



HAL
open science

Entraînement de la coordination respiration-parole en apprentissage de la lecture assistée par ordinateur

Delphine Charuau, Andrea Briglia, Erika Godde, Gérard Bailly

► To cite this version:

Delphine Charuau, Andrea Briglia, Erika Godde, Gérard Bailly. Entraînement de la coordination respiration-parole en apprentissage de la lecture assistée par ordinateur. JEP-TALN-RECITAL 2024 - 35èmes Journées d'Études sur la Parole (JEP 2024) 31ème Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN 2024) 26ème Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues (RECITAL 2024), Jul 2024, Toulouse, France. pp.351-360. hal-04623086

HAL Id: hal-04623086

<https://inria.hal.science/hal-04623086v1>

Submitted on 1 Jul 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Entraînement de la coordination respiration-parole en apprentissage de la lecture assistée par ordinateur

Delphine Charuau¹ Andrea Briglia¹ Erika Godde² Gérard Bailly¹

(1) GIPSA-Lab, Univ. Grenoble-Alpes, 11, rue des Mathématiques 38400 St Martin d'Hères

(2) LEAD, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 11, Esplanade Erasme 21000 Dijon

delphinecharuau@gmail.com, gerard.bailly@gipsa-lab.fr,

erika.godde@u-bourgogne.fr

RÉSUMÉ

Cette étude vise d'une part, à identifier les indices respiratoires pouvant être considérés comme la signature de l'amélioration de la fluence, et d'autre part, à examiner les effets de l'entraînement de lecture assistée par ordinateur sur la progression de la coordination respiration/parole. 66 élèves (CE2-CM2) ont été répartis en trois groupes selon le mode d'entraînement suivi : contrôle, entraînement avec surlignage par mot et entraînement avec soulignage par groupe de souffle. Tous ont été enregistrés avant (pré-test) et après trois semaines d'entraînement de lecture assistée (post-test) lors de la lecture d'un texte entraîné et d'un autre non-entraîné. Les résultats indiquent que la planification respiratoire et la gestion des pauses est améliorée sur un texte entraîné. Toutefois, il n'y a pas de transfert significatif de ces améliorations sur le texte non-entraîné.

ABSTRACT

Breathing-speech coordination training in computer-assisted reading

This study aims, on one hand, to identify respiratory indicators that could be considered as the hallmark of fluency improvement, and on the other hand, to examine the effects of computer-assisted reading training on the progression of respiratory/speech coordination. 66 students (grades 3-5) were divided into three groups according to the training mode they followed : control, training with word highlighting, and training with breath group highlighting. All students were recorded before (pre-test) and after three weeks of computer-assisted reading training (post-test) while reading both a trained and an untrained text. The results of this study indicate that respiratory planning and pause management are improved on a trained text. However, there is no significant transfer of these improvements to the untrained text.

MOTS-CLÉS : Pauses, Coordination respiration-parole, Prosodie, Lecture assistée par ordinateur.

KEYWORDS: Pauses, Speech breathing coordination, Prosody, Computer-assisted reading.

1 Introduction

La fluence en lecture est traditionnellement mesurée comme le nombre de mots correctement lus par minute, faisant de la capacité de décodage et de la vitesse de parole les indicateurs-clés de la compétence en lecture (Breznitz, 2012). Or cette approche de la fluence fait totalement abstraction d'un aspect crucial de la lecture : la prosodie. La prosodie, qui englobe le rythme, le phrasé, les variations d'intonation, joue un rôle significatif dans la compréhension du texte. Des études ont montré que la prosodie en lecture, non seulement facilite la compréhension du texte par l'auditeur,

mais reflète également la bonne compréhension du texte par le lecteur lui-même, soulignant ainsi l'importance de la manière dont les mots sont lus (Rasinski, 2004; Schwanenflugel *et al.*, 2004).

Dans cette perspective, notre étude se concentre sur le développement de la coordination respiration-parole chez l'enfant, et à son impact sur le phrasé des enfants dans un contexte de lecture assistée par ordinateur basée sur le principe du karaoké. Cette méthode, combinant les bénéfices de la lecture chorale et de la lecture répétée, a déjà démontré son efficacité dans l'apprentissage d'une langue seconde (Luo *et al.*, 2008; Webb & Chang, 2012).

