



HAL
open science

Le voyage d’Alice : un texte standardisé pour l’évaluation de la parole et de la voix en Français

Timothy Pommée, Liziane Bouvier, Julien Pinquier, Julie Mauclair, Véronique Delvaux, Cécile Fougeron, Corine Astésano, Vincent Martel-Sauvageau, Dominique Morsomme, Pierre Pinçon, et al.

► To cite this version:

Timothy Pommée, Liziane Bouvier, Julien Pinquier, Julie Mauclair, Véronique Delvaux, et al.. Le voyage d’Alice : un texte standardisé pour l’évaluation de la parole et de la voix en Français. *Glossa Revue Scientifique en Orthophonie Logopédie*, 2023, 138, pp.6-43. hal-04369864

HAL Id: hal-04369864

<https://hal.science/hal-04369864>

Submitted on 2 Jan 2024

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.

Le voyage d’Alice : un texte standardisé pour l’évaluation de la parole et de la voix en Français.

Auteurs :

Timothy Pommée¹, Liziane Bouvier², Julien Pinquier³, Julie Maclair³, Véronique Delvaux⁴, Cécile Fougeron⁵, Corine Astésano⁶, Vincent Martel-Sauvageau⁷, Dominique Morsomme⁸, Pierre Pinçon³, Muriel Lalain⁹, Virginie Woisard¹⁰

Affiliations :

¹ Sunnybrook Research Institute, Toronto; Department of Speech-Language Pathology, Rehabilitation Sciences Institute, University of Toronto, Ontario, Canada

² McGill University School of Communication Sciences and Disorders, Montréal, Canada

³ IRIT, CNRS, Université Toulouse III Paul Sabatier, Toulouse, France

⁴ IRSTL, FNRS/Université de Mons, Belgique

⁵ LPP, UMR 7018, CNRS/Université Sorbonne Nouvelle, Paris, France

⁶ LNPL, Université Toulouse II Jean-Jaurès, Toulouse, France

⁷ Département de réadaptation, Faculté de médecine, Université Laval, Québec, Canada

⁸ Research Unit for a Life-Course Perspective on Health and Education, Université de Liège, Belgique

⁹ LPL, CNRS/Aix Marseille Université, Aix-en-Provence, France

¹⁰ Département ORL, CHU Toulouse Larrey, Toulouse, France

Auteur de correspondance :

Timothy Pommée timothy_pommee@hotmail.com

Dates :

Soumission : 13/01/2023

Acceptation : 16/05/2023

Publication : 28/12/2023

Comment citer cet article :

Pommée, T., Pinquier, J., Maclair, J., Bouvier, L., Delvaux, V., Fougeron, C., Astésano, C., Martel-Sauvageau, V., Morsomme, D., Pinçon, P., Lalain, M., & Woisard, V. (2023). Le voyage d’Alice : un texte standardisé pour l’évaluation de la parole et de la voix en Français. *Glossa*, 138, 6-43, <https://www.glossa.fr/index.php/glossa/article/view/1411>

ISSN (Web) : 2117-7155

Copyright :

Tous droits réservés aux auteurs. Partage autorisé selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.



Contexte : La lecture d’un texte permet le meilleur compromis entre l’aspect écologique de l’évaluation de la parole et de la voix, et l’observation de stimuli cibles dans un environnement contrôlé. Bien qu’il existe différents textes en Français, aucun d’entre eux ne semble vraiment répondre aux attentes et aux besoins des cliniciens et des chercheurs pour l’évaluation courante de la parole et de la voix.

Objectif : Cet article présente un nouveau texte standardisé spécifiquement créé à cet effet, intitulé « Le voyage d’Alice ». Un protocole automatisé d’extraction de mesures acoustiques est également proposé.

Méthode : Le texte a été construit sur la base d’un ensemble exhaustif de critères, prenant en compte les données de la littérature, les besoins spécifiques identifiés en recherche scientifique et en pratique clinique francophone, ainsi que les données d’une étude de consensus internationale.

Résultats : Ce texte, destiné à l’évaluation de l’articulation des sons de la parole, des variations prosodiques et du comportement phonatoire, ainsi que de la fluence, s’est montré utilisable et facilement lisible en Belgique, en France comme au Canada. Le protocole automatisé d’extraction de mesures acoustiques permet une analyse rapide et simple de données reproductibles. Il s’agit d’un outil adapté à la fois pour la recherche scientifique et pour la pratique clinique quotidienne. Des mesures acoustiques ont été calculées sur base de ce nouveau texte auprès de locuteurs sains en France et font office de valeurs de références.

Mots-clés : parole, voix, évaluation, bilan, texte, standardisation

Le voyage d’Alice: A standardized reading passage for speech and voice assessment in French.

Background: Reading passages allow the observation of target stimuli in a controlled manner while maximizing the ecological aspects of a speech and voice assessment.

Objective: This article presents a new standardized reading passage titled “Le voyage d’Alice” (“Alice’s Journey”) and an automated protocol for the extraction of acoustic measures.

Methods: The passage was constructed using a comprehensive set of criteria, taking into account data from the literature, specific needs identified in scientific research and in French-speaking clinical practice, and data from an international consensus study.

Results: This passage was found to be easy to read and usable for the assessment of articulation of speech sounds, prosodic variations and phonatory behavior, as well as fluency, in Belgium, France, and Canada. The automated acoustic feature extraction protocol allows for a quick and simple analysis of reproducible data. It is a tool adapted for both scientific research and daily clinical practice. Acoustic measures were extracted from the passage in healthy participants in France and are used as reference values.

Keywords: speech, voice, evaluation, assessment, reading passage, text, standardization

INTRODUCTION

La parole et la voix peuvent être évaluées perceptivement ou instrumentalement, à l'aide de diverses épreuves et outils (Gurevich & Scamihorn, 2017 ; Pommée, 2021a ; Pommée, 2021b). L'évaluation peut se faire en employant soit des tâches isolées, soit des batteries d'évaluation standardisées composées de multiples tâches. Trois batteries standardisées et validées pour le français sont actuellement disponibles : la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2006), la FDA-2 (Ghio et al., 2020) et le protocole MonPaGe (Laganaro et al., 2021 ; Lévêque et al., 2016 ; Trouville et al., 2021). Ces outils d'évaluation stimulent la production de divers types d'unités de parole, allant du phonème au texte ou à la parole semi-spontanée. Ces divers types d'unités peuvent être représentés selon un continuum de complexité sur l'échelle de granularité des unités d'analyse (voir figure 1).

Chaque type d'unité permet une évaluation répondant à un objectif spécifique, qui peut différer selon la nature de l'évaluation — perceptive ou instrumentale (l'évaluation à l'aide de phrases, par exemple, peut cibler la compréhensibilité de la parole lorsqu'elle est effectuée de manière perceptive, ou l'intelligibilité si elle est analysée à l'aide de mesures instrumentales analytiques). À l'une des extrémités de l'échelle de granularité des unités d'analyse, les textes se montrent particulièrement intéressants. Tant en pratique clinique qu'en recherche, l'utilisation d'un texte permet d'intégrer l'évaluation de multiples aspects de la parole et de la voix dans un contexte de production plus écologique (plus près de la parole spontanée) que les mots isolés ou les phrases, pour une évaluation plus fonctionnelle. Tout en se rapprochant au mieux d'un contexte de production fonctionnel, les textes permettent l'observation de nombreux stimuli cibles intégrés dans un environnement contrôlé (Patel et al., 2013 ; Powell, 2006), au contraire de la parole spontanée. Ainsi, ils permettent d'obtenir un aperçu des caractéristiques de la parole du patient (Auzou & Rolland-Monnoury, 2006),

avec moins d'hésitations que dans la parole conversationnelle (Vasilescu et al., 2004). Parmi les paramètres de la parole et de la voix qui peuvent être évalués à partir de textes, nous pouvons citer la fréquence et la durée des pauses et des respirations, la qualité, la hauteur et l'intensité vocales, les disfluences, l'intonation, la précision de l'articulation des voyelles et des consonnes et le fonctionnement vélopharyngé. Ainsi, les textes standardisés sont d'un intérêt majeur pour les groupes de patients ayant une maîtrise suffisante de la lecture.

Cependant, bien qu'il existe de nombreux textes dans différentes langues, aucun d'entre eux ne semble vraiment répondre aux attentes et aux besoins des cliniciens et des chercheurs pour l'évaluation courante de la parole et de la voix. Certains ont été créés dans un but spécifique, tel le « Zoo Passage » en anglais (Fletcher, 1972) pour l'évaluation de la fermeture vélopharyngée, ou les textes de Kuo et Weismer (2016) pour l'évaluation de la réduction vocalique. Pour la plupart des autres, peu d'informations sont disponibles sur la façon dont ils ont été créés : certains sont de simples extraits d'œuvres littéraires (par exemple « La chèvre de Monsieur Seguin » d'Alphonse Daudet (1869) en français et « Pierrot » de Maupassant (1882) employé dans la BECD), ou des traductions de textes sans adaptation à la langue cible (p.ex. « La Bise et le Soleil », traduit mot-à-mot du texte « The North Wind and the Sun » ; International Phonetic Association, 1999). En français, les trois textes de Harmegnies (1988) ont, pour leur part, été créés dans le cadre d'un travail sur l'évaluation de la parole. Ils comprennent 277 phonèmes et sont phonétiquement équilibrés. Cependant, l'emploi de mots rares et de structures syntaxiques peu communes ainsi que l'absence d'une cohérence discursive est susceptible d'induire des perturbations dans la fluence de la lecture et dans la prosodie (p.ex. « Quand René périt, un chat esseulé grogna fort. À cet instant, Vic sortit contempler le jour naissant. À midi, nerveux, il pensa aux blés mondés de son maître et à tous ceux du pur Roi David. Et puis, les larmes aux yeux, il lut tout Kafka. »).



FIGURE 1 : Échelle de granularité des unités de production de la parole

Enfin, le texte de 188 mots du protocole MonPaGe (Laganaro et al., 2021) (cf. annexe A) a été spécifiquement créé pour l'évaluation de la parole dysarthrique ou apraxique et validé sur des locuteurs francophones de Belgique, France, Québec et Suisse. Il permet l'évaluation de la précision articulatoire, de la coarticulation, de la prosodie dans sa fonction expressive, du débit de parole et de l'effet de fatigue. Publié en 2021, il s'agit, à ce jour, du seul texte francophone pour lequel les critères de construction ont été détaillés par les auteurs. Bien que de nombreux critères aient été pris en compte dans sa construction (cf. annexe A), ceux-ci n'étaient pas basés sur un état des lieux explicite des besoins des cliniciens et des chercheurs. Bien que les objectifs et applications spécifiques puissent différer entre les contextes cliniques et de recherche, ils ont tous en commun le besoin de stimuli standardisés, valides et contrôlant des variables cibles pour permettre l'évaluation de différents aspects de la parole et de la voix.

Afin de combler cette lacune, un groupe de travail francophone international et pluridisciplinaire a été mis en place (auteurs et co-auteurs de ce manuscrit) afin de proposer un nouveau texte de référence spécifiquement conçu pour l'évaluation de la parole et de la voix. L'objectif était également de créer un texte adapté aux spécificités culturelles et linguistiques du français, et prenant en compte les besoins des cliniciens et des chercheurs. Ce groupe intégrait douze experts, dont cinq français, trois belges et deux canadiens, incluant deux membres médecins ORL, quatre linguistes, quatre orthophonistes/logopèdes et deux informaticiens. Deux membres de ce groupe avaient déjà contribué à la création du texte MonPaGe. Les critères de construction de ce texte nous ont été communiqués, et l'autorisation nous a été octroyée de l'utiliser comme base pour la création d'un nouveau texte, en y intégrant d'autres critères pertinents basés sur un état des lieux explicite des besoins des cliniciens et des chercheurs.

La construction du nouveau texte s'est ainsi faite en trois grandes étapes résumées en figure 2 : 1) l'identification des besoins et la définition de la visée ; 2) la détermination des critères de construction ; 3) la construction du texte. Les deux premières étapes ont été décrites plus en détail dans d'autres articles référencés respectivement ci-dessous et ne sont donc que brièvement décrites ci-après. La troisième et dernière étape,

la construction du nouveau texte en français, constitue le focus de cet article.

Étape 1 : Recensement des besoins des cliniciens et chercheurs et définition de la visée du texte.

Premièrement, une brève enquête en ligne a été envoyée à 40 cliniciens francophones (orthophonistes et phoniatres) traitant des troubles de la parole chez l'adulte, en Belgique, en France, au Luxembourg, en Suisse et au Maghreb. L'objectif était de recenser les mesures phares que ces professionnels souhaitaient pouvoir appliquer à un texte dans le cadre de l'évaluation de la parole et de la voix, ainsi que les domaines d'intervention/d'étude ciblés (p. ex. voix, parole, bégaiement) et la population concernée (enfants, adolescents, adultes). Treize personnes ont répondu à l'enquête (12 orthophonistes cliniciennes, 1 orthophoniste enseignante et chercheuse), relevant un intérêt particulier pour les mesures du domaine de l'articulation et de la prosodie, mais aussi de la phonation et de la fluence, dans les domaines de la dysarthrie, du bégaiement/bredouillement et de la dysphonie, avec un intérêt majeur accordé aux adultes.

Deuxièmement, une enquête de consensus internationale Delphi (Pommée, 2022), publiée en 2022, a permis le recensement de mesures de parole et de voix souhaitées sur un nouveau texte standardisé, selon 40 experts internationaux. Une analyse de contenu de leurs réponses ouvertes a permis d'identifier les mesures principales suivantes : mesures suprasegmentales, mesures de qualité vocale, scores de pourcentage d'identification correcte, mesures au niveau du phonème, mesures d'articulation/de précision phonétique/d'intelligibilité dont mesures acoustiques, et évaluations subjectives globales liées à la parole.

Le groupe s'est alors réuni pour synthétiser les résultats en termes de besoins et pour définir ensemble la visée et les applications souhaitées du nouveau texte. Les personnes âgées au minimum de 12 ans ont été ciblées. Ce choix est justifié d'une part pour éviter les thématiques trop infantilisantes pour l'adulte, et d'autre part pour cibler uniquement des individus dont la fluidité de lecture est suffisamment développée.

Ainsi, le texte résultant de ce travail est destiné à fournir un support standardisé pour l'évaluation :

- de l'articulation des sons de la parole (dysarthrie, apraxie) ;
- des variations prosodiques et du comportement phonatoire (dysphonie, harmonisation vocale) ;
- de la fluence/des disfluences (bégaiement/bredouillement) ;

chez les locuteurs âgés d'au moins 12 ans.

Il n'est pas destiné à l'évaluation du niveau de lecture (p. ex., rapidité/précision du décodage graphophonémique ; français langue étrangère), ni à l'évaluation langagière (p. ex., aphasie).

Étape 2 : Recensement, sélection et hiérarchisation des critères de construction

Une fois l'objectif du texte fixé, quatre sources de données ont permis la sélection et la hiérarchisation des critères de construction de celui-ci :

(1) Une recherche bibliographique d'articles décrivant explicitement la création de textes pour l'évaluation de la parole. Quatre articles ont été utilisés comme source principale pour établir une première liste de critères (Kuo & Weismer, 2016 ; Martens et al., 2010 ; Patel et al., 2013 ; Powell, 2006) ;

(2) Les critères identifiés dans ces quatre articles ont ensuite été enrichis avec les critères de création du texte du protocole MonPaGe (Fougeron et al., 2019 ; Laganaro et al., 2021 ; Lévêque et al., 2016 ; Pernon et al., 2020) (cf. annexe A), via une collaboration directe avec les auteurs de ce texte publié un an et demi après la création du groupe de travail.

Sur base de cette collaboration et de la recherche documentaire, une liste de 25 critères potentiels à prendre en compte lors de la création d'un nouveau texte a été établie.

(3) Les participants à l'enquête internationale de consensus Delphi (Pommée, 2022) ont alors, lors du deuxième sondage, sélectionné et classé, parmi cette liste, les critères à prendre en compte pour la création d'un nouveau texte.

(4) Enfin, une revue systématique de la littérature (Pommée, 2021b) visant à identifier les mesures acoustiques corrélées à l'évaluation perceptive de l'intelligibilité nous a amenés à ajouter trois critères afin de rendre possibles des

mesures phonémiques, dont le besoin avait été exprimé par les cliniciens.

L'ensemble de critères pris en compte pour la création du nouveau texte est disponible en tableau 1 dans la section « Résultats ».

