



HAL
open science

Prise en soin de la phonation et de la parole dans la cadre des dysarthries neurologiques

Anne Menin-Sicard, Etienne Sicard

► **To cite this version:**

Anne Menin-Sicard, Etienne Sicard. Prise en soin de la phonation et de la parole dans la cadre des dysarthries neurologiques. 2022. hal-03587445

HAL Id: hal-03587445

<https://hal.science/hal-03587445>

Submitted on 24 Feb 2022

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.

Prise en soin de la phonation et de la parole dans la cadre des dysarthries neurologiques

- Anne MENIN-SICARD, Orthophoniste, Formatrice voix et parole, Chercheuse associée au LURCO/UNADREO
- Etienne SICARD, Professeur à l'INSA Toulouse, Directeur de Recherches au LURCO/UNADREO
- Adresse de correspondance : INSA/GEI, 135 Av. de Rangueil, 31077 TOULOUSE, France
- Email de correspondance : anne.sicard2@orange.fr

Résumé :

Différentes approches rééducatives de la dysarthrie existent en clinique orthophonique. Dans cet article, nous donnons les grandes lignes d'une sélection de méthodes, en mettant en avant le travail de la voix et de la parole avec une progression adaptée aux besoins du patient. Après avoir posé un cadre général, nous donnons une liste de conseils dans le but de soutenir la motivation du patient. L'approche par processus hiérarchisés est illustrée au travers d'une séance type. Les outils de feedback visuel des logiciels VOCALAB et DIADOLAB sont présentés, en soulignant l'intérêt du contrôle interactif pour entretenir la motivation en rééducation intensive.

Mots clé :

Dysarthrie, orthophonie, rééducation, processus de parole, résonance vocalique, efficacité occlusive, diadococinésie, nasalité, précision articulatoire, praxies, rythme, VOCALAB, DIADOLAB

Introduction

Les axes thérapeutiques de la prise en soin de la dysarthrie dépendent du diagnostic et des résultats du bilan. Deux patients avec un diagnostic de pathologie similaire peuvent avoir un profil d'altérations et des résultats de mesures objectives différents. Des paramètres tels que les capacités motrices et cognitives (vivacité, implication, flexibilité mentale), le contexte social et culturel (bilinguisme, multilinguisme, pratique oratoire, diction et pratique vocale, suivi antérieurs et associés), la comorbidité des troubles sont autant d'éléments à prendre en considération dans le pronostic d'évolution de la maladie, que ce soit avec ou sans prise en soin. C'est la raison pour laquelle tout suivi aura comme point de départ les résultats des analyses menées lors du bilan corrélées aux données médicales et anamnestiques.

Nous avons décrit dans [Menin-Sicard 2022] la méthodologie d'évaluation de la phonation, de l'intelligibilité et de la fluence dans le cadre des pathologies neurologiques. L'analyse de la parole, des particularités prosodiques et diadococinésiques ont notamment été étudiées. Nous avons détaillé la démarche et les déficits identifiés par la littérature et avons montré quels étaient les outils utilisables pour mettre en œuvre un bilan métacognitif, objectif, court et précis, dans le but de définir des axes thérapeutiques les mieux adaptés et les plus efficaces pour le patient.

C'est cet aspect rééducation que nous abordons dans cet article, en se focalisant sur les dysarthries d'origine neurologique. Dans l'ouvrage de référence [Duffy 2019], trois grands axes thérapeutiques sont proposés, également cités dans [Rolland-Monnoury 2013] : restaurer, compenser, adapter. L'axe *Restaurer* s'applique aux dysarthries légères, l'axe *Compenser* s'applique aux dysarthries de sévérité modérée, et se focalise sur des paramètres

tels que l'intensité, la prosodie, le rythme pour retrouver des capacités de communication, enfin *Adapter* consiste à mettre en place des moyens de communication alternatifs avec l'entourage dans le cadre de dysarthries sévères.

Le travail de la voix est indissociable de celui de la parole. Les patients dysarthriques sont souvent dysphoniques [Pinto 2010] parce que leur efficacité articulatoire est moindre et que la voix s'altère du fait d'un déséquilibre important entre pression sus-glottique et sous-glottique, généralement en faveur de cette dernière. Le manque de mobilité et de réactivité du voile du palais et de la langue est en grande partie responsable de cette perte progressive de rendement, d'où la perception d'une voix sourde généralement hypophonique [Robert 2009]. L'intensité générale de la voix n'est pas seule en cause. Une répartition de l'énergie harmonique sur les basses fréquences suffit généralement à assourdir le timbre et donner la sensation qu'elle ne porte pas. Sur le plan purement glottique, il peut être observé parfois un défaut de fermeture (glotte ovalaire) responsable du caractère soufflé (indicateur bruit/signal élevé) ou encore une asymétrie des cordes vocales responsable d'une désynchronisation de l'ondulation et donc d'érailements intermittents.

Le vieillissement de la voix appelé presbyphonie est à prendre en considération et peut-être un facteur aggravant [Barbera & Frenay 2016]. Les femmes âgées auraient un indice de sévérité de la dysphonie plus élevé [Goy 2013]. Pontes et al. [Pontes 2005] ont étudié la correspondance entre la gêne vocale exprimée et la physiopathologie des cordes vocales : ils observent une perte d'élasticité de la muqueuse, une atrophie ainsi qu'une dégénérescence polypoïde. Un lien avec ces altérations structurelles et un défaut de fermeture a été établi par [Ferrand 2002]. Le diagnostic différentiel n'est pas aisé à réaliser car le paramètre d'instabilité en hauteur et en intensité évolue à partir de 50 ans à cause des changements hormonaux et cette dégradation peut s'accroître à partir de 65 ans.

Les éléments d'akinésie (ralentissement et la diminution de l'amplitude du mouvement) concernent aussi les articulateurs d'où la réduction possible de l'aire du triangle vocalique ou l'allongement de certains phonèmes. Les difficultés d'initiation des mouvements peuvent se retrouver aussi à l'attaque d'un son sous la forme d'un certain délai de mise en vibration (VOT : *Voice Onset Time* anormalement long). Le caractère spastique peut aussi être facilement identifiable sur le spectrogramme et se caractériser par une déstructuration avec interruption harmonique pouvant aller jusqu'aux spasmes laryngés. Les mouvements involontaires se caractérisent alors par des disfluences marquées, des accentuations inappropriées et/ou des pauses trop longues.

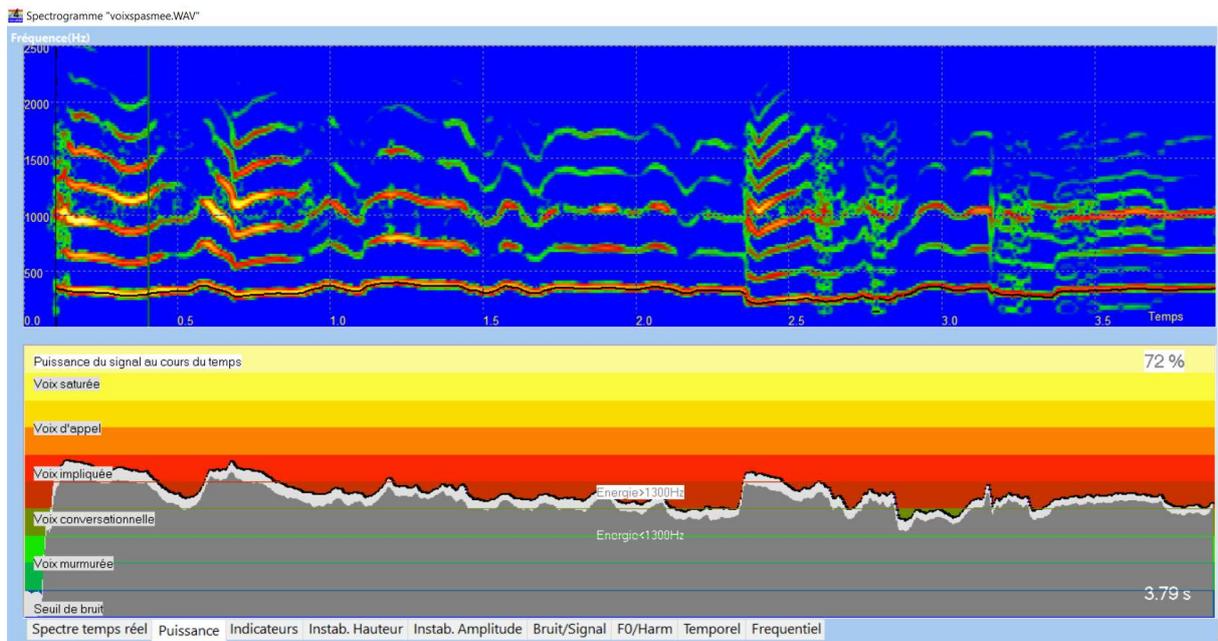


Figure 1 : Spectrogramme d'un /a/ tenu avec profil de puissance chez une patiente atteinte d'une dyskinésie. Une grande instabilité en hauteur et en intensité ainsi qu'une pauvreté harmonique avec attaque altérée est mesurée.

Nous donnons à la figure 1 le spectrogramme et le profil de puissance d'un /a:/ tenu produit par une femme atteinte de dyskinésie laryngée caractérisée par une grande instabilité et des interruptions harmoniques marquées. Les patients atteints de dysarthrie neurologique perdent progressivement la conscience de leur hypophonie faute de retour proprioceptif.

La diminution de la mobilité labiale peut contribuer à atténuer voire effacer certains formants dans les fréquences où la sensibilité de l'oreille est élevée mais ce n'est pas un facteur déterminant. Il s'agira davantage d'une légère atténuation sur les harmoniques de l'ensemble du spectre. Une parésie ou paralysie des muscles de la face entraînant une mimique peu expressive réduira l'impact visuel du message exprimé. Les difficultés d'ouverture/fermeture de la mâchoire observée chez les patients dysarthriques réduisent l'aire vocalique. Les troubles de l'exécution motrice de la parole lié à l'atteinte du système nerveux périphérique et/ou centraux ont pour conséquence une réduction de l'amplitude de la force et de la tonicité des mouvements articulatoires. Le débit d'air sera augmenté ce qui affectera le rendement glotto-articulatoire. Les difficultés de coordination et de contrôle de la hauteur auront un impact sur le débit de la parole ainsi que sur l'intonation.

Les approches proposées

Différentes techniques ont été proposées pour la prise en charge orthophonique de la dysarthrie. Une revue de ces méthodes a notamment été publiée par [Palmer & Enderby 2007], sur la base de 23 articles décrivant des approches adressant notamment le contrôle du débit de parole, le renforcement du voile du palais, le renforcement du contrôle moteur, la modification de l'articulation, l'augmentation de la prosodie ou encore le renforcement de la puissance sonore, le tout dans le but de restaurer l'intelligibilité et les capacités de communication.

