



HAL
open science

Outils et interfaces pour l'évaluation de la Fluence

Anaïs Tissot-Dupont

► **To cite this version:**

Anaïs Tissot-Dupont. Outils et interfaces pour l'évaluation de la Fluence. Sciences de l'Homme et Société. 2015. dumas-01215363

HAL Id: dumas-01215363

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01215363>

Submitted on 14 Oct 2015

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.



Outils et Interfaces pour l'Évaluation de la Fluence

Anaïs TISSOT-DUPONT

UFR LLASIC

Mémoire de master 2 professionnel – 20 crédits

Spécialité : Industries de la langue – Sciences du Langage

Tuteur universitaire : Claude PONTON

Tuteur entreprise : Solange ROSSATO

Année universitaire 2014-2015



Déclaration anti-plagiat
Document à scanner après signature
et à intégrer au mémoire électronique

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 : TISSOT DURONT PRENOM : Arcis
DATE : 03/09/15 SIGNATURE : 

Remerciements

Je souhaite en premier lieu remercier Solange ROSSATO pour sa confiance, sa patience et son ouverture d'esprit qui m'ont permis de m'approprier ce projet, autant dans le domaine professionnel que dans le domaine de la recherche, et de gagner en indépendance.

Je tiens d'autre part à remercier Marine VERDURAND-PENDELIAU pour son implication et ses conseils avisés qui ont facilité ma découverte du monde de l'orthophonie et de m'avoir « prêté » son corpus (et sa problématique !) sans lequel mon travail n'aurait pas été aussi enrichissant. Je remercie par la même occasion Véronique AUMONT-BOUCAND pour avoir pris sur son temps pour effectuer les premiers tests avec Marine.

Je remercie ensuite Claude PONTON d'avoir accepté d'être mon tuteur dans le cadre de ce stage, ainsi que pour sa disponibilité lors de la rédaction du mémoire.

Je remercie également François PORTET, Moëz AJILI et Ngoc-Tien LE de l'équipe GETALP, ainsi que Jean-Louis MAS du LIG et Carl pour leur aide précieuse sur certains points techniques.

Enfin, merci à Luc, ma maman, Laure, Edilia, Paul et de nouveau Carl pour m'avoir relu pour certains, pour avoir supporté mon « mutisme rédactionnel » pour d'autres ou pour m'avoir permis de me changer les idées quand j'en avais besoin.



Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
Introduction.....	6
Partie I – Présentation du laboratoire	14
Partie II – Le site Évaluation de la Fluence.....	16
I. Conception du site	17
A. Cahier des charges.....	17
B. Développement du site et de la base de données	20
C. Statut des participants et fonctionnalités accessibles	24
D. Documentation	48
II. Tests utilisateurs	48
A. Premiers retours des orthophonistes de la maîtrise d’ouvrage.....	48
B. Tests des outils (%SB et transcription)	49
C. Panel d’utilisateurs & questionnaire d’utilisation.....	50
Partie III – Outil pour la recherche	52
I. Étude de la coarticulation chez les adultes.....	53
II. Extraction des mesures.....	55
A. Mesure des formants	55
B. Calcul de l’équation du locus k.....	57
C. Calcul de l’aire des triangles vocaliques.....	58
III. Conclusion de l’étude et comparaison avec les résultats des adultes.....	59
A. Coarticulation.....	59
B. Espace de réalisation des voyelles	60

Conclusion et perspectives	63
Table des matières	65
Bibliographie	68
Sitographie.....	70
Table des annexes	72
Mots-clés	99
Résumé	99
Keywords	100
Abstract.....	100

*Entre ce que je pense, ce que je veux dire, ce que je crois dire, ce que je dis, ce que vous avez envie d'entendre, ce que vous entendez, ce que vous comprenez...
Il y a dix possibilités qu'on ait des difficultés à communiquer.
Mais essayons quand même.*

Bernard WERBER – *L'Encyclopédie du Savoir Relatif et Absolu*

Introduction

Qu'ont en commun Julia ROBERTS, Winston CHURCHILL, Albert EINSTEIN et Aristote ?

Ils ont souffert ou souffrent encore de bégaiement, et illustrent les proportions de la population bègue adulte mondiale : une femme pour trois hommes.

Le bégaiement, aussi qualifié de « bégaiement chronique » ou « bégaiement persistant », touche environ 1 % de la population adulte française. C'est un trouble beaucoup plus commun chez les enfants. En effet, on estime que 8 % des enfants bégaiant, pour la plupart d'entre eux (80%) vers 3 à 5 ans. Dans 75 à 80 % des cas, le rétablissement vers une parole fluente se fera de façon spontanée, avec ou sans suivi thérapeutique par un orthophoniste.

Il est important de distinguer les manifestations du bégaiement des disfluences « standards », c'est-à-dire de simples accidents venant perturber la fluence verbale, ne revêtant pas un caractère pathologique, et qui peuvent être commises par n'importe quelle personne en situation de communication (Gregory, 1993) tels que :

- hésitations : « Mais... on va où ? », « euh »,
- interjections de sons, syllabes ou mots : « Sa voiture est bleue, enfin, non, vert clair. »,
- répétitions de parties de phrases : « Elle est venue, elle est venue à huit heures. »,
- répétitions de mots monosyllabiques (deux ou moins, sans tension musculaire),
- répétitions de syllabes (deux ou moins).

Sont considérées comme des manifestations du bégaiement :

- répétitions de mots monosyllabiques (trois ou plus),
- répétitions de syllabes (trois ou plus),
- répétitions de sons,
- prolongations de sons,
- blocages, qui peuvent être accompagnés d'une augmentation de la tension musculaire (muscles faciaux, membres) et/ou de la fuite du regard.

De nombreuses équipes de recherche ont étudié le bégaiement, notamment en neurologie et en génétique, pour tenter d'en déceler les causes. Ainsi, Riaz et al. (2005) puis Kang et al. (2010) ont montré que certaines mutations génétiques sont observées chez les personnes atteintes de bégaiement et pourraient être impliquées dans 10% des cas de bégaiement chronique. Ce rôle des gènes expliquerait la prévalence plus importante du bégaiement chez l'enfant lorsque l'un des parents est atteint. Sommer et al. (2002), suivi de Kell et al. (2009) ont quant à eux prouvé que l'activation des zones du cerveau dédiées au langage (contrôle des mouvements de la langue, du larynx et du pharynx) dans le cortex sensorimoteur gauche ne fonctionne pas correctement chez les personnes bègues. Cela pourrait expliquer la suractivation des aires dédiées au langage dans l'hémisphère droit du cerveau pour compenser ce dysfonctionnement.

Alm (2004) met pour sa part en cause les ganglions de la base, aussi appelés « noyaux gris centraux », dans la persistance du bégaiement. En effet, cela permettrait de comprendre pourquoi les personnes atteintes de bégaiement sont presque parfaitement fluentes lorsqu'elles parlent au rythme d'un métronome ou en utilisant un appareil auditif. Les appareils utilisés modifient le retour sensoriel et renvoient, grâce à une prothèse intra-auriculaire, la voix de la personne bègue en ajoutant un délai (DAF – Delayed Auditory Feedback) et/ou en modifiant sa fréquence (FAF – Frequency Auditory Feedback). Ce sont ces mêmes noyaux gris centraux qui semblent être mis en cause dans des maladies telles que la maladie de Parkinson.

Des théories bien plus anciennes, et toujours d'actualité, telles que celle de Sheehan (1953), présentent le bégaiement comme une dualité permanente dans l'esprit de la personne qui bégaie, et impliqueraient des causes psychologiques. Le conflit interne que cause le bégaiement, aujourd'hui qualifié de conflit « approche-évitement » représente le dilemme constant auquel semblent faire face les personnes bègues qui ont envie de communiquer mais qui ont peur de bégayer. Ce concept a été verbalisé en 1997 par Christine Hyde, membre de la British Stammering Association, elle-même atteinte de bégaiement :

« I stammer therefore I must try hard not to stammer. But when I try hard I stammer worse, so I must hold back from trying and surrender to the stammer. But when I do that, I feel inadequate and I cannot communicate, so I must try hard not to stammer?¹ »

Si de plus en plus d'études montrent que la psychologie seule ne peut expliquer le bégaiement, la dimension psychologique de ce trouble ne doit toutefois pas être mise de côté. La description qu'en

¹Traduction : *Je bégaie donc je dois lutter pour ne pas bégayer. Mais quand je lutte pour ne pas bégayer, je bégaie encore plus, donc je dois me retenir de lutter et je dois abdiquer face au bégaiement. Mais quand je fais cela, je me sens incompétente et je ne peux pas communiquer, donc je dois lutter pour ne pas bégayer ?*

a fait Sheehan en 1970 a marqué les esprits et fait évoluer les traitements de l'époque, grâce à une analogie plutôt frappante :

« Stuttering is like an iceberg, with only a small part above the waterline and a much bigger part below.² »

Cette analogie a été reprise par Perkins (1973) sous la forme de « covert stuttering ». Aussi appelé « interior stammering » par la British Stammering Association, le « bégaiement masqué » ou « bégaiement intérieur » représente les aspects invisibles du bégaiement, tels que les sentiments négatifs qui peuvent être ressentis par la personne qui bégaye (honte, manque d'estime de soi...) et les stratégies d'évitement qui sont mises en place pour limiter l'apparition du bégaiement. Celles-ci peuvent aller du simple fait de substituer un mot que l'on souhaitait dire par un autre (car l'on sait par exemple que le second sera moins enclin à provoquer le bégaiement) à l'évitement total des situations de communication (si on ne parle pas, on ne bégaie pas). Il est néanmoins intéressant de noter que certaines personnes souffrant de bégaiement intérieur ont, lorsqu'elles s'expriment, une parole semblable à celle de personnes fluentes, mais au prix d'efforts constants ou d'une mise à l'écart radicale de la vie sociale.

Il a été observé que plusieurs facteurs peuvent entrer en ligne de compte dans l'apparition et la chronicisation du bégaiement chez l'enfant, ce qui semble rendre l'élaboration de traitements efficaces et adaptés très difficile, par la nécessité d'aborder le problème de façon pluridisciplinaire. En revanche, il semblerait que le bégaiement chez l'enfant d'âge préscolaire ne nécessite pas d'intervention psychologique, étant donné qu'il ne serait pas encore conscient de tous les enjeux liés à un rétablissement total de la parole fluente. D'ailleurs, 8 enfants sur 10 recouvrent naturellement une parole fluente tandis que 20% verront leur bégaiement se chroniciser, générant un handicap lourd dans la communication avec autrui.

Parmi les approches les plus utilisées par les orthophonistes en France pour traiter le bégaiement chez les enfants, le Programme Lidcombe est la plus récente. Développée par le Professeur Mark ONSLOW en Australie au début des années 1970, cette méthode met les parents au centre du traitement de leur enfant. Elle est introduite en France depuis 2011 par Rosalee SHENKER, directrice du Centre de Fluidité Verbale de Montréal et l'orthophoniste Véronique AUMONT-BOUCAND.

La méthode s'adresse aux enfants d'âge préscolaire, mais est parfois aussi appliquée avec des

²Traduction : *Le bégaiement est comme un iceberg dont seulement une petite partie est au-dessus de la surface et une beaucoup plus grande partie reste immergée.*

enfants en classes de primaire, avec, dans les deux cas, une implication très forte des parents :

*During weekly clinic visits, the clinician trains the parent to do the treatment and to record daily measurements of the child's stuttering severity. These parent measures guide the conduct of the program. At these weekly visits the clinician monitors and adjusts the treatment as needed and ensures that it is a positive and enjoyable experience for the child and family.*³

– *The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention, Treatment Guide (2011)*

Contrairement à d'autres formes de traitement où l'on cherche à modifier la façon de parler de l'enfant et/ou son environnement (Aumont-Boucand, 2013), le Programme Lidcombe laisse l'enfant s'exprimer à son propre rythme, mais le parent impose un temps quotidien d'interactions verbales avec son enfant autour d'activités décidées avec le thérapeute. Le parent fait des commentaires sur la parole de l'enfant, selon si elle a été parfaitement fluente ou s'il a bégayé, de façon non ambiguë.

Si l'enfant ne bégaye pas, les commentaires seront des constatations ou des compliments du type « C'était doux », « Tu as bien parlé » ou solliciteront l'enfant pour qu'il reconnaisse la parole fluente : « Est-ce que c'était doux ? ». Si l'enfant bégaye, les commentaires seront seulement des constatations du type « Il y a eu une bosse ». Il est aussi possible de demander à l'enfant de revenir sur un mot qui a « accroché » : « Peux-tu dire à nouveau ce mot ? ».

Ces commentaires sont primordiaux dans le traitement du bégaiement de l'enfant, et doivent être énoncés quotidiennement lors d'activités plus ou moins structurées selon la phase de traitement dans laquelle se situe l'enfant.

Au début du traitement, les commentaires doivent être apparaître dans le cadre d'activités très structurées, où l'on va limiter les interventions de l'enfant à un seul mot. Le but de cette phase est de limiter au maximum le bégaiement pour multiplier les commentaires positifs.

Sur toute la durée du traitement, les parents doivent respecter un ratio de 5 commentaires positifs contre 1 commentaire concernant le bégaiement de l'enfant.

Petit à petit et sur les conseils de l'orthophoniste, les parents peuvent s'orienter vers des activités permettant à l'enfant de faire des phrases un peu plus longues (ex : « Qu'est-ce que c'est ? » « Un ballon bleu. »), puis de faire des phrases complètes (description d'images, par exemple) :

« The treatment is conducted with two stages. During Stage 1 parents do the treatment each

³Traduction : *Lors de visites hebdomadaires, le clinicien apprend au parent le déroulement du traitement et l'évaluation quotidienne de la sévérité du bégaiement de son enfant. Ces mesures prises par les parents permettent de guider la conduite du traitement. Lors de chaque visite hebdomadaire, le clinicien suit et ajuste le traitement si nécessaire et s'assure que cela reste une expérience positive et amusante pour l'enfant et sa famille.*

day in the child's everyday environment and child and parents visit the clinic⁴ once each week. [...] During Stage 2, the parent does the treatment with decreasing frequency.⁵ »

– *The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention, Treatment Guide (2011)*

Sur des critères bien précis, l'orthophoniste doit décider du passage en phase 2 : il est effectif dès lors que, pendant trois visites hebdomadaires, l'orthophoniste attribue à l'enfant un score sur l'échelle de sévérité de 1 ou de 2 pendant le rendez-vous, et que, pendant trois semaines consécutives, les scores de l'enfant sur l'échelle de sévérité attribués quotidiennement par les parents sont soit de 1, soit de 2, avec une prédominance de 1.

Lors du passage en phase 2, les commentaires sont administrés lors de conversations spontanées qui se déroulent tout au long de la journée, et non plus dans le cadre d'activités quotidiennes uniquement.

Le principe de l'évaluation quotidienne de la sévérité du bégaiement correspond à une évaluation réalisée par le parent, après que l'orthophoniste lui ait appris noter les bégayages de son enfant. La parole de l'enfant est évaluée sur une échelle appelée échelle de sévérité, allant de 1 à 10, 1 représentant une parole parfaitement fluente et 10 un bégaiement extrêmement sévère.

En fin de journée, les parents doivent évaluer la fluence de l'enfant pour la journée qui vient de s'écouler et doivent consigner ce score sur une grille en format papier.

Cette échelle de sévérité, très utilisée dans le cadre du Programme Lidcombe, ne remplace pas le pourcentage de syllabes bégayées (%SB), autre indicateur qui permet d'évaluer la gravité du bégaiement et l'enfant et qui se calcule de la façon suivante :

$$\%SB = \frac{\text{nombre de syllabes bégayées}}{\text{nombre total de syllabes de l'échantillon}} \times 100$$

À l'heure actuelle, il est considéré comme facultatif dans le cadre du Programme Lidcombe et est beaucoup plus long à évaluer qu'un niveau de sévérité. Il n'est que très peu utilisé en France. Pourtant, cette mesure constitue un moyen objectif de mesurer les progrès de l'enfant et de situer la gravité de son bégaiement et est largement utilisée dans la littérature. O'Brian et al. (2004) ont étudié la corrélation entre le pourcentage de syllabes bégayées et les scores sur l'échelle de sévérité attribués par 12 thérapeutes, et ont montré une corrélation entre ces deux mesures, avec un accord

⁴En Australie, les enfants atteints de bégaiement sont suivis dans des cliniques regroupant orthophonistes et psychologues.

⁵Traduction : *Le traitement se déroule en deux phases. Pendant la phase 1, les parents administrent le traitement quotidiennement dans l'environnement habituel de l'enfant, et l'enfant et ses parents se rendent de façon hebdomadaire en clinique. [...] Lors de la deuxième phase, le parent administre le traitement à une fréquence décroissante.*

entre juges de l'ordre de 83%. Les auteurs concluent que les deux mesures sont interchangeables, sauf pour des cas particuliers (environ 13% de la population qui bégaye) où les deux mesures seraient nécessaires.

Le travail effectué dans le cadre de mon stage, la conception du site internet Évaluation de la Fluence, s'inscrit dans le projet Évaluation de la Fluence, mené par le Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), et plus particulièrement par Solange ROSSATO, Maître de conférences à l'Université Stendhal – Grenoble 3 et membre de l'équipe Groupe d'Étude en Traduction Automatique/Traitement Automatisé des Langues et de la Parole (GETALP).

Ce projet est mené en collaboration avec Fabrice HIRSCH, Maître de conférences à l'Université Paul VALÉRY – Montpellier 3 et deux orthophonistes spécialistes du bégaiement, Véronique AUMONT-BOUCAND et Marine VERDURAND-PENDELIAU, chercheuse associée au LIG.

L'objectif du projet Évaluation de la Fluence est de proposer aux thérapeutes et aux parents divers outils facilitant la mesure de la fluence, afin d'avoir une évaluation plus fiable. Il s'agit notamment de valider la pertinence d'un indicateur subjectif tel qu'un score sur une échelle de sévérité, en comparant cette mesure facile à des mesures plus objectives tels que le pourcentage de syllabes bégayées, le débit de parole en nombre de syllabes par minute ou autre.

Le projet consiste à collecter des enregistrements de conversation, en clinique ou à domicile, entre l'orthophoniste ou le parent et l'enfant, ainsi que les scores quotidiens sur l'échelle de sévérité, dans le but de constituer un corpus qui permettra de vérifier la pertinence de ces scores.

Actuellement, il n'existe aucun site internet ou logiciel regroupant toutes les fonctionnalités souhaitées pour le site internet Évaluation de la Fluence. Seuls certains orthophonistes en Australie suivent les scores sur l'échelle de sévérité de leurs patients en faisant remplir un formulaire sécurisé en ligne aux parents qui habitent loin de la clinique. Des essais ont également été effectués par Mark ONSLOW afin d'évaluer l'efficacité du Programme Lidcombe lorsque les visites chez l'orthophoniste s'effectuent via une webcam au lieu d'en cabinet, mais cette méthode ne semble pas avoir été appliquée à grande échelle.

Les outils en Traitement Automatique des Langues (TAL) sont envisagés pour faciliter l'évaluation de la fluence, et fournir aux orthophonistes et aux chercheurs des pré-traitements qui leur permettraient de gagner du temps dans cette étape d'évaluation.

De leur côté, Heeman et al. (2011) ont tenté d'adapter à la parole bégayée un outil de reconnaissance automatique de la parole (RAP) en utilisant un corpus de parole lue. Le but de l'étude était de créer

un outil utilisable par les orthophonistes qui pourrait faciliter le compte des disfluences et la transcription de la parole du patient. Leur but était que les orthophonistes puissent faire les deux opérations en une durée approchant le triple de la durée de l'enregistrement, contre vingt fois si cela est effectué sans outil adéquat à partir des mêmes enregistrements. Dans ce corpus, les disfluences sont étiquetées par des chercheurs pour constituer un corpus de référence, puis par des orthophonistes volontaires.

Avec l'appui du texte lu lors des enregistrements, le corpus est ensuite analysé par un outil d'alignement, fonctionnant sur un modèle de langage statistique en bigrammes principalement, avec une faible probabilité unigramme pour tous les mots du texte, afin d'anticiper la répétition de mots due au bégaiement.

Il est intéressant de noter qu'avec un modèle unigramme ayant une probabilité de 10^{-30} , l'outil obtient des performances proches de 74 %. Ces performances augmentent à près de 86 % pour une probabilité de 10^{-13} . L'alignement est correct à 90 % lorsque les auteurs ajoutent un modèle bigramme qui couvre de nombreuses disfluences caractéristiques du bégaiement (répétition d'un ou plusieurs mots, répétition d'une partie d'un mot dans la phrase courante ou au début des deux précédentes) qui peuvent apparaître dans un ordre aléatoire, ainsi qu'un lexique contenant les deux premiers phonèmes de chaque mot du texte. Les annotations des orthophonistes sont ensuite placées dans la transcription obtenue en prenant en compte le délai entre le moment où apparaît la disfluence dans le corpus de référence et le moment où l'orthophoniste l'a annotée, estimé à 5 secondes au maximum. Le résultat est ensuite analysé par un programme qui va déterminer quelles sont les zones à corriger, pour lesquelles l'orthophoniste doit corriger soit la transcription, soit l'annotation des disfluences.

Le résultat de l'expérience est plutôt encourageant, bien que l'outil proposé par les chercheurs ait été décrit par les sujets comme peu ergonomique. En effet, les orthophonistes devaient étiqueter les disfluences selon leur type avec 8 boutons différents (blocages, répétitions de sons, de mots, de propositions, prolongations, interjections, révisions, autres), et ont indiqué, dans un questionnaire post-expérience, qu'ils avaient eu des difficultés à trouver le bon bouton à chaque fois. D'autre part, les longs délais de réactions observés ainsi que le moindre nombre de disfluences relevées par les orthophonistes en utilisant l'outil contrairement au corpus de référence peuvent être justifiés par une utilisabilité non optimale de l'outil développé par Heeman et al.

Cette étude montre que les logiciels de reconnaissance automatique de la parole peuvent être utilisés sur la parole bégayée en contexte très encadré (parole lue et appui sur le texte de base pour la transcription) et avec des adaptations nécessaires (modèles de langage adaptés). Sans aller jusqu'à

une transcription automatique de la parole bégayée, il semble envisageable de proposer des outils de traitement de la parole afin d'aider l'évaluation de la fluence.

Le présent mémoire professionnel présente le travail effectué sur le projet Évaluation de la Fluence lors du stage au sein de l'équipe GETALP du LIG, du 3 mars au 28 août 2015.

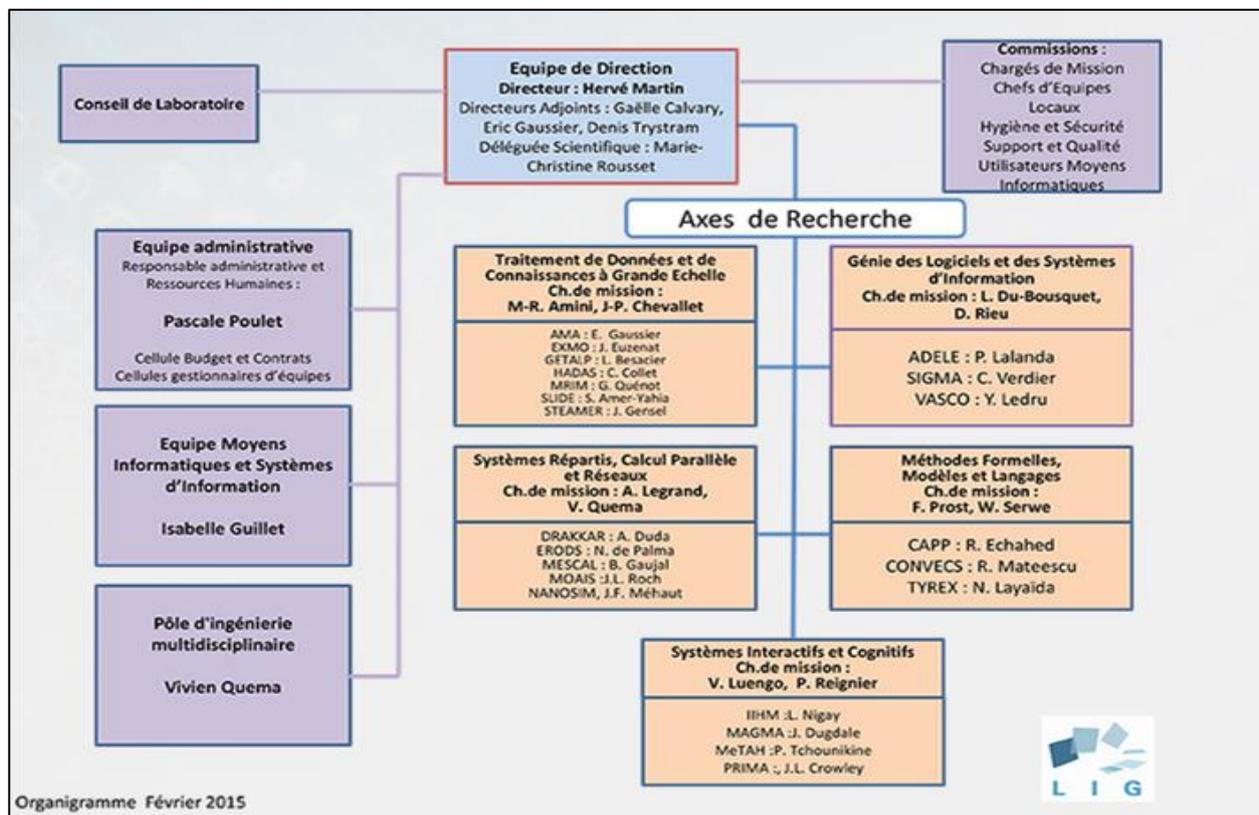
Partie I

—

Présentation du laboratoire

Le Laboratoire d'Informatique de Grenoble situé au 41 rue des Mathématiques à Saint-Martin-d'Hères a été créé en 2007, à partir du personnel de plusieurs laboratoires et universités (Université Joseph Fourier, Université Pierre Mendès France, Institut Polytechnique de Grenoble, Université Stendhal Grenoble III, Centre National de la Recherche Scientifique...). Constitué d'environ 600 personnes réparties en 23 équipes de recherche, ses axes thématiques de recherche sont :

- Génie des Logiciels et des Systèmes d'Information,
- Systèmes Répartis, Calcul Parallèle et Réseaux,
- Méthodes Formelles, Modèles et Langages,
- Systèmes Interactifs et Cognitifs,
- Traitement de Données et de Connaissances à Grande Échelle.



L'équipe GETALP fait partie du cinquième axe de recherche, et regroupe des profils très différents (informaticiens, linguistes, phonéticiens, traducteurs, traiteurs de signaux...) autour de la communication et plus précisément du traitement de l'information multilingue, qu'elle soit orale ou écrite.

Partie II

-

Le site Évaluation de la Fluence

I. Conception du site

A. Cahier des charges

1. *Objectifs et contraintes de réalisation*

Le site internet Évaluation de la Fluence doit avoir plusieurs fonctions : tout d'abord, il doit être un outil simple et ergonomique destiné aux orthophonistes afin de faciliter l'intégration de l'enregistrement vidéo dans la routine qui accompagne le suivi de leurs patients. Les vidéos collectées constitueront le corpus de base utilisé par les chercheurs du LIG. Lors du dépôt de la vidéo, le son est extrait au format .wav et stocké sur le serveur, tout comme la vidéo. Celle-ci sera utilisée lors de l'étiquetage des syllabes bégayées et pour la transcription orthographique afin de désambiguïser les disfluences qui pourraient apparaître. En effet, lorsqu'une personne qui bégaye parle et qu'un blocage apparaît dans son discours, il est peut être confondu avec une pause « standard » selon son moment d'apparition dans la phrase si l'on ne peut pas visualiser la tension musculaire du visage qui l'accompagne souvent.

