Évaluation des dysarthries et des apraxies de la parole : quelles approches ?

Autrice :
Michaëla Pernon[1,2]

Affiliations :
[1]Unité Parkinson-mouvements anormaux & CRMR Wilson, Hôpital Fondation Adolphe de Rothschild, Paris.

[2] Laboratoire de Phonétique et Phonologie, CNRS-Université Sorbonne Nouvelle, Paris.

Autrice de correspondance :
Michaëla Pernon
michaela.pernon@gmail.com

Dates :
Soumission : 19/11/2023
Acceptation : 03/11/2024
Publication : 28/12/2024

Comment citer cet article :
Pernon, M. (2024). Évaluation des dysarthries et des apraxies de la parole : quelles approches ? *Glossa*, 142, 29-48. https://doi.org/10.61989/6kkkds06

e-ISSN : 2117-7155

Licence :
© Copyright Michaëla Pernon, 2024
Ce travail est disponible sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International.

Contexte. L'évaluation des troubles moteurs acquis de la parole (Motor Speech Disorders, MSDs), dysarthrie et/ou apraxie de la parole (Apraxia of Speech, AoS), s'effectue majoritairement en clinique dans le cadre d'une approche perceptive. Cette dernière demeure prédominante malgré les biais liés à la restauration phonétique/articulatoire ou à la mise en jeu d'une subjectivité relative aux représentations internes de l'auditeur. Par ailleurs, les principaux critères diagnostiques de l'AoS ne font pas, à ce jour, l'objet d'un consensus international. L'AoS partage, en outre, des signes avec les dysarthries qui souvent coexistent (Duffy, 2019). Dans ce contexte, les enjeux du diagnostic différentiel des MSDs restent majeurs.

Objectifs. Cet article présente une synthèse des études de notre thèse de doctorat. Celle-ci avait pour objectif d'examiner les apports des approches d'évaluation des dysarthries et des AoS, à savoir perceptive, acoustique et cognitive, pour le diagnostic et la caractérisation de ces MSDs.

Méthodes. Trois études ont été menées chez quatre groupes de locuteurs : neurotypiques, pathologiques présentant une AoS ou une dysarthrie hypokinétique dans la maladie de Parkinson ou une dysarthrie mixte flasque-spastique dans la sclérose latérale amyotrophique. Ces études, partiellement basées sur le corpus MonPaGe-2.0.s (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020) portaient respectivement sur chaque approche : (i) une tâche de classification auditivo-perceptive multijuges des MSDs, (ii) une analyse phonético-acoustique discrète par dimension de parole des locuteurs aux taux de précision les plus bas et les plus élevés en (i), (iii) un paradigme de double tâche évaluant, chez des locuteurs neurotypiques, les effets d'une demande attentionnelle et exécutive sur des tâches de parole et non verbales.

Résultats. Les approches d'évaluation perceptive et acoustique différaient peu pour le diagnostic des MSDs, ne permettant pas de diagnostiquer les MSDs très légers. L'approche acoustique a permis une caractérisation quantifiée des profils des MSDs en moyenne sur trois dimensions de parole évaluées par l'outil MonPaGe-2.0.s, comme dans l'étude de classification perceptive des MSDs. Les effets bidirectionnels de double tâche ont montré que le mode de présentation des stimuli, leur modalité, le type de tâche de parole, la demande attentionnelle des tâches non verbales, devaient être pris en compte dans l'élaboration et l'interprétation des performances. Ces trois études ont objectivé des différences selon les tâches de parole.

Conclusion. En complément de l'examen des dimensions de parole en jeu dans les tâches de parole, celui de leurs propriétés selon leur demande cognitivo-motrice (type de tâche de parole, complexité phonétique du corpus, condition de production), permet d'affiner le diagnostic différentiel des MSDs et d'améliorer leur caractérisation.

Mots-clés : dysarthrie ; apraxie de la parole ; diagnostic ; évaluation ; tâche de parole ; double tâche.

Assessment approaches for dysarthria and apraxia of speech.

Context. In clinical practice, acquired motor speech disorders (MSDs), dysarthria and/or apraxia of speech (AoS) are mainly assessed using a perceptual approach. This approach remains dominant despite the biases associated with phonemic restoration and the subjectivity of the listener's internal representations. Furthermore, there is a lack of international consensus on the main diagnostic criteria for AoS. Several of these features are shared with dysarthria, which also often coexists with AoS (Duffy, 2019). In this context, the assessment of MSDs for differential diagnosis is a major challenge.

Aims. This article provides an overview of the studies resulting from our PhD thesis. The aim of the thesis was to examine the contribution of the perceptual, acoustic and cognitive approaches to the assessment of dysarthria and AoS for the diagnosis and characterisation of these MSDs.

Methods. Three studies were conducted on 4 groups of speakers: neurotypical, pathological speakers with AoS, hypokinetic dysarthria in Parkinson's disease, and mixed flaccid-spastic dysarthria in amyotrophic lateral sclerosis. These studies, partly based on the MonPaGe-2.0.s corpus (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020), focused on each of the following assessment approaches: (i) a multi-judge auditory-perceptual classification task of MSDs, (ii) a discrete phonetic-acoustic analysis by speech dimension of the speakers with the lowest and highest accuracy rates in (i), (iii) a dual-task paradigm evaluating the effects of attentional and executive demands on speech and non-verbal tasks in neurotypical speakers.

Results. There was little difference between the perceptual and acoustic assessment approaches in diagnosing MSDs. The perceptual approach failed to diagnose very mild MSDs. The acoustic approach provided a quantified characterisation of MSDs profiles on average across three speech dimensions assessed by the MonPaGe-2.0.s tool, as in the study of perceptual classification of MSDs. The bidirectional dual-task effects showed that the mode of presentation of the stimuli and their modality, the type of speech task and the attentional demand of the non-verbal tasks had to be taken into account when developing and interpreting dual-task performance. These three studies found differences depending on the speech task.

Conclusion. In addition to considering the speech dimensions involved in speech tasks, a more precise examination of their cognitive-motor demands on speech (type of speech task, phonetic and linguistic complexity of the corpus, speech production condition) refines the differential diagnosis of MSDs and improves their characterisation during assessment.

Keywords: dysarthria; apraxia of speech; diagnosis; assessment; speech task; dual task.

INTRODUCTION

Cet article, rédigé dans le cadre du prix de thèse UNADREO 2023, présente une synthèse des études réalisées dans le cadre de notre thèse (Pernon, 2022b). Cette dernière a porté sur différentes approches d'évaluation des locuteurs présentant des troubles moteurs acquis de la parole (dysarthries et apraxies de la parole) : perceptive globale, phonético-acoustique discrète et cognitive, pour leur diagnostic et leur caractérisation.

Les troubles moteurs acquis de la parole

Les troubles moteurs de la parole, traduction de l'entité anglo-saxonne de « motor speech disorders » (MSDs) (Darley et al., 1975 ; Duffy, 2019), regroupent les dysarthries et les apraxies de la parole (AoS). Ces troubles sont secondaires à des lésions du système nerveux central et/ou périphérique. Pour l'AoS, elles concernent le plus souvent des aires et des réseaux cérébraux corticaux, à savoir : le gyrus frontal inférieur (pars opercularis), le cortex préfrontal dorso-latéral, le cortex prémoteur latéral supérieur, l'aire motrice supplémentaire et l'insula (Ballard et al., 2016 ; Duffy, 2019 ; Gorno-Tempini et al., 2011). Pour ce qui est des dysarthries, l'atteinte peut être aussi sous-corticale. De fait, toute atteinte d'un système neurophysiologique moteur est susceptible de les générer, à savoir les motoneurones central et périphérique, la voie cérébello-thalamo-corticale, le système extrapyramidal. Les MSDs peuvent par ailleurs être de différentes étiologies (vasculaire, neurodégénérative, traumatique, tumorale, infectieuse, métabolique, etc.). Ils représentent 56,7% des troubles de la communication orale d'étiologie neurologique, selon la cohorte de la Mayo Clinic située à Rochester (Minnesota, USA). Ils peuvent avoir des répercussions sur la communication quotidienne ainsi que sur la qualité de vie des locuteurs sur les versants émotionnels, sociaux et professionnels, en fonction de leur sévérité, du vécu du trouble et des besoins communicationnels des locuteurs (Duffy, 2019).

Les AoS ont été associées à une altération de la récupération et/ou de l'assemblage des plans moteurs de la parole (Code, 1998 ; Miller & Guenther, 2021 ; Van der Merwe, 1997, 2021 ; Ziegler, 2009), ou encore à une translation inefficace ou perturbée entre des représentations phonologiques intactes et des paramètres spatiotemporels appropriés nécessaires à la réalisation des mouvements articulatoires (McNeil et al., 2009). Les AoS ont également été attribuées à des troubles de la planification motrice dans le modèle de Van der Merwe (1997, 2021), niveau encore appelé programmation motrice dans d'autres modèles de contrôle moteur de la parole tels les modèles computationnels DIVA/GODIVA (Miller & Guenther, 2021 ; Tourville & Guenther, 2011).

Les dysarthries, quant à elles, sont définies comme un déficit du contrôle moteur et/ou de l'exécution des commandes neuromusculaires impliquées dans la production de la parole, secondaire à une atteinte du système nerveux central et/ou périphérique (Darley et al., 1975 ; Duffy, 2019 ; Van der Merwe, 1997, 2021). Six sous-types de dysarthries, déterminées selon le système neurophysiologique atteint sous-jacent, ont été initialement établis par l'équipe de Darley à la Mayo Clinic (Darley et al., 1975). Il s'agissait des dysarthries : flasque, spastique, ataxique, hypokinétique, hyperkinétique (choréique et dystonique) et mixte, auxquelles ont été ultérieurement ajoutées par Duffy (2005, dans Duffy, 2019) les dysarthries par atteinte unilatérale du motoneurone supérieur (Unilateral Upper Motor Neuron Dysarthria, UUMND) et les dysarthries d'étiologie indéterminée. Cette classification fait actuellement référence (Pernon, 2022a).

Approches d'évaluation des troubles moteurs acquis de la parole : enjeux pour leur diagnostic différentiel et leur caractérisation

La classification des dysarthries décrites ci-dessus et leur diagnostic, s'appuient sur des critères perceptifs après la prise en compte du/des système(s) neurophysiologique(s) atteint(s) des locuteurs (Darley et al., 1975 ; Kent, 1996). Pour ce qui est des critères diagnostiques proposés pour les AoS, ils s'avèrent également en grande partie perceptifs (Allison et al., 2020 ; Duffy, 2019 ; Jonkers et al., 2017 ; McNeil et al., 2009 ; Molloy & Jagoe, 2019 ; Strand et al., 2014). L'évaluation des locuteurs présentant ces MSDs se trouve alors principalement orientée en pratique clinique vers une approche perceptive immédiate et offrant une description rapide de la parole, actuellement considérée comme le « gold standard ». Par conséquent, cette dernière constitue la base pour le diagnostic, le jugement de sévérité, l'évaluation des changements dans la voix et la parole lors du suivi longitudinal et les décisions concernant la prise en soins des patients.

Cependant, à partir de cette approche perceptive globale, le diagnostic différentiel entre les MSDs

mais également avec la parole neurotypique, peut s'avérer parfois ardu. Une première source de biais est liée aux représentations internes des cliniciens/auditeurs, rendant la classification perceptive hautement subjective (Kim et al., 2011). Le phénomène de restauration phonémique peut également venir biaiser la perception, conduisant l'auditeur à remplacer les traits distinctifs d'un son déformé par un autre son et se confondre avec une paraphasie phonémique (Kent, 1996). À ces limites, viennent s'ajouter le partage de caractéristiques perceptives entre les dysarthries et les apraxies de la parole et leur co-existence fréquente. Selon la cohorte de la Mayo Clinic (Duffy, 2019), les dysarthries sont retrouvées dans 30% des cas lorsqu'une AoS (prédominante) est diagnostiquée. Enfin, l'absence - à ce jour - de consensus international sur les critères diagnostiques principaux des AoS, rend peu aisé le diagnostic différentiel entre ces deux MSDs.