Étape 3 : Construction du nouveau texte

L'objectif de cet article est de décrire les caractéristiques de ce nouveau texte intitulé « Le voyage d'Alice », créé spécifiquement pour l'évaluation de la parole et de la voix en Français. Les prochaines sections se concentreront sur la création de ce texte, ainsi que sur la présentation d'un outil d'extraction automatique de mesures acoustiques et des valeurs de référence préliminaires obtenues à partir des productions de locuteurs sains. Cet outil d'analyse acoustique contribue à répondre au besoin de mesures objectives de la parole et de la voix pour une évaluation plus fiable et valide, autant en pratique clinique (Pommée, 2021a) qu'en recherche scientifique (Pommée, 2021b). Afin d'en illustrer l'utilisation à des fins de recherche, cet outil a été employé dans le présent article afin d'objectiver des différences acoustiques liées aux dialectes régionaux et au genre des locuteurs. La reproductibilité des mesures extraites est également investiguée.

Ainsi, après la construction du texte et la création d'un protocole d'extraction automatique de mesures acoustiques, une étude préliminaire a d'abord été menée sur des locuteurs belges, français et québécois afin de vérifier que le nouveau texte est facilement lisible au regard des spécificités régionales ; l'effet de la variante régionale du français a été investigué à l'aide de l'outil d'extraction automatique de mesures acoustiques. Ensuite, une seconde étude a permis d'appliquer cet outil sur un échantillon plus important, pour analyser la stabilité des mesures à travers des lectures répétées ainsi que l'effet du genre sur ces mesures, et de proposer des valeurs de référence préliminaires sur des locuteurs français.

MÉTHODOLOGIE

Construction du texte

Une première version du nouveau texte a été construite en se basant sur le texte du protocole MonPaGe, en gardant les principaux critères de construction et en le rendant conforme a

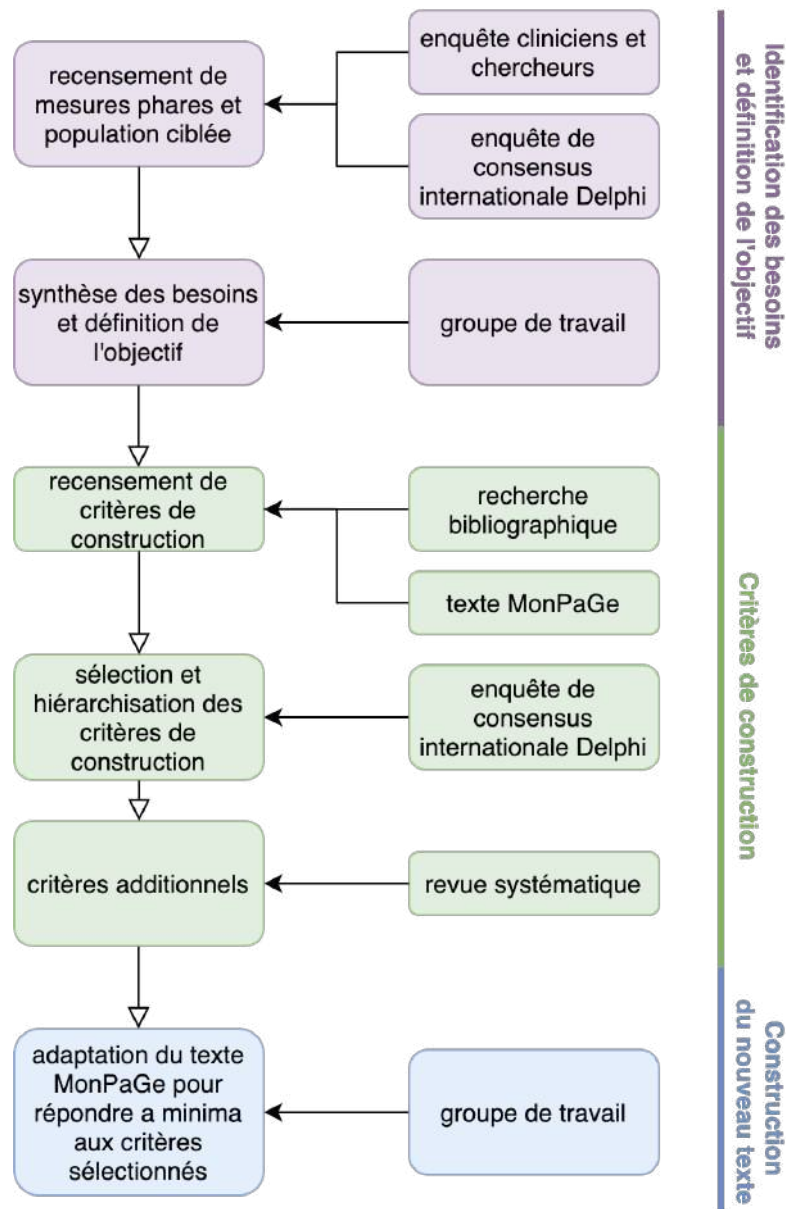


FIGURE 2 : Processus de création du nouveau texte pour l'évaluation de la parole et de la voix

minima aux dix critères principaux identifiés dans l'étude Delphi. S'en est suivi un processus itératif d'adaptation du texte impliquant le groupe de travail afin de l'ajuster à la liste minimale de critères tout en préservant une bonne lisibilité et en adaptant le texte aux contextes culturels (p. ex., inventaire phonémique et choix lexicaux légèrement différents au Canada, en France et en Belgique). En fonction des critères établis lors des étapes préliminaires à la construction du texte, les caractéristiques du nouveau texte « Le Voyage d'Alice » ont été extraites. De plus, le texte a été phonétiquement transcrit en Français standard (européen) et en Français québécois.

Le groupe de travail avait également la volonté de contrôler un maximum de critères dans une première partie du texte, afin de rendre possible une passation rapide éventuelle, adaptée notamment aux populations de patients fatigables. Une étude préliminaire sur la version courte de ce texte est décrite en détail dans (Pommée, 2021c).

Création d'un protocole d'extraction automatique de mesures acoustiques

Le texte étant destiné à l'utilisation par des chercheurs et des cliniciens d'horizons variés, nous avons rédigé un protocole d'extraction de mesures acoustiques libre d'accès et facile d'utilisation par des professionnels non

experts en informatique. Celui-ci permet le prétraitement des fichiers audio¹, un alignement forcé² (p. ex., en utilisant le service gratuit en ligne « WebMAUS Basic »³), puis l'extraction de mesures de qualité vocale et de mesures liées à l'intelligibilité de la parole pour chacune des trois classes de phonèmes (voyelles, consonnes, semi-consonnes) :

(1) Mesures de qualité vocale sur les deux occurrences de la phrase voisée (« mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent ») :

- la proéminence du pic cepstral lissé (« CPPs ») ; le cepstre est « une représentation spectrale du spectre » (Heman-Ackah et al., 2003). Le pic proéminent sur le cepstre est appelé pic cepstral, et il est réciproque à la distance séparant les harmoniques du spectre (il correspond ainsi à la période fondamentale du son) (Hillenbrand & Houde, 1996). Plus le pic cepstral est prononcé, plus le spectre sonore est périodique. Ainsi, plus une voix est dysphonique, moins la composition spectrale harmonique sera « propre », et moins le pic sera discernable. L'utilisation de données du domaine cepstral permet des mesures plus fiables dans les dysphonies sévères (Heman-Ackah et al., 2003). En effet, ces dernières sont caractérisées par un signal peu périodique et se prêtent plus difficilement aux analyses du domaine fréquentiel tels le shimmer, le jitter et le rapport signal/bruit. De plus, les mesures cepstrales permettent l'évaluation du degré de la dysphonie sur un échantillon de parole continue (Delgado-Hernández et al., 2018 ; Lowell et al., 2011).

- la pente du spectre moyen à long terme (« LTAS slope ») ; le spectre moyen à long terme (long-term average spectrum — LTAS en anglais) est un spectre obtenu en moyennant un grand nombre de spectres à intervalles réguliers (p.ex. toutes les 200 ms, donc cinq spectres/seconde) (Master et al., 2006). Les mesures du spectre moyen à long terme (tout comme les mesures cepstrales) ont gagné de l'intérêt dans l'évaluation vocale acoustique, car elles permettent tout comme les mesures cepstrales l'évaluation de la sévérité de la dysphonie sur des échantillons de parole continue (Lowell et al., 2011). L'intensité des différents harmoniques d'un son décroît avec

l'augmentation des fréquences ; ainsi, la « pente spectrale » (exprimée en dB), reliant les points d'amplitude maximale entre les harmoniques, chute. On parle généralement d'une chute de 12 dB par octave en voix « normale ». La pente du spectre moyen à long terme se mesure en divisant l'énergie des fréquences basses (0-1000Hz) par celle des fréquences hautes (1000-10000Hz) à travers le spectre moyen à long terme (Volín & Zimmermann, 2011). Une énergie harmonique diminuée dans les hautes fréquences (donc une pente accentuée) peut être liée à une voix soufflée ou hypofonctionnelle (Dromey, 2003 ; Hammarberg et al., 1980).

- l'inclinaison de la courbe de tendance à travers le spectre moyen à long terme (« LTAS tilt ») ; il s'agit de la différence d'énergie de la droite de régression (prédiction de l'énergie en fonction de la fréquence) entre 0-1000Hz et 1000-10000Hz à travers le spectre moyen à long terme (Smith & Goberman, 2014).

(2) Mesures vocaliques : traçage du triangle vocalique et calcul de l'aire du triangle relative à un triangle de référence ; la mesure du triangle vocalique est sensible aux différences d'intelligibilité dans la parole saine (Bond & Moore, 1994) et est couramment utilisée pour rendre compte de la centralisation des voyelles (Liu et al., 2005 ; Weismer et al., 2001).

(3) Mesures consonantiques : calcul des moments spectraux sur les consonnes en contexte /aCa/ ; il est communément admis que la forme spectrale est caractéristique de la longueur et de la forme de la cavité antérieure à la constriction articulatoire (Behrens & Blumstein, 1988 ; Kay, 2012 ; Stevens, 1998). Les fricatives labiodentales et plosives labiales présentent en théorie des spectres plutôt plats, alors que les consonnes (palato-) alvéolaires présentent une forme spectrale bien définie et pointue (Jongman et al., 2000 ; Repp & Lin, 1989). Des liens directs entre les moments spectraux et les mesures articulatoires physiologiques ont été suggérés (Cattelain, 2019 ; Iskarous et al., 2011). De ce fait, ces mesures suscitent entre autres un intérêt en application clinique. De nombreuses études montrent que les moments spectraux peuvent être utilisés pour « objectiver » les différences

1 Transformation en fichiers audio avec une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et une résolution de 16 bits.

2 L'alignement forcé consiste à aligner dans le temps un fichier audio avec sa transcription orthographique afin d'obtenir une segmentation lexicale ou phonémique.

3 <https://clarin.phonetik.uni-muenchen.de/BASWebServices/interface/WebMAUSBasic>

entre la parole naturelle et « atypique ». Ainsi, les moments spectraux ont pu être utilisés pour évaluer la dysarthrie (p. ex. Dromey, 2003 ; Hernandez et al., 2019 ; Kay, 2012 ; Kent et al., 1999 ; Tjaden & Martel-Sauvageau, 2017). Ils seraient donc a priori pertinents pour l'évaluation de l'efficacité thérapeutique ou de la progression pathologique (Tjaden et al., 2010).

(4) Mesures semi-consonantiques : mesure de la pente des trois premiers formants dans les semi-consonnes ; il s'agit de mesures donnant des informations sur la dynamique articulatoire. Dans le vieillissement sain, par exemple, une diminution de l'intelligibilité peut être en partie attribuée à un ralentissement des mouvements de la langue (Kuruvilla-Dugdale et al., 2020), reflétée dans ces mesures dynamiques. En parole pathologique, la pente de F2 est considérée comme un indicateur de la lenteur articulatoire (Kent et al., 1989 ; Kim et al., 2009 ; Weismer et al., 1992).

Ces mesures sont détaillées dans le document explicatif disponible dans un dossier en ligne, avec les scripts, les consignes pour l'utilisation de ce protocole et des recommandations pour l'enregistrement d'échantillons de parole, via l'adresse :

<https://www.irit.fr/SAMOVA/site/ressources/> (onglet « Le voyage d'Alice »).

L'utilisation de cet outil nécessite le gratuiciel Praat (Boersma & Weenink, 2017), ainsi que le gestionnaire de paquets open-source Conda (Anaconda Software Distribution, 2017), pour lesquels les étapes d'installation sont également détaillées dans le document en ligne.

Étude préliminaire internationale

Locuteurs et enregistrements

Afin de vérifier que le nouveau texte est exploitable en termes de facilité de lecture au regard des spécificités régionales dans les trois pays francophones inclus dans le groupe de travail, nous avons enregistré des locuteurs sains francophones en France (Toulouse), en Belgique (Liège et Eupen) et au Canada (Québec). L'échantillon est composé de 17 locuteurs (cinq femmes et trois hommes en France, trois femmes et trois hommes en Belgique, un homme et deux femmes au Québec), avec un âge médian de 29 ans (EIQ = 7). Après une lecture silencieuse, chaque locuteur a effectué une lecture à voix

haute du texte en entier, en utilisant un volume de voix et un débit de parole confortables, i.e. habituels, sans lecture théâtrale.

Analyses

Une analyse qualitative a été effectuée pour relever d'éventuelles difficultés de lecture dans les différentes régions concernées, en notant les hésitations et erreurs de lecture récurrentes ainsi que les éventuels retours des lecteurs sur la facilité de lecture. Des mesures acoustiques de qualité de la voix et des phonèmes ont été extraites à l'aide du protocole d'extraction automatique des mesures acoustiques décrit ci-avant pour analyser l'effet de la variante régionale du français.

Étude principale - Lisibilité globale et valeurs de référence acoustiques

À la suite de l'étude préliminaire, nous avons souhaité valider l'utilisation du texte et de l'outil d'extraction automatique de mesures acoustiques sur un échantillon plus large, afin d'analyser la lisibilité globale du texte et de proposer des valeurs de référence pour l'outil d'extraction de mesures acoustiques chez des locuteurs français.

Locuteurs et enregistrements

Soixante-cinq locuteurs adultes sains français (sans troubles de la parole, de la voix ou de l'audition) ont participé à cette étude, dont 33 hommes et 32 femmes âgés de 21 à 66 ans, avec un âge médian de 40 (EIQ = 24,5). Après une lecture silencieuse, chaque locuteur a effectué trois lectures successives à voix haute du texte en entier. Tous les enregistrements ont été effectués dans une pièce calme avec un microphone à condensateur supercardioïde Thomann t.bone HC 444 TWS de type serre-tête, à environ 5 cm des lèvres du locuteur, à l'aide d'un enregistreur ZOOM H4n Pro, avec des paramètres d'enregistrement constants : une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, 16 bits par échantillon, un niveau d'entrée de 30 dB avec enregistrement par un microphone mono. Le post-traitement du signal audio consistait en un sous-échantillonnage à 16 kHz.

Analyses

Pour évaluer la facilité de lecture du nouveau texte, l'examineur (identique pour tous les locuteurs) et le locuteur ont évalué la facilité globale de lecture sur une échelle de 1 (très difficile) à 10 (très facile), immédiatement après la première

Le voyage d'Alice

Lundi matin, Alice et son Papa vont à Malibou.

Là-bas, ils rejoignent Papy après un voyage sans soucis.

Il fait chaud, mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent.

Vers midi, Alice s'exclame : « J'ai vraiment très très faim ! ».

Papy les guide alors vite vers un café luxueux au bord de l'eau : Le Bigorneau Salé.

Mardi, ils vont à la plage.

Il n'y a pas un nuage dans le ciel. Papa s'interroge : « Avons-nous pris la crème solaire ? »

« Bien sûr ! », répond Alice.

Mercredi, Papa et Papy se baladent en bavardant.

Pendant ce temps, Alice se détend en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas.

Jeudi, elle va faire un jogging.

Papa lui crie : « Nous partons faire quelques achats ! »

Au magasin, Papy achète des noix de macadamia.

Vendredi, ils visitent un musée d'art abstrait.

Papa s'extasie devant un splendide tableau et demande : « Qui a donc créé cette œuvre ? ».

Samedi matin, Alice s'entraîne pour la soirée karaoké en répétant rapidement : « pataka pataka pataka ».

Samedi soir, ils fêtent leur départ en dansant la java sous le lilas.

Comme à l'arrivée, il fait chaud, mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent.