L'objectif de notre travail est double. Il s'agit, d'une part, d'analyser la coordination entre la respiration et la parole dans ce contexte particulier de la lecture assistée par ordinateur, afin d'identifier des indices respiratoires qui pourraient être considérés comme la signature d'une amélioration de la fluence, et d'autre part, d'examiner les effets d'un entraînement spécifique de la coordination respiration/parole par lecture assistée. En examinant la manière dont les enfants respirent pendant la lecture karaoké, et la manière dont cela influence leur phrasé, nous cherchons à comprendre les bénéfices de ce mode de lecture sur le développement des *patterns* respiratoires et leur contribution à l'amélioration de la compétence en lecture.

2 État de l'art

Lors de la lecture à haute voix, le contrôle de la respiration influe fortement sur le rythme et le phrasé.

La délimitation des unités du discours dépend du placement des pauses et de leur durée, au même titre que l'intonation ou l'allongement de certaines syllabes. En lecture, les prises de souffle sont majoritairement réalisées aux frontières des unités syntaxiques (Winkworth *et al.*, 1994). L'organisation des pauses dépend de la structure du texte : les pauses respiratoires sont plutôt réalisées à la fin des paragraphes, puis des phrases, tandis que les pauses non-respiratoires sont plutôt localisées aux frontières des syntagmes (Grosjean & Collins, 1979; Conrad *et al.*, 1983). Les textes fournissent des indices visuels favorisant la planification de la respiration et des pauses, notamment via les espaces et ponctuations. La lecture en ligne fait donc appel à la capacité des lecteurs à anticiper les signes de ponctuation comme indicateur de pauses, et à leur maîtrise de la structure syntaxico-sémantique du texte, pour la réalisation des pauses.

Compte tenu du lien étroit entre la respiration et le phrasé en lecture, il est important de prendre en considération le développement de ces aspects chez les apprenants. L'étude transversale récente menée par Godde *et al.* (2022) révèle une évolution significative dans la gestion des pauses pendant les premières années d'apprentissage de la lecture. Les résultats indiquent que les enfants de CE1 et CE2 ont un ratio plus élevé de pauses agrammaticales par rapport au nombre total de pauses, en comparaison à ceux des groupes de niveaux scolaires plus avancés (CE1 = 32% ; CE2 = 44% ; CM1-5^e = 20%). Cette proportion diminue progressivement à partir du CM1 jusqu'à la 5^e, bien qu'elle reste tout de même supérieure à celle observée chez les adultes (6%), suggérant un processus de développement continu. Ainsi, la maîtrise du placement des pauses semble être un aspect dynamique de l'apprentissage de la lecture, évoluant progressivement vers des modèles similaires à ceux des adultes au fil du temps. Ces résultats soulignent que, bien que la majorité des pauses chez l'enfant se situent aux frontières des unités syntaxiques (Lalain *et al.*, 2012), les enfants débutant l'apprentissage de la lecture produisent un nombre significatif de pauses agrammaticales, dues à des erreurs de décodage et à une absence de planification de la respiration et des pauses. Toutefois, avec l'amélioration des compétences en lecture, une diminution de ces pauses agrammaticales devrait être observée, reflétant ainsi une plus grande fluidité dans la lecture au fur et à mesure du développement de ces compétences.

Le placement des pauses est également déterminé par la coordination entre la respiration et la parole. Cette coordination se développe progressivement entre 4 et 10 ans (Hoit *et al.*, 1990; Boliek *et al.*, 2009), marquant une transition significative vers des modèles respiratoires plus matures vers l'âge de 7 à 8 ans (Hoit *et al.*, 1990). Les enfants de 7 ans et moins reprennent leur souffle à des intervalles plus fréquents que les enfants plus âgés, compensant ainsi de plus petites capacités respiratoires (Russell & Stathopoulos, 1988). Ils ont également recours à leur volume expiratoire de réserve pour conclure les groupes de souffle (Boliek *et al.*, 2009; Stathopoulos & Sapienza, 1997), ce qui suggère un manque de maturité de la planification de la respiration pour la parole. De plus, la dépense d'air par syllabe est particulièrement élevée chez les jeunes enfants, ce qui, combinée à un rythme de parole plus lent, conduit à un nombre réduit de syllabes par groupe de souffle. Ces caractéristiques ont un impact sur la fluidité de la lecture, car les interruptions fréquentes dans le flux de parole peuvent compromettre la fluence de la lecture. Toutefois, il a été montré que les enfants exploitent davantage les frontières entre les séquences syntaxiques pour reprendre leur souffle, là où les adultes produiraient une pause silencieuse démarcative (Charuau *et al.*, 2022). À mesure que les enfants grandissent, leurs stratégies respiratoires s'affinent progressivement, se rapprochant des modèles observés chez les adultes entre 10 et 14 ans (Hoit *et al.*, 1990). Ce développement de la coordination entre la respiration et la parole se produit en parallèle du développement des compétences en lecture, suggérant que certains paramètres respiratoires pourraient servir de solides indicateurs de la fluence.

