



HAL
open science

Effet de l'accélération artificielle du signal de parole sur la perception de la sévérité dans les dysarthries mixtes et ataxiques

Pierre Pailhassar

► To cite this version:

Pierre Pailhassar. Effet de l'accélération artificielle du signal de parole sur la perception de la sévérité dans les dysarthries mixtes et ataxiques. Sciences cognitives. 2015. dumas-01212898

HAL Id: dumas-01212898

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01212898>

Submitted on 26 Oct 2015

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

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

ACADEMIE DE PARIS
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

EFFET DE L'ACCELERATION ARTIFICIELLE DU SIGNAL DE
PAROLE SUR LA PERCEPTION DE LA SEVERITE DANS LES
DYSARTHRIES MIXTES ET ATAXIQUES

Sous la direction de
Cécile FOUGERON, directeur de recherches au CNRS,
Nicolas AUDIBERT, Maître de conférences à l'Université Paris III Sorbonne
Nouvelle.

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015

Pierre PAILHASSAR
Né le 26 mars 1991

REMERCIEMENTS

Je remercie sincèrement mes directeurs de mémoire, Cécilie Fougeron et Nicolas Audibert, pour leur encadrement et leurs conseils dans la réalisation de ce mémoire. Leurs connaissances et leur expertise ont été une aide indispensable à la mise en œuvre de cette expérience. Leur bienveillance, leur disponibilité et leur soutien m'ont permis de conduire mes travaux de recherches avec confiance et de terminer ce mémoire dans des conditions optimales.

Cette expérience n'aurait pas pu aboutir sans le concours de mes camarades de promotion. Que les juges ayant participé au test soient ici remerciés. Je remercie également Bérengère Fouchard et Chriss-Morgane Ravaud pour leur mémoire de l'an passé qui initie cette expérience.

Les membres de ma famille méritent enfin des remerciements chaleureux pour leur engagement sans faille.

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je soussigné Pierre Pailhassar déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature : Pierre PAILHASSAR

SOMMAIRE

PARTIE THEORIQUE

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION..... | 9 |
| I. Les dysarthries | 11 |
| I.1. Définition | 11 |
| I.2. Classification..... | 11 |
| II. Prosodie..... | 14 |
| II.1. Présentation de la prosodie | 14 |
| a. Définition..... | 14 |
| b. Les pauses..... | 15 |
| c. Le débit | 16 |
| II.2. Prise en charge de la prosodie..... | 16 |
| a. Prise en charge globale | 16 |
| b. Prise en charge du débit..... | 17 |
| III. Pathologies étudiées | 19 |
| III.1. La Sclérose Latérale Amyotrophique (SLA)..... | 19 |
| a. Description et généralités de la SLA | 19 |
| b. La dysarthrie dans la SLA | 20 |
| c. Récapitulatif des anomalies observées dans la dysarthrie mixte..... | 22 |
| d. Rééducation de la dysarthrie mixte | 23 |
| III.2. Le Syndrome Cérébelleux | 25 |
| a. Définition et généralités (Özsancak et Devos, 2007) | 25 |
| b. La dysarthrie dans le syndrome cérébelleux..... | 27 |
| c. Récapitulatif des signes perceptifs vocaux du syndrome cérébelleux..... | 28 |
| d. Rééducation de la dysarthrie ataxique | 29 |
| IV. Conséquences perceptives des variations de débit..... | 29 |
| IV.1. Manipulation involontaire du débit lors de la production | 30 |
| a. Effet positif | 30 |
| b. Effets mitigés | 30 |
| IV.2. Manipulation volontaire du débit en production | 31 |
| a. Effet positif | 31 |
| b. Effets mitigés | 33 |
| IV.3. Manipulation artificielle du débit | 34 |

| | | |
|------|---|----|
| a. | Effets positifs | 34 |
| b. | Effets mitigés | 34 |
| V. | Conclusion | 36 |
| I. | PROBLEMATIQUE | 38 |
| II. | HYPOTHESES | 38 |
| | Hypothèse 1: l'accélération artificielle du signal de parole apporte-t-elle un gain quant à la qualité de la parole des patients? | 39 |
| | Hypothèse 1a: l'accélération des productions améliore la qualité articuloire perçue. | 39 |
| | Hypothèse 1b: l'accélération des productions améliore le degré de sévérité de la dysarthrie perçue. | 39 |
| | Hypothèse 1c : On observe des différences quant à la perception du débit. | 39 |
| | Hypothèse 2: L'effet de l'accélération est-il hétérogène ?..... | 39 |
| | Hypothèse 2a :L'effet de l'accélération est différent en fonction de la population. | 39 |
| | Hypothèse 2b: L'effet de l'accélération est fonction du locuteur. | 40 |
| | Hypothèse 3 : Les caractéristiques du test ont-elles des effets sur les résultats obtenus ?... 40 | |
| | Hypothèse 3a : La perception est différente selon le jury. | 40 |
| | Hypothèse 3b : Les résultats sont différents selon la session de test effectuée. | 40 |
| | Hypothèse 3c : Les phrases sélectionnées dans le texte influencent la production et/ou la perception de la parole..... | 41 |
| III. | METHODOLOGIE..... | 41 |
| | III.1. Population | 41 |
| | III.2. Matériel linguistique..... | 42 |
| | III.3. Méthodologie de l'analyse perceptive | 43 |
| IV. | RESULTATS | 44 |
| V. | DISCUSSION | 55 |
| | Résultats de l'hypothèse 1a: On n'observe pas de différences au niveau de la qualité articuloire perçue. | 56 |
| | Résultats de l'hypothèse 1b: On observe des différences quant au degré de sévérité perçue. .. | 57 |
| | Résultats de l'hypothèse 1c: On observe des différences quant au débit. | 57 |
| | Résultats de l'hypothèse 2a : l'effet de l'accélération est différent en fonction de la population. | 58 |
| | Résultats de l'hypothèse 2b: L'effet de l'accélération dépend du locuteur. | 59 |
| | Résultats de l'hypothèse 3a : on n'observe pas effet du jury et donc de l'ordre de passage des stimuli..... | 60 |
| | Résultats de l'hypothèse 3b : on n'observe pas d'influence de la nature de la session sur le jugement..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Résultats de l'hypothèse 3c : on observe un effet de la phrase sur la perception et la production. | 60 |
| VI. LIMITES DE L'ETUDE..... | 61 |
| Limites induites par le locuteur | 61 |
| Les limites apportées par la tâche de lecture | 62 |
| Les caractéristiques particulières de l'auditeur | 62 |
| VII. CONCLUSION..... | 63 |
| VIII. BIBLIOGRAPHIE..... | 65 |
| IX. ANNEXES..... | 71 |

SOMMAIRE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Classification des dysarthries d'après Darley et al. (1969) ... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2 : Les critères les plus déviants dans la dysarthrie mixte rangés par ordre décroissant d'importance (selon l'analyse perceptive de Brown et al., 1970) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3. Critères déviants de la dysarthrie ataxique classés par ordre décroissant d'importance (selon l'analyse perceptive de Brown et al., 1970) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 4 : la population. **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 5 : Typologie des phrases sélectionnées. **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 6 : effet de l'accélération toutes populations confondues (test de rangs signés de Wilcoxon). **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 7 : effet de l'accélération par population (résultats statistiques du test des rangs signés de Wilcoxon). **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 8 : effet de l'accélération pour chaque locuteur (résultats statistiques du test des rangs signés de Wilcoxon). **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 9 : comparaison des notes données par les différents jurys pour chaque critère (résultats statistiques du test H de Kruska Wallis). **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 10 : Moyennes des notes obtenues selon la session pour chaque critère (résultats statistiques des rangs signés de Wilcoxon). **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 1 : Clusters de la dysarthrie. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 2 : Clusters de la dysarthrie mixte (SLA). **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 3. Clusters de la dysarthrie ataxique. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 4: gain apporté par l'accélération sur la perception du critère grade de dysarthrie en fonction du coefficient d'accélération. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 5 : gain apporté par l'accélération sur la perception de la réalisation articulatoire en fonction du coefficient d'accélération. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 6: gain apporté par l'accélération sur la perception de la réalisation articulatoire en fonction du coefficient d'accélération. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 7 : moyennes des scores obtenus pour chaque critère par population.. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 8 : résultats obtenus pour le critère « réalisation articulatoire » par locuteur pour chaque condition. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 9 : résultats obtenus pour le critère « grade de dysarthrie » par locuteur pour chaque condition. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 10 : résultats obtenus pour le critère « vitesse de parole » par locuteur pour chaque condition. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 11 : moyennes obtenues pour chaque critère selon les différents jurys. **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 11 : moyennes obtenues pour chaque critère selon chaque phrase (résultats statistiques du test ANOVA de Friedman)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 12 : différences de moyenne des critères entre chaque phrase. **Erreur ! Signet non défini.**

INTRODUCTION

La dysarthrie est un trouble de la parole consécutif à une lésion neurologique. La sémiologie sera différente selon l'étiologie, les troubles de la voix et de la parole peuvent avoir un impact sur l'intelligibilité et la communication des sujets. En outre ces difficultés de production de la parole se répercutent sur la qualité de vie et peuvent conduire à un isolement.

La plupart des études sur la dysarthrie concernant majoritairement des locuteurs de langue anglaise, il nous paraît donc judicieux d'enrichir la littérature française par la présente étude. De plus, nous nous sommes particulièrement intéressés aux troubles du débit qui se retrouvent dans tous les différents types de dysarthrie. Les quelques études scientifiques traitant de ce sujet se sont limités à évaluer l'impact d'un ralentissement volontaire du débit (i.e. produit par le sujet suivant la consigne de l'expérimentateur) et les résultats obtenus sont mitigés. Or Liss 2007 a montré que le débit trop lent du locuteur pouvait avoir un impact négatif sur la compréhension du message. Cela s'expliquerait par une demande accrue de la mémoire à court terme de l'auditeur et par une altération trop importante des marqueurs suprasegmentaux induits par le ralentissement du débit. Ici nous avons préféré traiter d'une accélération artificielle du débit, c'est à dire une accélération provoquée par une manipulation de resynthèse du signal produit. Woisard et *al.*, (2010) avaient déjà étudié un tel impact auprès de 2 patientes françaises avec une dysarthrie ataxique. Notre étude lui fait donc suite, dans le but de généraliser ses résultats à une population plus large et diversifiée. Notre choix s'est donc porté sur des patients présentant des dysarthries caractérisées par un fort ralentissement du débit de parole : 6 patients atteints de Sclérose Latérale Amyotrophique présentant une dysarthrie mixte et 6 patients présentant un Syndrome Cérébelleux et donc une dysarthrie de type ataxique.

Afin de tester les conséquences de cette accélération des productions nous avons établi un test perceptif comprenant des enregistrements de phrases lues par les 12 patients qui ont été resynthétisés dans deux conditions : une condition 'naturelle' sans modification du débit (naturellement lente) et une condition 'accélérée' où le débit est ramené à une valeur plus proche de celle d'une population contrôle. Un jury composé de 10 étudiants en orthophonie a évalué perceptivement ces productions en termes de « grade de sévérité », « vitesse de parole », et qualité de « la réalisation articulatoire ». L'analyse des résultats nous permettra donc de comparer les productions des patients, en termes qualitatifs, en condition naturelle et accélérée.

PARTIE THEORIQUE

I. Les dysarthries

I.1. Définition

La dysarthrie est définie comme « un trouble de la réalisation motrice de la parole, secondaire à des lésions du système nerveux central ou périphérique » (Darley et al., 1975). On considère habituellement que la dysarthrie concerne les troubles neurologiques acquis et non les troubles développementaux. Elle définit les troubles moteurs de la parole d'origine neurologique et intègre des perturbations retentissant sur la respiration, la phonation, l'articulation, la résonance et la prosodie.

I.2. Classification

La diversité des tableaux sémiologiques rencontrés a conduit Darley et al. (1975) à classer les différents types de dysarthrie afin de répondre à la nécessité d'un cadre théorique. Cette classification est actuellement la plus répandue et sert de référence dans le milieu scientifique. Elle repose sur une analyse perceptive des différentes anomalies observées. Elle comprend sept catégories de parole correspondant à 38 critères cliniques étalonnés sur une échelle de sept points qui permettent de quantifier le degré d'altération de la parole. Les catégories utilisées sont la hauteur, l'intensité, la qualité vocale, la respiration, la prosodie, l'articulation ainsi qu'une dernière catégorie globale comprenant les critères d'intelligibilité et de bizarrerie de la parole.

Six types de dysarthries associées à des étiologies ont ainsi été distingués :

1. la dysarthrie ataxique par atteinte des voies cérébelleuses ou du cervelet,
2. la dysarthrie flasque par atteinte de la voie finale commune (système périphérique),
3. la dysarthrie hyperkinétique par atteinte des noyaux gris centraux avec prédominance des mouvements anormaux (dystonie ou maladie de Huntington),
4. la dysarthrie hypokinétique par atteinte des noyaux gris centraux avec prédominance de l'akinésie (maladie de Parkinson),
5. la dysarthrie spastique par atteinte du motoneurone central (sclérose latérale primaire, AVC),
6. la dysarthrie mixte par atteinte de plusieurs systèmes neurologiques (sclérose latérale amyotrophique).

En 2005, Duffy est venu ajouter deux catégories à cette classification:

- la dysarthrie par atteinte unilatérale du premier neurone moteur (aphasie ou apraxie de la parole),
- la dysarthrie d'étiologie indéterminée.

Cette classification de Darley et al. est toutefois controversée car trop symptomatique. En effet, selon Le Huche et Allali (2001), un symptôme identique ne pourra être traité de la même façon. La prise en charge dépendra de l'étiologie du trouble et non du symptôme. A ce jour, il n'existe pas de classification reposant sur une approche purement sémiologique, opposant, par exemple, les dysarthries à débit normal et à débit lent. Ces classifications fondées sur les perturbations vocales et non plus sur les pathologies permettraient alors une meilleure prise en compte de la spécificité des personnes, et une analyse plus précise des troubles de la parole.

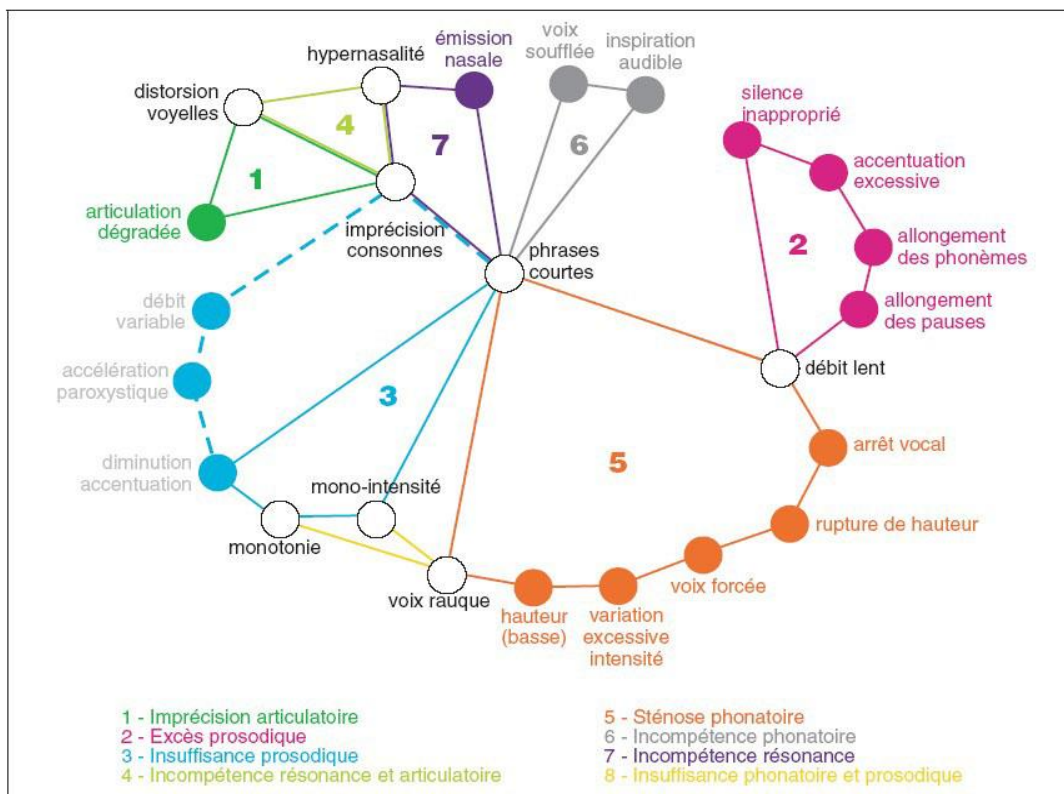
Tableau 1 : Classification des dysarthries d'après Darley et al. (1969)

| TYPE | LESION | SEMIOLOGIE | CAUSES |
|-------------------------------------|--|--|---|
| Spastique ou pseudo-bulbaire | 1er motoneurone faisceau pyramidal | Débit lent, insuffisance prosodique, imprécision des consonnes, distorsion des voyelles, hypernasalité et voix rauque. | AVC bilatéraux, tumeur ou abcès cérébral |
| Flasque | Nerfs périphériques, jonction neuromusculaire, muscles | Les 3 étages de la parole (respiratoire, laryngé, articulaire) peuvent être touchés de façon spécifique ou en même temps comme dans la myasthénie. | Lésion bulbaire, diphtérie, syndromes myasthéniques |
| Hypokinétique | Système extrapyramidal | Insuffisance prosodique et accélération paraxystiques. | Maladie de Parkinson |
| Hyperkinétique | Système pyramidal | Inspirations et expirations soudaines, variations d'intensité excessives, arrêts vocaux. Troubles prosodiques majeurs, imprécision articulaire. | Maladies de Wilson, Huntington, TC, AVC, toxiques, médicaments... |

| | | | |
|-----------------|--|--|---|
| Ataxique | Cervelet ou voies cérébelleuses | Troubles articulatoires et prosodiques. Débit irrégulier, parole explosive, scandée, hachée avec un allongement des pauses et des phonèmes | Atrophies cérébelleuses, ivresse aiguë, AVC cérébelleux, SEP... |
| Mixte | Atteinte neurologique disséminée (SLA, SEP). | Imprécision des consonnes, hypernasalité, insuffisance prosodique et voix rauque. | SEP, SLA, TC, Atrophies multi systématisées. |

Darley et *al.* ont ensuite étudié les corrélations deux à deux entre les critères cliniques les plus déviants. Ceux qui entretenaient des corrélations significatives ont été réunis sous forme de clusters. On dégage ainsi huit clusters : imprécision articulatoire, excès prosodique, insuffisance prosodique, incompétence résonance et articulatoire, sténose phonatoire, incompétence phonatoire, incompétence résonance, insuffisance phonatoire et prosodique. Un ou plusieurs critères sont attachés à chaque cluster ; à l'inverse, certains critères peuvent être reliés à deux clusters.

Figure 1 : Clusters de la dysarthrie



II. Prosodie

II.1. Présentation de la prosodie

a. Définition

La prosodie renvoie, dans la parole, à des phénomènes de variations de fréquence fondamentale, durée, pauses, intensité et timbre vocal. Elle présente un intérêt pour le travail orthophonique car ces phénomènes suprasegmentaux dépendent du locuteur. Elle suscite également un intérêt particulier chez les psycholinguistes en raison de son rôle dans l'acquisition du langage chez l'enfant, en particulier dans l'acquisition de la grammaire.

La prosodie désigne tous les aspects de la parole qui ne sont pas liés à la production et à l'identification des sons. Elle structure le flux de parole et elle est essentielle à la compréhension du message. De manière générale, on lui reconnaît six fonctions essentielles qui peuvent se superposer et interagir au cours de l'acte de communication :

1. La fonction modale permet de différencier les types de phrases (déclarative, interrogative, exclamative).
2. La fonction structurale, considérée comme la plus importante, a une fonction démarcative et de hiérarchisation pour structurer l'énoncé et mettre en avant les éléments les plus prégnants pour le locuteur. Elle a aussi une fonction syntaxique essentielle à la structuration de l'énoncé en syntagmes majeurs et mineurs (sujet, verbe).
3. La fonction pragmatique qui permet d'intégrer le message à son contexte, elle met en perspective ce qui est nouveau par rapport à ce qui est connu.
4. La fonction attitudinale qui apporte des informations sur les objectifs de l'acte de parole et l'intention du locuteur (convaincre, séduire, informer) ainsi que sur la relation locuteur/auditeur (lien social, lien affectif entre les personnes).
5. La fonction émotive qui concerne l'expression des émotions comme la joie, la colère et la peur (considérées comme les fonctions primaires).
6. La fonction identificatrice qui caractérise le locuteur, ses origines sociales, géographiques, sa fonction ou son rôle, son âge et son sexe.