Par ailleurs, cette évaluation perceptive prédominante, complétée plus récemment par des tests/batteries offrant une approche phonético-acoustique discrète, s'effectue classiquement sur la base d'un examen des différentes dimensions de parole. Elle ne propose généralement pas de déterminer objectivement les effets de la demande cognitivo-motrice de parole, ni de placer le locuteur avec un/des MSD(s) dans une/des situation(s) proche(s) de celles rencontrées en vie quotidienne, telle la condition de double tâche, consistant à parler et à effectuer autre chose simultanément (par exemple : écouter, marcher, conduire, etc.). En effet, les outils francophones d'évaluation de la parole disponibles, tels que la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019), DIADOLAB (Sicard & Menin-Sicard, 2020a), VOCALAB (Menin-Sicard & Sicard, 2020 ; Sicard & Menin-Sicard, 2020b), ou encore MonPaGe-2.0.s (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020), n'examinent et/ou ne contrôlent pas ou peu cette demande cognitive exercée sur la parole en situation écologique, alors que cette dernière constitue davantage une règle qu'une exception au quotidien. Elle vient, de plus, modifier la demande attentionnelle et exécutive lors de la production motrice de la parole (Bailey & Dromey, 2015 ; Withfield et al., 2019).

Les enjeux de l'évaluation de la parole des locuteurs présentant un MSD restent ainsi majeurs à l'heure actuelle quant au choix des approches, des tâches de parole et des marqueurs/mesures retenus, permettant, entre autres, le diagnostic différentiel de ces troubles.

Au vu des biais liés à l'approche perceptive et des différents aspects rendant difficile la distinction des MSDs, nous pourrions supposer que le recours à des données phonétiques discrètes et acoustiques, en référence à des normes, pourrait faciliter le diagnostic différentiel des dysarthries et des apraxies de la parole ainsi que leur caractérisation. Par ailleurs, l'examen de la demande cognitivo-motrice de parole à travers la condition de double tâche, pourrait s'avérer complémentaire des approches précédentes, en prenant en compte la demande attentionnelle et exécutive en jeu dans la parole en vie quotidienne. Ici, sur la base de nos données issues d'études antérieures, il était question en premier lieu d'examiner, chez les locuteurs neurotypiques, les propriétés des tâches de parole et non verbales à prendre en compte pour l'élaboration ultérieure d'un outil destiné à l'évaluation des locuteurs présentant un trouble moteur acquis de la parole.

Ainsi, quelles approches d'évaluation de la parole seraient indiquées pour les troubles moteurs acquis de la parole à la fois pour leur diagnostic différentiel et leur caractérisation ?

Nous nous sommes plus précisément demandé (étude 1) d'une part si une approche auditivo-perceptive globale permettait de classer, de poser un diagnostic différentiel entre les dysarthries et les apraxies de la parole et plus spécifiquement pour quel degré de sévérité de MSD, quel degré d'expertise du professionnel et avec quelles tâches de parole.

D'autre part, ce diagnostic différentiel et cette caractérisation perceptifs seraient-ils améliorés par une approche phonético-acoustique discrète au moyen de marqueurs de parole, normés et validés, tels que proposés par l'outil MonPaGe-2.0.s (étude 2) ?

Enfin, quel pourrait être l'apport d'une approche cognitive de l'évaluation de la parole, ici explorée à travers l'effet de double tâche sur le débit de parole de locuteurs neurotypiques ? Quelles propriétés des tâches de parole faudrait-il alors retenir pour examiner cet effet (étude 3) ?

Les approches d'évaluation de la parole, perceptive globale (étude 1), phonético-acoustique discrète par dimension de parole (étude 2) chez des

locuteurs avec MSD, et cognitive portant sur la demande attentionnelle et exécutive de parole en double tâche (étude 3) chez des locuteurs neurotypiques, ont ainsi chacune fait l'objet d'une étude au sein de notre thèse (Pernon, 2022b).

Il est à noter que les deux premières reposaient principalement sur un corpus de parole issu de MonPaGe-2.0.s (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020), mentionné plus haut. Cet outil informatisé (Trouville et al., 2021) comporte 8 modules. La parole y est élicitée dans plusieurs types de tâches (lecture, répétition, série automatique, parole semi-spontanée, tâches de performances maximales : temps maximum de phonation (TMP) et diadococinésies verbales (DDK)) et sur du matériel linguistique de complexité variable. Ces modules couvrent, comme visé initialement, différentes dimensions de parole (voix, intelligibilité, précision articulatoire, prosodie, gestion temporelle) et plusieurs processus (planification-programmation-exécution). L'outil MonPaGe-2.0.s propose une approche perceptive discrète et acoustique de l'évaluation de la voix et de la parole, tout en prenant en compte les performances spécifiques de certaines tâches de parole. Suite à sa normalisation (*N*= 400 sujets francophones issus de Belgique, France, Québec et Suisse) et sa validation (*N*= 80 patients et 62 locuteurs contrôles neurotypiques différents de ceux de la base utilisée pour la constitution des normes), MonPaGe-2.0.s, destiné aux orthophonistes/logopèdes/logopédistes francophones, permet d'extraire une vingtaine de marqueurs perceptivo-acoustiques de voix et de parole de manière semi-automatique, à partir d'une cotation assistée sous *Praat*® (Boersma & Weenink, 2021). Il permet de diagnostiquer les MSDs légers à modérés-sévères, sans distinction à ce jour des AoS et des dysarthries, et d'en déterminer le degré de sévérité, avec une spécificité de 95% et une sensibilité de 83.8% (Laganaro et al., 2021). MonPaGe-2.0.s comporte deux applications « Passation » et « Cotation » (Trouville et al., 2021). sur la page dédiée à l'outil *MonPaGe* (2021) sur le site du Laboratoire de Phonétique et Phonologie, CNRS-Université Sorbonne Nouvelle, Paris.

Les études 1, 2 et 3 seront ici successivement résumées et leurs résultats discutés dans un dernier temps à travers leurs implications théoriques et cliniques. Il est à préciser que les sections suivantes constituent une vue d'ensemble et une synthèse des travaux réalisés dans le cadre de notre thèse de doctorat. Pour davantage de détails sur la méthode, les données traitées et les résultats, nous invitons le lecteur à se référer aux articles publiés dans le cadre de cette thèse, cités dans les sections suivantes, et/ou directement à notre thèse, accessible en ligne (Pernon, 2022b).

ETUDES

Étude 1. Classification auditivo-perceptive des troubles moteurs de la parole : rôle de la sévérité, de la tâche de parole et de l'expertise de l'auditeur.

Étant donné les limites du jugement perceptif global mentionnées dans l'introduction et le chevauchement des signes perceptifs de parole entre les sous-types de MSDs, quelques études ont été menées pour évaluer la fiabilité du système de classification des dysarthries de la Mayo Clinic (Bunton et al., 2007 ; Fonville et al., 2008 ; Lansford & Liss, 2014 ; Lansford et al., 2016 ; Van der Graaf et al., 2009 ; Zeplin & Kent, 1996 ; Zyski & Weisiger, 1987) ou encore pour valider des échelles d'évaluation perceptive des AoS (Diagnostic Instrument for Apraxia of Speech [DIAS] : Jonkers et al., 2017 ; Apraxia of Speech Rating Scale 1.0 [ASRS 1.0, dernière version : 3.5] : respectivement Strand et al., 2014 et Duffy et al., 2023). De rares travaux ont inclus à la fois des locuteurs avec AoS et des locuteurs dysarthriques (Hybbinette et al., 2021 ; Jonkers et al., 2017 ; Mumby et al., 2007). Les résultats de ces études ne semblent pas converger, cependant elles s'avèrent difficilement comparables en raison de plans d'expériences mettant en jeu des facteurs différents. Ces derniers affectent le processus décisionnel lors de la classification perceptive par les auditeurs, tels que les groupes de locuteurs (nombre de groupes, sous-types de MSD et pathologies sous-jacentes et inclusion d'un groupe de locuteurs neurotypiques), le degré de sévérité des MSDs, l'expertise/l'expérience clinique des auditeurs, les tâches de parole et le corpus (nombre et types de tâches de parole et durée des échantillons de parole), ou la méthode/la procédure expérimentale des expériences (tâches de classification à choix libre ou à choix forcé).

Compte tenu de ces éléments, nous avons élaboré une étude visant à examiner la précision du diagnostic différentiel des MSDs par des orthophonistes. Elle s'appuyait sur une tâche de classification auditivo-perceptive à choix

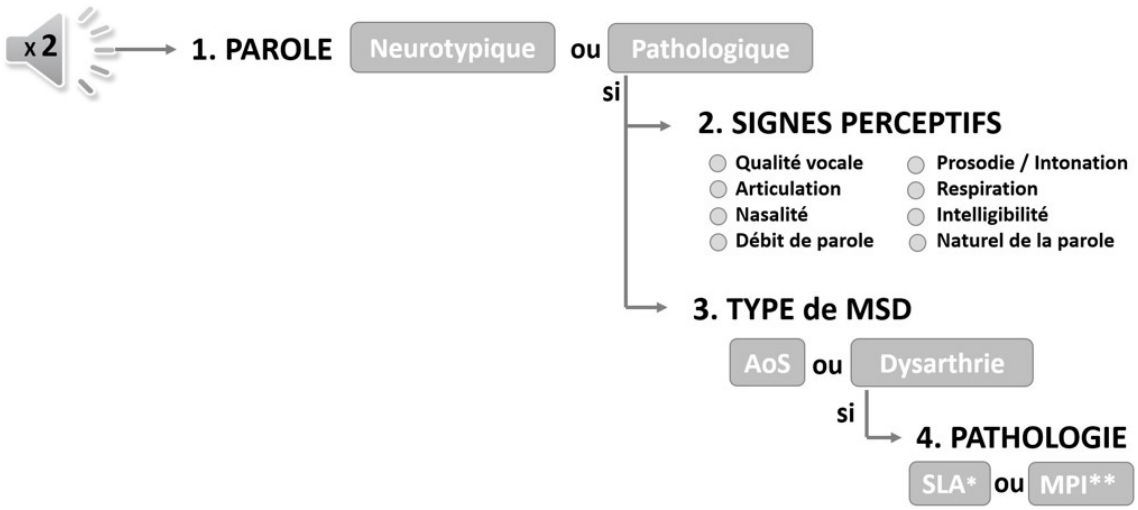


FIGURE 1 : Procédure expérimentale de l'expérience de classification auditivo-perceptive en ligne de l'étude 1.

forcé basée sur un raisonnement diagnostique conduisant, étape par étape, au diagnostic différentiel d'un sous-type de MSD à l'aide de 3 questions dichotomiques (Pernon, 2022b), procédure expérimentale susceptible de guider les cliniciens (adaptation de Duffy, 2019). Le lecteur pourra se référer au tableau 1 figurant plus bas pour une synthèse de cette étude.

Ce travail cherchait aussi à déterminer les variables ayant pu influencer la classification des locuteurs avec MSDs, à savoir la sévérité du MSD, l'expertise des auditeurs (étudiants en orthophonie et orthophonistes experts) et la tâche de parole (parole spontanée, texte lu à voix haute, DDK) issus du protocole MonPaGe-2.0.s (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020) suivant les consignes précisées dans le manuel (cf. page dédiée à l'outil MonPaGe (2021), site du Laboratoire de Phonétique et Phonologie, CNRS-Université Sorbonne Nouvelle, Paris).

À notre connaissance, ces variables n'ont jamais été prises en compte simultanément dans les études antérieures, ni testées dans une tâche de classification perceptive suivant un raisonnement diagnostique. L'identification de variables ayant un effet sur le diagnostic et le diagnostic différentiel des MSDs dans le cadre d'une approche auditivo-perceptive serait susceptible de nous permettre de mieux saisir les limites de cette approche et conduire à des recommandations pratiques pour l'améliorer. De plus, aucune tâche précédente de classification perceptive n'a impliqué un plan expérimental à choix forcé mélangeant des échantillons de parole de locuteurs présentant une AoS ou une dysarthrie avec ceux de locuteurs neurotypiques.

Enfin, nous avons également cherché à déterminer sur quelles caractéristiques perceptives les auditeurs s'appuyaient pour poser leur diagnostic.

L'article issu de cette étude (Pernon et al., 2022) est accessible en ligne.

Méthode (Étude 1)

Au sein de cette étude, ont été inclus 59 sujets, à savoir un groupe de locuteurs francophones neurotypiques (*N* = 29), des locuteurs francophones présentant un MSD léger à sévère (*N* = 30), dont un groupe de locuteurs avec AoS post-AVC prédominante (*N* =10) et deux groupes de locuteurs avec dysarthries : locuteurs avec dysarthrie hypokinétique (HD) dans le cadre de la maladie de Parkinson idiopathique (MPI) (*N* = 14) et locuteurs avec dysarthrie mixte flasque-spastique (MD-FlSp) (*N* = 6) dans la sclérose latérale amyotrophique (SLA) (*N* = 30). Les critères d'inclusion, les profils et les scores de sévérité du MSD de ces groupes locuteurs sont détaillés dans l'article en ligne en libre accès, cité précédemment.