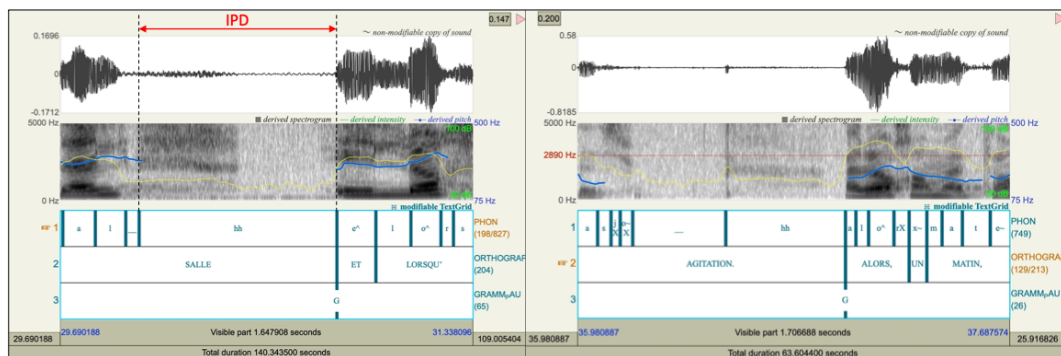


FIGURE 1 – Illustrations d'un IPD typique de l'enfant primo-lecteur (à gauche), et de celui d'un adulte (à droite).

L'un des indices de la coordination respiration/parole auquel nous portons une attention particulière est l'*inhalation-to-phonation delay* (IPD). Cette mesure, qui représente l'intervalle entre le début du bruit d'inspiration et le début de la phonation, évolue de manière significative au cours de la croissance. La pause respiratoire n'est pas entièrement dédiée à l'inspiration : cette dernière est précédée d'une phase de pré-inspiration, représentant environ 28% de la pause, et parfois suivie d'une phase post-inspiration (Grosjean & Collins, 1979). Chez l'adulte, il n'y a pas de post-inspiration : l'inspiration intervient généralement à la fin de la pause (Fig. 1), *juste à temps* avant de reprendre la phonation sans maintenir une pression sous-glottique élevée trop longtemps. L'IPD moyen d'un adulte est d'environ 400 ms (Godde *et al.*, 2022). À la différence des adultes, les enfants tendent à reprendre leur souffle juste après la fin de phonation, suggérant une respiration *en urgence*, se caractérisant par une pré-inspiration très courte, et une phase post-inspiratoire significativement longue. L'étude de Godde *et al.* (2022) montre que l'IPD est significativement plus élevé chez les élèves de CE1 (durée moyenne = 529 ms), par rapport aux adultes et aux enfants de CE2 à la 5^e. À partir du CE2, l'IPD décroît significativement et progressivement en fonction du niveau scolaire, jusqu'à se rapprocher

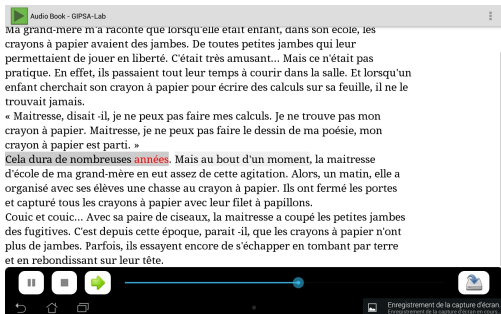
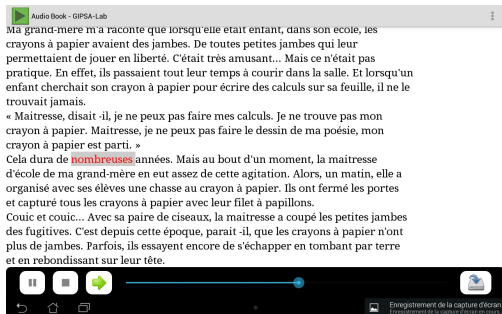


FIGURE 2 – Illustration de la lecture assistée par ordinateur avec un surlignage par mot (à gauche) et un surlignage par mot et groupes de souffle courant et suivant (à droite).

d'un IPD similaire à celui des adultes. L'un des objectifs de la lecture assistée par ordinateur vise à aider les enfants à planifier leur respiration, et à décaler la prise d'inspiration vers la fin de la pause.