L'analyse de la prosodie de la parole tient compte de cinq marqueurs phonétiques spécifiques: la hauteur de la voix (Fréquence fondamentale (Hz)), la longueur des segments (Durée des segments (ms)), les pauses (Silence (ms)), l'intensité (dB) et dans les langues avec

réduction vocalique en position non accentuée, le timbre des voyelles (Formants vocaliques (Hz)). Ces différents paramètres s'influencent mutuellement ; leur variation est de nature interactive. Ils constituent le niveau phonétique de la prosodie (Crystal 1981).

Ils sont en outre à l'origine de l'intonation et de l'accentuation qui, avec le rythme et le débit, constituent le niveau linguistique de la prosodie. Chaque élément joue en ce sens un rôle essentiel dans la communication orale, la signification des énoncés, ainsi que dans l'interprétation du message par l'auditeur dans la continuité du signal sonore (Yorkston *et al.*, 1999). La fonction émotive de la parole dépend ainsi fortement de l'intonation qui révèle les intentions, et les ressentis du locuteur, en faisant par exemple varier la fréquence fondamentale et la durée de certains phonèmes. L'accentuation, marqueur d'insistance syllabique, favorise la distinction des syllabes par le jeu de la fréquence, de la durée et de l'intensité des syllabes. Le rythme, dont les unités rythmiques minimales sont les syllabes, induit, par l'effet de la régularité, de la répétition et du groupe (Fraïsse, 1974), la constitution du groupe accentuel (Di Cristo, 2004) ou du mot prosodique (Vaissière, 1991). Notre étude portant sur les manipulations artificielles, il convient de détailler avec plus de précision le dernier marqueur linguistique (le débit) après avoir envisagé les pauses qui permettent la distinction des différents débits.

b. Les pauses

La parole est caractérisée par l'alternance de temps d'activité et de temps de repos, communément appelés « pauses ». Ces dernières sont généralement matérialisées dans le continuum sonore par une interruption du signal, et permettent ainsi de distinguer le débit de parole du débit articulatoire. Il existe différents types de pauses (Campione *et al.*, 2004) :

- Les pauses silencieuses structurent la parole lors des reprises respiratoires : elles correspondent à une absence de voisement de durée variable et nécessitent une activité cognitive importante (planification et élaboration). Elles facilitent la compréhension en structurant le discours et permettent à l'auditeur de segmenter le signal de parole et donc de mieux traiter le message.
- Les pauses non-silencieuses (Duez, 1987) correspondent à un allongement vocalique. Elles apparaissent lors des recherches de formulation, temps d'hésitation (utilisation du phatème « euh » en français), gestion de conflit d'interaction. Leur fréquence fondamentale est plate et leur durée supérieure à la normale.

Elles constituent un outil important de prise en charge dans les pathologies qui incluent des altérations du débit.

c. Le débit

Le débit s'apprécie par le nombre de syllabes ou de mots prononcés par unité de temps donnée, et se définit donc selon Grosjean (1975) comme « la vitesse générale de locution ». On différencie deux types de débit : le débit de parole, qui inclut les pauses silencieuses, et le débit articulatoire qui exclut les pauses.

En moyenne, la vitesse de parole est comprise entre quatre et sept syllabes par seconde. Cependant, elle peut varier selon plusieurs facteurs : le locuteur, l'émotion, la situation de communication et la langue. On observe par exemple un ralentissement du débit dans certains contextes tels que le discours politique (Duez, 1991) ou la mise en relief d'un élément prégnant. A l'inverse, le stress ou l'allongement de la chaîne de parole entraînent une accélération du débit. Ces variations de débit auront un impact direct sur les autres paramètres suprasegmentaux de la parole et donc sur l'intelligibilité. En effet, plus un locuteur parle vite, moins on observera de variations intonatives de la fondamentale et plus la durée des pauses sera réduite (Zellner, 1998).

II.2. Prise en charge de la prosodie

a. Prise en charge globale

La classification des dysarthries de Darley et *al.* précédemment citée rapporte que chaque type de dysarthrie présente des dysprosodies ou des altérations de la prosodie. Les différents paramètres suprasegmentaux entretiennent des relations étroites et sont parfois indissociables en PEC. Par exemple, le rythme est relié à l'accentuation, et les pauses sont reliées au débit.

De plus, les troubles prosodiques résultent de dysfonctionnements à tous les étages des mécanismes mis en jeu lors de la parole. On retrouve dans la parole dysarthrique des défauts de modulation de hauteur et/ou d'intensité (monotonie, variations excessives), des troubles du rythme et du débit (ralentissement, accélérations paroxystiques).

C'est pourquoi, la rééducation de la prosodie constitue un axe fondamental de la prise en charge de la dysarthrie et doit être mise en œuvre précocement (Rosenbek et LaPointe, 1985). Les gains qu'elle apporte sur l'intelligibilité et sur le caractère naturel de la parole, quel que soit le degré de sévérité de la dysarthrie, justifient sa mise en œuvre dans le cadre de

la rééducation de la dysarthrie (voir ci-après notre analyse comparative de diverses études scientifiques).

Lowit et Rolland-Monnoury (2007) ont mis en avant différents principes de la prise en charge pour chaque type de marqueurs prosodiques.

- La hauteur sera par exemple travaillée par des exercices sans paroles tels que les sirènes, les crescendos et decrescendos. Nous pourrions également proposer des exercices de voix chantée qui induisent une variation mélodique plus prononcée.
- L'intensité peut être travaillée conjointement à la hauteur par les exercices précédents. Des exercices plus spécifiques de contrôle ou d'accentuation du volume sonore (augmenter, alterner ou diminuer progressivement l'intensité au cours d'un énoncé) pourront également être mis en place.
- Le travail de l'intonation repose sur la production des modèles contrastés (mots puis phrases). Il sera également utile de produire différentes intonations sur une même phrase afin d'éviter de confondre les changements d'intonation et les changements de sens issus de phrases lexicalement différentes. Enfin, le travail de schémas intonatifs liés aux émotions (joie, tristesse, colère...) contribuera à améliorer l'expressivité de la parole.
- L'accentuation et le rythme seront travaillés de concert puisqu'ils sont indissociables dans leur prise en charge. Il s'agira d'exagérer l'accentuation pour établir un meilleur contrôle. On peut également entraîner le patient à développer sa perception des différents rythmes et accentuations utilisés au cours d'un discours afin qu'il puisse par la suite les reproduire et les réutiliser dans la parole spontanée.
- Le travail de la durée par des tâches diadococinésies est discuté par Lowit et Rolland-Monnoury en raison de leurs bénéfices incertains. Nous pourrions toutefois envisager un travail indirect lors de la rééducation du débit.

b. Prise en charge du débit

La prise en charge du débit repose sur deux étapes successives. La première étape de la prise en charge du débit est de rendre compte de l'atteinte. Il faut donc commencer par mesurer le débit de la parole. Une méthode assez approximative décrite par Lowit et Rolland-Monnoury consiste à calculer le nombre moyen de mots par minute : on enregistre un échantillon de parole, on chronomètre le temps utilisé, puis on compte le nombre de mots. Les

échantillons se composent de passages standards, de séries de phrases et de listes de mots à lire ou à répéter. Le débit pouvant varier en raison de troubles associés (manque du mot, troubles respiratoires, troubles neurologiques, persévérations, difficultés syntaxiques, difficultés motrices), il est important de prendre en considération la présence ou l'absence de ces facteurs avant toute analyse des mesures effectuées.

Le débit articuloire ne pourra en revanche pas être mesuré en pratique clinique car l'élimination du temps des pauses est une tâche trop lourde.

La seconde étape de la prise en charge vise à modifier le débit. Le débit de la parole n'est pas un phénomène unitaire car il comprend les pauses et dépend de la réalisation motrice. Il peut dès lors être modifié en agissant sur les pauses entre les mots ou les phrases et/ou en prolongeant ou en raccourcissant les sons et leur transition afin de ralentir ou accélérer la parole.

L'action sur les pauses, dans le sens de l'ajout et du prolongement de celles-ci, donne davantage de temps pour sélectionner et planifier les mouvements et ainsi faciliter la réalisation articuloire. Aussi, le temps inspiratoire du patient sera plus long et plus efficace, lui permettant d'obtenir une meilleure phonation grâce à une pression intraorale suffisante. Cela confèrerait en outre un temps de traitement supérieur à l'auditeur, augmentant ainsi l'intelligibilité (Yorkston et Bekelmann 1981).

Selon Lowit et Rolland-Monnoury, l'utilisation d'une combinaison de mouvements articuloires ralentis et la tenue de certaines postures (prolongement des voyelles, des constrictives) semble induire chez les patients la prolongation du temps d'élocution. Celle-ci leur offre la possibilité d'une réalisation complète du mouvement articuloire ainsi qu'une exagération des traits acoustiques pertinents essentiels à l'identification des phonèmes. Chez l'auditeur, cette prolongation du temps d'élocution favorisera également le traitement du message.

On peut être amené à combiner en pratique ces deux méthodes de contrôle du débit. Toutefois, si un patient parle trop vite et commet plusieurs erreurs d'articulations on préférera l'allongement des sons. En revanche, si la parole est brouillonne, incontrôlée et qu'il nous est difficile de segmenter son discours, un travail sur les pauses est davantage recommandé. De plus, il faudra prendre en compte les capacités inter-individuelles à réduire le débit, ces-dernières étant inégales et propres à chacun.

On remarque néanmoins qu'en pratique un même degré de ralentissement pourra avoir des impacts différents sur l'intelligibilité selon les patients. Le gain d'intelligibilité dépendrait

davantage du degré de sévérité : par exemple, les patients présentant des dysarthries sévères ne bénéficieront pas d'un gain aussi important que chez les patients atteints de dysarthries modérées.

On note par ailleurs que pour les patients souffrant d'un ralentissement dû à une atteinte neuro-musculaire, ralentir davantage correspondrait à une perte totale du caractère naturel de la parole (sentiment négatif du patient et réactions négatives de l'entourage). Le facteur psychologique entre également en jeu : certains patients acceptent une parole syllabée tandis que d'autres la refusent malgré le gain d'intelligibilité.

Afin d'obtenir un meilleur contrôle du débit, il existe de nombreuses techniques et outils permettant d'agir sur le rythme et les pauses. On citera : le feed-back auditif altéré ou AAF (*Altered Auditory Feedback*), la parole prolongée, le prompteur, le métronome, le tableau alphabétique, le *pacing-board* ou tableau mesuré. Ces techniques seront brièvement décrites plus tard dans notre étude.

III. Pathologies étudiées

III.1. La Sclérose Latérale Amyotrophique (SLA)

a. Description et généralités de la SLA

La SLA, également appelée maladie de Charcot ou maladie de la corne antérieure, est une maladie neurodégénérative (au troisième rang de fréquence des maladies neurologiques dégénératives après la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer) pouvant survenir entre 40 et 70 ans (60 ans en moyenne). Cette pathologie est incurable à l'heure actuelle et l'espérance de vie après la pose du diagnostic est de 3 à 5 ans. Il s'agit d'une affection purement motrice (absence de troubles sensitifs, de trouble de la programmation et de la coordination des mouvements) pouvant atteindre l'ensemble du corps et dont le processus évolutif est variable (progressif ou par paliers). Elle peut apparaître sous deux formes : sporadique (étiologie inconnue) ou familiale (5 à 10% des cas mono/multigéniques).

L'apparition de cette pathologie serait imputable à une anomalie des mitochondries produisant de l'énergie pour les motoneurones qui, en son absence, va conduire à une apoptose. Les motoneurones atteints sont le motoneurone central (MNC, 1^{er} motoneurone) dépisté grâce à un examen clinique, et le motoneurone périphérique (MNP, 2^{ème} motoneurone)

mis en évidence par un EMG. La conséquence clinique de ces atteintes est une perte progressive de la force motrice, sans rémission.

La sémiologie sera différente selon la prédominance de l'atteinte :

- Prédominance du MNC (faisceau pyramidal ou voie d'activation directe) : on retrouvera une perte de dextérité (maladresse), un déficit moteur, une spasticité, une labilité émotionnelle, une exagération des réflexes ostéo-tendineux (ROT) avec un signe de Babinsky et un signe de Hoffman.
- Prédominance du MNP (voie finale commune) : apparition de crampes, de fasciculations, un déficit moteur, une amyotrophie (fonte musculaire et perte de poids), une diminution des ROT et une hypotonie.

Sur le plan ORL, l'atteinte motrice aura également des conséquences délétères tant au niveau de la déglutition que sur les gestes de la parole entraînant une dysphonie ou une dysarthrie. Cette dernière précède ou accompagne l'apparition des troubles de la déglutition.

b. La dysarthrie dans la SLA

La paralysie due à la SLA s'étend progressivement aux organes de la parole (appareil respiratoire, larynx, articulateurs) entraînant ainsi une dysarthrie qui sera accentuée par les émotions et la fatigue. Selon la classification de Darley et al. (1975) on parle de dysarthrie mixte, à la fois spastique et flasque. L'aspect spastique est dû au syndrome bulbaire (atrophie, fasciculations et hypotonie du voile par atteinte des motoneurones périphériques) et l'aspect parétique au syndrome pseudobulbaire par atteinte des motoneurones centraux (exagération des réflexes nauséux, masséterins et médians du visage, bâillements exagérés et fréquents, clonus de la mâchoire, caractère spasmodique du rire ou pleurer). Ces différents symptômes ont un impact négatif sur la voix. Robert et Spezza (2007) ont décrit les signes cliniques que l'on observe au niveau de la parole, en les répertoriant en fonction des atteintes neurologiques.

i) Le syndrome bulbaire

L'atteinte du nerf facial entraîne une paralysie de la région péribuccale dont les signes articulatoires sont la perte du caractère explosif des consonnes bilabiales et labio-dentales, la

perte du caractère arrondi des voyelles /u/, /ou/, /o/ (Tomik *et al.*, 1999), ainsi que l'impossibilité de siffler.

L'atteinte du nerf hypoglosse conduit à une diminution de la force des mouvements de la langue. Elle se manifeste par une impossibilité de la réalisation des consonnes alvéodentales /d/, /t/, /n/, une perte progressive de l'articulation de toutes les voyelles, la disparition de la consonne /r/, et un zozotement

L'atteinte du nerf vague induit un déficit musculaire au niveau du voile, des muscles intrinsèques du larynx et des muscles constricteurs du pharynx (Kent *et al.*, 1992). On constate une rhinolalie ouverte (nasalisation des phonèmes oraux, une perte de la netteté des occlusives), ainsi qu'une stase salivaire sur le plan cordal à l'origine d'un tremblement laryngé en phonation.

On note enfin l'apparition plus tardive de l'atteinte du nerf trijumeau (De Paul *et al.*, 1988), qui jouera cependant un rôle positif dans le travail de rééducation.

ii) **Le syndrome pseudobulbaire**

Le syndrome pseudobulbaire affecte la motricité oro-faciale. Celle-ci est ralentie et flasque, mais lors de la phonation, on perçoit un serrage vocal (spasticité du larynx) et donc un timbre serré.

iii) **L'atteinte des muscles respiratoires**

La respiration est altérée par suite de l'atteinte des muscles respiratoires qui cause une diminution des temps inspiratoires et expiratoires qui entraîne à son tour une diminution du temps phonatoire. La production des énoncés est considérablement réduite, et on remarque une fatigabilité vocale.

iv) **Les troubles prosodiques**

La conjonction de ces différentes atteintes est à l'origine de plusieurs troubles prosodiques. On relève, en effet, un ralentissement des différents marqueurs suprasegmentaux :

- Le débit de parole est ralenti avec un allongement des syllabes et augmentation des pauses inspiratoires.

- La hauteur est marquée par une perte précoce des aigus, qui sera suivie d'une monotonie vocale.
- L'intensité est faible.
- Le timbre est voilé, grésillant et humide en phonation.

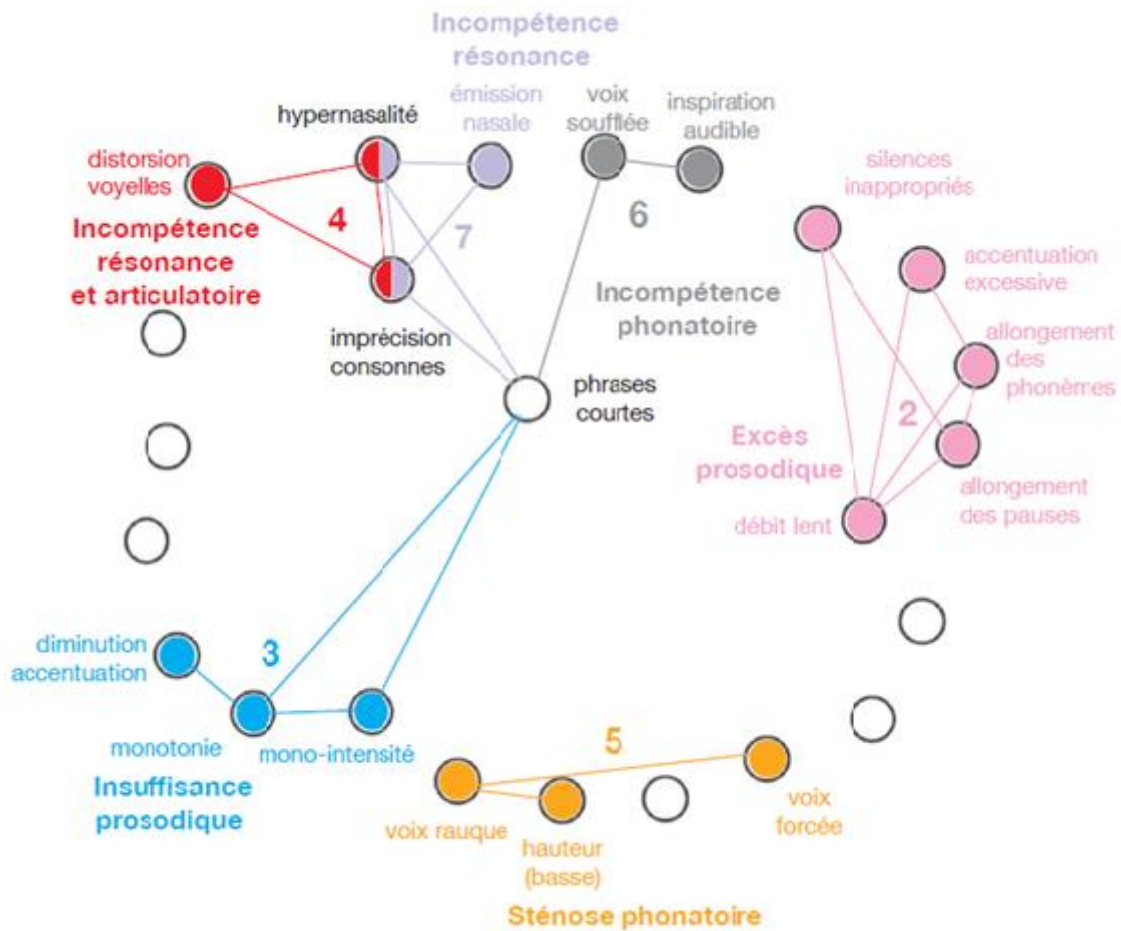
c. Récapitulatif des anomalies observées dans la dysarthrie mixte

Tableau 2 : Les critères les plus déviants dans la dysarthrie mixte rangés par ordre décroissant d'importance (selon l'analyse perceptive de Brown et al. ,1970)

| |
|---------------------------|
| Imprécision des consonnes |
| Hypernasalité |
| Voix rauque |
| Débit lent |
| Monotonie |
| Phrases courtes |
| Distorsion des voyelles |
| Hauteur basse |
| Mono-intensité |
| Accentuation excessive |
| Allongement des pauses |
| Diminution accentuation |
| Allongement des phonèmes |
| Voix forcée |
| Voix soufflée |
| Inspiration audible |
| Silences inappropriés |
| Emission nasale |

On remarque que six des huit clusters définis par Darley et *al.* (1975) sont présents dans la dysarthrie mixte. (Figure 2)

Figure 2 : Clusters de la dysarthrie mixte (SLA)



d. Rééducation de la dysarthrie mixte

La rééducation orthophonique de la SLA suit deux axes parallèles. La prise en charge de la dysarthrie aura pour objectif de maintenir l'intelligibilité du discours aussi longtemps que cela est possible, puis de permettre de garder une communication afin d'éviter l'isolement. La prise en charge de la dysphagie visera quant à elle à maintenir les possibilités de déglutition et donc d'alimentation. Etant donnée la gravité de la pathologie, le rôle de l'orthophoniste dépassera celui de la rééducation pour apporter un plus grand soutien et un accompagnement du patient.

