enfants et de deux adultes, sur la tâche de dénomination d'images contenue dans la batterie de tests EULALIES.

D'après nos résultats, nous pourrions conclure que, chez les adultes, il existe deux variantes contextuelles. La première variante de la rhotique est une approximante voisée. Elle est sonore et possède une valeur de HNR élevée. La rhotique se réalise approximante en position initiale et médiale de mot en consonne simple et en groupe consonantique sonore. La deuxième variante de la rhotique est une fricative sourde. La rhotique se réalise fricative sourde en position finale de mot en consonne simple et en groupe consonantique sourd.

L'analyse des résultats des enfants montre que ces derniers produisent des variantes moins tranchées et qu'ils ne maitrisent pas encore les variantes contextuelles, particulièrement en contexte sonore.

Finalement, malgré les résultats trouvés il reste des zones d'ombres sur la réalisation précise de la rhotique. Pour mieux décrire les réalisations de la rhotique en français, il faudrait utiliser d'autres paramètres acoustiques tels que l'analyse formantique pour la réalisation approximante. Par exemple, les transitions formantiques nous apporterait des précisions sur le lieux d'articulation. De plus, faire une analyse articulatoire, en utilisant un outil de visualisation de données échographiques pourrait être une piste à explorer. Nous pourrions visualiser le mouvement et la place de la langue dans la cavité buccale, ce qui nous donnerait de possibles informations sur le mode et le lieu d'articulation. De plus, pour les travaux futurs, il serait intéressant de travailler sur un plus grand nombre de données autant chez les adultes que chez les enfants.

## Bibliographie


Bérubé, D., May Bernhardt, B., Ramalho, M., Freitas, M. J., & Ullrich, A. (2019). *Crosslinguistic acquisition of voiced uvular fricative /ʁ/ [Présentation Powerpoint à diffusion limitée]*. Conférence ICPC présenté à Montréal. Montréal.

Boë, L.-J. (1972). *Introduction à la phonétique acoustique*. Grenoble: Université des langues et lettres de Grenoble.

Boersma, P., & Weenink, D. (2018). *Praat*.

Boyce, S. E., Hamilton, S. M., & Rivera-Campos, A. (2016). Acquiring rhoticity across languages : An ultrasound study of differentiating tongue movements. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *30*(3-5), 174-201. https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1127999

Brosseau-Lapré, F., & Rvachew, S. (2014). Cross-linguistic comparison of speech errors produced by English- and French-speaking preschool-age children with developmental phonological disorders. *International Journal of Speech-Language Pathology, 16*(2), 98-108. https://doi.org/10.3109/17549507.2013.794863

Canault, M. (2017). *La phonétique articulatoire du français*. Louvain-la-Neuve (Belgique): De Boeck supérieur.

Cialdella, L., Kabakoff, H., Preston, J., Dugan, S., Spencer, C., Boyce, S., … McAllister, T. (2021). Auditory-perceptual acuity in rhotic misarticulation : Baseline characteristics and treatment response. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *35*(1), 19-42. https://doi.org/10.1080/02699206.2020.1739749

Core Team. (2020). *R*.

Crowe, K., & McLeod, S. (2020). Children's English Consonant Acquisition in the United States : A Review. *American Journal of Speech-Language Pathology, 29*(4), 2155-2169. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-19-00168

Fort, M., Brusini, P., Carbajal, M. J., Sun, Y., & Peperkamp, S. (2017). A novel form of perceptual attunement : Context-dependent perception of a native contrast in 14-month-old infants. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *26*, 45-51. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.04.006

Fougeron, C., & Smith, C. (1993). French : Illustrations of the IPA. *French : Illustrations of the IPA*, *23*(2), 73-76.

Gendrot, C., Kuhnert, B., & Demolin, D. (2015). Aerodynamic, articulatory and acoustic realization of French /ʁ/. *18th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS'15)*.

Ignatova, D., Bernhardt, B. M., Marinova-Todd, S., & Stemberger, J. P. (2018). Word-initial trill clusters in children with typical versus protracted phonological development : Bulgarian. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *32*(5-6), 506-522. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359853

Jauriberry, T. (2016). *Rhotiques et rhoticité en Écosse : Une étude sociophonétique de l'anglais écossais standard* (Thèse de doctorat : Phonétique et linguistique anglaise). Université de Strasbourg.