Ainsi, le site permettra aux chercheurs et aux orthophonistes qui le souhaiteront de visionner les vidéos et d'étiqueter manuellement les disfluences dans le corpus collecté. Il sera également possible pour les chercheurs d'effectuer, via le site et de façon manuelle, la transcription orthographique des échantillons du corpus.

Le site permettra également aux parents de noter quotidiennement le score de leur enfant sur l'échelle de sévérité. Les données ainsi récoltées permettront d'observer l'évolution du score de l'enfant sur l'échelle de sévérité en parallèle avec l'évolution de son pourcentage de syllabes bégayées et du nombre de syllabes qu'il produit par minute et donc d'évaluer la pertinence de cet indicateur subjectif. En effet, si le score de l'enfant sur l'échelle de sévérité évolue de la même façon qu'évoluent le pourcentage de syllabes bégayées et le nombre de syllabes par minute, il pourra être considéré comme un indicateur fiable concernant l'évaluation du bégaiement de l'enfant.

Enfin, le site constituera un moyen de garder le contact avec les parents d'enfants qui bégaièrent pour pouvoir évaluer à long terme l'efficacité du programme (environ 2 ans après le début de la prise en charge).

La conception d'un tel outil représente une tâche très diversifiée qui entraîne une problématique tout aussi diversifiée.

Un premier point à prendre en compte concerne la sécurité des données. En effet, les données collectées sont classées par la CNIL⁶ comme des données personnelles, car elles permettent de retrouver l'identité des personnes inscrites au site. Il est donc primordial de prendre cela en compte lors de l'élaboration de l'outil afin de protéger de façon maximale les données personnelles des parents et enfants inscrits sur la plate-forme (début du bégaiement, antécédents familiaux, troubles associés...), ainsi que les données personnelles fournies par tous les types d'utilisateurs⁷.

Une autre difficulté concerne la collecte de vidéos et de sons. Les problèmes de compatibilité des navigateurs avec des fonctionnalités de ce type de notre interface peuvent freiner le bon déroulement du projet. Il faut aussi envisager le type de matériel nécessaire à la captation de sons et de vidéos dont peuvent disposer les parents.

Par ailleurs, il est fort probable que les parents qui enregistrent leur enfant ne le fassent pas dans un environnement sonore optimal. On sait qu'il suffit d'un bruit que l'oreille humaine n'entend pas, comme les interférences d'un téléphone portable par exemple, ou auquel elle ne prête pas forcément attention, pour qu'un enregistrement ne soit pas exploitable. Il est donc important de pouvoir, d'une part, anticiper ce problème en effectuant des réglages qui optimiseront les conditions de captation du son et, d'autre part, faire en sorte de fournir un mode d'emploi clair et complet aux utilisateurs, afin que les sons qui accompagneront les vidéos puissent être utilisés (et surtout utilisables) dans le cadre de recherches scientifiques.

Enfin, le fait que la recherche sur les applications du Traitement Automatique des Langues (TAL) pouvant être compatibles avec le bégaiement en soit à ses balbutiements peut également représenter un verrou scientifique.

2. Attentes des chercheurs

Les chercheurs qui participent au projet Évaluation de la Fluence souhaitent principalement un outil facile à utiliser, permettant de regrouper plusieurs fonctionnalités :

⁶ Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

⁷ Une brochure émise par la CNIL contenant les informations nécessaires sur le traitement des données personnelles est disponible en annexe 1.

- collecte des scores sur l'échelle de sévérité donnés quotidiennement par les parents et à chaque séance en cabinet par l'orthophoniste
- collecte de vidéos à des moments clés du traitement par le Programme Lidcombe : lors de la première ou deuxième séance, lors de la quatrième séance, de la huitième, à la fin de la prise en charge et 6 mois après la fin du traitement
- centralisation de toutes les données et métadonnées concernant l'enfant (durée de la phase 1 et 2, sévérité du bégaiement, antécédents génétiques...)
- réalisation en ligne de l'annotation de syllabes bégayées et de la transcription orthographique du corpus dans l'objectif de permettre le calcul du pourcentage de syllabes bégayées, avec possibilité de donner un retour sur ces scores aux parents dans leur espace réservé, le tout avec des outils simples d'utilisation et adaptés aux tâches à réaliser
- compatibilité des fichiers de sortie avec les traitements envisagés :
 - o fichiers sons au format .wav et fichiers TextGrid pour visualiser l'alignement du signal et des syllabes bégayées sous Praat,
 - o fichiers au format .csv pour permettre à l'outil d'alignement KALDI de fonctionner, en passant par la plateforme kaldiacquisition créée par Célia MACABIAU et David GRACEFFA.

3. Attentes des orthophonistes

Ce travail est réalisé en collaboration avec deux orthophonistes spécialisées dans le bégaiement : Véronique AUMONT-BOUCAND et Marine VERDURAND-PENDELIAU. Cette dernière est titulaire d'un doctorat de l'Université de Grenoble et chercheuse associée au LIG. Ayant pu la rencontrer à plusieurs reprises, elle m'a informée des attentes des orthophonistes par rapport au type d'outil que j'allais développer :

- facilité d'utilisation pour le suivi des scores afin de pallier les difficultés rencontrées avec les parents qui oublient leur feuille de suivi, ou parfois ne la remplissent pas,
- présence d'un outil de comptage des syllabes bégayées,
- mise en page et navigation simples.

4. Utilisabilité de l'outil par les parents

N'ayant pas eu l'occasion de rencontrer des parents d'enfants suivis pour bégaiement, j'ai opté pour la simplification des fonctionnalités au maximum. En effet, selon Marine VERDURAND-PENDELIAU, il est parfois compliqué pour les parents de trouver au quotidien le temps nécessaire

pour effectuer le traitement de l'enfant. Ainsi, en leur fournissant un outil le plus ergonomique possible, le but est de surtout ne pas ajouter de difficultés.

D'autre part, le fait de leur proposer un retour sur les traitements effectués par les chercheurs et les orthophonistes volontaires après les enregistrements (évolution du pourcentage de syllabes bégayées, débit) et de leur donner la possibilité d'essayer eux-mêmes les outils d'annotation de syllabes bégayées et de transcription orthographique peut permettre de les faire se sentir plus investis dans l'étude et donc moins réticents à ce que leur enfant soit filmé en cabinet.

Il est aussi envisageable que cela puisse les convaincre de l'utilité de se filmer eux-mêmes avec leurs enfants lorsqu'ils réalisent leurs exercices quotidiens à domicile.

B. Développement du site et de la base de données

Le site Évaluation de la Fluence est accessible à l'adresse suivante : <http://evaluation-fluence.imag.fr>.

1. Description technique

a. Langages utilisés

Le développement du site a été effectué en utilisant principalement les langages HTML, PHP, JavaScript et CSS. Certaines fonctionnalités comme la conversion de vidéos nécessitent de communiquer avec des logiciels installés sur le serveur grâce à des lignes de commande.

b. Conception de la base de données

La base de données MySQL comporte 9 tables, réparties de la façon suivante :

- une table qui contient les informations fournies par les chercheurs inscrits sur le site,
- une table qui permet la gestion du consentement des parents, selon s'ils ont acceptés que les vidéos de leurs enfants puissent être utilisées dans le cadre de la formation d'orthophonistes, dans le cadre de la formation d'étudiants en sciences du langage, dans le cadre de conférences scientifiques ou s'ils ne souhaitent pas qu'elles soient utilisées,
- une table contenant tous les scores sur l'échelle de sévérité pour tous les patients qui participent au projet,
- une table qui permet la gestion des fichiers son et vidéo déposés sur le serveur,
- une table contenant tous les résultats du calcul du débit de parole,
- une table qui contient les informations fournies par les orthophonistes inscrits sur le site,
- une table qui contient les informations fournies par les parents inscrits sur le site,

- une table qui regroupe tous les résultats du calcul de pourcentage de syllabes bégayées,
- et une table qui lie les fichiers vidéo et les fichiers CSV correspondant aux transcriptions orthographiques effectuées sur le site.

c. Modules externes

Le logiciel avconv est installé sur le serveur et permet la conversion de toutes les vidéos déposées en format .mp4, afin de faciliter la lecture des vidéos et l'extraction de la bande-son du fichier au format .wav.

L'envoi de mails automatiques est possible grâce à la librairie PHPmailer.

Les graphiques de suivi sont réalisés avec la librairie JavaScript gratuite Amcharts, et les calendriers intégrés aux formulaires sont issus du plugin jQuery DatePicker.

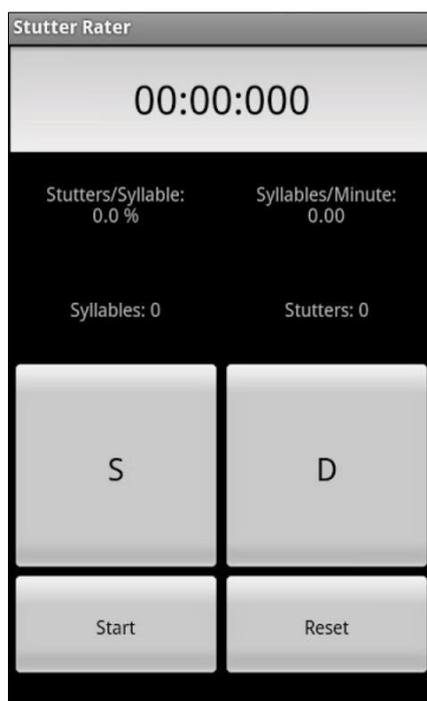
La mise en page a été élaborée principalement grâce au framework CSS Bootstrap.

2. Fonctionnalités spécifiques au TAL développées pour le site

Le compteur de syllabes bégayées et l'outil de transcription orthographique sont des outils de collecte de corpus développés spécialement pour le site Évaluation de la Fluence. Une capture d'écran des pages dans lesquelles ils sont intégrés sont visibles dans la partie II.I.C.

a. Compteur de syllabes bégayées

Cet outil est adapté d'applications mobiles utilisées par les orthophonistes lors de leurs séances en cabinet.



Capture d'écran de l'application gratuite Stutter Rater développée par Michael Oates

Ce type d'applications pour mobiles permet aux orthophonistes de compter les syllabes fluides et bégayées pendant que leurs patients parlent afin d'obtenir le pourcentage de syllabes bégayées.

Développé en JavaScript, le compteur de syllabes bégayées du site Évaluation de la Fluence repose sur les propriétés, méthodes et événements du DOM⁸ de l'élément <video> HTML5, qui sont accessibles en JavaScript lors de l'ajout d'un média sur une page web grâce à la balise <video>⁹. La captation de la touche du clavier sur laquelle l'utilisateur appuie ou du bouton de la souris qui est cliqué est réalisée grâce à la gestion des événements du DOM en JavaScript, qui permet « d'écouter » tout ce qu'il se passe lorsqu'une page web est ouverte (clic de la souris, pression sur une touche du clavier, raccourci clavier...).

A chaque pression d'un utilisateur sur la touche correspondant à la syllabe qu'il souhaite étiqueter (syllabe fluente/flèche gauche du pavé directionnel ou syllabe bégayée/flèche droite du pavé directionnel), le temps courant de la vidéo est récupéré et formaté pour correspondre au format du fichier de sortie, le format .TextGrid, compatible avec Praat¹⁰ ou ELAN¹¹, tous deux étant des logiciels répandus pour des traitements dans le domaine de la linguistique. Le comptage peut aussi être effectué grâce aux boutons de gauche et de droite de la souris.

Des commandes de lecture au clavier ont été mises en place afin de faciliter au maximum l'utilisation de cet outil, en limitant le recours à la souris. La lecture de la vidéo se déclenche grâce à la flèche du haut du clavier et la vidéo se met en pause grâce à la flèche du bas. Il est possible de ralentir la vidéo grâce à la touche « Début/Orig » du clavier et de l'accélérer grâce à la touche « Fin » du clavier, pour les utilisateurs d'ordinateurs dont le système d'exploitation est Windows ou Linux. Pour les utilisateurs d'ordinateurs dont le système d'exploitation est Mac, les touches utilisées sont les touches « Shift » et « Ctrl », respectivement pour ralentir et accélérer. Cette fonctionnalité est inspirée du logiciel ELAN, découvert lors d'une formation de 2 jours. Il était important de pouvoir ralentir la vidéo pour effectuer l'étiquetage le plus précis possible. En effet, la durée moyenne estimée d'une syllabe étant de 180ms en français, il faudrait, à vitesse réelle, que l'utilisateur qui effectue l'annotation appuie sur la touche correcte 5 à 6 fois par seconde, ce qui semble inconcevable pour un utilisateur non entraîné.

Il est toutefois envisageable que nous trouvions un décalage entre l'apparition réelle de la disfluente

⁸ Le DOM (ou Document Object Model) est une interface créée par le W3C (, indépendante de toute plateforme ou langage, qui permet d'accéder au contenu, à la structure ou au style d'un document et de le mettre à jour de façon dynamique.

⁹ Le code de la page où le compteur est intégré est disponible en annexe 2.

¹⁰ <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>

¹¹ <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>

dans le signal et le moment où le temps courant de la vidéo est récupéré lors de l'utilisation de l'outil dans des conditions réelles. Ce décalage peut regrouper le temps de réaction de la personne qui effectue l'étiquetage et le temps de latence du système pour prendre en compte l'appui sur la touche et déclencher la récupération du temps de la vidéo.

Des tests ont été réalisés pour quantifier l'impact du ralentissement de la vidéo sur l'annotation ainsi que le délai entre l'apparition de la disfluece et son étiquetage, et sont détaillés dans la partie II.II.C.

A chaque fois que le comptage pour une vidéo est validé par l'utilisateur, le pourcentage de syllabes bégayées et le débit de parole sont calculés automatiquement et ajoutés dans la base de données. Le débit de parole est exprimé en nombre de syllabes par minute ; c'est aussi un indicateur intéressant à observer en ce qui concerne la fluence d'un extrait de parole.

b. Module de transcription orthographique

L'outil de transcription orthographique est inspiré du logiciel ELAN, qui offre des possibilités beaucoup plus nombreuses, comme établir des relations hiérarchiques entre les différentes « pistes » de transcription. Le module développé conserve les fonctionnalités d'ELAN qui nous ont paru utiles, mais uniquement celles-ci et avec une interface simplifiée.

Tout comme le compteur de syllabes bégayées, il a été développé en JavaScript et s'appuie également sur les propriétés, méthodes et événements du DOM de l'élément <video> HTML5.

L'objectif pour le module développé sur le site était de simplifier au maximum l'étape de la transcription pour les chercheurs, et surtout pour les orthophonistes et les parents afin de les inciter à s'investir dans le projet¹².

Les commandes de lecture et de pause sont les mêmes que pour le compteur de syllabes bégayées et fonctionnent sur le même principe, mais les flèches droite et gauche servent ici à avancer ou reculer d'une seconde. Il est toujours possible de ralentir ou d'accélérer la vidéo avec les touches « Début/Orig » et « Fin » ou « Shift » et « Ctrl » pour Mac. La touche « Entrée » permet de commencer ou de terminer la transcription d'une partie de la vidéo, en récupérant le temps courant de la vidéo.

Une fois la transcription effectuée, il est possible de modifier ou de supprimer des parties de la transcription.

¹² Le code de la page où est intégré l'outil de transcription orthographique est disponible en annexe 3.

C. Statut des participants et fonctionnalités accessibles

Concernant la sécurité au niveau de l'architecture du site, seuls les dossiers qui le nécessitent sont accessibles en écriture. Des pages *index* sont présentes dans tous les dossiers afin de diriger un utilisateur qui essaierait d'accéder au contenu d'un dossier sur une page qui lui en interdit l'accès.

D'autre part, les données fournies par les utilisateurs dans les formulaires du site sont vérifiées en JavaScript puis en PHP lors de la validation du formulaire. Ainsi, la base de données est protégée contre les injections SQL¹³ que pourraient tenter des utilisateurs mal intentionnés.

Dans un souci de confidentialité, des statuts différents ont été créés pour chaque type d'utilisateur du site. L'accueil du site, la page de connexion et la page de contact sont toutes trois disponibles sans avoir de compte utilisateur.

Sur la page d'accueil, un diaporama montre les principales fonctionnalités du site. Des informations sur le bégaiement en général et sur le projet Évaluation de la Fluence sont données, ainsi que la liste des chercheurs et des orthophonistes qui participent à l'étude.

¹³ Une injection SQL correspond à la tentative d'un utilisateur de modifier la construction d'une requête SQL afin de compromettre la sécurité d'un site web, de son serveur et/ou de sa base de données.

Évaluation de la Fluence [Accueil](#) [Connexion](#) [Contact](#) **GETALP** **LIG**

Bienvenue sur le site du projet "Evaluation de la Fluence" !

Ce site est optimisé pour être consulté avec le navigateur Google Chrome.
Si vous utilisez un navigateur différent (Firefox, Opera, Internet Explorer...), merci de télécharger Google Chrome [ICI](#).

Évaluation de la Fluence [Tableau de bord](#) [Outils](#) [Contact](#) [Déconnexion](#) Chercher un patient [Rechercher](#) **GETALP** **LIG**

Tableau de bord

Patients personnels

Prénom de l'enfant	Nom de l'enfant	Accéder à sa fiche patient	Fin de suivi	Supprimer son dossier
[REDACTED]	[REDACTED]	Fiche patient	Fin de suivi	Supprimer
[REDACTED]	[REDACTED]	Fiche patient	Fin de suivi	Supprimer
[REDACTED]	[REDACTED]	Fiche patient	Fin de suivi	Supprimer

Gestion des Profils Patients

Visualisation de tous les patients dont le traitement est en cours en un coup d'oeil.

Le projet Evaluation de la Fluence, mené par le Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), consiste en la collecte d'enregistrements (sons et vidéos) d'enfants en âge préscolaire ou scolaire suivis pour bégaiement par des orthophonistes partenaires et spécialisés dans le traitement de cette pathologie.
Ainsi, un corpus de sons sera constitué.

Le bégaiement est un trouble de la parole décrit par l'Association Parole Bégaiement (APB) sur son [site internet](#).

Le but de ce projet est de vérifier la fiabilité d'une mesure subjective, le score sur l'échelle de sévérité, par rapport à des mesures objectives (pourcentage de syllabes bégayées et débit (nombre de syllabes/minute)) et grâce à des outils de reconnaissance automatique et de transcription orthographique.

Cette étude est à l'initiative de Solange ROSSATO, Maître de Conférences en Phonétique et Traitement Automatique à l'Université Stendhal Grenoble 3 et membre de l'équipe GETALP (Groupe d'Étude pour la Traduction/le Traitement Automatique des Langues et de la Parole) du LIG, en partenariat avec Marine PENDELIAU-VERDURAND, chercheuse associée au LIG, et Véronique AUMONT-BOUCAND, toutes deux orthophonistes spécialistes du bégaiement, et Fabrice HIRSCH, Maître de Conférences en Sciences du Langage à l'Université Paul Valéry Montpellier 3.

Les orthophonistes et les chercheurs qui participent à l'étude sont listé(e)s ci-dessous :

Orthophonistes

- Marine Pendelieu Verdurand à Grenoble

Chercheurs

- Solange Rossato du laboratoire : LIG
- Anais Tissot-Dupont du laboratoire : LIG

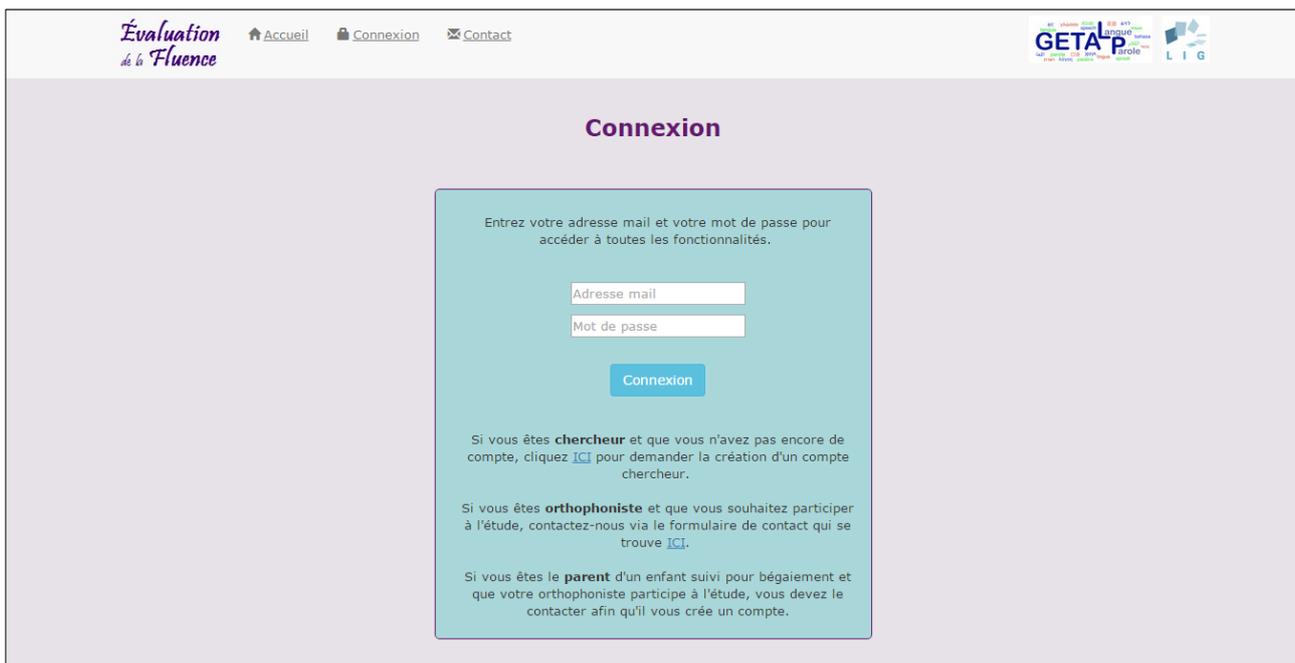
Site réalisé par Anais TISSOT-DUPONT, étudiante en Master 2 Professionnel Industries de la Langue (IdL) spécialité TALEP (Traitement Automatique de la Langue Ecrite et Parlée) à l'Université Stendhal Grenoble 3, dans le cadre du stage de fin d'études.

Tous droits réservés - 2015 - LIG

page d'accueil

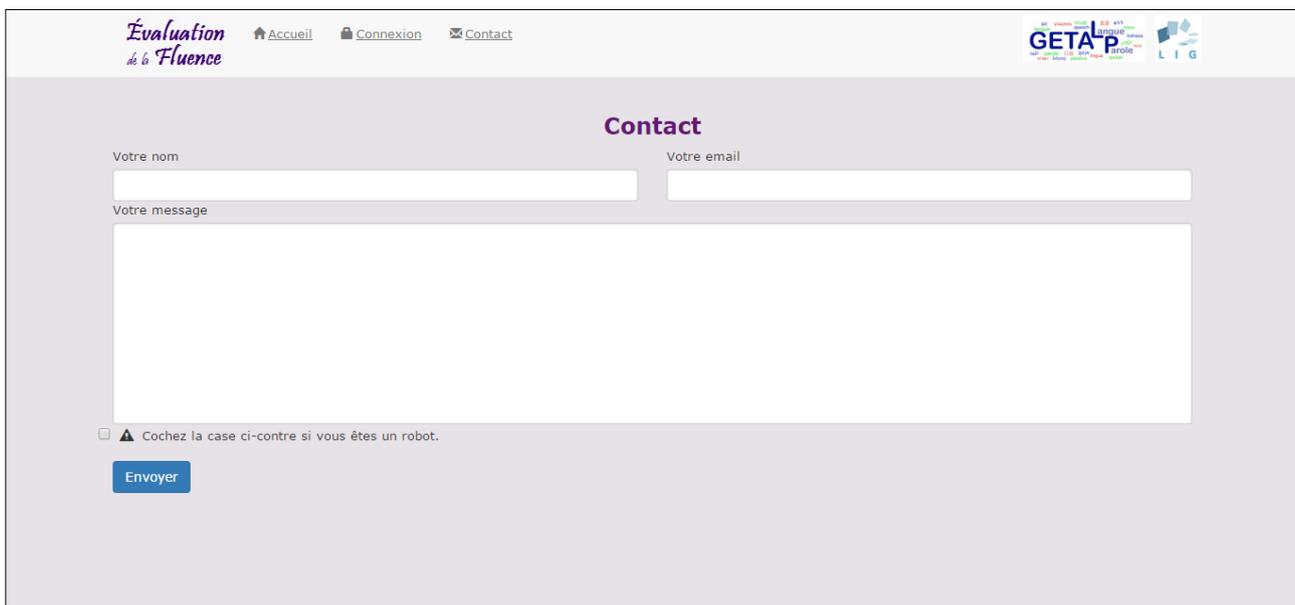
La page de connexion indique aux utilisateurs n'ayant pas de compte comment s'inscrire ou demander la création d'un compte.

Les utilisateurs qui disposent de leurs identifiants peuvent se connecter.



page de connexion

La page de contact permet à tous les utilisateurs, connectés ou non, de contacter les administrateurs du site.



page de contact

La navigation sur le site s'effectue à partir des menus fixes en haut de page qui sont différents pour chaque utilisateur. Le menu n'est jamais modifié, permettant ainsi aux utilisateurs de se repérer plus facilement. Toutes les fonctionnalités importantes du site sont réunies dans le menu « Outils », ce qui permet d'accéder rapidement à tous les modules réservés.

Le tableau de bord, point central du site, est différent pour chaque utilisateur et lui permet d'accéder

aux fonctionnalités qui lui sont ouvertes. Des profils temporaires ont été créés pour permettre aux membres du jury d'accéder au site. Les différents statuts sont :

- le statut « parent », réservé aux parents d'enfants suivis pour bégaiement.
- le statut « orthophoniste », réservé aux orthophonistes en exercice. Ils peuvent également avoir le statut de chercheur.
- le statut « chercheur », réservé aux chercheurs inclus dans le projet « Évaluation de la Fluence », qui peuvent être nommés administrateurs par les administrateurs du site.

On distinguera pour chaque profil d'utilisateur les démarches qu'il doit effectuer, les contributions qu'il peut apporter au projet, s'il le souhaite, et les retours et suivis qu'il peut consulter.

1. Parents

a. Tableau de bord

Le tableau de bord des parents est présenté ci-dessous :



tableau de bord – vue parent

b. Données personnelles

Lorsqu'ils se connectent pour la première fois sur le site, les parents sont informés des conditions de déroulement du projet, et ne peuvent pas utiliser le site tant qu'ils n'ont pas donné leur consentement. La validation du formulaire vaut comme acceptation des conditions énoncées. Les parents peuvent, à la suite de la signature, télécharger le formulaire au format .pdf.