3 Évaluation subjective de la fluence dans un contexte de lecture assistée par ordinateur (Godde *et al.*, 2019)

3.1 Lecture assistée par ordinateur

L'expérience a été menée à l'aide de l'application de lecture karaoké RAKE (Reading Assistance by Karaoke). Cette application offre un entraînement audio-visuel à la lecture, permettant à l'utilisateur de lire tout en écoutant (Bailly & Barbour, 2011). Équipé d'un casque, le locuteur entend un lecteur expert lire le texte affiché à l'écran, tout en voyant le texte mis simultanément en surbrillance. Deux niveaux de surbrillance sont étudiés ici : le mot seul *vs.* le mot et les groupes de souffle courant et suivant (Fig. 2). L'entraînement consiste à lire le texte à haute voix tout en se synchronisant avec la voix du lecteur expert.

L'apprenti lecteur bénéficie d'un entraînement visuel et auditif explicite, avec un surlignage progressif du texte pour guider la respiration et le placement des pauses et un modèle prosodique fourni par le lecteur expert. Le surlignage par groupe de souffle vise à aider les apprentis lecteurs à anticiper les prises de souffle et à les placer aux frontières syntaxiques. Le modèle donné par le lecteur expert permet la progression en termes de phrasé, d'expressivité et de vitesse, en imitant une distribution experte des pauses et une intonation appropriée.

Ce type d'entraînement favorise un apprentissage implicite grâce à une lecture chorale (*close-shadowing*), où l'apprenti suit de près le lecteur expert, avec un délai très court, typiquement une centaine de ms (Bailly, 2001). Ceci vise à un transfert implicite de compétences motrices, notamment en ce qui concerne la respiration. De plus, la lecture répétée et variée favorise l'amélioration de la fluence et l'apprentissage des compétences de lecture telles que la vitesse et la prosodie (Rasinski, 1990).

3.2 Protocole expérimental

97 élèves de classes de CE2, CM1 et CM2, provenant de 9 classes réparties dans 2 écoles élémentaires de l'agglomération de Grenoble, ont été sélectionnés pour participer à cette étude. À la suite de pré-tests, 8 élèves de chaque classe ont été sélectionnés selon leur profil de lecture. Ces élèves ont atteint un niveau de décodage satisfaisant et affichent tous une vitesse de lecture comprise entre 90 et 130 mots par minute. Leur prosodie a été évaluée selon l'échelle de fluence multidimensionnelle de [Rasinski \(2004\)](#), adaptée au français par [Godde et al. \(2021\)](#), avec un score de 2 sur 4 en vitesse, et inférieur à 3 en phrasé. Les élèves ayant manqué deux séances d'entraînement ou plus, ainsi que ceux ayant manqué la phase de pré- ou de post-test, ont été exclus de l'étude. Au total, 66 élèves (âge : 9 ans 3 ± 17 mois) ont été inclus dans notre étude.

Ces 66 élèves ont été répartis de manière aléatoire en 3 groupes selon le mode d'entraînement suivi :

- Un groupe contrôle ne suivant pas d'entraînement avec une lecture assistée par ordinateur (C);
- Un groupe utilisant uniquement un surlignage des mots (M);
- Un groupe bénéficiant d'un surlignage par groupe de souffle (S).

Chaque élève des groupes expérimentaux (M et S) participe à 9 séances de 20 minutes sur l'application RAKE en utilisant le type de surlignage correspondant à son groupe. Les séances d'entraînement se déroulent en petits groupes de 8 participants, pendant les heures de classe, sous la supervision d'un chercheur. Au cours de chaque séance, les élèves lisent à haute voix le même texte à 3 reprises. Le programme d'entraînement se déroule sur 3 semaines, avec 3 séances par semaine, et chaque semaine, un nouveau texte (A, B, C) est introduit. En pré-test et post-test, les enfants sont enregistrés sur 4 textes, 3 sur lesquels ils ont été entraînés (A, B, C), et un pour lequel ils ne l'ont pas été (D). Nos analyses portent sur la lecture d'un texte entraîné (A) et le texte non entraîné (D).