Kent, R., D. (1992). The biology of phonological development. In C. A. Ferguson, L. Menn, & C. Stoel-Gammon (Éds.), *Phonological development : Models, research, implications* (p. 65-90). Timonium (USA): York press.

Ladefoged, P., & Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford (UK) ; Cambridge Mass. (USA): Blackwell.

Landercy, A., & Renard, R. (1977). *Eléments de phonétique*. Bruxelles: Didier.

Leon, P. R. (2011). *Phonétisme et prononciations du français* (6e édition). Paris: AColin.

Lindau. (1985). *The story of /r/*.

Lundeborg Hammarström, I. (2018). Word-initial /r/-clusters in Swedish speaking children with typical versus protracted phonological development. *Clinical Linguistics & Phonetics, 32*(5-6), 446-458. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359856

MacLeod, A. A. N., Sutton, A., Trudeau, N., & Thordardottir, E. (2011). The acquisition of consonants in Québécois French : A cross-sectional study of pre-school aged children. *International Journal of Speech-Language Pathology, 13*(2), 93-109. https://doi.org/10.3109/17549507.2011.487543

Maddieson, I. (2013). Uvular Consonants. In M. S. Dryer & M. Haspelmath (Éds.), *The World Atlas of Language Structures Online*. Leipzig: Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology. Consulté à l'adresse https://wals.info/chapter/6

Másdóttir, T. (2018). Word-initial /r/-clusters in Icelandic-speaking children with protracted versus typical phonological development. *Clinical Linguistics & Phonetics, 32*(5-6), 424-445. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359855

Meloni, G. (2015). *Évaluation des troubles du développement des sons de la parole : Élaboration de quatre épreuves à destination des enfants de 6 à 11 ans* (Mémoire de master 2 : Linguistique). Université Grenoble Alpes.

Métral, L. (2020). *Réalisation phonétique du /ʁ/ chez les enfants francophones* (Mémoire de master 1 : Linguistique). Université Grenoble Alpes.

Moran, S., & McCloy, D. (2019). PHOIBLE 2.0. Consulté à l'adresse http://phoible.org

Ozbič, M., Kogovšek, D., Stemberger, J. P., Bernhardt, B. M., Muznik, M., & Novšak Brce, J. (2018). Word-initial rhotics in Slovenian 4-year-olds with typical versus protracted phonological development. *Clinical Linguistics & Phonetics, 32*(5-6), 523-543. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359854

Perez, D., Vivar, P., Bernhardt, B. M., Mendoza, E., Ávila, C., Carballo, G., … Vergara, P. (2018). Word-initial rhotic clusters in Spanish-speaking preschoolers in Chile and

Granada, Spain. *Clinical Linguistics & Phonetics, 32*(5-6), 481-505. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359852

Ramalho, A. M., & Freitas, M. J. (2018). Word-initial rhotic clusters in typically developing children : European Portuguese. *Clinical Linguistics & Phonetics, 32*(5-6), 459-480. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359857

Rose, Y., MacWhinney, B., Byrne, R., Hedlund, G., Maddocks, K., O'Brien, P., & Wareham, T. (2006). *Phon*.

Rose, Y., & Wauquier-Gravelines, S. (2007). French speech acquisition. In S. McLeod (Éd.), *The International Guide to Speech Acquisition* (p. 364-384). Clifton Park, NY, USA: Thomson Delmar Learning.

Rousset, I. (2004). *Structures syllabiques et lexicales des langues du monde. Données, typologies, tendances universelles et contraintes substantielles* (Thèse de doctorat : Sciences du Langage). Université Grenoble III.

Rvachew, S., Leroux, É., & Brosseau-Lapré, F. (2014). Production of word-initial consonant sequences by francophone preschoolers with a developmental phonological disorder. *Revu Canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, *37*(4), 252-267.

Rvachew, S., Marquis, A., Brosseau-Lapré, F., Paul, M., Royle, P., & Gonnerman, L. M. (2013). Speech articulation performance of francophone children in the early school years : Norming of the Test de Dépistage Francophone de Phonologie. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *27*(12), 950-968. https://doi.org/10.3109/02699206.2013.830149

Silva, C. C., & Santos, R. S. (2009). Acquisition of voice assimilation in brazilian portugese. In J. Costa, A. Castro, & M. Lobo (Éds.), *Language Acquisition and Development : Proceedings of GALA 2009* (p. 407-418). Cambridge Scholars.