La rééducation va évoluer avec l'avancée de la maladie puisque l'atteinte motrice affectera tant l'articulation et la phonation que la respiration. Elle sera fondée sur des

exercices brefs en raison de la fatigabilité du patient (Janiszewski, 1983). La rééducation orthophonique commence le plus précocement possible. Elle démarre en général lors des premiers signes bulbaires ou pseudo bulbaires et perdure jusqu'au décès du patient. Son but ne sera donc pas celui d'une restauration mais plutôt d'un maintien des capacités de communication.

Le suivi du patient s'effectue à raison de deux séances par semaine en moyenne mais reste adaptable aux caractéristiques évolutives de la maladie. C'est une rééducation qui s'effectue à domicile, à visée écologique, et plus ciblée sur les besoins et les difficultés du patient. Le travail à domicile nous apporte en outre des informations précieuses quant à ses capacités de communication et à ses échanges avec son entourage.

Le travail de rééducation se focalisera selon Bianco-Blache (2007), sur la motricité oro-faciale, la respiration et la relaxation, sur la voix et la parole, ainsi que sur les fonctions neuropsychologiques.

La SLA, due à l'atteinte des motoneurones centraux, entraîne une spasticité musculaire. Ainsi, il sera nécessaire de mettre en place des exercices de relaxation afin de détendre et diminuer les tensions musculaires, facilitant ainsi la réalisation motrice des mouvements. Conjointement à ces exercices de détente, viendront s'ajouter des exercices de respiration. Ils auront pour objectif d'obtenir un meilleur contrôle des mouvements respiratoires et d'améliorer la coordination pneumo-phonatoire. Le but de ces exercices est d'acquérir une respiration facile, rythmée et régulière. On favorise pour cela le maintien de la respiration abdominale le plus longtemps possible (à un stade plus avancé de la maladie, le patient peut avoir recours à une assistance ventilatoire : notre rôle sera alors d'aider à l'adaptation et à la prise en main de cette prothèse respiratoire).

Ces exercices de respiration nous permettent de mieux appréhender les exercices vocaux puisque ces patients ont un temps de phonation réduit qui entraîne des pauses inspiratoires inappropriées. L'objectif de la prise en charge est donc d'adapter la coordination pneumo-phonique. Pour cela, on propose aux patients d'adopter une parole syllabée (cette technique pourra cependant être refusée par certains patients malgré le gain d'intelligibilité).

En parallèle, on va mobiliser la motricité faciale par des exercices standard de mobilisation des articulateurs (lèvres, joues, mandibule, langue, voile du palais, larynx). On mobilisera également d'autres muscles faciaux tels que les muscles dilatateurs des narines pour faciliter l'inspiration par le nez, les muscles du haut du visage pour conserver ainsi que discriminer l'expressivité par le biais des mimiques, ou encore les muscles de la nuque. Le but

de ces exercices est de gagner en précision et non en force musculaire (Brihaye et Du Penhoat, 1996). L'amenuisement successif des habilités motrices entraînera une nouvelle forme de rééducation qui cherchera à établir des moyens de compensations par d'autres groupes musculaires. L'atteinte plus tardive du nerf trijumeau permet par exemple une conservation plus longue des mouvements de la mandibule qui constituent une compensation importante de l'incompétence labiale et linguale.

Par ailleurs, afin de maintenir l'intelligibilité le plus longtemps possible on passera par un travail au niveau de l'articulation. Une part importante de la prise en charge sera dédiée en premier lieu à informer le patient sur des notions d'anatomie, de physiologie et de phonétique afin que le patient prenne mieux conscience des phénomènes mis en jeu lors de la phonation. Par la suite, il s'agira de faciliter l'articulation des phonèmes en mettant en place des mécanismes de compensation : par d'autres groupes musculaires ; en déplaçant le point d'articulation ; en déplaçant le lieu de résonance ; en déplaçant le point de pression ou par des postures ou autres mouvements facilitateurs.

Enfin, il est important de stimuler les fonctions cognitives, mnésiques et attentionnelles du patient. On entraînera ainsi les patients à des tâches de fluence verbale et de synonymies. L'objectif étant évidemment de développer leur lexique et de les entraîner à choisir le mot le plus facile à prononcer, mais aussi de leur permettre dans un deuxième temps de choisir le mot le plus adéquat pour qu'il puisse rester informatif tout en réalisant des phrases plus courtes. L'économie d'énergie induite par cet exercice réduira alors la fatigabilité accrue du patient. D'autre part, il est important de maintenir l'utilisation de ces fonctions car la SLA étant une maladie dégénérative, toute communication orale devient impossible à partir d'un certain stade. On propose alors des moyens de communications alternatifs ou augmentatifs et c'est à ce moment qu'entrent en jeu les capacités cognitives et mnésiques de l'individu

III.2. Le Syndrome Cérébelleux

a. Définition et généralités (Özsancak et Devos, 2007)

Le cervelet se situe en arrière du tronc cérébral dans la fosse postérieure. Il est placé en dérivation sur la voie motrice principale. Il est composé de deux hémisphères latéraux et d'une partie médiane, le vermis, qui constituent trois lobes fonctionnels :

- le lobe inférieur représente le centre de contrôle de l'équilibre,
- le lobe ventral représente le centre du contrôle du tonus musculaire,
- le lobe dorsal intervient dans le contrôle de la motricité volontaire.

Il contrôle la station debout, l'équilibre et la coordination des mouvements. Il joue un rôle dans les fonctions cognitives et les émotions.

Le syndrome cérébelleux est la conséquence d'une lésion directe du cervelet ou de ses voies efférentes ou afférentes, et concerne indifféremment enfants et adultes. Son étiologie est de nature acquise ou héréditaire. Il est important d'identifier le type d'étiologie concerné afin de proposer un pronostic d'évolution adapté à celle-ci. En effet, on remarque que les atteintes vasculaires permettent une bonne récupération neurologique, alors que dans les formes dégénératives les conséquences fonctionnelles peuvent être beaucoup plus importantes.

Au niveau moteur, le syndrome cérébelleux se caractérise par une triade symptomatologique (à l'opposé de celle de la maladie de Parkinson) :

- l'Ataxie cérébelleuse : elle est un signe constant du syndrome cérébelleux. Définie comme une désorganisation spatiotemporelle du mouvement, elle peut affecter aussi bien les mouvements impliqués dans la posture générale (ataxie statique) que ceux impliqués dans la motricité des membres (ataxie dynamique). Les troubles de la parole et de l'écriture lui sont également rattachés.
- L'hypotonie : elle se manifeste par une hyperlordose lombaire. En mouvement, l'amplitude est augmentée notamment lors de la flexion/extension. On note un ballant important des mains au repos.
- Le tremblement d'action ou d'intention : il ne s'observe que dans une minorité de cas. Il est de grande amplitude, s'accroît lors du déroulement du geste, est plus marqué au début ou à la fin du mouvement. Comme tout tremblement, il est majoré par l'émotion.

Au niveau cognitif et émotionnel, le cervelet intervient dans le fonctionnement neuropsychologique (Schmahmann et Sherman, 1998). On observe alors un syndrome dysexécutif avec des troubles de la planification, du raisonnement, de la fluence et de la mémoire de travail. Le patient présente également des troubles attentionnels avec des persévérations accompagnés de troubles visuo-spatiaux. On peut, en outre, observer des troubles du langage comme un manque du mot ou un agrammatisme. Enfin, on peut constater des troubles du comportement avec une labilité émotionnelle voire parfois une désinhibition.

b. La dysarthrie dans le syndrome cérébelleux

Elle survient à la suite d'une atteinte du cervelet ou des voies cérébelleuses et peut être due à diverses étiologies (dégénératif, vasculaire, démyélinisant, traumatique, néoplasique, inflammatoire, toxique ou métabolique). Darley *et al.* (1969) rapportent trois clusters de perturbations cliniques dans la dysarthrie ataxique :

1. les troubles articulatoires comportent une imprécision consonantique et une distorsion des voyelles qui font partie des critères perceptifs principaux de la dysarthrie ataxique. Selon Kent *et al.* (1979) ces troubles sont associés à un trouble du contrôle de l'amplitude, de la vitesse, de la force et de la synchronisation des mouvements des lèvres, de la langue et de la mâchoire.

2. un excès prosodique avec un débit ralenti. Les pauses ainsi que les phonèmes sont allongés, donnant l'impression d'une parole scandée. En plus des anomalies du rythme, on observe également une accentuation excessive

3. une insuffisance phonatoire et prosodique, c'est-à-dire un déficit de modulation de l'intensité et de la hauteur vocale. La qualité vocale est dégradée, on a une voix rauque et des tremblements vocaux. Les modulations de hauteur et d'intensité sont réduites entraînant une monotonie vocale

On peut ajouter à ces trois clusters des anomalies respiratoires fréquentes, une altération de la programmation temporelle au niveau de la coordination pneumo-phonique Brown *et al.* (1970), et une mauvaise coordination des mouvements de la cage thoracique. Typiquement, les sujets cérébelleux peuvent sembler essoufflés, leurs pauses inspiratoires sont anarchiques ou inadaptées et leurs productions sont laconiques.

On retrouve les troubles moteurs du syndrome cérébelleux au niveau de la parole dont les trois fonctions entrant en jeu dans la phonation (articulatoire, laryngée et respiratoire) se trouvent affectées. Il présente également des troubles associés (troubles de la déglutition et les atteintes du langage et de la cognition).

Il est intéressant de noter que les patients et leur entourage décrivent la voix des dysarthries ataxiques est une voix marmonnée ou ébrieuse. Cela peut entraîner une réduction d'incitation verbale (majorée lorsque l'interlocuteur est étranger). Le contexte de la double tâche joue un rôle d'obstacle important. En effet, leurs difficultés attentionnelles ne leur permettent pas de réaliser deux tâches simultanément. Aussi leur est-il difficile de parler

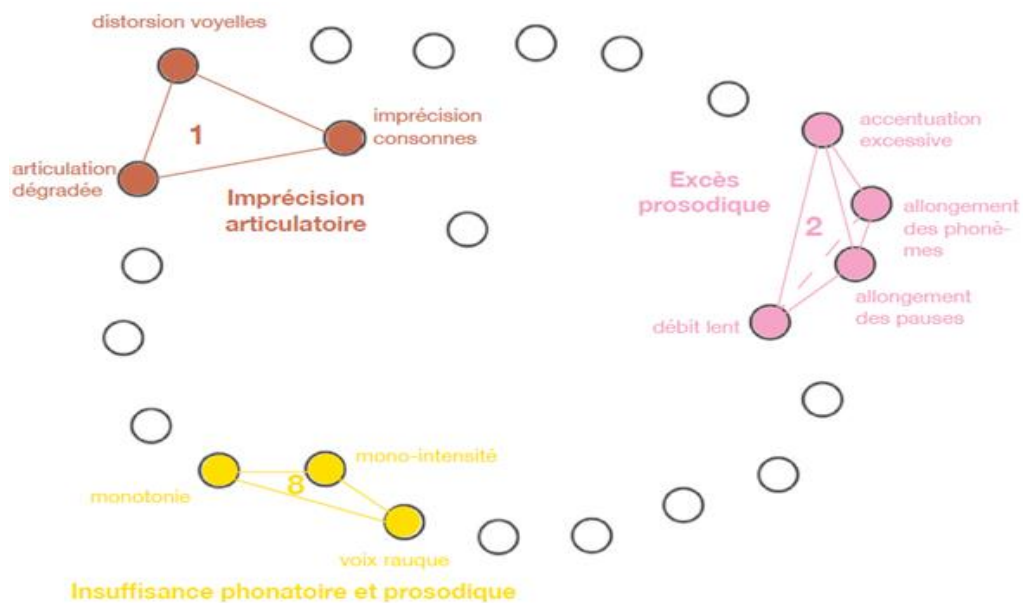
clairement en raison d'un coût attentionnel trop important. Enfin, les patients notent, comme dans les cas de SLA, une détérioration de leur qualité vocale avec la fatigue.

c. Récapitulatif des signes perceptifs vocaux du syndrome cérébelleux

Tableau 3. Critères déviants de la dysarthrie ataxique classés par ordre décroissant d'importance (selon l'analyse perceptive de Brown et al., 1970)

| |
|---------------------------|
| Imprécision des consonnes |
| Accentuation excessive |
| Dégradation articulaire |
| Distorsion des voyelles |
| Voix rauque |
| Allongement des phonèmes |
| Allongement des pauses |
| Monotonie |
| Mono-intensité |
| Débit ralenti |

Figure 3. Clusters de la dysarthrie ataxique.



d. Rééducation de la dysarthrie ataxique

Elle est pluridisciplinaire (un traitement kinésithérapique, psychomotricité, neuropsychologique) et comprend une prise en charge orthophonique de la dysarthrie, la dysphagie et, si nécessaire, des troubles cognitifs. L'objectif de la rééducation de la dysarthrie ataxique est d'augmenter l'intelligibilité et d'atténuer les variations prosodiques excessives. Comme toute rééducation, elle repose en amont sur une évaluation précise de la parole afin de cerner les cibles de prise en charge les plus primordiales.

La rééducation répond aux trois clusters décrits par Darley et al. (1975). Ainsi les 3 objectifs de la PEC sont le contrôle et le ralentissement du débit, la correction des dysfonctionnements articulatoires locaux, le contrôle de la prosodie. Elle comprendra aussi un travail sur la respiration et la phonation. Le ralentissement du débit est primordial car il diminue les effets néfastes de l'incoordination, des gestes articulatoires inopportuns et inadaptés (Duez, 2007). Les capacités articulatoires, respiratoires et vocales déficientes sont généralement mobilisées lors des exercices de contrôle de la prosodie et du débit (ces techniques de contrôle sont décrites dans le chapitre II). Par exemple, dans le cadre d'un exercice de lecture, le patient doit être capable de placer les bonnes reprises respiratoires par lui-même et d'effectuer les bons mouvements articulatoires et intonatifs afin que sa lecture soit compréhensible.

Le rythme des séances de rééducation varie selon les auteurs : Yorkston (1996) évoque une rééducation précoce (dès deux à six semaines après le traumatisme cérébral) pouvant durer dix mois, alors que Pilon *et al.* (1998) évoquent un rythme d'une séance intensive par semaine, pendant six semaines. C'est une rééducation qui se doit néanmoins d'être intensive et régulière afin de corriger tout automatisme inadéquat.

IV. Conséquences perceptives des variations de débit

Plusieurs auteurs rapportent que la perturbation du débit est un phénomène particulièrement proéminent dans la parole dysarthrique (Darley, Aronson, & Brown, 1975; Le Dorze, Ouellet, & Ryalls, 1994; Linebaugh & Wolfe, 1984; Turner & Weismer, 1993). Si certains auteurs ont pu contester dans un premier temps l'existence du lien débit/intelligibilité (Yorkston et Beukelman, 1980), d'autres études ont confirmé que les variations du débit ont

par ailleurs un impact direct sur les autres caractéristiques suprasegmentales de la parole et donc sur l'intelligibilité (Grosjean, 1975). Aussi, la pratique clinique cherche-t-elle à améliorer l'intelligibilité des patients dysarthriques par le biais de techniques de modification du débit, dont les effets ont été mis en avant par plusieurs études scientifiques.

IV.1. Manipulation involontaire du débit lors de la production

a. Effet positif

Wang, Metman et Bernard (2008) ont étudié l'effet de l'utilisation du DAF (*Delayed Auditory Feedback*) sur l'intelligibilité auprès de 9 patients parkinsoniens. Avec cette méthode, le patient entend sa propre voix après un délai réglable. Cette technique l'oblige donc à ralentir de manière quasi automatique son débit. Les participants étaient jugés sur une tâche de lecture et de langage spontané. Les résultats ne montrent aucun progrès en lecture, cependant, les auteurs ont observé une amélioration significative des scores d'intelligibilité en parole spontanée pour l'ensemble de la population. D'autres études moins récentes ont également rapporté des améliorations de l'intelligibilité relatives au langage spontané mais aussi en lecture grâce à l'utilisation de cette méthode (Rousseau et Watts (2002), Hanson et Metter (1983)).

b. Effets mitigés

Une autre étude réalisée par Dagenais, Southwood, et Lee (1998) auprès de 3 patients parkinsoniens (débit accéléré, articulation altérée) rapporte également des améliorations au niveau de l'intelligibilité (scores obtenus d'après la batterie AIDS : Assessment of Intelligibility of Dysarthric Speech) à la suite d'un ralentissement volontaire du débit pour un seul patient. Contrairement au résultat relevé dans l'étude citée précédemment (Wang, Metman et Bernard (2008)), aucune amélioration significative n'a été constatée chez le patient ayant suivi une rééducation par DAF. De la même manière, le patient ayant suivi une rééducation traditionnelle et par DAF a obtenu un gain d'intelligibilité mais dans des proportions très limitées et instables. En revanche, le troisième patient, qui a suivi la méthode de rééducation traditionnelle seule, a amélioré significativement son intelligibilité en réduisant son débit de parole, et parvint à maintenir ce gain tout en augmentant graduellement le débit. Les auteurs concluaient donc à l'inefficacité du DAF mais insistaient sur le fait que les

capacités cognitives et attentionnelles des patients parkinsoniens pouvaient constituer un obstacle dans la prise en main et l'apprentissage de cette technique.

Comme le mentionne Brown (2010), cette conclusion d'une inefficacité de la méthode DAF sur l'intelligibilité est partagée par différents auteurs (Downie, Low et Lindsay (1981) ; Dagenais, Southwood et Malonee (1999) ; Brendal, Lowitt et Howell (2004) ; Van Nuffelen et al. (2009)), et a en outre été confirmée par l'étude récente de Lowit et *al.* (2010).

IV.2. Manipulation volontaire du débit en production

a. Effet positif

En 1990, Yorkston, et *al.*, ont testé l'effet d'un ralentissement volontaire du débit par l'utilisation de quatre méthodes informatisées différentes (Méthode métrée simple, Méthode rythmique simple, Signalement métré et Signalement rythmique) auprès de 8 patients dysarthriques (4 ataxiques et 4 hypokinétiques). Ils ont remarqué un gain d'intelligibilité ainsi qu'une altération du caractère naturel de la parole lorsque les patients ralentissaient leur débit à 60% et 80% de leur débit habituel. Ils ajoutent cependant que les patients témoins montrent également ces altérations du caractère naturel mais dans les mêmes mesures que les patients pathologiques. Ils concluent également que la méthode la plus efficace pour améliorer l'intelligibilité, et cela pour tous les groupes, était le signalement métré : une phrase s'affiche à l'écran (un prompteur), les mots sont soulignés les uns après les autres avec une durée égale. Celle-ci est toutefois aussi celle qui détériorait le plus le caractère naturel. Pour E. Baudelle, « *[c]es travaux insistent de manière univoque sur l'importance du signalement métré, et donc d'un contrôle « rigide » du débit, qui augmente l'intelligibilité de la manière la plus sensible. Cela semble en rapport avec le besoin du patient de s'appuyer sur un stimulus régulier et prévisible, compensant son dérèglement temporel* » (E. Baudelle, « La prise en charge des dysarthries ataxiques », dans Auzou et *al.*, *Les dysarthries*, Solal, 2007, 647-651, à la p. 649).

Par ailleurs, Huei-Mei et Hsiao-Han (2012), ont établi un protocole de rééducation à raison de 10 séances, visant à obtenir un gain d'intelligibilité. Il était demandé aux sujets (16 adolescents atteints d'une paralysie cérébrale) d'ajouter et de prolonger volontairement des pauses ainsi que de prolonger les sons lors de leurs productions de parole. Les résultats montrent que le ralentissement du débit a amélioré l'intelligibilité des participants. Cependant, la rééducation a eu des effets néfastes sur le caractère naturel de la parole de quelques patients

mais les auteurs considèrent que cela constitue un sacrifice acceptable compte tenu du gain d'intelligibilité. De plus, les progrès obtenus furent maintenus trois semaines post-rééducation. Le groupe contrôle ayant subi « the interactive language program » améliora son intelligibilité de manière très limitée et le taux d'intelligibilité du groupe test restait significativement supérieur. Cela montre bien l'efficacité de la méthode étudiée.

L'étude de Pilon, McIntosh, Thaut (1998), conduite auprès de patients avec dysarthrie mixte successive à un traumatisme crânien, a fait apparaître que pour 2 patients sur 3, on obtenait une différence significative des scores d'intelligibilité. Pour cela, ils ont utilisé trois méthodes différentes : le métronome, le chant, le tableau mesuré (*spacing board*) afin de ralentir le débit. Aucune différence significative n'a été obtenue entre les 3 stratégies bien que les résultats soient meilleurs *via* l'utilisation du métronome. Là encore, les auteurs concluent à une forte corrélation entre débit et intelligibilité, et ajoutent que le gain est plus important quand le score d'intelligibilité est plus bas au départ.