L'ouvrage de référence de [Sabadell 2018] décrit les bilans et interventions orthophoniques pour un large panel de pathologies neurologiques, notamment l'aphasiologie, les pathologies neurodégénératives, les syndromes démentiels, les troubles cognitivo-linguistiques acquis, ainsi que les dysarthries neurologiques. Chaque section se conclut par une fiche résumé listant les éléments principaux du bilan, des objectifs de la prise en charge orthophonique et des plans de soins.

Dans le domaine de la rééducation de la dysarthrie neurologique, la méthode LSVT™ [Ramig 2001] est parmi les plus utilisées au niveau international pour les dysarthries associées à la Maladie de Parkinson. Cette méthode américaine met l'accent sur des paramètres spécifiques tels que la puissance vocale et la prosodie. Elle propose un protocole de rééducation intensive sur 4 semaines, 4 séances par semaine, dont on peut trouver les éléments essentiels concernant LSVT™ BIG (BIG pour mouvements amples), et LOUD (LOUD pour phonation puissante) dans [Fox 2012]. La méthode tente d'inverser le processus d'isolement décrit à la figure 2, afin de rendre la parole plus intelligible. Sur la base d'une synthèse de 8 publications obéissant aux critères d'éligibilité des pratiques probantes [Yuan 2020], une amélioration de 3 à 13 dB de l'intensité vocale est observée, avec une évolution qui reste positive 24 mois après la prise en charge.

Un travail de synthèse de 22 publications de 1993 à 2014 a été proposé en langue française par [Lévêque 2017], concluant aussi à une amélioration significative des performances des patients du point de vue acoustique, perceptif, physiologique et psychosocial. De même, le guide du parcours de soins associé à la Maladie de Parkinson de la HAS [HAS 2016] recommande une prise en charge orthophonique en phase de début ainsi qu'en phase avancée de la maladie, par des approches incluant notamment la méthode LSVT™. Le champ d'application privilégié de cette méthode reste la Maladie de Parkinson, les meilleurs résultats étant obtenus pour des dysarthries légères et modérées.

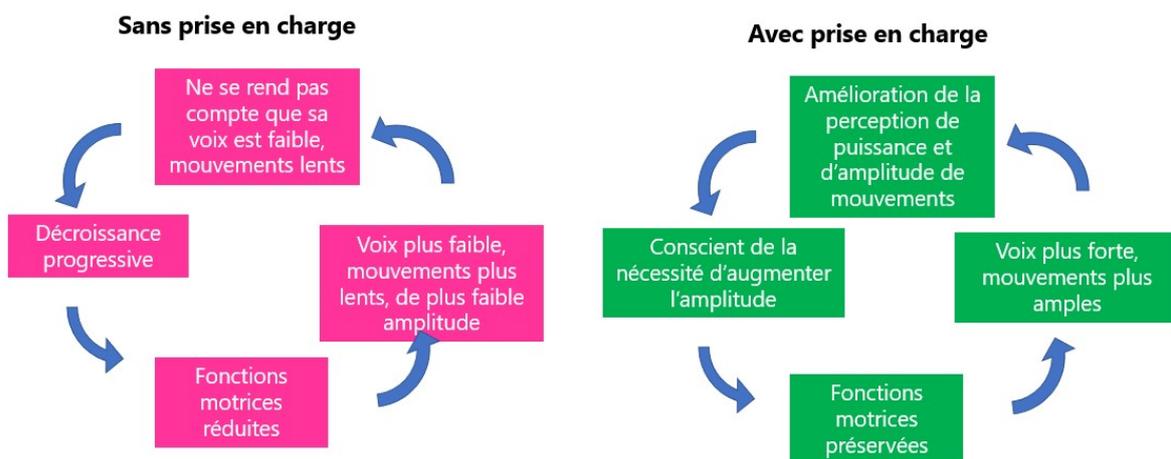


Figure 2 : Hypothèses d'une réduction graduelle de la puissance de la voix, de mouvements plus lents et de plus faible amplitude dont le patient n'a pas conscience (à gauche), et effets positifs d'une prise en charge ciblant la voix plus forte et les mouvements plus amples d'après [Fox 2012] (à droite)

La méthode expérimentée dans [Robertson & Thomson 1984] vise à compenser au mieux les difficultés spécifiques à la dysarthrie en travaillant la relaxation, la respiration, la phonation, le contrôle de la hauteur et des inflexions de voix, la résonance, les mouvements de la musculature faciale, la diadococinésie, l'articulation et le débit. Cette méthode a fait l'objet d'une traduction par Auzou et Monnoury donnant lieu à une publication par Ortho-Editions en 1999 [Robertson & Thomson 1999] : approche concrète, allant à l'essentiel, avec de nombreux exercices pratiques de difficulté progressive. Cependant, cette méthode n'a pas eu le succès et le rayonnement de la méthode LSVT™, et n'a pas fait l'objet, à notre connaissance, de travaux scientifiques récents ni méta-analyses répondant aux critères d'éligibilité des pratiques probantes.

D'autres méthodes moins ciblées sur la dysarthrie peuvent être citées : La VFE (*Vocal function exercises*) de [Stemple 2005] qui a proposé des exercices de résonance, respiration, musculation et d'équilibre du larynx, ainsi que la RVT (*Resonant voice therapy*) de Verdolini [Verdolini 1995] qui met l'accent sur une voix forte et claire en minimisant les efforts, en ciblant le rendement vocal (Figure 3).

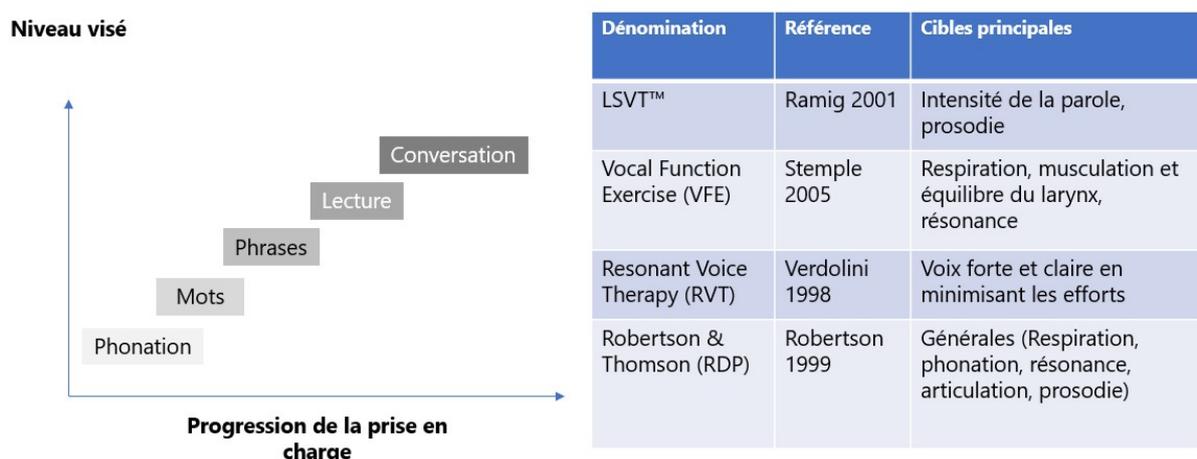


Figure 3 : Les méthodes de prise en charge orthophonique de la dysarthrie et la progression de la prise en charge

Cadre général du projet de soin– 10 conseils pour motiver le patient

Nous donnons ci-après 10 suggestions visant à obtenir l'adhésion du patient, proposer des exercices motivants, et maintenir l'implication du patient. Ces conseils sont extraits d'une fiche thérapeutique publiée par [Menin-Sicard 2019].

1. **Obtenir l'adhésion du patient** et sa coopération en proposant un feedback visuel ou auditif permettant au patient de voir et/ou d'entendre ses progrès.
2. Privilégier les **suivis intensifs** sur des périodes à définir en fonction du patient et de ses disponibilités, avec engagement ferme de sa part à transférer ce qu'il travaille en séance dans son quotidien dans des situations concrètes définies avec l'orthophoniste.
3. Proposer des séances en **télésoin** pour éviter au patient trop de fatigues liées aux déplacements. Cela permet aussi d'impliquer l'aidant naturel et de l'aider à transférer ce qu'il travaille en séance dans son quotidien. Ceci est à décider en fonction de l'âge,

du stade de la maladie, de la sévérité de la dysarthrie et des troubles associés (perte d'équilibre, fatigabilité, troubles de l'humeur, troubles cognitifs, distance domicile/cabinet).

4. Être soi-même formée, **convaincue et mobilisée**, surtout pour les dysarthries de type hypokinétiques. C'est une rééducation qui demande beaucoup d'implication, d'engagement tonique et cognitif.
5. Utiliser le **feedback visuel** avec des outils adaptés tels que DIADOLAB [Menin-Sicard 2019].
6. Donner les moyens de **transférer les exercices dans son quotidien** en ciblant le travail sur des phrases, des textes, des mots qu'il utilise fréquemment :
 - Dresser dès la première séance une liste des situations et donc des mots et phrases qu'il est amené à prononcer en lien avec son contexte, ses occupations et ses centres d'intérêt.
 - Lui demander de faire une liste **d'automatismes langagiers**, de phrases, de situations d'interactions classées par ordre de fréquence telles que : poser une question, s'exclamer, appeler, refuser, donner son accord, raconter sa journée, chanter (Voir table 1 le contour prosodique de certaines phrases [Sicard 2021]) etc.
 - L'objectif est que le patient développe une **flexibilité de communication** et que son estime de lui-même soit préservée le plus longtemps possible
7. **Faire un enregistrement initial** de la phrase choisie. Après la phase d'entraînement décrite dans la figure 4, **refaire exactement le même enregistrement**. Ensuite lui faire écouter les deux enregistrements pour qu'il puisse les comparer. Comparez ce qui est comparable : la même phrase avant et après entraînement.