Stemberger, J. P., & Bernhardt, B. M. (2018). Tap and trill clusters in typical and protracted phonological development : Challenging segments in complex phonological environments. Introduction to the special issue. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *32*(5-6), 411-423. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1370019

Sten, H. (1956). *Manuel de phonétique française*. Copenhague: Munksgaard.

Tar, É. (2018). Word-initial tap-trill clusters : Hungarian. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *32*(5-6), 544-562. https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1363292

Wioland, F. (1991). *Prononcer les mots du français : Des sons et des rythmes*. Paris: Hachette FLE.

## Sigles et abréviations utilisés

| | |
|---|---|
| F0 : | Fréquence fondamentale |
| GSM : | grande section de maternelle |
| HNR : | rapport harmonique sur bruit |
| PPD : | développement prolongé |
| TD : | développement typique |

# Table des illustrations

Figure 1 : Langues contenant seulement des consonnes continuantes uvulaires. Repéré à l'adresse : https://wals.info/feature/6A#2/14.1/146.2 ..... 9
Figure 2 : Les relations de famille entre rhotiques selon Lindau (1985) Figure dans Jauriberry (2016). Légende traduite en français. ..... 12
Figure 3 : Visualisation du signal acoustique dans Praat ..... 28
Figure 4 : Nombre de mots moyens en fonction de la position de la rhotique ..... 31
Figure 5 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple ..... 33
Figure 6 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple ..... 34
Figure 7 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique ..... 36
Figure 8 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique ..... 38
Figure 9 : Signal acoustique de la rhotique produite par un adulte femme (LZ_012) en position finale de mot ..... 41
Figure 10 : Signal acoustique de la rhotique produite par un adulte femme (LZ_012) en position médiale ..... 41
Figure 11 : Proportion de consonnes sonores dans un contexte sourd ..... 44
Figure 12 : Proportion de consonnes sonores en contexte sonore ..... 45
Figure 13 : Valeurs du HNR moyen dans tous les contextes sonores ..... 46

Tableau 1 : Les principaux sons rhotiques (Jauriberry, 2016, p.42) ..... 10
Tableau 2 : Le système consonantique du français (Méloni, 2015) ..... 14
Tableau 3 : Âge d'acquisition du /ɹ/ au critère 90%. a. L'étude est citée également dans MacLeod et al. (2011) b. les âges d'acquisition reportés sont une synthèse de 15 études analysées. ..... 18
Tableau 4 : Mots de la dénomination d'images contenant la rhotique en consonne simple ..... 25
Tableau 5 : Mots de la dénomination d'images contenant la rhotique en groupe consonantique ..... 25
Tableau 6 : Nombre de mots moyens en fonction de la position de la rhotique ..... 32
Tableau 7 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple ..... 33
Tableau 8 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en consonne simple ..... 35
Tableau 9 : Proportion de consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique ..... 36
Tableau 10 : HNR des consonnes sonores lorsque la rhotique est en groupe consonantique ..... 38
Tableau 11 : Résumé des résultats des adultes ..... 40
Tableau 12 : Résumé des résultats des enfants ..... 43