3.3 Résultats de l'évaluation subjective par l'échelle multidimensionnelle de fluence adaptée au français

L'évaluation subjective de la fluence a été menée par trois évaluateurs, tous chercheurs, qui ont respecté le protocole décrit dans l'article de [Godde et al. \(2019\)](#). L'évaluation a été réalisée durant la première minute d'écoute de la lecture. Quatre critères ont été évalués à l'aide de l'échelle multidimensionnelle de fluence adaptée au français ([Godde et al., 2021](#)) : l'expressivité, le phrasé, le décodage et la vitesse.

Pour le texte A, le score total de fluence sur 16 est significativement amélioré entre les pré- et post-tests pour les groupes S et M (pre : M = 2.7 ± 0.5 ; S = 2.7 ± 0.5 ; post : M = 3.4 ± 0.4 ; S = 3.6 ± 0.5 ; $p < 0.001$), mais pas pour le groupe C, dont le score reste approximativement à 3 dans les deux phases (pre = 3 ± 0.6 ; post = 3.2 ± 0.5). En entrant dans le détail des dimensions, les résultats révèlent une augmentation significative des scores de phrasé pour les mêmes groupes (pre : M = 10 ± 2 ; S = 9.7 ± 1.5 ; post : M = 13.2 ± 1.2 ; S = 13.7 ± 1.6 ; $p < 0.001$).

Lors de la lecture du texte D, une progression significative du score de fluence total est observée pour tous les groupes, y compris le groupe contrôle (C : pre = 10.4 ± 2.3 ; post = 12.1 ± 1.8 ; $p < 0.05$; M : pre = 9.8 ± 2.1 ; post = 11.8 ± 1.8 ; $p < 0.01$; S : pre = 9.4 ± 1.9 ; post = 12 ± 1.3 ; $p < 0.001$). Pour ce même texte, le phrasé s'améliore entre les phases pré- et post-test pour les groupes S et M, passant respectivement d'un score de 2.6 ± 0.6 à 3.1 ± 0.3 ($p < 0.01$) et de 2.8 ± 0.6 à 3.1 ± 0.5 ($p < 0.05$). En

revanche, aucun effet n'est observé pour le groupe C, dont le score stagne autour de 3 (pre = 3 ± 0.5 ; post = 3.2 ± 0.4). Il convient de noter qu'une baisse de la variabilité est observée sur les groupes entraînés durant la lecture post-test. Enfin, la différence de niveau de surbrillance (M et S) ne présente d'effet significatif ni sur le phrasé, ni sur le score de fluence, aussi bien pour le texte entraîné que pour le texte non-entraîné.

Au regard de ces résultats, il apparaît que la lecture karaoké a un effet bénéfique sur la fluence, notamment sur le phrasé, aussi bien pour le texte A que pour le texte D. Ainsi, nous nous attendons à observer également une amélioration de certaines mesures respiratoires prises depuis le signal acoustique de parole entre les phases de pré- et de post-test.

4 Analyse des indices respiratoires

4.1 Traitement des données

Extraction des données. L'analyse objective porte sur les enregistrements pré-tests et post-tests des textes A et D. Pour chaque enregistrement, nous avons calculé le taux de phonation comme suit : durée totale de phonation/durée totale de lecture. Cette mesure rend compte du temps de phonation et de pause par rapport à la durée totale de lecture. Au sein des pauses respiratoires, nous avons procédé à la segmentation manuelle des IPD. Contrairement à l'étude présentée précédemment (Godde *et al.*, 2022), nous n'avons pas fait usage de ceintures respiratoires pour mesurer la variation des mouvements thoraciques et abdominaux. En l'absence de données respiratoires complémentaires, la délimitation des IPD repose exclusivement sur des caractéristiques acoustiques. L'étiquetage syntaxique des pauses a été réalisé de manière automatique, puis vérifié manuellement. Toute pause réalisée aux frontières des unités de rection et des séquences syntaxiques est considérée comme grammaticale (G). Les pauses localisées en dehors de ces frontières sont considérées comme agrammaticales (NG).

Analyses statistiques. Une analyse de variance est conduite suivie d'un test de Tukey-Kramer (Multcompare sous Matlab). Les tests significatifs sont indiqués avec les seuils de significativité habituels sur les figures le cas échéant.