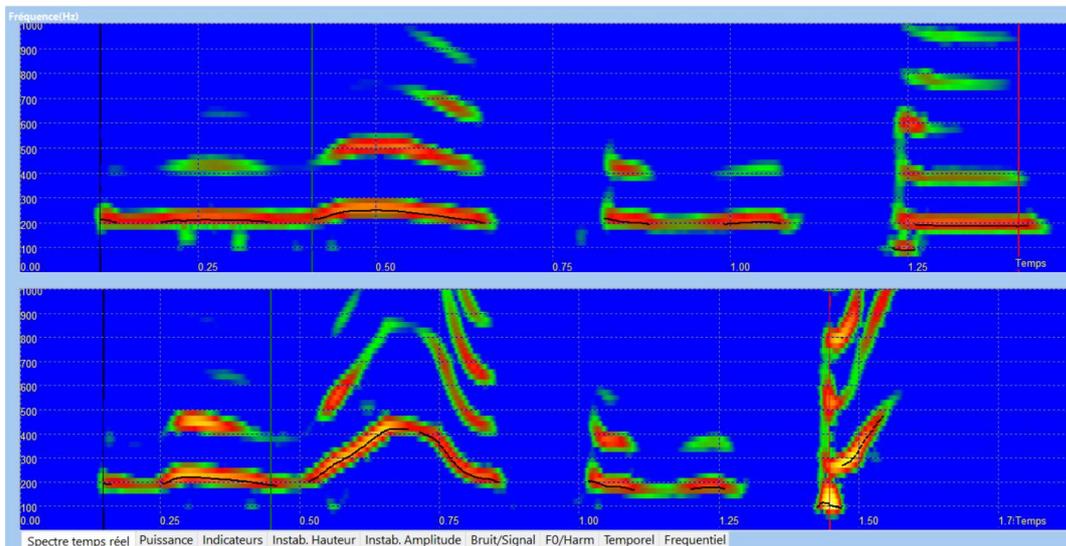


Figure 4 : Analyse spectrale comparée : en haut la phrase « je vais acheter du pain » avec peu de variations d'intonation, en bas la même phrase avec une prosodie plus variée et des accents toniques (hauteur et intensité plus marqués (VOCALAB- Module spectre en temps réel)

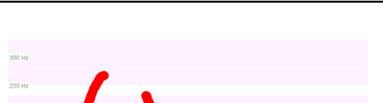
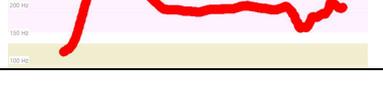
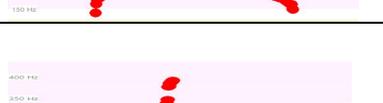
Modalité d'interaction	Exemples de phrases	Illustration de la prosodie avec Diadolab.
Poser une question	<i>Mais où sont mes clés ?</i>	
S'exclamer, se réjouir	<i>On est vraiment content pour vous !</i>	
Appeler	A table !	
Refuser	Non merci, je n' préfère pas	
Donner son accord	<i>D'accord</i>	
Prévenir d'un danger	<i>Attention !</i>	
Suggérer	<i>Et si on faisait un gâteau</i>	

Table 1 : Exemples de modalités d'interaction et de phrases et illustration de la prosodie et illustration avec Diadolab du contour prosodique de la fréquence fondamentale [Sicard 2021]

8. Refaire une **évaluation rapide** toutes les 10 à 15 séances, lui faire écouter les enregistrements faits lors du bilan initial et les comparer avec ceux du bilan d'évolution : quantifier sa progression. Cette méthodologie lui donnera confiance et le motivera à poursuivre.
9. Refaire une **auto-évaluation** rapide telle que proposée dans DIADOLAB toutes les 10 à 15 séances et comparez les scores (Figure 5).
10. **Varié les exercices** tout en ayant en tête une progression logique et bien définie. Un exercice a toujours des variantes pertinentes.

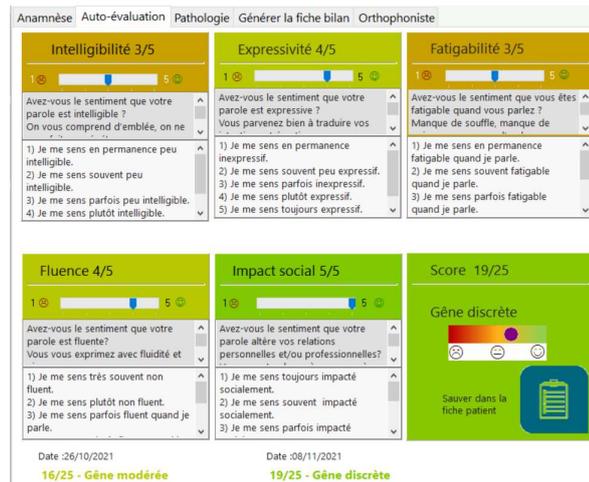


Figure 5 : Auto-évaluation de la parole dans DIADOLAB : quantification de la gêne et comparaison à 15 jours d'intervalle-SM028-DURA Homme de 68 ans

Les axes de rééducation en fonction des pathologies

Les axes de rééducation sont en grande ligne similaires selon les approches, mais peuvent cibler plus particulièrement un élément ou un autre en fonction de la nature de la dysarthrie (par exemple hypokinétique, hyperkinétique, spastique ou ataxique, voir à ce sujet [Auzou 2009] ou l'ouvrage très détaillé de [McNeil2009]) ou de la symptomatologie. Trois mots clé se distinguent :

- La prosodie (intonation, contrôle de la hauteur, accentuation)
- La fluence (débit diadococinésie, pauses)
- L'intelligibilité (voix et phonologie)

La priorisation des axes va dépendre de plusieurs facteurs tels que :

- La nature du syndrome
- Le stade de la maladie
- L'âge du patient
- Les troubles associés.

L'analyse très précise par segmentation spectrale d'une ou plusieurs phrases [Menin-Sicard 2021] permettra de repérer le type d'altération et de travailler spécifiquement les processus de parole concernés. Les mesures objectives de la phonation, de la prosodie, de la diadococinésie et de la fluence permettront d'établir un plan de soin structuré avec des axes thérapeutiques prioritaires et secondaires.

La dysautonomie, les chutes, les troubles précoces de la déglutition ainsi que les signes de démence sont des signes à prendre très au sérieux car ils sont des signes de syndromes parkinsoniens plus graves à évolution plus rapide avec un pronostic moins favorable. Par exemple les signes d'appel tels que les chutes fréquentes peuvent faire évoquer un syndrome parkinsonien de type pseudo-bulbaire tout comme l'altération de l'oculo-motricité et la dysphagie précoce. Une consultation chez un neurologue est indispensable pour toute suspicion de pathologie neuro-dégénérative.

Les examens privilégiés pour établir un diagnostic différentiel sont l'IRM, le bilan cardiaque, l'examen phoniatrique et d'autres examens médicaux permettant de repérer les troubles oculo-moteurs, les troubles neuro-végétatifs, troubles de l'équilibre, les apnées du sommeil etc. Les altérations de la voix et de la parole dépendent beaucoup du stade de la maladie et du traitement médicamenteux mis en place lorsque cela est possible.

Méthodologie de rééducation

Sur le plan méthodologique, l'objectif est de tenter de ralentir l'apparition des altérations ou de compenser autant qu'il est possible leur évolution malheureusement défavorable. Il est donc nécessaire d'améliorer l'intelligibilité, la fluence et l'expressivité du patient afin de conserver le plus longtemps possibles des capacités d'interaction de qualité. Les patients atteints de dysarthrie hypokinétique ont besoin d'être dynamisé et d'être incité à se redresser afin d'améliorer la qualité des reprises inspiratoires. Selon le stade de la maladie, l'affaissement postural, la voussure sera plus ou moins marquée. La séance sera donc adaptée à son profil mais dynamique et enjouée avec beaucoup de renforcements positifs. Le feedback visuel sur grand écran incite le patient à se tenir debout.

Approche par processus hiérarchisés

Nous proposons une approche par processus hiérarchisés décrite dans la figure 6 qui a comme objectif de développer l'intelligibilité et la fluence. Nous la détaillons ci-après.

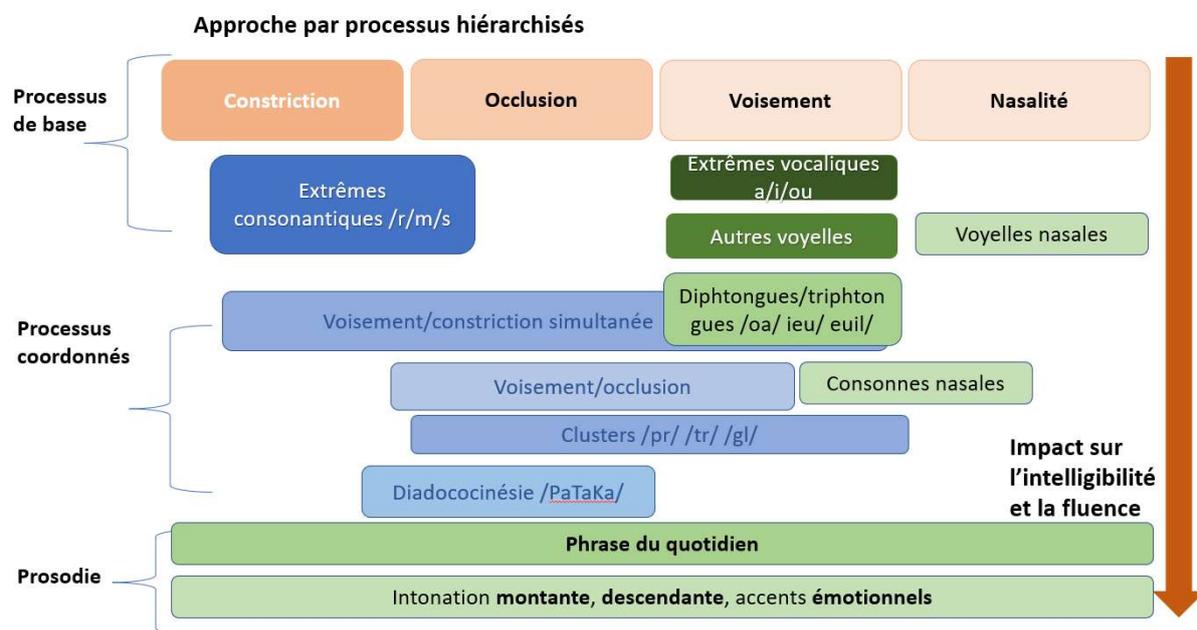


Figure 6 : Approche par processus hiérarchisés : impact sur l'intelligibilité et la fluence

Lorsque l'intelligibilité est affectée, il est possible grâce aux outils de segmentation spectrale et d'écoute sélective de repérer des altérations qui concernent les processus de base telles que la constriction, l'occlusion, le voisement et la nasalité. Il est donc important en début de suivi de s'assurer que ces quatre processus de base sont efficaces et assurent pleinement leur rôle. Priorité sera donnée à la tonicité de la constriction et de l'occlusion avec feedback visuel avec une progression d'exercices logique mais adaptée au profil du patient.

Au préalable il est important d'avoir expliqué au patient avec des animations ou autres supports très concrets (ex : moule en plâtre avec langue et voile en pâte à modeler) où est le voile du palais, ses mouvements et son rôle de sphincter mais aussi de résonateur. Il est crucial de focaliser l'attention du patient sur la résonance et pas seulement sur l'intensité. Travaillez dès le début le paramètre de résonance pour que le patient comprenne tout de suite qu'il ne doit pas *pousser ni forcer* mais enrichir sa voix en énergie hautes fréquences. Il n'est donc pas recommandé de commencer par des phonèmes trop ouverts tels que le /a/ qui offrent une impédance ramenée sur le larynx faible, ce qui peut conduire à du forçage si l'entraînement est intensif et une raucité visible sur le spectrogramme.

Les outils de feedback visuel tels que *Articulation > Traits distinctifs* de DIADOLAB sont conçus pour aider le patient à visualiser plus facilement le paramètre de résonance (timbre) afin qu'il parvienne consciemment à enrichir les formants aigus des différentes voyelles en tonifiant l'action du voile du palais (Figure 7).