Formulaire de recueil de consentement

Nous vous demandons de bien vouloir lire et remplir l'intégralité du formulaire ci-dessous.
En effet, dans un souci d'éthique liée au déroulement d'un projet de recherche, vous ne pourrez participer au projet si vous n'acceptez pas ces conditions.

Vous êtes toutefois informé que vous pouvez, **à tout moment**, revenir sur votre consentement, en accédant à la rubrique "Revenir sur mon consentement" dans le menu "Outils".

Participation à un projet de recherche

Nom	Durand
Prénom	Stéphanie
Ville	Grenoble
Code postal	38000
Nom de l'enfant	Durand
Prénom de l'enfant	Lucie

L'orthophoniste qui traite mon enfant, **Marine Pendelieu Verdurand**, m'a proposé de participer à une étude intitulée :

Projet Evaluation de la Fluence

dont l'instigateur est le **Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)**, UMR (Unité Mixte de Recherche) 5217, situé au 41 rue des Mathématiques - 38400 Domaine Universitaire de Saint-Martin-d'Hères, et dont la responsable est Solange Rossato, Maître de Conférences en Phonétique et Traitement Automatique.

Législation :

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités à mon égard ou à l'égard de mon enfant et envers les données personnelles me concernant ou concernant mon enfant qui seront collectées, et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Recueil des données :

Les données ayant trait à mon identité ou à celle de mon enfant demeurent strictement confidentielles et ne peuvent être consultées que par l'orthophoniste en charge du suivi de mon enfant et le ou les chercheurs-administrateurs du site web evaluation-fluence.imag.fr.

Enregistrement de vidéos et de sons :

Je donne mon accord pour que les vidéos et sons enregistrés en cabinet par l'orthophoniste de mon enfant ou par moi-même à mon domicile soient visionnés et/ou écoutés puis utilisés par les chercheurs du LIG ou les orthophonistes ayant le statut de chercheur. Ces enregistrements ne seront ni diffusés ni publiés.

Je suis informé(e) que je peux, et lorsque je le souhaite, enregistrer mon enfant à domicile lors de l'administration du traitement, et ce grâce aux outils mis à ma disposition sur le site evaluation-fluence.imag.fr, afin de fournir des données supplémentaires à l'équipe de recherche du LIG.

Je suis informé(e) que seuls les sons enregistrés pourront être réutilisés, sous couvert d'anonymat, dans le cadre de futurs projets de recherche menés par le LIG.

Echelle de sévérité :

Je donne mon accord pour que les scores d'échelle de sévérité que j'entrerai quotidiennement sur le site evaluation-fluence.imag.fr ou que l'orthophoniste de mon enfant entrera en cabinet soient utilisés dans le cadre de l'étude.

Accès au site :

Je suis informé(e) que mes identifiants de connexion (adresse mail et mot de passe) sont strictement personnels et ne doivent en aucun cas être partagés avec des tiers n'ayant aucun lien avec le déroulement du traitement de l'enfant.

Je suis informé(e) que le site evaluation-fluence.imag.fr est hébergé par un serveur sécurisé et que tout est mis en place par le laboratoire afin de protéger au maximum les données personnelles ou les enregistrements me concernant ou concernant mon enfant.

formulaire de recueil de consentement – partie 1 (données fictives)

Contact :

En acceptant que mon enfant participe à cette étude, je m'engage à rester joignable jusqu'à 6 mois après la fin du traitement de mon enfant par son orthophoniste afin d'être recontacté à une reprise, par téléphone ou par mail, par un membre de l'équipe de recherche.

Je ferai donc en sorte de mettre à jour mes données de contact (téléphone, adresse mail) si celles-ci sont modifiées pendant le déroulement de l'étude. Au moment où je serai recontacté(e), je m'engage à enregistrer mon enfant à domicile via le site evaluation-fluence.imag.fr pour une durée de 5 minutes dans une tâche de conversation libre, afin de fournir à l'équipe de recherche des données qui lui permettront d'évaluer l'efficacité à long terme du traitement du bégaiement.

Informatisation des données :

J'accepte le traitement informatisé des données personnelles en conformité avec les dispositions de la loi 78/17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, modifiée par la loi n°2004-801 du 6 août 2004 de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel. En particulier, j'ai noté que je pourrai exercer, à tout moment, un droit d'accès et de rectification de mes données personnelles ainsi que de celles de mon enfant grâce à un accès direct à celles-ci via le site evaluation-fluence.imag.fr. Je suis informé que les données concernant mon identité ou celle de mon enfant, seront définitivement supprimées 3 ans après le début de ma participation à l'étude et les autres données (sons, échelles de sévérité...) seront gardées par le laboratoire mais seront feront l'objet d'une anonymisation.

J'ai bien été informé(e) que mes données personnelles ainsi que celles de mon enfant seront rendues anonymes avant d'être intégrées dans un rapport ou une publication scientifique.

Information :

À ma demande, je peux obtenir toute information complémentaire auprès de l'orthophoniste de mon enfant, ou via le formulaire de contact du site evaluation-fluence.imag.fr.

Je serai informé(e) de toute nouvelle information durant l'étude qui serait susceptible de modifier ma décision quant à ma participation à celle-ci. Je serai informé(e) des résultats globaux de l'étude, au fur et à mesure de celle-ci, grâce à la rubrique "Statistiques" du site evaluation-fluence.imag.fr.

J'ai reçu oralement, de la part de mon orthophoniste, et par écrit sur la page d'accueil du site evaluation-fluence.imag.fr, toutes les informations nécessaires pour comprendre l'intérêt et le déroulement de l'étude.

J'ai pu poser toutes les questions nécessaires à la bonne compréhension de ces informations et j'ai reçu des réponses claires et précises.

J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision, entre les informations reçues et la signature de ce formulaire de consentement.

Je suis libre de refuser que mon enfant participe à cette étude, et je peux interrompre sa participation à tout moment, auquel cas j'en informerai l'orthophoniste en charge du suivi de mon enfant, sans que cela ne compromette la qualité des soins qui lui sont dispensés.

En foi de quoi, j'accepte librement et volontairement que mon enfant participe à cette étude.
Par ailleurs, mon enfant pourra éventuellement être sorti de l'étude par son orthophoniste si ce(tte) dernier(ère) l'estime nécessaire.
La participation de mon enfant pourra également être interrompue en cas d'arrêt prématuré de l'étude.

Si, suite à la lecture des conditions de participation à l'étude, vous ne souhaitez pas participer à celle-ci, merci de fermer cette page et d'en informer votre orthophoniste.

La validation de ce formulaire a la valeur d'une signature électronique, et sera considérée comme l'acceptation des conditions de participation à l'étude décrites ci-dessus.

[Valider](#)

formulaire de recueil de consentement – partie 2 (données fictives)

S'ils souhaitent revenir sur leur consentement, une page les informe de la procédure à effectuer :

[Tableau de bord](#)

[Outils](#)

[Contact](#)

[Déconnexion](#)

Revenir sur son consentement

Vous pouvez, **à tout moment**, revenir sur votre consentement donné lors de votre première utilisation du site.

Pour ce faire, vous avez 2 possibilités :

- Si vous êtes encore suivi par votre orthophoniste ou qu'il vous est toujours possible de le ou la contacter, veuillez vous adresser directement à lui ou elle, et il ou elle supprimera votre compte et l'ensemble de vos données (enregistrements sons et vidéos, données personnelles, échelles de sévérité...).
- Si, pour quelque raison que ce soit, il ne vous est pas possible de vous adresser directement à votre orthophoniste, vous pouvez nous contacter via le [formulaire de contact](#), et nous ferons en sorte de supprimer votre profil au plus vite.

page de modification du consentement

Les parents ont accès à leurs données personnelles, conformément à la loi Informatique et Libertés, et peuvent les modifier à tout moment :

Évaluation de la Fluence | Tableau de bord | Outils | Contact | Déconnexion | GETA-P | L I G

Profil

Nom de l'enfant	Test
Prénom de l'enfant	Test
Nom du parent	TestP
Prénom du parent	TestP
Ville	Grenoble
Code postal	38000
Adresse email	parent@parent.fr
Numéro de téléphone	0600000000

[Modifier](#)

page de gestion de son profil (données fictives)

Ils peuvent également modifier leur mot de passe :

Évaluation de la Fluence | Tableau de bord | Outils | Contact | Déconnexion | Chercher un patient | Rechercher | GETA-P | L I G

Changement du mot de passe

Ancien mot de passe

Nouveau mot de passe

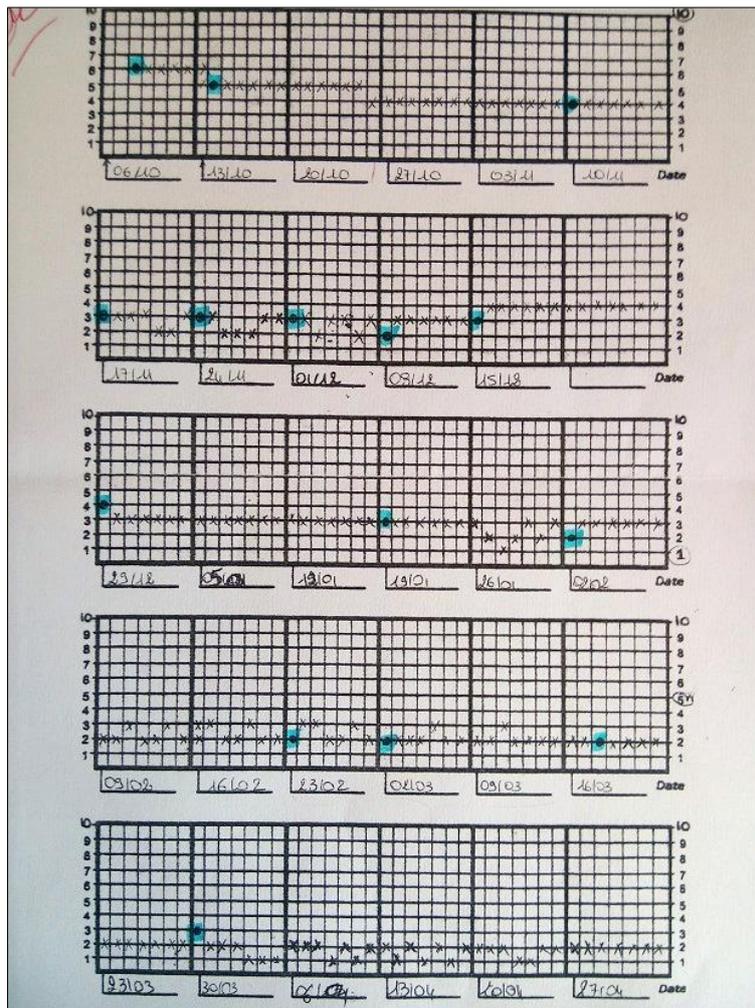
Confirmez votre nouveau mot de passe

[Modifier](#)

page de modification du mot de passe

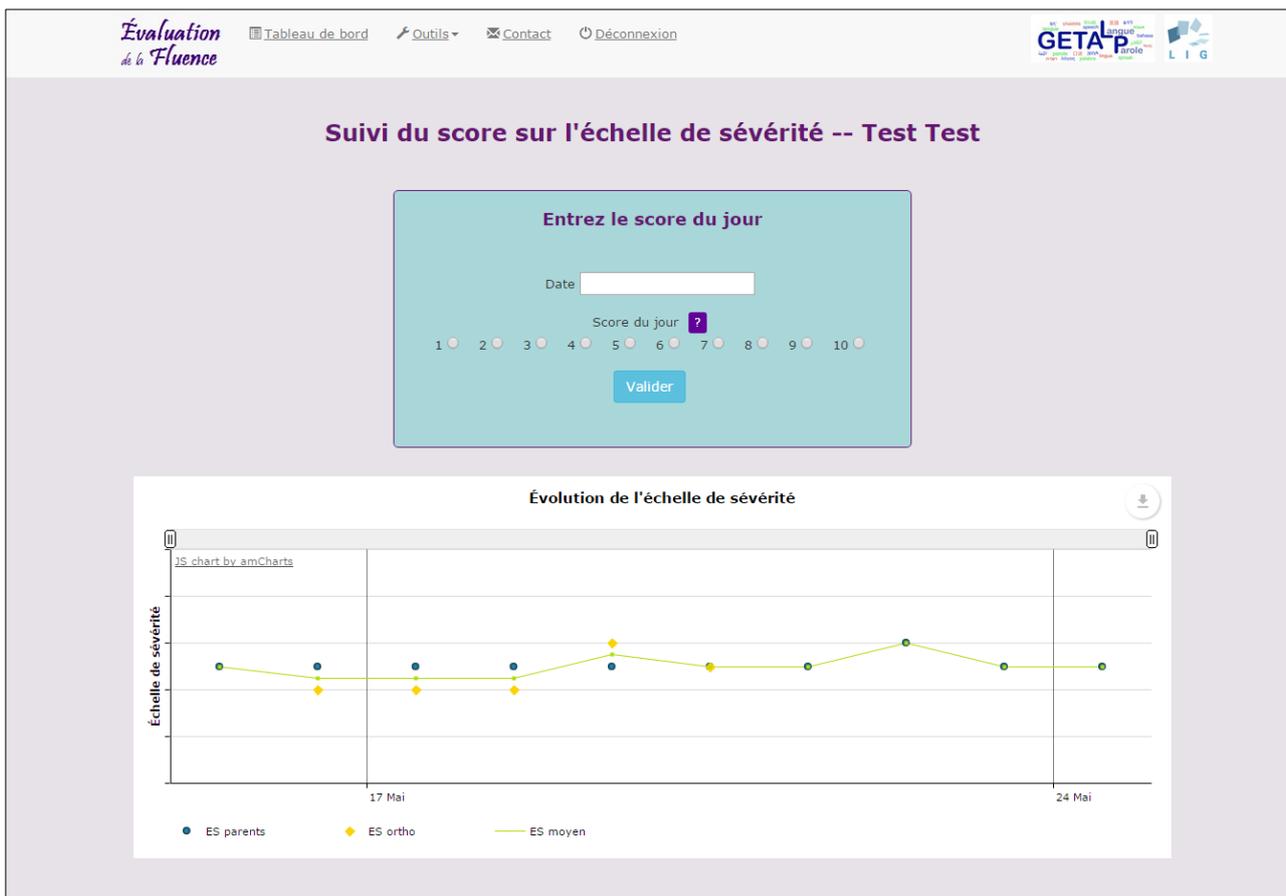
c. Évaluation quotidienne via l'échelle de sévérité

Le parent ajoute quotidiennement le score de son enfant sur l'échelle de sévérité, ce qui permet d'effectuer le suivi de l'enfant en ligne, plutôt que sur une feuille de papier libre comme précédemment.



fiche de suivi du score sur l'échelle de sévérité – format papier

Le parent choisit la date pour laquelle il souhaite ajouter le score (par défaut, la date du jour) puis coche le score qu'il souhaite attribuer à son enfant pour le jour concerné. Le graphique de suivi est directement mis à jour. S'il s'est trompé ou qu'il souhaite modifier la note, il lui suffit de sélectionner le même jour et d'entrer la nouvelle valeur.



page de suivi du score sur l'échelle de sévérité – vue parent (données fictives)

Il est possible de manipuler le graphique de suivi pour obtenir l’affichage que l’on souhaite : un zoom est possible, permettant, par exemple, de ne visualiser qu’une semaine à la fois, et le fait de passer la souris sur le graphique affiche le détail du jour concerné :



Les graphiques peuvent également être exportés au format PDF, JPG ou être directement imprimés.

d. Contributions facultatives

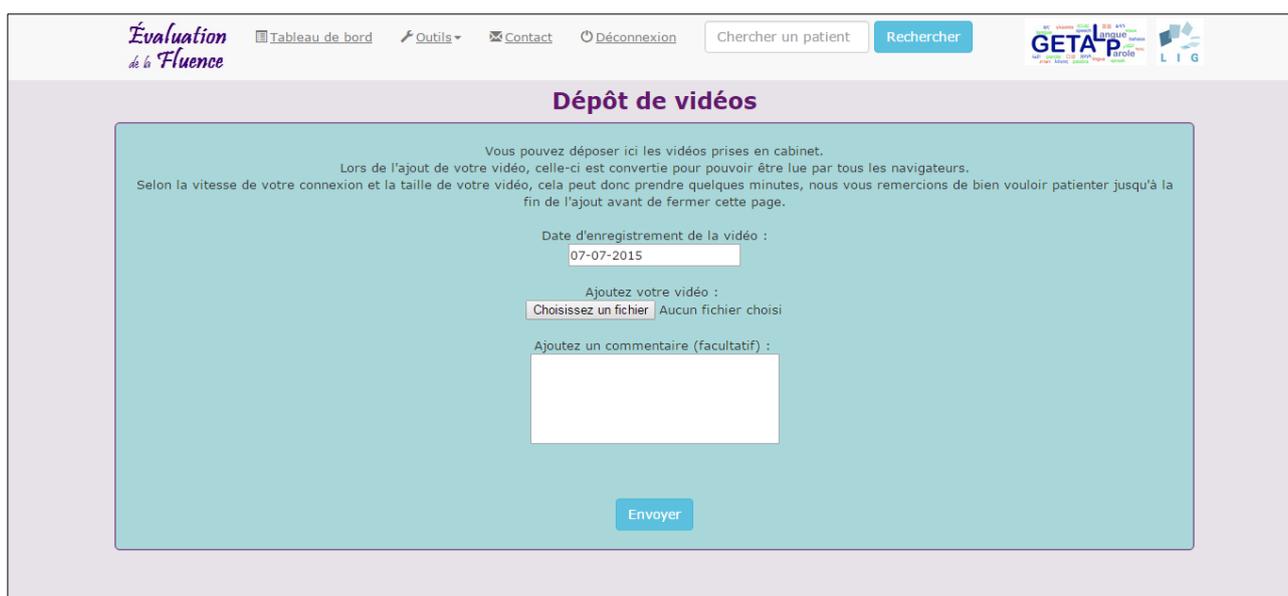
Les parents peuvent, s'ils le souhaitent, déposer des vidéos de leur enfant qu'ils auront pris lors du traitement.

Initialement, il devait pouvoir être possible d'enregistrer des vidéos directement sur le site.

La première solution envisagée était d'utiliser l'API (*Application Programmable Interface*¹⁴) « getUserMedia » HTML5 qui permet d'exploiter les flux audio et vidéo des navigateurs. Cependant, après plusieurs tentatives, les fichiers obtenus lors d'enregistrements n'étaient pas exploitables. En effet, la vidéo s'enregistrait jusqu'à 30 secondes puis l'image était fixe, et le son était saccadé.

La deuxième solution envisagée était d'installer sur le serveur le logiciel Flash Red5 qui regroupe les mêmes fonctionnalités que l'API « getUserMedia ». Néanmoins, ce logiciel est écrit en Java, et le fait de lier le logiciel, qui fonctionne au niveau local sur le serveur, avec le site web afin de récupérer les flux audio et vidéo n'a pas été possible avec mes connaissances techniques.

La solution élaborée a donc été de permettre le dépôt de vidéos directement sur le site avec un formulaire. L'intégralité du site a été créée en suivant les consignes de Responsive Design, ce qui signifie que le site est accessible depuis différents terminaux (ordinateur, tablette, smartphone).



page de dépôt de vidéos

Ainsi, les parents peuvent enregistrer leurs vidéos avec n'importe quel support (smartphone, webcam, tablette) puis télécharger leurs vidéos sur le site via un formulaire.

Ensuite, les vidéos, quel que soit leur format, sont converties au format mp4, le plus répandu et dont la compatibilité avec les navigateurs est la plus grande, grâce au logiciel avconv installé sur le

¹⁴ Traduction : Interface d'accès programmé aux applications

serveur. Ce logiciel, qui est un « fork¹⁵ » de FFMPEG, est utilisable en lignes de commande.

La conversion d'une vidéo s'effectue grâce aux 2 commandes suivantes, la première qui convertit la vidéo de base, quelle que soit son extension, en vidéo au format .mp4, et la seconde qui efface le fichier de base du serveur pour ne pas stocker des fichiers inutiles :

```
avconv -i videotéléchargée.extension -c:v libx264 -crf 20 -c:a aac -strict
experimental dossier/videodéfinitive.mp4
rm videotéléchargée.extension
```

Cette étape n'est pas effectuée si la vidéo téléchargée par l'utilisateur est au format mp4.

Ensuite, les 5 commandes suivantes permettent d'extraire le son de la vidéo ajoutée au format wav, format souhaité par le maître d'ouvrage du projet, en passant par un format intermédiaire nécessaire quand l'extraction est effectuée depuis un fichier vidéo mp4, le format aac. Le fichier son est ensuite encodé à 16000Hz et tous les canaux sont mixés pour produire un son mono, comme cela était également souhaité par la maîtrise d'ouvrage. Les fichiers intermédiaires sont ensuite supprimés, pour la même raison que ci-dessus :

```
avconv -i dossier/sondéfinitif.mp4 -acodec copy -vn -y
dossier/sondéfinitif.aac
avconv -i dossier/sondéfinitif.aac -acodec copy -y -f wav
dossier/sonintermédiaire.wav
avconv -i dossier/sonintermédiaire.wav -ac 1 -ar 16000
dossier/sondéfinitif.wav
rm dossier/sondéfinitif.aac
rm dossier/sondéfinitif.wav
```

Chaque fichier ajouté est nommé afin de respecter une convention de nommage qui facilitera tous les traitements à venir. Le nom du fichier est construit comme suit :

- statut de la personne qui a ajouté le fichier (ici « parent »)
- « _enfno » suivi de l'identifiant de l'enfant concerné
- « _ » suivi de la date de l'ajout

Ainsi, à chaque fois qu'un fichier doit être utilisé, on sait si ce sont les parents ou l'orthophoniste de l'enfant qui ont ajouté le fichier, et on peut récupérer le numéro d'identification de l'enfant et la date de l'ajout grâce à la fonction *explode* de PHP. Ces éléments anonymisés peuvent ensuite être liés aux informations nominatives grâce à la base de données.

Pour inciter les parents à s'investir dans le projet, les outils de comptage de syllabes bégayées et de

¹⁵ Nouveau logiciel créé à partir du code source d'un logiciel existant

transcription orthographique leur sont accessibles. Les parents peuvent donc les tester sur des vidéos de leur enfant s'ils le souhaitent.

The screenshot shows the 'Comptage de syllabes bégayées' (Counting stuttered syllables) interface. At the top, there is a navigation bar with 'Évaluation de la Fluence' logo, 'Tableau de bord', 'Outils', 'Outils Admin', and 'Déconnexion'. On the right, there are logos for 'GETA P' and 'L I G'. The main title is 'Comptage de syllabes bégayées'. On the left, a video player shows a man speaking. Below the video, the reading speed is set to 100%. There are 'Ralentir' and 'Accélérer' buttons. To the right, a control panel includes radio buttons for 'Utiliser le comptage au clavier' (selected) and 'Utiliser le comptage avec la souris'. A text box says 'Pour utiliser les touches du clavier, cliquez ici avant de commencer'. Below this, it lists keyboard shortcuts: Play (↑), Pause (↓), Ralentir la vidéo (Orig ?), and Accélérer la vidéo (Fin ?). At the bottom, there are input fields for '0 syllabe(s)', '0 bégaiement(s)', and 'Nombre total de syllabes : 0'. A 'Calculer le %SB' button is next to 'Pourcentage de syllabes bégayées (%SB) : 0'. There are also buttons for 'Valider et créer fichier .TextGrid', 'Réinitialiser', and a legend for 'Syllabe' (Clic droit, Flèche gauche) and 'Bégaiement' (Clic gauche, Flèche droite).

page du compteur de syllabes bégayées

Chaque comptage effectué sur le site à partir d'une vidéo génère un fichier .TextGrid qui permettra aux chercheurs d'observer en parallèle le signal de parole de l'enfant et l'étiquetage en syllabes fluides ou bégayées.

Sur le même principe que pour le compteur de syllabes bégayées, les parents peuvent aussi essayer l'outil de transcription orthographique sur toutes les vidéos de leur enfant.

page du module de transcription orthographique

Toutes les transcriptions génèrent un fichier au format .csv¹⁶, qui pourra être ajouté, ainsi que le fichier .wav correspondant sur la plate-forme kaldiacquisition, afin d'effectuer l'alignement automatique grâce à KALDI, qui est un « toolkit¹⁷ » développé en C++ destiné à la reconnaissance vocale.

Au moment où nous allons avoir les premières données issues du site, le code source de KALDI ne permettait pas de réaliser l'alignement avec un seul fichier son dans lequel un interlocuteur parle de façon discontinue. En effet, le corpus provenant d'entretiens entre un orthophoniste et son patient ou un parent et son enfant, nous allons avoir des enregistrements avec plusieurs locuteurs, et nous devons donc pouvoir adapter le code source de KALDI pour que l'alignement puisse se faire. Cette phase d'adaptation a été effectuée par Moëz AJILI, doctorant au LIG.