Les extraits de parole étaient issus d'un plus large corpus de recherche (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020), se répartissaient en 3 tâches de parole issues de l'outil MonPaGe-2.0.s, incluant de la parole continue supposée refléter davantage le MSD et des tâches de performance, à savoir :

- des DDK dont les enregistrements ont été concaténés, comportant une série de DDK CV simples : « bababa » [bababa] suivie d'une série de DDK CCV complexes : « tratratra » [tRatRatRa], produites le plus rapidement et le plus précisément durant 4 s. ;

- deux paragraphes d'un texte lu à voix haute (concaténation des paragraphes « lundi » et « mercredi » du conte du protocole MonPaGe-2.0.s) ;

- un extrait de parole spontanée, réponse à la question : « Qu'avez-vous fait durant vos dernières vacances ou votre dernier weekend ? », de même durée que la lecture à voix haute.

Les extraits de parole ont été jugés par 40 auditeurs/juges orthophonistes, à savoir des orthophonistes experts (N = 20) et des étudiants en orthophonie en fin de Master 1 d'orthophonie (N = 20) qui avaient tous reçu un enseignement sur les MSDs et leur diagnostic différentiel.

Au sein de l'expérience de classification perceptive dont la procédure expérimentale est illustrée en figure 1, les échantillons de parole (N = 236) ont été divisés en 2 versions, de manière équilibrée, en fonction du sous-type de MSD, de sa sévérité, du genre et de l'âge des locuteurs.

L'expérience de classification auditivo-perceptive en ligne a été conçue sous la plateforme *Qualtrics* (2019), à partir de laquelle les juges l'ont également réalisée. Ils étaient informés au préalable des groupes de locuteurs et des sous-types de MSDs inclus.

Dans cette tâche auditivo-perceptive à choix forcé, les juges devaient répondre à des questions dichotomiques successives (de 1 à 4 question(s) par échantillon de parole) telles qu'elles sont illustrées figure 1, en suivant un raisonnement clinique et diagnostique les guidant pas à pas, tel qu'il est décrit par Duffy (2019) et adapté par Pernon (2022b).

Les analyses statistiques ont été effectuées sous R (*R Core Team*, 2019), à partir de modèles mixtes linéaires généralisés.

Résultats (Étude 1)

Le taux de précision globale de la classification effectuée par l'ensemble des juges a atteint une performance substantielle (72%), avec une bonne fiabilité inter-juges (coefficient de corrélation intraclasse : *ICC* = .78 [.44, .94]), mais elle variait en fonction de l'expertise des juges, de la tâche de parole et de la sévérité du MSD.

D'une part, les taux de précision se sont révélés supérieurs pour les échantillons de parole des locuteurs pathologiques (présentant un MSD) (86%) à ceux des locuteurs neurotypiques (57%) (question 1), pour les échantillons des locuteurs dysarthriques (83%) à ceux des locuteurs avec une AoS (59%) (question 2), et pour les échantillons des locuteurs présentant une HD (72%) à ceux avec une MD-FlSp (60%) (question 3). Dans l'ensemble, les locuteurs présentant un MSD plus sévère ont été les mieux classés.

D'autre part, les échantillons de parole continue (parole spontanée et texte lu à voix haute) ont obtenu des taux de classification supérieurs (moyennes de chaque bloc aux 3 questions dichotomiques : Parole spontanée : 74% ; Texte : 71% ; Texte + DDK : 69% ; DDK : 59%).

Un effet du degré d'expertise des juges a été également retrouvé avec un taux de classification plus élevé chez les orthophonistes experts (moyennes aux trois questions dichotomiques : 72%) que chez les étudiants en orthophonie (moyennes aux trois questions dichotomiques : 63%). La fiabilité inter-juges s'avérait également supérieure pour les orthophonistes experts (moyenne pour les 3 questions dichotomiques : orthophonistes experts : *ICC* = .81 [.56, .94] ; étudiants en orthophonie : *ICC* = .75 [.36, .95]).

Enfin, trois caractéristiques perceptives ont été utilisées en moyenne lors des classifications correctes. Leur type et leur combinaison différaient en fonction du MSD. Pour les locuteurs AoS, les taux les plus élevés concernaient les traits de débit de parole/fluence de la parole (25.02%), d'articulation (21.18%) et de naturel de la parole (15.88%). Pour les locuteurs avec une MD-FlSp dans le cadre d'une SLA, il s'agissait du débit de parole/fluence de la parole (16.90%), de la qualité vocale (16.21%) et de l'articulation (16.01%). Enfin, pour les locuteurs avec une HD dans le cadre d'une MPI, les taux les plus élevés correspondaient aux traits perceptifs de qualité vocale (23.47%), de débit de parole/fluence de la parole (15.84%) et enfin d'articulation (14.08%).

Les taux de précision obtenus dans cette étude (entre 58% et 86%), bien que majoritairement substantiels, se sont révélés supérieurs à la plupart de ceux des études de classification perceptive

précédentes (Bunton et al., 2007 ; Hybbinette et al., 2021 ; Jonkers et al., 2017 ; Mumby et al., 2007 ; Zyski & Weisiger, 1987). À partir des résultats de ces analyses perceptives effectuées sur des extraits de tâches de parole de MonPaGe.2.0.s, nous nous sommes interrogée sur l'apport d'une analyse phonético-acoustique discrète par dimension de parole pour la détection et la caractérisation de chacun des sous-types de MSDs évalués (AoS, HD, MD-FlSp). Nous avons ainsi examiné les profils MonPaGe-2.0.s des locuteurs correctement classés et incorrectement classés au sein de l'expérience de classification auditivo-perceptive ici présentée. Cela a fait l'objet de l'étude 2 présentée ci-après.

Étude 2. Approche phonético-acoustique discrète par dimension de parole dans l'évaluation des MSDs : analyses acoustiques et perceptives de la parole des locuteurs correctement et incorrectement classés dans l'expérience de classification perceptive, issues de MonPaGe-2.0.s.

L'étude 2 de notre thèse (Pernon, 2022b) a confronté l'approche perceptive globale du diagnostic différentiel des MSDs à une approche acoustique et perceptive, plus discrète (évaluation perceptive au niveau de la syllabe et/ou du phonème des modules intelligibilité et pseudomots) avec le logiciel MonPaGe-2.0.s. Elle a été effectuée sur les dimensions : intelligibilité de la parole, phonation/coordination pneumo-phonique, débit de parole/débit articulatoire, prosodie/intonation, précision articulatoire. Ces dimensions ont été testées à partir des 8 modules de MonPaGe.2.0.s afin d'examiner les apports de cet outil de screening dans le diagnostic et l'examen des MSDs.

Rappelons que MonPaGe-2.0.s (Fougeron et al., 2018 ; Laganaro et al., 2021 ; Pernon et al., 2020) a été développé afin de répondre au manque de marqueurs valides, sensibles et robustes en pratique clinique pour l'évaluation et le diagnostic des MSDs (Pommée et al., 2021), en offrant aux cliniciens un outil informatisé d'évaluation acoustique et perceptive, normé et validé, destiné aux locuteurs adultes francophones. Il ne permet pas, dans sa version actuelle, de distinguer les différents types et sous-types de MSDs selon les profils/marqueurs retrouvés, mais permet de déterminer si la parole/voix du locuteur évalué est pathologique.

Objectifs et méthode (Étude 2)

Cette étude visait tout d'abord à identifier quels étaient les locuteurs présentant un MSD qui avaient été incorrectement classés dans l'expérience de classification perceptive (groupe TPB) : locuteurs ayant reçu les Taux de Précision les plus Bas, inférieurs au taux de précision moyen obtenu par les locuteurs présentant le même MSD) et ceux correctement classés (groupe TPE) : locuteurs ayant reçu les Taux de Précision les plus Élevés, supérieurs au taux de précision moyen obtenu par les locuteurs présentant le même MSD) ayant fait l'objet de l'étude 1.

Les caractéristiques globales de ces deux groupes (démographiques, données cognitives, langagières, relatives à la motricité oro-faciale, à la voix/parole) ont été comparées.

Ont aussi été étudiés les marqueurs perceptifs et acoustiques/les scores de déviance de MonPaGe-2.0.s, qui caractérisaient les profils des locuteurs du groupe TPB par rapport au groupe TPE, par sous-type de MSD.

Il s'agissait enfin d'examiner les apports de l'outil de screening MonPaGe-2.0.s pour la pose du diagnostic de MSD chez les locuteurs du groupe TPB classés comme neurotypiques lors de la classification perceptive (étude 1).

Le protocole MonPaGe-2.0.s leur a été administré dans sa totalité. Les résultats perceptifs et acoustiques des locuteurs TPE et TPB, obtenus aux différents modules de l'outil MonPaGe-2.0.s, ont été comparés en fonction du type du MSD (groupes établis en fonction du MSD), ce, à partir des scores de déviance et des sous-scores de déviance fournis par le rapport MonPaGe-2.0.s.

Les résultats rapportés ici sont majoritairement descriptifs, qualitatifs, la taille des échantillons de locuteurs constitués en fonction du sous-type du MSD n'ayant pas permis la réalisation d'analyses statistiques comparatives.

Le chapitre 3 de notre thèse (Pernon, 2022b) pourra fournir au lecteur davantage de précisions sur la méthode de l'étude 2 et une présentation plus exhaustive de ces résultats.

Résultats (Étude 2)

Le groupe TPB comportait 9 locuteurs (2 avec AoS, 6 avec HD, 1 avec MD-FlSp), son taux de précision moyen en classification perceptive (étude 1) était

de 38% (*SD* = 14%). Le groupe TPE en comprenait 6 (2 avec AoS, 2 avec HD, 2 avec MD-FlSp) et son taux de précision moyen en classification perceptive (étude 1) s'élevait à 91% (*SD* = 3%).

Les données démographiques, cognitives, langagières et de motricité oro-faciale des groupes TPE et TPB ne différaient pas. Les degrés de sévérité des MSDs étaient significativement différents entre les deux groupes (définis à partir du score perceptif de la grille perceptive de la BECD (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019) et du TotalDevScore de MonPaGe-2.0.s), le groupe TPE présentant un trouble plus sévère que le groupe TPB (TPE : score perceptif de la BECD : *M* = 9.5/20 ; *SD* = 3.8 ; TotalDevScore MonPaGe : *M* = 6.6/32 ; *SD* = 3.4) (TPB : score perceptif de la BECD : *M* = 4.6/20 ; *SD* = 4.3 ; TotalDevScore MonPaGe : *M* = 2.6/32 ; *SD* = 3.1).

Les locuteurs HD étaient surreprésentés parmi ceux incorrectement classés (groupe TPB), du fait sans doute du degré de sévérité très léger du MSD de la majorité d'entre eux (score perceptif de la BECD : *M* = 2.5/20 ; *SD* = 1.4 ; TotalDevScore MonPaGe : *M* = 1.6/32 ; *SD* = 2.5).

MonPaGe-2.0.s a permis de diagnostiquer le MSD de deux locuteurs avec HD considérés comme non pathologiques par les juges lors de la classification perceptive (étude 1). En revanche, des locuteurs avec une HD très légère (*N* = 4) n'ont pas non plus été diagnostiqués comme présentant un MSD au moyen de l'approche phonético-acoustique discrète proposée par MonPaGe-2.0.s. De plus, un locuteur du groupe TPB avec une MD-FlSp, considéré comme ayant une parole pathologique dans le cadre de la classification perceptive, n'a pas non plus été diagnostiqué comme porteur d'un MSD par MonPaGe.2.0.s. Ainsi, 5 locuteurs pathologiques n'ont pas été détectés par MonPaGe-2.0.s.

Enfin, l'outil MonPaGe-2-0.s a permis de diagnostiquer au total (diagnostic de parole pathologique > seuil pathologique) 1 locuteur supplémentaire par rapport à la classification perceptive.

À partir des données MonPaGe-2.0. des locuteurs TPB et TPE avec un MSD de sévérité légère-modérée, les profils suivants se sont dégagés :

- perturbations des locuteurs avec HD (*N* = 4) : intelligibilité de la parole > voix (f0[1] : jitter et écart-type f0) ;

- perturbations des locuteurs avec MD-FlSp (*N* = 3) : erreurs segmentales (données sur la précision articulatoire/module Pseudomots) = voix (f0 : jitter et écart-type f0) > DDK (débit AMR CV[2], AMR CCV[3], SMR CV[4]) ;

- perturbations des locuteurs avec AoS (*N* = 4) : erreurs segmentales > DDK (débit différence entre les SMR CV et AMR CV) > voix (CPPS[5]).