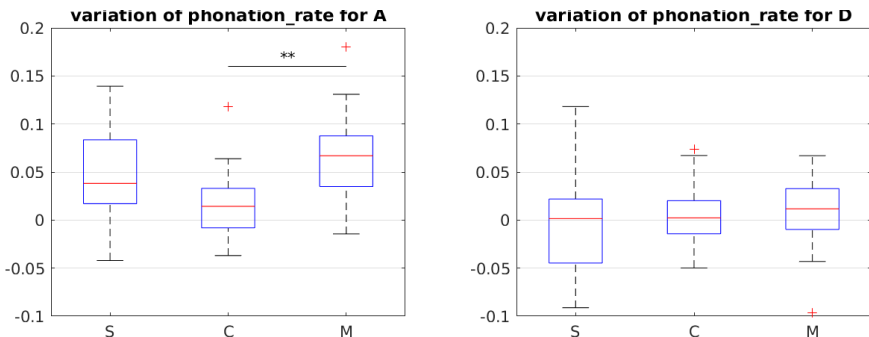


FIGURE 3 – Variation du taux de phonation entre pré- et post-test pour les textes A et D, selon les groupes de locuteurs. Une variation positive signe une proportion de phonation plus importante.

4.2 Résultats

Taux de phonation. Lors de la lecture du texte A, le taux de phonation s'améliore significativement chez les enfants du groupe M (Fig. 3). Si le groupe S suit la même tendance, la variation du taux de phonation n'est pas significative. En revanche, aucune évolution notable du taux de phonation n'est constatée lors de la lecture du texte D, quel que soit le groupe de locuteurs. Toutefois, notons la hausse de la variabilité pour le groupe S.

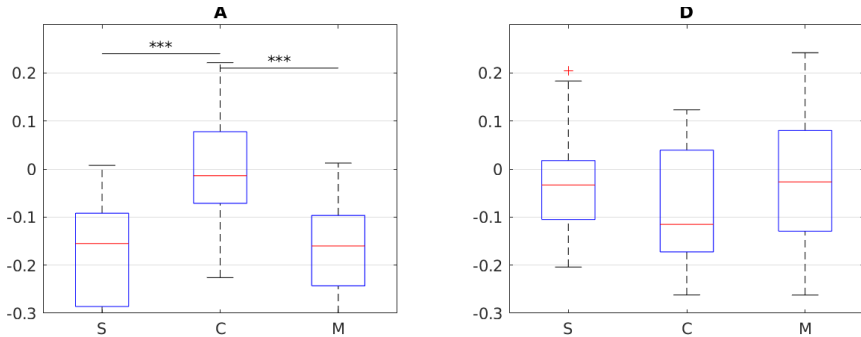


FIGURE 4 – Variation du pourcentage du nombre de pauses agrammaticales entre pré- et post-test pour les textes A et D, selon les groupes de locuteurs. Une moyenne négative signe une amélioration.

Ratio pauses grammaticales vs. non grammaticales. La figure 4 met en évidence les effets bénéfiques de l'entraînement en lecture karaoké sur le placement syntaxique des pauses. En effet, lors de la lecture du texte A, nous constatons une diminution significative du pourcentage de pauses agrammaticales pour les groupes S et M, par rapport au groupe contrôle C. Bien qu'une légère amélioration du placement des pauses soit observée pour les trois groupes lors de la lecture du texte D, aucune différence significative n'est relevée. Le mode de surbrillance du texte se semble pas non plus avoir d'impact sur la progression du placement des pauses.

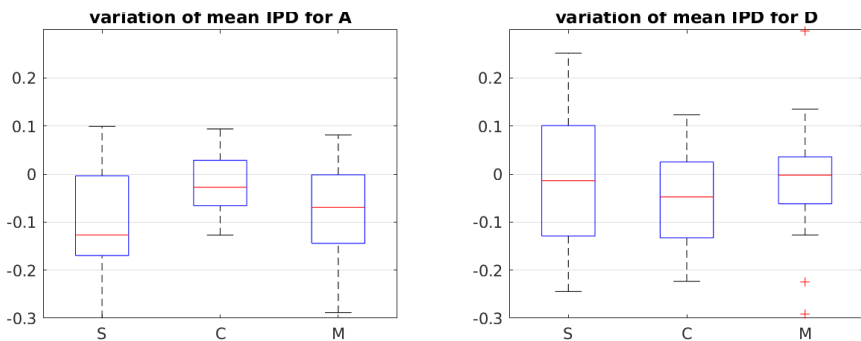


FIGURE 5 – Variation des IPD moyens entre pré- et post-test pour les textes A et D, selon les groupes de locuteurs. Une valeur négative signe une meilleure coordination respiration/parole.