Dans un registre différent, Krause et Braida (2002) ont testé le ralentissement du débit auprès de patients mal-entendants. Il leur était demandé de lire des phrases en utilisant soit une voix conversationnelle ou une « voix claire » (*clear speech*) à 3 débits différents (ralenti, normal, accéléré). Il ressort du test d'intelligibilité de cette étude que seule la voix claire apporte un gain d'intelligibilité et d'autant plus à débit accéléré, démontrant ainsi un effet positif du contrôle volontaire du débit sur l'intelligibilité

Le ralentissement du débit a également des effets positifs auprès des patients SLA, comme en témoigne une étude de Turner, Tjaden, et Weismer (1995) menée auprès de 9 patients SLA. Les participants devaient lire un texte à trois débits différents : ralenti, normal et accéléré. Cette étude a montré que plus on augmentait le débit, plus l'espace vocalique diminuait, et donc plus l'articulation se détériorait. Ce phénomène se révèle plus accentué pour les SLA que pour les contrôles, le contrôle du débit n'affectant pas toutefois les sujets SLA de manière égale. Les auteurs concluent que l'espace vocalique (sous l'influence du débit) est une composante importante dans l'estimation de l'intelligibilité (45% de la variance de l'intelligibilité).

b. Effets mitigés

Van Nuffelen, et *al.* (2010) ont obtenu des résultats plus mitigés. En effet, dans leur étude comprenant 27 participants dysarthriques (mixtes, flasques, spastiques, ataxiques, hypokinétiques), seulement la moitié des participants a montré un gain significatif des scores d'intelligibilité. Ils ajoutent également que le gain d'intelligibilité n'est pas dépendant du degré de sévérité, ni du type de dysarthrie (on ne retrouve pas de type majoritaire de dysarthrie chez les patients bénéficiant d'une amélioration). De plus, lorsque les gains d'intelligibilité sont observés, aucune corrélation ne peut être précisée entre le degré de modification du débit et l'amélioration de l'intelligibilité. Ces auteurs avaient même démontré dans une précédente étude (2009) que le ralentissement du débit consistait parfois en une dégradation de l'intelligibilité. Ils expliquaient ce phénomène par le fait que les méthodes utilisées requièrent des efforts d'attention et de coordination supplémentaires, déficients chez certains patients cérébro-lésés. En conclusion, les techniques de ralentissement volontaire du débit n'apportent pas un gain d'intelligibilité de manière systématique.

Tjaden et Wilding (2004) ont par ailleurs conduit une étude relative à la manipulation du volume et du débit incluant 27 patients dysarthriques dont 15 patients atteints de sclérose en plaque et 12 de la maladie de Parkinson. Les participants devaient lire un extrait de texte à trois conditions différentes : une à débit ralenti, une à intensité forte et la dernière en condition habituelle. Leurs analyses du taux d'intelligibilité montrent que la condition « forte » était alors la plus propice à augmenter l'intelligibilité, il n'y avait, en outre, pas d'amélioration significative en condition habituelle ou « ralentie » pour chaque groupe. Quant à l'articulation, elle était améliorée en condition « ralentie » pour la perception des voyelles mais celle des consonnes était altérée.

Enfin, Weismer et *al.* (2000) se sont intéressés à l'effet d'une accélération du débit auprès de patients SLA. Les patients ont tous été capables d'augmenter leur débit sur demande bien qu'aucune amélioration significative des scores d'intelligibilité et du degré de sévérité n'ait été relevée. Sans avoir d'effet positif, cette accélération du débit n'en a pas eu de négatif. Se pose alors la question de la validité de la tendance à ralentir le débit chez ces patients SLA. En effet, le ralentissement du débit est censé constituer une stratégie de compensation facilitatrice d'intelligibilité. On s'attend donc, à l'inverse, qu'une accélération du débit entraîne une dégradation de l'intelligibilité. Or ce n'est pas le cas ici. En ce sens, les

auteurs concluent que le ralentissement du débit pourrait n'avoir rien à voir avec une compensation.

IV.3. Manipulation artificielle du débit

a. Effets positifs

En 2010, Woisard-Bassols et *al.* ont produit une première expérience en langue française. Ils ont testé l'effet d'une accélération artificielle du signal de parole auprès de 2 patientes avec dysarthrie ataxique. Ils ont enregistré un total de 48 phrases qu'ils ont présenté à 3 débits différents : normal, à vitesse accélérée (basé sur la moyenne des contrôles) et à vitesse maximale. Les résultats ont bien confirmé un gain d'intelligibilité pour les 2 conditions accélérées. Cette étude a servi de support à notre expérience, notamment dans le choix du test proposé et des moyens mis en œuvre pour obtenir l'accélération du signal de parole (choix de l'algorithme, détermination du coefficient d'accélération, *cf* Méthodologie).

Dans leur étude de 1994, Mckilligan, Van Doorn et Pitt ont voulu démontré l'effet de manipulations artificielles du signal de parole sur l'intelligibilité. Ils ont ainsi modifié le signal de parole de deux phrases produites par un seul patient (paralysie cérébrale) qu'ils ont ensuite fait écouter à 10 auditeurs. Les modifications visaient à accélérer le débit et/ou à modifier ou réajuster les fréquences des formants afin d'obtenir un signal corrigé. L'étude visait également à comparer quel logiciel parmi les deux utilisés serait le plus efficace. Cette étude relevait le plus haut taux d'intelligibilité lorsque seul le débit était artificiellement accéléré (sans toucher au formant). Cependant, Van Doorn se refusait à généraliser ces résultats et à proposer une conclusion puisque les logiciels utilisés à l'époque donnaient des enregistrements de trop mauvaise qualité et en raison de l'insuffisance de l'échantillon utilisé (un seul sujet).

b. Effets mitigés

En 1994, Yorkston, Hammen et Minifie se sont également intéressés à l'effet du ralentissement du débit sur l'intelligibilité. Les résultats de leurs tests conduits auprès de 6 locuteurs avec dysarthrie hypokinétique permettent de comparer les gains d'intelligibilité obtenus en fonction de la méthode de ralentissement utilisée. Ainsi, la méthode par ralentissement volontaire du rythme (à 60% du rythme habituel, par utilisation du *pacing board*) donne de meilleurs résultats que la méthode de ralentissement par manipulation

artificielle (des pauses, du débit articulatoire, et du débit de parole), qui n'apporte de surcroît aucun gain d'intelligibilité par rapport au débit naturel. Cela rejoint l'étude de Hertrich et Ackermann (1998) qui concluait également qu'une modification isolée du débit n'entraînait aucun impact sur la perception de l'intelligibilité. Dans une autre étude, Van Doorn testa l'effet d'une accélération artificielle du signal de parole auprès de 3 patients présentant une paralysie cérébrale. Cette étude n'a démontré aucune différence significative entre la parole normale et accélérée. En effet, deux des patients obtenaient des résultats légèrement meilleurs pour la condition accélérée alors que le troisième voyait ses résultats chuter avec l'accélération du débit. Ainsi, en comparant son étude avec celle de Hammen, Yorkston et Minifie (1994) (qui ne trouvaient pas de changement significatif quand le débit était ralenti), Van Doorn concluait qu'il n'y avait probablement pas de rapport entre le débit et l'intelligibilité, mais que les pauses pourraient avoir un impact plus important.

Plus récemment, Hall (2013) a mené une expérience sur 3 participants dysarthriques (2 traumatisés crâniens, 1 parkinsonien) qui devaient lire un texte en ralentissant de moitié leur débit naturel. Les juges entendaient également une version ralentie artificiellement. Là encore, aucun des locuteurs n'a obtenu un gain du taux d'intelligibilité, l'expérience ayant même abouti à une dégradation. L'intelligibilité a diminué dans la condition synthétique pour le locuteur n°1 (traumatisé crânien) et n°3 (parkinsonien), puis dans le ralentissement volontaire pour le locuteur n°2 (traumatisés crâniens) et n°3.

Une autre étude portant aussi sur des manipulations artificielles du débit réalisée par Dagenais, Brown, Moore (2006) a échoué à démontrer un effet du débit sur l'intelligibilité. Cette fois-ci, le signal de parole de 4 lecteurs dysarthriques était présenté à 3 débits différents : 30% ralenti, normal, et 30% accéléré. Les résultats montrent que l'intelligibilité pour chaque locuteur demeure inchangée malgré les changements de débit. Cependant, pour les 2 locuteurs les plus intelligibles les bizarreries vocales liées à la dysarthrie tendent à disparaître avec l'augmentation du débit. Aussi, pour le locuteur le moins intelligible, les scores obtenus se révèlent meilleurs et similaires en condition normale et accélérée.

Hertrich et Ackermann (1998) ont enfin conclu que c'est la qualité de l'articulation, plutôt que le débit, qui influence l'intelligibilité de la parole. Leur expérience visait à ralentir artificiellement (par manipulation du signal de parole) le débit d'énoncés produits par des patients présentant une dysarthrie ataxique. Ils ont ainsi pu modifier le débit indépendamment

d'autres facteurs et ont de ce fait conclu que lorsque le débit était le seul facteur à être modifié, aucun gain quant à la perception de l'articulation n'est constaté.

V. Conclusion

Nous constatons, à la lecture des études scientifiques, que, quelle que soit la technique de contrôle du débit utilisée, les effets du débit sur l'intelligibilité doivent être nuancés. Bien que le ralentissement du débit ait montré des effets positifs sur l'intelligibilité, il reste, selon De Bodt, Hernández-Díaz, et Van De Heyning (2002) qu'un facteur subsidiaire pour l'amélioration de l'intelligibilité, qui apparaît plus facilitée par l'articulation. Du point de vue de l'auditeur, nous constatons même des effets négatifs du ralentissement du débit. En effet, Liss a montré en 2007 que le débit trop lent du locuteur pouvait avoir un impact négatif sur la compréhension du message. Cela s'expliquerait par une demande accrue de la mémoire à court terme de l'auditeur et par une altération trop importante des marqueurs suprasegmentaux induits par le ralentissement du débit.

Il peut par ailleurs sembler paradoxal que la pratique clinique actuelle de rééducation de la dysarthrie vise à améliorer l'intelligibilité par le biais de la technique de ralentissement du débit, compte tenu des caractéristiques de ce trouble. En effet, selon la classification de Darley et *al.* (1975), une seule forme de dysarthrie est associée à des accélérations paroxystiques du débit (dysarthrie hypokinétique), alors que toutes les autres formes de dysarthries présentent un débit plus lent que la normale. La technique du ralentissement du débit ne devrait dès lors s'appliquer que pour les cas de dysarthrie hypokinétique.

Nous proposons donc ici une approche plus globale visant à étudier les effets de l'accélération du débit sur les formes de dysarthries à débit lent.

PARTIE PRATIQUE

I. PROBLEMATIQUE

Cette étude vise à évaluer l'effet d'une accélération artificielle du signal de parole au sein d'une population de 12 patients dysarthriques appartenant à deux groupes de pathologies différentes : la sclérose latérale amyotrophique et le syndrome cérébelleux.

La plupart des études traitant de l'effet d'une modification du débit ont été effectuées sur des locuteurs de langue anglaise. Cette langue étant, dans sa prosodie, très différente du français (accentuation lexicale de l'anglais vs. prosodie syntaxique du français), elles ne peuvent pas amener à une généralisation de leurs résultats. La seule étude relative à une accélération du débit en langue française a été réalisée par Woisard et *al.* (2010) auprès de deux patientes françaises présentant une dysarthrie ataxique. Il semble donc pertinent d'étudier l'impact d'une accélération artificielle sur la qualité de la parole auprès d'une population plus large de patients dysarthriques de langue française.

Ainsi, notre recherche visera à évaluer, à deux modalités de débit différentes (l'une à débit naturel lent qui est celui du patient et l'autre à débit accéléré) s'il existe ou non un gain sur la qualité de la parole perçue avec l'accélération du débit chez des populations présentant un ralentissement du débit. Ces résultats nous permettront de discuter la tendance actuelle en pratique clinique à privilégier les stratégies de rééducation qui visent à ralentir le débit de patients présentant déjà une vitesse de parole réduite.

II. HYPOTHESES

Dans les dysarthries ataxiques et mixtes, la perte de la précision et du contrôle des mouvements articulatoires de la parole induit un allongement irrégulier des durées qui contribue au ralentissement du débit de la parole. Nous supposons donc que les distorsions du signal de parole sont influencées par le ralentissement et que la correction de ce ralentissement, par accélération du signal de parole, peut améliorer la qualité de la production de la parole des patients. Pour ce faire nous évaluerons perceptivement ces productions selon trois aspects : la sévérité de la dysarthrie, la 'normalité' de la vitesse de la parole, et la qualité de la réalisation articulatoire.

Hypothèse 1: l'accélération artificielle du signal de parole apporte-t-elle un gain quant à la qualité de la parole des patients?

Hypothèse 1a: l'accélération des productions améliore la qualité articulatoire perçue.

Un ralentissement du débit implique un allongement de la durée des voyelles et des consonnes. Plusieurs traits inhérents à la production des sons ainsi que les caractères segmentaux du signal sont atteints. C'est pourquoi, une accélération du débit pourrait faciliter l'identification des phonèmes.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons constitué un groupe de 10 juges avertis dans le domaine des troubles de la voix et de la parole. Tous ont été soumis à un test perceptif afin d'évaluer la parole de 12 locuteurs dysarthriques de langue française, en tâche de lecture présentée à deux débits différents (naturel et accéléré). Nous nous attendons alors à retrouver des scores significativement différents sur les critères évalués dans les deux conditions.

Hypothèse 1b: l'accélération des productions améliore le degré de sévérité de la dysarthrie perçue.

Comme mentionné plus haut, Woisard-Bassols et *al.* (2010), ainsi que Mckilligan, Van Doorn et Pitt (1994) ont montré que l'accélération artificielle pouvait améliorer la qualité de la parole et donc la sévérité de la dysarthrie. On s'attend donc ici à obtenir des résultats similaires.

Hypothèse 1c : On observe des différences quant à la perception du débit.

La manipulation du signal résultant en une accélération du débit, on s'attend à ce que les juges perçoivent une différence significative quant au débit de parole puisque les sujets passent d'un débit naturellement lent à un débit tendant vers la normale (basé sur le débit moyen des sujets contrôles). De plus, les patients sélectionnés présentant un ralentissement notable du débit, l'effet de l'accélération devrait être d'autant plus important.

Hypothèse 2: L'effet de l'accélération est-il hétérogène ?

Hypothèse 2a :L'effet de l'accélération est différent en fonction de la population.

Notre étude est basée sur l'analyse de deux types de dysarthrie différents : la dysarthrie ataxique du syndrome cérébelleux, et la dysarthrie mixte liée à la Sclérose Latérale Amyotrophique. La littérature présente pour chacune de ces dysarthries des atteintes suprasegmentales spécifiques. Par exemple, la dysarthrie mixte se caractérise par un trouble de la résonance, alors qu'un tel phénomène n'apparaît pas dans les dysarthries ataxiques. Nous posons l'hypothèse que les variations segmentales et suprasegmentales n'étant pas les mêmes, le gain relatif aux critères observés devrait être différent selon la population.

Hypothèse 2b: L'effet de l'accélération est fonction du locuteur.

Dans la littérature, les différents auteurs s'accordent à dire, que la production de la parole est fortement dépendante du locuteur, tant pour les sujets sains que pour les sujets dysarthriques (Fougeron et *al.*, 2012). Ainsi, nous supposons que le locuteur présentant les atteintes les plus importantes ou le débit le plus ralenti obtiendra le gain le plus important. Nous nous attendons alors à observer une variabilité inter-individuelle dans les résultats de l'analyse perceptive.

Hypothèse 3 : Les caractéristiques du test ont-elles des effets sur les résultats obtenus ?

Hypothèse 3a : La perception est différente selon le jury.

Les juges ont été répartis en différents groupes. Ils jugeaient les mêmes phrases (produites par les mêmes locuteurs) mais présentées dans un ordre différent. On essaye donc de mettre en évidence un éventuel effet de l'ordre de passation des phrases sur la perception de la parole chez le jury.

Hypothèse 3b : Les résultats sont différents selon la session de test effectuée.

Le test comprenant 228 *stimuli*, il est scindé en 2 sessions. Nous supposons que la longueur du test influence la notation des juges. Ils pourraient avoir tendance à noter plus sévèrement l'une des deux sessions en raison d'un phénomène de fatigabilité ou d'habituation au test.

Hypothèse 3c : Les phrases sélectionnées dans le texte influencent la production et/ou la perception de la parole.

Nous avons sélectionné 6 phrases à différents moments du texte parmi un texte de 170 mots. On pourrait donc retrouver un effet de longueur du texte. De plus, bien que les phrases comportent environ le même nombre de syllabes, elles ne présentent pas la même distribution de phonèmes. La production peut donc être plus difficile pour certains patients que d'autres en raison des différences d'atteintes articulatoires liées à chaque pathologie. La perception chez les juges peut par ailleurs être influencée par le contexte sémantique.

III. METHODOLOGIE

III.1. Population

Les locuteurs évalués présentent tous une atteinte neurologique ayant une conséquence sur la qualité de production de leur parole. Nous avons sélectionné parmi une base de données de 39 patients, 12 locuteurs dysarthriques, de deux populations différentes: Sclérose Latérale Amyotrophique (SLA), ou Syndrome Cérébelleux (Cereb). Nous avons retenu en priorité les sujets présentant un fort ralentissement du débit et si possible une articulation altérée.

Les enregistrements en lecture de ces patients proviennent du corpus de C. Chevrier-Müller (CCM) enregistrés au Laboratoire d'étude de la voix et de la parole (INSERM U3) et de celui enregistré par la suite au service ORL de l'Hôpital Européen Georges Pompidou à Paris (corpus PHO, L. Crevier-Buchman). Ils font partie d'une base de données développée dans le cadre des projets ANR DesPhoAPaDy et TYPALOC.

Bien qu'ayant à disposition des enregistrements de patients parkinsoniens, nous ne les avons pas sélectionnés puisque ceux-ci présentent dans la plupart des cas des accélérations paroxystiques du débit et ils n'auraient donc pas eu leur place dans cette étude (accélérer une parole déjà accélérée). De plus, nous avons ajouté aux 12 patients dysarthriques, un échantillon de 6 locuteurs sains utilisés dans le cadre du projet ANR TYPALOC qui serviront de population contrôle.

Tableau 4 : la population.

| Pathologies | Femmes | Hommes | Age min | Age max | Moyenne d'âge | Total |
|--|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|
| Sclérose Latérale Amyotrophique | 3 | 3 | 50 | 74 | 65 | 6 |
| Cérébelleux | 3 | 3 | 32 | 69 | 49 | 6 |
| Contrôles | 3 | 3 | 63 | 82 | 70 | 6 |
| Total | 9 | 9 | 32 | 82 | 61 | 18 |

III.2. Matériel linguistique

Les enregistrements ont été effectués sur un support analogique (bandes Revox) ou numérique (DAT), en cabine insonorisée et lors d'une consultation phoniatrice pour un bilan de parole. Les bandes analogiques ont ensuite été numérisées sur un matériel professionnel au Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR 7018 LPP, Paris).

En tâche de lecture, les locuteurs ont été évalués à partir d'un texte d'une longueur de 170 mots « Le cordonnier » (*Annexe A*). Nous nous sommes ensuite intéressés à la sélection des phrases. Celles-ci devaient compter environ le même nombre de syllabes (environ 10 syllabes par phrase). Il a été notamment très difficile de trouver des phrases qui soient correctement lues par les locuteurs sélectionnés. Les enregistrements de phrases devaient également être exempts de tout bruit parasite. Nous avons ainsi retenu les 6 phrases présentées ci-dessous, toutes lues par chacun des locuteurs.

Ensuite, nous avons accéléré ces phrases en prenant pour cible la moyenne de débit des sujets contrôles produite pour chaque phrase. Pour ce faire, nous avons utilisé une resynthèse de type PSOLA qui permet de modifier la durée du signal en conservant la fréquence fondamentale d'origine.

Tableau 5 : Typologie des phrases sélectionnées.

| <u>Phrases sélectionnées</u> | Moyenne du débit par phrase des sujets contrôles (référence de l'accélération) | Moyenne du débit par phrase des sujets pathologiques |
|---|--|--|
| Dans un petit village de la montagne | 12,5 | 9,751994833 |
| Je suis trop âgé et trop malade | 10,6 | 8,876108292 |
| Deux petits lutins sautent sur le plancher | 10,7 | 8,656850502 |
| L'un s'appelle Tic, l'autre s'appelle Tac | 9,8 | 8,228377296 |
| Le lendemain le pauvre cordonnier s'éveille | 12 | 9,431421368 |
| Qui donc a rangé la maison | 10,8 | 8,833111034 |

II.3. Méthodologie de l'analyse perceptive

Pour cette étude, nous avons fait appel à un jury composé de 10 juges considérés comme avertis : 10 étudiants orthophonistes (5 hommes et 5 femmes).