Les analyses descriptives et qualitatives des locuteurs TPB et TPE à partir des marqueurs phonético-acoustiques de MonPaGe-2.0.s retrouvent ainsi des déficits plus prototypiques dans le groupe TPE, aux MSDs plus sévères, et vont dans le sens des données de la littérature.

Le degré de sévérité du MSD, dont l'effet a été objectivé dans l'expérience perceptive, semble également au premier plan dans cette approche.

Les marqueurs pathologiques dégagés via les scores de déviance de MonPaGe.2.0.s pour chaque type et sous-type de MSD concordaient en grande partie avec les traits perceptifs utilisés par les juges lors de la classification perceptive. Toutefois les tâches de parole, comme les DDK et les marqueurs vocaux, qui étaient peu contributives en classification perceptive, se sont révélées fournir ici des indices acoustiques pertinents, caractéristiques des patterns spécifiques des types de MSD. De fait, il a été montré chez les locuteurs avec AoS que le débit et la précision articulatoires en DDK séquentielles étaient significativement inférieurs à ceux des DDK répétitives, dissociation non retrouvée chez les locuteurs dysarthriques (Allisson et al., 2020 ; Duffy, 2019 ; Lancheros et al., 2022). Dans la classification perceptive, seules des DDK CV et CCV répétitives avaient été incluses, ce qui ne permettait pas aux juges de s'appuyer sur cet effet de tâche de parole. Les sous-scores de déviance du module DDK de MonPaGe-2-0.s intègrent ces différents types de DDK ainsi

1 f0 : fréquence fondamentale.

2 AMR CV : diadococinésies verbales répétitives Consonne – Voyelle, telle [ba ba ba].

3 AMR CCV : diadococinésies verbales répétitives Consonne – Consonne- Voyelle, telle [tRa tRa tRa].

4 SMR CV : diadococinésies verbales séquentielles Consonne-Voyelle, telle [badego].

5 CPPS : Smoothed cepstral peak prominence.

qu'un marqueur reflétant cette dissociation (DDK SMR – DDK AMR), permettant ainsi de mettre en évidence cet effet, notamment dans le groupe TPE ; ils pourraient être utilisés dans une étude subséquente.

Les approches perceptive globale et phonético-acoustique discrète par dimension de parole s'avèrent ainsi complémentaires pour la pose du diagnostic de MSD et sa caractérisation. L'approche phonético-acoustique discrète par dimension de parole a par ailleurs permis d'examiner plus objectivement les dimensions de voix et de gestion temporelle de la parole. Bien que la généralisation des résultats de cette étude demeure limitée compte tenu de la faible taille des sous-groupes de locuteurs, cette étude fournit des premières pistes sur les profils de MSDs par dimension de parole et sur le diagnostic différentiel entre MSDs via MonPaGe-2.0.s.

Étude 3. Approche cognitive de l'évaluation de la parole : étude exploratoire de l'effet bidirectionnel de double tâche chez des locuteurs neurotypiques en fonction de la nature et des propriétés des tâches de parole et non verbales.

Cette étude (Pernon et al., 2019) aborde l'approche cognitive de l'évaluation de la parole à partir de l'étude de la demande attentionnelle et exécutive de la parole en double tâche chez des locuteurs neurotypiques. Cette dernière est généralement étudiée dans le cadre d'un paradigme de double tâche qui consiste à comparer les performances à une tâche réalisée en condition isolée à celles obtenues à cette même tâche effectuée simultanément à une autre GHDtâche (condition de double tâche). Cette approche, peu explorée en clinique, est plus expérimentale que celles des deux études précédentes.

L'implication de la demande attentionnelle et exécutive sur les niveaux et processus de production motrice de la parole, longtemps débattue, est de fait aujourd'hui plus largement admise. Elle est mentionnée par Van den Merwe dans ses deux modèles (1997, 2021) et par Hickok (2014) dans son modèle HSFC (Hierarchical State Feedback Control Model). Les données de neuroimagerie ont montré, quant à elles, des interactions entre la production motrice de parole et l'attention et les fonctions exécutives/contrôle inhibiteur, partagées par les mêmes réseaux cérébraux (Dick et al., 2019). À la lumière de ces données, il semblerait exister une/des forme(s) d'attention intrinsèque à la production motrice de la parole, « encapsulée » plus ou moins disponible selon différents facteurs (Van der Merwe, 1997) et une/des autre(s) forme(s) d'attention externe, qui agirai(en)t, tel un monitoring, sur certains de ces niveaux et/ou processus (Hickok, 2014 ; Van der Merwe, 1997).

L'étude présentée dans ce chapitre fait suite à de premiers travaux exploratoires qui avaient porté sur l'impact de la double tâche sur la gestion temporelle de la parole de locuteurs dysarthriques atteints de maladie de Wilson et de locuteurs neurotypiques appariés.

L'étude préliminaire 1 (Pernon et al., 2013) avait examiné l'effet de double tâche sur le débit de parole en répétition d'un énoncé lors de la réalisation d'une tâche visuo-motrice au mode continu de présentation des stimuli (tâches de barrage papier crayon). Une accélération du débit de parole avait été observée chez les locuteurs contrôles neurotypiques et chez une partie des locuteurs dysarthriques wilsoniens.

L'étude préliminaire 2 (Pernon et al., 2017 ; Pernon, 2018) avait montré, quant à elle, un ralentissement du débit articulatoire en double tâche lors de la production de la série automatique des jours de la semaine réalisée simultanément à une tâche visuo-spatiale informatisée de mode discret de présentation des stimuli (appui sur une touche du clavier lors de l'apparition de stimuli à l'écran).

Dans ces deux études, de nombreux facteurs entraient en jeu dans l'interférence observée pour des tâches réalisées simultanément. De fait, il a été montré que la modalité (Wickens, 2008) et le mode de présentation des stimuli à traiter (Pashler et al., 2001) pouvaient affecter le chevauchement dans le temps des deux tâches (Eichhorn et al., 2018). De plus, la priorité donnée à une tâche par rapport à l'autre et la vitesse allouée à leur réalisation viennent aussi moduler les effets de double tâche (Fournet et al., 2021 ; Pashler et al., 2001). Enfin, la prise en compte du degré d'automaticité des tâches, de leur coût cognitif et de leur complexité s'avère cruciale pour l'étude de l'effet de double tâche (Pashler et al., 2001).

L'objectif de l'étude présentée dans ce chapitre était de chercher à mieux saisir, en se centrant sur les locuteurs neurotypiques, les résultats divergents des deux études préliminaires, dont la nature ainsi que les propriétés des tâches de parole et non verbales différaient.

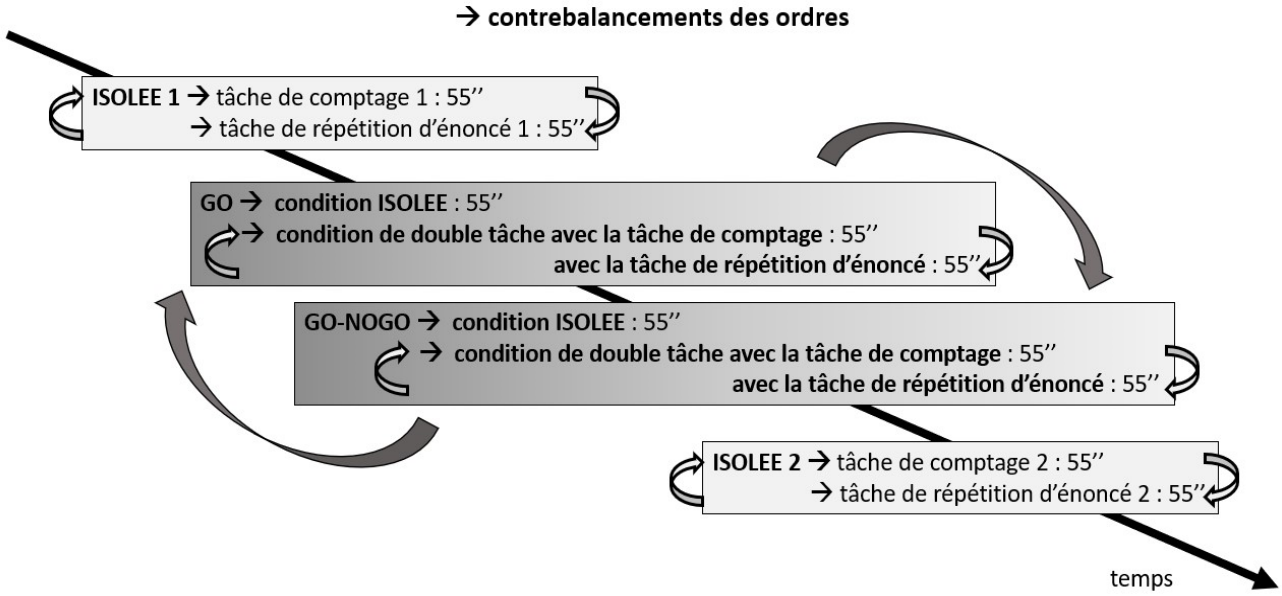


FIGURE 2 : Procédure expérimentale des expériences 1 et 2 de l'étude 3.

Nous avons ainsi souhaité déterminer s'il existait un effet de double tâche sur la parole et sur les performances en tâches non verbales dans le cadre d'une analyse bidirectionnelle chez des locuteurs neurotypiques. Ont ainsi été pris en compte les résultats obtenus à la fois aux tâches de parole (débit de parole) et aux tâches non verbales (temps de réaction, taux de réponses correctes, nombre de stimuli correctement barrés).

Ce travail visait également à examiner l'influence des propriétés des tâches (degré de demande attentionnelle des tâches non verbales, type de tâche de parole, mode de présentation des stimuli) sur l'effet de double tâche.

Enfin, à partir des résultats des analyses bidirectionnelles, il s'agissait d'étudier les stratégies attentionnelles utilisées par les locuteurs neurotypiques pour la réalisation de la double tâche.

Méthode (Étude 3)

Pour ce faire, nous avons inclus dans cette étude 27 locuteurs neurotypiques et combiné les facteurs précédemment mentionnés au sein de la procédure expérimentale de deux nouvelles expériences réalisées par les mêmes locuteurs neurotypiques dans le cadre de paradigmes de double tâche.

Le mode de présentation des stimuli des deux tâches non verbales de l'une était discret (expérience 1) et celui de l'autre continu (expérience 2). Les tâches non verbales des études précédentes (1 tâche de réaction simple : go et 1 tâche de go-nogo) ont été reprises et homogénéisées pour les besoins de cette nouvelle étude. Les deux types de tâches de parole (série automatique - ici comptage de 1 à 20 - et répétition d'un énoncé) ont été intégrés et les analyses de parole se sont focalisées uniquement sur le paramètre temporel du débit de parole. Chacune des tâches de parole enregistrées sous *Audacity*® (version 2.1.0, 2015), et chacune des tâches non verbales, d'une durée de 55", ont été administrées aux sujets en condition isolée, puis dans les deux conditions de double tâche.

Enfin, nous avons veillé à corriger les biais relevés dans les deux précédentes études, à savoir contrebalancer les tâches, modifier les consignes relatives à la vitesse de traitement (« le plus vite possible »), supprimées ici, et prendre en compte les éventuels effets d'apprentissage ou de fatigabilité entre les conditions pour les tâches de parole en ajoutant une condition isolée finale, dont les résultats ont été moyennés avec la tâche de parole isolée initiale. La procédure expérimentale des expériences 1 et 2 est illustré en figure 2.

Résultats (Étude 3)

La modification du débit de parole en double tâche a été interprétée comme un indice de la demande attentionnelle requise par la production de parole. L'analyse bidirectionnelle des effets d'une tâche

sur l'autre constituait un moyen d'estimer les mécanismes sous-jacents et les stratégies globales adoptées par les locuteurs lors d'une double tâche.

Nos résultats ont tout d'abord montré que les effets de double tâche n'étaient pas similaires d'une tâche de parole à l'autre. Un effet de double tâche sur le débit de parole, ralenti, a été trouvé pour la tâche de comptage dans les deux expériences. En revanche, nous n'avons pas mis en évidence d'effet de double tâche sur le débit de parole en répétition d'énoncé.