# Table des annexes

**Annexe 1 : Script praat** ..... 57
**Annexe 2 : Script R** ..... 63

# Annexe 1 : Script praat

```
######################
#Script pour extraire des informations sur chaque R de la dénomination d'images
#
#Lucie Métral
######################

form Select directory
	word Directory donnees
	word Extension .TextGrid
endform

# remise à zéro de la fenêtre Info
clearinfo

#Effacer l'ancien document
deleteFile: "resultatsLucie.txt"
#Création d'un nouveau document
appendFileLine: "resultatsLucie.txt", "nom_fichier", tab$, "t_mid", tab$, "mot", tab$, "syll_target", tab$, "syll_actual", tab$, "target", tab$, "actual", tab$, "HNR", tab$, "HNR_filtre", tab$, "f0", tab$, "cdg", tab$, "f1", tab$, "f2", tab$, "f3", tab$, "f1_mean", tab$, "f2_mean", tab$, "f3_mean"


#automatisation de la selection des fichiers
Create Strings as file list... listfiles 'directory$'/*'extension$'
file_count = Get number of strings
printline 'file_count'

#### LOOP OVER FILE LIST

	for j from 1 to file_count
		select Strings listfiles
		fichier_textgrid$ = Get string... j
```

```
                printline 'fichier_textgrid$'
                current_name$ = fichier_textgrid$ - ".TextGrid"
#               printline 'current_name$'
                nom_wav$ = current_name$ + ".wav"
                printline 'nom_wav$'
                call Traitement
        endfor

###DÈbut de la procÈdure de Traitement
procedure Traitement

        # Open sound file
        son = Read from file... 'directory$'/'nom_wav$'

        # Ouverture du fichier TextGrid
        textgrid = Read from file... 'directory$'/'fichier_textgrid$'

#Propriété du fichier
tire_ortho = 1
tire_target_syll = 2
tire_target_phones = 3
tire_actual_syll = 4
tire_actual_phones = 5

#Calculer le pitch
selectObject: son
pitch = To Pitch: 0, 75, 600

selectObject: son
formant = To Formant (burg): 0.0, 5, 5500, 0.025, 50
```

```
####Calculer la durée de R####
#créer une boucle sur tous les int de la tire target phones
select TextGrid 'current_name$'
nbInter = Get number of intervals: tire_target_phones
for i from 1 to nbInter
	selectObject: textgrid
	label$ = Get label of interval: tire_target_phones, i

	#selectionner les R qui doivent être produit
	if index("r ɾ ɣ χ ʁ ɾ̥ ɣ̥ χ̥ ʁ̥ ʀ̥ ʁ̞", label$) and label$<>""


		#durée
		deb = Get starting point: tire_target_phones, i
		fin = Get end point: tire_target_phones, i
		duree = round ((fin-deb)*1000)


		#récupération de l'instant milieu de l'intervalle
		mil = (fin+deb)/2
mil$ = fixed$(mil, 2)

		#afficher le mot
		i_mot = Get interval at time: tire_ortho, mil
		mot$ = Get label of interval: tire_ortho, i_mot

		#afficher la syllabe target
		i_syll_target = Get interval at time: tire_target_syll, mil
		syll_target$ = Get label of interval: tire_target_syll, i_syll_target
```

```
                    #afficher la syllabe produite
                    i_syll_actual = Get interval at time: tire_actual_syll, mil
                    syll_actual$ = Get label of interval: tire_actual_syll, i_syll_actual


                    #afficher le phone produit par
                    i_actual_phones = Get interval at time: tire_actual_phones, mil
                    phones$ = Get label of interval: tire_actual_phones, i_actual_phones

if index("r ɤ ɣ χ ʁ ɾ ɤ̞ ɣ̞ χ̞ ʁ̞ ɾ̞", phones$)and phones$<>""

                    #récupération HNR
                        selectObject: son
                        Edit
                        editor: son
                        Select: deb, fin
                        Extract selected sound (preserve times)
                        Close
                        selectObject: "Sound untitled"
                        To Harmonicity (cc): 0.01, 75, 0.1, 1
                        selectObject: "Harmonicity untitled"
                        hnr = Get mean: 0, 0
hnr$ = fixed$(hnr, 2)

                        #récupération HNR filtré
                        selectObject: "Sound untitled"
                        Filter (stop Hann band): 0, 400, 100
                        selectObject: "Sound untitled_band"
                        To Harmonicity (cc): 0.01, 75, 0.1, 1
                        selectObject: "Harmonicity untitled_band"
                        hnr_filtre = Get mean: 0, 0
```

```
hnr_filtre$ = fixed$(hnr_filtre, 2)


                        #récupération centre de gravité
                        selectObject: "Sound untitled"
                        spectre = To Spectrum: "yes"
                        selectObject: "Spectrum untitled"
                        cdg = Get centre of gravity: 2
cdg$ = fixed$(cdg, 2)


                        #Formants
                        selectObject: formant
                        f1 = Get value at time: 1, mil, "Hertz", "Linear"
                        f1_mean = Get mean: 1, 0, 0,  "hertz"
                        f2 = Get value at time: 2, mil, "Hertz", "Linear"
                        f2_mean = Get mean: 2, 0, 0,  "hertz"
                        f3 = Get value at time: 3, mil, "Hertz", "Linear"
                        f3_mean = Get mean: 3, 0, 0,  "hertz"

#arrondissement des formants
f1$ = fixed$(f1, 2)
f2$ = fixed$(f2, 2)
f3$ = fixed$(f3, 2)
f1_mean$ = fixed$(f1_mean, 2)
f2_mean$ = fixed$(f2_mean, 2)
f3_mean$ = fixed$(f3_mean, 2)
```

```
#récupération F0
selectObject: pitch
f0 = Get value at time: mil, "Hertz", "linear"
f0$ = fixed$(f0, 2)



                        selectObject: "Sound untitled"
                        plusObject: "Harmonicity untitled"
                        plusObject: "Spectrum untitled"
                        plusObject: "Sound untitled_band"
                        plusObject: "Harmonicity untitled_band"

                        Remove

                appendFileLine: "resultatsLucie.txt", nom_wav$, tab$, mil$, tab$, mot$, tab$,
syll_target$, tab$, syll_actual$, tab$, label$, tab$, phones$, tab$, hnr$, tab$, hnr_filtre$, tab$, f0$,
tab$, cdg$, tab$,f1$, tab$, f2$, tab$, f3$, tab$, f1_mean$, tab$, f2_mean$, tab$, f3_mean$

                endif
        endif
endfor

#effacer les objets
selectObject: son
plusObject: textgrid
Remove

endproc

selectObject: "Strings listfiles"
Remove
```