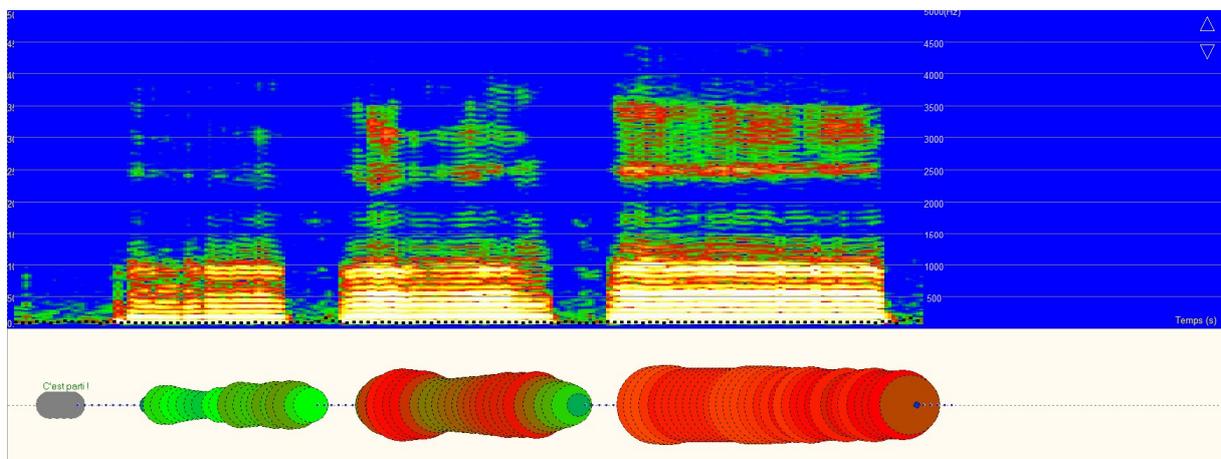


Figure 7 : Travail de la résonance sur un /a:/ tenu avec le module *Articulation > Traits distinctifs* de DIADOLAB. La résonance est obtenue avec l'apparition de formants de fréquence élevée

Processus combinés

Lorsque les processus de base sont toniques et stables quelle que soit leur longueur, il peut être proposé des exercices combinés :

- Constriction/voisement,
- Occlusion/voisement en insistant sur la constriction pour soulager le plan glottique.

Les exercices qui concernent les processus combinés seront faits avec différentes variantes de durée et de hauteur. Le travail purement articulatoire tient une place centrale dans la rééducation de la dysarthrie. Cela créera les conditions optimales pour le travail phonatoire à proprement parler. Si le patient a déjà une posture voûtée, une faiblesse de coordination pneumo-phonique avec une atonicité des muscles impliqués dans la respiration ou encore un diaphragme qui ne joue plus son rôle, des exercices de mobilisation active et passive du diaphragme seront nécessaires.

Le travail ne doit pas se limiter aux processus de base mais se poursuivre par les processus combinés (constriction/voisement ; occlusion/voisement) afin que la sonorisation ne diminue par l'efficacité consonantique. Puis on proposera un travail sur les diphtongues (/ui/, /oa/, /io/, /oui/) et triptongues /ail, eil, euil/ très présentes en français, en s'attachant à garder la richesse harmonique sur les deux voyelles puis à les enchaîner lentement puis plus vite.

Les altérations de la parole concernent aussi les enchaînements de double consonne telles que /tr/, /pl/, /gr/ etc. Plus les trajectoires entre deux points d'articulation sont importantes, plus il sera difficile de les réaliser dans la vitesse. Il faut donc commencer par des di-consonantiques proches telles que /pl/, /kr/, /ts/ par exemple puis aller vers des plus éloignées telles que /gl/, /fr/, /sk/.

L'usage d'un métronome permet de donner un cadre rythmique d'enchaînement de ces deux positions articutoires distinctes et d'augmenter progressivement la vitesse. Le patient sera encouragé à la vigilance au niveau de la régularité et de la tonicité. Dans cette approche nous accordons de l'importance au travail de l'expressivité qui viendra de paire avec la mimique. A partir de phrases ou expressions du quotidien du patient, le patient est invité à reproduire des schémas intonatifs variés (montants et descendants), accentuer la courbe intonative en s'aidant du feedback visuel. Puis l'attention du patient sera attirée sur le paramètre d'accentuation d'intensité qui apporte du relief et de la force à nos propos et permet de transmettre différentes intentions et émotions. Ce point est capital pour restaurer l'estime de lui ainsi que sa place au sein de sa famille.

Le débit sera travaillé à partir du travail de la diadococinésie [Sicard 2020] en s'attachant à la possibilité d'accélérer ou ralentir le plus progressivement possible. Le contrôle du débit est aussi un facteur d'ajustement à l'interlocuteur : on parle plus vite lorsqu'on est pressé ou dans l'action et plus lentement lorsqu'on s'adresse à un enfant, une personne malentendante ou âgée.

Déroulé type d'une séance de 45 mn

Nous décrivons dans le schéma de la figure 8 une séance type qui aborderait l'ensemble des points de l'approche par processus hiérarchisés sur une séance d'une durée moyenne de 45 minutes. Le fait de codifier précisément le déroulement d'une séance rassure le patient d'une part, et permet d'autre part à l'orthophoniste d'être efficace tout en proposant des exercices variés et probants. La comparaison avant/après au sein même d'une séance permet d'identifier les exercices efficaces et réorienter les objectifs de la séance suivante. Le patient est acteur de sa prise en charge et sera plus motivé à poursuivre si les objectifs à atteindre sont clairement définis et que le patient en constate les effets immédiats sur son intelligibilité, son expressivité et sa fluence.

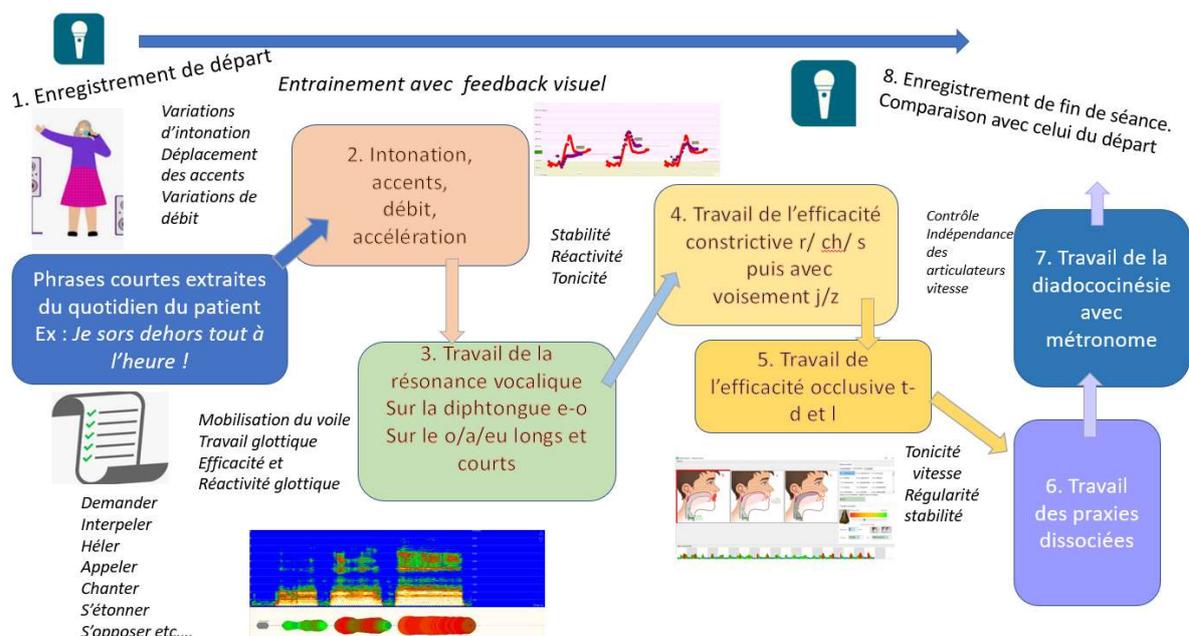


Figure 8 : Déroulé d'une séance type de prise en charge de la dysarthrie avec enregistrements avant et après

- **Etape 1.** Le clinicien choisit avec le concours du patient une phrase qui fait partie de son quotidien et l'enregistre en début de séance. Une phrase courte est à recommander pour les locuteurs souffrant de dysarthries modérées à sévères [Allison 2019].
- **Etape 2.** Sur la base d'une phrase choisie par le patient, l'orthophoniste cible les paramètres mélodico-rythmique tels que l'intonation, l'accentuation, le débit et la capacité d'accélération, avec et sans feedback visuel.
- **Etape 3.** L'orthophoniste propose un travail de résonance vocalique sur les voyelles présentes dans la phrase en insistant sur le travail de dissociation des articulateurs. Il ne faut pas négliger le travail des diphtongues qui a un impact important sur l'intelligibilité.
- **Etape 4.** Le travail cible maintenant le placement et l'efficacité constrictive et visant la stabilité, la tonicité et la réactivité.
- **Etape 5.** L'entraînement se poursuit par les constrictives sonorisées en attirant l'attention du patient sur la qualité de la constriction avant tout. Dans cette logique, les occlusives voisées seront abordées en insistant sur la mise en vibration rapide avec pression trans-glottique optimisée.
- **Etape 6.** La séance aborde les exercices de dissociation des articulateurs en s'aidant d'une tête animée (telle que le module praxies de DIADOLAB) en insistant sur l'amplitude, le contrôle et l'absence de syncinésie. Ce travail contribue à diminuer les contaminations inter-phonémiques.
- **Etape 7.** Quelques séries diadococinésiques sont proposées afin de cibler l'enchaînement rapide, la programmation phono-articulatoire, la coordination des différents mouvements articulatoires : *ex je/te/se ; ja/ta/sa ; ja/ti/sou* du plus simple au plus difficile, lentement puis de plus en plus vite en contrôlant la vitesse avec un métronome et un rétrocontrôle visuel.
- **Etape 8.** La séance se termine sur l'enregistrement de la même phrase après entraînement et comparaison auditive et visuelle en coopération avec le patient. Ce dernier sera capable d'analyser en autonomie sa parole et de s'auto-corriger même sans feedback visuel. Il sera ainsi encouragé à transférer ses compétences dans le quotidien. La séance suivante pourra porter sur une autre phrase faisant partie de ses habitudes verbales.

Les outils de feedback visuel adaptés à la rééducation de la dysarthrie

Nous donnons ci-après une description succincte de quelques outils d'aide à la rééducation de la dysarthrie inclus dans les logiciels VOCALAB et DIADOLAB. Nous illustrons successivement le travail mélodico rythmique, la résonance vocalique, l'efficacité des constrictives et occlusives, la diadococinésie, la nasalité, la précision articulatoire sur les mots difficiles et les praxies dissociées.