Le traitement des tâches non verbales était également modifié lors de la parole, mais la direction de l'effet dépendait du type de tâche de parole et non verbale. Dans l'expérience 1 (mode discret des tâches non verbales) était relevé un effet de double tâche négatif marqué par un allongement des temps de réaction des réponses correctes en tâches de go et de go-nogo et un ralentissement du débit de parole en tâche de comptage lors du go-nogo. Dans l'expérience 2 (mode continu des tâches non verbales), un effet de double tâche positif était mis en évidence avec une augmentation du nombre de stimuli correctement traités lors de la répétition d'énoncé où le débit de parole tendait à s'accélérer (et non lors du comptage).

Ainsi, ces résultats sont venus confirmer le recrutement de ressources attentionnelles dans la production motrice de la parole, ce, en fonction des propriétés des tâches. Les mécanismes ou stratégies sous-jacents utilisés par les sujets sains pour réaliser la double tâche dépendent du type de tâche de parole, de la demande attentionnelle des tâches non verbales, du mode de présentation des stimuli, mais également de leur modalité.

La théorie des capacités partagées (« capacity sharing theory ») (Kahneman, 1973) permet d'expliquer la stratégie adoptée dans l'expérience 1 (diminution des performances dans les deux tâches). Dans l'expérience 2, la tendance à l'accélération du débit de parole en répétition d'énoncé et l'augmentation du nombre de stimuli correctement traités pourraient refléter un "effet d'aimant" (« magnet effect »), d'attracteur, relatif à la tendance des oscillateurs biologiques à s'attirer mutuellement (Ebersbach et al., 1995), favorisée par la modalité motrice commune de traitement des deux tâches à l'origine d'un « effet énergisant » (« energizing effect ») (Adams et al., 2010).

DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSIONS

Notre thèse avait pour objectif d'examiner les apports respectifs des approches perceptive globale, phonético-acoustique discrète par dimension de parole et cognitive à travers un paradigme de double tâche dans l'évaluation de la parole de locuteurs présentant un/des trouble(s) moteur(s) acquis de la parole, dysarthrie et/ou apraxie de la parole.

Nous discuterons à présent des résultats des études 1, 2 et 3 présentés plus haut, à travers leurs implications théoriques et cliniques (Pernon, 2022b). Une synthèse de leurs apports est proposée dans le tableau 1.

Implications théoriques

Les approches perceptive globale et phonético-acoustique discrète se sont révélées complémentaires dans l'évaluation de la parole des locuteurs présentant un MSD, fonction du type de MSD et de sa sévérité, des objectifs fixés pour l'examen de la parole.

Elles étaient quasi-équivalentes dans une visée diagnostique de l'évaluation des MSDs de formes légère à modérée. Ce diagnostic était établi en moyenne sur 3 signes perceptifs dans l'approche perceptive globale et sur 3 scores de déviance, tels qu'ils sont détaillés dans la section Résultats des études 1 et 2, au moyen de l'outil de screening MonPaGe-2.0.s.

Pour la caractérisation des profils dysarthriques, l'approche phonético-acoustique discrète par dimension de parole vient compléter l'approche perceptive globale par une description plus détaillée, quantifiée et objective de la parole des locuteurs présentant un MSD. Les marqueurs acoustiques vocaux et temporels, perceptifs discrets relatifs à l'articulation et à l'intelligibilité, ainsi que ceux en lien avec les tâches de parole DDK se sont révélés les plus sensibles.

Le paramètre de sévérité vient jouer un rôle sur l'expression des signes respectifs des MSDs qui peuvent s'en trouver fortement modifiés et fausser leur diagnostic. Pour les locuteurs avec HD très légères, le caractère pathologique de la parole est interrogé car leur dysarthrie n'a été détectée ni par l'approche perceptive globale, ni par l'approche phonético-acoustique discrète via MonPaGe-2-0.s. Des analyses sur de plus larges corpus de parole ou la contribution d'autres marqueurs de parole

TABLEAU 1 : Résumé des principaux résultats et apports des trois études sur les approches d'évaluation perceptive globale, phonético-acoustique discrète par dimension de parole et cognitive exploratoire (demande attentionnelle et exécutive en double tâche).

APPROCHES	PARTICIPANTS (N)	MESURES	RÉSULTATS	APPORTS (diagnostic, caractérisation, stratégies)
PERCEPTIVE **GLOBALE** (classification perceptive)	**Locuteurs : N = 59** **Neurotypiques** : **N = 29** **Pathologiques : N = 30** (AoS : N = 10 HD : N = 14 MD-FlSp : N = 6) **Auditeurs : N = 29** Orthophonistes : N = 20 Étudiants : N = 20	- taux de précision - analyse des erreurs - fiabilité inter-juges (ICC) - nb et type de traits perceptifs	- **Effet du type / sous-type de MSD** : - neurotypique > pathologique - dysarthrie > AoS - HD > MD-FlSp **- Effet du degré de sévérité du MSD** : - modéré-léger > léger-très léger **- Effet de l'expertise des auditeurs** : - orthophonistes > étudiants **- Effet de la tâche de parole** : - Spontané, Texte > Texte+DDK, DDK - Fiabilité inter-juges : bonne - Nb moyen de traits perceptifs : 3 - Analyses des erreurs de classification : - AoS → MD-FlSp - HD → Neurotypique - MD-FlSp → HD	- Taux de précision : substantiels > études antérieures - Efficacité du design reposant sur un raisonnement clinique pas à pas pour le diagnostic différentiel des MSDs → arbre décisionnel. - Diagnostic différentiel plus aisé pour : - les dysarthries légères-modérées - les tâches de parole continue - les orthophonistes experts
PHONÉTICO-ACOUSTIQUE **DISCRÈTE** **PAR DIMENSION DE PAROLE** (analyses et profils MonPaGe-2.0.s) - sous-scores de déviance	**Locuteurs du groupe TPB : N = 9** (6 HD, 2 AoS, 1 MD-FlSp) **Locuteurs du groupe TPE : N = 6** (2 HD, 2 AoS, 2 MD-FlSp)	- score total e-GeBAS - score total ASRS 1.0 - score perceptif BECD - score capacités motrice oro-faciale BECD - score total MMSE **MonPaGe-2-0.s :** - TotalDevScore - scores de déviance	**- Effet de sévérité** : TPB < TPE - Nb de locuteurs HD : TPB > TPE - 4 locuteurs HD très légers non diagnostiqués - 1 locuteur MD-FlSp très léger non diagnostiqué - Différence diagnostique entre perceptif global et phonético-acoustique : + 1 locuteur - Nb moyen de scores de déviance : 3 **Profils MonPaGe.2.0.s par type de MSD :** - **HD** : intelligibilité de la parole > voix (f0 : jitter et ET f0) **- MD-FlSp** : erreurs segmentales = voix (f0 : jitter et ET f0) > DDK (débit AMR CV, AMR CCV, SMR CV) **- AoS** : erreurs segmentales > DDK (débit différence SMR CV - AMR CV) > voix (CPPS).	- Pour ces locuteurs : diagnostic de MSDs : perceptif global ≈ phonético-acoustique (+1) - Caractérisation possible des signes des MSDs au moyen de l'outil MonPaGe.2.0.s selon : - dimensions de parole / intelligibilité - tâches de parole : DDK –> contributives - paramètres acoustiques vocaux - Pose du diagnostic de MSDs très légers → sensibilité insuffisante de MonPaGe.2.0.s
COGNTIVE EXPLORATOIRE **CENTRÉE SUR** **LA DEMANDE ATTENTIONNELLE** **ET EXÉCUTIVE DE PAROLE** (conditions de double tâche)	**Locuteurs neurotypiques : N = 27**	**Parole :** - nb de syll./sec. **Tâches non verbales :** **Expérience 1 (mode discret)** - temps de réaction - taux de réponses correctes **Expérience 2 (mode continu)** - nb de stimuli correctement traités	**- Effets de double tâche fonction du mode de présentation des stimuli :** - tâches de parole : ralentissement en comptage - tâches non verbales : ralentissement des tâches discrètes et accélération des tâches continues **- Effets du degré de demande attentionnelle** - tâches GO-NOGO (2 modes), comptage : inhibition ++ **- Effets bidirectionnels** - comptage et tâches non verbales	- Mise en évidence d'une demande attentionnelle et exécutive de la production motrice de la parole chez des locuteurs neurotypiques → débit de parole : programmation / exécution motrice ? - Analyse bidirectionnelle des effets de double tâche → stratégies adoptées : - capacity sharing : comptage/tâches non verbales - magnet /energizing effects : Répétition d'un énoncé /GO-NOGO continu - DBT:prise en compte des propriétés des tâches

Notes. AoS : apraxie de la parole ; HD : dysarthrie hypokinétique ; MD-FlSp : dysarthrie mixte flasque-spastique ; MSD : trouble moteur acquis de la parole ; f0 : fréquence fondamentale ; DDK AMR CV : diadococinésies verbales répétitives Consonne-Voyelle, telle [ba ba ba] ; DDK AMR CCV : diadococinésies verbales répétitives Consonne-Consonne- Voyelle, telle [tRa tRa tRa] ; SMR CV : diadococinésies verbales séquentielles Consonne-Voyelle, telle [badego] ; MMSE : Mini-Mental State Examination, version GRECO (Kalafat et al., 2003) ; e-GeBAS : Electronic Geneva Bedside Aphasia Scale (Chicherio et al., 2019) ; CCPS : smoothed cepstral peak prominence ; ASRS 1.0 : Apraxia of Speech Rating Scale 1.0 (Strand et al., 2014) ; BECD : Batterie d'Évaluation Clinique des Dysarthries (Auzou & Rolland-Monnoury, 2019) ; TPB : groupe de locuteurs pathologiques ayant reçu les taux les plus bas à l'expérience de classification perceptive ; TPE : groupe de locuteurs pathologiques ayant reçu les taux les plus hauts à l'expérience de classification perceptive.

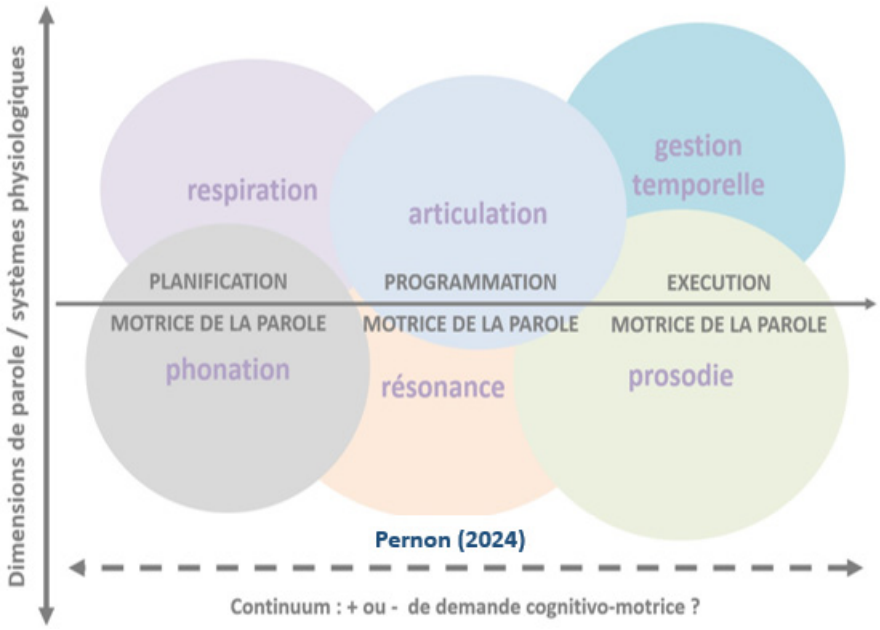


FIGURE 3 : Propriétés des tâches de parole : dimensions de parole en fonction de la demande cognitivo-motrice de parole.

auraient peut-être permis de détecter leur MSD, comme ceux relatifs à l'intonation par exemple, encore peu développés dans la version actuelle de MonPaGe-2.0.s. Il pourrait être ainsi envisagé de spécifier pour un même MSD des signes/critères distinctifs, des profils selon sa sévérité (très léger, léger, modéré, sévère), voire de les intégrer à leur classification. La validité d'une telle proposition reste cependant discutable compte tenu de l'importante variabilité interindividuelle (et intra-individuelle) des présentations des locuteurs d'un même MSD et pour un même degré de sévérité.

Par ailleurs, pour les locuteurs présentant une AoS, dont les taux de précision en classification perceptive globale étaient insuffisants, les données issues de l'approche acoustico-phonétique pourraient venir faciliter la pose du diagnostic par la mise en évidence de certains signes pathognomoniques (Melle & Gallego, 2012 ; Ziegler, 2002). Parmi ceux-ci figurent la dissociation retrouvée pour le débit articulatoire chez les locuteurs AoS du groupe TPE : celui obtenu lors de la tâche de DDK SMR CV étant inférieur à ceux obtenus lors des tâches de DDK AMR CV (Lancheros et al., 2022).