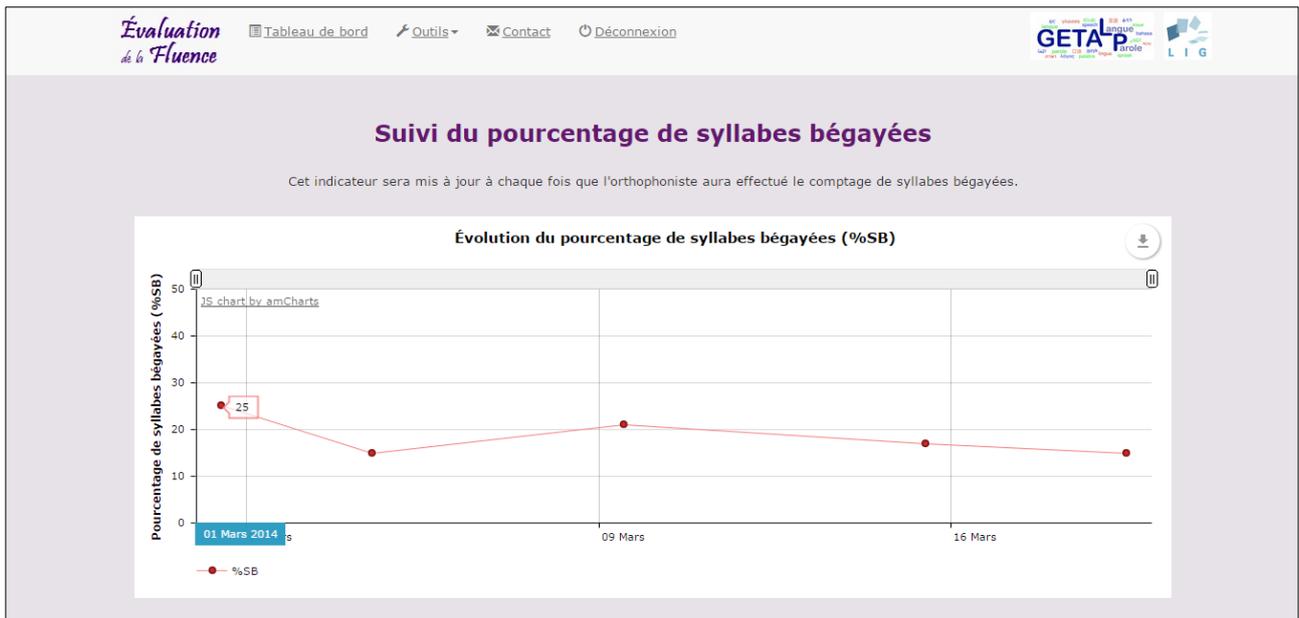
e. Retours et suivis

Comme indiqué dans le c), les parents ont accès au suivi du score de leur enfant sur l'échelle de sévérité. Ils peuvent également suivre l'évolution du pourcentage de syllabes bégayées et du

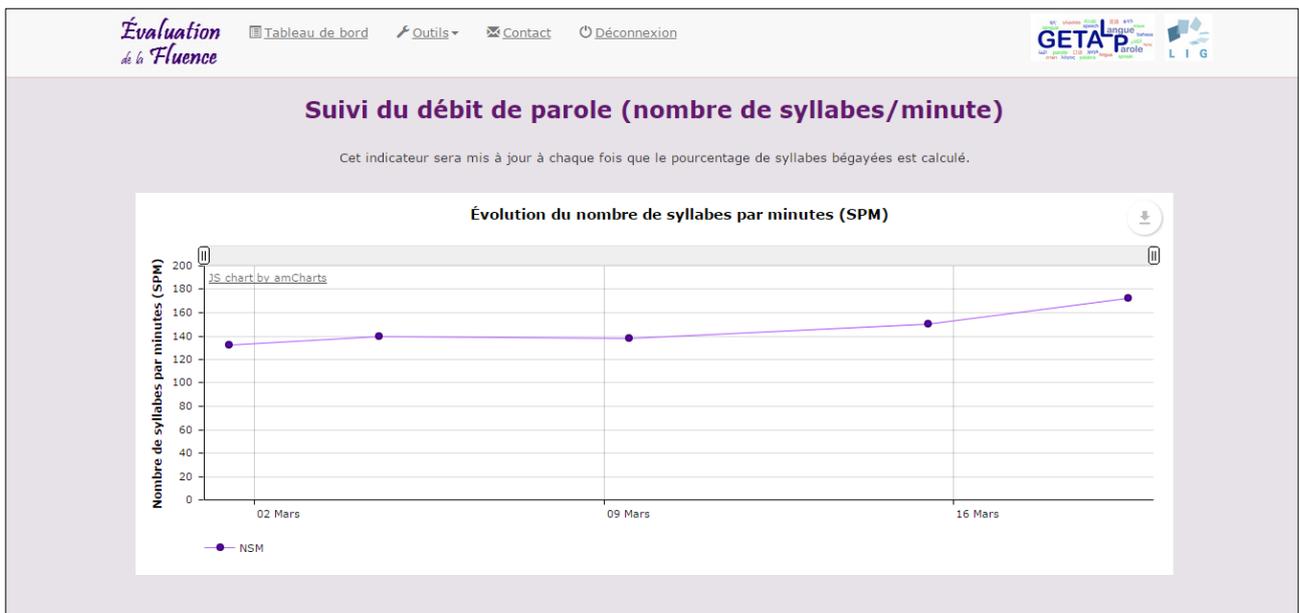
¹⁶ Annexe 4

¹⁷ Littéralement « boîte à outils »

nombre de syllabes par minute de leur enfant.



page de suivi du pourcentage de syllabes bégayées (données fictives)



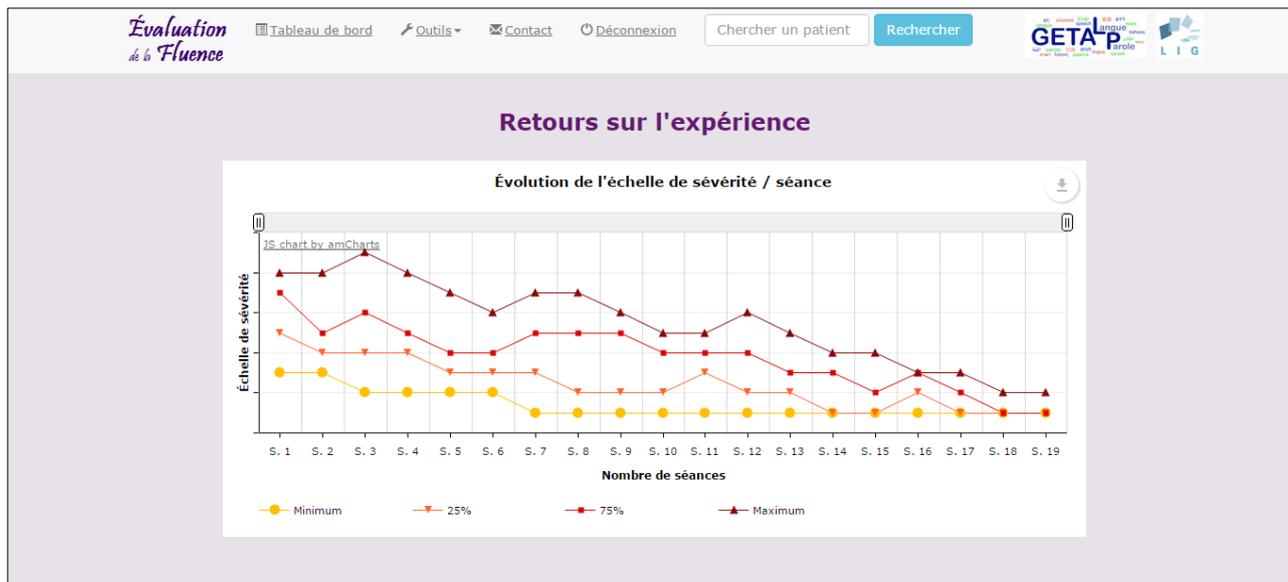
page de suivi du débit de parole (données fictives)

Ils ont également accès à la rubrique « Statistiques », qui leur permet d'avoir les retours globaux sur l'ensemble des données recueillies au cours du projet.

On observe sur la capture d'écran suivante des données réelles, issues des fiches de suivi papier de 10 patients de Marine VERDURAND-PENDELIAU dont le suivi est terminé. Les scores ont été manuellement ajoutés dans la base de données, afin de fournir une idée des tendances que l'on pourrait observer.

Les données tracées correspondent au minimum du score entre chaque séance, au score obtenu par

25% de la population, au score obtenu par 75% de la population et au maximum pour le total des patients.



page des retours sur l'expérience (données réelles)

2. Orthophonistes

a. Tableau de bord

Les orthophonistes demandent la création d'un compte via le formulaire de contact. Chaque orthophoniste a accès au suivi de ses propres patients via son tableau de bord.

Tableau de bord

Patients personnels

Prénom de l'enfant	Nom de l'enfant	Accéder à sa fiche patient	Fin de suivi	Supprimer son dossier
Lolo	Lala	Fiche patient	Fin de suivi	Supprimer

tableau de bord – vue orthophoniste

b. Suivi nominatif des patients

Les orthophonistes doivent créer le profil de chaque patient lors du début de son suivi.

Évaluation de la Fluence

Tableau de bord Outils Contact Déconnexion Chercher un patient Rechercher

GETAP L I G

Créer un compte Parents

Identité de l'enfant

Nom de l'enfant

Prénom de l'enfant

Date de naissance (format JJ-MM-AAAA)

Sexe Masculin Féminin

Identité du parent

Nom du parent

Prénom du parent

Ville de résidence

Code postal

Adresse mail du parent

Numéro de téléphone du parent

Langue(s) parlée(s) par les parents Français Autre(s) :

Fiche patient

Date de début de suivi

Score de sévérité à la première séance 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Date de début du trouble

Trouble(s) associé(s) Oui Non

Détail du/des trouble(s)

Facteurs génétiques Oui Non

Parenté

Remarque

page de création d'un compte parent

L'orthophoniste doit renseigner toutes les informations demandées dans le formulaire afin, d'une part, de fournir aux chercheurs le plus de métadonnées possibles concernant les patients, et d'autre part, de pouvoir ainsi obtenir une fiche patient la plus détaillée possible, dont ils se serviront tout au long du suivi de l'enfant.

Il est également attendu que l'orthophoniste informe son patient et ses parents du déroulement et des objectifs du projet, afin que les parents soient bien informés et puissent donner un consentement éclairé.

Lors de la validation de l'inscription, un mot de passe provisoire est envoyé par mail au parent. Ils ont également la possibilité de supprimer un patient si les parents de celui-ci le demandent.

Fiche patient

Lucie Durand -- Séance n°1

Courbe de suivi du score d'ES	Accéder au suivi ES
Courbe de suivi du %SB	Accéder au suivi %SB
Courbe de suivi du débit de parole (nb de syllabes/min)	Accéder au suivi du débit
Enregistrement	Faire un nouvel enregistrement

Etat civil

Identité du parent	Stéphanie Durand
Adresse	38000 Grenoble
Informations de contact	Tél. : 0606060606
	Mail : durands@mail.fr
Langue(s) parlée(s) à la maison	Langue 1 : français
	Langue 2 : AUCUNE
Informations sur l'enfant	Date de naissance : 22-05-2010
	Sexe : F

Suivi de l'enfant

Date de début de suivi	22-05-2015
Date de fin de suivi	TRAITEMENT EN COURS
Phase en cours	1
Date de début du trouble	06-04-2015
Score (échelle de sévérité) à la première séance	AUCUN SCORE
Trouble(s) associé(s)	non
Détail du/des trouble(s)	AUCUN
Origines génétiques	non
Provenance de l'origine génétique	AUCUN
Remarque	AUCUNE

fiche patient – vue orthophoniste traitant (données fictives)

L'orthophoniste qui participe au projet s'engage à suivre le protocole du Programme Lidcombe et également à enregistrer ses patients à 5 moments-clés du traitement : lors de la première séance, lors de la quatrième séance, lors de la huitième séance, lors du passage en phase 2 et à la fin de la prise en charge. Il pourra ajouter ses vidéos grâce à la page de dépôt des vidéos.

Enfin, l'orthophoniste doit indiquer, lors de chaque séance en cabinet, le score sur l'échelle de sévérité de son patient, et doit aussi spécifier, lorsque c'est le cas, le passage en phase 2 du traitement.

Évaluation de la Fluence

Tableau de bord Outils Contact Déconnexion Chercher un patient Rechercher

GETAP LIG

Suivi du score sur l'échelle de sévérité -- Lucie Durand

Entrez le score du jour

Date

Score du jour

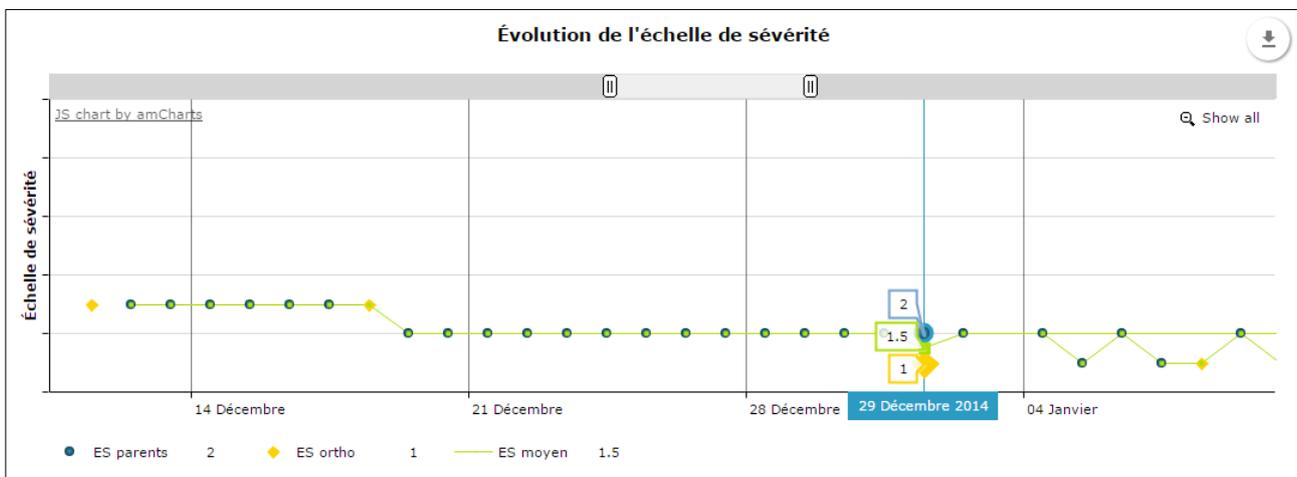
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Passage en phase 2

Aucune donnée à afficher.

page de suivi du score sur l'échelle de sévérité (première séance) – vue orthophoniste

Le graphique est également mis à jour automatiquement, et le score donné par l'orthophoniste est tracé d'une couleur différente de celui donné par les parents. S'ils diffèrent, la courbe du graphique indique la moyenne des deux scores, comme indiqué sur la capture d'écran suivante, où le score donné par l'orthophoniste est tracé en jaune, le score donné par les parents en bleu et la courbe en vert :



c. Contributions facultatives

L'orthophoniste peut filmer ses patients aussi souvent qu'il le souhaite, et ajouter ces vidéos. Il peut également visualiser les vidéos de tous ses patients.

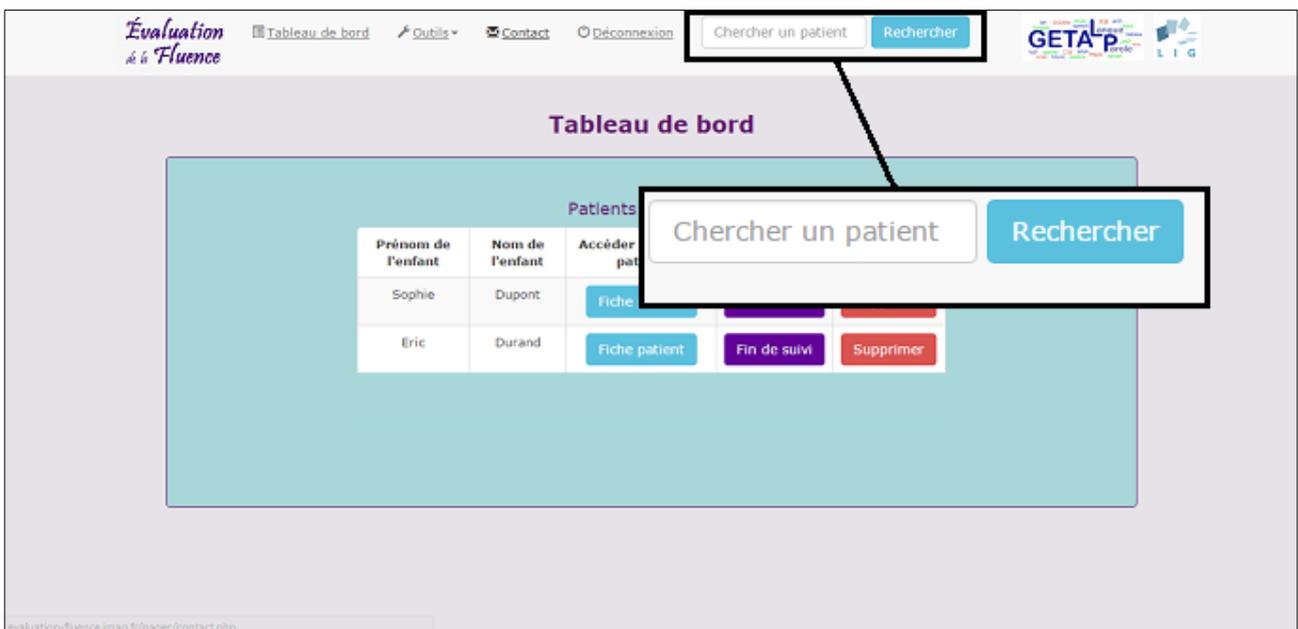
Il peut également utiliser les outils de comptage de syllabes bégayées et de transcription orthographique sur les vidéos de ses patients.

Une rubrique « Archives » lui permet de visualiser des informations concernant des patients dont le suivi est terminé.



page d'archives

L'orthophoniste a également accès à une barre de recherche, qui lui permet de rechercher ses patients grâce à leur nom ou prénom, qu'il soit complet ou non, afin de lui permettre de gagner du temps pour passer d'un patient à l'autre.



barre de recherche

d. Retours et suivis

Chaque orthophoniste peut suivre le score sur l'échelle de sévérité, le pourcentage de syllabes bégayées et le nombre de syllabes par minute pour chacun de ses patients.

3. Chercheurs

a. Tableau de bord

Identifiant de l'enfant	Sexe	Ville	Accéder à sa fiche patient
7	F	Grenoble	Fiche patient
9	M	Lalaville	Fiche patient

tableau de bord – vue chercheur

Les chercheurs ont accès aux dossiers de tous les patients du projet, mais de façon anonyme.

b. Démarches obligatoires

Avant de pouvoir utiliser le site, les chercheurs doivent demander la création d'un compte.

Une fois que la création de votre compte aura été validée par l'administrateur du site, vous recevrez un mail de confirmation et vous pourrez vous connecter au site.

Nom

Prénom

Laboratoire

Adresse mail

Mot de passe

Confirmez votre mot de passe

[Inscription](#)

page d'inscription des chercheurs

Une fois cette demande effectuée, elle est transmise aux administrateurs du site qui la valideront ou non. Que son compte soit validé ou non, le chercheur reçoit un mail qui l'informe de la décision qui

a été prise à son encontre.

Chaque chercheur peut créer les comptes des orthophonistes qu'il connaît et qui souhaitent participer au projet.

Créer un compte Orthophoniste

Nom

Prénom

Ville d'exercice

Code postal

Adresse mail

Statut de chercheur ? Oui Non

page de création d'un compte orthophoniste

Les chercheurs ont également accès à la page de téléchargement des fichiers générés par le site. Il leur est possible de télécharger le son qu'ils souhaitent ainsi que le fichier .csv ou .TextGrid qui correspond.

Une fois votre découverte du site terminée, merci de prendre quelques minutes pour nous donner votre avis sur le site !
[Accéder au questionnaire](#)

Fichiers TextGrid et CSV

Transcriptions
Aucune transcription n'a encore été effectuée.
[Retour au tableau de bord](#)

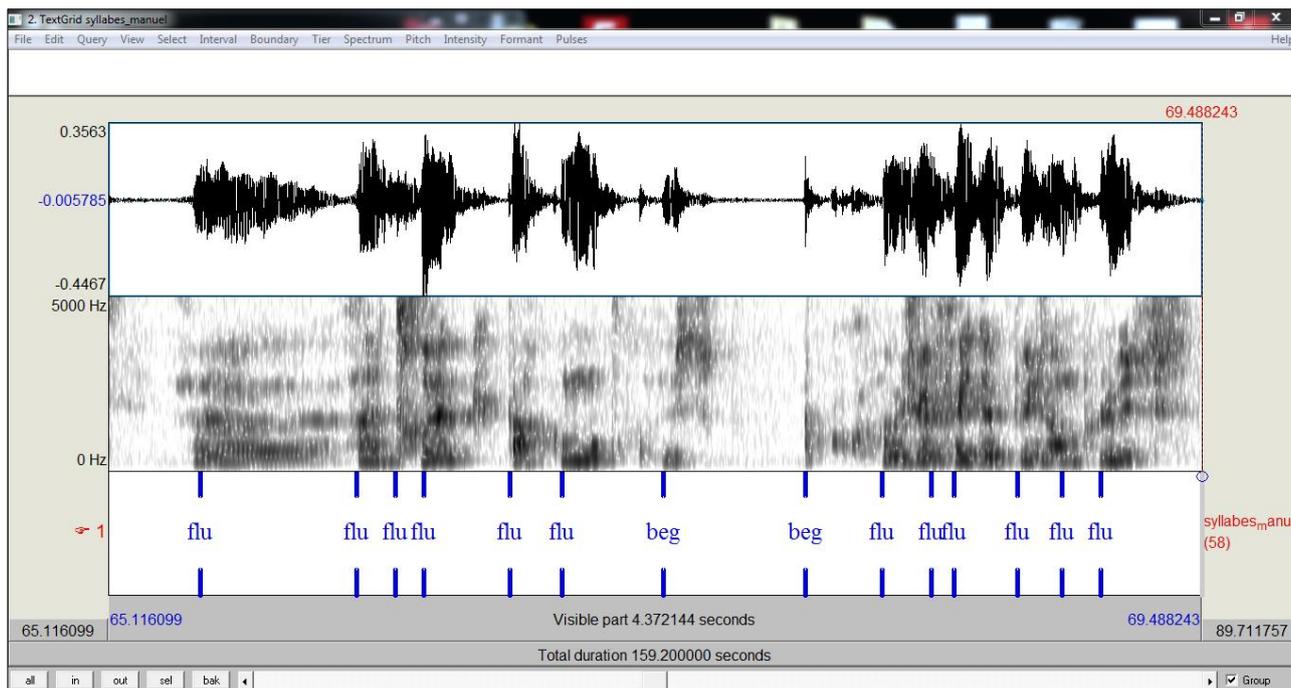
Syllabes fluentes / bégayées

Identifiant de l'enfant	Son correspondant	Télécharger le fichier Textgrid	Etiquetage réalisé par
22	../media/sons/parent_enfno11_110720151024.wav Télécharger le son .wav	adresse Télécharger le TextGrid	Chercheur n°1
10	../media/sons/parent_enfno10_110720150952.wav Télécharger le son .wav	../files/tgrid/al2_parent_enfno10_110720150952.TextGrid Télécharger le TextGrid	Chercheur n°2

page de téléchargement des fichiers générés

Ils peuvent visualiser l'alignement sous Praat ou ELAN, ou encore pourront demander l'alignement

automatique avec KALDI sur la plateforme kaldi-acquisition.



exemple de visualisation des fichiers générés sous Praat

Pour obtenir ce genre de fichiers, les chercheurs doivent effectuer le comptage de syllabes bégayées ou la transcription orthographique sur les vidéos du corpus. Les chercheurs peuvent visualiser toutes les vidéos déposées sur le serveur pour permettre les comptages du pourcentage de syllabes bégayées et les transcriptions. Les vidéos ne peuvent toutefois pas être téléchargées ; seuls les fichiers wav, TextGrid et csv sont téléchargeables.

c. Contributions facultatives

S'ils souhaitent avoir des informations sur les patients du projet, les chercheurs peuvent consulter les fiches patient avec les informations pertinentes mais anonymisées.

Évaluation de la Fluence

Tableau de bord Outils Contact Déconnexion Chercher un patient Rechercher

GETA P parole L I G

Fiche patient

Patient n°9 -- Séance n°1

Courbe de suivi du score d'ES	Accéder au suivi ES
Courbe de suivi du %SB	Accéder au suivi %SB
Courbe de suivi du débit de parole (nb de syllabes/min)	Accéder au suivi du débit

Etat civil

Adresse	10000 Lalaville
Langue(s) parlée(s) à la maison	Langue 1 : français
	Langue 2 : AUCUNE
Informations sur l'enfant	Date de naissance : 01-01-2000
	Sexe : M

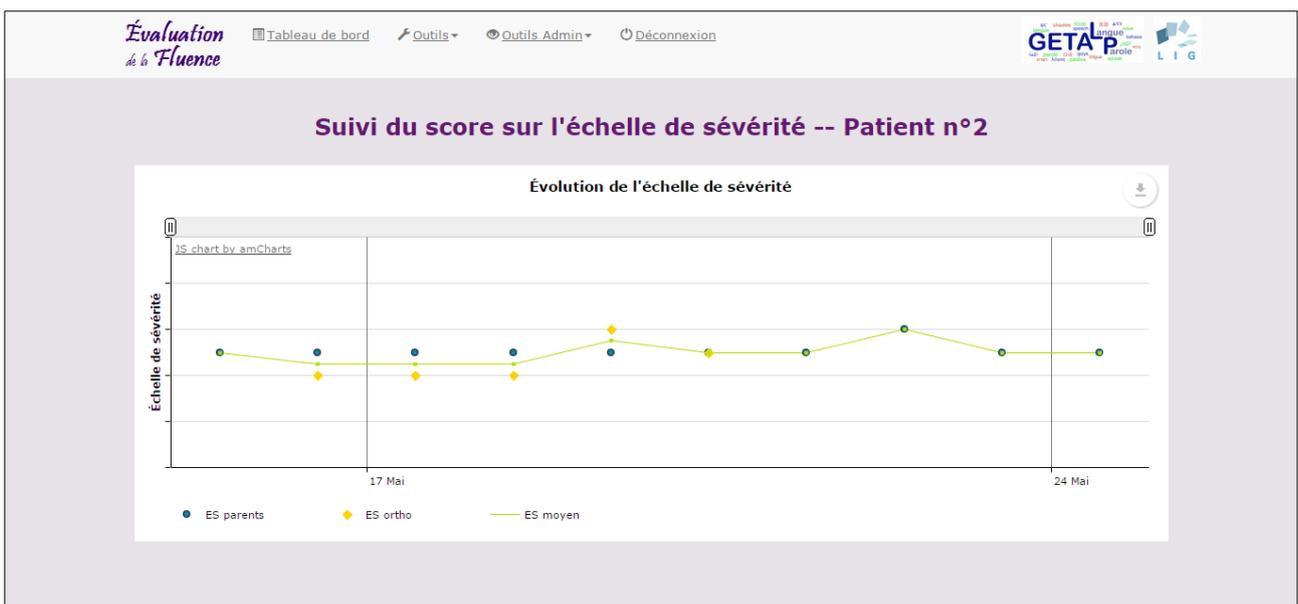
Suivi de l'enfant

Date de début de suivi	07-05-2015
Date de fin de suivi	TRAITEMENT EN COURS
Phase en cours	1
Date de début du trouble	05-03-2015
Score (échelle de sévérité) à la première séance	AUCUN SCORE
Trouble(s) associé(s)	non
Détail du/des trouble(s)	AUCUN
Origines génétiques	non
Provenance de l'origine génétique	AUCUN
Remarque	AUCUNE

fiche patient – vue anonyme (données fictives)

d. Suivis et retours

Les chercheurs peuvent suivre le score sur l'échelle de sévérité, le nombre de syllabes par minute et le pourcentage de syllabes bégayées de chaque patient de façon anonyme.



page de suivi du score sur l'échelle de sévérité – vue anonyme

Certains orthophonistes peuvent être intéressés par le statut de chercheur afin de pouvoir consulter les données des patients des autres orthophonistes. Dans ce cas, leur profil cumule les droits d'accès du statut d'orthophoniste et du statut de chercheur et leur implication dans le projet Évaluation de la Fluence est plus grande. Ce sera ainsi le statut de Marine VERDURAND-PENDELIAU et de Véronique AUMONT-BOUCAND qui sont impliquées dans cette recherche depuis longtemps.

4. Administrateurs

a. Tableau de bord

Le tableau de bord des administrateurs du site est identique au tableau de bord des chercheurs.

b. Démarches obligatoires

Les administrateurs du site sont les seuls à pouvoir valider les demandes de compte des chercheurs.

The screenshot shows the 'Validation des comptes chercheur' page. At the top, there is a navigation bar with 'Tableau de bord', 'Outils', 'Outils Admin', and 'Déconnexion'. The main content area is titled 'Validation des comptes chercheur' and contains two tables.

Comptes à valider

Nom du chercheur	Prénom du chercheur	Laboratoire	Adresse Mail	Validation ?
Chercheur	Chercheur	Labo	mail@mail.fr	Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/>

A 'Valider' button is located to the right of the table.