Cadre mélodico-rythmique

Sur la base d'une phrase choisie par le patient, l'orthophoniste enregistre un modèle, puis le présente à l'écran plusieurs fois (3 fois dans la figure 9). Seule la trajectoire prosodique de la fréquence fondamentale est visualisée, pour se focaliser sur le paramètre de hauteur de la voix. Le patient tente alors d'imiter le contour prosodique et de s'ajuster au rythme de répétition de la phrase (courbe violette dans la figure 9).

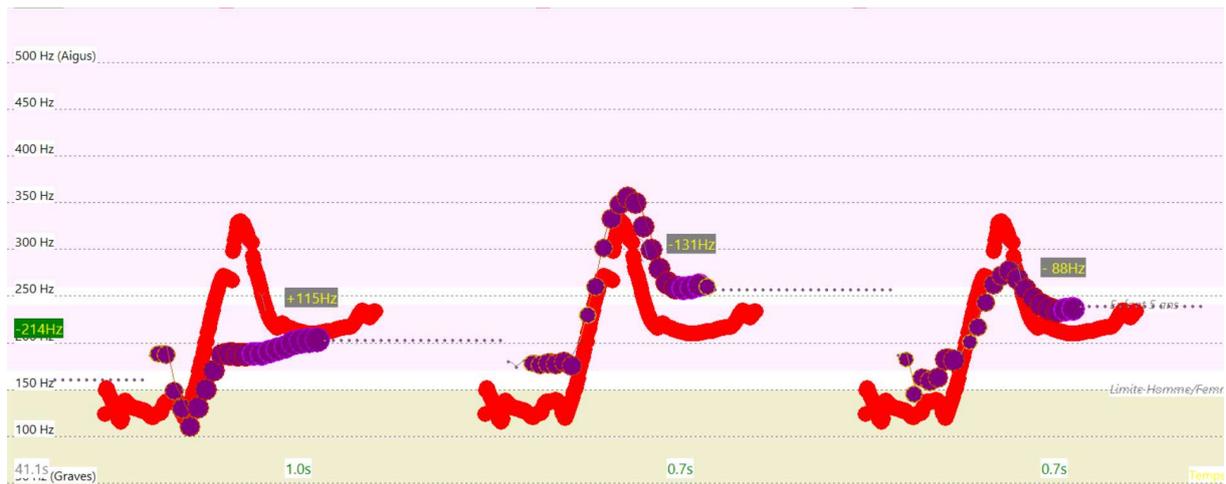


Figure 9 : travail de l'intonation sur le contour intonatif d'une phrase modèle enregistrée par l'orthophoniste (module Prosodie de DIADOLAB)

Travail de la résonance vocalique avec le spectre en temps réel (Vocalab ou Diadolab)

Pour le travail de la résonance vocalique, nous utiliserons le spectrogramme en temps réel. Le paramétrage est de préférence une bande de fréquence assez large (0-5000Hz) afin de pouvoir visualiser le formant extra-vocalique. Cet exercice permet de travailler l'activité du voile du palais. Plus le voile est sollicité en tant de résonateur, plus l'énergie haute-fréquence (entre 2500 et 5000 Hz) apparaîtra nettement.

Dans le cas de la figure 10, plusieurs essais du /è/, le premier est très pauvre car légèrement nasonnée, le dernier est beaucoup plus riche car de nombreuses harmoniques apparaissent et sont renforcées dans la zone de sensibilité maximale de l'oreille.

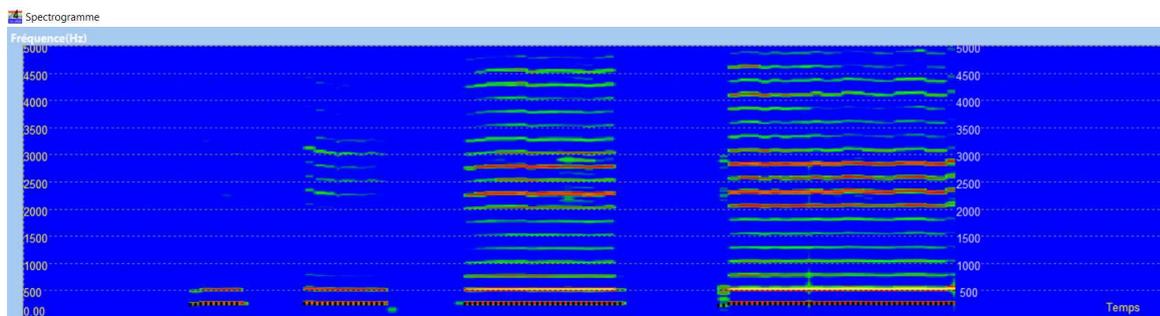
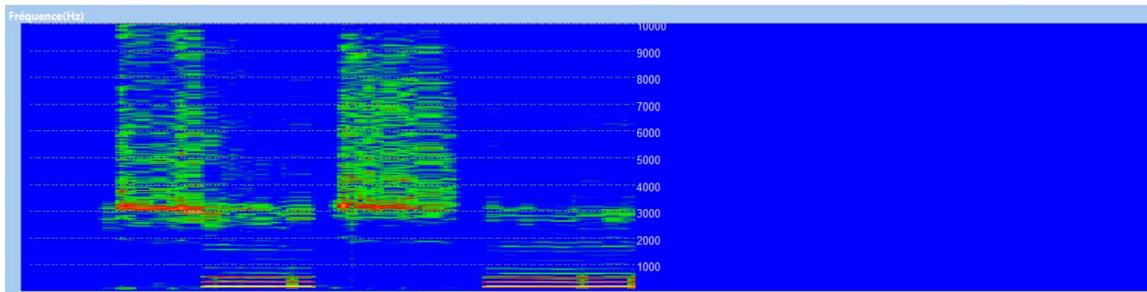


Figure 10 : Travail du voile du palais avec le spectrogramme en temps réel (Module Articulation > Traits distinctifs de DIADOLAB ou Spectre en temps réel de VOCALAB)

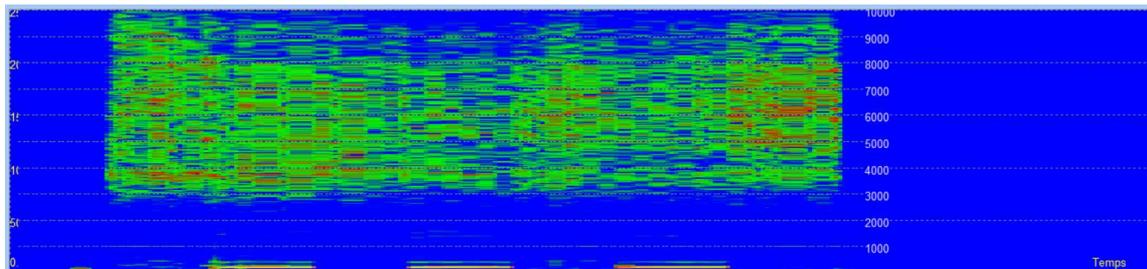
Ce travail est à réaliser avec toutes les voyelles, en commençant pas les plus facilitatrices. Proposé de façon méthodique et progressive, il permettra d'augmenter la surface de l'espace vocalique du patient et d'améliorer l'intelligibilité. Il devra être poursuivi par le travail des diptongues avec des intonations montantes ou descendantes.

Travail de l'efficacité constrictive

La langue contrôle l'impédance naturel du conduit vocal en se rapprochant du palais ou en reculant. Elle a donc un rôle protecteur des cordes vocales et de stabilisateur du plan glottique. Cet hydrostat comporte 17 muscles, ce qui lui permet de se déformer et de se positionner très précisément et de réguler le flux d'air afin d'en contrôler le débit.



a- Essai inefficace, la constriction disparaît nettement dès la mise en vibration



b- Essai efficace, la constriction se maintient et joue son rôle de régulateur de pression sus-glottique

Figure 11 : Travail de la constriction avec le spectrogramme en temps réel (Module Articulation > Traits distinctifs de DIADOLAB ou module Spectre en temps réel de VOCALAB).

La qualité de la constriction est très importante à travailler dès le début du suivi, dans la mesure où la dysarthrie peut induire des imprécisions articulatoires pouvant altérer l'intelligibilité [Antolik 2013]. Nous utilisons de nouveau le spectre en temps réel pour illustrer la constriction. Le paramétrage ciblera les hautes fréquences (0-10 000 Hz) pour bien visualiser l'énergie des constrictives telles que le /s/, /f/ ou /v/, située principalement de 5 à 10 KHz.

Le patient est encouragé à produire le phonème /ch/ en sollicitant sa langue (tonicité, place et forme) pour que le débit d'air soit le plus faible possible. Lorsque nous nous sommes assurés que le phonème sourd est tonique et stable, nous encourageons le patient à ajouter la vibration mais sans relâcher la constriction afin de préserver la pressions sus-glottique (Figure 11-b)

Sur la figure 11-a, nous voyons en haut un premier essai inefficace. La constriction disparaît lorsque le /ch/ passe au /j/, le débit d'air augmente, la durée de la production chute. Le patient ne peut en enchaîner que 2 séries car le débit d'air augmente subitement lorsque le voisement apparaît, le rendement phonatoire diminue. En dessous (Figure 11-b), le dernier essai est bien meilleur. Le patient parvient à garder la constriction tout en coordonnant le voisement. Il parvient ainsi à en enchaîner 3 séries sans avoir eu de consigne en ce sens, grâce à un rendement optimisé.

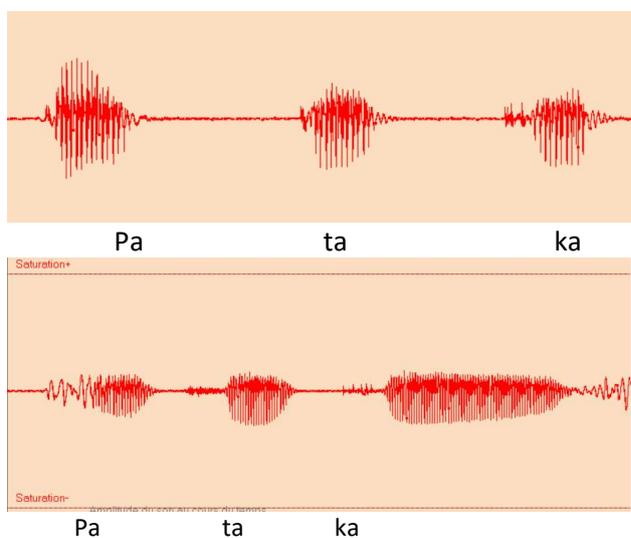


Figure 12 : Travail de la qualité de la constriction avec le module traits distinctif de Diadolab.

Une forme ludique du travail de constriction a été implémentée dans le module *Articulation > Traits distinctifs* de DIADOLAB (Figure 12). Le type d'analyse choisi est la constriction (en bas à droite). La couleur et la grosseur des ronds informent immédiatement le patient sur la qualité de la constriction en temps réel. Il peut donc se corriger, réajuster en fonction de ce qu'il voit sans attendre que le clinicien lui donne des consignes. Il acquiert une certaine autonomie et fait le lien entre ce qu'il entend de sa voix et ce qu'il voit, ce qui facilite la production d'une constriction intelligente.