Dimanche, Alice, Papa et Papy quittent Malibou.

Ils rentrent affamés.

À table, il y a de la pizza garnie et des lasagnes aux champignons.

Rassasiés, ils s'exclament : « Quel séjour extraordinaire ! »

FIGURE 3 : « Le voyage d'Alice », un texte spécifiquement créé pour l'évaluation de la parole et de la voix en français.

lecture à voix haute. L'examineur a ensuite a posteriori annoté chaque enregistrement avec le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2017), en identifiant les erreurs de lecture (substitutions, omissions, ajouts et inversions de phonèmes, syllabes et mots), les hésitations, les répétitions de phonèmes, syllabes et mots, ainsi que les pauses remplies (p. ex. « euh »). Deux évaluateurs ont ensuite analysé ces annotations pour relever sur quels mots ces disfluences sont apparues. Enfin, nous avons mesuré le temps de lecture, le débit de parole (syllabes par seconde, incluant les pauses) et le débit d'articulation (syllabes par seconde, excluant les intervalles sans parole tels que détectés à l'aide de l'outil Google WebRTC Voice Activity Detector⁴ (Sredojev et al., 2015), avec une agressivité de 2) en syllabes par seconde et le temps moyen des pauses. Des analyses descriptives et de distribution de fréquences ont été employées sur les évaluations de facilité de lecture, ainsi que pour décrire les disfluences de lecture et les mesures acoustiques.

Sur les valeurs obtenues à l'aide de l'outil d'extraction automatique de mesures acoustiques, nous avons tout d'abord analysé les différences éventuelles entre les trois répétitions,

en employant soit l'ANOVA à mesures répétées, soit le test de Friedman selon la normalité (diagrammes Q-Q) et la sphéricité (test de Mauchly) des données. Les comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide du test posthoc de Tukey (ANOVA) et de Durbin-Conover (Friedman). Nous avons ensuite investigué l'effet du genre en utilisant soit le test T de Student, soit le test de Wilcoxon, selon la normalité des données (test de Shapiro-Wilk) – sur la deuxième lecture du texte, afin d'éviter les effets d'éventuelles différences significatives entre les trois répétitions. Des données descriptives ont ensuite été calculées pour chaque mesure, sur la deuxième lecture. Lorsqu'un effet de genre statistiquement significatif était constaté, les données descriptives ont été mesurées séparément pour les hommes et les femmes.

RÉSULTATS

Le texte et ses caractéristiques

Le texte intitulé « Le voyage d'Alice » est présenté en figure 3. Sa transcription phonétique en français standard (avec les variations de prononciation françaises et belges et liaisons possibles) et en français québécois est disponible

⁴ Disponible en ligne : <https://github.com/wiseman/py-webrtcvad>

en annexe B. La première partie de ce texte, pour une éventuelle passation rapide, est présentée en gras. Notons que la dernière phrase (« Mardi... ») est incluse uniquement afin d'éviter un relâchement prosodique en fin de lecture du segment d'intérêt, mais n'est pas prise en compte dans l'évaluation. Rappelons que pour l'ensemble des résultats présentés dans cet article, les valeurs sont basées sur l'analyse du texte entier, et ne

sont pas directement applicables à une lecture partielle en passation rapide.

Les 24 critères pris en compte lors de la création de ce texte sont décrits dans le tableau 1. La majorité des critères a également été respectée dans la version courte – dont tous les critères issus des résultats de l'étude Delphi mis à part la répétition de mots. Les éléments n'ayant pas

TABLEAU 1 : Liste des 24 critères pris en compte lors de la création du texte « Le voyage d'Alice ».

Niveau sous-lexical	<p>1. Inventaire phonémique complet</p> <p>a. Glides</p> <p>b. Répétitions multiples des voyelles cardinales</p> <p>c. Consonnes</p> <p>2. Équilibre phonétique</p> <p>3. Prise en compte des positions dans le mot et du contexte phonémique</p> <p>a. Voyelles en syllabes ouvertes et fermées</p> <p>b. Consonnes non-sonantes en contexte vocalique fixe*</p> <p>c. Occlusives sourdes et clusters consonantiques en initiale de mot (fluence)</p> <p>d. Clusters consonantiques avec occlusive sourde suivie d'une consonne sonore (fluence)</p> <p>4. Inclusion de clusters consonantiques</p> <p>5. Mots bisyllabiques CV1CV1 – CV1CV2 (mesure de la coarticulation voyelle-à-voyelle)</p> <p>6. Contrastes consonnes et voyelles nasales-orales (nasalité)</p> <p>7. Voyelles avec contraste de hauteur de la langue (/i – é – è – a/) (précision articulatoire : mesure de la différence F1-F2)</p> <p>8. Consonne /s/ suivie des voyelles cardinales (/sa, si, su/) (précision articulatoire : mesure du 1er moment spectral sur la fricative)</p> <p>9. Inclusion de /t, d/ après /i/ (phonation : mesure de F1 en offset de /i/ devant /t, d/, indice de voisement)</p> <p>10. Enchaînement de voyelles et de fricatives sourdes (phonation : flux d'air continu avec voisement intermittent, pose de la voix sur le souffle)</p> <p>11. Paires minimales de consonnes sourdes-sonores* (phonation)</p> <p>12. Voyelle en initiale de mot, en début de phrase ou de groupe prosodique (coups de glotte, forçage vocal)</p>
Niveau lexical	<p>13. Mots de complexité articulatoire/phonétique variée (mots simples et mots complexes)</p> <p>14. Répétition de mots et de paires de mots de longueur/complexité croissante (apraxie vs dysarthrie) *</p> <p>15. Stimuli utilisés dans d'autres tâches d'évaluation de la parole*</p> <p>16. Contrôle de la fréquence lexicale*</p>
Niveau phrastique	<p>17. Éléments prosodiques divers : toutes les modalités*, focus</p> <p>18. Phrases de longueur variée (soutien respiratoire, groupes de respiration, fatigabilité)</p> <p>19. Répétition d'un segment en début et en fin de texte (effet de fatigue/échauffement) *</p> <p>20. Phrase à prédominance nasale vs orale*</p> <p>21. Inclusion des segments 100 % voisés</p>
Niveau global	<p>22. Longueur globale du texte : environ 200 mots</p> <p>23. Thématique contemporaine, aussi neutre que possible</p> <p>24. Lisibilité</p>

En gras, les critères minimaux selon l'étude de consensus internationale Delphi.

pu être contrôlés dans la version courte sont identifiés par un astérisque dans le tableau 1. Le détail de la mise en application de ces critères pour les deux versions est décrit en annexe C.

Étude préliminaire internationale

Faisabilité et lisibilité

L'analyse qualitative des enregistrements a permis d'établir qu'après une lecture silencieuse du texte entier, sa lecture à voix haute ne semble pas poser de difficultés particulières. En effet, très peu d'hésitations ont été observées (médiane = 0, EIQ = 1), et ce quelle que soit la variante du français. Seuls les locuteurs du Québec ont indiqué que certains mots sont peu ou pas employés au quotidien (p. ex., « bigorneau », « java » et « macadamia » - qui se dit également « macadam » en français québécois). L'absence d'erreurs et d'hésitations sur ces mots suggère qu'ils n'affectent ni la fluidité ni le naturel de la lecture à voix haute chez ces locuteurs.

Effet de la variante régionale du français sur les mesures acoustiques

Les données descriptives pour les différences statistiquement significatives sont reprises dans le tableau 2.

Pour les mesures de qualité vocale, un test de Kruskal-Wallis a montré des différences significatives pour les trois mesures ($p=0,0001$ pour CPPs et pente du spectre moyen, $p=0,0009$ pour l'inclinaison). Les comparaisons multiples à l'aide du test de Dunn (avec correction de Bonferroni) ont révélé un CPPs moyen significativement plus élevé chez les locuteurs canadiens par rapport aux locuteurs français et belges ($p<0,0001$). Les valeurs de pente du spectre moyen étaient également significativement plus élevées chez

les locuteurs canadiens que chez les locuteurs français et belges ($p<0,00001$), mais aussi chez les locuteurs belges par rapport aux locuteurs français ($p<0,03$). Enfin, l'inclinaison était plus importante chez les locuteurs canadiens par rapport aux locuteurs français ($p=0,0004$).

Pour l'aire relative du triangle vocalique, une ANOVA à un facteur a montré des valeurs statistiquement différentes en fonction du pays ($F=20,46$; $p<0,001$). Des comparaisons post-hoc à l'aide du test de Tukey ont montré que les valeurs des locuteurs belges se différenciaient significativement de celles des Français ($p<0,001$) et des Canadiens ($p<0,001$).

En ce qui concerne les moments spectraux consonantiques et les mesures semi-consonantiques, le test de Kruskal-Wallis avec le test de Dunn pour les comparaisons par paires (phonème par phonème, pour chaque moment avec correction de Bonferroni) n'a révélé aucune différence significative entre les trois variantes régionales pour un même phonème.

Étude principale - Lisibilité globale et valeurs de référence acoustiques

Facilité de lecture et disfluences

La facilité de lecture telle qu'estimée par l'examineur atteint une moyenne de 8,23 (écart-type = 0,83, min = 6, max = 10). Quant à la facilité de lecture estimée par les locuteurs, elle a atteint une moyenne de 8,05 (écart-type = 1,43, min = 3, max = 10). La majorité des locuteurs (45/65, soit 69%) ont octroyé un score de facilité de lecture supérieur ou égal à 7/10. Seuls deux locuteurs ont jugé la facilité de lecture inférieure à 6/10 ; notons que ces deux mêmes locuteurs ont obtenu un score de 7/10 par l'examineur.

TABLEAU 2 : Données descriptives des mesures CPPs, slope et tilt pour les locuteurs belges, canadiens et français.

Catégorie	Mesure	Belgique (N=6)	Canada (N=3)	France (N=8)
Qualité vocale		Médiane [IIQ]	Médiane [IIQ]	Médiane [IIQ]
	CPPs	10,83 dB [10,19 ; 12,16]	13,68 dB [12,64 ; 15,13]	11,4 dB [10,58 ; 12,08]
	Slope	-26,55 dB [-28,71 ; -23,51]	-15,31 dB [-19,58 ; -12,95]	-28,31 dB [-30,39 ; -26,07]
	Tilt	-11,96 dB [-12,36 ; -11,1]	-12,63 dB [-13,24 ; -11,51]	-11,41 dB [-11,8 ; -11,06]
Voyelles		Moyenne [E.T.]	Moyenne [E.T.]	Moyenne [E.T.]
	Aire relative du triangle	143,33 % [13,37]	115,17 % [11,16]	119,94 % [23,84]

IIQ, intervalle interquartile ; E.T., écart-type ; CPPs, cepstral peak prominence smoothed

Il y a globalement peu d'hésitations (moyenne sur les trois répétitions : 0,38, E.T. : 0,63, mode : 0, max : 3), de répétitions (moyenne : 0,29, E.T. : 0,58, mode : 0, max : 3) et d'erreurs de lecture (moyenne : 1,54, E.T. : 1,44, mode : 1, max : 8). Le nombre d'hésitations est demeuré statistiquement

similaire au fil des lectures (test de Friedman $\chi^2(2) = 0,67$, $p = 0,71$). Les répétitions de phonèmes, de syllabes ou de mots étaient également statistiquement similaires au fil des lectures (test de Friedman $\chi^2(2) = 0,73$, $p = 0,70$). Les erreurs de lecture (ajouts, omissions, substitutions et

TABLEAU 3 : Résultats des analyses de la reproductibilité et de l'effet du genre pour les mesures extraites du texte « Le voyage d'Alice ».

Catégorie	Mesure	Reproductibilité	Effet de genre ¹
Qualité vocale	CPPs	Augmentation ² F(2,128) = 15.4, $p < .001$	n.s. ⁵ U = 379, $p = .052$
	Spectral tilt	Augmentation ² F(2,128) = 5.02, $p = .008$	n.s. ⁶ t(63) = 0.28, $p = .784$
	Spectral slope	Diminution ² F(2,128) = 3.2, $p = .044$	n.s. ⁶ t(63) = -1.13, $p = .265$
Consonnes	Centre de gravité	n.s. ³ $\chi^2(2) = 1.60$, $p = .45$	/p, t, k, b, f, v / : n.s. /d, g, s, j, z, ʒ / : Différence significative
	Déviation standard	n.s. ³ $\chi^2(2) = 0.63$, $p = .73$	/p, t, b, g, f, s, j, v, z, ʒ / : n.s. /k, d / : Différence significative
	Asymétrie	n.s. ³ $\chi^2(2) = 0.59$, $p = .75$	/p, t, k, b, g, f, j, v, z, ʒ / : n.s. /d, s, z / : Différence significative
	Aplatissement	n.s. ³ $\chi^2(2) = 1.48$, $p = .48$	/p, t, k, b, f, s, j, v, z, ʒ / : n.s. /d, g, z / : Différence significative
Semi-consonnes	Pente de F1	n.s. ³ $\chi^2(2) = 3.27$, $p = .195$	/ʃ / : n.s. /j, w / : Différence significative
	Pente de F2	n.s. ³ $\chi^2(2) = 0.213$, $p = .899$	/ʃ / : n.s. /j, w / : Différence significative
	Pente de F3	n.s. ³ $\chi^2(2) = 3.64$, $p = .162$	/ʃ / : n.s. /j, w / : Différence significative
Voyelles	Aire relative du triangle vocalique	n.s. ⁴ F(1.77,113.59) = 0.08, $p = .91$	F>H ⁶ t(63) = 5.39, $p < .001$
Prosodie	fo moyenne	n.s. ³ $\chi^2(2) = 6.12$, $p = .05$	F>H ⁵ U = 21, $p < .001$
	fo écart-type	n.s. ³ $\chi^2(2) = 5.29$, $p = .07$	F>H ⁵ U = 51, $p < .001$
	Durée de parole	Diminution ³ $\chi^2(2) = 17.2$, $p < .001$	F>H ⁵ U = 3533, $p = .002$
	Débit de parole	Augmentation ⁴ F(1.75,111.72) = 12.8, $p < .001$	F<H ⁶ t(63) = -2.14, $p = .036$
	Débit d'articulation	Augmentation ⁴ F(1.79,114.6) = 38.5, $p < .001$	F<H ⁶ t(63) = -2.19, $p = .032$
	Durée des pauses	n.s. ² F(2,128) = 2.48, $p = .09$	n.s. ⁶ t(63) = 0.005, $p = .996$

¹ Analyse effectuée sur la deuxième répétition du texte (N=65) ;

² ANOVA à mesures répétées ;

³ Test de Friedman ;

⁴ ANOVA à mesures répétées avec correction de sphéricité de Huynh-Feldt ;

⁵ Wilcoxon ;

⁶ Test T ;

n.s., non-significatif ; F, femmes ; H, hommes ; CPPs, cepstral peak prominence smoothed ; F1-3, premier, deuxième et troisième formants ; fo, fréquence fondamentale

inversions de phonèmes, de syllabes ou de mots) quant à elles ont significativement diminué entre la première et la troisième lecture (ANOVA à mesures répétées : $F(2,128) = 3,18, p = 0,04$, avec une différence significative entre la première et la troisième lecture, mesurée à l'aide du test post-hoc de Tukey), la moyenne passant de 1,82 à 1,31 et le maximum passant de 8 à 4. Les erreurs les plus fréquentes étaient l'omission de « vite » dans « Papy les guide alors vite vers un café » (48 sur les 195 lectures, soit 25%), l'omission de « de » dans « il y a de la pizza » (22/195, soit 11%), les substitutions de « papa »/« papy » (18/195, soit 9%), la répétition de « s » dans « s'exclament » (12/195, soit 6%) ainsi que l'ajout de « de » dans « Avons-nous pris [de] la crème solaire ? » (11/195, soit 6%).

Mesures acoustiques

Le tableau 3 présente les résultats des analyses de l'effet de genre, de la reproductibilité, et les données descriptives pour chaque mesure extraite du texte « Le Voyage d'Alice » à l'aide du protocole acoustique.