La grille d'évaluation a été établie à partir du test perceptif utilisé dans le mémoire de Bérengère Fouchard et Chriss-Morgane Ravaud, lui-même inspiré des critères de la G.E.P.D et du GRBASI. Parmi ces critères évalués perceptivement, nous avons retenus le grade de sévérité, la vitesse de parole, et la réalisation articulo-phonatoire.

Le nombre de patients et de phrases présents dans le test a été déterminé selon la longueur de ce dernier afin que le temps de passation ne soit pas trop long pour éviter un éventuel effet de fatigabilité. Nous avons ensuite inséré la phrase à débit naturel dans une session et son homologue accéléré dans l'autre afin qu'elles ne puissent se retrouver côte à côte.

Enfin, nous avons généré un ordre aléatoire *via* Excel afin que les *stimuli* soient présentés dans un ordre différent selon les groupes de juges. 6 *stimuli* ont été sélectionnés et dupliqués puis arbitrairement introduits dans la liste d'écoute afin d'être en accord avec le principe du test/retest et de garantir la fiabilité des juges. Afin que ces derniers se

familiarisent avec le test, 5 phrases d'entraînement lues par des patients non inclus dans le test ont été présentées avant la première session.

La liste d'écoute comprend 6 phrases lues par 18 locuteurs différents et présentées à 2 débits différents. Avec l'ajout des phrases test/retest, cela donne un total de 228 *stimuli*, répartis en 2 sessions (114 *stimuli* par session). Le temps total de passation du test (sans pause) est d'environ 1h30.

Chaque juge a reçu un protocole de passation (*Annexe B*) dans lequel nous indiquions le barème de chaque critère (« grade de dysarthrie » et « réalisation articulatoire » : de 0 à 3 points ; et « vitesse de parole » : -3, 0 ou 3) et des consignes de passation à respecter (deux réécoutes possibles pour chaque phrase, écoute successive des phrases dans l'ordre établi, évaluation sans retour possible aux stimuli précédents, etc.). Chaque juge était libre de déterminer son temps de pause, mais seulement après avoir effectué la première session dans son intégralité, et devait le reporter sur sa grille d'évaluation. Ils étaient libres de choisir le lieu d'écoute, à condition que l'environnement soit calme. L'écoute devait enfin être réalisée au casque audio.

IV. RESULTATS

Hypothèse 1: l'accélération artificielle du signal de parole apporte-t-elle un gain quant à la qualité de la parole des patients ?

Hypothèse 1a : On observe des différences au niveau de la qualité articulatoire perçue.

Hypothèse 1b : On observe des différences quant au degré de sévérité perçue.

Hypothèse 1c : On observe des différences quant à la perception du débit.

N.B. : sur les figures suivantes (figures 4, 5, et 6), l'axe des ordonnées représente le ratio de durée (du plus accéléré au moins accéléré, 0 représentant l'accélération maximum).

Figure 4: gain apporté par l'accélération sur la perception du critère grade de dysarthrie en fonction du coefficient d'accélération

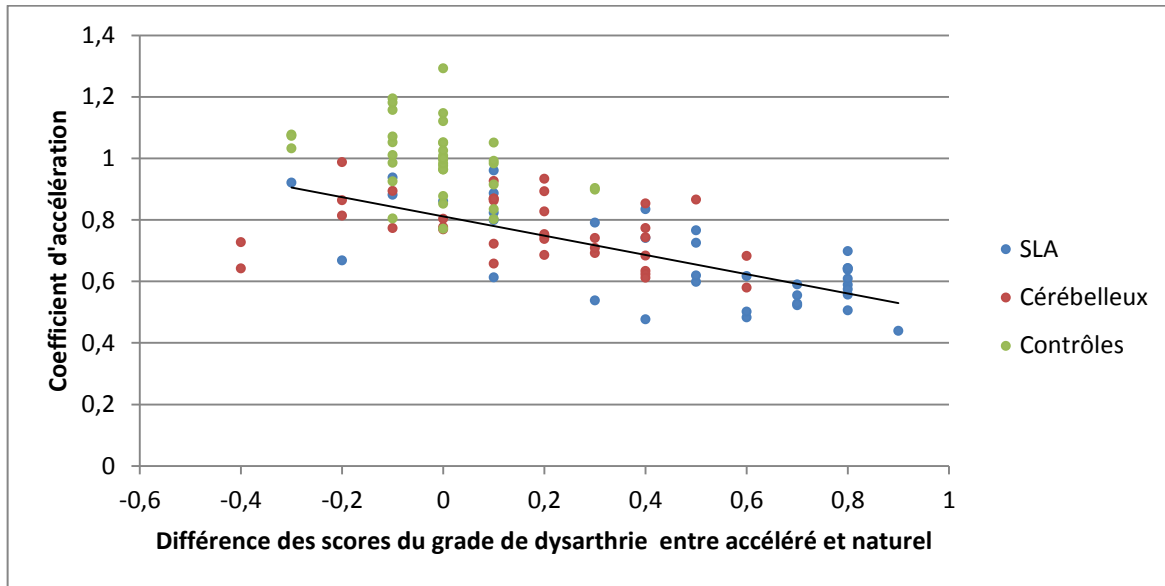


Figure 5 : gain apporté par l'accélération sur la perception de la réalisation articulatoire en fonction du coefficient d'accélération.

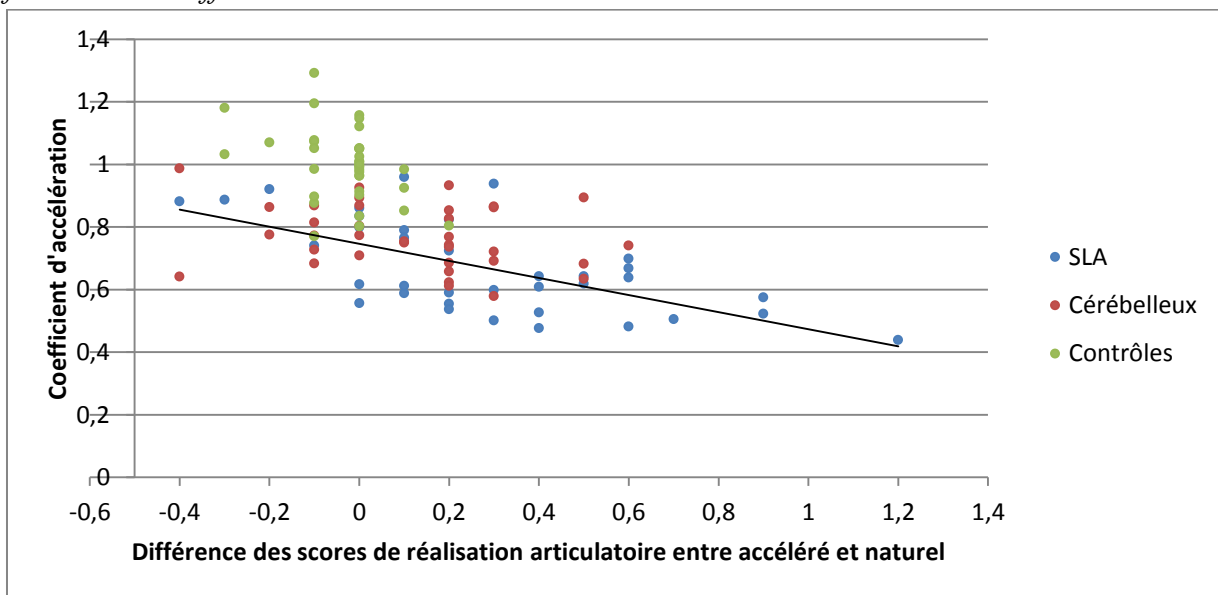


Figure 6: gain apporté par l'accélération sur la perception de la réalisation articulaire en fonction du coefficient d'accélération.

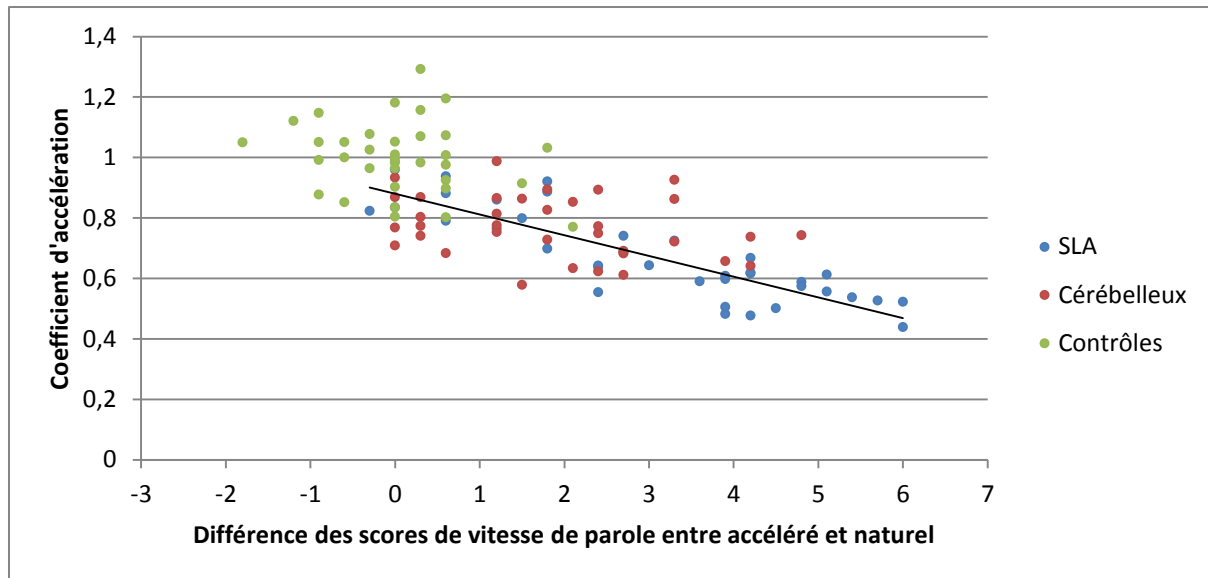


Tableau 6 : effet de l'accélération toutes populations confondues (test de rangs signés de Wilcoxon).

| | Wilcoxon |
|--------------------------------|-----------------|
| Grade de dysarthrie | Q=122 p=0.005 |
| Réalisation articulaire | Q=125 p=0.08 |
| Vitesse de parole | Q=157.5 p=0.001 |

On observe qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de l'articulation perçue (Q=125 p=0.08). Les critères « grade de dysarthrie » (Q=122 p=0.005) et « vitesse de parole » (Q=157.5 p=0.001) montrent en revanche des différences significatives.

Ainsi peut-on conclure que l'accélération artificielle du débit influe sur le grade de sévérité et la vitesse de parole mais pas sur la réalisation articulaire perçue.

Par ailleurs, l'analyse des figures 4,5 et 6 montrent clairement que plus le taux d'accélération appliqué est grand (donc plus le débit naturel est lent) plus la différence des scores observée entre la condition naturelle et accélérée est importante. Ainsi le gain pour l'ensemble des critères évalués dépend fortement du débit naturel et est d'autant plus grand quand ce dernier est lent.

De plus, La corrélation de Bravais Pearson montre que le coefficient de corrélation entre le « grade de dysarthrie » et « la vitesse de parole » est de $r=0.31$, et le coefficient de corrélation entre « réalisation articulaire » et « vitesse de parole » est de $r=0.39$. Il existe une

corrélation positive entre les variables mais elles entretiennent un lien faible entre elles. En revanche la corrélation entre « grade de dysarthrie » et « réalisation articulatoire » est de $r=0.96$: la corrélation entre ces deux variables est donc positive et elles entretiennent un lien fort.

Hypothèse 2: L'effet de l'accélération est-il hétérogène ?

Hypothèse 2a : L'effet de l'accélération est différent en fonction de la population.

Tableau 7 : effet de l'accélération par population (résultats statistiques du test des rangs signés de Wilcoxon).

| | <u>Grade de dysarthrie</u> | <u>Réalisation articulatoire</u> | <u>Vitesse de parole</u> |
|---------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| <u>SLA</u> | Q=22 p=0.01 | Q=20 p=0.06 | Q=21 p=0.03 |
| <u>Cérébelleux</u> | Q=19 p=0.09 | Q=18 p=0.15 | Q=21 p=0.03 |
| <u>Contrôles</u> | Q=7 p=0.58 | Q=19 p=0.09 | Q=7.5 p=0.59 |

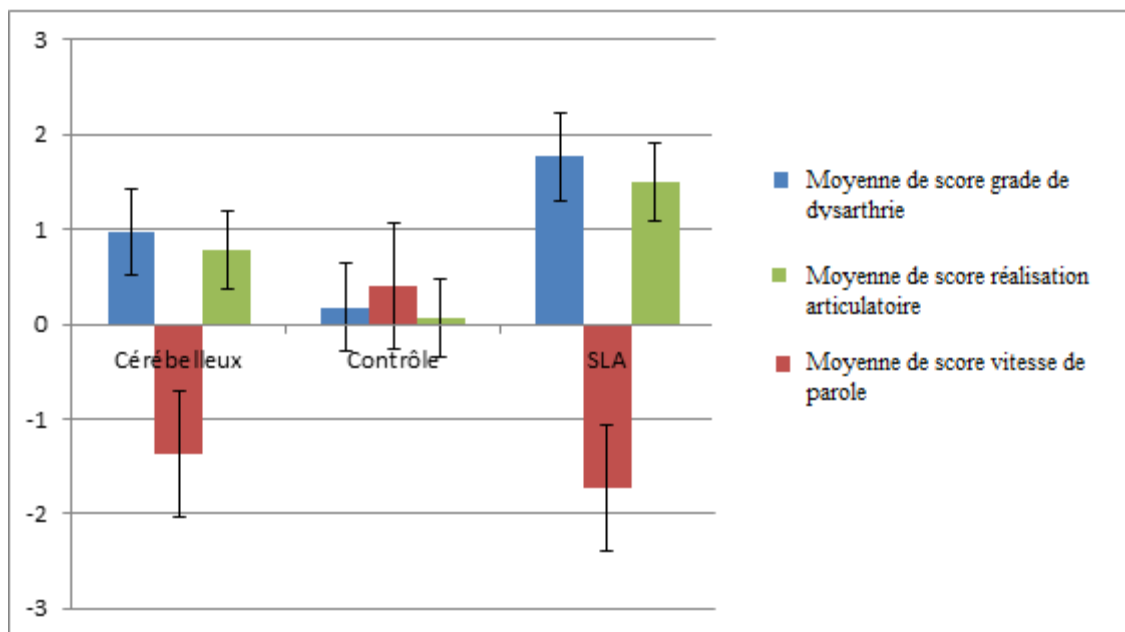
Le tableau 7 ne montre aucun effet significatif de l'accélération en ce qui concerne les contrôles, et ce pour aucun des critères observés (ni pour le « grade de dysarthrie » (Q=7 ; p=0.58), ni pour le « débit » (Q=7.5 ; p=0.59), ni pour « la réalisation articulatoire » (Q= 19 ; p=0.09)).

Les cérébelleux quant à eux présentent une différence significative pour le critère « vitesse de parole » (Q=21 ; p=0.03) sous l'effet de l'accélération. Mais les deux autres critères évalués ne démontrent pas une telle différence : « grade de dysarthrie » (Q=19 ; p=0.09) et « réalisation articulatoire » (Q=18 ; p=0.15).

Enfin, les SLA présentent une différence significative vis-à-vis des critères « grade de dysarthrie » (Q=22 ; p=0.01) et « débit » (Q=21 ; p=0.03). Le critère « réalisation articulatoire » reste inchangé (Q=20 ; p=0.06).

En définitive, le critère « réalisation articulatoire » ne présente aucune différence significative sous l'effet de l'accélération pour les 3 groupes observés. Le critère « grade de dysarthrie » présente une différence significative seulement pour le groupe SLA. Le critère « vitesse de parole » est significativement différent pour les 2 groupes pathologiques (SLA et Cereb). On conclut donc que l'effet de l'accélération est le plus probant pour les SLA (amélioration pour 2 critères évalués), suivis des Cereb (seul le critère « vitesse de parole » est significativement différent). Les figures 4,5 et 6 confirment également cette tendance.

Figure 7 : moyennes des scores obtenus pour chaque critère par population.



Le test non-paramétrique H de Kruskal Wallis (Annexe C) montre qu'en condition naturelles il existe bien une différence significative entre les 3 groupes pour chacun des critères évalués lors du test perceptif : « grade de dysarthrie » ($H=13,052$; $p=0.001$), « vitesse de parole » ($H=11.473$; $p=0.003$) et « réalisation articulatoire » ($H=13.345$; $p=0.001$).

Afin de confronter les populations 2 à 2 nous avons analysé les résultats par le biais du test statistique U de Mann-Whitney (Annexe D). Les résultats obtenus révèlent que tous les critères présentent une différence significative, excepté lorsque la « vitesse de parole » ne se distingue pas entre les SLA et les Cereb ($U=36$; $p=0.306$). Ainsi, en confrontant ces résultats avec l'analyse de la figure 7 on a :

- SLA>Cereb>Ctrl, pour le critère « grade de dysarthrie »,
- SLA=Cereb>Ctrl pour le critère « réalisation articulatoire »,
- SLA>Cereb>Ctrl pour le critère « vitesse de parole ».

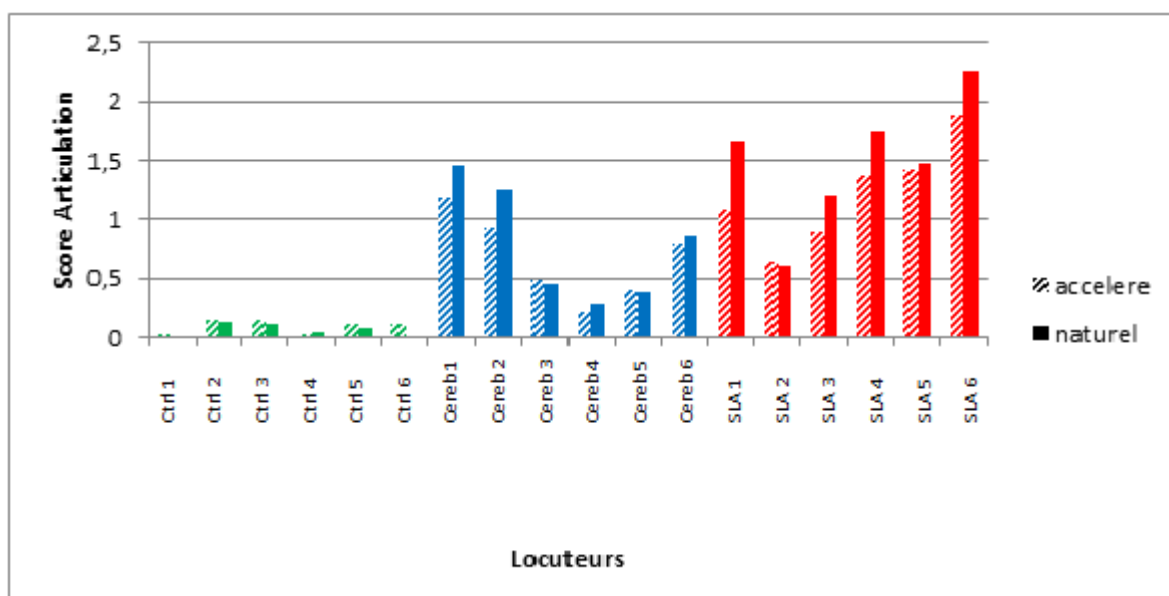
Hypothèse 2b: L'effet de l'accélération dépend du locuteur.