Travail de l'efficacité occlusive

Même si les occlusives sont furtives, elles jouent aussi un rôle dans l'intelligibilité. Les occlusives sourdes sont considérées comme des phonèmes « forts » susceptibles d'assurer une saillance en lien avec la précision de la diction. Les interruptions qu'elles génèrent augmentent les contrastes et le relief articulatoire. La mise en pression du conduit vocal sera possible grâce à la musculation des lèvres, de la langue (pointe et base) et surtout du voile du palais. L'amplitude du transitoire observée sur l'allure du signal nous renseignera sur la qualité de la fermeture du conduit et donc par voie de conséquence sur l'efficacité de la mise en pression.



Contrastes nets avec interruptions du signal liées à une bonne qualité de mise en pression, transitoire bien visible avec la voyelle /a/ Régularité favorisée

Contrastes moins marqués avec temps interruptions du signal courts liés à une mauvaise qualité de mise en pression (hypotonie labiale), transitoires moins visibles voire absents avec la voyelle /a/ moins ample et de durée plus variable.

Figure 13 : impact de la qualité de l'occlusion sur la réalisation des consonnes plosives /p/, /t/, /k/ et de la voyelle qui suit /a/

L'impact de la dysarthrie sur l'imprécision des occlusives a notamment été étudié par [Duez 2007] qui observe, sur la base de l'analyse de la parole de 9 individus atteints de la Maladie de Parkinson, des réalisations d'occlusives sourdes /p,t,k/ et sonores /b,d,g/ plus courtes, du bruit plus important, une réduction de l'explosion, allant parfois jusqu'à l'omission. De nombreuses altérations sur les plosives voisées sont aussi relevées par [Daoudi 2021] sur un corpus de 32 patients, notamment pour les dysarthries précoces de type MSA, par comparaison à la Maladie de Parkinson idiomatique.

La figure 13 compare 2 réalisations de /Pataka/, l'une (en haut) avec des contrastes nets, l'autre avec des contrastes moins marqués et des transitoires liés à l'explosion des consonnes moins visibles. Nous privilégions le logiciel Diadolab pour le travail des occlusives mais il peut aussi être réalisé avec Vocalab en choisissant un défilement le plus rapide possible. Dans la figure 14, nous voyons 7 essais de la voyelle /p/, le 3^{ème} et le dernier sont réalisés avec une tonicité optimale. Le 3^{ème} est moins bien réalisé car le patient est fatigable et son attention a tendance à décroître dès que la cible est atteinte. Le feedback visuel le motive immédiatement à reprendre la même qualité de tonicité sans même que le thérapeute ne pointe ce relâchement. Plus les « bâtons gris » sont hauts, plus ils traduisent l'efficacité de la mise en pression grâce au travail coordonné du sphincter vélaire et labial.

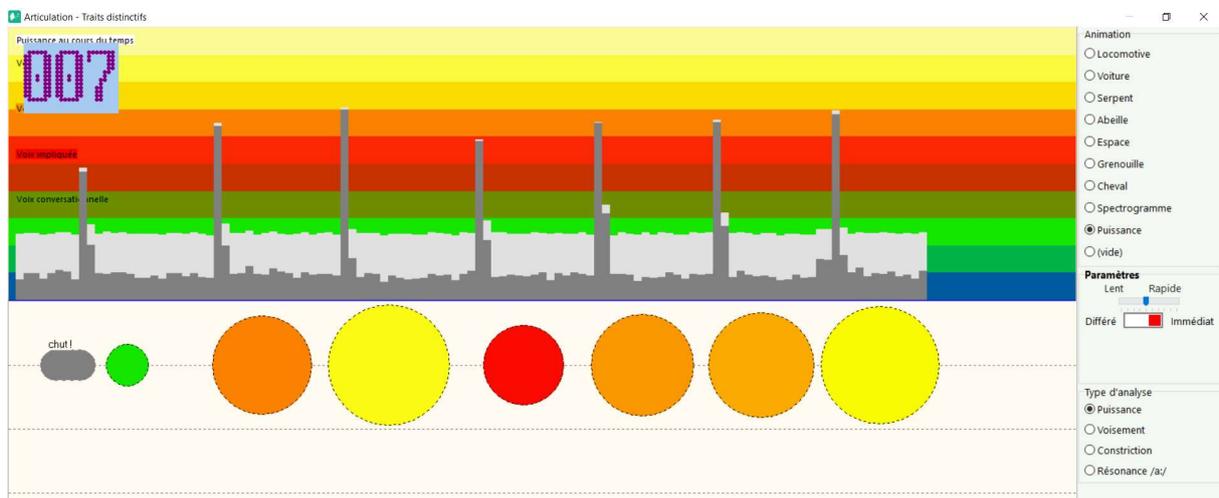


Figure 14 : Travail de la tonicité des occlusives avec feedback visuel la grosseur/couleur des ronds informe le patient de la qualité du processus d'occlusion. Le 3^{ème} et le 7^{ème} essai sont très bien réussis.

Travail de la diadococinésie et du contrôle du débit

Le contrôle des paramètres suprasegmentaux de la parole fait partie des axes de rééducation classiques des dysarthries [Lowit 2018] [Moya-Gallé 2021]. La fluence concerne notamment le débit et les pauses. Le travail va porter sur l'enchaînement de consonnes ou de voyelles à un rythme imposé par un métronome en introduisant des variantes de ralentissement ou d'accélération volontaire.

L'orthophoniste propose donc au patient des enchaînements de consonnes du plus simple au plus complexe. Les critères de complexité sont les suivants :

- Consonnes proches puis éloignées
- Processus de parole identiques ou différents
- Combinaison avec les voyelles neutres ou centrales puis avec les extrêmes vocaliques
- Passage de non-mots à des mots existants

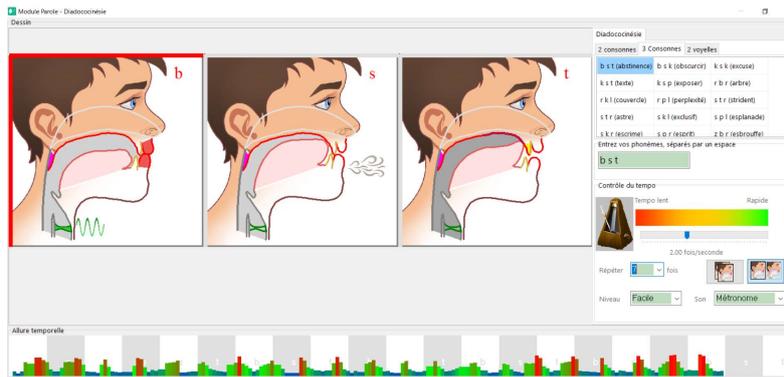


Figure 15 : Travail la coordination des processus de parole avec contrainte temporel et feedback visuel sous la forme d'un tempogramme en temps réel.

Le métronome permet de donner un cadre rythmique auditif. Il permet de contrôler le paramètre de régularité. Le tempogramme illustre à la fois le paramètre de régularité mais aussi de tonicité. Sur l'exemple de la figure 15, le patient se fatigue et cela se traduit par une perte de tonicité (bâtons verts uniquement au milieu). Il se mobilise de nouveau vers la fin et retrouve une tonicité encore meilleure qu'au début. Ce travail régulier de la diadochocinésie suivant une progression méthodique et adaptée permet de maintenir voire améliorer les capacités de coordination des différents processus de parole et de travailler la fluence de façon méthodique et ludique.

Travail de la nasalité

Dans le cas d'imprécisions vocaliques avérés sur le /an,on,in/ ou sur les consonnes nasales, le travail à conduire devra privilégier l'amplitude du mouvement du voile et sa réactivité dans la vitesse. Le travail des oppositions /a-an/, /au-on/ et /è-in/ permet de faire émerger les formants caractéristiques de la nasalité [Sicard 2021b], notamment la proéminence du /in/ par rapport au /è/ dans la zone de transition F1/F2, et du /è/ dans la zone F2-F3 (Figure 16). Cette distinction formantique contribuera à améliorer l'intelligibilité.

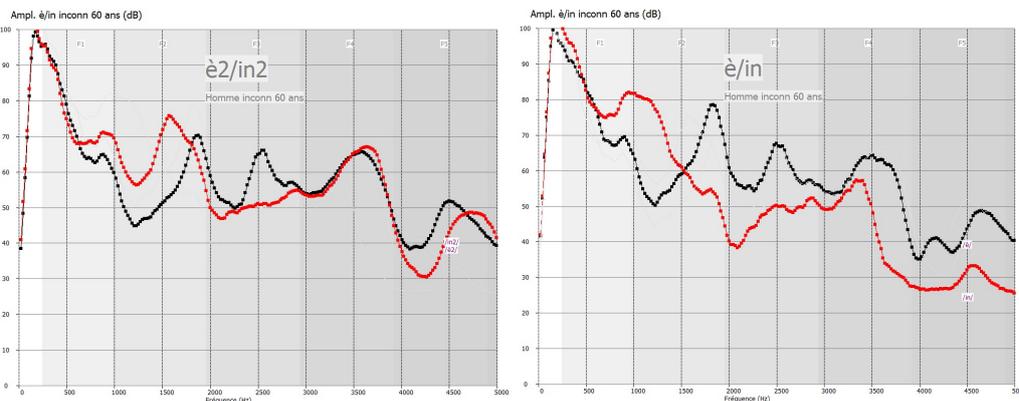


Figure 16 : Distinction faible entre opposition /è-in/ (à gauche) et beaucoup plus nette après des exercices ciblant le voile du palais (à droite).

Travail de la précision articulatoire sur des mots difficiles

Certains mots de la langue française sont particulièrement difficiles à prononcer car ils comportent des enchaînements de consonnes éloignées d'un point de vue articulatoire, sans consonne facilitatrice. Ces mots difficiles incluent comme par exemple /exquise/, /spectacle/, /texte/, /excuse/, etc. Pourtant certains mots sont à usage assez fréquent comme /calcul/, /barbe/, /ordinateur/, /écharpe/. Ils devront être privilégiés au détriment des mots peu usités.