Stabilité des mesures entre les lectures

Les résultats statistiques concernant la reproductibilité entre les lectures sont présentés au tableau 3. Pour les mesures de consonnes et de semi-consonnes, le test de Friedman n'a montré aucune différence entre les lectures. L'ANOVA à mesures répétées avec correction de sphéricité de Huynh-Feldt n'a montré aucune différence significative entre les lectures pour l'aire du triangle vocalique. Pour les mesures de qualité vocale, l'ANOVA à mesures répétées a montré une différence significative pour toutes les mesures. Les tests post-hoc de Tukey ont montré une augmentation significative du CPPs médian entre la première lecture (11,3) et les deuxième (11,8) et troisième (11,9) lectures ; ainsi qu'une différence significative de la pente et de l'inclinaison du spectre moyen entre la première (pente=-27,7, inclinaison=-11,7) et la troisième (pente=-27,6, inclinaison=-11,80) lectures. Pour les mesures prosodiques, le test de Friedman pour la moyenne et l'écart-type de la F0 et l'ANOVA à mesures répétées pour la durée des pauses n'ont révélé aucune différence significative entre les lectures. Le test de Friedman pour la durée de lecture et l'ANOVA à mesures répétées avec correction de sphéricité de Huynh-Feldt pour le débit de parole et le débit d'articulation ont montré

une différence significative entre les lectures. Plus précisément, le test post-hoc de Durbin-Conover montre une diminution significative du temps de lecture entre les première (89,5 secs) et deuxième (87,1 secs) lectures et la troisième (85,5 secs) lecture, et les tests post-hoc de Tukey ont montré une augmentation significative du débit de parole entre la première (4,38 syllabes/sec) et la deuxième (4,50 syllabes/sec) lecture, et celui de la troisième lecture (4,59 syllabes/sec) et du débit d'articulation entre chaque lecture (5,21, 5,33 et 5,44 syllabes/sec, respectivement).

Effet de genre

Les résultats des analyses sur l'effet de genre sont présentés au tableau 3. Les analyses n'ont montré aucun effet de genre pour les trois mesures de qualité vocale et la durée des pauses. Les résultats ont montré des valeurs moyennes plus grandes chez les femmes que chez les hommes pour l'aire relative du triangle vocalique (124% contre 120%), la fo moyenne (193 Hz contre 114 Hz), l'écart-type de la fo (48 Hz contre 25 Hz) et la durée de lecture (90,4 secondes contre 85,4). À l'inverse, les hommes ont présenté des valeurs plus élevées pour le débit de parole (4,54 syll/sec contre 4,27) et le débit d'articulation (5,43 syll/sec contre 5,14). Les moments spectraux sur les consonnes et les mesures de pentes sur les semi-consonnes ont montré des résultats variables de différences du genre, selon les phonèmes analysés (voir tableau 4).

Valeurs de référence

Les valeurs de référence obtenues chez les locuteurs français (médiane et étendue interquartile ou moyenne et écart-type) pour chacune des mesures acoustiques sont présentées au tableau 4. Les données sont rapportées séparément pour les hommes et les femmes lorsqu'un effet significatif du genre a été observé.

DISCUSSION

Le texte « Le voyage d'Alice » a été conçu pour répondre à l'utilité d'un texte en français construit spécifiquement pour l'évaluation de la parole et de la voix en contexte clinique comme en recherche. En plus d'évaluer la lisibilité et l'applicabilité du texte aux populations francophones européennes et canadiennes, cette étude a permis de valider un algorithme d'analyse acoustique du texte et d'en tirer des valeurs de référence pour la

TABLEAU 4 : Valeurs de référence pour les mesures extraites du texte « Le voyage d'Alice »

Catégorie	Mesure	Valeurs de référence ^{1,2}				
Qualité vocale	CPPs	11.83 (1.55)				
	Spectral tilt	-11.71 (0.70) *				
	Spectral slope	-27.58 (2.53) *				
Consonnes	Centre de gravité	/p/	3436 (329)			
		/t/	3728 (788)			
		/k/	3211 (839)			
		/b/	2484 (1154)			
		/d/	F : 3123 (1001)	H : 2125 (804)		
		/g/	F : 2919 (539)	H : 2474 (516)		
		/f/	4557 (819)			
		/s/	F : 6574 (929)	H : 6130 (571)		
		/ʃ/	F : 4135 (818)	H : 3601 (759)		
		/v/	3086 (1157)			
		/z/	F : 6364 (463)	H : 5742 (630)		
		/ʒ/	F : 3973 (759)	H : 3433 (685)		
		Déviation standard		/p/	1643 (329)	
	/t/			1584 (788)		
	/k/			F : 1421 (379)	H : 1269 (293)	
	/b/			1423 (552)		
	/d/			F : 1479 (665)	H : 1106 (498)	
	/g/			1013 (376)		
	/f/			1636 (268)		
	/s/			971 (240)		
	/ʃ/			1165 (440)		
	/v/			1629 (616)		
	Asymétrie		/z/	1107 (448)		
/ʒ/			1008 (380)			
/p/			0.74 (0.44)			
/t/			0.58 (0.94)			
/k/			1.43 (1.08)			
/b/			1.44 (1.31)			
/d/			F : 1.36 (1.65)	H : 2.22 (1.49)		
/g/			2.18 (1.50)			
/f/			-0.08 (0.70)			
/s/			F : -1.53 (1.27)	H : -0.92 (1.03)		
/ʃ/	1.02 (1.58)					
/v/	0.98 (1.13)					
/z/	F : -1.72 (1.27)	H : -1.09 (0.98)				
/ʒ/	1.24 (0.96)					

Catégorie	Mesure		Valeurs de référence ^{1,2}		
Consonnes	Aplatissement	/p/	0.58 (1.87)		
		/t/	0.58 (2.98)		
		/k/	2.28 (4.26)		
		/b/	1.76 (6.04)		
		/d/	F : 1.75 (4.45)	H : 6.11 (8.87)	
		/g/	F : 5.39 (4.76)	H : 8.29 (10.8)	
		/f/	-0.69 (0.66)		
		/s/	3.53 (4)		
		/ʃ/	0.04 (5.16)		
		/v/	0.86 (5.03)		
		/z/	F : 5.22 (7.49)	H : 2.23 (3.89)	
		/ʒ/	1.11 (4.68)		
		Semi-consonnes	Pente de F1	/ɥ/	0.28 (1.10)
/j/	F : -0.06 (2.20)			H : -1.52 (1.34)	
/w/	F : -0.65 (2.26)			H : -3.55 (2.39)	
Pente de F2	/ɥ/		-0.50 (5.17)		
	/j/		F : -2.79 (3.03)	H : -4.63 (2.13)	
	/w/		F : -1.96 (4.45)	H : -6.66 (4.62)	
Pente de F3	/ɥ/		-1.10 (9.16)		
	/j/		F : -3.68 (2.40)	H : -5.23 (1.96)	
	/w/		F : -2.52 (4.45)	H : -7.01 (4.32)	
Voyelles	Aire relative du triangle vocalique	F : 124 (14) *	H : 100 (22) *		
Prosodie	f_o moyenne	F : 193 (26)	H : 114 (25)		
	f_o écart-type	F : 48 (9)	H : 25 (7)		
	Durée de parole	F : 90.4 (14.4)	H : 85.4 (12.3)		
	Débit de parole	F : 4.27 (0.50) *	H : 4.54 (0.51) *		
	Débit d'articulation	F : 5.14 (0.51) *	H : 5.43 (0.53) *		
	Durée des pauses	0.23 (0.07) *			

¹ Analyse effectuée sur la deuxième répétition du texte (N=65)

² Données rapportées en médiane (étendue interquartile) sauf pour celles identifiées par un astérisque (*) qui sont rapportées en moyenne (écart-type)

F, femmes ; H, hommes ; CPPs, cepstral peak prominence smoothed ; F1-3, premier, deuxième et troisième formants ;

f_o , fréquence fondamentale

population française. Rappelons que l'ensemble des résultats présentés dans cet article sont basés sur l'analyse du texte entier et ne sont donc pas directement applicables à une lecture partielle en passation rapide.

Caractéristiques du texte

Le texte a été adapté du texte du protocole MonPaGe, en respectant les critères de construction initiaux et en l'enrichissant de nouveaux critères, basés

sur une revue systématique de la littérature, une enquête adressée à des cliniciens francophones, et une étude de consensus Delphi internationale. Il en résulte un texte dont le contenu est moins infantilisant, dont les contextes d'utilisation (voix, parole et fluence) sont plus larges que le texte initial destiné à l'évaluation des troubles moteurs de la parole (dysarthrie, apraxie) et qui a été pensé en vue de permettre l'extraction de mesures acoustiques. Ce nouveau texte est adapté à une utilisation dans

les trois pays inclus dans cette étude (Belgique, France, Canada), ce qui apportera un avantage important quant à la comparabilité des résultats des études francophones sur la voix et la parole menées dans ces pays et facilitera grandement les collaborations internationales, dans l'objectif d'enrichir ensemble les connaissances et le progrès scientifiques au lieu de progresser par « îlots » individuels. De plus, ce texte s'avérant adapté à la fois pour une utilisation en recherche scientifique et en pratique clinique, nous espérons qu'il contribuera à combler le fossé persistant entre la recherche et la clinique, et à favoriser la recherche translationnelle afin d'améliorer les pratiques d'évaluation et de prise en charge des troubles de la voix et de la parole en clinique francophone.

Notons que le texte MonPaGe doit être employé dans le cadre de l'utilisation du protocole MonPaGe complet, ce protocole ayant été validé sur base d'une passation entière et proposant notamment des liens entre le texte et d'autres épreuves (p. ex. intégration des jours de la semaine pour comparer avec une épreuve de langage automatique). De plus, alors que le texte « Le voyage d'Alice » semble plus approprié pour les patients adultes, le texte MonPaGe est à privilégier pour les populations d'enfants/jeunes ados, au vu de la thématique (le texte MonPaGe ressemblant davantage à un conte pour enfants, alors que le contenu du texte « Le voyage d'Alice » a été pensé pour être moins infantilisant) et de sa plus grande facilité de lecture. En effet, le score de lisibilité de Flesch (1948), sur une échelle de 0 à 100 (0= extrêmement difficile à lire) est de 90 pour le texte MonPaGe (lecture "très facile" pour les enfants âgés de plus de 10 ans), contre 66 pour « Le voyage d'Alice » (lecture facilement compréhensible pour les enfants de 13-15 ans, soit 4e-3e collège en France, 2e-3e secondaire en Belgique et au Québec, cycle d'orientation 10-11 en Suisse). Il est toutefois à noter que bien que le score de facilité de lecture du nouveau texte soit moins élevé, certains éléments du texte MonPaGe ayant été détectés notamment par ses auteurs comme étant perturbateurs de la fluidité de lecture ont été éliminés afin de maximiser la lisibilité du nouveau texte (p.ex. « tout contents » dans « ils étaient tout contents », qui induisait une hésitation entre « tout » et « tous »). Une comparaison détaillée des caractéristiques du texte du protocole MonPaGe et du nouveau

texte « Le voyage d'Alice » est disponible en annexe D.

La présente étude sur un échantillon de locuteurs français confirme la bonne lisibilité du texte. En effet, le score de facilité élevé se reflète dans l'analyse des disfluences qui montre des taux peu élevés d'hésitations et d'erreurs de lecture. Le nouveau texte permet donc de mettre à l'épreuve certains processus articulatoires en intégrant des mots longs et des enchaînements complexes sur le plan articulatoire (p.ex. « extraordinaire », « mercredi », « Alice s'exclame », « les guide alors vite vers »), tout en respectant la fluidité du débit de lecture ainsi que de multiples variations prosodiques. Ces résultats rejoignent les résultats obtenus lors de l'étude préliminaire, dans laquelle une bonne lisibilité du texte avait été observée, sans difficulté particulière en France, en Belgique et au Canada concernant le contenu ou la forme (choix lexicaux, structures syntaxiques, thématique).

Le texte pouvant malgré tout paraître particulier, lorsque les contraintes temporelles le permettent, une première lecture silencieuse permet de familiariser le lecteur afin d'éviter de découvrir le texte tout en le lisant à voix haute. Pour rappel, une lecture du texte entier par un sujet sain dure en moyenne une minute et demie.

Notons toutefois qu'en dépit de la bonne lisibilité du texte observée chez les sujets adultes sains, la lecture fait intervenir des compétences linguistiques telles que le décodage graphophonologique et la reconnaissance lexicale, et peut donc induire un biais de « double tâche » pouvant pénaliser notamment les lecteurs atteints de troubles cognitifs ou langagiers (Roch et al., 2019). Si un tel trouble est suspecté ou avéré, il est suggéré de donner plus de temps au patient pour lire le texte, et de tenir compte des difficultés de lecture éventuelles dans l'analyse des résultats.

Reproductibilité des mesures acoustiques

L'étude préliminaire a montré que le protocole d'extraction de mesures acoustiques permettait une utilisation relativement rapide et aisée des quatre types de mesures (vocaliques, consonantiques, semi-consonantiques et de qualité vocale) sur le texte en employant uniquement des outils libres d'utilisation et ne nécessitant pas de segmentation manuelle de la part de l'examineur. En effet, la segmentation

manuelle d'un texte pâtit non seulement de la subjectivité des règles de segmentation, mais aussi de sa nature chronophage qui empêcherait son utilisation (Rietveld et al., 2004), notamment en contexte clinique.

Sur le plan de la reproductibilité, les mesures consonantiques, vocaliques et semi-consonantiques montrent une bonne reproductibilité au fil des lectures. La qualité vocale, elle, semble s'améliorer légèrement au fil des lectures, soulignant un probable effet d'échauffement. Bien que statistiquement significatives, les différences de médianes observées sont de l'ordre décimal, ce qui représente très probablement une modification ni audible ni cliniquement significative. En effet, Heman-Ackah et al. (2014) ont par exemple mesuré une différence de 2,2 dB entre les moyennes des sujets normophoniques et dysphoniques pour le CPPs. Les différences que nous avons observées entre les lectures répétées sont bien moins élevées. Cependant, alors que Eddins et al. (2021) se sont intéressés aux différences acoustiques minimales conduisant à un changement de perception de raucité et de souffle dans la voix reflétées par des unités physiques (rapport signal-bruit et modulation de l'amplitude), aucune étude ne s'est encore intéressée à la différence minimale cliniquement significative pour les mesures de qualité vocale ici employées. Nous ne pouvons donc pas confirmer que les différences observées entre les lectures répétées dans nos résultats ne sont pas cliniquement significatives.

Les indices de dispersion pour les mesures consonantiques et semi-consonantiques sont relativement élevés, ce qui peut s'expliquer notamment par le moyennage des mesures sur de multiples occurrences de chaque phonème (p. ex. les valeurs pour le /p/ sont moyennées sur neuf occurrences de ce phonème). En effet, pour les semi-consonnes, l'observation de différences importantes entre les occurrences (analyse non détaillée dans ce manuscrit) est peu surprenante, étant donné que dans le texte les semi-consonnes apparaissent dans des contextes phonémiques variés et non contrôlés. Effectivement, il est largement établi que la production (ergo, l'acoustique) et la perception des phonèmes sont influencées par leur contexte, du fait des phénomènes de coarticulation (Liberman et al., 1967 ; Suomi, 1985). La coarticulation est définie comme le chevauchement sur l'axe temporel des mouvements accomplis par les articulateurs

et donc des caractéristiques phonétiques et acoustiques des sons de la parole (Nguyen, 2001). L'influence du contexte vocalique sur l'organisation acoustique des consonnes a par exemple été montrée dans l'étude de Katz et al. (1991), qui ont en effet observé que l'énergie spectrale se situait plus haut dans les fréquences pour le /s/ dans /si/ que dans /su/. Ceci reflète l'influence de la coarticulation labiale (effet de l'arrondissement de la voyelle) et linguale (effet de l'antériorité de la voyelle), également observée dans de nombreuses autres études (p. ex. Blumstein & Stevens, 1979 ; Liberman et al., 1952 ; Mann & Repp, 1980 ; Suomi, 1985 ; Whalen 1981). Dans la présente étude, des différences acoustiques entre les différentes réalisations ont cependant également été mesurées pour les plosives /p/ et /t/, bien que le voisinage phonémique direct ait été contrôlé (ces occurrences apparaissent toutes dans le contexte /aCa/, où C représente la consonne cible). Les contextes phonémiques plus distaux (au-delà des phonèmes accolés à la consonne cible) sont quant à eux hautement variables. Une étude approfondie sur l'effet de la coarticulation sur ces mesures phonémiques devrait permettre de déterminer l'influence des contextes phonémiques proximaux et distaux sur les indices acoustiques et la nécessité éventuelle de proposer des valeurs de référence selon des contextes phonémiques spécifiques. Enfin, les paramètres prosodiques peuvent également constituer un facteur pouvant influencer ces mesures. En effet, la prosodie a un impact non seulement sur la perception des phonèmes (p.ex. Mitterer et al., 2016) mais aussi sur leur production articulaire – et donc sur leurs caractéristiques acoustiques (Cho & McQueen, 2005 ; Mo et al., 2009).