# Annexe 2 : Script R

```
# effacement de toutes les données antérieures
rm(list=ls())

#library utilisée
library(readxl)
library(plyr)
library(ggplot2)
library(nlme)
library(tidyr)
library(emmeans)


## creation fichier txt
setwd("C:/Users/lucie/Documents/Sciences du langage raccourci bureau/Résultats")
donnees_enfant<- read_excel("donneesLucie_6mai21.xlsx")
donnees_enfant$groupe<-"enfant"
donnees_adulte<- read_excel("donneesLucie_adulte_6mai21.xlsx")
donnees_adulte$groupe<-"adulte"
donnees <-merge(donnees_enfant, donnees_adulte, all=TRUE)

# Fonctions summary
 source("/Users/lucie/Documents/Sciences du langage raccourci bureau/Résultats/fonction
R/Fonction_summarySE.R")
 source("/Users/lucie/Documents/Sciences du langage raccourci bureau/Résultats/fonction
R/Fonction_summarySEwithin.R")

# Mise des positions, des groupes et du voisement dans un ordre pour les graphiques
lev_position <- c("initiale_S", "mediale_S", "finale_S")
lev_position2 <- c("initiale_C", "mediale_C", "finale_C")
lev_position_all <- c(lev_position, lev_position2)
lev_groupe <- c("enfant", "adulte")
lev_voisement <- c("sourde", "sonore")

################################### GRAPHIQUES ######################################

### MOYENNE DU NOMBRE DE MOTS ###

donnees$position <- factor(donnees$position, levels=lev_position_all)
donnees$groupe<- factor(donnees$groupe, levels=lev_groupe)

nombre<- ddply(donnees,c("position","nom_fichier", "groupe"),summarise,
          N=length(f0))
moyenne_position<- ddply(nombre,c("position","groupe"),summarise,
                  Nb=length(N),
                  sum=sum(N),
                  mean=sum/(Nb),
                  sd=sd(N))

ggplot(moyenne_position, aes(x=position, y=mean, colour=groupe))+
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+
 geom_errorbar(aes(ymin=mean-sd, ymax=mean+sd), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5))+ggtitle("Moyenne du nombre de mots")
```

```
### SINGLETON ###
singleton <- donnees[which(donnees$statut=="singleton"),]
singleton$position <- factor(singleton$position, levels=lev_position)
singleton$groupe <- factor(singleton$groupe, levels=lev_groupe)

## PROPORTION SOURDES/SONORES
propf0 <- ddply(singleton, c("nom_fichier", "position", "groupe"), summarise,
            N=length(f0),
            sum_sonores = sum(f0 > 0),
            prop_sonores = round((sum_sonores/N),2)*100)

propf0$nom_fichier <- factor(propf0$nom_fichier)

sumpropf0 <- ddply(propf0, c("position", "groupe"), summarise,
              N=length(prop_sonores),
              meanprop = mean(prop_sonores),
              sdprop = sd(prop_sonores))

ggplot(sumpropf0, aes(x=position, y=meanprop, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=meanprop-sdprop, ymax=meanprop+sdprop), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5)) +
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Consonne simple: proportion de sonores")


# Test significativité propf0 singleton
mod_propf0 <- lme(prop_sonores ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=propf0)
anova(mod_propf0)

test_propf0_s <- emmeans(mod_propf0, pairwise~groupe|position)
summary(test_propf0_s)
test2_propf0_s <- emmeans(mod_propf0, pairwise~position|groupe)
summary(test2_propf0_s)


## CALCUL HNR POUR F0 > 0
singleton$HNR<- as.numeric(singleton$HNR)

singleton <- singleton[which(!is.na(singleton$HNR)),]

singleton2 <- singleton

singleton2$position <- factor(singleton2$position, levels=lev_position)
singleton2$groupe <- factor(singleton2$groupe, levels=lev_groupe)
singleton2$nom_fichier<-factor(singleton2$nom_fichier)

singleton2$HNR<- as.numeric(singleton2$HNR)
singleton2$f0<- as.numeric(singleton2$f0)
```

```
singleton2 <- singleton2[-which(singleton2$f0==0),]

sum_singleton2 <- summarySEwithin(singleton2, measurevar="HNR",
                        withinvars=c("position", "groupe"),
                        idvar="nom_fichier", na.rm=TRUE, conf.interval=.95)


ggplot(sum_singleton2, aes(x=position, y=HNR, colour=groupe)) +
  geom_errorbar(aes(ymin=HNR-se, ymax=HNR+se), width=.2, position=position_dodge(width=0.5)) +
  geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Consonne simple_hnr")



# Test significativité hnr singleton
mod_singleton_hnr <- lme(HNR ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=singleton2[which(singleton2$position!="finale_S"),])
anova(mod_singleton_hnr)

test_HNR_S <- emmeans(mod_singleton_hnr, pairwise~groupe|position)
summary(test_HNR_S)
test2_HNR_S <- emmeans(mod_singleton_hnr, pairwise~position|groupe)
summary(test2_HNR_S)

## seulement pour les enfants
mod_singleton_hnr_enfant <- lme(HNR ~ position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=singleton2[which(singleton2$groupe=="enfant"),])
anova(mod_singleton_hnr_enfant)
test2_HNR_S_enfant <- emmeans(mod_singleton_hnr_enfant, pairwise~position)
summary(test2_HNR_S_enfant)



### CLUSTER
cluster <- donnees[which(donnees$statut=="cluster"),]

cluster$position <- factor(cluster$position, levels=lev_position2)
cluster$groupe <- factor(cluster$groupe, levels=lev_groupe)
cluster$contexte_voisement <- factor(cluster$contexte_voisement, levels=lev_voisement)

cluster <- cluster[which(!is.na(cluster$HNR)),]
cluster$HNR<- as.numeric(cluster$HNR)

cluster <- cluster[which(!is.na(cluster$contexte_voisement)),]


## PROPORTION SOURDES/SONORES
propf0_C <- ddply(cluster, c("nom_fichier", "position", "contexte_voisement", "groupe"), summarise,
            N=length(f0),
            sum_sonores = sum(f0 > 0),
            prop_sonores = round((sum_sonores/N),2)*100)
```

```
propf0_C$nom_fichier <- factor(propf0_C$nom_fichier)

sumpropf0_C <- ddply(propf0_C, c("position", "contexte_voisement", "groupe"), summarise,
                N=length(prop_sonores),
                meanprop = mean(prop_sonores),
                sdprop = sd(prop_sonores))

ggplot(sumpropf0_C, aes(x=position, y=meanprop, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=meanprop-sdprop, ymax=meanprop+sdprop), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5)) +
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Groupe consonantique: proportion de
sonores")+facet_wrap(~contexte_voisement)

# Test significativité propf0 cluster
mod_propf0_C <- lme(prop_sonores ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=propf0_C[which(propf0_C$contexte_voisement=="sourde"),])
anova(mod_propf0_C)

mod_propf0_C_sonore <- lme(prop_sonores ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier,
method="ML", data=propf0_C[which(propf0_C$contexte_voisement=="sonore"),])
anova(mod_propf0_C_sonore)

test_propf0_C <- emmeans(mod_propf0_C_sonore, pairwise~groupe|position)
summary(test_propf0_C)
test2_propf0_C <- emmeans(mod_propf0_C_sonore, pairwise~position|groupe)
summary(test2_propf0_C)


### CALCUL HNR POUR F0 > 0
cluster2 <- cluster

cluster2$position <- factor(cluster2$position, levels=lev_position2)
cluster2$groupe <- factor(cluster2$groupe, levels=lev_groupe)
cluster2$contexte_voisement <- factor(cluster2$contexte_voisement, levels=lev_voisement)
cluster2$nom_fichier<-factor(cluster2$nom_fichier)

cluster2 <- cluster2[which(!is.na(cluster2$HNR)),]

cluster2$HNR<- as.numeric(cluster2$HNR)
cluster2$f0<- as.numeric(cluster2$f0)

cluster2 <- cluster2[-which(cluster2$f0==0),]

sum_cluster2 <- summarySEwithin(cluster2, measurevar="HNR",
                      withinvars=c("position", "contexte_voisement", "groupe"),
                      idvar="nom_fichier", na.rm=TRUE, conf.interval=.95)


ggplot(sum_cluster2, aes(x=position, y=HNR, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=HNR-se, ymax=HNR+se), width=.2, position=position_dodge(width=0.5)) +
```

```
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Groupe consonantique_HNR")+ facet_wrap(~contexte_voisement)


# Test significativité hnr cluster
mod_cluster_hnr <- lme(HNR ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=cluster2[which(cluster2$contexte_voisement=="sonore"),])
anova(mod_cluster_hnr)

mod_cluster_hnr_sourde <- lme(HNR ~ position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=cluster2[which(cluster2$contexte_voisement=="sourde"&cluster2$groupe=="enfant"&cluster2