IPD. Au regard des résultats présentés par la figure 5, nous observons, pour le texte A, une diminution des IPD chez les groupes S et M, avec un gain d'environ 100 ms pour le groupe S. Cependant, ces diminutions ne se distinguent pas significativement des valeurs du groupe C. Pour ce même texte, les

groupes S et M montrent une hausse de la variabilité de l'IPD par rapport au groupe C. À l'instar des précédents résultats pour le texte D, aucune amélioration significative de l'IPD n'est observée, quel que soit le groupe de locuteurs. Malgré l'absence d'effet sur l'IPD lors de la lecture du texte D, nous constatons une forte variabilité pour le groupe S, en comparaison avec les autres groupes.

5 Discussion

Cette étude portait sur l'identification d'indicateurs respiratoires pouvant témoigner d'une amélioration de la fluence en lecture, ainsi que sur l'observation des effets d'un entraînement spécifique de la coordination respiration/parole par la lecture assistée.

Nous constatons un impact positif de l'entraînement par lecture assistée sur la coordination respiration/parole, bien que cela ne se confirme que tendanciellement pour certains paramètres (IPD et taux de phonation). Alors que l'évaluation subjective effectuée sur le même corpus montrait une progression évidente du phrasé avec l'entraînement par lecture assistée (Godde *et al.*, 2019), nous attendions à retrouver davantage de significativité dans nos résultats. Ce décalage peut s'expliquer par la différence de durée d'analyse : l'évaluation subjective ne portait que sur la première minute de lecture, tandis que l'analyse des indices respiratoires couvrait l'ensemble de l'enregistrement. Au début de la lecture, une planification plus aisée est observée, suivie par des difficultés croissantes à planifier à mesure que la fatigue s'installe, ce qui peut nuire à la coordination respiration/parole.

Les résultats obtenus indiquent l'absence de transfert des améliorations de la coordination respiration/parole lors de la lecture du texte D. Cette absence de transfert pourrait être due à la complexité de ce texte, avec peu de ponctuations pour aider à identifier la structure syntaxique des phrases. De plus, la présence de mots rares et difficiles pour les enfants a conduit à un nombre conséquent d'erreurs de lecture et d'hésitations. Pour optimiser ce type d'entraînement, introduire davantage de marques de ponctuation pourrait réduire les difficultés lors de la lecture. À l'instar de ce qui a été observé lors de l'évaluation subjective de la fluence, les différents modes de surlignage ne semblent pas impacter la coordination respiration/parole. Le surlignage par groupe de souffle et mot était censé offrir des repères visuels pour aider à la planification de la respiration, mais la complexité de cette méthode, générant une surcharge cognitive pour les enfants, peut expliquer l'absence de résultats significatifs.

En somme, cette étude offre un aperçu encourageant des effets de l'entraînement par lecture assistée pour la planification de la respiration chez l'enfant, en particulier pour le placement des pauses. Bien que les améliorations de l'IPD et du taux de phonation ne soient pas statistiquement significatives, une forte variabilité a été observée chez les groupes expérimentaux, indiquant une progression chez certains lecteurs, mais pas chez d'autres. Des recherches supplémentaires pourraient aider à comprendre les raisons de ces différences de progression. Il est important de souligner que cette étude se base sur un entraînement de seulement trois semaines. Pour une progression plus significative de la coordination respiration/parole et un transfert efficace de ces compétences à des textes non-entraînés, un entraînement plus long pourrait être nécessaire. Dans le cadre de travaux futurs, cette étude sera étendue à un panel d'élèves plus important (≈ 1000). L'entraînement sera déployé sur une période de 10 semaines et portera sur la lecture de 35 textes plus homogènes.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien de l'ANR TRANS3 (ANR-22-FRAN-0008) et du projet Fluence (e-Fran, PIA2) financé par la CDC. Un grand merci aux élèves et à leurs enseignants.