Les débits de parole et d'articulation augmentent significativement au fil des lectures. Différentes hypothèses peuvent être formulées quant à cette observation. La première est celle d'un effet de familiarisation progressive avec le texte, le lecteur s'appuyant de moins en moins sur le décodage grapho-phonémique (Giasson, 2005 ; Lee & Yoon, 2017 ; Therrien, 2004). La seconde hypothèse est celle d'un relâchement attentionnel lié à la lassitude, causée par la tâche répétitive (une lecture silencieuse, et trois lectures à voix haute du même texte) (Rasinski, 1990). Dans tous les cas, un effet de cette accélération de la lecture sur la prononciation au niveau segmental (phonèmes, syllabes) aurait pu être attendu, les

effets de coarticulation augmentant avec le débit de parole (p.ex. Berry, 2011 ; Recasens, 2015). Cependant, malgré l'accélération du débit de lecture, nous n'observons pas ici de différence au niveau des mesures acoustiques phonémiques, probablement car les études démontrant un effet du débit de parole sur la précision articulatoire investiguent des différences de débit plus importantes (parole normale vs parole délibérément accélérée, p.ex. de l'ordre de 1,2 à 2,7 syllabes/sec dans une étude en français de Fougeron et Jun, 1998) que celles observées dans nos résultats (p.ex., différence de 0,21 syllabe/sec entre la première et la troisième lecture). Aussi, il est à noter qu'à l'inverse, chez les patients fatigables pour lesquels un débit de parole significativement ralenti est observé, un effet significatif sur les mesures acoustiques peut également être observé (Hertrich & Ackermann, 1995 ; Knowles, 2019). En conséquence, il sera nécessaire d'investiguer l'effet possible d'une altération du débit de parole et d'articulation sur les mesures acoustiques phonémiques extraites de la lecture du nouveau texte par des patients, et éventuellement de proposer des valeurs de référence spécifiques.

Valeurs de référence

Les données descriptives proposées à l'issue de cette étude concernent une population de 65 locuteurs sains français âgés de 21 à 66 ans, avec un âge médian de 40 ans. Elles ont été récoltées à l'aide d'outils d'enregistrement abordables, dans un cadre que nous espérons proche de la réalité clinique (en pièce calme et non en chambre anéchoïque). Bien que le micro serre-tête permette de réduire les effets du bruit ambiant, un environnement bruyant peut influencer significativement les mesures acoustiques. Cet aspect est à prendre en compte lors de l'utilisation des valeurs de référence. De plus, les valeurs de référence proposées dans cet article concernent la lecture du texte dans son entièreté. Des analyses subséquentes devront être réalisées afin de proposer des valeurs de référence pour la lecture de la première partie du texte seulement, dans le cadre d'une passation rapide.

Alors que certains invariants acoustiques semblent exister à travers diverses langues (p.ex. pour le centre de gravité des fricatives dans l'étude de Gordon et al., 2002), des différences interlinguistiques ont également été mesurées

pour de nombreuses mesures acoustiques. Parmi tant d'autres, Sundara (2005) a par exemple mesuré des différences significatives entre le français et l'anglais canadiens pour les mesures de VOT, d'intensité de l'explosion et des moments spectraux dans les plosives coronales. Miller et al. (2011) ont pour leur part observé une utilisation différente des spécificités acoustiques dans la perception des voyelles entre des auditeurs parisiens et suisses. Ainsi, nous avons également investigué l'effet de la variante régionale du français sur les mesures acoustiques dans notre étude préliminaire. Un effet significatif de la variante régionale a en effet été mesuré pour les mesures de qualité vocale et pour l'aire relative du triangle vocalique. Les locuteurs canadiens semblent avoir un spectre vocal plus périodique, mais avec une pente spectrale plus inclinée qui indique une moindre richesse en harmoniques aiguës. Ceci peut éventuellement s'expliquer par des différences de nasalisation entre le français québécois et le français européen (Delvaux, 2006 ; Dow et al., 2019 ; Martin et al., 2001), la nasalisation étant connue pour avoir un impact sur les mesures de qualité vocale notamment par l'apparition d'antirésonances dans le spectre vocal (Vampola et al., 2020). De plus, l'aire relative du triangle vocalique des locuteurs belges est significativement plus grande. Cette observation est cohérente avec les différences vocaliques entre le Français de Belgique et de France, ce dernier voyant quelques contrastes vocaliques disparaître du langage parlé dans certaines régions (p.ex. disparition du /œ/ au profit du /ɛ/, ou du /ɛ/ au profit du /e/, et du contraste entre le /a/ de « patte » et /ɑ/ de « pâte ») (Armstrong, 2021 ; Hambye et al., 2003). Ainsi, une étude de validation approfondie des mesures acoustiques sur le nouveau texte sur des échantillons plus importants dans les trois variantes régionales est nécessaire afin de permettre une éventuelle utilisation en pratique clinique et de recherche dans les trois contextes linguistiques.

Nous tenons à accentuer le fait que ces valeurs de référence sont préliminaires, et ne constituent pas en l'état actuel des données normatives. Un travail subséquent permettra de rendre ces valeurs conformes aux exigences psychométriques et cliniques, après une récolte de données couvrant l'entièreté de la population cible (à partir de 12 ans) et avec un nombre plus important de locuteurs dans différentes tranches d'âge.

Enfin, le sous-échantillonnage à 16 kHz employé dans la présente étude était basé sur la limite supérieure des fréquences des sons de la parole testés en audiométrie classique (soit 8 kHz). Ce choix induit une limitation des fréquences prises en compte notamment dans le calcul des moments spectraux, et peut expliquer des valeurs plus basses que celles publiées précédemment dans la littérature (p. ex. Shadle & Mair, 1996), principalement pour les fricatives dont le contenu spectral est majoritairement situé dans les fréquences aiguës. Une étude subséquente devrait considérer l'analyse spectrale sur des échantillons à 48 kHz.

Applications possibles du texte

Le texte « Le voyage d'Alice » est destiné à fournir un support standardisé pour l'évaluation de l'articulation des sons de la parole (dysarthrie, apraxie), des variations prosodiques et du comportement phonatoire (dysphonie, harmonisation vocale), ainsi que de la fluence/des disfluences (bégaiement/bredouillement), chez les patients âgés d'au moins 12 ans. Il s'agit d'un outil adapté à la fois pour la recherche scientifique, mais aussi potentiellement pour la pratique clinique quotidienne. Le protocole automatisé d'extraction de mesures acoustiques permet une analyse gratuite et rapide de données reproductibles, sans nécessiter une connaissance approfondie en informatique. Le tutoriel disponible en ligne devrait permettre une prise en main brève et simple de cet outil. Une fois l'installation initiale effectuée, le processus d'analyse qui se fait de manière asynchrone est entièrement automatisé et prend moins de 10 minutes.

La version courte de ce texte présente un score de lisibilité plus élevé et est donc plus simple à lire. Elle permet une passation rapide, adaptée notamment aux populations de patients fatigables, mais aussi à la nécessité d'évaluations rapides (« screening »). En effet, une enquête adressée à des cliniciens francophones a montré un besoin d'outils d'évaluation rapides d'utilisation (Pommée, 2021a). Ainsi, le support offert par la version courte de ce texte répond au compromis entre gain de temps et exhaustivité de l'évaluation. Toutefois, la lecture du texte entier (en moyenne 1 minute et demie pour un lecteur sain) reste conseillée notamment si l'évaluation vise la précision articulatoire des consonnes (le texte entier comprenant toutes les

plosives et fricatives dans un contexte vocalique fixe /aCa/), la prosodie (au contraire du texte entier, la première partie ne comprend pas toutes les modalités prosodiques) ou la nasalité (le texte entier comprend une phrase à prédominance nasale, non intégrée dans la version courte). Enfin, pour aider à différencier les erreurs de type dysarthrie vs apraxie, la lecture du texte entier est également conseillée, car elle comprend des mots répétés, des paires de mots de longueur ou de complexité croissante, des stimuli utilisés dans d'autres tâches d'évaluation pour comparaison, ainsi que la possibilité d'observer les effets de fréquence lexicale. Enfin, la lecture du texte entier devrait permettre l'observation d'un effet de fatigue ou d'échauffement, de par sa longueur et l'inclusion d'un segment répété en début et en fin de lecture.

De futures études devront s'intéresser à l'utilisation de ce nouveau texte avec des patients présentant divers troubles de la parole et de la voix, afin notamment de valider son utilisation dans ces populations spécifiques et de décrire les comportements et modifications des mesures acoustiques par rapport aux sujets sains.

CONCLUSION

Nous proposons dans cet article un nouveau texte standardisé spécifiquement créé pour l'évaluation de la parole et de la voix, intitulé « Le voyage d'Alice ». Ce texte a été construit sur la base d'un ensemble exhaustif de critères, prenant en compte les données de la littérature, les besoins spécifiques identifiés en recherche scientifique et en pratique clinique francophone, et les données d'une étude de consensus internationale. Il a été construit par un groupe de travail francophone international et s'est montré exploitable dans les trois pays concernés (Belgique, Canada, France). Le présent article détaille la construction de ce nouveau texte. Un protocole automatisé d'extraction de mesures acoustiques est également proposé, permettant une analyse rapide de données reproductibles, sans nécessiter d'outils payants ni de connaissance approfondie en informatique. Il s'agit d'un outil à la fois adapté pour la recherche scientifique et potentiellement applicable en pratique clinique quotidienne. Des valeurs de référence calculées sur des sujets sains en France sont également présentées pour les différentes mesures acoustiques extraites sur ce nouveau texte à l'aide du protocole d'extraction.

BIBLIOGRAPHIE

- Anaconda Software Distribution. (2017). Conda [Computer software]. <https://conda.io/projects/conda/en/latest/index.html>
- Armstrong, N. (2021). Phonological variation and change in European French. *Oxford Research Encyclopedia of Linguistics*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199384655.013.491>
- Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2006). BECD 2006 - Batterie d'Évaluation Clinique de la Dysarthrie. Orthoédition.
- Behrens, S. J., & Blumstein, S. E. (1988). Acoustic characteristics of English voiceless fricatives: A descriptive analysis. *Journal of Phonetics*, 16(3), 295–298. [https://doi.org/10.1016/s0095-4470\(19\)30504-2](https://doi.org/10.1016/s0095-4470(19)30504-2)
- Berry, J. (2011). Speaking rate effects on normal aspects of articulation: Outcomes and issues. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*, 21(1), 15–26. <https://doi.org/10.1044/ssod21.1.15>
- Blumstein, S. E., & Stevens, K. N. (1979). Acoustic invariance in speech production: Evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66(4), 1001–1017. <https://doi.org/10.1121/1.383319>
- Boersma, P. & Weenink, D. (2017). Praat: Doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.2.04. <http://www.praat.org/>
- Bond, Z. S., & Moore, T. J. (1994). A note on the acoustic-phonetic characteristics of inadvertently clear speech. *Speech Communication*, 14(4), 325–337. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(94\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0167-6393(94)90026-4)
- Cattelain, T. (2019). *Production des consonnes plosives du français : du contrôle des bruits de plosion* [Thèse de doctorat]. Université Grenoble Alpes. <https://theses.hal.science/tel-02418881v1>
- Cho, T., & McQueen, J. M. (2005). Prosodic influences on consonant production in Dutch: Effects of prosodic boundaries, phrasal accent and lexical stress. *Journal of Phonetics*, 33(2), 121–157. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.01.001>
- Daudet, A. (1869). La chèvre de monsieur Seguin. Dans *Lettres de mon moulin. Impressions et souvenirs* (p. 37–50). Hetzel et Cie.
- Delgado-Hernández, J., León-Gómez, N. M., Izquierdo-Arteaga, L. M., & Llanos-Fumero, Y. (2018). Análisis cepstral de la voz normal y patológica en adultos españoles. Medida de la prominencia del pico cepstral suavizado en vocales sostenidas versus habla conectada. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 69(3), 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2017.05.006>
- Delvaux, V. (2006). Production des voyelles nasales en français québécois. XXVle Journées d'études sur la parole (p. 383-386). <http://jep2006.irisa.fr/openconf/author/final/final-13.pdf>
- de Maupassant, G. (1882). Pierrot. *Journal « Le Gaulois »*.
- Dow, M., Gibson, M., & Johnson, C. (2019). Tongue height, vowel quality and nasality in Québec French: An acoustic and articulatory study. *Journal of the Phonetic Society of Japan*, 27, 130-147. <https://idealabs.byu.edu/publications/2019DowTongueHeightVowelQuality.pdf>
- Dromey, C. (2003). Spectral measures and perceptual ratings of hypokinetic dysarthria. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 11(2), 85–94. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0038362549&partnerID=tZotx3y1>
- Eddins, D. A., Anand, S., Lang, A., & Shrivastav, R. (2021). Developing clinically relevant scales of breathy and rough voice quality. *Journal of Voice*, 35(4), 663.e9-663.e16. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.12.021>
- Flesch, R. (1948). A new readability yardstick. *Journal of Applied Psychology*, 32(3), 221–233. <https://doi.org/10.1037/h0057532>
- Fletcher, S. G. (1972). Contingencies for bioelectronic modification of nasality. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 37(3), 329–346. <https://doi.org/10.1044/jshd.3703.329>
- Fougeron, C., & Jun S.-A. (1998). Rate effects on French intonation: Prosodic organization and phonetic realization. *Journal of Phonetics*, 26(1), 45–69. <https://doi.org/10.1006/jpho.1997.0062>
- Fougeron, C., Delvaux, V., Ménard, L., & Laganaro, M. (2019). The MonPaGe_HA database for the documentation of spoken French throughout adulthood. *LREC 2018 - 11th International Conference on Language Resources and Evaluation*, 4301–4306.
- Ghio, A., Giusti, L., Blanc, E., & Pinto, S. (2020). French adaptation of the "Frenchay Dysarthria Assessment 2" speech intelligibility test. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 137(2), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2019.10.007>
- Giasson, J. (2005). Le lecteur en transition. Dans *La lecture : De la théorie à la pratique* (p.199-218). De Boeck.
- Gordon, M., Barthmaier, P., & Sands, K. (2002). A cross-linguistic acoustic study of voiceless fricatives. *Journal of the International Phonetic Association*, 32(2), 141–174. <https://doi.org/10.1017/S0025100302001020>
- Gurevich, N., & Scamihorn, S. L. (2017). Speech-language pathologists' use of intelligibility measures in adults with dysarthria. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26(3), 873–892. https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-16-0112
- Hambye, P., Francard, M., Simon, A.-C. (2003). Phonologie du français en Belgique. Bilan et perspectives. *La Tribune Internationale des Langues Vivantes*, 33, 56-63. <https://core.ac.uk/>
- Hammarberg, B., Fritzell, B., Gaufin, J., Sundberg, J. & Wedin, L. (1980) Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities, *Acta Otolaryngologica*, 90(5-6), 441- 451. <https://doi.org/10.3109/00016488009131746>
- Harmegnies, B. (1988). *Contribution à la caractérisation de la qualité vocale. Analyses plurielles de spectres moyens à long terme de parole*. Université de Mons-Hainaut.
- Heman-Ackah, Y. D., Michael, D. D., Baroody, M. M., Ostrowski, R., Hillenbrand, J., Heuer, R. J., Horman, M., & Sataloff, R. T. (2003). Cepstral peak prominence: A more reliable measure of dysphonia. *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, 112(4), 324–333. <https://doi.org/10.1177/000348940311200406>
- Heman-Ackah, Y. D., Sataloff, R. T., Laureyns, G., Lurie, D., Michael, D. D., Heuer, R., Rubin, A., Eller, R., Chandran, S., Abaza, M., Lyons, K., Divi, V., Lott, J., Johnson, J., & Hillenbrand, J. (2014). Quantifying the cepstral peak prominence, a measure of dysphonia. *Journal of Voice*, 28(6), 783–788. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.05.005>