Tableau 8 : effet de l'accélération pour chaque locuteur (résultats statistiques du test des rangs signés de Wilcoxon).

| | | Grade de dysarthrie | Réalisation articulatoire | Vitesse de parole | Débit naturel (syll/s) | Nombre de pauses (cumul des durées, ms) |
|--------------------|----------------|---------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---|
| Contrôles | Ctrl 1 | Q=3 p=0.345 | Q= 3 p=0.345 | Q=6 p=0.783 | 10,7 | 0,6 |
| | Ctrl 2 | Q=15 p=0.05 | Q= 3 p=1 | Q=8.5 p=0.89 | 11,2 | 0,5 |
| | Ctrl 3 | Q=4 p=0.772 | Q=14 p=0.48 | Q=9.5 p=0.058 | 12,6 | 0,16 |
| | Ctrl 4 | Q=1.5 p=1 | Q=1 p=1 | Q=2.5 p=1 | 10,6 | 0,16 |
| | Ctrl 5 | Q=1 p=0.19 | Q=4.5 p=0.58 | Q=34 p=0.028 | 9,6 | 0,5 |
| | Ctrl 6 | Q=1 p=1 | Q=15 p=0.054 | Q=6 p=0.0783 | 11,5 | 0,16 |
| Cérébelleux | Cereb 1 | Q=44 p=0.01 | Q=21 p=0.03 | Q=45 p=0.009 | 7,9 | 0,33 |
| | Cereb 2 | Q=36 p=0.01 | Q=36 p=0.01 | Q=55 p=0.005 | 7,6 | 0,5 |
| | Cereb 3 | Q=3 p=0.13 | Q=5 p=0.58 | Q=44 p=0.01 | 8,4 | 0,5 |
| | Cereb 4 | Q=21 p=0.03 | Q=6 p=0.17 | Q=55 p=0.005 | 8,1 | 2,16 |
| | Cereb 5 | Q=17.5 p=0.17 | Q=12 p=0.83 | Q=21 p=0.034 | 9,6 | 0,83 |
| | Cereb 6 | Q=31 p=0.07 | Q=19.5 p=0.39 | Q=36 p=0.01 | 9,2 | 1 |
| SLA | SLA 1 | Q=45 p=0.009 | Q=44 p=0.01 | Q=55 p=0.005 | 5,6 | 1,5 |

| | | | | | | |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|-----|------|
| | SLA 2 | Q=13 p=0.177 | Q=10.5 p=0.605 | Q=15 p=0.054 | 9,7 | 0,5 |
| | SLA 3 | Q=36 p=0.01 | Q=34 p=0.02 | Q=55 p=0.005 | 6,7 | 0,5 |
| | SLA 4 | Q=55 p=0.005 | Q=55 p=0.005 | Q=55 p=0.005 | 7,5 | 0,16 |
| | SLA 5 | Q=37.5 p=0.08 | Q=28 p=0.54 | Q=45 p=0.008 | 8,8 | 0,33 |
| | SLA 6 | Q=45 p=0.008 | Q=53 p=0.01 | Q=55 p=0.005 | 5,9 | 0,83 |

Figure 8 : résultats obtenus pour le critère « réalisation articulatoire » par locuteur pour chaque condition.



Selon le tableau 8, aucun contrôle ne montre de différences significatives, deux cérébelleux sur six montrent une amélioration (le Cereb1 (Q=21 ; p=0.03) et le Cereb2 (Q=36 ; p=0.009)), ainsi que quatre SLA sur six (les SLA1 (Q=44 ; p=0.01), SLA3 (Q=34 ; p=0.02), SLA4 (Q=55 ; p=0.005) et SLA6 (Q=53 ; p=0.01)). De plus, on remarque que tous ceux montrant une amélioration significative de l'articulation avec l'accélération sont ceux ayant un débit naturel inférieur à 8 syllabes par secondes.

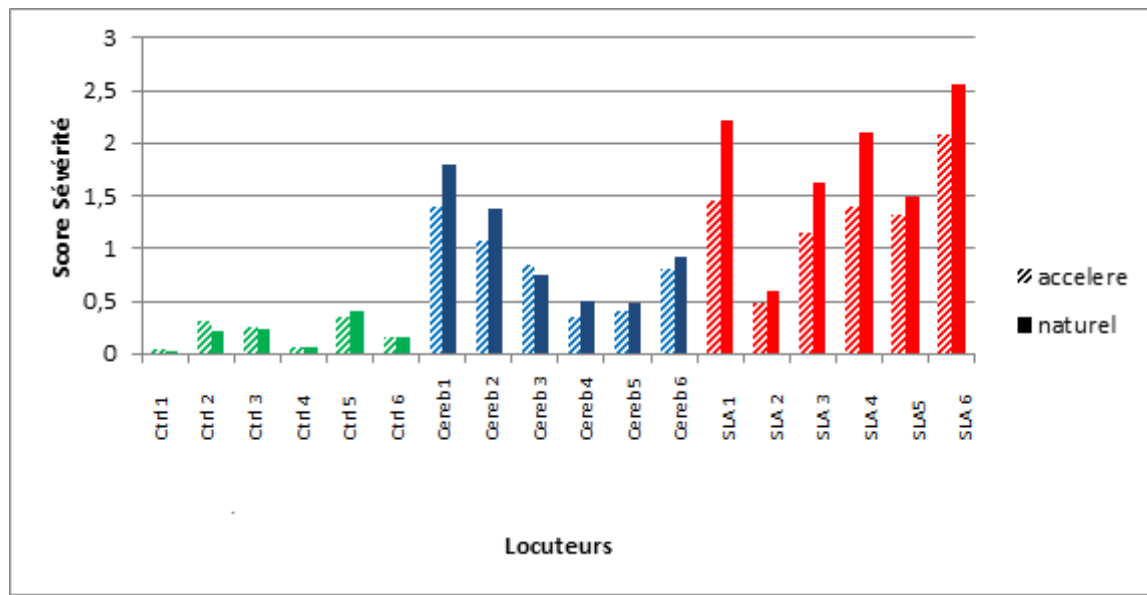
Par ailleurs, ces sujets sont ceux ayant les scores les plus élevés en condition naturelle (leur moyenne est supérieure à 1). Une exception est toutefois notable : le SLA5 ne présente pas de différence significative malgré le fait qu'il soit classé en 3^{ème} position des SLA selon l'atteinte articulatoire (Figure 8). Or, ce patient présente un débit à 8,8 syllabes par seconde.

On peut donc penser que l'effet de l'accélération sur l'articulation perçue dépend plus du débit que de l'importance de l'atteinte articulaire.

Enfin, les patients présentant une amélioration significative de la réalisation articulaire ont également des différences significatives quant au « grade de dysarthrie » et « vitesse de parole », excepté le Cereb4 (pas de différence significative quant à la réalisation articulaire). Or, ce patient est celui qui produit le plus de pauses parmi tous les locuteurs : 2,16 ms par phrase en moyenne. Les pauses joueraient donc un rôle important dans la perception de l'intelligibilité.

On constate que le meilleur gain est pour SLA1 (débit naturel le plus lent).

Figure 9 : résultats obtenus pour le critère « grade de dysarthrie » par locuteur pour chaque condition.

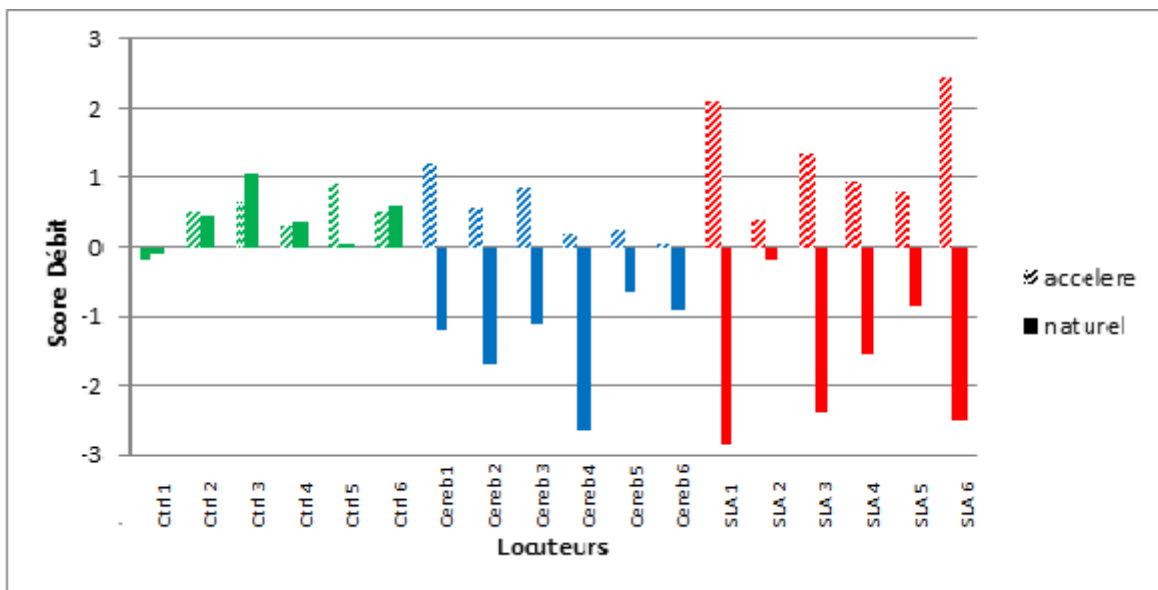


Le tableau 8 nous indique qu'aucun des sujets contrôles ne montre de bénéfice avec l'accélération du grade de dysarthrie. En revanche, trois cérébelleux sur six montrent une différence significative : Cereb1 (Q=44 ; p=0.01), Cereb2 (Q=36 p=0.01) et Cereb4 (Q=21 ; p=0.03), ainsi que quatre SLA sur six : SLA1 (Q=45 ; p=0.009), SLA3 (Q=36 ; p=0.01), SLA4 (Q=55 ; p=0.005) et SLA6 (Q=45 ; p=0.008), qui sont ceux ayant un débit naturel inférieur à 8,2 syllabes par seconde. Aussi, pour chaque population, la figure 9 montre-t-elle que les patients présentant une amélioration significative sont ceux étant les plus atteints en naturel (>1 sur 3). Deux exceptions sont à noter :

- le patient SLA5 dont l'atteinte est assez importante mais dont le débit est rapide (8,8 syllabes par seconde),
- le patient Cereb4 qui ne présente qu'une faible atteinte (<1 sur 3) mais une différence significative et le nombre maximal de pauses.

Le meilleur gain est encore pour SLA1 qui a le débit le plus ralenti (5.6 syllabes par secondes).

Figure 10 : résultats obtenus pour le critère « vitesse de parole » par locuteur pour chaque condition.



Le contrôle CMB montre une amélioration significative et son débit naturel est le plus lent de tous les contrôles (9,7 syllabes par seconde) (Tableau 8). Pour les sujets pathologiques, cinq sur six cérébelleux montrent une amélioration significative : les Cereb1 (Q=45 ; p=0.009), Cereb2 (Q=55 ; p=0.005), Cereb3(Q=44 ; p=0.01), Cereb4(Q=55 ; p=0.005) et Cereb6(Q=36 ; p=0.01), ainsi que cinq sur six SLA : les SLA1 (Q=55 ; p=0.005), SLA3 (Q=55 ; p=0.005), SLA4(Q=55 ; p=0.005), SLA5(Q=45 ; p=0.008), SLA6 (Q=55 ; p=0.005). Le débit naturel de ces patients est inférieur à 10 syllabes par seconde. De plus, ils présentent tous un débit ralenti (>-1), mis à part pour le SLA5 et le Cereb6.

On remarque que deux patients SLA qui étaient jugés trop lents sont en revanche jugés trop rapides après l'accélération, or ils sont également ceux ayant été jugés les plus sévères et les moins précis quant à l'articulation (Figure 10).

Le patient qui présente l'amélioration la plus importante est incontestablement le Cereb4 cité plus haut (nombre maximal de pauses).

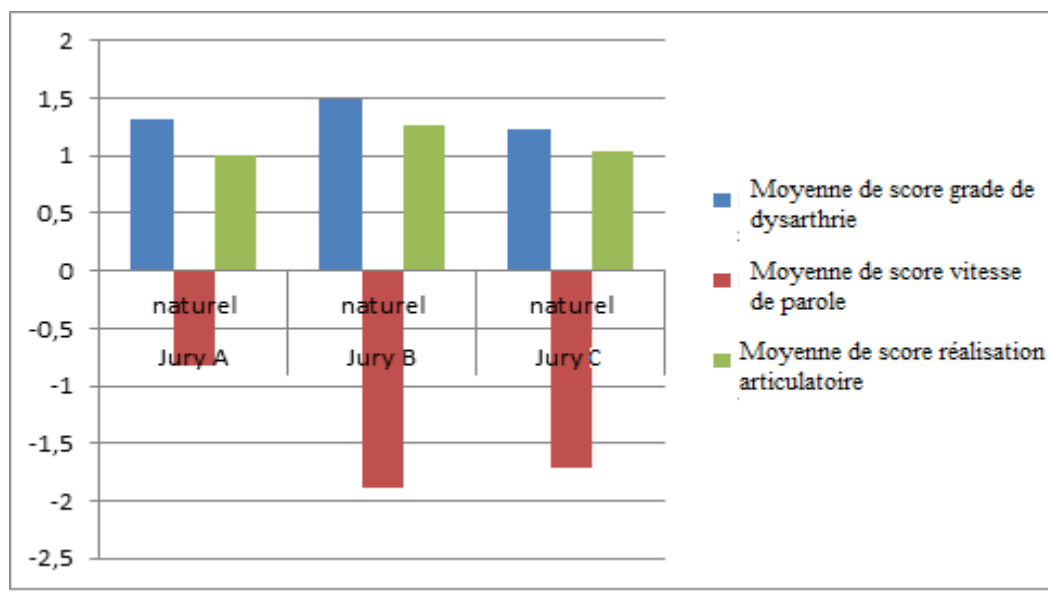
Hypothèse 3 : Les caractéristiques du test ont-elles des effets sur les résultats obtenus en condition naturelle ?

Hypothèse 3a : La perception est différente selon le jury.

Tableau 9 : comparaison des notes données par les différents jurys pour chaque critère (résultats statistiques du test H de Kruska Wallis).

| | Jury A | Jury B | Jury C | H de Kruska Wallis |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| Grade de dysarthrie | 0,85 | 0,947 | 0,729 | Q=1.01 p=0.60 |
| Réalisation articulatoire | 0,61 | 0,807 | 0,64 | Q=0.64 p=0.72 |
| Vitesse de parole | 0,504 | -0,27 | -0,416 | Q=20.56 p<0.01 |

Figure 11 : moyennes obtenues pour chaque critère selon les différents jurys.



En confrontant les résultats du tableau 9 avec la figure 11, on voit qu'il n'y a pas de différences significatives quant aux critères « grade de dysarthrie » (Q=1.01 ; p=0.60) et « réalisation articulatoire », aucune différence significative (Q=0.64 ; p=0.72). Enfin, on remarque une différence significative pour le critère « vitesse de parole » (Q=20.56 ; p<0.01) : le jury B étant plus sévère que le jury C, lui-même plus sévère que le jury A.

Hypothèse 3b : Les résultats sont différents selon la session de test effectuée.

Tableau 10 : Moyennes des notes obtenues selon la session pour chaque critère (résultats statistiques des rangs signés de Wilcoxon).

| | Session 1 | Session 2 | Wilcoxon |
|----------------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Grade de dysarthrie | 0,9 | 0,85 | Q= 39.5 p=0.24 |
| Réalisation articulatoire | 0,76 | 0,68 | Q= 35.5 p=0.135 |
| Vitesse de parole | -0,05 | -0,08 | Q= 34 p=0.538 |

D'après le tableau 10, aucune différence significative n'est observable et ce pour aucun des critères évalués : « grade de dysarthrie » (Q= 39.5 ; p=0.24), « réalisation articulatoire » (Q=35.5 ; p=0.135) et « vitesse de parole » (Q=34 ; p=0.538). En effet, on remarque que les moyennes obtenues pour les deux sessions sont très proches.

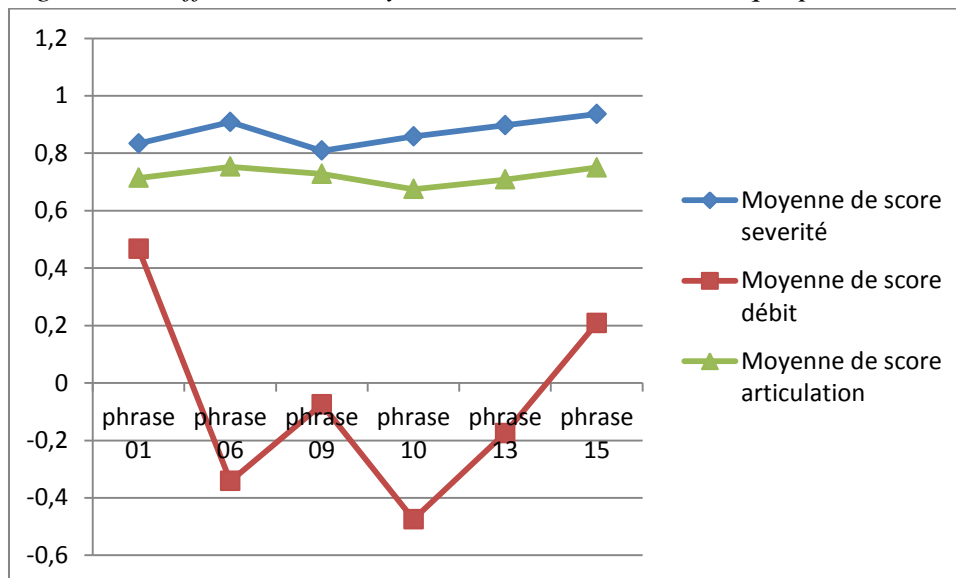
Hypothèse 3c : Les phrases sélectionnées dans le texte influencent la production et/ou la perception de la parole.

Tableau 11 : moyennes obtenues pour chaque critère selon chaque phrase (résultats statistiques du test ANOVA de Friedman).

| | Phrase 1 | Phrase 6 | Phrase 9 | Phrase 10 | Phrase 13 | Phrase 15 | Friedman |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Grade de dysarthrie | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | Q=18.21 p=0.002 |
| Réalisation | 0,78 | 0,8 | 0,78 | 0,7 | 0,77 | 0,8 | Q=3.78 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|------|-------|--------|--------|--------|------|--------------------|
| articulatoire | | | | | | | p=0.58 |
| Vitesse de parole | 0,46 | -0,34 | -0,075 | -0,475 | -0,175 | 0,21 | Q=37.77 p<0.001 |

Figure 12 : différences de moyenne des critères entre chaque phrase.



Les résultats du tableau 11 révèlent la présence d'une différence significative pour les critères « grade de dysarthrie » (Q=18.21 ; p=0.002) et « vitesse de parole » (Q=37.77 ; p<0.01) mais non pour celui de la « réalisation articulatoire » (Q=3.78 ; p=0.58). On note, avec la figure 11, que les phrases 13, 15 et 6 (classées par ordre d'atteinte) sont celles pour lesquelles la dysarthrie est jugée la plus sévère. Les phrases 10 et 6 sont celles jugées les plus lentes alors que la phrase 1 est jugée trop rapide.

V. DISCUSSION

Nous avons cherché à montrer l'effet de l'accélération artificielle du signal de parole sur la perception de la qualité de parole des patients présentant une dysarthrie mixte ou ataxique. Les résultats ont montré un effet bénéfique de cette accélération mais de façon inéquitable. En effet, certains locuteurs ont montré un effet positif alors que d'autres n'ont pas

bénéficié d'une telle amélioration. En revanche, aucun patient n'a montré un effet négatif de l'accélération artificielle.

D'autre part, les résultats ne sont réellement probants qu'à l'échelle du locuteur et non de la population, il est donc difficile de généraliser un effet positif de cette accélération car elle s'applique au cas par cas.

Hypothèse 1 : l'accélération artificielle du signal de parole apporte-t-elle un gain quant à la qualité de la parole des patients ?

Résultats de l'hypothèse 1a: On n'observe pas de différences au niveau de la qualité articulaire perçue.

A l'échelle de la population, aucune différence significative n'a été notée en ce qui concerne la perception de la qualité articulaire des patients et ce, pour les contrôles, les cérébelleux ou les SLA. Cependant, la plupart des patients ne présentent pas réellement un trouble articulaire : la moyenne obtenue en condition naturelle est de 0.8 pour toutes les populations confondues (Ctrl : 0.06, céréb : 0.8 et SLA : 1.5). Dans ce cas, un gain de l'accélération est difficilement observable. Cependant nous n'avons jamais relevé une dégradation de la perception de la réalisation articulaire en faveur de la condition accélérée (0,66 de moyenne pour toutes les populations confondues).

De plus, pour rendre compte d'une atteinte articulaire, un test objectif de repérage tel que celui mené par Woisard et *al.* aurait été plus judicieux à mettre en place. Etant donné que sur 228 *stimuli* entendus il n'y a que 6 phrases différentes, les juges entendent donc 38 fois la même phrase lue par différents locuteurs à 2 débits différents (naturel et accéléré). La suppléance mentale des juges est donc fortement sollicitée et il leur est plus facile de repérer et d'identifier des phonèmes qui pourraient pourtant être perçus comme altérés lors d'une première écoute.