Comptes validés

Nom du chercheur	Prénom du chercheur	Laboratoire	Adresse Mail	Statut
Rossato	Solange	LIG	solange.rossato@imag.fr	Chercheur administrateur
Tissot-Dupont	Anais	LIG	anais.tissot-dupont@imag.fr	Chercheur administrateur
Chercheur1	ChercheurPré	Laboo	cherch@cherch.fr	Chercheur

page de validation des comptes chercheurs (données réelles et fictives)

Contrairement aux chercheurs, ils ont accès à toutes les données de façon nominative. En effet, les administrateurs verront apparaître un bandeau quand il se sera écoulé 6 mois depuis la fin du suivi d'un enfant. Ainsi, ils pourront accéder au numéro de téléphone ou à l'adresse mail des parents de l'enfant concerné afin de les recontacter pour leur rappeler d'enregistrer une vidéo de suivi.

Une fois que les parents d'un patient ont été recontactés, l'administrateur doit l'indiquer sur le site, et les données personnelles du patient et de ses parents seront anonymisées. Les données sont alors archivées et les comptes parents clôturés, après qu'ils aient donné leur accord et qu'ils aient déposé la vidéo de suivi des 6 mois après la fin du traitement.

page d'accès aux données personnelles (données fictives)

D. Documentation

La documentation produite et fournie en annexe inclut :

- un guide d'utilisation destiné aux parents¹⁸,
- un guide d'utilisation destiné aux orthophonistes,
- un guide d'utilisation destiné aux chercheurs.

Elle est téléchargeable sur le site via le menu « Outils ».

II. Tests utilisateurs

A. Premiers retours des orthophonistes de la maîtrise d'ouvrage

La première version du site n'était pas encore hébergée mais comportait la plupart des fonctionnalités principales, que Marine VERDURAND-PENDELIAU et Véronique AUMONT-BOUCAND, orthophonistes spécialistes du bégaiement et du Programme Lidcombe, ont pu tester afin d'orienter la suite du développement du site. Leurs remarques concernaient tout d'abord la visualisation du suivi du score sur l'échelle de sévérité : il fallait que le découpage par semaine apparaisse clairement et qu'il soit possible d'imprimer les graphiques. Ensuite, elles souhaitaient avoir à leur disposition une fiche patient contenant des champs précis (date de début du trouble,

¹⁸ Les trois types de documentation étant construits sur le même modèle, seule la documentation utilisateur destinée aux parents est fournie en annexe 5.

trouble associé, langue parlée par les parents, facteurs génétiques).

Ces premiers retours ont permis de pouvoir mettre en place des fonctionnalités nécessaires qui allaient permettre aux chercheurs d'avoir des métadonnées plus précises sur les sujets, tout en étant utiles aux orthophonistes.

B. Tests des outils (%SB et transcription)

Cette phase de test permet de manipuler les outils développés afin de les améliorer si nécessaire. Le but des tests effectués sur le compteur de syllabes bégayées a permis d'estimer, d'une part, la durée du décalage entre l'apparition de la disfluece et le moment où elle est annotée, et d'autre part, l'effet du ralentissement de la vidéo sur l'étiquetage de syllabes bégayées.

Une portion d'une vingtaine de secondes d'une vidéo a été annotée manuellement sous Praat. Cette annotation manuelle tiendra lieu de référence.

L'étiquetage de la même partie de la vidéo est ensuite réalisé par moi-même grâce au compteur de syllabes bégayées du site internet Évaluation de la Fluence à vitesse normale (100%), à 80% de la vitesse normale puis à 60%, à une reprise à chaque fois.

La comparaison des alignements obtenus a été effectuée manuellement et le rappel¹⁹, la précision²⁰ et la F-mesure²¹ ont ensuite été calculés.

Les écarts constatés entre les annotations de la référence et les annotations obtenues lors des trois tests ont été pondérés pour chaque vitesse d'annotation. Il faut cependant prendre en compte un fait important : lors de la réalisation de l'annotation manuelle de référence, chaque syllabe a été annotée au début de celle-ci. Or, il semble impossible de demander à un annotateur d'annoter une syllabe avant que celle-ci ait été prononcée. Il serait donc logique que nous observions un décalage d'au moins 180ms, qui représente la durée moyenne d'une syllabe en français, mais il sera forcément plus élevé et comprendra donc la durée de la syllabe et les temps de réaction de l'annotateur et du système.

Le tableau ci-dessous présente les écarts moyens obtenus en fonction de la vitesse d'annotation :

¹⁹ $R = \text{nombre d'annotations correctement trouvées} / \text{nombre d'annotations de la référence} \times 100$

²⁰ $P = \text{nombre d'annotations correctement trouvées} / \text{nombre d'annotations trouvées} \times 100$

²¹ $F\text{-mesure} = 2 \times R \times P / (P + R)$

Vitesse	100%	80%	60%
Écart moyen (s)	0.598	0.437	0.359

On observe une baisse de l'écart moyen corrélée avec le ralentissement de la vidéo. Si ces résultats se confirment, il faudrait donc prendre en compte la vitesse à laquelle a été réalisée l'annotation pour pouvoir effectuer de façon automatique un réalignement des annotations dans le fichier généré.

Le tableau ci-dessous rassemble les résultats des mesures de rappel, précision et F-mesure :

Vitesse	Total trouvés	Annotations incorrectes	Annotations en trop	Annotations manquantes	Rappel (%)	Précision (%)	F-mesure
100%	49	1	1	9	81.03	95.92	0.878
80%	54	3	4	4	81.03	87.04	0.839
60%	54	2	0	4	89.66	96.3	0.928
Réf.	58						

On observe un résultat plutôt logique en ce qui concerne l'annotation réalisée à 60% de la vitesse normale : c'est la phase de test qui obtient les meilleurs scores en matière de rappel et de précision. On observe également la précision est meilleure lorsque l'annotation est effectuée à vitesse normale en comparaison avec une vitesse à 80%. Ceci s'explique car il manque plus d'annotations à vitesse normale car le débit est plus élevé, mais cette annotation se révèle plus juste dans le cas présent.

Il serait donc judicieux de conseiller aux utilisateurs de l'outil de ralentir le débit suffisamment pour que le corpus collecté puisse être le plus correct possible avec une post-édition manuelle moindre.

L'outil de transcription orthographique a quant à lui été testé lors de son développement par Solange ROSSATO, ce qui a permis d'améliorer la maniabilité de cet outil. Le reste des tests sera effectué par les premiers utilisateurs.

C. Panel d'utilisateurs & questionnaire d'utilisation

Les premiers utilisateurs du site seront sollicités via un bandeau sur le site afin de répondre à un questionnaire de 9 questions dans lequel il leur est demandé ce qu'ils ont pensé du site, et où ils ont la possibilité de proposer les améliorations qu'ils jugent nécessaires.

Questionnaire d'expérience d'utilisation

1. Avec quel(s) profil(s) avez-vous visité le site ?

- Orthophoniste
- Orthophoniste chercheur
- Chercheur administrateur
- Chercheur
- Parent

2. Qu'avez-vous pensé de l'aspect visuel général du site ?

- Il m'a beaucoup plu
- Il m'a plutôt plu
- Il ne m'a ni plu ni déplu
- Il m'a plutôt déplu
- Il m'a beaucoup déplu

3. Quelles suggestions feriez-vous pour améliorer l'aspect visuel général du site ?

4. Lesquelles des pages suivantes avez-vous visité ?

- Modifier mon profil
 - Archives
 - Statistiques
- Modifier mon mot de passe
- Suivis (ES, SB, débit)
 - Contacter
 - Fiche patient
- Ajouter un patient
- Ajouter un score sur l'échelle de sévérité
 - Compteur de syllabes bégayées
 - Enregistrer un patient
 - Supprimer un patient
 - Ajouter un orthophoniste
- Valider les comptes chercheurs
 - Fiche patient
- Transcription orthographique
- Compteur de syllabes bégayées
- Ajouter un score sur l'échelle de sévérité
 - Enregistrer mon enfant
 - Transcription orthographique
 - Compteur de syllabes bégayées

5. Diriez-vous que, dans l'ensemble, vous avez trouvé les pages :

- très fonctionnelles
- plutôt fonctionnelles
- ni fonctionnelles ni complexes à utiliser
- plutôt complexes à utiliser
- très complexes à utiliser

6. Des pages vous ont-elles déplu ?

- Oui
- Non

7. Si oui, laquelle ou lesquelles, et pourquoi ?

8. Êtes-vous arrivé à vous repérer dans le site :

- très facilement
- plutôt facilement
- ni facilement ni difficilement
- plutôt difficilement
- très difficilement

9. Quelles suggestions feriez-vous pour améliorer le site, en général ?

Valider

questionnaire de recueil d'avis d'utilisateurs

Partie III

-

Outil pour la recherche

Le site web Évaluation de la Fluence sera un moyen de constituer, peu à peu, un corpus conséquent de parole en interaction d'enfants qui bégaiement. Si les bégayages sont les signes les plus saillants du bégaiement, ce trouble de la communication est fluctuant et plusieurs études s'intéressent à la parole fluente des personnes qui bégaiement et à la façon dont cette parole est articulée.

Ainsi, durant sa thèse, Marine VERDURAND-PENDELIAU, orthophoniste, s'est intéressée aux mécanismes de coarticulation dans un cadre expérimental bien contrôlé. Certaines analyses ont été automatisées pour les enregistrements annotés des adultes mais pas pour ceux des enfants.

Lors de mon stage, j'ai participé à l'élaboration d'un poster scientifique²² destiné à la 2^{ème} Conférence Internationale sur le Bégaiement, qui se tiendra à Rome au mois d'octobre, dont le sujet était l'étude de la coarticulation chez les enfants bègues et de la centralisation des voyelles chez les locuteurs Français et Italiens, bègues et fluents.

En effet, l'objectif est de voir dans quelle mesure ces analyses seraient transposables et utilisables sur de la parole d'enfants dans le cadre du projet Évaluation de la Fluence.

I. Étude de la coarticulation chez les adultes

Dans sa thèse intitulée « Parole disfluente : aspects phonétiques et phonologiques », Marine VERDURAND-PENDELIAU étudie la coarticulation chez les adultes qui bégaiement et leurs homologues fluents.

La coarticulation représente la transition entre un phonème et un autre. Elle est intéressante à étudier chez les bègues car, selon une hypothèse de Wingate de 1988 reprise en 2012, il existe un phénomène de « ligne de faille » lors de la transition d'un phonème à l'autre qui fragilise la stabilité de la parole et qui encourage l'apparition des disfluences. Une mesure de cette coarticulation effectuée est la pente de l'équation du locus (Lindblom, 1963), dont le calcul est détaillé dans la partie B-2.

Le corpus constitué dans le cadre de la thèse de Marine VERDURAND-PENDELIAU est composé de 81 sujets (42 Français et 39 Italiens). Seuls deux d'entre eux n'ont pas été gardés pour l'étude dans le groupe d'adultes français bègues en raison de pathologies associées au bégaiement.

Le tableau suivant décrit la répartition des sujets en fonction de leur langue, de leur groupe d'âge et de leur fluence, avec l'âge moyen du groupe entre parenthèses :

²² Annexe 6

Groupe	Adultes				Enfants			
	Fluents		Bègues		Fluents		Bègues	
Sexe	M	F	M	F	M	F	M	F
Français	8(33)	2(30)	9(30)	1(31)	5(8)	7(9)	7(8)	1(6)
Italiens	4(33)	6(46)	5(39)	6(28)	4(8)	6(9)	6(9)	2(10)

Table 1 : répartition des sujets selon leur âge, leur sexe, leur nationalité et leur niveau de fluence

Ils ont été enregistrés lors de la réalisation de plusieurs tâches expérimentales, et celle qui nous concerne dans le cadre de l'étude de la coarticulation est la répétition de syllabes consonne-voyelle CV, où C = /b, d, g/ et V = /a, i, u/ au sein de phrases porteuses « je dis CV, puis CV, puis CV » (en français).

Chez les adultes Français, la coarticulation est globalement moins marquée chez les bègues que chez les fluents, toutes consonnes confondues (Pendelieu, 2013).

Chez les adultes Italiens, les résultats sont identiques pour les consonnes bilabiale /b/ et alvéolaire /d/. Cependant, pour la consonne vélaire /g/, les personnes bègues coarticulent moins que les personnes fluentes.

Globalement, les Français ont une coarticulation moins élevée que les Italiens.

Toutefois, il a été observé que la variabilité inter-individuelle est élevée, pour tous les sujets, langues et niveaux de fluence confondus.

Une coarticulation moins marquée correspond à une influence moindre de la consonne sur la voyelle dans le cadre de la réalisation de la syllabe CV. Ainsi, les adultes qui bégaièrent réalisent les sons de façon moins profilée que les fluents. Ces derniers adaptent plus leur articulation en fonction des sons adjacents que ne le font les personnes qui bégaièrent.

Ces résultats peuvent être interprétés de deux façons radicalement opposées :

- soit ils signifient que les bègues ont des capacités d'adaptation plus limitées et donc plus de mal à planifier une trajectoire optimale sur l'ensemble de la structure CV,
- soit ils sont dus à une stratégie de compensation mise en place par les bègues afin d'éviter les disfluences, et cette moindre influence des segments adjacents les aiderait à maintenir une plus grande stabilité articulaire en mémorisant une cible articulaire moins soumise aux variations contextuelles.

De fait, il est intéressant d'étudier la coarticulation chez les enfants bègues et fluents, afin de

confirmer l'une ou l'autre hypothèse. En effet, si les résultats des enfants sont identiques à ceux des adultes, cela appuierait l'hypothèse d'un déficit moteur qui serait inhérent au bégaiement. Si les résultats des enfants sont différents, cela sous-entendrait plutôt qu'une coarticulation moindre est une stratégie apprise au fil du temps par les bégues comme une technique permettant de limiter l'apparition des disfluences.

L'aire du triangle vocalique (entre les voyelles cardinales /a, i, u/) est également intéressante à étudier chez les bégues enfants et adultes (Hirsch, 2007). Elle permet d'avoir une représentation de l'espace maximal de mobilité du conduit vocal. Ainsi, la mesure effectuée, l'aire du triangle vocalique AIU, permet de visualiser la répartition dans l'espace acoustique des voyelles produites et de comparer cette mesure entre les sujets fluents et les sujets qui bégaiant.

Dans ce cadre, la tâche qui nous intéresse est la répétition de voyelles isolées V, où V = /a, i, u/ au sein de phrases porteuses « V comme MOT » (en français) ou « V come MOT » (en italien), où MOT correspond à un mot dans lequel est incluse la voyelle en question.

Les syllabes CV répétées par les enfants ont également été exploitées pour étudier la coarticulation.

II. Extraction des mesures

A. Mesure des formants

Que ce soit pour mesurer la coarticulation ou l'aire du triangle acoustique, il est nécessaire de mesurer les valeurs des formants.

Un formant est une zone d'énergie du spectre sonore. Ils sont mesurés en Hertz (Hz) et sont numérotés des plus basses fréquences aux plus hautes.

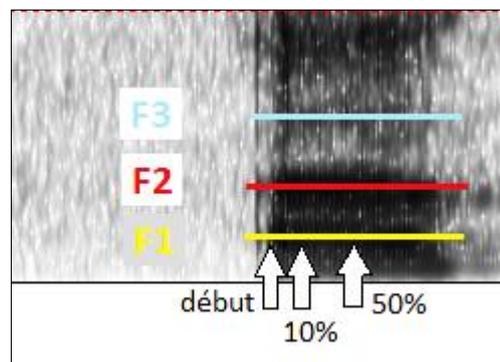


Figure 1 : spectrogramme de la voyelle française /a/

Le premier formant F1 correspond à l'ouverture de la bouche lorsque la voyelle est prononcée. Ainsi, plus la bouche est fermée, plus la valeur du formant est basse.

Le deuxième formant F2 correspond à l'avancée de la langue et à la forme des lèvres lorsque la voyelle est prononcée. Plus la langue est reculée dans la bouche et plus les lèvres sont protruses, plus la valeur du formant est basse.

Pour chaque syllabe ou voyelle isolée, les formants des voyelles ont été mesurés grâce à un script Praat²³ adaptés d'un script téléchargé en libre accès sur le site de l'Université d'Helsinki²⁴.

Chaque formant est mesuré au début de la voyelle, à 10% et à 50% de sa durée grâce à l'annotation manuelle effectuée par Marine VERDURAND-PENDELIAU. Pour optimiser la précision de la mesure du début de la voyelle, la valeur de chaque formant est prise au tout début de la voyelle, à 0.01 et à 0.02 secondes. Seule la valeur médiane est retenue : les valeurs maximales et minimales ne sont pas utilisées.

Les paramétrages de mesure de formants diffèrent selon la voyelle. En effet, les deux premiers formants de la voyelle /u/ sont très bas (chez les adultes, $F1 \approx 320\text{Hz}$ et $F2 \approx 800\text{Hz}$) et sont donc très difficiles à repérer avec les réglages utilisés pour les autres voyelles.

Les paramètres utilisés pour mesurer les formants des enfants ont été adaptés et diffèrent des paramètres utilisés pour la mesure des formants des adultes dans la thèse de Marine VERDURAND-PENDELIAU. En effet, la taille du conduit vocal est très différente entre enfant et adulte, et les valeurs des formants des enfants sont bien plus élevées.

Une transposition des valeurs a été effectuée grâce à un coefficient de 1.30, calculé à partir des valeurs observées par Ménard et al. (2007) lors de l'étude des formants des enfants. Le paramétrage utilisé pour le calcul des formants dépend donc de la voyelle et du sujet, et les valeurs utilisées sont présentées dans la table 2.

²³ Annexe 7

²⁴ <http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts>

Voyelles	Paramètres	Adultes		Enfants
		Femmes	Hommes	
/u/	Formant maximal (Hz)	3500	3000	4500
	Nombre de formants	4	4	4
	Interval temporel	0.01	0.01	0.01
	Longueur de la fenêtre (s)	0.025	0.025	0.025
	Préemphasis (dB)	50	50	50
/a, e, i, o/	Formant maximal (Hz)	5500	5000	7000
	Nombre de formants	5	5	5
	Interval temporel	0.01	0.01	0.01
	Longueur de la fenêtre (s)	0.025	0.025	0.025
	Préemphasis (dB)	50	50	50

Table 2 : réglages de mesure des formants selon l'âge, le sexe et la voyelle

Une fois que toutes les valeurs ont été mesurées grâce au script, un intervalle de valeurs [- 40% ; + 40%] a été défini pour chaque formant de chaque voyelle, et toutes les valeurs hors de l'intervalle ont été vérifiées et corrigées, si nécessaire, soit entre 25 et 30% des valeurs selon la voyelle, en adaptant manuellement le paramétrage et avec une validation experte.

B. Calcul de l'équation du locus k

Une fois les valeurs des formants vérifiées et corrigées, les mesures des F2 au début de la voyelle à 50% ont été utilisées pour mesurer la coarticulation grâce à un script Matlab²⁵ développé par Lionel GRANJON pour la thèse de Marine VERDURAND-PENDELIAU.

L'équation du locus représente la régression linéaire dérivée de la relation entre le F2 en début de voyelle (donc en fin de consonne) et le F2 stable (à 50%). Sa formule est la suivante :

$$F2_{Cons} = k * F2_{Voy} + b$$

où b correspond à l'ordonnée à l'origine de la droite d'équation.

Un locus égal à 0 correspond à une coarticulation minimale, alors qu'un locus égal à 1 correspond à une coarticulation maximale.

On obtient ainsi un locus moyen par consonne et par locuteur. La figure 2 présente les droites d'équations du locus pour le sujet EBF2. La pente dépend de la consonne /b/, /d/ ou /g/.

²⁵ Annexe 8

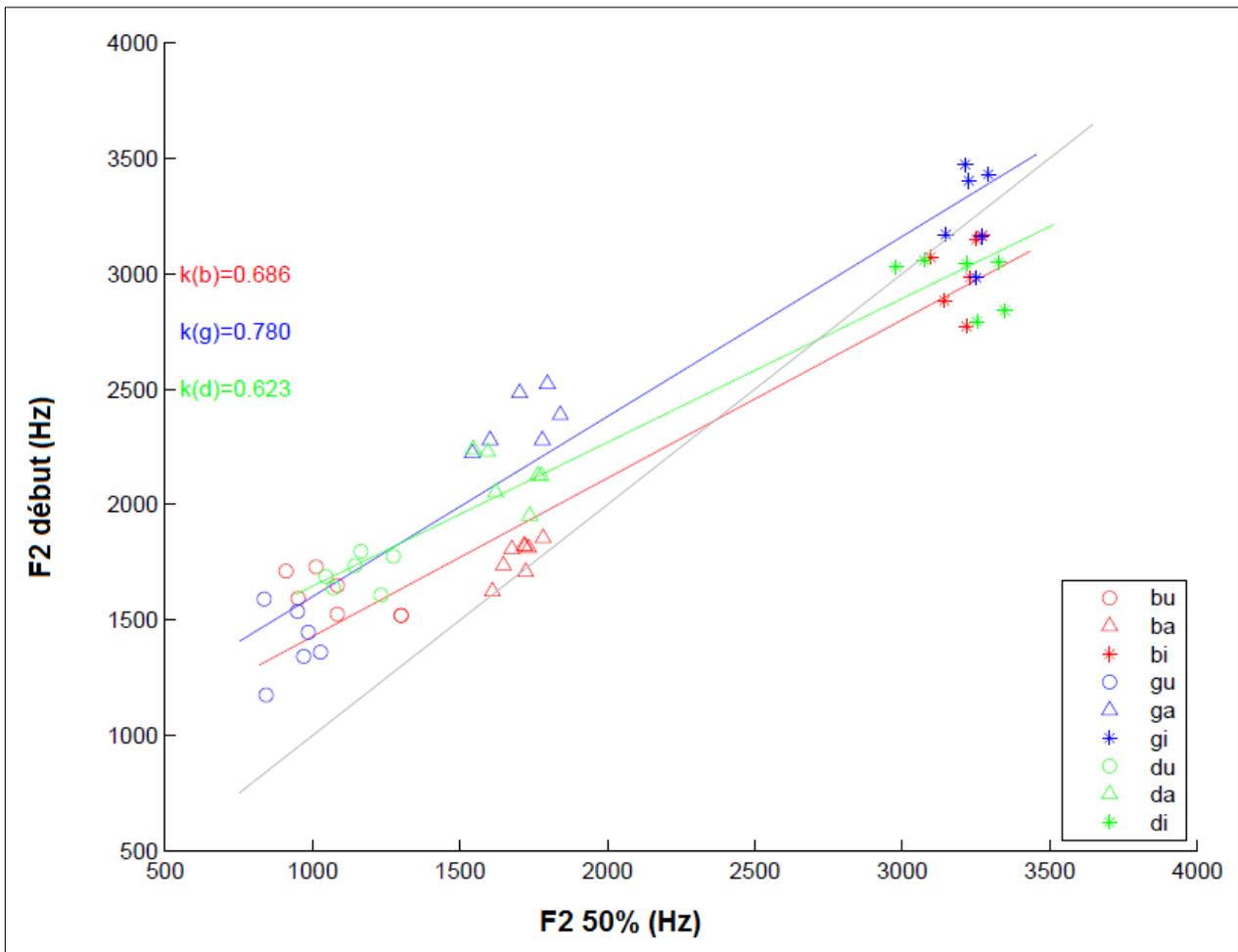


Figure 2 : Droites des équations du locus pour le sujet EBF2

La droite grise représente une coarticulation maximale, soit avec une pente k égale à 1.

C. Calcul de l'aire des triangles vocaliques

Pour calculer l'aire des triangles vocaliques pour chaque locuteur, les valeurs utilisées sont les F1 et F2 à 50% pour chaque voyelle isolée /a, i, u/.

Pour chaque voyelle, on calcule le F1 moyen à 50% et le F2 moyen à 50%. Ainsi, on obtient les abscisses et ordonnées de chaque point du triangle vocalique.

On utilise ensuite la formule suivante pour calculer la longueur de chaque côté du triangle :

$$V_{ai} = \sqrt{(F1_a - F1_i)^2 + (F2_a - F2_i)^2}$$

puis la formule de Héron²⁶ pour calculer l'aire du triangle (Hz²) :

$$A = \sqrt{S \times (S - V_{ai}) \times (S - V_{iu}) \times (S - V_{au})}$$

²⁶ <http://calculis.net/heron>

où

$$S = \frac{Per}{2} = \frac{V_{af} + V_{fu} + V_{au}}{2}$$

III. Conclusion de l'étude et comparaison avec les résultats des adultes

A. Coarticulation

Le tableau suivant récapitule les valeurs du locus moyen pour chaque groupe de locuteurs enfants :

Groupe	Bègues			Fluents		
	/b/	/d/	/g/	/b/	/d/	/g/
Italiens	0.581	0.621	0.939	0.51	0.523	0.832
Français	0.876	0.725	0.897	0.836	0.402	0.905

Table 3 : locus k moyen pour chaque groupe de locuteurs enfants

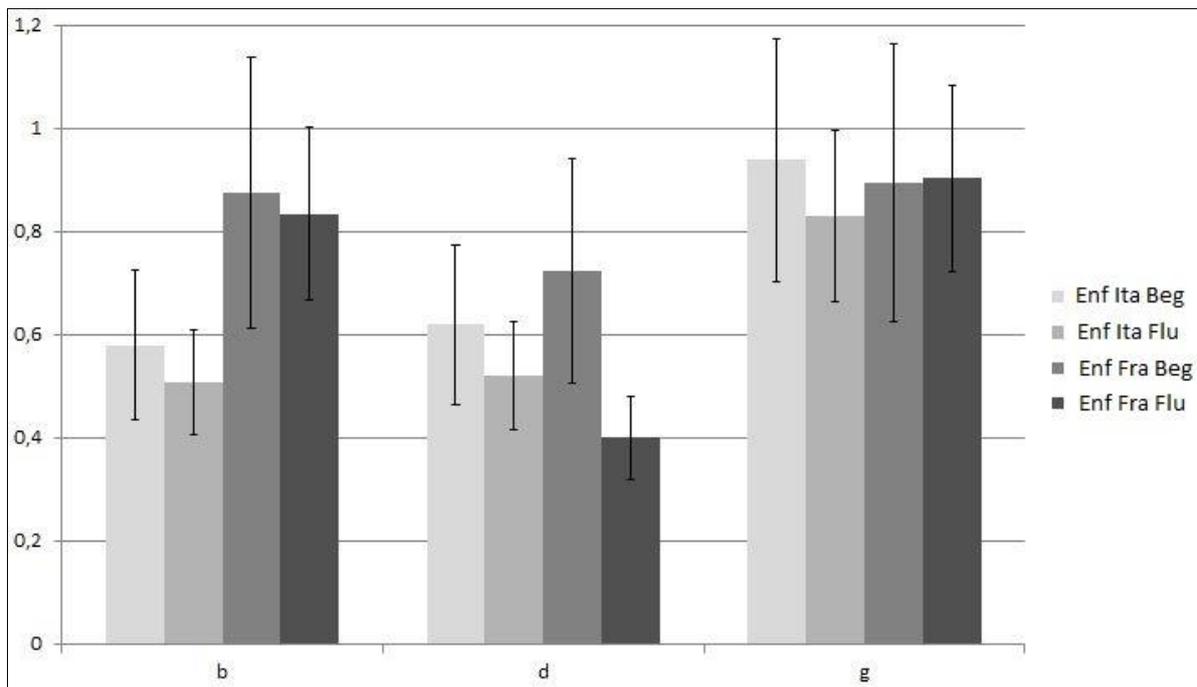


Figure 3 : répartition des locus k moyen par consonne et groupe de sujets

Une analyse de la variance (ANOVA) a été effectuée sur tous les résultats, grâce au site

BiostaTGV²⁷, en fonction du lieu d'articulation, de la langue parlée et du groupe de fluence.