- Hernandez, A., Lee, H., & Chung, M. (2019). Acoustic analysis of fricatives in dysarthric speakers with cerebral palsy. *Phonetics and Speech Sciences*, 11(3), 23–29. <https://doi.org/10.13064/ksss.2019.11.3.023>
- Hertrich, I., & Ackermann, H. (1995). Coarticulation in slow speech: Durational and spectral analysis. *Language and Speech*, 38(2), 159–187. <https://doi.org/10.1177/002383099503800203>
- Hillenbrand, J., & Houde, R. A. (1996). Acoustic correlates of breathy vocal quality: Dysphonic voices and continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(2), 311–321. <https://doi.org/10.1044/jshr.3902.311>
- International Phonetic Association. (1999). *Handbook of the International Phonetic Association*. Cambridge University Press.
- Iskarous, K., Shadle, C. H., & Proctor, M. I. (2011). Articulatory-acoustic kinematics: The production of American English /s/. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(2), 944–954. <https://doi.org/10.1121/1.3514537>
- Jongman, A., Wayland, R., & Wong, S. (2000). Acoustic characteristics of English fricatives. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1252–1263. <https://doi.org/10.1121/1.1288413>
- Katz, W. F., Kripke, C., & Tallal, P. (1991). Anticipatory coarticulation in the speech of adults and young children: Acoustic, perceptual, and video data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 34(6), 1222–1232. <https://doi.org/10.1044/jshr.3406.1222>
- Kay, T. S. (2012). *Spectral analysis of stop consonants in individuals with dysarthria secondary to stroke* [Thèse]. Louisiana State University. [https://repository.lsu.edu/do/search/?q=spectral analysis of stop consonants&start=0&context=8403704&facet=](https://repository.lsu.edu/do/search/?q=spectral+analysis+of+stop+consonants&start=0&context=8403704&facet=)
- Kent, R. D., Kent, J. F., Weismer, G., Martin, R. E., Sufit, R. L., Brooks, B. R., & Rosenbek, J. C. (1989). Relationships between speech intelligibility and the slope of second-formant transitions in dysarthric subjects. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 3(4), 347–358. <https://doi.org/10.3109/02699208908985295>
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., Vorperian, H. K., & Duffy, J. R. (1999). Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders*, 32(3), 141–186. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(99)00004-0)
- Kim, Y., Weismer, G., Kent, R. D., & Duffy, J. R. (2009). Statistical models of F2 slope in relation to severity of dysarthria. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(6), 329–335. <https://doi.org/10.1159/000252849>
- Knowles, T. (2019). *Changes in speech intelligibility and acoustic distinctiveness along a speech rate continuum in Parkinson's disease* [Thèse de doctorat]. The University of Western Ontario. <https://ir.lib.uwo.ca/etd/6357>
- Kuo, C., & Weismer, G. (2016). Vowel reduction across tasks for male speakers of American English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(1), 369–383. <https://doi.org/10.1121/1.4955310>
- Kuruville-Dugdale, M., Dietrich, M., McKinley, J. D., & Deroche, C. (2020). An exploratory model of speech intelligibility for healthy aging based on phonatory and articulatory measures. *Journal of Communication Disorders*, 87, 105995. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.105995>
- Laganaro, M., Fougeron, C., Pernon, M., Levêque, N., Borel, S., Fournet, M., Catalano Chiuvé, S., Lopez, U., Trouville, R., Ménard, L., Burkhard, P. R., Assal, F., & Delvaux, V. (2021). Sensitivity and specificity of an acoustic- and perceptual-based tool for assessing motor speech disorders in French: The MonPaGe-screening protocol. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 35(11), 1060–1075. <https://doi.org/10.1080/02699206.2020.1865460>
- Lee, H., Gambette, P., Barkat-Defradas, M. (2014). iPhocomp : Calcul automatique de l'indice de complexité phonétique de Jakielski. *Journées d'Étude Sur La Parole*, 622–630. <https://hal-upec-upem.archives-ouvertes.fr/hal-01277047/file/2014LeeGambetteBarkat-poster.pdf>
- Lee, J., & Yoon, S. Y. (2017). The effects of repeated reading on reading fluency for students with reading disabilities: A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 50(2), 213–224. <https://doi.org/10.1177/0022219415605194>
- Lévêque, N., Laganaro, M., Fougeron, C., Delvaux, V., Pernon, M., Borel, S., & Catalano, S. (2016). MonPaGe : Un protocole informatisé d'évaluation de la parole pathologique en langue française. *Revue Neurologique*, 172(S1), A162–A163. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2016.01.386>
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6), 431–461. <https://doi.org/10.1037/h0020279>
- Liberman, A. M., Delattre, P., & Cooper, F. S. (1952). The role of selected stimulus-variables in the perception of the unvoiced stop consonants. *The American Journal of Psychology*, 65(4), 497–516. <https://doi.org/10.2307/1418032>
- Liu, H.-M., Tsao, F.-M., & Kuhl, P. K. (2005). The effect of reduced vowel working space on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(6), 3879–3889. <https://doi.org/10.1121/1.1898623>
- Lowell, S. Y., Colton, R. H., Kelley, R. T., & Hahn, Y. C. (2011). Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: Capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker. *Journal of Voice*, 25(5), e223–e232. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.06.007>
- Mann, V. A., & Repp, B. H. (1980). Influence of vocalic context on perception of the [j]-[s] distinction. *Perception & Psychophysics*, 28(3), 213–228. <https://doi.org/10.3758/BF03204377>
- Martens, H., van Nuffelen, G., & De Bodt, M. (2010). De ontwikkeling van een fonetisch gebalanceerde standaardtekst. *Logopedie*, 23(5), 31–36.
- Martin, P., Beaudoin-Bégin, A.-M., Goulet, M.-J., & Roy, J.-P. (2001). Les voyelles nasales en français du québec. *La linguistique*, 37(2), 49–70. <https://doi.org/10.3917/ling.372.0049>
- Master, S., de Biase, N., Pedrosa, V., & Chiari, B. M. (2006). The long-term average spectrum in research and in the clinical practice of speech therapists. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(1), 111–120. <http://doi.org/10.1590/S0104-56872006000100013>
- Miller, J. L., Mondini, M., Grosjean, F., & Dommergues, J.-Y. (2011). Dialect effects in speech perception: The role of vowel duration in Parisian french and Swiss french. *Language and Speech*, 54(4), 467–485. <https://doi.org/10.1177/0023830911404924>
- Mitterer, H., Cho, T., & Kim, S. (2016). How does prosody influence speech categorization? *Journal of Phonetics*, 54, 68–79. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2015.09.002>

- Mo, Y., Cole, J., & Hasegawa-Johnson, M. (2009) Prosodic effects on vowel production: Evidence from formant structure. *Proceedings of Interspeech 2009*, 2535-2538. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2009-668>
- Nguyen, N. (2001). Rôle de la coarticulation dans la reconnaissance des mots. *L'Année Psychologique*, 101(1), 125-154. <https://doi.org/10.3406/psy.2001.29719>
- Patel, R., Connaghan, K., Franco, D., Edsall, E., Forgit, D., Olsen, L., Ramage, L., Tyler, E., & Russell, S. (2013). 'The Caterpillar': A novel reading passage for assessment of motor speech disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 22(1), 1-9. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2012/11-0134\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/11-0134))
- Pernon, M., Lévêque, N., Delvaux, V., Assal, F., Borel, S., Fougeron, C., Trouville, R., & Laganaro, M. (2020). MonPaGe, un outil de screening francophone informatisé d'évaluation perceptive et acoustique des troubles moteurs de la parole (dysarthries, apraxie de la parole). *Rééducation Orthophonique*, 281, 169-198
- Pommée, T. (2021c). *Les mesures d'intelligibilité : État de l'art, considérations pratiques pour l'applicabilité clinique et explorations acoustiques*. [Thèse de doctorat]. Université Toulouse III Paul Sabatier. <https://theses.hal.science/tel-04136563>
- Pommée, T., Balaguer, M., Mauclair, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2021a). Assessment of adult speech disorders: Current situation and needs in French-speaking clinical practice. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 47(2), 92-108. <https://doi.org/10.1080/14015439.2020.1870245>
- Pommée, T., Balaguer, M., Pinquier, J., Mauclair, J., Woisard, V., & Speyer, R. (2021b). Relationship between phoneme-level spectral acoustics and speech intelligibility in healthy speech: A systematic review. *Speech, Language and Hearing*, 24(1), 105-132. <https://doi.org/10.1080/205071X.2021.1913300>
- Pommée, T., Balaguer, M., Mauclair, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2022). Criteria for creating new standard reading passages for the assessment of speech and voice: A Delphi consensus study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 37(8), 722-741. <https://doi.org/10.1080/02699206.2022.2080589>
- Powell, T. W. (2006). A comparison of English reading passages for elicitation of speech samples from clinical populations. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2-3), 91-97. <https://doi.org/10.1080/02699200400026488>
- Rasinski, T. V. (1990). Effects of repeated reading and listening-while-reading on reading fluency. *The Journal of Educational Research*, 83(3), 147-151. <https://doi.org/10.1080/00220671.1990.10885946>
- Recasens, D. (2015). The effect of stress and speech rate on vowel coarticulation in Catalan vowel-consonant-vowel sequences. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 58(5), 1407-1424. https://doi.org/10.1044/2015_jslhr-s-14-0196
- Repp, B. H., & Lin, H.-B. (1989). Acoustic properties and perception of stop consonant release transients. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85(1), 379-396. <https://doi.org/10.1121/1.397689>
- Rietveld, T., van Hout, R., & Ernestus, M. (2004). Pitfalls in corpus research. *Computers and the Humanities*, 38(4), 343-362. <http://dx.doi.org/10.1007/s10579-004-1919-1>
- Roch, M., Mattera, L., & Simion, E. (2019). Reading for comprehension: The contribution of decoding, linguistic and cognitive skills. *International Review of Research in Developmental Disabilities*, 56, 213-255. <https://doi.org/10.1016/bs.iridd.2019.06.004>
- Shadle, C. H., & Mair, S. J. (1996). Quantifying spectral characteristics of fricatives. *Proceeding of Fourth International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP'96)*, 3, 1521-1524. <https://doi.org/10.1109/ICSLP.1996.607906>
- Smith, L. K., & Goberman A. M. (2014). Long-time average spectrum in individuals with Parkinson disease. *NeuroRehabilitation*, 35(1), 77-88. <https://doi.org/10.3233/NRE-141102>
- Sredojević, B., Samardžija, D., & Posarac, D. (2015). WebRTC technology overview and signaling solution design and implementation. *38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 1006-1009. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160422>
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic Phonetics*. MIT Press.
- Sundara, M. (2005). Acoustic-phonetics of coronal stops: A cross-language study of Canadian English and Canadian French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118(2), 1026-1037. <https://doi.org/10.1121/1.1953270>
- Suomi, K. (1985). The vowel-dependence of gross spectral cues to place of articulation of stop consonants in CV syllables. *Journal of Phonetics*, 13(3), 267-285. [https://doi.org/10.1016/s0095-4470\(19\)30759-4](https://doi.org/10.1016/s0095-4470(19)30759-4)
- Therrien, W. J. (2004). Fluency and comprehension gains as a result of repeated reading: A meta-analysis. *Remedial and Special Education*, 25(4), 252-261. <https://doi.org/10.1177/07419325040250040801>
- Tjaden, K., & Martel-Sauvageau, V. (2017). Consonant acoustics in Parkinson's disease and multiple sclerosis: Comparison of clear and loud speaking conditions. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26(2S), 569-582. https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-16-0090
- Tjaden, K., Sussman, J. E., Liu, G., & Wilding, G. (2010). Long-Term Average Spectral (LTAS) measures of dysarthria and their relationship to perceived severity. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 18(4), 125-132. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29422763>
- Trouville, R., Delvaux, V., Fougeron, C., & Laganaro, M. (2021). *Logiciel d'évaluation de la parole (version screening) MonPaGe-2.0.s*
- Tubach et Boé 1990 : Tubach JP, Boé, LJ. Un Corpus de Transcription Phonétique (300.000 Phones) : Constitution et Exploitation Statistique. Ecole nationale supérieure des télécommunications; 1990.
- Vampola, T., Horáček, J., Radolf, V., Švec, J. G., & Laukkanen, A.-M. (2020). Influence of nasal cavities on voice quality: Computer simulations and experiments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(5), 3218-3231. <https://doi.org/10.1121/10.0002487>
- Vasilescu, I., Candea, M., & Adda-Decker, M. (2004). Hésitations autonomes dans 8 langues : Une étude acoustique et perceptive. *Colloque Modélisations pour l'Identification Des Langues et des variétés dialectales (MIDL'04)*.
- Volín, J., & Zimmermann, J. (2011). Spectral slope parameters and detection of word stress. *Proceedings of the Technical Computing Prague*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:16486752>
- Weismer, G., Jeng, J.-Y., Lares, J. S., Kent, R. D., & Kent, J. F. (2001). Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53(1), 1-18. <https://doi.org/10.1159/000052649>

- Weismer, G., Martin, R., Kent, R. D., & Kent, J. F. (1992). Formant trajectory characteristics of males with amyotrophic lateral sclerosis. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91(2), 1085–1098. <https://doi.org/10.1121/1.402635>
- Whalen, D. H. (1981). Effects of vocalic formant transitions and vowel quality on the English [s]-[S] boundary. *Journal of the Acoustical Society of America*, 69(1), 275–282. <https://doi.org/10.1121/1.385348>
- Hernandez, A., Lee, H., & Chung, M. (2019). Acoustic analysis of fricatives in dysarthric speakers with cerebral palsy. *Phonetics and Speech Sciences*, 11(3), 23–29. <https://doi.org/10.13064/ksss.2019.11.3.023>

ANNEXE A : DESCRIPTION DU PROTOCOLE MONPAGE ET DU TEXTE (FOUGERON ET AL., 2019)

Le protocole MonPaGe est un protocole standardisé d'évaluation de la parole publié en 2021. Il comprend huit modules :

1. Intelligibilité : 15 mots cibles (avec voisins phonologiques), tirés aléatoirement parmi 437, à placer selon la consigne énoncée par le patient sur une grille de 25 formes colorées (p. ex. « mettez le mot "désert" dans le triangle rouge ») ;
2. Pneumophonatoire : /a/ tenu, temps maximum phonatoire et modulation de l'intensité vocale ;
3. Pseudomots : lecture/répétition de 50 pseudomots, évaluation perceptive de la précision articulatoire des consonnes et des voyelles du français ainsi que des clusters consonantiques ;
4. Diadococinésies : répétition de six séquences syllabiques aussi rapidement et aussi précisément que possible, avec mesure du nombre de syllabes sur 4 secondes ;
5. Phrases : lecture à voix haute de six phrases déclaratives et interrogatives, avec évaluation de la prosodie démarcative et distinctive par mesure de la fréquence fondamentale, du débit de parole et du contraste mélodique ;
6. Semaine : évaluation de la parole « automatique », récitation en boucle des jours de la semaine avec mesure du nombre de mots produits sur 20 secondes ;
7. Texte : lecture d'un texte de 188 mots permettant l'évaluation de la précision articulatoire, de la coarticulation, de la prosodie dans sa fonction expressive, du débit de parole et de l'effet de fatigue ;
8. Description ou Spontané : description d'une image ou réponse à deux questions.

Le texte du protocole MonPaGe (Laganaro et al., 2021) n'est pas équilibré phonétiquement, car différents objectifs étaient visés, nécessitant notamment la présence répétée des voyelles cardinales /a, i, u/ (pour la création du triangle vocalique, mais aussi pour l'analyse de la variabilité vocalique), la présence de structures permettant d'analyser la coarticulation voyelle-à-voyelle, la présence d'éléments de séries automatiques (pour comparer la production en séries vs de mots isolés dans le texte) et une longueur limitée à 200 mots, rendant l'équilibrage impossible.

Les auteurs du texte du protocole MonPaGe (Laganaro et al., 2021) ont ainsi rédigé un texte respectant les critères suivants (Fougeron et al., 2019 ; Pernon et al., 2020) :

- court (moins de 200 mots) ;
- incluant des mots également présentés de manière isolée dans le protocole (p. ex. les jours de la semaine) ;
- comprenant des glides ;
- avec des répétitions de mots ;
- permettant l'évaluation de la coarticulation voyelle-à-voyelle (« Papy » vs « Papa ») ;
- qui inclut les voyelles cardinales /a,i,u/ dans des mots monosyllabiques consonne-voyelle (CV), CVC et des mots bisyllabiques CVCV ;
- avec une même séquence en début et en fin de texte (fatigabilité) ;
- incluant des dialogues et des variations mélodiques ;
- permettant l'évaluation de la nasalité sur des segments à prédominance nasale ;
- comprenant des structures syllabiques complexes enchaînées.

Voici le texte original du protocole MonPaGe :

Lundi, le chat, le loup et Papa vont à Bali. Les copains sont tout contents.