Kent (1992) a par ailleurs montré que l'intelligibilité se trouvait plus dans l'oreille de l'auditeur que dans la bouche du locuteur. Les résultats peuvent être dès lors influencés par le fait que notre jury était composé de juges avertis dont l'oreille est entraînée à traiter la parole dysarthrique, ce qui n'aurait pas été le cas pour un jury naïf qui aurait certainement noté plus sévèrement.

Bien que ces résultats soient légèrement décevants, ils sont en accord avec les études de De Bodt, Hernández-Díaz, Van De Heyning (2002) et de Hertrich et Ackermann (1998) dans lesquelles les auteurs concluaient que lorsque l'on modifie isolément le débit on n'obtient aucune amélioration de la perception de l'articulation, et que c'est bien l'articulation qui, sous influence du débit, peut améliorer l'intelligibilité.

Résultats de l'hypothèse 1b: On observe des différences quant au degré de sévérité perçue.

Selon Grosjean (1975), les variations de débit auront un impact direct sur les autres caractéristiques suprasegmentales de la parole et donc sur l'intelligibilité. Les résultats obtenus par la présente expérience confirment cette constatation.

On observe, toutes populations confondues, une différence significative entre la condition accélérée et naturelle. On a donc bien une amélioration avec l'accélération du débit (avec les contrôle : 0,77 en accéléré contre 0,97 en naturel) ; sans les contrôles : 0,94 contre 1.14).

Il reste maintenant à savoir sur quels paramètres portent l'amélioration, quelle influence a le débit sur les autres paramètres acoustiques ou prosodiques qui entraînent une amélioration de la perception du grade de dysarthrie. Aussi, les patients utilisent-ils peut-être des stratégies de compensation comme la syllabation. Or, Huei-Mei et Hsiao-Han (2012) et Yorkston et al. (1990) ont montré qu'un ralentissement du débit tend à déformer le caractère naturel de la parole et influe également sur les formants. Nous trouvons, dans la même veine, que l'accélération du débit tend à redonner à la parole son caractère naturel.

La différence observée entre les critères réalisation articulatoire et grade de dysarthrie tend à prouver que le débit influencerait davantage les caractères suprasegmentaux de la parole que les caractères segmentaux.

Résultats de l'hypothèse 1c: On observe des différences quant au débit.

Ici encore, nous observons une différence significative entre les conditions naturelle et accélérée. Cela paraît évident, étant donné que notre manipulation porte précisément sur ce paramètre. En outre, les locuteurs présentant un ralentissement du débit ayant préalablement été sélectionnés, il est d'autant plus normal que l'on retrouve une différence significative (0.7 en accéléré contre -0.9 en naturel ; sans les contrôles : 0.93 contre 1.55).

On remarque toutefois que, sans être considéré trop accéléré, le débit arrive à 0.7 en condition accélérée. Cela montre que le débit est jugé comme étant légèrement rapide puisqu'on obtiendrait une moyenne à 0 dans le cas optimal (ce qui correspond au débit normal).

Duez (2007) constatait que la seule façon objective de mesurer le débit est de le chronométrer. En effet, les jugements perceptifs de l'auditeur n'entretenaient qu'une relation minime avec le débit réel. Ici, les jugements « à l'oreille » du débit ne sont pas optimaux.

Nous pouvons dès lors émettre trois hypothèses :

- les contrôles utilisaient un débit trop rapide en condition naturelle ;
- le débit dépend de variations intra-individuelles et ne peut donc être déduit à partir du débit d'un autre individu ;
- l'accélération artificielle accélère indifféremment la durée des pauses et des phonèmes qui n'étaient pas tous allongés.

Hypothèse 2: L'effet de l'accélération est-il hétérogène ?

Résultats de l'hypothèse 2a : l'effet de l'accélération est différent en fonction de la population.

Tout d'abord, comme attendu, l'effet de l'accélération sur le débit est significatif pour toutes les populations, excepté pour les contrôles, puisque ce sont eux qui ont donné le débit de référence. En revanche, on n'observe aucun bénéfice apporté par l'accélération quant à la perception de la précision articulatoire pour toutes les populations, même si les résultats vont dans le sens d'une amélioration, aucune différence significative n'apparaît.

Enfin, le grade de sévérité est significativement amélioré avec l'accélération pour les SLA seulement. Ils sont aussi ceux qui sont jugés les plus lents et les plus sévères en condition naturelle. Ces résultats sont en accord avec les mesures du débit naturel qui est également le plus lent chez les SLA. Ces derniers ont aussi des caractéristiques vocales plus franches (nasonnement) et plus atypiques, et il est donc plus aisé de déceler chez eux une

pathologie sous-jacente que chez les cérébelleux par exemple. Par ailleurs, on retrouve également un effet de la population défavorisant les SLA en condition naturelle.

Tout cela nous amène à conclure que le bénéfice de l'accélération est le plus probant pour les SLA puisque le débit et le grade se retrouvent significativement améliorés.

Résultats de l'hypothèse 2b: L'effet de l'accélération dépend du locuteur.

Avec l'analyse des résultats, on se rend compte que la qualité articulatoire perçue peut présenter des différences significatives à l'échelle des locuteurs. On observe une amélioration pour les patients les plus atteints, excepté pour le patient SLA5 (moyenne > 1). Ce dernier présente un zozotement très prononcé et présente un débit à 8,8 syllabes par seconde supérieur à tous ceux présentant une amélioration significative (débit naturel inférieur à 8 syll/s). Ainsi, l'amélioration dépendrait plus du débit naturel que du degré de sévérité. De plus, la patiente SLA1 présentant le meilleur gain par rapport au critère réalisation articulatoire est celle au débit le plus lent (5,6 syll/s) avec un allongement de phonèmes plus important. Enfin, on constate de nouveau que le gain est plus important pour les SLA, qui sont également ceux les plus atteints en naturel.

Ces tendances observées pour la perception de l'articulation se retrouvent pour le grade de dysarthrie. En effet, ce sont les mêmes patients qui sont encore les plus atteints et les plus lents (< à 8,2 syll/s). Le meilleur gain est à nouveau pour le SLA1 (débit le plus lent). On observe tout de même le cas particulier d'un nouveau sujet, le Cereb4 (Q=21 ; p=0.03) qui est le seul à présenter une amélioration significative du grade de dysarthrie sévérité indépendamment de la réalisation articulatoire. Or, ce patient est également celui qui produit, en moyenne, le plus grand nombre de pauses. On peut donc supposer, avec Zellner (1998) que les pauses jouent un rôle plus important dans la perception de l'articulation que sur le caractère naturel de la parole. Cet auteur attribue en outre aux pauses un rôle dans le traitement du message par l'auditeur, dans la structuration du discours, et donc, de manière plus générale, dans la communication.

On remarque pour le critère « vitesse de parole » qu'un grand nombre de sujets pathologiques obtiennent une différence significative (10/12). Comme mentionné plus haut, il semble normal d'observer de tels résultats étant donné le fait que nous avons sélectionné les patients les plus lents. On remarque néanmoins souvent que les patients les plus lents en

condition naturelle sont également jugés trop rapides en condition accélérée de manière quasi proportionnelle. Le patient Cereb4 échappe cependant à cette tendance, mais celui-ci présente le plus grand nombre de pauses et le gain le plus efficace, confirmant de ce fait le rôle primordial que jouent les pauses dans la perception du débit.

Hypothèse 3 : Les caractéristiques du test ont-elles des effets sur les résultats obtenus ?

Résultats de l'hypothèse 3a : on n'observe pas effet du jury et donc de l'ordre de passage des stimuli.

On ne retrouve pas de différence significative entre les différents jurys selon les critères observés, mis à part pour le débit. Cependant, tous les juges n'ont pas respecté la grille d'évaluation : un certain nombre de personnes ont noté de -3 à +3 en utilisant toutes les valeurs de l'intervalle (-2 ; -1 ; 0 ; 1 ; 2) alors que d'autres ont noté en suivant la consigne (-3 ; 0 ou +3). Ainsi, l'analyse du débit reste maladroite et peu fiable puisque pour certains la note -3 correspondait à un débit très ralenti alors que pour d'autres cela correspondait peut-être à un simple ralentissement.

Le fait que l'on ne retrouve pas de différence entre les jurys tend à prouver que l'ordre de passage des *stimuli* n'influe pas sur leurs jugements.

Résultats de l'hypothèse 3b : on n'observe pas d'influence de la nature de la session sur le jugement.

Le test était divisé en 2 sessions, de 114 *stimulis* chacune, organisées de la façon suivante : lorsqu'une phrase en condition naturelle est placée dans la première session, son homologue accélérée est placée dans la seconde, et inversement. Elles comptent chacune un total de 114 *stimulis*, ce qui pourrait entraîner l'apparition d'un éventuel effet de fatigabilité ou d'habituation au test. Les résultats montrent qu'il n'y en a pas. Il faut toutefois relever que les juges bénéficiaient d'un temps de pause libre entre les 2 sessions, ce qui contribue à réduire le phénomène de fatigabilité.

Résultats de l'hypothèse 3c : on observe un effet de la phrase sur la perception et la production.

Pour un même locuteur, les phrases montrent des différences de notation entre les juges, pour le débit et le grade de dysarthrie mais pas pour la réalisation articulatoire. Ainsi, on peut supposer que la distribution phonémique ne joue pas un rôle important dans la production de la phrase. Toutefois, la lecture améliore l'intelligibilité et c'est sûrement pour cela que les patients sont plus attentifs à leur précision articulatoire. Les phrases ont été choisies en fonction de leur nombre de syllabes : ainsi les différences de débit ne peuvent être imputées à la longueur de la phrase. La phrase étant jugée la plus lente « l'un s'appelle tic, l'autre s'appelle tac » se trouve en milieu de texte en fin de paragraphe et sa symétrie donne un aspect rythmique naturel important. Ainsi, chez l'atteinte du débit des patients pathologiques va se faire particulièrement sentir pour ce genre de phrases. On remarque également que les phrases 13 et 15 (« Le lendemain, le pauvre cordonnier s'éveille. » et « Qui donc a rangé la maison ? ») sont évaluées comme étant plus atteintes : on peut donc supposer un effet de la longueur du texte entraînant une fatigabilité de la part des patients qui sont alors moins performants, en particulier en ce qui concerne les SLA, très fatigables. De plus, ces phrases contiennent un certain nombre de voyelles nasales ainsi que la consonne /r/. Or ces phonèmes sont particulièrement difficiles à prononcer pour les patients SLA qui présentent un nasonnement dans la plupart des cas que ces phonèmes contribuent à majorer.

On observe également que la phrase 6 (« je suis trop âgé et trop malade ») obtient de moins bons résultats. La connotation négative de cette phrase pourrait influencer dans une certaine mesure le jugement des juges. Toutefois, les différences significatives ne s'observent qu'en comparant les notes des juges et non celles des sujets. La différence réside donc plutôt dans la perception que dans la production (Liss, XX).

VI. LIMITES DE L'ETUDE

Limites induites par le locuteur

1. Il n'est pas certain qu'une telle accélération du débit de parole soit possible en pratique, en particulier pour les SLA qui présentent un gros déficit moteur qui leur empêche de réaliser des mouvements articulatoires et explique leur débit pathologique ralenti. On peut donc se demander si cette expérience sera possible à appliquer dans la pratique clinique compte tenu de leurs difficultés. Weismer et *al.* (2000) ont réussi à montrer que même les patients SLA étaient capables d'accélérer leur débit même si cela n'apportait pas de gain d'intelligibilité.

2. On peut également se demander si lors des enregistrements les patients ont d'ores et déjà mis en place des stratégies compensatoires (telle que la syllabation) ce qui tendrait à ralentir davantage leur débit.
3. Les capacités de lectures propres à chaque locuteur sont également à prendre en compte car elles peuvent influencer le débit. Ainsi, les patients présentant des difficultés de lecture (temps d'hésitation, ralentissement cognitif, oubli de lunettes...) montreront un débit plus lent et feront plus d'erreurs de lectures qu'en parole spontanée. Leurs résultats auraient donc pu être meilleurs en parole spontanée.

Les limites apportées par la tâche de lecture

Les enregistrements sont obtenus qu'en lecture et non en parole spontanée. Or, la lecture impose des variations prosodiques particulières, notamment au niveau des pauses et du débit. Les pauses sont de nature silencieuse et moins nombreuses en lecture qu'en parole spontanée, et améliorent l'intelligibilité (Hustad et Sassano, 2002). Quant au débit, les avis divergent : certains auteurs à l'instar de Hirschberg (2000), et Goldman et *al.*, (2007), rapportent une accélération du débit en tâche de lecture alors que Barik, (1977) différencie débit de parole et débit articulatoire, qui serait le seul à être plus lent en lecture. Les locuteurs dysarthriques ont, en outre, tendance à ralentir, en lecture, leur débit dans le but d'améliorer leur intelligibilité (Tjaden et *al.*, 2011). De la même manière, l'intelligibilité apparaît généralement meilleure en lecture (Kempler, 2002).

On peut dès lors s'interroger sur la généralisation de nos résultats à la parole spontanée qui reste le mode de parole privilégié des patients et dont la valeur écologique est la plus importante.

Les caractéristiques particulières de l'auditeur

Lors d'une rééducation d'un patient dysarthrique ataxique, Liss avait cru constater des progrès chez son patient. Or, le bilan final conduit par une tierce personne ne révélait aucune amélioration. Liss en a donc conclu qu'elle s'était habituée à la parole de son patient. Il faudrait donc de même relativiser le caractère objectif de la notation de nos juges en raison de leur niveau d'expertise et d'un phénomène potentiel d'habituation.

VII. CONCLUSION

Cette étude visant à explorer l'impact sur la perception de la parole dysarthrique d'une accélération artificielle du signal de parole a réussi à démontrer le lien fort qui existe entre le débit et la qualité de la parole. En effet, un certain nombre de différences significatives en ce qui concerne les patients les plus lents et les plus atteints, et majoritairement les SLA. En effet, les résultats démontrent que sur 7 patients bénéficiant d'une amélioration sur la perception de leur sévérité, 6 (dont 4SLA) sont ceux étant jugés les plus sévères en condition naturelle (dysarthrie modérée). Or tous ces patients ont un débit naturel inférieur à 8,2 syll/s et le gain le plus important pour le critère grade de dysarthrie est obtenu par le patient ayant le débit le plus lent. Il semble également que l'accélération du débit ait une influence plus importante sur le grade de dysarthrie que sur la qualité articulatoire perçue. Mais l'absence d'amélioration de cette dernière ne signifie pas, d'après l'analyse des résultats du test, que l'accélération du débit entraîne pour autant une dégradation de l'articulation. De plus, lorsque les sujets sont analysés individuellement, les résultats démontrent que l'articulation perçue peut être améliorée par l'accélération artificielle.

On remarque également l'importance de la quantité de pauses sur la perception de l'articulation. Les pauses ont permis notamment à une patiente de ne pas présenter de différences significatives quant à la réalisation articulatoire bien que sa sévérité soit atteinte (alors que ces 2 variables sont fortement corrélées). Cependant, elle est la seule à présenter un tel nombre de pauses. Dans la même veine, Hustad et Sassano (2002) ont montré que l'ajout artificiel de pauses favorise l'intelligibilité.

On peut également souligner le cas du SLA 5 qui montre les limites de cette technique d'accélération du débit. En effet, ce dernier obtient des scores élevés pour le grade de dysarthrie et la réalisation articulatoire mais notre expérience n'aboutit pas à une amélioration significative pour ce patient. On en déduit que l'accélération artificielle du débit n'est bénéfique qu'à condition d'avoir un débit lent. La prise en charge du débit ne convient donc pas à tous les patients, toutes les pathologies, et sa mise en place dépend donc fortement de l'individu et de ses atteintes.

Il serait de plus utile de mettre en place une étude similaire à la nôtre dans laquelle l'accélération serait produite de façon volontaire et non artificielle car il a été montré qu'en modifiant artificiellement le débit (et ce que ce soit dans le sens d'une accélération ou d'un ralentissement) il n'y avait pas ou peu de bénéfice au niveau de la perception de l'articulation

(Hammen, Yorkston et Minifie, 1994 ; et Van Doorn 1994 ; Hall, 2013 ; Hertrich et Ackermann, 1998 ; Dagenais, Brown et Moore, 2006).

En définitive, pour les patients présentant un fort ralentissement du débit, l'accélération a été la plus bénéfique. Ainsi, pour ces derniers, la prise en charge de leur trouble du débit s'orienterait vers une accélération du débit coordonnée à une augmentation du nombre de pauses. L'utilisation de la parole syllabée semble rester la meilleure technique de rééducation sous réserve d'introduire la notion d'accélération du débit articulatoire.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

- ACKERMANN, H., HERTRICH, I. (1994). Speech rate and rhythm in cerebellar dysarthria : An acoustic analysis of syllable timing, *Folia Phoniatrica Logop*, 46, 70-78.
- AUZOU, P., MONNOURY, R., PINTO, S., ÖZSANCAK, C. (2007). *Les Dysarthries*. Marseille: Solal. 350 p.
- AUZOU, P., ROLLAND-MONNOURY, V. (2006). *Batterie d'évaluation clinique de la dysarthrie*. Isbergues : OrthoÉdition.
- BARIK, H. C. (1977). Cross-linguistic study of temporal characteristics of different types of speech materials, *Language and Speech*, 20(2), 116-126.
- BIANCO-BLACHE, A., ROBERT, D. (2002). *La sclérose latérale amyotrophique : quelle prise en charge orthophonique ?* Marseille : Solal.
- BRENDEL, B., LOWIT, A., HOWELL P. (2004). The effects of delayed and frequency shifted feedback on speakers with Parkinson's Disease, *Journal of Medical Speech and Language Pathology*, 12, 131–138.
- BRIHAYE, S., DU PENHOAT, A. (1996). SLA : La prise en charge orthophonique, *L'Orthophoniste*, N°154, 19-26.
- BROWN, J., DARLEY, F., ARONSON, A. (1970). Ataxic dysarthria, *International J Neurol*, 7, 24-32.
- BROWN, S. (2010). Does Delayed Auditory Feedback Improve Speech Intelligibility in Parkinson's Disease? *Critical Review*, 5p.
- CALIGIURI, M.(1989).The Influence of Speaking Rate on Articulatory Hypokinesia in Parkinsonian Dysarthria, *Brain and Language*, 36, 493-502.
- CANDEA, M. (2000). Contribution à l'étude des pauses silencieuses et des phénomènes dits «d'hésitation» en français oral spontané. Thèse de doctorat pour obtenir le grade de Docteur en Sciences du langage. Université Paris III - Sorbonne Nouvelle.
- CAMPIONE, E., VERONIS, J. (2004). Pauses et hésitations en français spontané.
- CHOI CHUNG SZE, J. (2000).The relationship between rate, intelligibility and acceptability in Cantonese speakers with dysarthria, Dissertation de Bachelor en Science (Speech and Hearing Sciences). University of Hong Kong.

DARLEY, F., BROWN, J. (1969). Differential diagnostic Patterns of dysarthria, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 12, 249-269.

DARLEY, F.L., ARONSON, A.E., BROWN, J.R. (1975). *MotorSpeech Disorders*. WB Saunders. Philadelphia.

DARLEY, F., ARONSON, A., BROWN, J. (1969). Clusters of deviant speech dimensions in the dysarthrias, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 12, 462-496.

DAGENAIS, P.A., BROWN, G.R., MOORE, R.E. (2006). Speech rate effects upon intelligibility and acceptability of dysarthric speech, *Clinical Linguistics and phonetics*, 20(2-3), 141-148.

DAGENAIS, P.A., SOUTHWOOD, M.H., LEE, T.L. (1998). Rate reduction methods for improving speech intelligibility of dysarthric speakers with Parkinson's disease, *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 6(3), 143-157.

DUFFY, J.R. (2005). *Motor Speech Disorders :substrates, differential diagnosis and management*. St Louis: Mosby-Yearbook.

DE BODT, M.S., HERNÁNDEZ-DÍAZ, H.M., VAN DE HEYNING, PH. (2002). Intelligibility as a linear combination of dimensions in dysarthric speech, *Journal of Communication Disorders*, 35(3):283-92.

DOWNIE, A., LOW, J., LINDSAY, D. (1981). Speech disorder in Parkinsonism; use of delayed auditory feedback in selected cases, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 44, 852-853.

DUEZ, D. (2001). Caractéristiques acoustiques et phonétiques des pauses remplies dans la conversation en français, *Travaux interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, 20, 31-48.

GROSJEAN, F., COLLINS, M. (1979). Breathing, pausing and reading. *Phonetica*, 36, 98-114.

HALL, Z.D. (2013). Effect of rate reduction on speech intelligibility in individuals with dysarthria, Thèse de Master of Arts, Department of Communication Sciences and Disorders. Université de Louisiane-Monroe.

HANSON, W.R., METTER, E.J. (1983). DAF speech rate modification in Parkinson's disease: A report of two cases, *Clinical dysarthria*, 231-251.