Le tableau suivant regroupe les valeurs du locus moyen pour chaque groupe de locuteurs enfants et adultes :

Âge	Enfants						Adultes					
	Bègues			Fluents			Bègues			Fluents		
Consonne	/b/	/d/	/g/	/b/	/d/	/g/	/b/	/d/	/g/	/b/	/d/	/g/
Français	0.581	0.621	0.939	0.51	0.523	0.832	0.75	0.46	0.83	0.85	0.53	0.90
Italiens	0.876	0.725	0.897	0.836	0.402	0.905	0.88	0.59	0.87	0.87	0.61	0.95

Table 4 : locus k moyen selon la langue, l'âge et le niveau de fluence

Conformément à ce qui a été observé chez les adultes, le lieu d'articulation a une influence très significative ($F(2,33) = 27,71$; $p < 0.01$). Il en est de même pour la langue qui a une influence significative, mais dans le sens contraire que chez les adultes. En effet, les enfants Italiens coarticulent globalement moins que les enfants fluents ($F(1,40) = 5.22$; $p < 0.05$).

Contrairement à ce qui était observé chez les adultes, les enfants bègues ont tendance à coarticuler plus que leurs homologues fluents de façon significative ($F(1,33) = 4,71$; $p < 0.05$). Cela confirme donc l'hypothèse que diminuer la coarticulation correspond à une stratégie mise en place au fil des années et non à une limitation des capacités motrices chez les bègues.

B. Espace de réalisation des voyelles

La figure 4 regroupe les valeurs des aires des triangles vocaliques (Hz) pour chaque groupe d'enfants.

²⁷ Interface graphique permettant d'interroger le logiciel de statistiques R installé sur un serveur, accessible à <http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/?module=tests/anova>

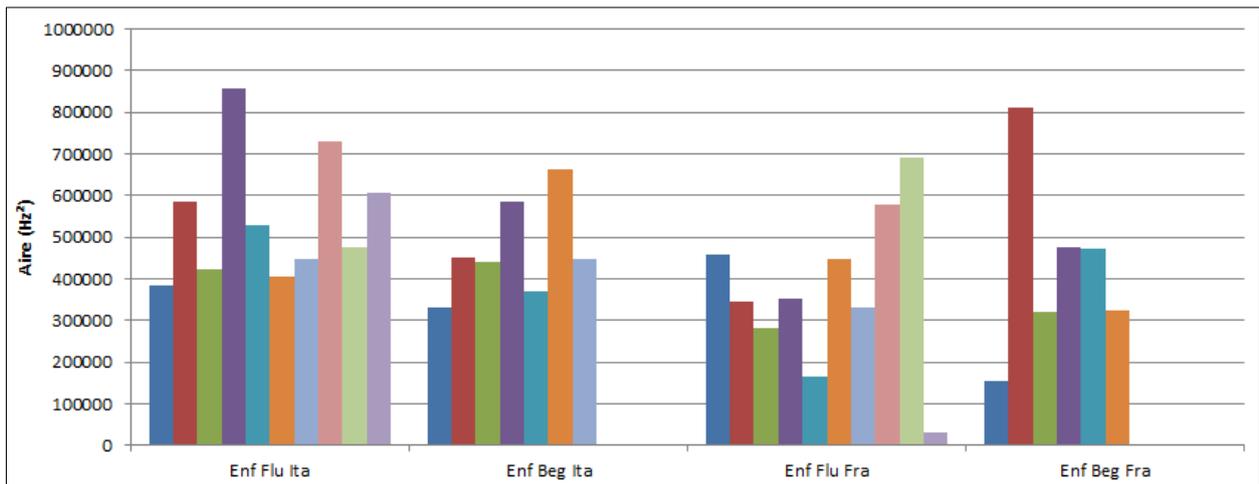


Figure 4 : aires des triangles vocaliques des enfants selon la langue et le niveau de fluence

Visuellement, les aires des triangles vocaliques des enfants français semblent globalement plus petites, ce qui est confirmé par une analyse de la variance ($F(1,17) = 7.85 ; p < 0.01$).

Lorsque l'on calcule les moyennes par groupe et que l'on trace les triangles vocaliques dans un espace gradué, on obtient la figure suivante :

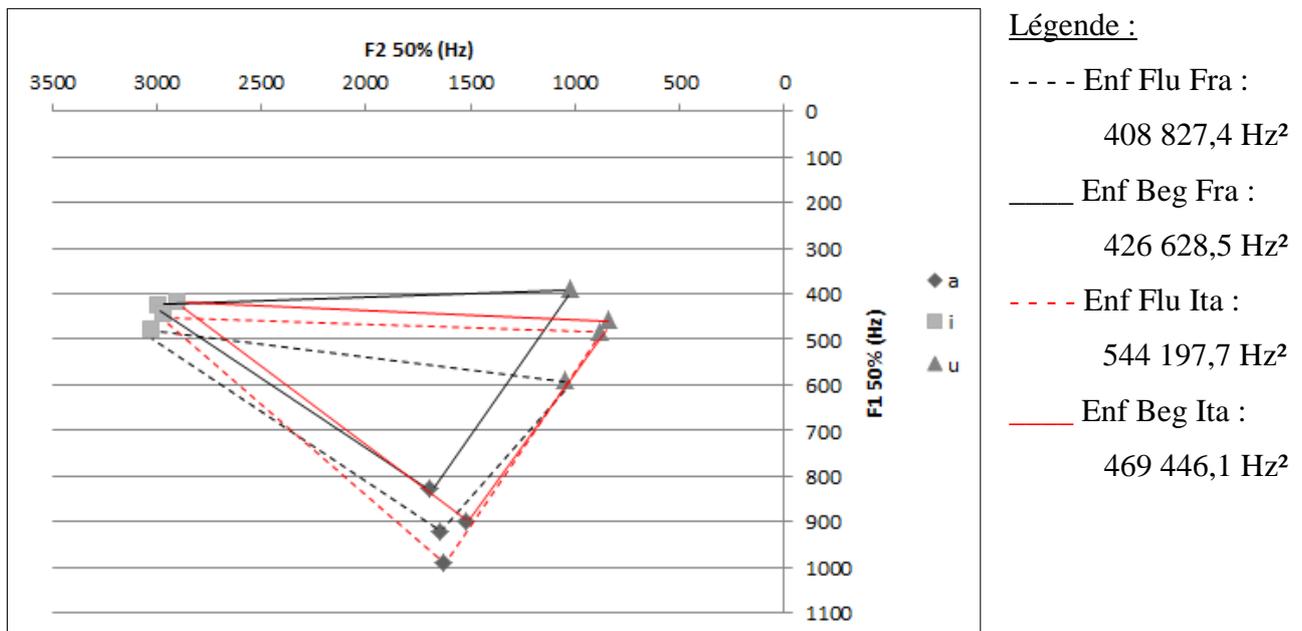


Figure 5 : dessin des triangles vocaliques des enfants selon leur niveau de fluence et leur langue

En ce qui concerne les adultes, on observe le même phénomène sur la figure suivante, également statistiquement significatif ($F(1,20) = 14.28 ; p < 0.01$) :

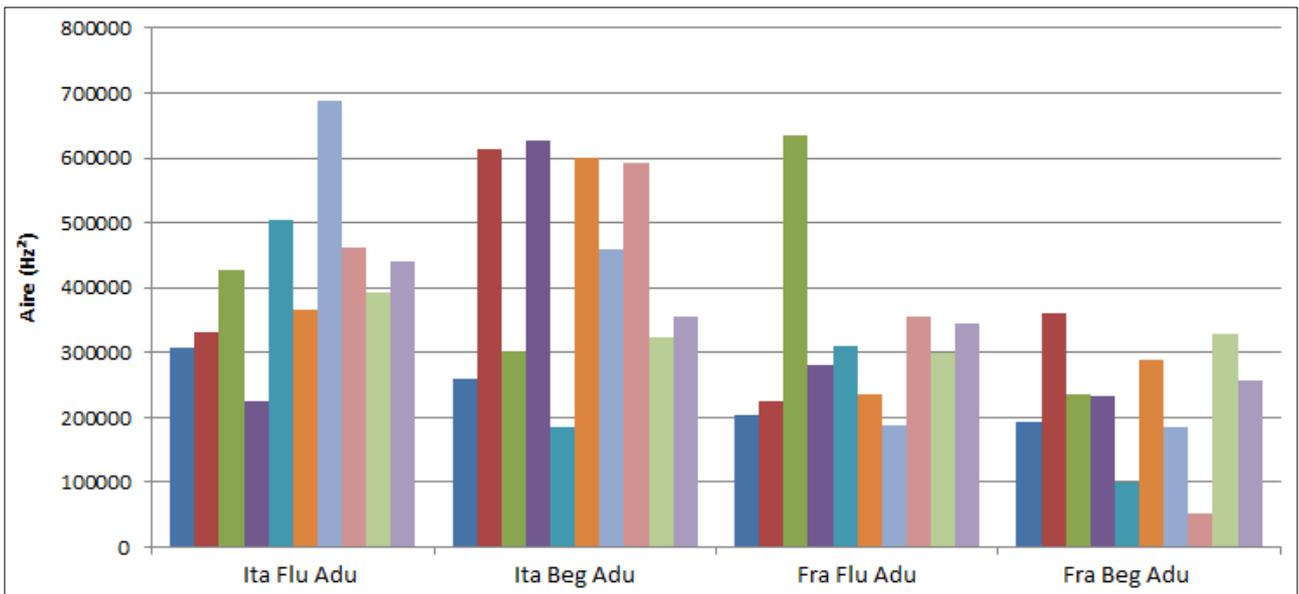


Figure 6 : aires des triangles vocaliques des adultes selon la langue et le niveau de fluence

On observe toutefois que le phénomène est plus marqué chez les adultes que chez les enfants :

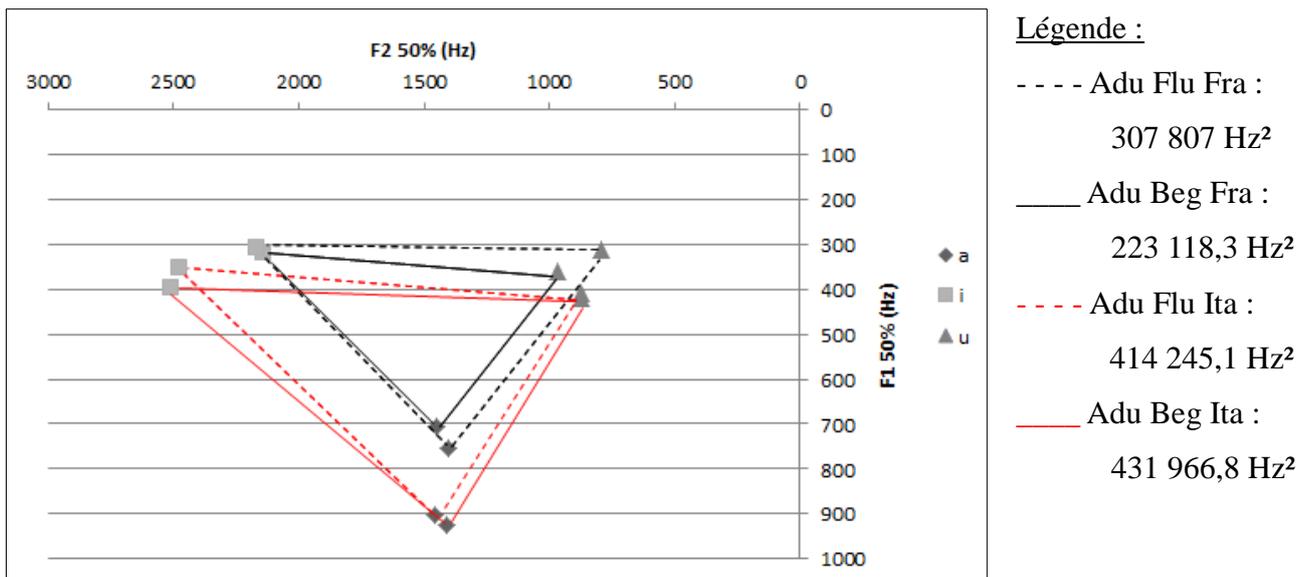


Figure 7 : dessin des triangles vocaliques des adultes selon le niveau de fluence et la langue

On observe que, d'un point de vue global, l'aire des triangles vocaliques des Italiens est significativement plus grande que celle des Français ($F(1,37) = 20.4 ; p < 0.01$).

Conclusion et perspectives

Le site Évaluation de la Fluence est actuellement opérationnel. Les premiers patients devraient être inscrits par l'orthophoniste principale du projet, Marine VERDURAND-PENDELIAU, dans les semaines voire les mois à venir ; il n'est donc pas possible pour l'instant d'avoir des retours d'usage.

A long terme, les données recueillies par le site Évaluation de la Fluence sont nécessaires pour avoir une vue d'ensemble des mesures de fluence, et de confirmer ou d'infirmer les résultats trouvés grâce aux données du corpus de Marine VERDURAND-PENDELIAU. Cependant, ces données sont des productions spontanées et non pas produites dans un cadre très structuré comme c'était le cas dans la thèse de Marine VERDURAND-PENDELIAU. Il faudra donc voir s'il sera possible de les exploiter avec le même genre de calculs ou s'il faudra adapter ces calculs aux données.

Les résultats obtenus lors de l'étude de la coarticulation chez les enfants peuvent ne pas être fiables à cause du faible échantillon sur lequel elle a été effectuée. Toutefois, ces résultats semblent s'orienter vers une piste intéressante qui pourrait confirmer l'hypothèse d'une stratégie de compensation mise en place au fil des années par les personnes qui bégaient.

D'autre part, les données du corpus de Marine VERDURAND-PENDELIAU ont été enregistrées dans un environnement optimal avec un matériel adapté à l'enregistrement de corpus, contrairement aux conditions que pourraient avoir les utilisateurs du site. On pourrait donc avoir des enregistrements bruités, dont certains pourraient ne pas être exploitables.

Certaines améliorations pourraient être apportées au site. En effet, il devait être possible pour les utilisateurs du site d'enregistrer leur enfant ou leurs patients directement depuis le site. Or, il n'a pas été possible, pour des raisons techniques explicitées dans la partie II-B-2-b, de mettre en place ce type de procédure. Il faudrait donc, si les membres de la maîtrise d'ouvrage le souhaitent et avec l'appui d'une personne compétente, intégrer, par exemple, le logiciel Red5 au site afin de permettre la captation directe.

D'autre part, en ayant disposé de plus de temps, des tests approfondis auraient pu être menés sur l'utilisabilité de l'outil de transcription orthographique. Ceux-ci auraient permis d'estimer l'accord

inter-annotateurs et, éventuellement, selon les résultats, de proposer une norme de transcription. Enfin, l'outil d'alignement KALDI est actuellement paramétré pour être utilisé avec des productions orales préparées d'adultes fluents. Une phase majeure d'adaptation est donc nécessaire avant qu'il ne puisse être utilisé avec les productions spontanées d'enfants bègues qui seront recueillies grâce au site.

En conclusion, ce stage m'a permis d'une part d'approfondir certaines connaissances techniques dont je disposais déjà, ce qui m'a apporté une aisance certaine, qui représente un gain de temps non négligeable lors du développement d'une application. J'ai également pu me forger de nouvelles connaissances grâce à, par exemple, l'utilisation (certes laborieuse au début) du système d'exploitation Linux et en particulier de la gestion de base de données en lignes de commande. D'autre part, ce stage professionnel dans un laboratoire m'a réellement permis de découvrir la recherche, milieu que je ne connaissais pas. Plus que de la découverte, j'y ai été plongée en ayant eu l'opportunité de participer activement à la réalisation d'un poster scientifique. J'ai pu observer la rigueur, l'esprit critique et la pondération dont doit faire preuve un chercheur lorsqu'il doit confronter des hypothèses émises par d'autres chercheurs pour émettre ses propres hypothèses.

Table des matières

Remerciements	2
Sommaire	3
Introduction	6
Partie I : Présentation du laboratoire	14
Partie II : Le site Évaluation de la Fluence	16
I. Conception du site	17
A. Cahier des charges.....	17
1. Objectifs et contraintes de réalisation	17
2. Attentes des chercheurs.....	18
3. Attentes des orthophonistes	19
4. Utilisabilité de l'outil par les parents.....	19
B. Développement du site et de la base de données	20
1. Description technique	20
a. Langages utilisés	20
b. Conception de la base de données.....	20
c. Modules externes.....	21
2. Fonctionnalités spécifiques au TAL développées pour le site	21
a. Compteur de syllabes bégayées.....	21
b. Module de transcription orthographique	23
C. Statut des participants et fonctionnalités accessibles	24
1. Parents.....	27
a. Tableau de bord	27
b. Données personnelles	27
c. Évaluation quotidienne via l'échelle de sévérité.....	30

d.	Contributions facultatives.....	32
e.	Retours et suivis	36
2.	Orthophonistes	38
a.	Tableau de bord	38
b.	Suivi nominatif des patients	38
c.	Contributions facultatives.....	41
d.	Retours et suivis	42
3.	Chercheurs	43
a.	Tableau de bord	43
b.	Démarches obligatoires	43
c.	Contributions facultatives.....	45
d.	Suivis et retours	46
4.	Administrateurs	47
a.	Tableau de bord	47
b.	Démarches obligatoires	47
D.	Documentation	48
II.	Tests utilisateurs	48
A.	Premiers retours des orthophonistes de la maîtrise d'ouvrage.....	48
B.	Tests des outils (%SB et transcription)	49
C.	Panel d'utilisateurs & questionnaire d'utilisation.....	50
Partie III :	Outil pour la recherche	52
I.	Étude de la coarticulation chez les adultes.....	53
II.	Extraction des mesures.....	55
A.	Mesure des formants	55
B.	Calcul de l'équation du locus k.....	57
C.	Calcul de l'aire des triangles vocaliques.....	58
III.	Conclusion de l'étude et comparaison avec les résultats des adultes.....	59
A.	Coarticulation.....	59

B. Espace de réalisation des voyelles	60
Conclusion et perspectives	63
Table des matières	65
Bibliographie	68
Sitographie	70
Table des annexes	72
Mots-clés	99
Résumé	99
Keywords	100
Abstract.....	100

Bibliographie

- Alm P.A. (2004) « Stuttering and the basal ganglia circuits : a critical possible relations », *Journal of Communication Disorders*, 37(4), pp. 325-369.
- Aumont-Boucand V. (2013) « Les traitements du bégaiement, approches plurielles. Quelles options de traitement et pour quels patients ? », *Rééducation orthophonique*, 256, pp. 3-7.
- Bouabana S, Maeda S. (1994) « Modélisation des mouvements articulatoires par la méthode de la LPC multi-impulsionnelle », *Journal de Physique IV*, 04 (C5), pp. 449-452.
- Gregory H. (1993) « A clinician's perspective : Comments on identification of stuttering, prevention, and early intervention », *Journal of Fluency Disorders*, 18, pp. 389-402.
- Heeman P.A, McMillin A, Yaruss J.S. (2011) « Computer-assisted disfluency counts for stuttered speech », *INTERSPEECH 2011*.
- Hirsch F, Monfrais-Pfauwadel M.-C, Sock R, Vaxelaire B. (2008) « Etude de la structure formantique des voyelles dans la parole bègue en vitesses d'élocution normale et rapide », *Congrès de la Société Française de Phoniatrie*.
- Hirsch F. (2007) « Stuttering: perturbation of speech timing and spectral consequences ». Thèse de doctorat d'université. Strasbourg 2, 282 p.
- Kang C, Riazuddin S, Mundorff J, Krasnewich D, Friedman P, Mullikin J.C, Drayna D. (2010) « Mutations in the lysosomal enzyme – Targeting pathway and persistent stuttering », *The New England Journal of Medicine*, 362, pp. 677-685.
- Kell C.A, Neumann K, von Kriegstein K, Posenenske C, von Gudenberg A.W, Euler H, Giraud A.-L. (2009) « How the brain repairs stuttering », *Brain : A Journal of Neurology*, 132(10), pp. 2747-2760.
- Lindblom B. (1963) « On vowel reduction », Report #29, The Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, Stockholm, Sweden.

- Max L, Fuenther F.H, Gracco V.L, Ghosh S.S, Wallace M.E. (2004) « Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-biased motor control as sources of dysfluency: A theoretical model of stuttering », *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 31, pp. 105-122.
- Ménard L, Schwartz J.-L, Boë L.-J, Aubin J. (2007) « Production-perception relationships during vocal tract growth for French vowels: analysis of real data and simulations with an articulatory model », *Journal of Phonetics*, 35(1), pp. 1-19.
- O'Brian S, Packman A, Onslow M, O'Brian N. (2004) « Measurements of stuttering in adults : Comparison of stuttering-rate and severity-scaling methods », *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47, pp. 1081-1087.
- Pendelieu-Verdurand M. (2014) « Parole disfluente: aspects phonétiques et phonologiques », Thèse de doctorat d'université. Grenoble: Université de Grenoble, 293 p.
- Riaz N, Steinberg S, Ahmad J, Pluzhnikov A, Riazuddin S, Cox N.J, Drayna D. (2005) « Genomewide significant linkage to stuttering on chromosome 12 », *American Journal of Human Genetics*, 76(4), pp. 647-651.
- Sheehan J.G. (1953), « Theory and treatment of stuttering as an approach-avoidance conflict », *The Journal of Psychology : Interdisciplinary and Applied*, 36(1), pp. 27-49.
- Shenker R.C. (2013), « Le programme Lidcombe pour les enfants d'âge préscolaire qui bégaièrent : une vue d'ensemble », *Rééducation orthophonique*, 256, pp. 21-39.
- Sommer M, Koch M.A, Paulus W, Weiller C, Büchel C. (2002) « Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering », *The Lancet*, 360(9330), pp. 380-383.
- Verdurand M, Rossato S, Granjon L, Balbo D, Zmarich C. (2013) « Study of coarticulation and F2 transitions in French and Italian adult stutterers », *INTERSPEECH 2013*, pp. 169-186.
- Wingate M.E. (2012) « The Structure of Stuttering: A Psycholinguistic Analysis », London, UK: *Springer Science & Business Media*, 316 p.
- Yaruss J.S. (1997) « Clinical Measurement of Stuttering Behaviors », *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 24, pp. 33-44.

Sitographie

amCharts – JavaScript charts and maps [En ligne], mis à jour en 2015 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.amcharts.com/>

Analyse de variance – BiostaTGV – Statistiques en ligne [En ligne], mis à jour en 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/?module=tests/anova>

Association Parole-Bégaiement [En ligne], mis à jour le 24 juillet 2015 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.begaiement.org>

Bégaiement et Orthophonie [En ligne], mis à jour en 2014 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://begaiement-orthophonie.fr/>

Bootstrap, the world's most popular mobile-first and responsive front-end framework [En ligne], mis à jour en 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://getbootstrap.com/>

British Stammering Association [En ligne], mis à jour en 2014 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.stammering.org/>

Calculis, formule de Héron [En ligne], mis à jour en 2015 [consulté pour la dernière fois le 28 août 2015]. Disponible à <http://calculis.net/heron>

Calculating data from labeled TextGrid and sounds [En ligne], mis à jour le 20 janvier 2011 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/public/collect_formant_data_from_files.praat

DatePicker – jQueryUI [En ligne], mis à jour en 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015] Disponible à <https://jqueryui.com/datepicker/>

ELAN – The Language Archive [En ligne]. [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>

KALDI [En ligne], mis à jour le 26 juillet 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://kaldi.sourceforge.net/>

Laboratoire d'Informatique de Grenoble [En ligne], mis à jour le 02 juillet 2015 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.liglab.fr/>

libav [En ligne], site du projet avconv, mis à jour le 08 mars 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <https://libav.org>

Parole de bègue, un blog sur le bégaiement [En ligne], publié le 13 septembre 2005, mis à jour le 24 juillet 2012 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://paroledebegue.free.fr>

PHPMailer – the classic email sending library for PHP in Github [En ligne], mis à jour le 16 juillet 2015 [consulté pour la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <https://github.com/PHPMailer/PHPMailer>

Praat [En ligne], [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>

Profil de Mark Onslow in Site internet de l'Université de Sydney [En ligne], mis à jour le 21 juillet 2014 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à http://sydney.edu.au/health-sciences/asrc/about_us/director.shtml

The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention – Treatment Guide in Site internet de l'Université de Sydney [En ligne], mis à jour en février 2011 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à http://sydney.edu.au/health-sciences/asrc/docs/lp_treatment_guide_2011.pdf

SpeCT - The Speech Corpus Toolkit for Praat in Site internet de l'Université d'Helsinki [En ligne], mis à jour en 2011 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts>

WiWiKi, le WiKi du bégaiement [En ligne], mis à jour le 19 octobre 2011 [consulté la dernière fois le 02 août 2015]. Disponible à <http://wiwiki.free.fr/wiki/index.php?title=Accueil>

W3C – DOM [En ligne], mis à jour le 19 janvier 2015 [consulté la dernière fois le 20 août 2015]. Disponible à <http://www.w3.org/DOM/>

Table des annexes

Annexe 1 : brochure de la CNIL sur la collecte de données personnelles	75
Annexe 2 : code JavaScript du compteur de syllabes bégayées	77
Annexe 3 : code JavaScript du module de transcription orthographique	79
Annexe 4 : exemple de fichier CSV généré par le site	87
Annexe 5 : documentation utilisateur destinée aux parents	88
Annexe 6 : poster « Coarticulation and vowel centralization in French and Italian stuttering adults and children »	94
Annexe 7 : script Praat	95
Annexe 8 : script Matlab	98

DONNEES

ARTICLE 1. Sources :

- Loi du 6 janvier 1978 dite Loi Informatique et Libertés (LI) modifiée par la loi du 6 août 2004 dite loi DAVDSI qui transpose la directive 95/46/CE sur la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation des données
- Directive du 12 juillet 2002 sur la protection de la vie privée dans le secteur des communications électroniques (2002/58)

ARTICLE 2. Types et Définitions :

- Données protégées par le droit d'auteur
Par exemple, dans le cas d'un recueil de textes ou d'images.
- Donnée à caractère personnel :
Art. 2 LI : « toute information relative à une personne physique identifiée ou qui peut être identifiée directement ou indirectement ou par référence à un numéro d'identification ou à plusieurs éléments qui lui sont propres. Pour déterminer si une personne est identifiable, il convient de considérer l'ensemble des moyens en vue de permettre son identification dont dispose ou auxquels peuvent avoir accès le responsable du traitement ou toute autre personne »
- Données sensibles :
Appartenance ethnique ou raciale, opinions politiques, religieuses ou philosophiques, appartenance ou non à un syndicat, données concernant la vie sexuelle ou l'état de santé des personnes concernées par le traitement des données.