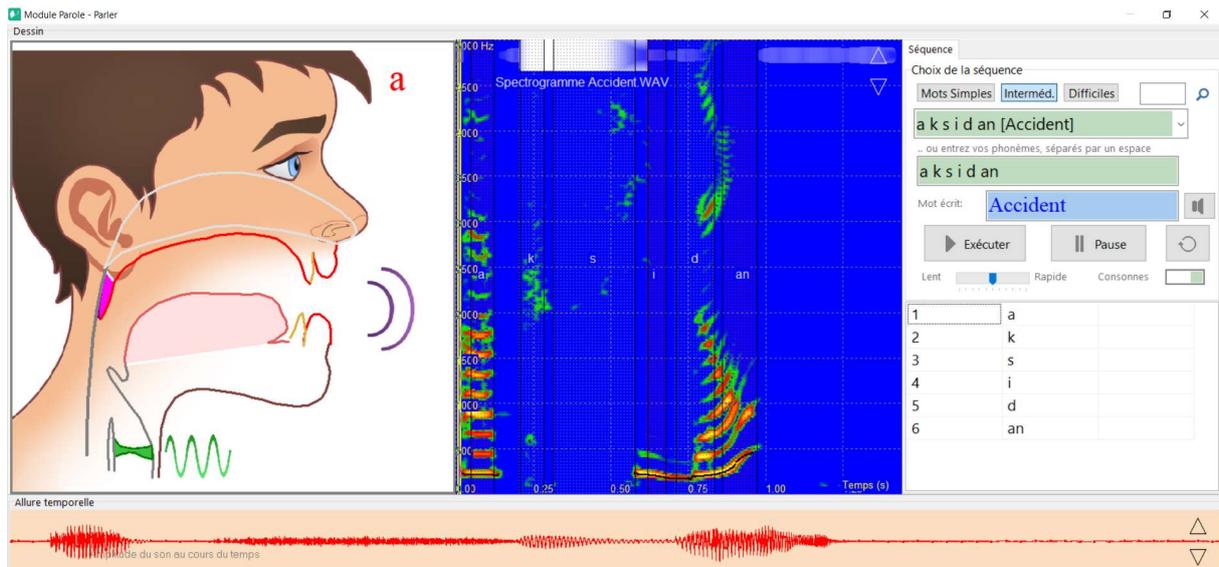


Figure 17 : Travail des mots complexes avec l'animation des mouvements de la parole synchronisés avec le spectrogramme. (Module Parole > Parler de DIADOLAB)

Les mouvements de la langue sont complexes avec des cibles et des trajectoires nécessitant une grande précision dans le contrôle du mouvement ainsi qu'une parfaite coordination de tous les processus de parole. Il est donc bénéfique d'introduire dans la séance un temps de travail sur des mots de complexité croissante tout en restant proche des préoccupations et centres d'intérêt du patient. Si ce dernier est passionné de pêche, le clinicien pourra proposer un travail sur tous les noms de poissons en ciblant ceux qui présentent une difficulté particulière : /espadon/, /brochet/, /truite/.

L'analyse spectrale permet de visualiser et analyser le mot tel qu'il est produit spontanément par le patient, que l'on peut comparer avec un enregistrement de référence (Figure 18). Le patient va prononcer le mot /accident/ et pourra comparer sa production avec celle de la prononciation standard. Le clinicien soulignera ce qui est conforme et pointera les éléments pouvant être améliorés, tels qu'une plosive plus tonique ou une voyelle plus énergétique. Le cadre temporel est imposé par l'étroitesse de la fenêtre. Le degré de contamination sera interprétable sur l'allure temporelle.

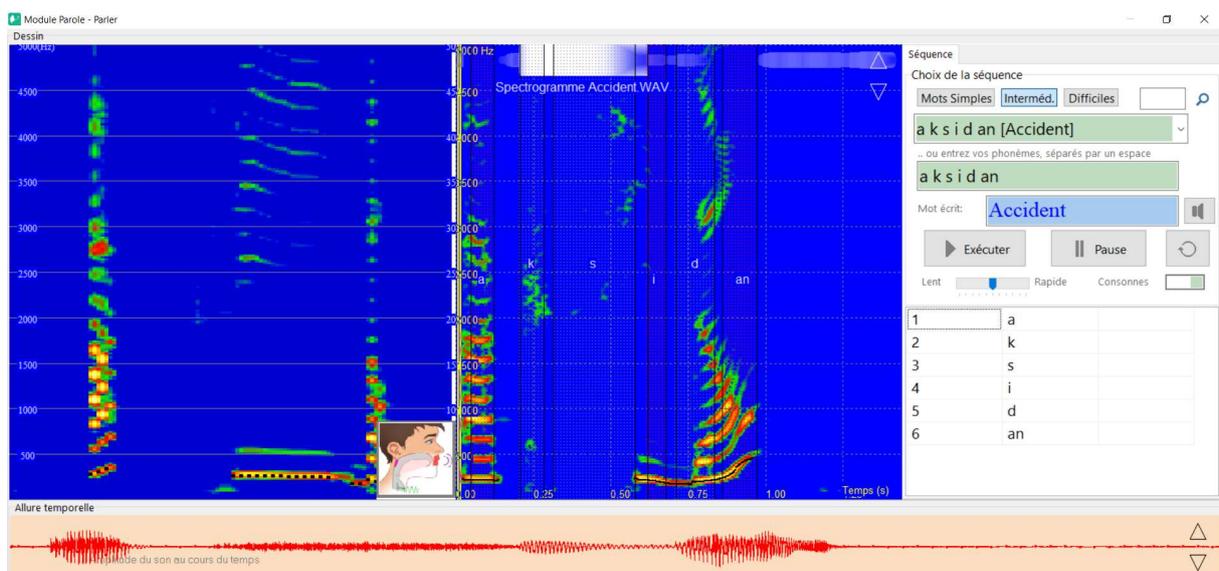


Figure 18 : Travail spécifique de précision articulatoire sur des mots difficiles. Ici le mot « accident » pré-enregistré et segmenté (à droite) servant de modèle et la réalisation du patient en temps réel à gauche.

Travail des praxies dissociées

La perte d'intelligibilité est associée à deux phénomènes sur le plan strictement articulatoire. Les mouvements dits syncinésiques (un mouvement entraîne un autre) et la réduction de l'amplitude du mouvement. Lorsqu'on analyse par segmentation spectrale les corpus de parole dysarthrique, on observe des contaminations allant jusqu'aux substitutions : occlusives substituées en constrictives, sourdes en sonores [Duez 2007] [Antolik 2013] [Daoudi 2021]. Il existe un continuum entre coarticulation, contamination et substitution. Un phonème substitué peut ne pas nuire à l'intelligibilité en contexte où s'il s'agit d'un mot existant mais peut induire une confusion s'il s'agit d'un mot entendu pour la première fois ou un mot connu mais hors contexte.

Le travail des praxies dissociées permet de ne pas négliger les mouvements amples impliqués dans la déglutition, l'aération tubo-tympanique, l'efficacité de la toux et des mouvements plus fins de la parole. Faire faire des praxies dissociées permet de réduire les syncinésies et donc les risques de contamination des phonèmes entre eux. Il est demandé au patient de mobiliser lentement puis plus vite les lèvres sans bouger la langue ou la mâchoire, ouvrir ou fermer la mâchoire en gardant la pointe de la langue collée aux alvéoles du palais, tout en s'assurant de l'absence de mouvements non désirés. La praxie dissociée sera réalisée lentement puis plus vite (Figure 19).



Figure 19 : Visualisation du mouvement à réaliser lentement puis plus vite- le patient se modélise sur la tête animée (Articulation > Praxies de DIADOLAB).

Le patient est encouragé à commenter lui-même les résultats de ce qu'il produit. L'orthophoniste veillera à laisser cet espace-temps d'entraînement, de compréhension et d'analyse proprioceptive pour que celui-ci acquiert confiance, estime de lui et motivation. Cela permet au patient de transférer plus volontiers le travail en situation spontanée.

Les orthophonistes remarquent que les patients sont particulièrement satisfaits et curieux de voir leurs productions qu'il s'agisse de la voix ou de la parole. Ils sont en général très demandeurs de comprendre les analyses faites en bilan et de savoir dès le début quels vont être les axes thérapeutiques qui en découlent. Avoir une feuille de route précise, une méthodologie formalisée rassure aussi le clinicien qui gagnera en efficacité. Dans les cabinets généralistes, les orthophonistes sont amené(e)s à accompagner des patients dont la pathologie ne fait pas forcément partie de leur domaine de prédilection. Pourtant, certains patients peuvent rentrer dans le cadre des prises en charge d'urgence, par exemple à cause de la problématique d'une déglutition peu efficace. La notion d'urgence de prise en soin est à prendre en considération et ce d'autant que les cabinets situés en zone de désert médical ont parfois de longs mois d'attente. Le travail rigoureux, intensif et méthodique de la précision articulatoire, du cadre mélodico-rythmique et du contrôle phono-articulatoire assurera une prise en soin de qualité dans une démarche probante.

Suivi de cas par formation distancielle individuelle

Ayant fait le constat d'un manque d'aide au suivi des orthophonistes souvent démunies devant des cas cliniques complexes, nous avons mis en place une solution innovante, entièrement à distance en utilisant la plateforme Zoom™ avec partage d'écran et contrôle à distance [Menin-Sicard 2022b]. L'orthophoniste soumet un cas en ayant préparé les enregistrements et nous analysons ensemble les résultats des analyses. Cela suppose que le clinicien maîtrise l'enregistrement et le protocole tel que décrit dans [Menin-Sicard 2019], afin que les enregistrements soient exploitables.

Nous validons tout d'abord la segmentation et guidons l'orthophoniste dans l'interprétation des altérations. Une double lecture des données, mesures et images spectrales des échantillons permet de s'affranchir des biais de familiarité/attachement au patient. Nous suivons la méthodologie de segmentation décrite dans [Menin-Sicard 2020]. Nous analysons ensuite les mesures de prosodie ainsi que les indicateurs de diadococinésie afin de s'assurer de la cohérence des résultats. Une fois les données objectives vérifiées, analysées et commentées, nous corrélons ces données avec les résultats de l'auto-évaluation et les données anamnésiques et médicales.

Nous proposons une aide à la rédaction des interprétations dans la fiche de synthèse puis nous réfléchissons ensemble aux axes thérapeutiques les plus pertinents pour ce patient en fournissant un guide méthodologique. Cette solution d'échange direct et personnalisé rassure les orthophonistes face à des cas difficiles ou rares et celles-ci se sentent plus assurées face à des pathologies qu'elles ne rencontrent que rarement.

L'accès à de nombreux articles que nous avons rédigé dans le cadre des activités de recherche de l'ERU 46 « Parole Pathologique » du laboratoire LURCO/UNADREO sont en accès libre, les rapports d'activité sont en ligne depuis la page de l'équipe de recherche [LURCO 2022]. Ces publications fournissent des synthèses des avancées de la science, ce qui représente un gain de temps significatif pour accéder aux données et méta-analyses issues des pratiques probantes.

Des guides de bonne pratique sous la forme d'une quinzaine de fiches thérapeutiques (telles que celle sur la prise en charge de la Maladie de Parkinson [Menin-Sicard 2019]) peuvent éviter des tâtonnements voire des errances thérapeutiques, en focalisant l'attention sur les éléments essentiels en lien avec une pathologie donnée. Les fiches les plus pertinentes sont transmises à l'orthophoniste en fonction des types de pathologies abordées lors des sessions de formation distancielle individualisée.

L'accompagnement des cliniciens en formations ou accompagnement individuelle à distance est une perspective d'avenir qui devrait être amenée à se généraliser dans de nombreux domaines de la prise en charge orthophonique.