Mardi, Papy y va aussi. Il dit : « Je n'ai pas un sou ! Qui va prendre soin de moi ? » « Moi ! » dit le chat, « moi ! » dit le loup. « Vous ? », Papy réfléchit.

Mercredi, Papy dit : « Toi, le chat, tu es doux, tu es chou, tu n'as pas de poux ! Mais pas ce loup : il a une cape rouge et je n'aime pas ce gars-là ! »

Jeudi, le chat et Papy se baladent à Bali. Papa glisse ! Aïe ! Ouille ! Son cou craque, son coude claque, c'est la débâcle !

Vendredi, Papa a mal. Il pleure, il crie ! « Toi, Papy, aide-moi, trouve le nain ! » « Un nain ? On n'en a jamais vu par ici ? ! »

Samedi matin, le chat va voir son ami le loup et lui dit : « Aide-moi à soigner Papa ! »

Samedi soir, le loup lui donne sa recette magique : « Coupe un oignon, cache-le sous la souche, et lorsque le lilas fleurira, Papa sera guéri ! » Abracadabra, ça y est, on a réussi !

Dimanche, le chat tout doux, le loup magicien, Papa et Papy quittent Bali. Les copains sont tout contents.

ANNEXE B : TRANSCRIPTIONS ORTHOGRAPHIQUE ET PHONÉTIQUES DU NOUVEAU TEXTE POUR L'ÉVALUATION DE LA PAROLE ET DE LA VOIX

Transcription orthographique

Lundi matin, Alice et son Papa vont à Malibou.

Là-bas, ils rejoignent Papy après un voyage sans soucis.

Il fait chaud, mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent.

Vers midi, Alice s'exclame : « J'ai vraiment très très faim ! ».

Papy les guide alors vite vers un café luxueux au bord de l'eau : Le Bigorneau Salé.

Mardi, ils vont à la plage.

Il n'y a pas un nuage dans le ciel. Papa s'interroge : « Avons-nous pris la crème solaire ? »

« Bien sûr ! », répond Alice.

Mercredi, Papa et Papy se baladent en bavardant.

Pendant ce temps, Alice se détend en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas.

Jeudi, elle va faire un jogging.

Papa lui crie : « Nous partons faire quelques achats ! »

Au magasin, Papy achète des noix de macadamia.

Vendredi, ils visitent un musée d'art abstrait.

Papa s'extasie devant un splendide tableau et demande : « Qui a donc créé cette œuvre ? ».

Samedi matin, Alice s'entraîne pour la soirée karaoké en répétant rapidement : « pataka pataka pataka ».

Samedi soir, ils fêtent leur départ en dansant la java sous le lilas.

Comme à l'arrivée, il fait chaud, mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent.

Dimanche, Alice, Papa et Papy quittent Malibou.

Ils rentrent affamés.

À table, il y a de la pizza garnie et des lasagnes aux champignons.

Rassasiés, ils s'exclament : « Quel séjour extraordinaire ! »

Transcription phonétique en français de France et de Belgique

lœdi/lœdi matē alis e sō papa vō(t) a malibu

laba il vœʒwaŋ(ə)/vøʒwaŋ(ə) papi apvœ/apvœ œ/ē vwajaʒ(ə) sã susi

il fœ/fe jo mœ/me la bviz(ə) leʒœv(ə) e lœv iode/jode døe/dø la mœv lœ/le vaviv(ə)

vœv midi alis (s)ɛ(k)sklam(ə)/(s)e(k)sklam(ə) ʒœ/ʒœ vœmã/vœmã tœ/tye tœ/tye fē

papi lœ/le gid(ə) aɔv vit(ə) vœv œ/ē kafe lyksɔʔ o/ɔ bœv døe/dø lo lœ/lø bigœvno sale

maʁdi il vō(t) a la plaz(ə)

il nja pa(z)œ/ē njaʒ(ə) dã lœ/lø sjel papa sētœvɔʒ(ə)/sētœvɔʒ(ə) avō nu pvi la kvœm(ə) sœlœv(ə)/solœv(ə)

bjē svœ vœpō alis(ə)

mœvkvœdi/mœvkvœdi papa e papi sœ/sø balad(ə) ã bavavdã

pãdã sœ/sø tã alis(ə) (s)œ/(s)ø detã ã lizã œ/ē vœmã/vœmã e mãʒ(ə) œ/ē bōbō alanana(s)

ʒœdi ɛl va fœv(ə) œ/ē dʒœgiŋ /dʒœgiŋ

papa lɔi/lwi kvij(j)(ə) nu pavtō fœv(ə) kœlkœ/kœlkø zaʒa

o magazē papi aʒet(ə) dœ/de nwa døe/dø makadamja

vãdvœdi/vãdvœdi il vizit(ə) œ/ē myze dav apstœ/apstœ

papa sœkstazi(j)(ə)/sœkstazi(j)(ə) døevã/døvã œ/ē splãdid(ə) tablo e døemãd(ə)/døemãd(ə) ki a dō(k)kvœ.e sœt œvœv(ə)

sam(ə/ø)di matē alis(ə)((s)ãtœvœn(ə) puv la svœvœ kavœke/kavœke ã vœpœtã/vœpœtã vapid(ə/ø)mã patakapatakapataka

sam(ə/ø)di svœv il fet(ə) lœv depœv ã dãsã la ʒava su lœ/lø lila

kœm a lavivœ il fœ/fe jo mœ/me la bviz(ə) leʒœv(ə) e lœv iode/jode døe/dø la mœv lœ/le vaviv(ə)

dimãʃ(ə) alis(ə) papa e papi kit(ə) malibu

il vãtœv(ə) afame

a tabl(ə)ilja døe/dø la pidza gavni(j)(ə) e dœ/de lazœn(ə) o ʃãpiŋō

vasazje il sœ(k)sklam(ə)/sœ(k)sklam(ə) kœl sœʒuv œkstœv(ə)œvdinœv(ə)/œkstœv(ə)œvdinœv(ə)

Transcription phonétique en français québécois

Note : pour les notations avec « / », la première variante est plus familière, alors que la seconde est plus formelle. Les symboles entre (parenthèses) sont généralement élidés.

lœdʒi matē alis e sō papa vō (t)a malibu

labā il vøʒwaŋ papi apɛ(z) œ vwajaz sã susi

il fe ʒo mɛ la bɥiz leʒæ/ɛɐ e laɛ/ɛɐ i.ɔde d(ə) la maɛ/ɛɐ le/ɛ ɓaviv

vaɛ/ɛɐ midʒi alis sɛksklam ʒe vɛmã tɛ tɛ fē

pāpi le/ɛ gid aɔɐ vit vaɛ/ɛɐ œ kafe lyksy.ø/lyksyø o ɓɔɐ də lo lə biɔɔno sale
maɔɔzi il vō(t) a la plaʒ

il ni a/ŋja pa œ nu.aʒ dã l(ə) sjel papa sētɛ/ɛɔʒ avō nu pɛi la kɛm solæ/ɛɐ
bjē sɥɐ repō/rɛpō alis

mɛɓkɓødʒi papa e papi s(ə) balad ā bavavdã

pãdã sə tã alis (s)ə detã ā lizã œ ɓɔmã e mãʒ œ bōbō a lanana

ʒødʒi ɛl va faɛ/ɛɐ œ dʒɔŋŋ

papa lɥi kɛi nu pavtō faɛ/ɛɐ kɛlkə zaʒa

o magazē papi aʒet de/ɛ nwa d(ə) makadamja

vãdvødʒi il vizit œ myze dav aɓ/bstɛ

papa sɛkstazi dævã œ splãdʒid tablo e dãmãd/dãmãn ki a/kja dō(k) kɛ.e sɛt œv(ɐ)

samdʒi matē alis sãtɛæ/ɛn pɥɐ la swaɐ kara.oke ā ɐɛɛ/etã ɓapid(ə)mã pataka/a pataka/a pataka/a

samdʒi swaɐ il faɛ/ɛt laœɐɐ depaɐ/dɛpaɐ ā dãsã la java su l(ə) lila

ɓɔm ā lavive il fe ʒo mɛ lã bɥiz leʒæ/ɛɐ e laɛ/ɛɐ iɔde d(ə) la maɛ/ɛɐ le/ɛ ɓaviv

dʒimãʃ alis papa e papi kiʃ malibu

il ɓãt(ɐ) afame

a tab(l) il i/j a d(ə) la pɔdʒa ɓavni e de/ɛ laʒaŋ o ʃãpiŋō

ɓasazje il sɛksklam kɛl sɛʒɔɐ ɛkstɐ(ɑ)ɔɓdʒinaɛ/ɛ(ɐ) / ɛɔstɐ(ɑ)ɔɓdʒinaɛ/ɛ(ɐ)

ANNEXE C : CRITÈRES PRIS EN COMPTE DANS LA CRÉATION DU TEXTE « LE VOYAGE D'ALICE »**Critères pris en compte pour le texte entier**

Critère	Motif	Mise en application	Source
Niveau sous-lexical			
Inventaire phonémique complet	Articulation	Inclusion de tous les phonèmes de la langue française	Delphi (en gras) & MonPaGe
a. Glides	a. Dynamique articulatoire	a. /w/ (n=5) ; /j/ (n=7) ; /ɥ/ (n=2)	
b. Répétitions multiples des voyelles cardinales	b. Triangle vocalique	b. /a/ : 115 ; /i/ : 59 ; /u/ : 8	
c. Consonnes	c. Précision articulatoire	c. Inclusion de toutes les consonnes, dont toutes les plosives et fricatives (=consonnes non-sonantes) au moins une fois dans le contexte vocalique (aCa)	
Équilibre phonétique¹	Articulation	Fréquences des phonèmes équivalentes dans le texte et dans la langue française (U = 515, p = 0,25) (voir tableau D.1.)	
Prise en compte des positions dans le mot et du contexte phonémique	Articulation (a,b), Fluence (c, d)	a. Voyelles : inclusion des voyelles cardinales en syllabes ouvertes et fermées b. Toutes les consonnes non-sonantes dans un même contexte vocalique (aCa) (n=9 pour /p/, 4 pour /t, k/, 2 pour /g, v/, 1 pour /b, d, f, s, ʃ, z, ʒ/) /p/ (n=17) ; /t/ (n=3), /k/(n=8), /kr/ (n=3), /tr/ (n=3), /br/ (n=2), /pl/ (n=1), /pr/ (n=1), /vr/ (n=1), /dʒ/ (n=1), /spl/ (n=1) c. /pl/ (n=2), /kl/ (n=1) ; /pr/ (n=2), /tr/ (n=6), /kr/ (n=4), notons que le /t/ peut être sourd ou sonore	
1. Voyelles en syllabes ouvertes et fermées			
2. Consonnes non-sonantes en contexte vocalique fixe			
3. Occlusives sourdes et clusters consonantiques en initiale de mot			
4. Clusters consonantiques avec occlusive sourde suivie d'une consonne sonore			
Inclusion de clusters consonantiques	Articulation	Bi-consonantiques : 26 Tri-consonantiques : 3 (/mɛrkrœdi/, /ɛkstasi/, /splãdid/) Quadri-consonantiques : 4 (/ɛksklam/ x2, /apstrɛ/, /ɛkstraørdiner/)	
Mots bisyllabiques CV1CV1 – CV1CV2	Mesure de la coarticulation voyelle-à-voyelle	«Papa» vs «Papy»	

Contrastes consonnes et voyelles nasales-orales	Nasalité	Consonnes : <i>/pa,ba/ vs /ma/, /pi,bi/ vs /mi/</i> <i>/ta,da/ vs /na/, /di/ vs /ni/</i>	MonPaGe
Voyelles avec contraste de hauteur de la langue (<i>/i – e – ε – a/</i>)	Précision articulatoire (mesure de la différence F1-F2)	Voyelles : <i>/a/ vs /ã/, /ε/ vs /ẽ/, /o-ɔ/ vs /õ/</i> <i>/i/ (N=9) ; /e/ (N=5) ; /ε/ (N=4) ; /a/ (N=15)</i> * les comptes incluent les occurrences identiques entre les trois variantes du français à l'étude, et excluent donc les occurrences où la voyelle est relâchée (FrQ), suivie d'une affrication (FrQ), diphtonguée (FrQ), ou pouvant être prononcée différemment selon la variante de français (<i>/e/ - /ε/ (FrF), /a/ - /ɑ/ (FrQ)</i>)	
Consonne <i>/s/</i> suivie des voyelles cardinales (<i>/sa, si, su/</i>)	Précision articulatoire (mesure du 1 ^{er} moment spectral sur la fricative)	<i>/sa/ (N=4) ; /si/ (N=1) ; /su/ (N=2)</i>	
Consonnes <i>/t,d/</i> après <i>/i/</i>	Phonation (mesure de F1 en offset de <i>/i/</i> devant <i>/t,d/</i> , indice de voisement)	<i>/id/ : « guide », « midi », « splendide », « rapide », « pizza »</i> <i>/it/ : « vite », « visitent », « quittent »</i> *les comptes incluent les occurrences présentes dans toutes les variantes du français, en prenant compte du relâchement (FrQ), de l'affrication (FrQ), de la diphtongaison (FrQ), des variantes dans la production des contrastes <i>/e/-/ε/ (FrF)</i> et des variantes de <i>/a/-/ɑ/ (FrQ)</i> .	
Paires minimales de consonnes sourdes-sonores	Phonation	Paires minimales avec contraste de voisement des consonnes <i>/p/-/b/, /f/-/v/ et /k/-/g/</i>	Groupe de travail
Enchaînement de voyelles et de fricatives sourdes	Phonation (flux d'air continu avec voisement intermittent, pose de la voix sur le souffle)	N=3 (<i>/sãsusi/, /fɛfo/(x2)</i>)	
Voyelle en initiale de mot, en début de phrase ou de groupe prosodique (après un signe de ponctuation induisant une pause)	Phonation (mesure de forçage vocal – coups de glotte)	Contexte : Début de phrase (N=6) ; Début de groupe prosodique (N=12) ; Voyelles : <i>/i/ (N=9) ; /a/ (N=8) ; /o/ (N=1) ; /ε/ (N=1)</i>	

Niveau lexical		
Mots de complexité articulatoire/phonétique variée (mots simples et mots complexes)	Articulation (mesure d'effet de la complexité articulatoire)	Complexité phonétique*, par nombre de paramètres de complexité : <ul style="list-style-type: none"> - Min=0, Max=16 ; M=3 (E.T.=2,5) ; Md=3 (EIQ=3,75) - 0 paramètres : N=22 (16 %) - 1-3 paramètres : N=64 (45 %) - ≥4 paramètres : N=59 (39 %) <p>*Complexité calculée à l'aide de l'Indice de Complexité Phonétique (Lee et al., 2014), intégrant huit paramètres dans son calcul</p>
Répétition de mots	Variabilité articulatoire (apraxie vs. dysarthrie)	Mots répétés : Alice (x6), Papa (x6), Papy (x5), pataka (x3), matin (x2), vont (x2), malibou (x2), fait (x2), chaud (x2), mais (x2), brise (x2), légère (x2), l'air (x2), iodé (x2), mer (x2), ravivent (2), vers (x2), très (x2), faire (x2), samedi (x2), s'exclame(nt) (x2)
Paires de mots de longueur/complexité croissante	Effet de complexité articulatoire (apraxie vs. dysarthrie)	- 5 paires de mots de longueur ou complexité croissante : <ul style="list-style-type: none"> - table-tableau - fait-faire - achats-achète - soir-soirée - dans-dansant
Stimuli utilisés dans d'autres tâches d'évaluation de la parole	Variabilité articulatoire (apraxie vs. dysarthrie)	Jours de la semaine (langage automatique) Diadococinésies monosyllabique (« papa ») et multisyllabique (« pataka »)
Contrôle de la fréquence lexicale (majorité de mots très fréquents et inclusion de quelques mots rares)	Effet de fréquence lexicale (Apraxie, fluence)	Inclusion de mots fréquents et de mots rares* : <ul style="list-style-type: none"> - Mots très fréquents (N=128 ; 56%) - Mots rares (N=25, 11%) - *La fréquence lexicale a été évaluée à l'aide de la base de données Lexique 3.83 (http://www.lexique.org/)