Références

- BAILLY G. (2001). Close shadowing natural vs. synthetic speech. In *4th ISCA Tutorial and Research Workshop (ITRW) on Speech Synthesis*, p. 87–90, Perthshire - Scotland.
- BAILLY G. & BARBOUR W.-S. (2011). Synchronous reading : learning french orthography by audiovisual training. In *Interspeech 2011-12th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, p. 1153–1156.
- BOLIEK C. A., HIXON T. J., WATSON P. J. & JONES P. B. (2009). Refinement of speech breathing in healthy 4- to 6-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **52**(4), 990–1007. DOI : [10.1044/1092-4388\(2009/07-0214\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/07-0214)).
- BREZNITZ Z. (2012). *Fluency in Reading Synchronization of Processes*. Psychology Press, 2nd édition.
- CHARUAU D., VAXELAIRE B. & SOCK R. (2022). L'organisation spatio-temporelle de la respiration chez l'enfant. *SHS Web of Conferences*, **138**, 08005. Publisher : EDP Sciences, DOI : [10.1051/shsconf/202213808005](https://doi.org/10.1051/shsconf/202213808005).
- CONRAD B., THALACKER S. & SCHÖNLE P. (1983). Speech respiration as an indicator of integrative contextual processing. *Folia Phoniatrica*, **35**(5), 220–225. DOI : [10.1159/000265766](https://doi.org/10.1159/000265766).
- GODDE E., BAILLY G. & BOSSE M.-L. (2019). Un Karaoké pour Entraîner Prosodie et Compréhension en Lecture. In *EIAH 2019 - Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Paris, France. HAL : [hal-02141164](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02141164).
- GODDE E., BAILLY G. & BOSSE M.-L. (2022). Pausing and breathing while reading aloud : Development from 2nd to 7th grade in french speaking children. **35**(1), 1–27. DOI : [10.1007/s11145-021-10168-z](https://doi.org/10.1007/s11145-021-10168-z).
- GODDE E., BOSSE M.-L. & BAILLY G. (2021). Échelle Multi-Dimensionnelle de Fluence : nouvel outil d'évaluation de la fluence en lecture prenant en compte la prosodie, étalonné du CE1 à la 5ème. *L'année Psychologique/ Trends in Cognitive Psychology*, **121**(2), 19–43. DOI : [10.3917/anspy1.212.0019](https://doi.org/10.3917/anspy1.212.0019), HAL : [hal-02954060](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02954060).
- GROSJEAN F. & COLLINS M. (1979). Breathing, pausing and reading. *Phonetica*, **36**(2), 98–114.
- HOIT J. D., HIXON T. J., WATSON P. J. & MORGAN W. J. (1990). Speech breathing in children and adolescents. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **33**(1), 51–69. DOI : [10.1044/jshr.3301.51](https://doi.org/10.1044/jshr.3301.51).
- LALAIN M., MENDONCA-ALVES L., ESPESSER R., GHIO A., LOOZE C. D. & REIS C. (2012). Lecture et prosodie chez l'enfant dyslexique, le cas des pauses. p. 41–48.
- LUO D., MINEMATSU N., YAMAUCHI Y. & HIROSE K. (2008). Automatic assessment of language proficiency through shadowing. *2008 6th International Symposium on Chinese Spoken Language Processing*, p. 1–4.
- RASINSKI T. V. (1990). Effects of repeated reading and listening-while-reading on reading fluency. *Journal of Educational Research*, **83**(3), 147–50. ERIC Number : EJ406326.
- RASINSKI T. V. (2004). Assessing reading fluency.
- RUSSELL N. K. & STATHOPOULOS E. (1988). Lung volume changes in children and adults during speech production. *Journal of Speech and Hearing Research*, **31**(2), 146–155. DOI : [10.1044/jshr.3102.146](https://doi.org/10.1044/jshr.3102.146).
- SCHWANENFLUGEL P. J., HAMILTON A. M., WISENBAKER J. M., KUHN M. R. & STAHL S. A. (2004). Becoming a fluent reader : Reading skill and prosodic features in the oral reading of young readers. *Journal of Educational Psychology*, **96**(1), 119–129. DOI : [10.1037/0022-0663.96.1.119](https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.119).

STATHOPOULOS E. T. & SAPIENZA C. M. (1997). Developmental changes in laryngeal and respiratory function with variations in sound pressure level. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **40**(3), 595–614. DOI : [10.1044/jslhr.4003.595](https://doi.org/10.1044/jslhr.4003.595).

WEBB S. & CHANG A. C.-S. (2012). Vocabulary learning through assisted and unassisted repeated reading. *The Canadian Modern Language Review / La revue canadienne des langues vivantes*, **68**, 267 – 290.

WINKWORTH A. L., DAVIS P. J., ELLIS E. & ADAMS R. D. (1994). Variability and consistency in speech breathing during reading. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **37**(3), 535–556. DOI : [10.1044/jshr.3703.535](https://doi.org/10.1044/jshr.3703.535).