Conclusion

Dans cet article, nous avons décrit différentes approches rééducatives de la dysarthrie. Nous avons donné les grandes lignes des différentes méthodes proposées, en mettant en avant le travail de la voix et de la parole avec une progression plus ou moins contrainte et adaptable aux besoins du patient. Nous avons posé un cadre général et donné une liste de conseils dans le but de soutenir la motivation et l'estime de soi du patient, souvent désireux de progresser mais malheureusement affecté par différents troubles en lien avec la dysarthrie.

Nous avons décrit l'approche par processus hiérarchisés en illustrant nos propos puis nous précisons la méthodologie et la progression. Une séance type de 45 minutes a été proposée et commentée. Nous avons ensuite abordé les outils de feedback visuel des logiciels VOCALAB et DIADOLAB conçus pour

fournir un contrôle interactif permettant de soutenir la motivation du patient. Enfin, nous avons souligné l'intérêt de suivis de cas de patients grâce à des formations distancielles ciblées et individualisées.

A propos des auteurs



Etienne SICARD est professeur à l'INSA Toulouse en électronique, informatique et traitement du signal. Il est directeur de recherches de l'équipe ERU 46 sur la parole pathologique au Laboratoire LURCO de l'UNADREO. Il a été chercheur associé à l'IRIT dans le cadre des projets ANR C2SI (Cancer ORL) et Voice4PD (Syndromes Parkinsoniens). Etienne SICARD est co-auteur des logiciels VOCALAB et DIADOLAB pour le bilan et la rééducation orthophonique de la voix et la parole, ainsi que MICROWIND et IC-EMC en lien avec les circuits intégrés. Il a co-écrit une vingtaine d'ouvrages et plus de 300 publications scientifiques dans le domaine de l'analyse de la voix et parole, des circuits intégrés, et de la compatibilité électromagnétique. Il a été nommé en 2006 *Distinguished Lecturer* de la société savante IEEE.

Site : www.etienne-sicard.fr

Email : etienne.sicard@insa-toulouse.fr



Anne MENIN-SICARD est orthophoniste et titulaire d'un master recherche en Sciences du langage de l'université de Grenoble. Elle a exercé en libéral à Toulouse de 1994 à 2015. Anne MENIN-SICARD est co-auteur des logiciels VOCALAB et DIADOLAB.

Dans le cadre de AMS Formation, elle organise et anime des formations aux orthophonistes sur le bilan et la prise en charge de la voix et parole pathologique. Elle a fondé en 2019 Opop, pour la formation en ligne personnalisée à destination des orthophonistes. Chercheuse associée à l'ERU 46 du LURCO, elle développe des outils de mesures objectives et de rééducation de la parole en lien avec le logiciel DIADOLAB. Elle est auteur d'un ouvrage sur l'évaluation objective de la voix ainsi que de nombreuses publications dans le domaine de la voix et de la parole pathologique.

Site : <https://www.formationsvoixparole.fr>

Email : anne.sicard2@orange.fr

Références

[Antolík 2013] Antolík, T., & Fougeron, C. (2013, August). Consonant distortions in dysarthria due to Parkinson's disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Cerebellar Ataxia. In Interspeech 2013.

[Auzou 2009] Auzou, P. (2009). Définition et classifications des dysarthries. Rééducation orthophonique, 47(239), 31-42.

[Barbera & Frenay 2016] Barbera, O., Frenay, C. (2016). Acquisition d'une population adulte tout venant pour la caractérisation de l'évolution de la voix au cours du vieillissement par le logiciel VOCALAB : questionnement des limites entre pathologie et normalité. Mémoire d'orthophonie Université de Lyon.

[Daoudi 2021] Daoudi, K., (2021, August). Distortion of voiced obstruents for differential diagnosis between parkinson's disease and multiple system atrophy. In INTERSPEECH 2021.

[Duez 2007] Duez, D. (2007, August). Acoustic analysis of occlusive weakening in Parkinsonian French speech. In International Congress of Phonetic Sciences (pp. 1-4). Université de Saarebrücken.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00244491>

[Duffy 2019] Duffy, J. R. (2019). Motor speech disorders e-book: Substrates, differential diagnosis, and management. 4th edition. Elsevier Health Sciences.

[Ferrand 2002] Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. Journal of voice, 16(4), 480-487.

[Fox 2012] Fox, C., Ebersbach, G., Ramig, L., & Sapiro, S. (2012). LSVT LOUD and LSVT BIG: behavioral treatment programs for speech and body movement in Parkinson disease. *Parkinson's disease*, 2012.

[Goy 2013] Goy, H., Fernandes, D. N., Pichora-Fuller, M. K., & van Lieshout, P. (2013). Normative voice data for younger and older adults. *Journal of Voice*, 27(5), 545-555.

[HAS 2016]. HAS (2016). Service évaluation de la pertinence des soins et amélioration des pratiques et des parcours - Guide du parcours de soins – Maladie de Parkinson <https://www.has-sante.fr> > Parkinson

[Leveque 2017] Lévêque, N. (2017). Efficacité de la méthode Lee Silvermann Voice Treatment (LSVT™) : revue de littérature. In *Efficacité des thérapies*, Gatignol, P. & Rousseau, T., Ortho-éditions. pp. 341-364

[Lowit 2018] Lowit, A., Marchetti, A., Corson, S., & Kuschmann, A. (2018). Rhythmic performance in hypokinetic dysarthria: Relationship between reading, spontaneous speech and diadochokinetic tasks. *Journal of communication disorders*, 72, 26

[Lurco 2022] <https://www.unadreo.org/lurco/les-erus-en-detail/eru-46-parole/eru-46-presentation-generale/> [Consulté le 24/02/2022]

[Menin-Sicard 2019] Menin-Sicard, A. (2019). Fiche thérapeutique N°4 - 10 idées pour comprendre et aider nos patients atteints de la maladie de Parkinson idiopathique - <https://sante.gerip.com>

[Menin Sicard 2019b] Menin-Sicard, A., Sicard, E. (2019). Méthodologie d'évaluation objective de la phonologie, de la fluence et de la prosodie : vers un bilan rapide à destination des orthophonistes. Journées de Phonétique Clinique, Mons, Belgique, Mai 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02127039>

[Menin-Sicard 2021] Menin-Sicard, A., Sicard, E., Grenier, C., Bardelang, T., Michel, S. (2021). Méthodologie de la segmentation pour l'évaluation objective des compétences phonologiques avec DIADOLAB3. Rapport de recherches LURCO/UNADREO, INSA Toulouse. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03149560>

[Menin-Sicard 2022] Menin-Sicard, A., Sicard, E. (2022). Le bilan de la dysarthrie assisté par VOCALAB et DIADOLAB. Rapport de Recherches LURCO/UNADREO, INSA-Toulouse. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03546249>

[Menin-Sicard 2022b] <https://www.formationsvoixparole.fr/distanciel/> [Consulté le 24/02/2022]

[Moya-Gale 2021] Moya-Galé, G., (2021). Speech treatment effects on narrative intelligibility in French-speaking children with dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1-15.

[McNeil 2009] McNeil, M. R. (2009). *Clinical management of sensorimotor speech disorders*. 2nd edition. Thieme. New-York. ISBN 978-1-58890-514-7

[Palmer & Enderby 2007] Palmer, R., & Enderby, P. (2007). Methods of speech therapy treatment for stable dysarthria: A review. *Advances in Speech Language Pathology*, 9(2), 140-153.

[Pinto 2010] Pinto, S., Ghio, A., Teston, B., & Viallet, F. (2010). La dysarthrie au cours de la maladie de Parkinson. Histoire naturelle de ses composantes: dysphonie, dysprosodie et dysarthrie. *revue neurologique*, 166(10), 800-810.

[Pontes 2005] Pontes, P., Brasolotto, A., & Behlau, M. (2005). Glottic characteristics and voice complaint in the elderly. *Journal of Voice*, 19(1), 84-94.

[Menin-Sicard 2019] Menin-Sicard, A., Sicard, E. (2019). DIADOLAB 3 - Logiciel d'évaluation et de rééducation de la parole - Manuel d'utilisation. 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02073314>

[Menin-Sicard 2021] Menin-Sicard, A., Sicard, E., Grenier, C., Bardelang, T., Michel, S. (2021). Méthodologie de la segmentation pour l'évaluation objective des compétences phonologiques avec DIADOLAB3. Rapport de recherches LURCO/UNADREO. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03149560>

[Ramig 2001] Ramig, L. O., Sapir, S., Fox, C., & Countryman, S. (2001). Changes in vocal loudness following intensive voice treatment (LSVT®) in individuals with Parkinson's disease: A comparison with untreated patients and normal age-matched controls. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 16(1), 79-83.

[Robert 2009] Robert, D., & Spezza, C. (2009). Bilan d'une dysphonie neurologique. *Rééducation orthophonique*, 47(239), 57-70.

[Robertson & Thomson 1984] Robertson, S. J., & Thomson, F. (1984). Speech therapy in Parkinson's disease: a study of the efficacy and long term effects of intensive treatment. *British Journal of Disorders of Communication*, 19(3), 213-224.

[Robertson & Thomson 1999] Robertson, S.J., Thomson, F. (1999). Réduquer les dysarthries. Traduit

[Rolland-Monnoury 2013] Rolland-Monnoury, V., Auzou, P. (2013). Prise en charge des dysathries. Tome 4 : Les approches thérapeutiques en orthophonie. Ortho édition, 2013. ISBN 978-2 36235-052-8, pp. 9-36.

[Sabadell 2018] Sabadell, V., Tcherniack, V., Michalon, S., Kristensen, N., & Renard, A. (2018). Pathologies neurologiques: bilans et interventions orthophoniques. De Boeck Supérieur.

[Sapir 2007] Sapir, S., Spielman, J. L., Ramig, L. O., Story, B. H., & Fox, C. (2007). Effects of intensive voice treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on vowel articulation in dysarthric individuals with idiopathic Parkinson disease: acoustic and perceptual findings.

[Sicard 2020] Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2020). La diadococinésie et son application en orthophonie clinique. Rapport de recherches LURCO/UNADREO. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02512856>

[Sicard 2021] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2021). Analyse acoustique de la prosodie dans le cadre de la clinique orthophonique. Rapport de recherches LURCO/UNADREO. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03177645>

[Sicard 2021b] Sicard, E., Menin-Sicard, A., Rousteau, G., Michel, S. (2021). Profils types des oppositions orales-nasales dans le contexte de la rééducation orthophonique. Rapport de recherches LURCO/UNADREO. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03131029>

[Stemple 2005] Stemple, J. C. (2005, May). A holistic approach to voice therapy. In *Seminars in Speech and Language* (Vol. 26, No. 02, pp. 131-137). Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA.

[Verdolini 1995] Verdolini-Marston, K., Burke, M. K., Lessac, A., Glaze, L., & Caldwell, E. (1995). Preliminary study of two methods of treatment for laryngeal nodules. *Journal of Voice*, 9(1), 74-85.

[Yuan 2020] Yuan, F., G(2020). Lee Silverman Voice Treatment for dysarthria in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Neurology*, 27(10), 1957-1970.