L'examen de la demande attentionnelle et exécutive lors de la production motrice de parole en double tâche chez les neurotypiques au sein de l'étude 3 a montré la nécessité de prendre en compte les propriétés des tâches de parole et non verbales, telles que le mode de présentation de leurs stimuli, afin de pouvoir interpréter précisément les effets de double tâche. Le paradigme de double tâche pourrait avoir sa place dans le cadre d'une approche cognitive de l'évaluation de la parole, offrant des conditions de parole plus proches de celles rencontrées en vie quotidienne. Chez les locuteurs pathologiques, les effets de double tâche sur la parole ont été majoritairement étudiés sur des paramètres de gestion temporelle de la parole (Fournet et al., 2021 ; Ho et al., 2002 ; Kemper et al., 2009, 2011 ; Whitfield & Goberman, 2017), sur lesquels était également centrée notre étude. Ils ont été retrouvés chez des locuteurs présentant un MSD, notamment chez ceux avec une HD liée à une maladie de Parkinson (Dromey & Bates, 2005 ; Ho et al., 2002 ; Whitfield et al., 2019). Il serait pertinent d'analyser d'autres paramètres de parole, potentiellement plus sensibles à l'effet de la double tâche. En ce qui concerne les locuteurs AoS, des travaux supplémentaires seraient nécessaires. En effet, les rares études dont nous disposons montrent peu d'effets et de différences significatives avec les locuteurs neurotypiques sur les paramètres étudiés (Harmon et al., 2019 ; Southwood & Dagenais, 2001). D'autres paramètres segmentaux, suprasegmentaux, vocaux, plus spécifiques de la production motrice/du contrôle moteur de la parole que les paramètres temporels de parole, ont fait l'objet d'études (chez des locuteurs parkinsoniens dysarthriques : Withfield et al., 2019 : effets de la variation de f0 ; Ho et al., 2002 :

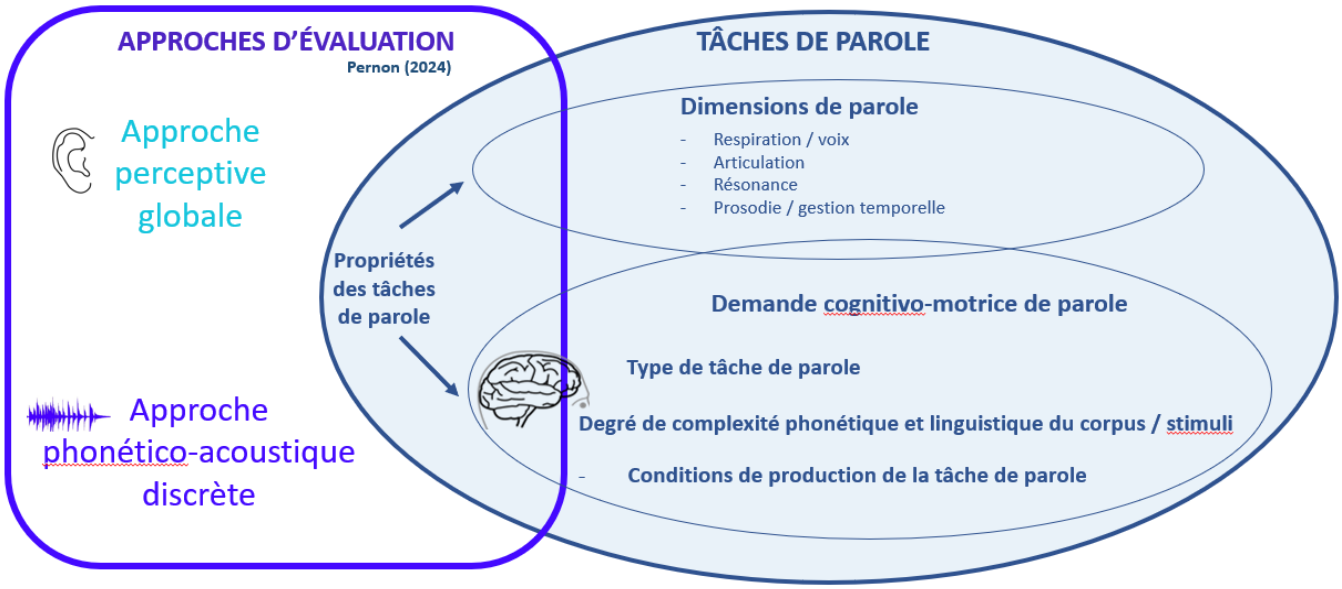


FIGURE 4 : Approche cognitive transversale de l'évaluation de la parole à travers les propriétés des tâches de parole.

réduction progressive de l'intensité vocale ; chez des locuteurs avec AoS : Southwood & Dagenais, 2001 : augmentation des allongements de sons et des distorsions). Ces paramètres pourraient constituer de potentiels marqueurs pour mesurer les effets de la double tâche sur la production motrice de la parole chez les locuteurs avec MSD.

Ces études portant sur des locuteurs pathologiques n'intègrent cependant qu'un seul type de MSD. Des études comparatives des effets de double tâche sur la parole de locuteurs présentant différents types de MSDs seraient ainsi nécessaires afin d'en examiner plus avant l'intérêt diagnostique. Ce dernier pourrait être établi à travers la recherche d'une modulation de la demande attentionnelle et exécutive aux différents niveaux de production motrice de la parole, à savoir la planification, la programmation et l'exécution motrices selon le FL model de Van der Merwe (1997, 2021). Ce(s) niveau(x) et/ou processus de production motrice de parole serai(en)t alors déterminé(s) par les paramètres de parole affectés par l'interférence attentionnelle en double tâche. Le traitement/contrôle de ces paramètres a de fait été rattaché à certains niveaux/processus de production motrice de la parole (Van der Merwe, 2021).

Les propriétés des tâches de parole pourraient être davantage spécifiées, à savoir les dimensions de parole mises en jeu et leurs interactions avec la demande cognitivo-motrice de parole, telles qu'illustrées au sein de la figure 3.

Les effets de certains paramètres de la demande cognitivo-motrice de parole, appelés « facteurs contextuels » par Van der Merwe (1997), ont, de fait, été retrouvés. La caractérisation plus systématique et plus précise des propriétés des tâches de parole pourrait s'effectuer en indiquant, par exemple, + ou - de degré d'automaticité, de degré de familiarité, de degré de complexité phonétique (structure syllabique et nombre de syllabes produites, etc.). L'ensemble de ces données (approches et tâches de parole) viendront en retour nourrir les connaissances et préciser les caractéristiques, les signes spécifiques de chaque MSD et leur diagnostic différentiel.

Implications cliniques

Une structuration de l'évaluation de la parole des locuteurs présentant un MSD pourrait être proposée, ce à partir des composantes : approches, outils normés et marqueurs, prenant en compte les propriétés des tâches de parole (dimension de parole en jeu, demande cognitivo-motrice). Elles concernent la nature de la tâche de parole (degré de familiarité, degré d'automaticité, etc.), la complexité articulatoire du corpus mis en jeu par des variables psycholinguistiques/phonétiques et les conditions de production de la tâche de parole.

L'examen de cette demande cognitivo-motrice des tâches de parole permettrait d'affiner le diagnostic différentiel des MSDs et leur caractérisation et constituerait l'approche cognitive de l'évaluation de la parole à proprement parler. La figure 4 vient schématiser ce propos. Il est à noter que nous n'abordons ici ni l'approche motrice-articulatoire, ni l'approche émotionnelle. L'apport de l'autoévaluation de sa parole et de sa qualité

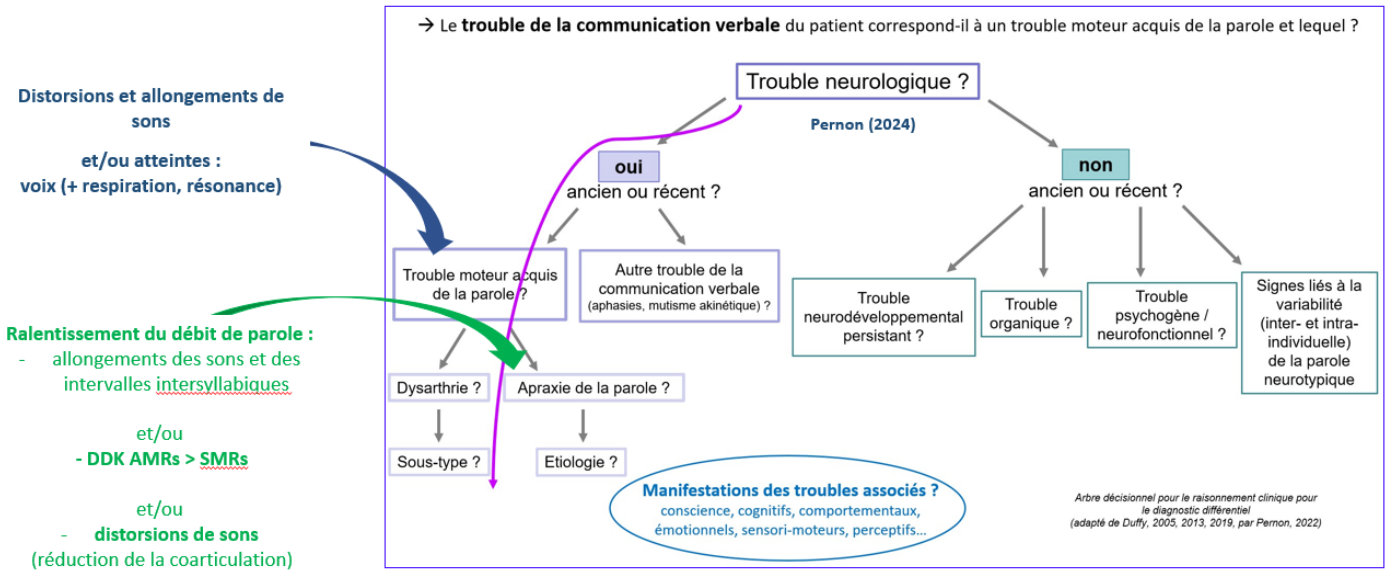


FIGURE 5 : Arbre décisionnel pour le diagnostic différentiel des MSDs.

de vie par le locuteur et celui, complémentaire, des données biologiques, génétiques, neurophysiologiques ou encore de neuroimagerie, ne sont pas non plus représentés, nos études n'ayant pas porté sur ces aspects.

Le recours à un raisonnement guidé pour le diagnostic différentiel de MSDs pourrait être par ailleurs encouragé.

Les résultats de l'expérience de classification perceptive des MSDs (étude 1) (Pernon et al., 2022) qui s'appuyait sur des questions dichotomiques successives, ont montré que le recours à un raisonnement diagnostique clinique pas à pas s'inspirant de celui développé par Duffy (2019) était facilitateur. Ce type de procédure expérimentale a probablement influencé la précision des diagnostics, dont les taux étaient plus élevés que ceux des travaux antérieurs de classification qui ne reposaient pas sur les mêmes types (classification libre : Zyski & Weisiger, 1987 ; liste fermée comportant plusieurs choix de réponses : Bunton et al., 2007 ; Lansford & Liss., 2014 ; Lansford et al., 2016 ; Van der Graaff et al., 2009 ; Zyski & Weisiger, 1987).

De fait, au vu des taux de précision obtenus par les juges à l'expérience de classification auditivo-perceptive globale des MSDs, ce type de raisonnement pourrait contribuer à faciliter le diagnostic différentiel des MSDs. Les cliniciens seraient alors ainsi guidés étape par étape à partir d'un arbre décisionnel. La figure 5 en constitue une proposition. Elle a été conceptualisée à partir de nos résultats et des données de la littérature malgré les manques théoriques évoqués en introduction générale.

Ainsi, face à un trouble de la communication verbale, avant de s'engager sur la piste d'un diagnostic de MSD, le clinicien devra se demander s'il est bien face à un trouble de nature neurologique et exclure les signes relatifs à la variabilité inter- et intra-individuelle de la parole neurotypique, ceux liés à un trouble organique (par exemple, fente palatine), ou à un déficit neurodéveloppemental persistant ou potentiellement décompensé (tels les troubles de la fluence de la parole neurodéveloppementaux : bégaiement, bredouillement, ou les troubles du développement des sons de la parole), ou encore à un trouble neurofonctionnel concernant la voix et la parole. Il lui faudra également faire la part des manifestations de déficits associés (langagiers, cognitifs, perceptifs, sensoriels…) et des atteintes neuropsychiatriques (troubles comportementaux et émotionnels) se répercutant sur les différentes dimensions de parole.