HARTELIUS, L., RUNMARKER, B., ANDERSEN, O., NORD, L. (2000). Temporal Speech Characteristics of individuals with multiple sclerosis and ataxic dysarthria: "scanning speech revisited", *Folia Phoniatica Logop*, 52, 228-238.

HAMMEN, V.L., YORKSTON, K.M., MINIFIE, F.D. (1994). Effects of temporal alterations on speech intelligibility in parkinsonian dysarthria, *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 37(2), 244-253.

- HIRSCHBERG J. (1995), Prosodic and other acoustic cues to speaking style in spontaneous and read speech, *Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences*. Stockholm, 2, 37-43.
- HUSTAD, K.C. (2008). The relationship between listener comprehension and intelligibility scores for speakers with dysarthria, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 51(3), 562–573.
- HUSTAD, K.C., SASSANO, K. (2002). Effects of rate reduction on severe spastic dysarthria in cerebral palsy, *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 10(4), 287-292.
- JANISZEWSKI, D.W., CAROSCIO, J.T., WISHAM, L.H. (1983). Amyotrophic lateral sclerosis : a comprehensive rehabilitation approach. *Arch Phys Med Rehabil*, 64, 304-307
- KEMPLER, D., VAN LANCKER, D. (2002). Effect of Speech Task on Intelligibility in Dysarthria: A Case Study of Parkinson's disease, *Brain and Language*, 80, 449-464.
- KENT, R., NETSELL, R., ABBS, J.H. (1979).Acoustic characteristics of dysarthria associated with cerebellar disease, *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 22, 613-626.
- KRAUSE, J.C., BRAIDA, L.D. (2002). Investigating alternative forms of clear speech: the effects of speaking rate and speaking mode on intelligibility, *the Journal of the Acoustical Society of America*, 112(5), 2165-2172.
- LE DORZE, G., OUELLET, L., RYALLS, J. (1994). Intonation and speech rate in dysarthric speech, *Journal of Communication Disorders*, 27, 1-18
- LISS, J.M., WHITE, L., MATTYS, S.L., LANSFORD, K., LOTTO, A.J., SPITZER, S.M., CAVINESS, J.N. (2009). Quantifying Speech Rhythm Abnormalities in the Dysarthrias, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 52(6), 1334-1352.
- LINEBAUGH , C.W., & WOLFE, Y.E.(1984). Relationship between articulation rate, intelligibility, and Naturalness in spastic and ataxic speakers, *The dysarthrias: Physiology, acoustics perception, management* (197-206).
- LIU, H., CHANG, H. (2012). Effect of Prolonged Speech and Deliberate Pauses on the Speech Intelligibility of Adolescents with Spastic Cerebral Palsy, *Bulletin of Special Education*, 37(1), 1-25.
- LOWIT, A., DOBINSON, C., TIMMINS, C., HOWELL, P., KRÖGER, B. (2010).The effectiveness of traditional methods and altered auditory feedback in improving speech rate and intelligibility in speakers with Parkinson's disease, *International Journal of Speech Langage Pathology*, 12(5), 426-36.
- MCKILLIGAN, C., VAN DOORN, J., PITT, S. (1994). The intelligibility of speech in cerebral palsy: the effects of manipulating the acoustic speech signal. Proceeding of the fifth Australian International Conference on Speech Science and Technology, Perth, 492-497

- NISHIO, M., TANAKA, Y., SAKABIBARA, C., ABE, N. (2011). Effectiveness of speech rate-conversion software for patients with dysarthria, *Journal of Communications Research*, 2, 1-12.
- PERNON, M., TROCELLO, J.-M., VAISSIERE, J., COUSIN, C., CHEVAILLIER, G., REMY P., KIDRI-OSMANI, K., FOUGERON, C., WOIMANT, F. (2013). Le débit de parole du patient wilsonien dysarthrique peut-il être amélioré en condition de double tâche ?, *Revue Neurologique*, 169, 502-509
- PILON, M.A., MCINTOSH, K.W., THAUT, M.H. (1998). Auditory vs visual speech timing cues as external rate control to enhance verbal intelligibility in mixed spastic-ataxic dysarthric speakers: a pilot study, *Brain Injury*, 12(9), 793-803.
- ROBERT, D., BIANCO-BLACHE, A. (2002). *La sclérose latérale amyotrophique: quelle prise en charge orthophonique?* Marseille: Solal.
- ROBERTSON SJ, THOMSON F. (1999). *Rééduquer les dysarthriques*. Isbergues : Ortho-Edition.
- ROUSSEAU, B., WATTS, C. R.(2002).Susceptibility of speakers with Parkinson’s disease to delayed feedback, *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 10, 41-49.
- ROSENBEK, J.C., LAPOINTE, L.L. (1985). The dysarthrias : description, diagnosis and treatment, *Clinical management of neurogenic communication disorders*, 267-312.
- SOUTHWOOD, H. (1987). Use of Prolonged Speech in the Treatment of Apraxia of Speech. Clinical Aphasiology Conference Proceedings BRK Minneapolis.
- PATEL, R., ALEXANDER, K. (2010). Effect of speaking rate on comprehension of prosodic intent in dysarthria, *Journal of medical speech language pathology*, 18 (4), 109-114.
- SCHMAHMANN, J.D., SHERMAN, J.C. (1998). The cerebellar cognitive affective syndrome, *Brain*, 121, 561-579.
- TJADEN, K., TURNER, G. (2000). Segmental Timing in Amyotrophic Lateral Sclerosis, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 683-696
- TJADEN, K., WILDING, G. (2004). Rate and Loudness Manipulations in Dysarthria: Acoustic and Perceptual Findings, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 766-783.
- TJADEN, K., WILDING, G. (2005). Effect of Rate Reduction and Increased Loudness on Acoustic Measures of Anticipatory Coarticulation in Multiple Sclerosis and Parkinson’s Disease, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48, 261–277.
- TJADEN, K., WILDING, G. (2011). The Impact of Rate Reduction and Increased Loudness on Fundamental Frequency Characteristics in Dysarthria, *Folia Phoniatica Logopaedica*, 63(4), 178-186.

TURNER, G.S., TJADEN, K., WEISMER, G. (1995). The influence of speaking rate on vowel space and speech intelligibility for individuals with amyotrophic lateral sclerosis, *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 38(5), 1001-1013.

TURNER, GS., WEISMER, G. (1993). Characteristics of speaking rate in the dysarthria associated with amyotrophic lateral sclerosis, *Journal of Speech Hearing Research*, 36(6), 1134-1144.

VAN DOORN, J. (2000). Does artificially increased speech rate help? Proceedings of the 8th Australian Conference of the International Speech Science and Technology. University of Sydney, 350-355.

VAN NUFFELEN, G., DE BODT, M., WUYTS, F., VAN DE HEYNING, P. (2009). The Effect of Rate Control on Speech Rate and Intelligibility of Dysarthric Speech, *Folia Phoniatica Logopaedica*, 61, 69–75.

VAN NUFFELEN, G., DE BODT, M., VANDERWEGEN, J., VAN DE HEYNING, P., WUYTS, F. (2010). Effect of Rate Control on Speech Production and Intelligibility in Dysarthria, *Folia Phoniatica Logopaedica*, 62, 110–119.

WANG, E.Q., METMAN, L.V., BERNARD, B.A. (2008). Treating festinating speech with altered auditory feedback in Parkinson's disease: a preliminary report, *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 16, 275-282.

WEISMER, G., LISS, J. (1992). Qualitative acoustic analysis in the study of motor speech disorders, *the Journal of the Acoustical Society of America*, 92(5), 2984-2987.

WEISMER, G., LAURES, J., JENG, J., KENT, R., KENT J. (2000). Effect of Speaking Rate Manipulations on Acoustic and Perceptual Aspects of the Dysarthria in Amyotrophic Lateral Sclerosis, *Folia Phoniatica Logopaedica*, 52, 201–219.

WOISARD-BASSOLS, V., ESPESSER, R., GHIO, A., NGUYEN, N., DUEZ, D. (2010). Effet de l'accélération artificielle du signal de parole sur la perception des dysarthries cérébelleuses: à propos de deux cas, *Folia Phoniatica Logopaedica*, 62, 185–194.

YORKSTON, K.M, BEUKELMAN, D.R. (1981). Ataxic dysarthria: treatment sequences based on intelligibility and prosodic considerations, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(4), 398-404.

YORKSTON, K.M., BEUKELMAN, D.R. (1981). Communication Efficiency of Dysarthric Speakers as Measured by Sentence Intelligibility and Speaking Rate, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46, 296-301.

YORKSTON KM, HAMMEN VL, BEUKELMAN DR, TRAYNOR CD.(1990). The effect of rate control on the intelligibility and naturalness of dysarthric speech, *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 55(3):550-560.

ZELLNER, B. (1996). Structures temporelles et structures prosodiques en français lu. *Revue Francaise de Linguistique Appliquée*, Paris, 1, 1-16.

ZELLNER, B. (1998). Caractérisation et prédiction du débit de parole en français. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur ès Lettres à l'Université de Lausanne

ZIEGLER, W., WESSEL, K. (1996). Speech timing in ataxic disorders : Sentence production and rapid repetitive articulation. *Neurology*, 47, 208-214.

IX. ANNEXES

Annexe A: Texte : "*Le Cordonnier*" (ANR DesPho)

Dans un petit village de la montagne, il y a un pauvre cordonnier, tout vieux et tout cassé. Les villageois lui apportent des chaussures à réparer. Mais il ne travaille pas vite. Tous les soirs, il mange tout seul, bien tristement.

Ce soir, il y a, devant lui, un gros tas de souliers et de guêtres à recoudre.
« Jamais je ne pourrai les réparer. Je suis trop âgé et trop malade... ».
Près de lui, la grosse horloge fait : tic tac, tic tac. Le pauvre vieux, tout découragé, s'endort...

Aussitôt, l'horloge s'ouvre, et deux petits lutins sautent sur le plancher :
- l'un s'appelle Tic
- l'autre s'appelle Tac.
« Rangeons les étagères, réparons les souliers, recousons le linge, dit Tic.
Préparons un gâteau, mettons du gui au plafond, changeons ces vieux rideaux », ajoute Tac.
Minuit sonne ! Les deux vaillants petits lutins rentrent dans la pendule.

Le lendemain, le pauvre cordonnier s'éveille :
« O joie ! Qui a préparé ce beau gâteau ? Qui donc a rangé la maison ?
- Tic tac ! Tic tac ! », dit la vieille horloge.

Annexe B: Consigne de passation du test perceptif

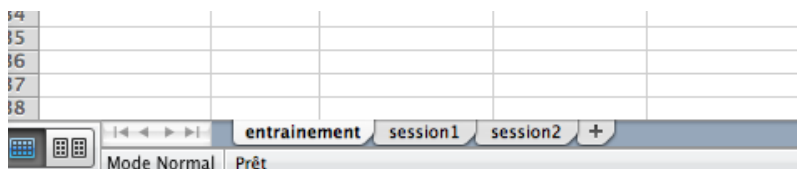
TEST D'ÉVALUATION DE LA PAROLE

I- CONSIGNES :

Vous allez écouter 228 enregistrements (répartis en 2 sessions) contenant des morceaux de phrases lues par différents locuteurs, dysarthriques ou non. Votre tâche consistera à écouter ces enregistrements et à les évaluer selon 3 critères (voir III ci-dessous).

L'accès aux enregistrements et à vos évaluations se fait à partir du fichier excel « grille évaluation jury X.xlsx ». Ce fichier fait appel aux différents fichiers sons qui sont organisés dans des dossiers particuliers. **Surtout ne changez rien à l'organisation des dossiers !**

Le test comprend 3 phases, qui correspondent aux 3 onglets du fichier excel (accessible en bas de votre écran), qui doivent être exécutées dans l'ordre :



- 1) une phase d'entraînement (onglet 1, env. 3 min.)
- 2) une première session de test (onglet 2, env. 45 min)
- 3) une deuxième session de test (onglet 3, env. 45 min)

Le test doit être réalisé session par session. Vous êtes libre de choisir le temps de pause entre chaque session tout en veillant à :

- tester chaque session dans son intégralité en une seule fois
- essayer de ne pas laisser plus d'un jour entre les deux sessions
- indiquer votre temps de pause dans la grille d'évaluation de la session 2

II- MODE d'EMPLOI :

- 1) Écouter un enregistrement = cliquer sur le lien « Écouter » dans la colonne B du fichier excel joint¹. Un message d'avertissement peut apparaître selon votre ordinateur, n'en tenez pas compte. Commencer par la phase d'entraînement.
- 2) Juger la parole selon les 3 critères se rapportant au grade de dysarthrie, à la vitesse de parole, et à la réalisation articulatoire (cf explication ci-dessous en III) en indiquant vos scores

¹ Si vous n'arrivez pas à lire les fichiers sons à l'aide du lien hypertexte de la colonne B ('Écouter'), merci de me contacter.

dans les colonnes C, D, E du fichier excel. **Prenez garde à bien rester sur la même ligne que le fichier son évalué.**

Attention :

- Certains enregistrements sont assez courts. Vous pouvez réécouter les enregistrements, mais pas plus de 3 fois.
- Ne revenez pas en arrière : une fois un score donné pour un enregistrement, ne modifiez pas vos réponses en fonction de l'enregistrement suivant.
- Pensez à enregistrer régulièrement le fichier avec vos réponses.
- Ecoutez les enregistrements au casque dans un endroit calme si possible.

2) CRITERES D'EVALUATION

Le grade de dysarthrie (colonne C) correspond à la sévérité de l'atteinte (notée de 0 à 3) :

- 0 = absence de dysarthrie.
- 1 = dysarthrie modérée.
- 2 = dysarthrie marquée.
- 3 = dysarthrie sévère.

La vitesse de parole (colonne D) représente le débit (notée de -3 à 3) :

- 3 = débit très ralenti.
- 0 = débit que vous estimez normal.
- 3 = débit très accéléré.

La réalisation articulatoire (colonne E) correspond à la qualité de l'articulation (notée de 0 à 3) :

- 0 = sans altération.
- 1 = altération peu marquée inconstante.
- 2 = altération marquée inconstante.
- 3 = altération très marquée inconstante.

Annexe C : récapitulatif des scores obtenus en conditions naturelle et accélérée selon chaque critère pour chaque locuteur

| Locuteur | Grade de dysarthrie | | | Vitesse de parole | | | Réalisation articulatoire | | |
|----------|---------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|---------------------------|---------|-------|
| | Accéléré | Naturel | Gain | Accéléré | Naturel | Gain | Accéléré | Naturel | Gain |
| Ctrl1 | 0,05 | 0,01 | -0.04 | -0,2 | -0,1 | -0.1 | 0,03 | 0 | -0.03 |
| Ctrl2 | 0,3 | 0,2 | -0.1 | 0,5 | 0,45 | -0.05 | 0,15 | 0,13 | -0.02 |
| Ctrl3 | 0,25 | 0,2 | -0.05 | 0,65 | 1,05 | 0.4 | 0,15 | 0,116 | -0.03 |
| Ctrl4 | 0,06 | 0,06 | 0 | 0,3 | 0,35 | 0.05 | 0,03 | 0,05 | 0.02 |
| Ctrl5 | 0,35 | 0,4 | 0.05 | 0,9 | 0,05 | -0.85 | 0,116 | 0,083 | -0.04 |
| Ctrl6 | 0,15 | 0,15 | 0 | 0,5 | 0,6 | 0.1 | 0,116 | 0,016 | -0.1 |
| Cereb1 | 1,4 | 1,8 | 0.4 | 1,2 | -1,2 | 2.4 | 1,183 | 1,46 | 0.3 |
| Cereb2 | 1,1 | 1,4 | 0.3 | 0,55 | -1,7 | 2.25 | 0,93 | 1,25 | 0.3 |
| Cereb3 | 0,85 | 0,75 | -0.1 | 0,85 | -1,1 | 1.95 | 0,5 | 0,45 | -0.05 |
| Cereb4 | 0,35 | 0,5 | 0.25 | 0,2 | -2,65 | 2.85 | 0,2 | 0,3 | 0.1 |
| Cereb5 | 0,4 | 0,48 | 0.08 | 0,25 | -0,65 | 1 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| Cereb6 | 0,8 | 0,9 | 0.1 | 0,05 | -0,9 | 0.95 | 0,8 | 0,86 | 0.06 |
| SLA1 | 1,45 | 2,2 | 0.75 | 2,1 | -2,85 | 4.9 | 1,1 | 1,66 | 0.56 |
| SLA2 | 0,5 | 0,6 | 0.1 | 0,4 | -0,2 | 0.6 | 0,63 | 0,6 | -0.03 |
| SLA3 | 1,15 | 1,6 | 0.45 | 1,35 | -2,4 | 3.75 | 0,9 | 1,2 | 0.3 |
| SLA4 | 1,4 | 2,1 | 0.7 | 0,95 | -1,55 | 2.5 | 1,36 | 1,75 | 0.4 |
| SLA5 | 1,3 | 1,5 | 0.2 | 0,8 | -0,85 | 1.65 | 1,4 | 1,5 | 0.1 |
| SLA6 | 2,1 | 2,6 | 0.5 | 2,45 | -2,5 | 4.95 | 1,9 | 2,3 | 0.4 |

Annexes D et E

Annexe D : effet de la population en condition sans accélération (résultats statistiques du test H de Kruskal-Wallis).

| | Moyennes | Ecart-types | H de Kruskal-Wallis |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| <u>Grade de dysarthrie</u> | | | |
| Cérébelleux | 0,972222222 | (0,78) | H=13.052 p=0.001 |
| Contrôles | 0,180555556 | (0,38) | |
| SLA | 1,766666667 | (0,85) | |
| <u>Vitesse de parole</u> | | | |
| Cérébelleux | -1,366666667 | (1,84) | H=11.473 p=0.003 |
| Contrôle | 0,4 | (1,41) | |
| SLA | -1,725 | (1,76) | |
| <u>Réalisation articulaire</u> | | | |
| Cérébelleux | 0,783333333 | (0,78) | H=13.345 p=0.001 |
| Contrôle | 0,066666667 | (0,25) | |
| SLA | 1,494444444 | (0,86) | |

Annexe E : confrontation des populations deux à deux (résultats du test statistique U de Mann Whitney).

| | Grade de dysarthrie | Vitesse de parole | Réalisation articulaire |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Ctrl/ Cereb | Q=97 p=0.0004 | Q=93 p=0.001 | Q=100 p=0.0001 |
| Ctrl/SLA | Q=99 p=0.0002 | Q=100 p=0.0001 | Q=98 p=0.0003 |
| SLA/ Cereb | Q=98 p=0.0003 | Q= 36 p=0.306 | Q=91.5 p=0.001 |

Mots-clés : Dysarthrie mixte, dysarthrie ataxique, accélération artificielle, débit, intelligibilité

Résumé : L'accélération du débit apporte-t-elle un gain sur la qualité de la parole? Pour répondre à cette question, un test perceptif a été soumis à dix juges avertis (étudiants orthophonistes) sur la base d'enregistrements de parole lue de 18 sujets (6 patients avec dysarthrie mixte atteints de Sclérose Latérale Amyotrophique (SLA), 6 patients avec dysarthrie ataxique atteints d'un Syndrome Cérébelleux et 6 sujets contrôles). L'accélération artificielle du débit entraîne un gain significatif pour la perception du grade de dysarthrie et du débit. En revanche, la perception de la qualité articulatoire reste inchangée toute populations confondues, mais présente des différences significatives chez certains patients. Aucune dégradation de la perception du grade de dysarthrie ou de la réalisation articulatoire n'a été trouvée sous l'effet de l'accélération. On constate enfin que le bénéfice est meilleur pour les patients jugés, en condition naturelle, les plus sévères et les plus lents, et donc en particulier pour les SLA.

The effect of time compressed speech on the perception of mixed and ataxic dysarthrias severity.

Keywords: Mixed dysarthria, Ataxic dysarthria, Compressed speech, Speech rate, Speech intelligibility

Abstract: Does increase speaking rate improve speech intelligibility? To answer this question, we submitted a perceptive test to ten expert judges (speech therapist students) based on the hearing of different sentences read by 18 patients (6 patients with mixed dysarthria and Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS), 6 patients with ataxic dysarthria and Cerebellar Syndrome, and 6 control individuals). Time compressed speech leads to a significant gain in the perception of dysarthria level, and in speech rate. Conversely, the perception of articulatory quality remains unchanged for the whole group, but significant differences appear for some patients. Time compressed speech does not imply deterioration of the perception of neither dysarthria level nor articulatory production. Lastly, the highest gain in speech intelligibility concerns patients that have been judged the most slow and severe, in natural condition, and concerns therefore ALS patients particularly.