$position!="initiale_C"),])
anova(mod_cluster_hnr_sourde)

mod_cluster_hnr_sonore <- lme(HNR ~ position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=cluster2[which(cluster2$contexte_voisement=="sonore"&cluster2$groupe=="enfant"),])
anova(mod_cluster_hnr_sonore)



## PROPORTION totales SOURDES/SONORES ##
## En contexte sonore
propf0_total_sonore_total_sonore <-
ddply(donnees[which(donnees$contexte_voisement!="sourde"&donnees$position!="finale_S"),],
c("nom_fichier", "position", "groupe"), summarise,
            N=length(f0),
            sum_sonores = sum(f0 > 0),
            prop_sonores = round((sum_sonores/N),2)*100)

propf0_total_sonore$nom_fichier <- factor(propf0_total_sonore$nom_fichier)
propf0_total_sonore$groupe <- factor(propf0_total_sonore$groupe, levels = lev_groupe)
propf0_total_sonore$position<- factor(propf0_total_sonore$position, levels = lev_position_all)

sumpropf0_total_sonore <- ddply(propf0_total_sonore, c("position", "groupe"), summarise,
              N=length(prop_sonores),
              meanprop = mean(prop_sonores),
              sdprop = sd(prop_sonores))

ggplot(sumpropf0_total_sonore, aes(x=position, y=meanprop, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=meanprop-sdprop, ymax=meanprop+sdprop), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5)) +
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Contexte sonore: proportion de sonores")

# Stats propf0_total_sonore contexte sonore
mod_propf0_total_sonore <- lme(prop_sonores ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier,
method="ML", data=propf0_total_sonore)
anova(mod_propf0_total_sonore)
```

```
## contexte sourd
propf0_total_sourde <-
ddply(donnees[which(donnees$contexte_voisement=="sourde"|donnees$position=="finale_S"),],
c("nom_fichier", "position", "groupe"), summarise,
            N=length(f0),
            sum_sonores = sum(f0 > 0),
            prop_sonores = round((sum_sonores/N),2)*100)

propf0_total_sourde$nom_fichier <- factor(propf0_total_sourde$nom_fichier)
propf0_total_sourde$groupe <- factor(propf0_total_sourde$groupe, levels = lev_groupe)
propf0_total_sourde$position<- factor(propf0_total_sourde$position, levels = lev_position_all)

sumpropf0_total_sourde <- ddply(propf0_total_sourde, c("position", "groupe"), summarise,
              N=length(prop_sonores),
              meanprop = mean(prop_sonores),
              sdprop = sd(prop_sonores))

ggplot(sumpropf0_total_sourde, aes(x=position, y=meanprop, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=meanprop-sdprop, ymax=meanprop+sdprop), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5)) +
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("Contexte sourd: proportion de sonores")

# Stats propf0_total_sourde contexte sourd
mod_propf0_total_sourde <- lme(prop_sonores ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier,
method="ML", data=propf0_total_sourde)
anova(mod_propf0_total_sourde)



### HNR de toutes les consonnes sonores ###
donnees2 <- donnees[which(donnees$f0>0),]
donnees2$HNR <- as.numeric(donnees2$HNR)
hnr_total <-
ddply(donnees2[which(donnees2$contexte_voisement!="sourde"&donnees2$position!="finale_S"),]
, c("nom_fichier", "position", "groupe"), summarise,
            N=length(HNR),
            meanHNR = mean(HNR))

hnr_total$groupe <- factor(hnr_total$groupe, levels = lev_groupe)
hnr_total$position<- factor(hnr_total$position, levels = lev_position_all)

sumHNR <- ddply(hnr_total, c("position", "groupe"), summarise,
              N=length(meanHNR),
              mean = mean(meanHNR),
              sd = sd(meanHNR))

ggplot(sumHNR, aes(x=position, y=mean, colour=groupe)) +
 geom_errorbar(aes(ymin=mean-sd, ymax=mean+sd), width=.2,
position=position_dodge(width=0.5)) +
 geom_point(position=position_dodge(width=0.5))+ theme(axis.text.x  = element_text(angle=90,
vjust=0.4, size=12))+ggtitle("HNR total")
```

```
# Stats propf0 contexte sonore
mod_hnr <- lme(meanHNR ~ groupe*position, random=~1|nom_fichier, method="ML",
data=hnr_total)
anova(mod_hnr)
```