ARTICLE 3. Actions à mener avant tout traitement :

- Données protégées par le droit d'auteur
- Demande d'autorisation écrite à l'auteur
- Donnée à caractère personnel
- Mécanisme de déclaration simplifiée auprès de la CNIL et demande d'autorisation écrite aux personnes concernées par les données
- Données sensibles :
Par principe, la collecte de ces données est interdite. Il faut donc faire une déclaration préalable à la CNIL, attendre son autorisation avant de procéder à la collecte et demander l'autorisation écrite aux personnes concernées par les données.
<http://www.cnil.fr/vos-obligations/declarer-a-la-cnil>

ARTICLE 4. Obligations du responsable du traitement :

- Loyauté et licéité de la collecte (consentement, information et respect de la vie privée des personnes concernées par le traitement, intérêt légitime à effectuer le traitement)
- Respect du principe de proportionnalité dans la collecte et le traitement (données pertinentes, adéquates et non excessives au regard de la finalité du traitement)
- Exactitude et mise à jour des données

E.Buisson, M.Crastes, Service du Partenariat et de la Valorisation, CNRS Alpes, Avril 2015.

- Durée de conservation proportionnée à la finalité => au-delà, anonymisation des données
- Garantie de la sécurité et de la confidentialité des données recueillies
- Déclaration à la CNIL
- Destruction à la fin du traitement (durée déterminée avec la CNIL)

ARTICLE 5. Droit des personnes concernées par les données

- Droit d'être informé (étendue de la collecte, finalité du traitement)
- Droit d'accès et de rectification (des informations erronées ou périmées)
- Droit d'opposition (pour des motifs légitimes sauf si le fichier présente un caractère obligatoire)

BASES DE DONNEES

ARTICLE 6. Texte

Directive 95/9/CE du Parlement Européen et du Conseil du 11 mars 1996 concernant la protection juridique des bases de données, transposée en droit français par la loi n°98-536 du 1^{er} juillet 1998

ARTICLE 7. Définition

Art. L112-3 al. 2 du Code de la Propriété Intellectuelle
« On entend par base de données un recueil d'œuvres, de données ou d'autres éléments indépendants, disposés de manière systématique ou méthodique, et individuellement accessibles par des moyens électroniques ou par tout autre moyen ».

Il faut distinguer la protection des données contenues dans la base et la protection de la base de données en elle-même.

ARTICLE 8. Protection des données contenues dans la base - Autorisations

- Principe : libre collecte de données
- Sauf
- Données protégées
- Droit d'auteur : autorisation de l'auteur
- Données à caractère personnel : demande d'autorisation à la personne concernée
- Données sensibles : collecte par principe interdite

ARTICLE 9. Protection de la BDD / Titularité des droits

- Distinction de deux droits :
 - Le droit dont est titulaire le créateur de la base (protection de l'architecture de la base, ou le « contenant »).
 - Le droit dont est titulaire le producteur de la base (protection de l'ensemble des données agrégées, ou « le contenu »).
- PROTECTION DU « CONTENANT » PAR LE DROIT D'AUTEUR :**
- Propriété :

E.Buisson, M.Crastes, Service du Partenariat et de la Valorisation, CNRS Alpes, Avril 2015.

Le créateur d'une BDD bénéficie d'un droit d'auteur sur la structure de la base (architecture), dès lors que cette structure est originale

Originalité : effort personnalisé allant au-delà de la simple mise en œuvre d'une logique automatique et contraignante, la matérialisation de cet effort résidant dans une structure individualisée.

Concrètement cela s'apprécie de manière subjective et l'on va regarder si le créateur a utilisé une mise en page particulière, la présentation et agencement des données ou résultats de recherche, s'il y a un formulaire d'extraction spécifique, etc.

- Titularité des droits :
Le salarié (y compris chercheur) créateur d'une BDD est titulaire des droits d'auteur, il faudra organiser par contrat la cession des droits à l'employeur.

DRORT SUI GENERIS DES BDD :

- Propriété :
Le producteur de BDD bénéficie d'un droit sur le contenu de la base (droit d'interdire toute exploitation de la base, droit d'interdire les extractions et la réutilisation des données contenues)
- Titularité des droits :
Appartient au producteur, soit la personne physique ou morale qui est à l'initiative de la BDD, et qui réalise l'investissement correspondant (= moyens financiers, matériels et/ou humains mis en œuvre pour la recherche et le rassemblement d'éléments existants). Cet investissement doit être substantiel pour que le droit joue (importance et coût de l'investissement réalisés).

La double protection avec le régime applicable aux logiciels décrit ci-dessous est possible.

LOGICIELS

ARTICLE 10. Définition

Pas de définition légale.

- Inclus dans la protection : code objet, code source, interfaces logiques permettant l'interconnexion
- Exclus de la protection : cahier des charges, documentation utilisateur, algorithme, fonctionnalité, interfaces look and feel (graphique/visuelle)

ARTICLE 11. Protection / Titularité

PROTECTION PAR UN DROIT D'AUTEUR PARTICULIER AUX LOGICIELS :

- Propriété
Art. L113-1 du Code de la Propriété Intellectuelle
« La qualité d'auteur appartient, sauf preuve contraire, à celui ou ceux sous le nom de qui l'œuvre est divulguée. »
Ainsi, le créateur d'un logiciel bénéficie d'un droit d'auteur sur ce logiciel dès lors qu'il est original.

- Titularité des droits :
Si le logiciel est créé par un salarié ou un fonctionnaire dans l'exercice de sa mission ou d'après les instructions de l'employeur, dévolution automatique des droits patrimoniaux à l'employeur – l'auteur conserve un droit moral.

E. Buisson, M. Crastes, Service du Partenariat et de la Valorisation, CNRS Alpes, Avril 2015.

LICENCES LOGICIELLES & BDD

Stéablisent par voie contractuelle – le contrat précise :

- Le caractère exclusif ou non de la licence
- L'étendue d'utilisation conférée (durée, nombre d'utilisateurs ou de postes, copie de sauvegarde, versionnage, bénéfice aux filiales, accès au code source...)
- Obligations à la charge du fournisseur (information, enseignement, obligation de délivrance)
- Garanties qui doivent tenir compte des évolutions techniques (conformité, évolutivité, pérennité, adaptabilité)
- Prestations annexes (maintenance, formation, assistance)
- Droits que l'éditeur entend conserver

Le Service du Partenariat et de la Valorisation du CNRS reste à disposition pour toutes questions.

Annexe 2 : Code JavaScript du compteur de syllabes bégayées

```
function play(idPlayer, control) {
    var player = document.querySelector('#' + idPlayer);

    if (player.paused) {
        player.play();
        control.textContent = 'Pause';
    } else {
        player.pause();
        control.textContent = 'Play';
    }
}

function resume(idPlayer) {
    var player = document.querySelector('#' + idPlayer);

    player.currentTime = 0;
    player.pause();
}

function volume(idPlayer, vol) {
    var player = document.querySelector('#' + idPlayer);

    player.volume = vol;
}

function update(player) {
    var duration = player.duration; // Durée totale
    var time = player.currentTime; // Temps écoulé
    var fraction = time / duration;
    var percent = Math.ceil(fraction * 100);

    var progress = document.querySelector('#progressBar');

    progress.style.width = percent + '%';
    progress.textContent = percent + '%';
    document.querySelector('#progressTime').textContent = formatTime(time);
}

function formatTime(time) {
    var hours = Math.floor(time / 3600);
    var mins = Math.floor((time % 3600) / 60);
    var secs = Math.floor(time % 60);

    if (secs < 10) {
        secs = "0" + secs;
    }

    if (hours) {
        if (mins < 10) {
            mins = "0" + mins;
        }

        return hours + ":" + mins + ":" + secs; // hh:mm:ss
    } else {
        return mins + ":" + secs; // mm:ss
    }
}

function getMousePosition(event) {
    return {
        x: event.pageX,
        y: event.pageY
    };
}

function getPosition(element) {
    var top = 0, left = 0;

    do {
```

```

        top += element.offsetTop;
        left += element.offsetLeft;
    } while (element = element.offsetParent);

    return { x: left, y: top };
}

function clickProgress(idPlayer, control, event) {
    var parent = getPosition(control); // La position absolue de la progressBar
    var target = getMousePosition(event); // L'endroit de la progressBar où on a cliqué
    var player = document.querySelector('#' + idPlayer);

    var x = target.x - parent.x;
    var wrapperWidth = document.querySelector('#progressBarControl').offsetWidth;

    var percent = Math.ceil((x / wrapperWidth) * 100);
    var duration = player.duration;

    player.currentTime = (duration * percent) / 100;
}

```

Annexe 3 : code JavaScript du module de transcription orthographique

```
// *****
REINIT()
// FONCTION QUI PERMET DE RÉINITIALISER LE FORMULAIRE DE TRANSCRIPTION

function reinit(){
    document.getElementById('transc').value="";
    document.getElementById('list_annot').innerHTML="<h4>Transcription :</h4>";
    document.getElementById('debutfin').value="Début";
    document.getElementById("divmodif").style.visibility="hidden";
}

// *****
TEMPS()
// FONCTION QUI PERMET L'ENREGISTREMENT DES ANNOTATIONS
// LE COMPTEUR PERMET DE DONNER À CHAQUE ANNOTATION UN ID DIFFÉRENT
// QUI SERA RÉCUPÉRÉ LORS DE LA MODIFICATION DE L'ANNOTATION.

var cpt = 0;
function temps(){
    var video = document.getElementById('videoplayer');
    var bouton = document.getElementById('debutfin');
    var minut = 0;
    var second = 0;
    var msecond = 0;
    var uniq = false;
    var curTime = video.currentTime;
    if(curTime==0){
        curTime = "00:00:00";
    } else {
        var curTime = (Math.round(curTime*100))/100;
        var entier = /^[1-9]+$/;
        if(entier.test(curTime)){
            if(curTime<10){
                curTime = "00:0"+curTime+":00";
            } else if(curTime>=60){
                if(curTime==60){
                    second = "00";
                    minut = minut+1;
                } else {
                    mnPlus=0;
                    while(curTime>60){
                        curTime = curTime-60;
                        mnPlus++;
                    }
                    second = curTime;
                    if(second==0){
                        second = "00";
                    }else if(second==60){
                        mnPlus++;
                        second = "00";
                    }
                    else if((second<10)&&(second>0)){
                        second = "0"+second;
                    }
                }
                minut = parseInt(minut)+parseInt(mnPlus);
                if(minut>0){
                    if(minut<10){
                        minut = "0"+minut;
                    }
                    curTime = minut+':'+second+':00';
                } else {
                    curTime = "00:"+second+':00';
                }
            } else {
                curTime = "00:"+curTime+":00";
            }
        } else {
    } else {
```

```

curTime = ""+curTime+"";
if (/^[0-9]\.[1-9]"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 2;
    var w = 3;
    var z = 4;
    uniq = true;
} else if (/^[0-9]{2}\.[1-9]"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 3;
    var w = 4;
    var z = 5;
    uniq = true;
} else if (/^[0-9]{3}\.[1-9]"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 4;
    var w = 5;
    var z = 6;
    uniq = true;
} else if (/^[0-9]\.[0-9]{2}"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 2;
    var w = 3;
    var z = 5;
} else if (/^[0-9]{2}\.[0-9]{2}"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 3;
    var w = 4;
    var z = 6;
} else if (/^[0-9]{3}\.[0-9]{2}"$/ .test (curTime)) {
    var x = 1;
    var y = 4;
    var w = 5;
    var z = 7;
}
}
second = curTime.substring(x,y);
msecond = curTime.substring(w,z);
if ((msecond<10) && (uniq==true)) {
    msecond = msecond+"0";
}
if (second>=60) {
    minut = minut+1;
    if (second==60) {
        second="00";
    } else {
        second = second-60;
        if ((second<10) && (second>0)) {
            second = "0"+second;
        }
    }
} else if (second<10) {
    second = "0"+second;
}
if (minut>0) {
    if (minut<10) {
        curTime = "0"+minut+":"+second+":"+msecond;
    } else {
        curTime = minut+":"+second+":"+msecond;
    }
} else {
    curTime = "00:"+second+":"+msecond;
}
}
}
if (bouton.value=='Début') {
    bouton.value='Fin';
    document.getElementById("transc").focus();
    var newRow = document.createElement('tr');
    newRow.innerHTML = '<td class="entete" id="dtime'+cpt+'"><b>Début :</b>'+curTime+'</td>';
}

```

```

        if(!document.getElementById('identligne').value){
            document.getElementById('identligne').value=document.getElementById('identligne').
value+cpt;
        } else {
            document.getElementById('identligne').value=document.getElementById('identligne').
value+'_'+cpt;
        }
        if(!document.getElementById('tempsdebut').value){
            document.getElementById('tempsdebut').value=document.getElementById('tempsdebut').
value+curTime;
        } else {
            document.getElementById('tempsdebut').value=document.getElementById('tempsdebut').
value+'_'+curTime;
        }
        document.getElementById('liste').appendChild(newRow);
    } else {
        bouton.value='Début';
        document.getElementById("transc").focus();
        var newRow = document.createElement('tr');
        var cpt2 = cpt+1;
        if(!document.getElementById('textettranscrit').value){
            document.getElementById('textettranscrit').value=document.getElementById("transc").
value;
        } else {
            document.getElementById('textettranscrit').value=document.getElementById('textetran
scrit').value+'_'+document.getElementById("transc").value;
        }
        newRow.innerHTML = '<td class="entete2"
id="txt_ent'+cpt+'"><b>Texte :</b></td><tr><td
id="txt'+cpt+'"+document.getElementById("transc").value+</td><td align="center"
class="colG" id="colG'+cpt+'"><input type="button" id="'+cpt+' " class="btn btn-primary"
value="Modifier" onClick=\''clik_td(this.id);\'></td><td align="center" class="colG"
id="sup'+cpt+'"><input type="button" id="'+cpt2+' " class="btn btn-custom"
value="Supprimer" onClick=\''suppr(this.id);\'></td></tr>';
        document.getElementById('liste').appendChild(newRow);
        var newRow = document.createElement('tr');
        newRow.innerHTML = '<td class="entete" id="ftime'+cpt+'"><b>Fin :</b>
'+curTime+</td>';
        if(!document.getElementById('tempsfin').value){
            document.getElementById('tempsfin').value=curTime;
        } else {
            document.getElementById('tempsfin').value=document.getElementById('tempsfin').valu
e+'_'+curTime;
        }
        document.getElementById('liste').appendChild(newRow);
        var newRow = document.createElement('tr');
        newRow.innerHTML = "<td id='vide'+cpt+'>&nbsp;</td>";
        document.getElementById('liste').appendChild(newRow);
        cpt++;

        document.getElementById("transc").value="";
    }
}

// *****
AJOUT(texte)
// FONCTION QUI PERMET AUX BOUTONS D'AJOUT DE TEXTE DE FONCTIONNER

function ajout(texte){
    var transc = document.getElementById("transc");
    transc.value=transc.value+texte;
}

```

```

// *****
CLIC_TD(id)
// FONCTION QUI PERMET DE RÉCUPÉRER LE TEXTE ET LES TPS DE DÉBUT & FIN
// DE L'ANNOTATION DONT LE BOUTON A ÉTÉ CLIQUÉ POUR ÊTRE MODIFIÉE

var idmodif = "";

function clic_td(id) {
    idmodif=id;
    var txtmodif = document.getElementById('txt'+id).innerHTML;
    document.getElementById("transc").value = txtmodif ;
    document.getElementById("id_btnmodif").value = id;
    document.getElementById("divmodif").style.visibility="visible";
    if (document.getElementById("keyb").checked) {
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="-40px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="10px";
    } else {
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="30px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="37px";
    }
    creer_options("min_deb",60,id);
    creer_options("sec_deb",60,id);
    creer_options("cent_deb",100,id);
    creer_options("min_fin",60,id);
    creer_options("sec_fin",60,id);
    var tps_tab = creer_options("cent_fin",100,id);
    var tps_deb = tps_tab[0];
    var tps_fin = tps_tab[1];
    document.getElementById("videoplayer").currentTime = tps_deb;
}

// ***** SAUVER ()
// FONCTION QUI PERMET D'ENREGISTRER LES MODIFICATIONS EFFECTUÉES PAR
// L'UTILISATEUR

function sauver() {
    id = document.getElementById("id_btnmodif").value;
    var x = document.getElementById("transc").value;
    document.getElementById('txt'+id).innerHTML = x;
    document.getElementById("transc").value = "";
    document.getElementById("id_btnmodif").value = "";
    document.getElementById("divmodif").style.visibility="hidden";
    if (document.getElementById("keyb").checked) {
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="40px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="-70px";
    } else {
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="40px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="37px";
    }
    var tabVal = modifier_tps();
    document.getElementById("dtime"+id).innerHTML = "<b>Début </b>"
    "+tabVal[0]:"+"tabVal[1]:"+"tabVal[2];
    document.getElementById("ftime"+id).innerHTML = "<b>Fin </b>"
    "+tabVal[3]:"+"tabVal[4]:"+"tabVal[5];
}

// *****
CHKBOX()
// FONCTION QUI PERMET AUX ÉLÉMENTS DE LA PAGE D'ÊTRE RÉACTIF AU CLIC
// SUR LA CHECKBOX "COMMANDES AU CLAVIER"

function chkbox(){
    chk = document.getElementById("keyb");
    if (chk.checked) {
        document.getElementById('corres_cmd').style.visibility="visible";
        document.getElementById('bouton_annot').style.marginTop="0px";
        document.getElementById('txt_annot').style.marginTop="0px";
        document.getElementById('modif_tps').style.visibility="hidden";
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="-40px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="10px";
    }
}

```

```

    } else {
        document.getElementById('corres_cmd').style.visibility="hidden";
        document.getElementById('bouton_annot').style.marginTop="-145px";
        document.getElementById('txt_annot').style.marginTop="-85px";
        document.getElementById('modif_tps').style.visibility="visible";
        document.getElementById("divmodif").style.marginTop="40px";
        document.getElementById("touttexte").style.marginTop="37px";
    }
}

// *****
SUPPR(id)
// FONCTION QUI PERMET DE SUPPRIMER UNE ANNOTATION

function suppr(id){
    var id_tout = id-1;
    if(idmodif==id_tout){
        document.getElementById("transc").value = "";
        document.getElementById("divmodif").style.visibility="hidden";
    }
    var deb = document.getElementById('dtime'+id_tout);
    var txt = document.getElementById('txt'+id_tout);
    var txt_ent = document.getElementById('txt_ent'+id_tout);
    var col = document.getElementById('colG'+id_tout);
    var sup = document.getElementById('sup'+id_tout);
    var fin = document.getElementById('ftime'+id_tout);
    var vid = document.getElementById('vide'+id_tout);
    deb.parentNode.removeChild(deb);
    txt.parentNode.removeChild(txt);
    txt_ent.parentNode.removeChild(txt_ent);
    col.parentNode.removeChild(col);
    sup.parentNode.removeChild(sup);
    fin.parentNode.removeChild(fin);
    vid.parentNode.removeChild(vid);
}

// *****
SETTIME(tValue)
// FONCTION QUI PERMET DE NAVIGUER DANS LE CURRENTTIME DE LA VIDÉO

function setTime(tValue) {
    var video = document.getElementById('videoplayer');
    if (tValue == 0) {
        video.currentTime = tValue;
    }
    else {
        video.currentTime += tValue;
    }
}

// *****
GETCODE(event)
// FONCTION QUI PERMET DE RÉCUPÉRER LES TOUCHES DE COMMANDE

function getCode(e){
    e = e || event;
    var video = document.getElementById('videoplayer');
    if(document.getElementById("keyb").checked){
        if(e.keyCode==38){ // FLECHE VERS LE HAUT
            video.play();
            pastouche(e);
        } else if(e.keyCode==40){ // FLECHE VERS LE BAS
            video.pause();
            pastouche(e);
        } else if(e.keyCode==36){ // ORIG
            pastouche(e);
            ralenti();
        } else if(e.keyCode==17){ // ctrl
            pastouche(e);
            ralenti();
        }
    }
}

```

```

    } else if(e.keyCode==35){ // FIN
        pastouche(e);
        accelerer();
    } else if(e.keyCode==16){ // shift
        pastouche(e);
        accelerer();
    } else if(e.keyCode==37){ // FLÈCHE GAUCHE
        setTime(-1);
        pastouche(e);
    } else if(e.keyCode==39){ // FLÈCHE DROITE
        setTime(1);
        pastouche(e);
    } else if(e.keyCode==13){ // ENTRÉE
        temps();
        pastouche(e);
    }
}
}

// *****
PASTOUCHE(event)
// FONCTION QUI EMPÊCHE LES TOUCHES DE CLAVIER DE FONCTIONNER

function pastouche(e){
    e = e || event;
    if (e.preventDefault) {
        e.preventDefault();
        e.stopPropagation();
    } else {
        e.stopPropagation();
    }
}

// *****
RALENTI()
// FONCTION QUI PERMET DE LIRE LA VIDÉO AU RALENTI

function ralenti(){
    var video = document.getElementById('videoplayer');
    var vitesse = document.getElementById("vitesse");
    video.playbackRate -= 0.10;
    vitesse.value = Math.round(video.playbackRate*100);
}

// *****
ACCELERER()
// FONCTION QUI PERMET DE LIRE LA VIDÉO PLUS RAPIDEMENT

function accelerer(){
    var video = document.getElementById('videoplayer');
    var vitesse = document.getElementById("vitesse");
    video.playbackRate += 0.10;
    vitesse.value = Math.round(video.playbackRate*100);
}

// *****
CREER_OPTIONS(nodeParent,nb_options,id)
// FONCTION QUI PERMET DE CRÉER LES OPTIONS DE TEMPS QUAND IL Y A
// UNE MODIFICATION
// SORTIES : TABLEAU(0) TEMPS DE DÉBUT, TABLEAU(1) TEMPS DE FIN

var min_val, sec_val, cent_val;
var min_valF, sec_valF, cent_valF;

function creer_options(sel_parent,max,id_c){
    var sel_val = recup_tps(sel_parent,id_c);
    if(sel_parent=="min_deb"){
        min_val = sel_val;
    } else if(sel_parent=="sec_deb"){
        if(min_val>0){

```

```

        sec_val = sel_val+(parseInt(min_val)*60);
    } else {
        sec_val = sel_val;
    }
} else if(sel_parent=="cent_deb"){
    cent_val = sel_val;
} else if(sel_parent=="min_fin"){
    min_valF = sel_val;
} else if(sel_parent=="sec_fin"){
    if(min_valF>0){
        sec_valF = sel_val+(parseInt(min_valF)*60);
    } else {
        sec_valF = sel_val;
    }
} else if(sel_parent=="cent_deb"){
    cent_valF = sel_val;
}
}
for(var i = 0;i<max;i++){
    if(i<10){
        var iT = "0"+i;
    } else {
        var iT = i;
    }
    var newOpt = document.createElement('option');
    newOpt.setAttribute("id",iT);
    newOpt.setAttribute("value",iT);
    if(sel_val==i){
        newOpt.setAttribute("selected","selected");
    }
    newOpt.innerHTML = iT;
    document.getElementById(sel_parent).appendChild(newOpt);
}
var timeDeb = (sec_val+min_val)+'.'+cent_val;
var timeFin = (sec_valF+min_valF)+'.'+cent_valF;
var barr_tps = [timeDeb, timeFin];
return barr_tps;
}

// *****
RECUP_TPS(nodeParent,id)
// FONCTION QUI PERMET DE RÉCUPÉRER LA VALEUR À SÉLECTIONNER
// LORS DE LA CRÉATION DE LA LISTE D'OPTIONS DANS LA FONCTION
// CREER_OPTIONS()

function recup_tps(sel_parent,id){
    var dtime = document.getElementById("dtime"+id).innerHTML;
    var ftime = document.getElementById("ftime"+id).innerHTML;

    if(sel_parent=="min_deb"){
        var sel_id = dtime.substring(15,17);
    } else if(sel_parent=="min_fin"){
        var sel_id = ftime.substring(13,15);
    } else if(sel_parent=="sec_deb"){
        var sel_id = dtime.substring(18,20);
    } else if(sel_parent=="sec_fin"){
        var sel_id = ftime.substring(16,18);
    } else if(sel_parent=="cent_deb"){
        var sel_id = dtime.substring(21,23);
    } else if(sel_parent=="cent_fin"){
        var sel_id = ftime.substring(19,21);
    }
    return parseInt(sel_id);
}

// *****
MODIF_TPS()
// FONCTION QUI PERMET DE MODIFIER LES TEMPS DE L'ANNOTATION EN
// COURS DE MODIFICATION POUR LES VALEURS INDIQUÉES DANS LES SELECTS

function modif_tps(){

```

```

        var sel = new
Array(document.getElementById("min_deb"),document.getElementById("sec_deb"),document.getE
lementById("cent_deb"),document.getElementById("min_fin"),document.getElementById("sec_fi
n"),document.getElementById("cent_fin"));
        var tabVal = new Array();
        for(var i=0;i<6;i++){
            var selCour = sel[i];
            var valCour = selCour.options[selCour.selectedIndex].value;
            tabVal[i] = valCour;
        }
        return tabVal;
    }

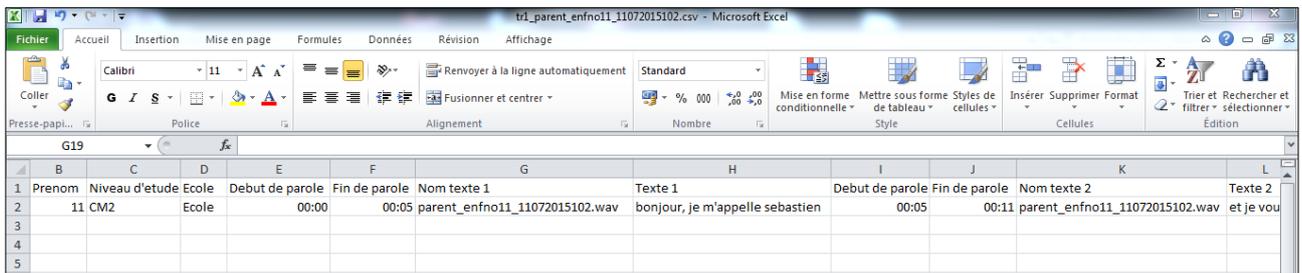
// *****
TOUTCOPIER()
// FONCTION QUI PERMET DE RECUPERER LE TEXTE TRANSCRIT POUR EN FAIRE UN FICHIER

function toutCopier(){
    var identligne = document.getElementById('identligne');
    var tempsdebut = document.getElementById('tempsdebut');
    var textettranscrit = document.getElementById('textettranscrit');
    var tempsfin = document.getElementById('tempsfin');

    if((identligne)&&(tempsdebut)&&(textettranscrit)&&(tempsfin)){
        document.getElementById('transcript').submit();
    }
}

```

Annexe 4 : exemple de fichier CSV généré par le site



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Prenom	Niveau d'etude	Ecole	Debut de parole	Fin de parole	Nom texte 1	Texte 1	Debut de parole	Fin de parole	Nom texte 2	Texte 2
2	11	CM2	Ecole	00:00	00:05	parent_enfno11_11072015102.wav	bonjour, je m'appelle sebastien	00:05	00:11	parent_enfno11_11072015102.wav	et je vou
3											
4											
5											

Annexe 5 : documentation utilisateur destinée aux parents

Parents :
GUIDE D'UTILISATION DU SITE
evaluation-fluence.imag.fr

Vous avez donné votre accord pour participer à l'étude d'Evaluation de la Fluence menée par le Laboratoire d'Informatique de Grenoble et nous tenions à vous en remercier.