Une fois déterminée la nature neurologique du trouble sur la base des données médicales, biologiques, d'imageries ou d'explorations neurophysiologiques, de l'examen neurologique clinique et plus largement sensitivo-moteur, le clinicien interrogera le(s) niveau(x) de production langagière et/ou de production motrice de la parole concernant le(s) trouble(s) verbaux communicationnel(s) d'étiologie neurologique. Si le trouble est lié à un déficit de la production motrice de la parole et non à un déficit des niveaux

langagiers (aphasie) ou encore de l'incitation verbale (mutisme akinétique), le diagnostic pourra s'orienter vers un MSD.

Ensuite, une fois le MSD repéré sur la base d'une atteinte des dimensions de voix, de résonance ou de respiration pour la phonation et/ou sur la présence de distorsions ou d'allongements de sons, il sera question d'en définir le type : AoS ou dysarthrie.

Enfin, le sous-type sera précisé selon l'étiologie pour les AoS (non neurodégénérative ou neurodégénérative : prosodique, phonétique ou mixte) (Duffy et al., 2020 ; Utianski et al., 2018) et selon le système neurophysiologique atteint pour les dysarthries (Auzou, 2007 ; Darley et al., 1975 ; Duffy, 2019). Pour les distinguer, le clinicien pourra s'orienter vers un diagnostic d'AoS au vu de la présence d'un ralentissement du débit de parole en rapport avec des allongements de sons et/ou des intervalles intersyllabiques (D'Alessandro et al., 2019) et/ou de l'existence d'une dissociation entre un débit articulatoire plus rapide en DDK AMRs qu'en DDK SMRs (Lancheros et al., 2022) et/ou de la survenue de distorsions de sons en lien avec une réduction de la coarticulation (D'Alessandro et al., 2019).

Le raisonnement pourra pour certains locuteurs s'avérer moins aisé du fait de l'association fréquente avec d'autres troubles verbaux communicationnels.

L'ajout d'un entraînement spécifique, à la fois perceptif global et phonético-acoustique discret, permettrait d'améliorer le diagnostic et d'affiner la caractérisation des sous-types de MSDs au vu de la complémentarité de ces approches et de l'effet du degré d'expertise des auditeurs de l'étude 1. Il pourra être réalisé sur des échantillons de parole pathologique mais aussi sur ceux de locuteurs neurotypiques compte tenu de la variabilité intra- et interindividuelle de leur parole. Une réflexion, d'ordre didactique, portant sur les méthodes d'apprentissage (choix des échantillons : locuteurs, tâches de parole, méthodes et supports d'apprentissage perceptif, mode d'exposition) devrait alors être amorcée (pour exemple, concernant l'entraînement perceptif global : Borrie et al., 2012).

Parmi les développements ultérieurs de MonPaGe-2.0.s, l'intégration d'autres marqueurs de parole et/ou d'autres modules dans MonPaGe-2.0.s pourrait être envisagée en exploitant les différentes propriétés des tâches de parole contrôlées au moment de la conception de MonPaGe-2.0.s, ainsi que d'autres dimensions de parole (par exemple, la résonance nasale). L'outil pourrait viser dans une future version une plus grande sensibilité, notamment pour les formes très légères ; elles pourraient être détectées, entre autres, au moyen d'un paradigme de double tâche prenant en compte les propriétés des tâches de parole et non verbales qui influencent ses effets tels que retrouvés dans l'étude 3 chez les locuteurs neurotypiques. De fait, à l'heure actuelle, les tâches de parole de l'outil MonPaGe-2.0.s ne reproduisent pas les conditions - dont la demande cognitive - exercées sur la parole en vie quotidienne. Or, le locuteur dysarthrique ou présentant une apraxie de la parole se plaint généralement de difficultés éprouvées en situation écologique. Au moment où il parle, il se trouve fréquemment dans un environnement où il est simultanément confronté à d'autres stimuli. Il est aussi souvent en train de réaliser une autre action comme marcher, ce qui le place en situation de double tâche où le degré de demande attentionnelle se trouve modifié. Son déficit moteur de parole pourrait alors ne pas transparaître dans les tests effectués classiquement en condition isolée lors des évaluations, d'autant plus si son MSD est de sévérité très légère ou légère. Nous pourrions ainsi supposer que la plainte des locuteurs avec HD très légère non détectée par les auditeurs de l'étude perceptive (étude 1), ni par l'outil MonPaGe-2.0.s (étude 2), aurait pu potentiellement se manifester en condition de double tâche.

Enfin, à terme, les profils des marqueurs de MonPaGe-2.0.s retrouvés lors de l'évaluation des locuteurs avec MSD pourraient contribuer à la pose du diagnostic différentiel entre l'AoS et les différents sous-types de dysarthries.

À l'avenir, les systèmes de reconnaissance automatique de la parole pourraient également être des outils prometteurs en recherche et en clinique pour contribuer au diagnostic des locuteurs présentant un MSD et à l'évaluation de leur parole. Ils permettraient l'analyse de plus larges corpus et la prise en compte de signes survenant de manière intermittente en parole continue, avec la fatigue par exemple. En détectant d'autres marqueurs diagnostiques, ils pourraient faciliter la distinction entre AoS et dysarthries ou encore repérer des modifications légères lors des évaluations de suivi (Kodrasi et al., 2021). Les analyses issues de ces outils pourraient probablement être aussi complétées par des

données relatives aux biomarqueurs génétiques, sanguins, issus de la neuroimagerie (Josephs et al., 2021), ou par des données instrumentales (ultrasons, électropalatographie, articulographie électromagnétique, etc.). Des algorithmes combinant l'ensemble des marqueurs retenus, de diverses natures, viendraient alors faciliter et préciser le diagnostic et/ou permettre le suivi de l'évolution des troubles.

DECLARATION D'INTÉRETS

L'autrice a déclaré n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec cet article.

RÉFÉRENCES

Adams, S. G., Winnell, J., & Jog, M. (2010). Effects of interlocutor distance, multi-talker background noise, and a concurrent manual task on speech intensity in Parkinson's disease. *Journal of Medical Speech-Language Pathology, 18*(4), 1-9.

Allison, K. M., Cordella, C., Iuzzini-Seigel, J., & Green, J. R. (2020). Differential diagnosis of apraxia of speech in children and adults: A scoping review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 63*(9), 2952-2994. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-20-00061

Audacity Team (2015). *Audacity® free audio editor and recorder* (version 2.1.0) [logiciel informatique]. https://audacityteam.org/

Auzou, P. (2007). L'évaluation clinique des dysarthries. Dans P. Auzou, V. Rolland-Monnoury, S. Pinto, & C., Özsancak (dir.), *Les dysarthries* (p. 189-195). Solal

Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2019). *BECD : batterie d'évaluation clinique de la dysarthrie* (2e éd.). Ortho Edition.

Bailey, D. J., & Dromey, C. (2015). Bidirectional interference between speech and nonspeech tasks in younger, middle-aged, and older adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 58*(6), 1637-1653. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-S-14-0083

Ballard, K. J., Azizi, L., Duffy, J. R., McNeil, M. R., Halaki, M., O'Dwyer, N., Layfield, C., Scholl, D. I., Vogel, A.P., & Robin, D. A. (2016). A predictive model for diagnosing stroke-related apraxia of speech. *Neuropsychologia, 81*, 129-139. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.12.010

Boersma, P. & Weenink, D. (2021). *Praat: Doing phonetics by computer* (version 6.1.51) [logiciel informatique]. http://www.praat.org/

Borrie, S. A., McAuliffe, M. J., & Liss, J. M. (2012). Perceptual learning of dysarthric speech: A review of experimental studies. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 55*(1), 290-305. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0349)

Bunton, K., Kent, R. D., Duffy, J. R., Rosenbek, J. C., & Kent, J. F. (2007). Listener agreement for auditory-perceptual ratings of dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research,50*(6), 1481-1495. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/102)

Chicherio, C., Genoud-Prachex, T., Assal, F., & Laganaro, M. (2019). *E-GeBAS: Electronic 534 Geneva Bedside Aphasia Scale* [logiciel informatique]. https://www.unige.ch/fapse/logotools/fr/adultes/e-gebas-electronic-geneva-bedside-aphasia-scala/

Code, C. (1998). Major review: Models, theories and heuristics in apraxia of speech. *Clinical Linguistics and Phonetics, 12*(1), 47–65. https://doi.org/10.3109/02699209808985212

D'Alessandro, D., Pernon, M., Fougeron, C., Laganaro, M. (2019, June 17-19). *Anticipatory VtoV coarticulation in French in several Motor Speech Disorders* [communication orale]. Third Phonetics and Phonology in Europe (PAPE), Lecce. https://hal.science/hal-02427864v1

Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1975). *Motor speech disorders.* WB Saunders Company.

Dick, A. S., Garic, D., Graziano, P., & Tremblay, P. (2019). The frontal aslant tract (FAT) and its role in speech, language and executive function. *Cortex, 111*, 148-163. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.10.015

Dromey, C., & Bates, E. (2005). Speech interactions with linguistic, cognitive, and visuomotor tasks. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 48*(2), 295-305. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/020)

Duffy, J. R. (2019). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management* (4e ed.). Elsevier Health Sciences.

Duffy, J. R., Utianski, R. L., & Josephs, K. A. (2020). Primary progressive apraxia of speech: From recognition to diagnosis and care. *Aphasiology, 35*(4), 560-591. https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1787732

Duffy, J. R., Martin, P. R., Clark, H. M., Utianski, R. L., Strand, E. A., Whitwell, J. L., & Josephs, K. A. (2023). The apraxia of speech rating scale: Reliability, validity, and utility. *American Journal of Speech-Language Pathology, 32*(2), 469-491.https://doi.org/10.1044/2022_AJSLP-22-00148

Ebersbach, G., Dimitrijevic, M. R., & Poewe, W. (1995). Influence of concurrent tasks on gait: A dual-task approach. *Perceptual and Motor Skills, 81*(1),107-113. https://doi.org/10.2466/pms.1995.81.1.107

Eichhorn, J. T., Kent, R. D., Austin, D., & Vorperian, H. K. (2018). Effects of aging on vocal fundamental frequency and vowel formants in men and women. *Journal of Voice, 32*(5), 644.e1-644.e9. https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.003

Fonville, S., van der Worp, H. B., Maat, P., Aldenhoven, M., Algra, A., & van Gijn, J. (2008). Accuracy and inter-observer variation in the classification of dysarthria from speech recordings. *Journal of Neurology, 255*(10), 1545-1548. https://doi.org/10.1007/s00415-008-0978-4

Fougeron, C., Delvaux, V., Ménard, L., & Laganaro, M. (2018). The MonPaGe_HA database for the documentation of spoken French throughout adulthood. Dans *Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018)* (p. 4301-4306). https://aclanthology.org/L18-1679/

Fournet, M., Pernon, M., Catalano Chiuvé, S., Lopez, U., & Laganaro, M. (2021). Attention in post-lexical processes of utterance production: Dual-task cost in younger and older adults. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 174*(11), 1852–1872. https://doi.org/10.1177/17470218211034130

Gorno-Tempini, M. L., Hillis, A. E., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S. F., Ogar, M., Rohrer, J. D., Black, S., Boeve, B. F., Manes, F., Dronkers, N. F., Vandenberghe R., Rascovsky, K., Patterson, K., Miller, B. L., Knopman, D. S., Hodges, J. R., Mesulam, M. M., & Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology, 76*(11), 1006-1014. https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31821103e6

Harmon, T. G., Jacks, A., & Haley, K. L. (2019). Speech fluency in acquired apraxia of speech during narrative discourse: Group comparisons and dual-task effects. *American Journal of Speech-Language Pathology, 28*(2S), 905-914. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-MSC18-18-0107

Hickok, G. (2014). The architecture of speech production and the role of the phoneme in speech processing. *Language, Cognition and Neuroscience, 29*(1), 2–20. https://doi.org/10.1080/01690965.2013.834370

Ho, A. K., Iansek, R., & Bradshaw, J. L. (2002). The effect of a concurrent task on Parkinsonian speech. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24*(1), 36-47.https://doi.org/10.1076/jcen.24.1.36.972

Hybbinette, H., Östberg, P., & Schalling, E. (2021). Intra- and interjudge reliability of the apraxia of speech rating scale in early stroke patients. *Journal of Communication Disorders, 89*, 106076. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.106076

Jonkers, R., Feiken, J., & Stuive, I. (2017). Diagnosing apraxia of speech on the basis of eight distinctive signs. *Canadian Journal of Speech Language Pathology and Audiology, 41*(3), 303-319. https://cjslpa.ca/files/2017_CJSLPA_Vol_41/No_03/CJSLPA_Vol_41_No_3_2017_Jonkers_et_al_303_319.pdf

Josephs, K. A., Duffy, J. R., Clark, H. M., Utianski, R. L., Strand, E. A., Machulda, M. M., Botha, H., Martin, P. R., Thu Pham, N. T, Stierwalt, J., Ali, F., Buciuc, M., Baker, M., Fernandez de Castro, C. H., Spychalla, A. J., Schwarz, C. G., Reid, R. I., Senjem, M. L., Jack Jr., C. R., …, & Whitwell, J. L. (2021). A molecular pathology, neurobiology, biochemical, genetic and neuroimaging study of progressive apraxia of speech. *Nature Communications, 12*, 3452. https://doi.org/10.1038/s41467-021-23687-8

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* (vol. 1063). Prentice-Hall.

Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., & Poitrenaud, J. (2003). Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State"(MMS) version GRECO. *Revue de Neuropsychologie, 13*(2), 209-236.

Kemper, S., Schmalzried, R., Herman, R., Leedahl, S., & Mohankumar, D. (2009). The effects of aging and dual task demands on language production. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 16*(3), 241-259. https://doi.org/10.1080/13825580802438868

Kemper, S., Hoffman, L., Schmalzried, R., Herman, R., & Kieweg, D. (2011). Tracking talking: Dual task costs of planning and producing speech for young versus older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 18*(3), 257-279.https://doi.org/10.1080/13825585.2010.527317

Kent, R. D. (1996). Hearing and believing: Some limits to the auditory-perceptual assessment of speech and voice disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology, 5*(3), 7-23. https://doi.org/10.1044/1058-0360.0503.07

Kim, Y., Kent, R. D., & Weismer, G. (2011). An acoustic study of the relationships among neurologic disease, dysarthria type, and severity of dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 54*(2), 417-429. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/10-0020)

Kodrasi, I., Pernon, M., Laganaro, M., & Bourlard, H. (2021, June). Automatic and perceptual discrimination between dysarthria, apraxia of speech, and neurotypical speech [communication par affiche]. Dans *ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (p. 7308-7312). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICASSP39728.2021.9414283

Laganaro, M., Fougeron, C., Pernon, M., Levêque, N., Borel, S., Fournet, M., Catalano Chiuvé, S., Lopez, U., Trouville, R., Ménard, L., Burkhard, P.R., Assal, F., & Delvaux, V. (2021). Sensitivity and specificity of an acoustic- and perceptual-based tool for assessing motor speech disorders in French: The MonPaGe-screening protocol. *Clinical Linguistics & Phonetics, 35*(11), 1060-1075. https://doi.org/10.1080/02699206.2020.1865460

Lancheros, M., Pernon, M., & Laganaro, M. (2022). Is there a continuum between speech and other oromotor tasks? Evidence from motor speech disorders. *Aphasiology, 37*(5), 715-734.https://doi.org/10.1080/02687038.2022.2038367

Lansford, K. L., & Liss, J. M. (2014). Vowel acoustics in dysarthria: Speech disorder diagnosis and classification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 57*(1), 57-67. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0262)

Lansford, K. L., Berisha, V., & Utianski, R. L. (2016). Modeling listener perception of speaker similarity in dysarthria. *The Journal of the Acoustical Society of America, 139*(6), EL209-EL215. https://doi.org/10.1121/1.4954384

McNeil, M. R., Robin, D. A., & Schmidt, R. A. (2009). Clinical *Management of Sensorimotor Speech Disorders* (2e ed.). Thieme Medical Publishers.

Melle, N., & Gallego, C. (2012). Differential diagnosis between apraxia and dysarthria based on acoustic analysis. *The Spanish Journal of Psychology, 15*(2), 495-504.http://dx.doi.org/10.5209/rev_SJOP.2012.v15.n2.38860

Menin-Sicard, A., & Sicard, E. (2020). Outils de mesures et d'évaluation objective de la phonologie, de la fluence et de la prosodie avec DIADOLAB3. *Rééducation Orthophonique*, 281, 131-168. https://www.orthoedition.com/revues/n-281-le-bilan-orthophonique-4283

Miller, H. E., & Guenther, F. H. (2021). Modelling speech motor programming and apraxia of speech in the DIVA/GODIVA neurocomputational framework. *Aphasiology, 35*(4), 424-441. https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1765307

Molloy, J., & Jagoe, C. (2019). Use of diverse diagnostic criteria for acquired apraxia of speech: A scoping review. *International Journal of Language & Communication Disorders, 54*(6), 875-893. https://doi.org/10.1111/1460-6984.12494

MonPaGe (2021). [logiciel informatique]. https://lpp.cnrs.fr/monpage/

Mumby, K., Bowen, A., & Hesketh, A. (2007). Apraxia of speech: How reliable are speech and language therapists' diagnoses? *Clinical Rehabilitation, 21*(8), 760-767. https://doi.org/10.1177/0269215507077285

Pashler, H., Johnston, J. C., & Ruthruff, E. (2001). Attention and performance. *Annual Review of Psychology, 52*(1), 629-651. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.629

Pernon, M., Trocello, J.-M., Vaissière, J., Cousin, C., Chevaillier, G., Rémy, 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*(6-7), 502-509. https://doi.org/10.1016/j.neurol.2012.12.003

Pernon, M., Fougeron, C., Beurton, C., Bodiguel, L., Poujois, A., & Woimant, F. (2017, 29-30 juin). *Mesures de performance en production, de l'effet de la tâche et de l'attention sur les paramètres temporels de la parole de locuteur.rices contrôles et de locuteur.rices dysarthriques wilsoniens* [communication orale]. 7e Journées de Phonétique Clinique, Paris.

Pernon, M. (2018, 10 novembre). *Étude de la parole en double tâche : vers l'intégration de l'attention et des fonctions exécutives dans la prise en charge logopédique des troubles moteurs acquis de la parole ?* [communication orale]. De la recherche à la clinique logopédique : Apports des recherches menées au sein de la Maîtrise Universitaire en Logopédie, Genève.

Pernon, M., Fournet, M., Fougeron, C., & Laganaro, M. (2019, August 5-9). *Dual-task effects on speech and non-verbal tasks according to task properties* [communication par affiche]. Proceedings of the 19th International Congress of Phonetic Sciences, Melbourne, Australia. https://hal.science/hal-02427703v1

Pernon, M., Lévêque, N., Delvaux, V., Assal, F., Borel, S., Fougeron, C., Trouville, R., & Laganaro, M. (2020). MonPaGe, un outil de screening francophone informatisé d'évaluation perceptive et acoustique des troubles moteurs de la parole (dysarthries, apraxie de la parole). *Rééducation Orthophonique*, 281, 169-198.

Pernon, M., Assal, F., Kodrasi, I., & Laganaro, M. (2022). Perceptual classification of motor speech disorders: The role of severity, speech task, and listener's expertise. Journal of Speech, *Language, and Hearing Research, 65*(8), 2727-2747.https://doi.org/10.1044/2022_JSLHR-21-00519

Pernon, M. (2022a). Parole - Sémiologie et évaluation clinique des troubles moteurs acquis de la parole : apraxies de la parole et dysarthries. Dans C. Sainson, C. Bolloré, & J. Trauchessec (dir.), *Neurologie et Orthophonie, Tome 1 : Théories et évaluation des troubles acquis de l'adulte* (p. 277-304). De Boeck Supérieur.

Pernon, M. (2022b). *Apports des approches d'évaluation perceptive, acoustique et cognitive des locuteurs présentant une apraxie de la parole et/ou une dysarthrie.* [Thèse de doctorat, Université Sorbonne-Nouvelle]. HAL. https://theses.hal.science/tel-04573087v1

Pommée, T., Balaguer, M., Mauclair, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2021). Assessment of adult speech disorders: Current situation and needs in French-speaking clinical practice. *Logopedics Phoniatrics Vocology, 47*(2), 92-108. https://doi.org/10.1080/14015439.2020.1870245

Qualtrics® (2019). [logiciel informatique]. https://www.qualtrics.com

R Core Team (2019). *The R Project for statistical computing*. R Foundation. https://www.R-project.org/

Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2020a). *DIADOLAB, logiciel professionnel d'évaluation et de réhabilitation de la parole* (version 3.1) [logiciel informatique]. http://www.diadolab.org

Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2020b). *VOCALAB, logiciel professionnel d'évaluation et de réhabilitation de la phonation* (version 4.1) [logiciel informatique]. http://www.vocalab.org

Southwood, M. H., & Dagenais, P. (2001). The role of attention in apraxic errors. *Clinical Linguistics & Phonetics, 15*(1-2), 113-116. https://doi.org/10.3109/02699200109167641

Strand, E. A., Duffy, J. R., Clark, H. M., & Josephs, K. (2014). The apraxia of speech rating scale: A tool for diagnosis and description of apraxia of speech. *Journal of Communication Disorders, 51*, 43-50. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.06.008

Tourville, J. A., & Guenther, F. H. (2011). The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. *Language and Cognitive Processes, 26*(7), 952-981. https://doi.org/10.1080/01690960903498424

Trouville, R., Delvaux, V., Fougeron, C., Laganaro, M. (2021). *Logiciel d'évaluation de la parole (version screening) MonPaGe-2.0.s* [logiciel informatique]. https://lpp.cnrs.fr/monpage/

Utianski, R., Duffy, J. R., Clark, H. M., Strand, E. A., Botha, H., Schwarz, C. G., Machulda, M. M., Senjem, M. L., Spychalla, A. J., Jack, C. R., Petersen, R. C., Lowe, V. J., Whitwell, J. L., & Josephs, K. A. (2018). Prosodic and phonetic subtypes of primary progressive apraxia of speech. *Brain and Language, 184*, 54–65. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2018.06.004

Van der Graaff, M., Kuiper, T., Zwinderman, A., Van de Warrenburg, B., Poels, P., Offeringa, A., Van der Kooi, A., Speelman, H., & De Visser, M. (2009). Clinical identification of dysarthria types among neurologists, residents in neurology and speech therapists. *European Neurology, 61*(5), 295-300. https://doi.org/10.1159/000206855

Van der Merwe, A. (1997). A theoretical framework for the characterization of pathological speech sensorimotor control. Dans M. R. McNeil (dir.), *Clinical management of sensorimotor speech disorders* (p. 3–18). Thieme Medical Publishers.

Van der Merwe, A. (2021). New perspectives on speech motor planning and programming in the context of the four-level model and its implications for understanding the pathophysiology underlying apraxia of speech and other motor speech disorders. *Aphasiology, 35*(4), 397-423. https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1765306

Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human factors, 50*(3), 449-455. https://doi.org/10.1518/001872008X288394

Whitfield, J. A., & Goberman, A. M. (2017). Speech motor sequence learning: Effect of Parkinson disease and normal aging on dual-task performance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 60*(6S), 1752-1765. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-16-0246

Whitfield, J. A., Kriegel, Z., Fullenkamp, A. M., & Mehta, D. D. (2019). Effects of concurrent manual task performance on connected speech acoustics in individuals with Parkinson disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 62*(7), 2099-2117.https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-MSC18-18-0190

Zeplin, J., & Kent, R. D. (1996). Reliability of auditory-perceptual scaling of dysarthria. Dans D. A. Robin, K. M. Yorkston, & D. R. Beukelman (dir.), *Disorders of motor speech: Assessment, treatment, and clinical characterization* (p. 145-154). Paul H. Brookes Publishing Company.

Ziegler, W. (2002). Task-related factors in oral motor control: Speech and oral diadochokinesis in dysarthria and apraxia of speech. *Brain and Language, 80*(3), 556-575. https://doi.org/10.1006/brln.2001.2614

Ziegler, W. (2009). Modelling the architecture of phonetic plans: Evidence from apraxia of speech. *Language and Cognitive Processes, 24*(5), 631-661. https://doi.org/10.1080/01690960802327989

Zyski, B. J., & Weisiger, B. E. (1987). Identification of dysarthria types based on perceptual analysis. *Journal of Communication Disorders, 20*(5), 367-378. https://doi.org/10.1016/0021-9924(87)90025-6