# Table des matières


Remerciements ..... 3

Sommaire ..... 5

Introduction ..... 6

**PARTIE 1 - CADRE THEORIQUE ..... 7**

CHAPITRE 1. CONSONNES UVULAIRES ET RHOTIQUES : TYPOLOGIE DANS LES LANGUES DU MONDE ET EN FRANÇAIS ..... 8

1. Typologie des consonnes uvulaires dans le monde ..... 8
2. Typologie des rhotiques ..... 9

2.1. La classe phonétique des rhotiques ..... 10

2.1.1. Un groupe hétérogène ..... 10

2.1.2. Traits communs des sons rhotiques ..... 11

a. Une alternance entre les rhotiques ..... 11

b. Ressemblance une à une ..... 12

c. La pharyngalisation ..... 12

3. Caractérisation de la rhotique en français ..... 13

3.1. Le système phonologique en français ..... 13

3.2. Variantes phonétiques et facteurs de variations ..... 14

3.2.1. Variantes phonétiques libres ..... 14

3.2.2. Variantes phonétiques contextuelles ..... 15

CONCLUSION DE PARTIE ..... 23

**PARTIE 2 - METHODOLOGIE ..... 24**

CHAPITRE 3. METHODOLOGIE DE NOTRE PROJET ..... 25

1. Présentation du projet ..... 25
2. Analyse phonétique ..... 26

2.1. Analyse acoustique ..... 26

2.2. Hypothèse de réalisation ..... 27

2.3. Traitement des données ..... 28

**PARTIE 3 - RESULTATS ET ANALYSE ..... 30**

CHAPITRE 4 – RESULTATS ACOUSTIQUES ..... 31

1. Les données générales ..... 31
2. Résultats pour la rhotique en consonne simple ..... 33

2.1. Proportion de consonnes sonores ..... 33

2.2. HNR des rhotiques sonores ..... 34

3. Résultats pour la rhotique en groupe consonantique ..... 35

3.1. Proportion de consonnes sonores ..... 35

3.2. HNR des rhotiques sonores ..... 37

DISCUSSION ..... 40

Conclusion ..... 48

Bibliographie ..... 49

Sigles et abréviations utilisés ..... 54

Table des illustrations ..... 55

Table des annexes ..... 56

Table des matières ..... 70

**MOTS-CLÉS** : rhotique, consonne uvulaire, acquisition du langage, développement typique, caractérisation acoustique.

## RÉSUMÉ

Notre projet tente de décrire acoustiquement la ou les réalisations phonétiques de la fricative uvulaire /ʁ/ produite en français chez des enfants francophones ayant un développement langagier typique. Nos objectifs dans ce mémoire sont de comprendre la nature acoustique du /ʁ/ ainsi que ça variabilité en fonction des contextes phonétiques. Ce dernier point engendre l'hypothèse d'une variation du /ʁ/ en fonction de sa position dans le mot. Notre travail s'insère dans le projet EULALIES, qui recueille des données orales auprès d'enfants, de 5 ans à 11 ans, pour fournir des données normatives du développement phonologique typique. Grâce à cette base de données, nous avons extrait, dans la tâche de dénomination d'images, 12 productions d'enfants en Grande Section de Maternelle, âgés entre 5 ans et 6 ans et ayant un développement langagier typique. Ce mémoire proposera, tout d'abord, un cadre théorique sur des études traitant des rhotiques chez les adultes et en acquisition. Puis, la méthodologie utilisée dans ce projet sera détaillée et enfin les résultats seront présentés.