Grâce à ce guide, vous pourrez facilement prendre en main l'outil mis à votre disposition afin que votre participation à ce projet de recherche se fasse dans les meilleures conditions possibles.

Sommaire

I. Connexion..... 1

- Contact 2
- Recueil de consentement 2

II. Utilisation du site..... 4

1. Tableau de bord 4

- Suivi du score sur l'échelle de sévérité 4
- Suivi du pourcentage de syllabes bégayées 5

2. Menu Outils 6

- Statistiques 6
- Suivi du débit de parole 6
- Déjàg de vidéos 6
- Modifier vos Informations personnelles 7
- Revenir sur votre consentement 7
- Changer votre mot de passe 8
- Compteur de syllabes bégayées 8
- Transcription orthographique 8

Guide d'utilisation Parents

Evaluation de la Fluence

I. Connexion

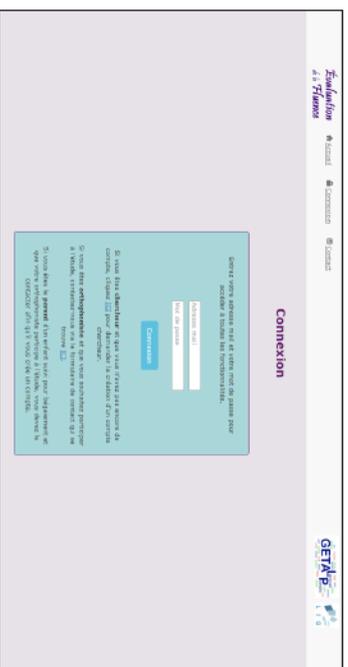
- Ouvrez la page d'accueil du site, située à l'adresse suivante : <http://evaluation-fluence.imag.fr>
- Vous y trouverez un bref descriptif du projet et de l'équipe qui le mène.

Comme indiqué sur la page d'accueil, le site a été conçu de façon à être utilisé de façon optimale avec le navigateur Google Chrome. Ce navigateur est gratuit, et peut être téléchargé grâce au lien de la page d'accueil.

Après votre dernière visite chez votre orthophoniste, vous avez dû recevoir un mail afin de confirmer votre inscription au projet.

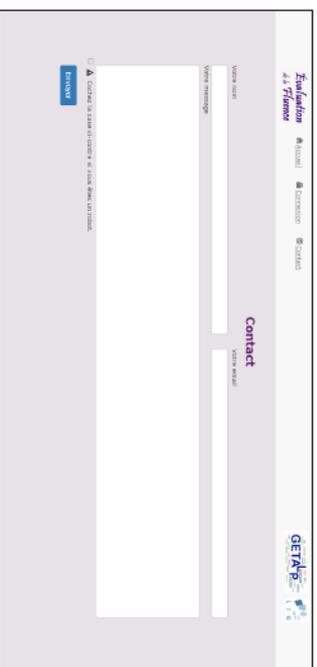
1

Pour pouvoir vous connecter, munissez-vous du mot de passe inscrit sur le mail de confirmation d'inscription et rendez-vous dans l'onglet Connexion du menu en haut de page.



connexion

Si vous n'arrivez pas à vous connecter en suivant les instructions affichées sur la page, vous pouvez signaler tout dysfonctionnement à l'équipe de recherche grâce à l'onglet Contact du menu.



CONTACT

A tout moment, vous pouvez joindre les chercheurs en charge du projet grâce à ce formulaire de contact.

- Lors de votre première connexion, vous devez lire et accepter le formulaire de recueil de consentement, sans quoi vous ne pourrez avoir accès au site. Il est important que vous lisiez attentivement toutes les informations indiquées.

Depuis votre tableau de bord, vous pouvez aussi :

- Accéder à la page de suivi du pourcentage de syllabes bégayées. Cet indicateur sera mis à jour à chaque fois que votre orthophoniste ou qu'un chercheur utilisera l'outil de comptage de syllabes bégayées et fluides en se basant sur la vidéo de votre enfant.

suivi du pourcentage de syllabes bégayées

statistiques

Depuis votre tableau de bord, vous pouvez également :

- vous rendre sur la page de suivi du débit de parole. Il est calculé grâce au comptage des syllabes bégayées et fluides, et consiste en le nombre de syllabes prononcées par votre enfant par minute.

suivi du débit de parole

Enfin, vous pouvez, depuis votre tableau de bord :

- Accéder à l'outil de dépôt de vidéos. Le but du projet étant de recueillir le plus de données sonores possibles, nous vous serons reconnaissants de prendre le temps d'enregistrer votre enfant le plus souvent possible, au maximum une fois par jour, lorsque vous réalisez avec lui les activités nécessaires au traitement de son bégaiement.

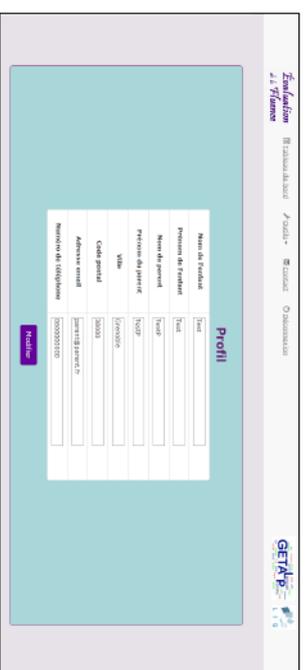


dépôt de vidéos

2. Menu Outils

L'accès au reste des pages du site se fait ensuite grâce au menu Outils situé en haut de page. Par l'intermédiaire de ce menu déroulant, vous pouvez :

- **Modifier vos informations personnelles.**
 Dans le cadre de la loi Informatique et Libertés, il est nécessaire que vous puissiez accéder, modifier et supprimer vos données personnelles si nécessaire. Vous pouvez donc accéder à vos données et les modifier via cette page, tout en mettant à jour, si nécessaire, votre adresse mail ou votre numéro de téléphone afin qu'il soit possible pour l'équipe de recherche de vous joindre à une reprise 6 mois après la fin du traitement de votre enfant pour effectuer le suivi à long terme.



modification des données personnelles

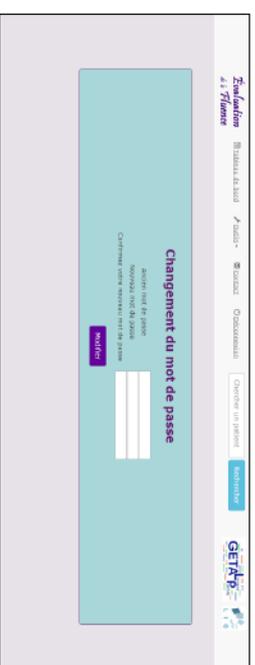
En ce qui concerne la suppression de vos données, et donc la fin de votre participation à l'étude, vous devez soit la demander à votre orthophoniste directement, soit via le formulaire de contact du site.



revenir sur son consentement

Depuis le menu Outils, vous pouvez aussi :

- **Changer votre mot de passe.**



changement du mot de passe

Comme décrit plus haut, vous pouvez aussi accéder à la page de statistiques, afin de suivre les résultats globaux de tous les enfants qui participent à l'étude.

Vous pouvez enfin accéder à l'outil de comptage de syllabes bégayées et à l'outil de transcription orthographique et les essayer sur les vidéos de votre enfant.

Annexe 6 : poster « Coarticulation and vowel centralization in French and Italian stuttering adults and children »



Coarticulation and vowel centralization in French and Italian stuttering adults and children



Marine Pendelieu¹; Anais Tissot-Dupont¹; Solange Rossato¹; Claudio Zmarich²

¹ Université Grenoble Alpes, LIG, Grenoble, France
² CNR-ISTC, Padova, Italia

In [1] is developed the idea that a "fault-line" between a consonant and a vowel create a weak spot in stutterers' speech that encourages stuttering.

The goal of this study is to observe if the different degrees of coarticulation that were found in [2] between adults who stutter (AWS) and fluent adults also exists between children who stutter (CWS) and fluent children, in order to determine whether these differences are caused by an innate deficiency of articulatory movements [3] or by a strategy of compensation which is progressively learned by people who stutter [4]. To achieve this goal, we measured coarticulation and vowel centralization in a corpus of French and Italian stuttering and non-stuttering adults and children.

In [5,6], it is stated that the younger the children are, the less their articulatory contrasts are important, then, progressively from the age of 5 years old, their coarticulation tends to evolve to the one that can be observed with adults. As the average age of the children of our corpus is between 6 to 10 years old, we should not see any difference with what was observed in [7] with adults.

In [7], the observations on adults are the following: the k slopes of bilabial and velar consonants were superior to those of alveolar consonants, which correspond to [8,9,10]. Also, k slopes of French adults were significantly inferior to those of Italian adults, which also correspond to [8,9]. As far as stuttering is concerned, the differences observed between AWS and fluent adults is also significant, but the severity of the stuttering as no effect, which is the same as found in [11].

Methodology

Corpus

	Adults				Children			
	M	F	M	F	M	F	M	F
French	8(33)	2(30)	9(31)	1(31)	4(8)	6(9)	6(8)	-
Italian	4(33)	6(46)	5(39)	6(28)	4(8)	6(9)	5(9)	2(10)

Repartition of the 74 subjects of the present study according to their language and level of fluence, with the average age of each group between brackets

2 tasks as in [7]:

- 6 to 8 repetitions of /CV/ syllables in a carrier sentence, with C = /b, d, g/ and V = /a, i, u/
- 6 to 8 repetitions of isolated vowels /V/ in carrier sentences, where V = /a, e, i, o, u/

Only fluent syllables were kept and manually annotated with Praat, which gives us a corpus of 14608 syllables.

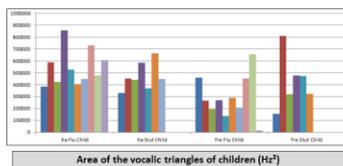
Adaptation to children

Vowels	Settings	Adults		Children
		Women	Men	
/u/	Maximal formant (Hz)	3500	3000	4500
	Number of formants	4	4	4
	Time step	0.01	0.01	0.01
	Window length (s)	0.025	0.025	0.025
/a, e, i, o/	Preemphasis (dB)	50	50	50
	Maximal formant (Hz)	5500	5000	7000
	Number of formants	5	5	5
	Time step	0.01	0.01	0.01
	Window length (s)	0.025	0.025	0.025
	Preemphasis (dB)	50	50	50

Description of the settings used to measure formants on children, based on the results in [15]

Results

Children

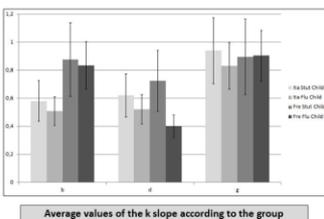
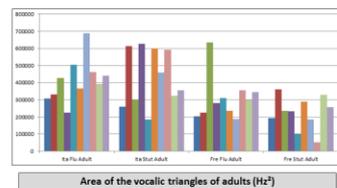


We can observe that the areas of Italian CWS tend to be smaller than the areas of Italian fluent children.

As far as adults are concerned, we can also observe that the areas of French CWS also tend to be smaller than the areas of French fluent adults, but the variability of those results prevents us from drawing significant conclusions for children or adults only.

A repeated-measure analysis of variance (ANOVA) was performed on a global scale, and the conclusions we can draw is that the language spoken has a very significant effect on the area of the vocalic triangle ($F(1,36) = 20.398$, $p < 0.01$) as well as the age of the subject ($F(1,34) = 4.717$; $p < 0.05$), contrary to the group which has no effect. The last result does not confirm what was found in [13].

Adults



According to the results found on adults in [7], the results of an ANOVA on the data show that the place of articulation has a very significant effect on the locus ($F(2,36) = 27.71$; $p < 0.01$). The language spoken also has a significant effect on the results obtained ($F(1,40) = 4.71$; $p < 0.05$), which confirms the hypothesis on adults developed in [4] and contradicts the hypothesis in [3].

Sources

- Wingate M.E. "The Structure of Stuttering: A Psycholinguistic Analysis", London, UK: Springer Science & Business Media, 116p. 2012.
- Verdurand M, Rossato S, Grignon L, Balbo D, Zmarich C. "Study of coarticulation and F2 transitions in French and Italian adult stutterers". *INTERSEEC 2021*, pp. 169-186, 2021.
- Hirsch F. "Stuttering: perturbation of speech timing and spectral consequences". *Thèse de doctorat d'université*. Strasbourg 2, 282 p., 2007.
- Max, C., Fombfay F.A., Gracco V.L., Ghosh S.S., Wallace M.E. "Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-based motor control as sources of dysfluency: A theoretical model of stuttering". *Contemporary issues in Communication Science and Disorders*, 31, pp. 105-122, 2004.
- Sussman H.M., McCaffrey H. "Locus equations as an index of coarticulation for place of articulation distinctions in children". *Journal of Speech and Hearing Research*, 15, pp. 789-795, 1972.
- Sussman H., Minifie F., Buder E., Stoel-Gammon C., Smith J. "Consonant-vowel interdependencies in babbling and early words: Preliminary examination of a locus equation approach". *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, pp. 424-433, 1998.
- Pendelieu-Verdurand M. "Jeu de diffusion: aspects phonétiques et phonologiques". *Thèse de doctorat d'université*. Grenoble: Université de Grenoble, 299 p., 2014.
- Sussman H.M., McCaffrey H.A., Matthews S.A. "An investigation of locus equation as a source of relational invariance for stop place categorization". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90(3), pp. 1309-1325, 1991.
- Sussman H.M., Dalton E., Gumbert S. "The effect of speaking style on locus equation characterization of stop place categorization". *Phonetica*, 55, pp. 204-225, 1998.
- Aguevella A., Sussman H.M., Lindblom B. "The effect of speaking rate on consonant vowel coarticulation". *Phonetica*, 65, pp. 184-209, 2008.
- Zmarich C., Marchionni M. "L'influenza del focus contrastivo sulla coarticolazione anticipatoria di sillabe 'CV' prodotte spontaneamente da bambini e non balbuzienti" in R. Conti [Ed] *Misure dei parametri. Aspetti tecnologici: implicazioni nei modelli in: gestic*. Atti del 1° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Padova, 2-4 dicembre 2004. Brescia: ISTM Editore, 231-250, 2005.
- Website of the University of Helsinki http://www.helsinki.fi/~sonos/grat-sonos/public/collect_formant_data_from_flex-praat
- Hirsch F., Morfraz-Masadeu M.-C., Sock R., Vessière B. "Etude de la structure formantique des voyelles dans le parole bilingue en vitesses d'élocution normale et rapide". *Congrès de la Société Française de Phonétique*, Octobre 2008.
- Lindblom B. "On vowel reduction". Report A29, The Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, Stockholm, Sweden, 1963.
- Mérand, Schwartz J.-J., Bohl L., Audin S. "Production-perception relationships during vocal tract growth for French vowels: analysis of real data and simulations with an articulatory model". *Journal of Phonetics*, 35(1), pp. 1-19, 2007.

Annexe 7 : script Praat

```
form Analyze formant values from labeled segments in files
  comment Directory of sound files
  text sound_directory /home/Bureau/donnees_marine/DONNEES_FRANCAIS/ADULTES_BEGUES/
  sentence Sound_file_extension .wav
  comment Directory of TextGrid files
  text textGrid directory
/home/Bureau/donnees_marine/DONNEES_FRANCAIS/ADULTES_BEGUES/
  sentence TextGrid_file_extension .TextGrid
  comment Full path of the resulting text file:
  text resultfile /home/tissotd/Documents/donnees_marine/DONNEES_FRANCAIS/PRAAT2/
  comment Which tier do you want to analyze?
  sentence Tier_name_of_the_tier
  comment Formant analysis parameters
  positive Time_step 0.01
  integer Maximum_number_of_formants 4
  positive Maximum_formant_(Hz) 3500
  positive Window_length_(s) 0.025
  real Preemphasis_from_(dB) 30
endform

# Here, you make a listing of all the sound files in a directory.
# The example gets file names ending with ".wav" from D:\tmp\

Create Strings as file list... list 'sound_directory$'*'sound_file_extension$'
numberOfFiles = Get number of strings

# Check if the result file exists:
if fileReadable (resultfile$)
  pause The result file 'resultfile$' already exists! Do you want to overwrite it?
  filedelete 'resultfile$'
endif

# Write a row with column titles to the result file:
# (remember to edit this if you add or change the analyses!)

titleline$ = "Filename      Segment labelBeginning      End      F1_deb F2_deb F3_deb F1_10
              F2_10 F3_10 F1_50 F2_50 F3_50 F1_delta      F2_delta      F3_delta'newline$"
fileappend "'resultfile$'" 'titleline$'

# Go through all the sound files, one by one:

for ifile to numberOfFiles
  filename$ = Get string... ifile

  # A sound file is opened from the listing:
  Read from file... 'sound_directory$'filename$'

  # Starting from here, you can add everything that should be
  # repeated for every sound file that was opened:
  soundname$ = selected$ ("Sound", 1)
  To Formant (burg)... time_step maximum_number_of_formants maximum_formant
window_length preemphasis_from

  # Open a TextGrid by the same name:
  gridfile$ = "'textGrid_directory$'soundname$'textGrid_file_extension$"

  if fileReadable (gridfile$)
    Read from file... 'gridfile$'

    # Find the tier number that has the label given in the form:
    call GetTier 'tier$' tier
    numberOfIntervals = Get number of intervals... tier

    # Pass through all intervals in the selected tier:
    for interval to numberOfIntervals
      label$ = Get label of interval... tier interval
      # if the interval has an unempty label
      if label$ <> ""
```



```

#-----
# This procedure finds the number of a tier that has a given label.

procedure GetTier name$ variable$
  numberOfTiers = Get number of tiers
  itier = 1
  repeat
    tier$ = Get tier name... itier
    itier = itier + 1
  until tier$ = name$ or itier > numberOfTiers
  if tier$ <> name$
    'variable$' = 0
  else
    'variable$' = itier - 1
  endif

  if 'variable$' = 0
    exit The tier called 'name$' is missing from the file 'soundname$'!
  endif
endproc

```

Annexe 8 : script Matlab

```
DataDir = 'Praat_enf';
OutDir = 'Praat_res';

fichSynt = fullfile(OutDir, 'Synth_kb.txt');
fout_k = fopen(fichSynt, 'w');
fprintf(fout_k, 'Fichier\tSujet\tGroupe\tCondition\tConsonne\tb\tk\t\r\n');

fig_k = figure;
hold on

gval = zeros(2,2,3);
gstr = cell(2,2,3);
gstr{1,1,1} = 'Beg AAF b';
gstr{1,1,2} = 'Beg AAF g';
gstr{1,1,3} = 'Beg AAF d';
gstr{1,2,1} = 'Beg SR b';
gstr{1,2,2} = 'Beg SR g';
gstr{1,2,3} = 'Beg SR d';
gstr{2,1,1} = 'Flu AAF b';
gstr{2,1,2} = 'Flu AAF g';
gstr{2,1,3} = 'Flu AAF d';
gstr{2,2,1} = 'Flu SR b';
gstr{2,2,2} = 'Flu SR g';
gstr{2,2,3} = 'Flu SR d';

dd = dir(DataDir);
nbfiles = (size(dd,1));

for ifile=1:nbfiles,
    fname = dd(ifile).name;
    point = strcmp(fname, '.');
    point2 = strcmp(fname, '..');
    if ((point == 0) && (point2 == 0))

        %fname = regexp(fname, '.csv', '.csv');
        fout = fopen(fullfile(OutDir, sprintf('Synth_%s', fname)), 'w');

        fprintf(fout, 'Sujet\tSyllabe\tPosition\tNbSyllabes\tF2_deb\tF2_50\t\r\n');

        fdata = fopen(fullfile(DataDir, fname));
        data = textscan(fdata, '%s%s%s%d%f%f%f%f%f%f%f%f%f%f', ...
            'headerlines', 1);
        fclose(fdata);

        Voyelles = data{2};
        Syllabes = data{3};
        Nums = data{4};
        % F1_debs = data{8};
        F2_debs = data{9};
        %F3_debs=data{10};
        % F1_50s = data{14};
        F2_50s = data{15};
        % F3_50s = data{16};

        Cons = {'b', 'g', 'd'};
        Voys = {'u', 'a', 'i'};

        cols = {'r', 'b', 'g'};
        signs = {'o', '^', '*'};
        % Plot_syms = {'ro', 'r^', 'r*', 'bo', 'b^', 'b*', 'go', 'g^', 'g*'};

        figG = figure;
        hold on

        pmin = 3000;
        pmax = 0;
        for ic=1:length(Cons),
            cons = Cons{ic};
```

```

F2_deb_sels = [];
F2_50_sels = [];

figure(figG)

for iv=1:length(Voys),
    voy = Voys{iv};
    syll = [cons voy];
    % if strcmp(syll,'gi'), syll='ghi'; end
    if ic*iv==1, lgd={syll}; else lgd=[lgd, syll]; end %#ok<*AGROW>
%     plot_symb = Plot_syms{(ic-1)*length(Voys)+iv};
    plot_symb = [cols{ic} signs{iv}];

    pos = ~cellfun(@isempty,regexpi(Syllabes,['^' syll '$']));

    F2_deb_sel = F2_debs(pos);
    F2_deb_sels = [F2_deb_sels; F2_deb_sel];
    F2_50_sel = F2_50s(pos);
    F2_50_sels = [F2_50_sels; F2_50_sel];

    pos = find(pos);
    for is=1:length(pos),
%
fprintf('%s\t%s\t%d\t%d\t%.0f\t%.0f\t\r\n',fname,syll,Nums(pos(is)),length(pos), ...
%         F2_deb_sel(is), F2_50_sel(is));

fprintf(fout,'%s\t%s\t%d\t%d\t%.0f\t%.0f\t\r\n',fname,syll,Nums(pos(is)),length(pos), ...
        F2_deb_sel(is), F2_50_sel(is));
    end

    plot(F2_50_sel,F2_deb_sel,plot_symb);
    pmin = min([pmin F2_deb_sels'*0.9 F2_50_sels'*0.9]);
    pmax = max([pmax F2_deb_sels'*1.05 F2_50_sels'*1.05]);

end

b_reg = robustfit(F2_50_sels,F2_deb_sels);
x1 = min(F2_50_sels)*0.9;
x2 = max(F2_50_sels)*1.05;
y1 = b_reg(1) + b_reg(2)*x1;
y2 = b_reg(1) + b_reg(2)*x2;
plt = plot([x1 x2],[y1 y2],'color',cols{ic});
hAnnotation = get(plt,'Annotation');
hLegendEntry = get(hAnnotation,'LegendInformation');
set(hLegendEntry,'IconDisplayStyle','off')
text(550,3000-(250)*(ic-1), ...
    sprintf('k(%s)=%.3f',cons,b_reg(2)),'color',cols{ic})

sujet = regexp(fname,'^Formants_(([A-Z][a-z]+)|([A-Z][a-z]+[A-Z][a-
z]+_?)) (? :BegAduSR|FluAduSR|BegSR|FluSR)', 'tokens', 'once');
condition = regexp(fname, '(SR)', 'tokens', 'once');
groupe = regexp(fname,'^Formants_(?:([A-Z][a-z]+)|([A-Z][a-z]+[A-Z][a-
z]+_?)) (Beg|Flu) (? :AduSRFr|EnfSRFr|SR_ItEn16)', 'tokens', 'once');
fname = regexprep(dd(ifile).name, '\.csv', '');
fprintf(fout_k,'%s\t%s\t%s\t%s\t%.3f\t%.3f\t\r\n', ...
    fname,sujet{1},groupe{1},condition{1},cons,b_reg(1),b_reg(2));

figure(fig_k)
if strcmp(groupe,'Beg'),
    gk = 1;
    if strcmp(condition,'AAF'),
        sgn = 'o';
        ck = 1;
    else
        sgn = 's';
        ck = 2;
    end
else
    gk = 2;
    if strcmp(condition,'AAF'),

```

```

        sgn = '+';
        ck = 1;
    else
        sgn = 'x';
        ck = 2;
    end
end
end
plt = plot(b_reg(2),b_reg(1),[sgn cols{ic}]);

if gval(gk,ck,ic)==0,
    if sum(gval(:))==0,
        lgd_k = {[groupe{1} ' ' condition{1} ' ' cons]};
    else
        lgd_k = [lgd_k, [groupe{1} ' ' condition{1} ' ' cons]];
    end
else
    hAnnotation = get(plt,'Annotation');
    hLegendEntry = get(hAnnotation,'LegendInformation');
    set(hLegendEntry,'IconDisplayStyle','off')
end
end
gval(gk,ck,ic) = 1;
end

figure(figG)
line([pmin pmax],[pmin pmax],'color',[0.7 0.7 0.7])
legend(lgd,'Location','Southeast')
title(regexprep(fname,'_','\\_'))
fname = regexprep(dd(ifile).name,'\\.csv','\\.jpg');
saveas(figG,fullfile(OutDir,sprintf('%s',fname)));
fname = regexprep(dd(ifile).name,'\\.csv','\\.pdf');
saveas(figG,fullfile(OutDir,sprintf('%s',fname)));
close(figG)
fclose(fout);
end
end

%legend(lgd_k,'Location','Northeast')
fichPlot = fullfile(OutDir, 'fig.jpg');
saveas(fig_k,fichPlot);
close(fig_k);
fclose(fout_k);

```

MOTS-CLÉS : bégaiement, orthophonie, échelle de sévérité, Programme Lidcombe, corpus parole, coarticulation, centralisation des voyelles

RÉSUMÉ

Le bégaiement touche environ 1% de la population adulte mondiale, mais est beaucoup plus répandu chez les enfants. En effet, on estime que 8% des enfants sont touchés par le bégaiement vers 3 à 5 ans. 80% d'entre eux retrouveront une parole fluente avec ou sans suivi par un orthophoniste. Le Programme Lidcombe est une méthode de suivi des enfants d'âge préscolaire ou scolaire qui requiert l'évaluation quotidienne du bégaiement de l'enfant par ses parents. L'élaboration d'un site web sur lequel il sera possible de recueillir le score des enfants sur l'échelle de sévérité à grande échelle ainsi qu'un corpus de vidéos prises durant le traitement des enfants va permettre d'évaluer la fiabilité du score subjectif donné par les parents en le corrélant avec des indicateurs objectifs tels que le pourcentage de syllabes bégayées et le débit de parole.

Ce corpus permettra également d'approfondir les résultats trouvés lors de l'élaboration d'un poster scientifique pour la coarticulation et la centralisation des voyelles chez les enfants en comparaison avec les données obtenues pour les adultes dans la thèse de Marine VERDURAND-PENDELIAU.

KEYWORDS : stuttering, speech therapy, severity rating scale, Lidcombe Program, speech corpus, coarticulation, vowel centralization

ABSTRACT

Stuttering concerns about 1% of the worldwide adult population, but is a lot more common amongst children. About 8% of children seem to be facing stuttering at the age of 3 to 5 years old. 80% of them will recover with or without the help of a speech therapist. The Lidcombe Program is a method of treatment used for preschoolers which requires parents to evaluate their child's stuttering on a daily basis. The elaboration of a website thanks to which it will be possible to collect the severity rating scale of several children and a corpus of videos taken during treatment will enable to evaluate the reliability of this subjective score by linking it to objective indicators (percentage of stuttered syllables and speech rate).

This corpus will also be used to deal in depth with the results found concerning coarticulation and vowel centralization in children during the elaboration of a scientific poster, and compare them to the results found for adults by Marine VERDURAND-PENDELIAU in her thesis.