Delphi

MonPaGe

Gr. de travail

Niveau phrastique			
Éléments prosodiques divers	Prosodie	a. Modalités : - Interrogative : 2 - Déclarative : 17 - Exclamative : 4 - Discours rapporté : 7 Limitation du nombre de points d'exclamation pour éviter d'induire une interprétation trop théâtrale (par rapport au texte MonPaGe). Utilisation de tournures de phrases plutôt que juste de la ponctuation pour induire les modulations prosodiques (p. ex. «s'exclame :», «s'interroge :»)	Delphi
a. Modalités b. Focus		b. Focus (p. ex. «vraiment très très faim»)	
Phrases de longueur variée	Soutien respiratoire, groupes de respiration, fatigabilité	Nombre de mots : - Min : 3 ; Max : 18 - Moyenne : 9,9 ; E.T. : 4,2 Nombre de syllabes (minimum) : - Min : 5 ; Max : 32 - Moyenne : 15,2 ; E.T. : 6,6 Nombre de phonèmes (minimum) : - Min : 11 ; Max : 67 - Moyenne : 33,3 ; E.T. : 13,4	
Répétition d'un segment en début et en fin de texte	Effet de fatigue /échauffement	« mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent. », séquence placée en début et en fin du texte, mais ni en première ni en dernière phrase pour éviter les effets prosodiques (p. ex. relâchement final)	
Phrase à prédominance nasale vs orale	Insuffisance vélaire	Phrase à prédominance nasale : « Pendant ce temps, Alice se détend en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas. » Phrase à prédominance orale : « la brise légère et l'air iodé de la (m)er les ravivent » ; « Papy les guide alors vite vers (un) café luxueux au bord de l'eau : Le Bigor(n)eau Salé. » ; « pataka pataka pataka »	MonPaGe
Segments 100 % voisés	Phonation	« mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent. » (x2) « en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas. »	Gr. de travail

Niveau global			
Longueur globale du texte : environ 200 mots	Exhaustivité vs contraintes temporelles et fatigabilité	23 phrases, 227 mots, 350 syllabes (minimum ¹) avec possibilité de passation rapide sur 58 mots	Delphi
Thématique contemporaine, aussi neutre que possible	Minimisation de l'effet des émotions sur la parole ou la voix	Évitement d'éléments induisant une charge émotionnelle (notamment douleur et guérison dans le texte MonPaGe) ; registre courant (ni soutenu ni familier) ; contenu et thématique non infantilisants	
Lisibilité	Fluidité de lecture	Score de facilité de lecture de Flesch (0 = très difficile à lire, 100 = très facile à lire pour les 10 ans et +) : 66,38 Formule de calcul (Flesch, 1948) :	Gr. de travail
		$206,835 - 1,015 \times \frac{\text{mots totaux}}{\text{phrases totales}} - 84,6 \times \frac{\text{syllabes totales}}{\text{mots totaux}}$	

Certains phonèmes peuvent être prononcés de deux manières selon les variantes régionales (/e/-/ɛ/, /o/-/ɔ/, /œ/-/ø/, /œ/-/ɛ/). Dans la plupart des cas, cependant, chacun des phonèmes de ces paires peut être élicité (p. ex. « mer » sera toujours prononcé /mer/, même dans les régions françaises où « après » est prononcé /apre/). Seules les occurrences « non ambiguës » ont été comptabilisées dans le calcul de l'équilibre phonétique, en excluant les occurrences où deux prononciations étaient possibles.

N.B. Les critères faisant partie des 10 critères « phares » à contrôler selon l'étude Delphi sont identifiés en gras.

¹ Le nombre exact de syllabes et de phonèmes peut varier en fonction des différences de prononciation (liaisons et variations régionales)

TABLEAU C1 : Fréquences d'occurrence des phonèmes dans le nouveau texte et dans la langue française (N=766)

	NTxt	FTxt (%)	FFr (%)		NTxt	FTxt (%)	FFr (%)		NTxt	FTxt (%)	FFr (%)
Consonnes											
p	40	5,22	3,74	t	25	3,26	5,22	k	22	2,87	4,22
b	14	1,83	1,05	d	39	5,09	4,13	g	5	0,65	0,55
m	28	3,66	3,30	f	8	1,04	1,50	s	35	4,57	6,10
n	11	1,44	2,79	v	20	2,61	2,27	z	11	1,44	1,85
ʃ	6	0,78	0,47	l	63	8,22	5,74	ʒ	3	0,39	0,08
ʒ	13	1,70	1,59	r	58	7,57	7,22	ŋ	1	0,13	/
Semi-voyelles											
ɥ	2	0,26	0,46	w	5	0,65	1,08	j	7	0,91	1,77
				ɥ/w	1	0,13		i/j	2	0,26	/
Voyelles											
i	59	7,70	5,50	y	3	0,39	1,90	u	8	1,04	2,02
e	26	3,39	7,19	ø	2	0,26	0,45	o	7	0,91	1,07
ɛ	22	2,87	3,81	œ/ø	2	0,26	5,59	ɔ	6	0,78	2,06
e/ɛ	21	2,74	/	ø/œ/ø	17	2,22	/	o/ɔ	7	0,91	/
a	115	15,01	7,98	œ/ɛ	9	1,17	0,54	ē	6	0,78	1,26
ā	27	3,52	3,55					ō	10	1,31	1,95

NTxt = nombre d'occurrences dans le texte ; FTxt = fréquence d'occurrence dans le texte ; FFr = fréquence d'occurrence dans la langue française (Tubach & Boé, 1990)

Critères pris en compte dans la première partie du texte

Critère	Motif	Mise en application	Source
Niveau sous-lexical			
Inventaire phonémique complet	Articulation	Inclusion de tous les phonèmes du français au moins une fois (sauf /ɲ/ qui apparaît dans la suite du texte)	Delphi (en gras) & MonPaGe
a. Glides	a. Dynamique articulatoire	a. /w/ (n=2) ; /j/ (n=1) ; /ɥ/ (n=1)	
b. Répétitions multiples des voyelles cardinales	b. Triangle vocalique	b. /a/ : 22 ; /i/ : 16 ; /u/ : 2	
c. Consonnes	c. Précision articulatoire	c. Inclusion de toutes les consonnes	
Équilibre phonétique	Articulation	Fréquences des phonèmes équivalentes dans le texte et dans la langue française (U = 555, p = 0,50)	
Prise en compte des positions dans le mot et du contexte phonémique	Articulation (a), Fluence (b, c)	a. Voyelles cardinales précédées d'une plosive identique pour la mesure de l'aire du triangle avec facilité de segmentation (/ba/ : «là-bas» ; /bi/ : «Bigorneau» ; /bu/ : «Malibou») ; /i/ en syllabe ouverte pour éviter le relâchement en français québécois b. «Papa», «Papy», «brise», «vraiment», «très très», «café» c. /kl/ («exclame»), /pr/ («après»), /tr/ («très très»), notons que le /r/ peut être sourd ou sonore	
Inclusion de clusters consonantiques	Articulation	/pr/ («après»), /br/ («brise»), /kskl/ («exclame»), /vr/ («vraiment»), /tr/ («très très»), /ks/ («luxueux»), /rn/ («Bigorneau»)	
Mots bisyllabiques CV1CV1 – CV1CV2	Mesure de la coarticulation voyelle-à-voyelle	«Papa» vs «Papy»	
Contrastes consonnes et voyelles nasales-orales	Nasalité	Consonnes : /pa,ba/ («Papa», «Papy» / «là-bas») vs /ma/ («matin», «Malibou») Voyelles : /sa/ («salé») vs /sã/ («sans») /fɛ/ («fait») vs /fẽ/ («faim»)	MonPaGe

Voyelles avec contraste de hauteur de la langue (/i – e – ε – a/)	Précision articulatoire (mesure de la différence F1-F2)	- /i/ de «mîdi» ou de «Bigorneau» (pas d'affrication, syllabe ouverte en français québécois) ou «Papy» (occlusive sourde, facilité de segmentation) - /e/ de «Alice et son» ou «iodé de» (/ses/ ou /ded/, facilité de segmentation) - /ε/ de «l'air» ou «vers» (prononciation /ε/ même en France, «mer» aussi, mais précédé d'une nasale risquant d'avoir une plus grande influence coarticulatoire sur l'acoustique de la voyelle) - /a/ de «Papa» ou «café» (occlusives sourdes, facilité de segmentation)
Consonne /s/ suivie des voyelles cardinales (/sa, si, su/)	Précision articulatoire (mesure du 1 ^{er} moment spectral sur la fricative)	/sa/ : «salé» /si/ : «soucis» /su/ : «soucis»
Consonnes /t,d/ après /i/	Phonation (mesure de F1 en offset de /i/ devant /t,d/, indice de voisement)	«guide» et «vite»
Enchaînement de voyelles et de fricatives sourdes	Phonation (flux d'air continu avec voisement intermittent, pose de la voix sur le souffle)	«sans soucis», «il fait chaud»
Voyelle en initiale de mot, en début de phrase ou de groupe prosodique (après un signe de ponctuation induisant une pause)	Phonation (mesure de forçage vocal – coups de glotte)	Début de phrase : «il fait chaud» Début de groupe prosodique : «Alice» (x2), «ils rejoignent»

Niveau lexical

Mots de complexité articulatoire/phonétique variée (mots simples et mots complexes)

Articulation (mesure d'effet de la complexité articulatoire)

Complexité phonétique*, par nombre de paramètres de complexité :

- Min=0, Max=12 ; M=2,6 (E.T.=2,5) ; Md=2 (EIQ=3)
- 0 paramètres : N=9 (19 %)
- 1-3 paramètres : N=23 (48 %)
- ≥4 paramètres : N=16 (33 %)

*Complexité calculée à l'aide de l'Indice de Complexité Phonétique (Lee et al., 2014), intégrant huit paramètres dans son calcul

Niveau phrastique			
Éléments prosodiques divers	Prosodie	a. Alice s'exclame : «J'ai vraiment très très faim !» (focus et modalité) b. Rythme linguistique, accentuation	Delphi
a. Modalités & Focus b. Fonction structurale de la prosodie			
Phrases de longueur variée	Soutien respiratoire, groupes de respiration, fatigabilité	Phrases de 9 à 16 mots	Groupe de travail
Segments 100 % voisés	Phonation	« mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent. »	
Niveau global			
Longueur du texte : environ 200 mots	Exhaustivité vs contraintes temporelles et fatigabilité	5 phrases, 58 mots, 185 phonèmes au total	Delphi
Thématique contemporaine, aussi neutre que possible	Minimisation de l'effet des émotions sur la parole ou la voix	Évitement d'éléments induisant une charge émotionnelle (notamment douleur et guérison dans le texte MonPaGe) ; registre courant (ni soutenu ni familier) ; contenu et thématique non infantilisants	Groupe de travail
Lisibilité	Fluidité de lecture	Score de facilité de lecture de Flesch (0 = très difficile à lire, 100 = très facile à lire pour les 10 ans et +) : 84,85 Formule de calcul (Flesch, 1948) :	
		$206,835 - 1,015 \times \frac{\text{mots totaux}}{\text{phrases totales}} - 84,6 \times \frac{\text{syllabes totales}}{\text{mots totaux}}$	

ANNEXE D : COMPARAISON DES CRITÈRES ORIGINAUX ET ADDITIONNELS ENTRE LE TEXTE MONPAGE ET « LE VOYAGE D'ALICE »

CRITÈRES ORIGINAUX pour la création du texte MonPaGe		
Critère	Texte MonPaGe	Le voyage d'Alice
Texte court	188 mots	227 mots, 1^e partie pour passation rapide : 58 mots
Couplage avec items de tâches d'évaluation isolées	Jours de la semaine (langage automatique)	- jours de la semaine (langage automatique) - diadococinésies (« pataka »)
Glides, hiatus	« moi, aié... »	« voyage, n'y a, nuage... »
Mots répétés	« le chat, le loup... »	- « Alice, matin, Malibou, brise... - paires croissantes (table/tableau, soir/soirée...)
Coarticulation voyelle-à-voyelle	papa-papy	papa-papy
Même séquence en début et en fin	« Les copains sont tout contents » (fréquentes erreurs de lecture observées)	Séquence « ... mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent. » placée en 3^e et avant-dernière phrase afin d'éviter le relâchement prosodique final)
Structures syllabiques plus complexes, enchaînées	« Son cou craque, son coude claque, c'est la débâcle », « abracadabra »	« mercredi », « Alice s'exclame », « les guide alors vite vers », « extraordinaire », « donc créé » ...
Dialogues, marques de ponctuation, etc. pour variations mélodiques	Interrogatives, déclaratives, exclamatives et discours rapporté	- Interrogatives, déclaratives, exclamatives et discours rapporté - Diminution points d'exclamation (pour éviter une interprétation théâtrale) - Utilisation de tournures de phrases en plus de la ponctuation (p.ex. « ... dit : « ... ! » remplacé par « ... s'exclame : ... ! » pour prévenir de l'intention prosodique) - Focus (« très très faim »)
Nasalité	- Phrase à prédominance nasale : « Un nain ? On n'en a jamais... », « un oignon »	- Phrase à prédominance nasale : « Pendant ce temps, Alice se détend en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas. » vs phrases à prédominance orale (« la brise légère et l'air iodé de la (m)er les ravivent » « Papy les guide alors vite vers (un) café luxueux au bord de l'eau : Le Bigor(n)eau Salé. » « pataka pataka pataka ») - Contrastes oral-nasal pris en compte dans les choix lexicaux (/pa, ba/ vs /ma/, /ti, di/ vs /ni/, /sa/ vs /säl/, /fɛ/ vs /fɛ̃/...)
Séquences CV, CVC, CVCV privilégiant des contextes a, i, u	« pas, rouge, lilas... »	« nous, papy, lilas, ananas... » /a/ : 115 /i/ : 59 /u/ : 8

CRITÈRES SUPPLEMENTAIRES

Critère	Texte MonPaGe	Le voyage d'Alice
Lisibilité (Flesch, 0=très difficile, 100= très facile à lire <u>pour les 10 ans et +</u>)	90	66
Thématique contemporaine, neutre	- Notions de douleur/guérison : « Son cou craque, son coude claque » - Conte pour enfants	- Évitement d'éléments induisant une charge émotionnelle - Contenu et thématique moins infantilisants
Phonation	Segment 100% voisé : « Un nain ? On n'en a jamais vu » (court et nasalité surajoutée)	- Segment 100% voisé répété à deux reprises : « mais la brise légère et l'air iodé de la mer les ravivent » (x2) ; - Deuxième segment 100% voisé (nasalité surajoutée) : « en lisant un roman et mange un bonbon à l'ananas. » - Enchaînements voyelles - fricatives sourdes (flux d'air continu avec voisement intermittent) : « sans soucis, il fait chaud x2 » - Mots à voyelle initiale, en position initiale de phrase ou après une pause (coups de glotte, forçage vocal) : « Il fait chaud, elle va faire... » - Paires minimales avec contraste de voisement : « pas/bas, faire/vers, guide/quittent » - Inclusion de /t,d/ après /i/ (mesure de F1 en offset de /i/ : indice de voisement)
Phrases à durée variable (analyse du soutien respiratoire, groupes de respiration, fatigabilité)	Nombre de mots : - Min : 2 ; Max : 16 - Moyenne : 7 ; E.T. : 4,1 - Médiane : 6 ; EIQ : 5,25	Nombre de mots : - Min : 3 ; Max : 18 - Moyenne : 9,9 ; E.T. : 4,2 - Médiane : 9 ; EIQ : 7
Contrôle de la complexité articulatoire/phonétique des mots (Indice de Complexité Phonétique ¹)	Mots simples et mots complexes	Mots simples et mots complexes
Contrôle de la fréquence lexicale (Lexique 3.83 ²)	Mots fréquents et mots rares	Mots fréquents et mots rares ; davantage de mots rares
Inventaire phonémique complet	Manque /ɥ, z (1 si liaison), ɲ/	Tous les phonèmes de la langue française
Équilibre phonétique	Non contrôlé, certains phonèmes sous-représentés (/ã, f, ø, o/), d'autres sur-représentés (/p, d, l/)	Distribution des fréquences statistiquement identique entre le texte et la langue française parlée ; corrélation forte
Consonnes sonantes en contexte vocalique contrôlé	Non contrôlé	Toutes les consonnes non-sonantes sont présentes dans un même contexte vocalique : aCa
Séquences propices aux disfluences (bégaiement)	Non contrôlé	Occlusives sourdes et clusters consonantiques en initiale de mots et enchaînements consonne sourde – consonne sonore
Coarticulation C-V	Non contrôlé	Consonne /s/ suivie des voyelles cardinales /sa, si, su/ pour permettre la mesure du 1er moment spectral sur la fricative