HAL
open science

L'art de lire et d'enseigner la lecture

Johannes C Ziegler

To cite this version:

Johannes C Ziegler. L'art de lire et d'enseigner la lecture. O. Houdé & G. Borst. Le cerveau et les apprentissages, collection " Les repères pédagogiques ", Nathan, 2018, 978-2091246406. hal-02334227

HAL Id: hal-02334227

https://amu.hal.science/hal-02334227

Submitted on 28 Oct 2019

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.

Chapitre "le Cerveau et les apprentissages" : L'art de lire et d'enseigner la lecture

par Johannes Ziegler et Anaïs Deleuze

En lisant ces lignes, vous profitez de l'une des plus belles inventions de l'humanité. Votre cerveau transforme les symboles sur la page - un ensemble de lettres restreint - en une immensité et une infinité de sens. Un océan de mots s'ouvre à vous, les symboles sur la page deviennent des sons du langage, et ces sons, porteurs de sens, vous font comprendre et apprendre. Grâce à l'écriture, le langage est devenu intemporel. Comme disait Francisco de Quevedo « Je converse avec les défunts et écoute les morts avec les yeux ». L'automaticité et la rapidité de ce processus – un lecteur expert parvient à lire 200 mots par minute – nous fait oublier son apprentissage laborieux et parfois périlleux et la machinerie complexe qui se cache derrière cet extraordinaire pouvoir du cerveau humain.

La découverte du réseau de la lecture

En 1994, Michael Posner et Marcus Raichle, un psychologue et un neurologue américains de renommée internationale, publient le livre « L'esprit en images » [1]. L'imagerie cérébrale de la lecture y est au premier rang. Grâce à la tomographie par émission de positrons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), deux techniques non-invasives qui permettent d'étudier *in vivo* les réseaux neuronaux qui sous-tendent les fonctions cognitives, le monde découvre un vaste réseau dédié à la lecture allant du cortex visuel aux aires du langage dans le cortex frontal inférieur, le cortex temporal et le gyrus angulaire (voir Figure 1 ci-dessous). Depuis, des centaines d'études se sont consacrées à l'exploration de ce réseau auprès de différentes populations (adultes, enfants, dyslexiques, illettrés, sourds) et dans différents systèmes d'écriture (voir Dehaene, 2007, « Les neurones de la lecture »[2]). Plusieurs résultats-phares ressortent de ces études.

Tout d'abord, comme le montre une étude récente de Rueckl et collègues (2015)[3], le réseau de la lecture est extrêmement similaire au travers des différents systèmes d'écriture, que ceux-ci utilisent des lettres, des caractères ou qu'ils transcrivent les phonèmes (plus petites unités de son), les syllabes ou encore les morphèmes (plus petites unités de sens). Deuxièmement, dans toutes les langues, une région précise à l'interface entre le cortex occipital et temporal de l'hémisphère gauche (figure 1 : en bleu) fonctionne comme une porte d'entrée de la lecture : il s'agit de l'aire de la forme visuelle des mots, la « boite aux lettres du cerveau ». Elle se trouve au même endroit dans toutes les cultures, se développe au cours de la première année d'apprentissage de la lecture et répond spécifiquement aux ensembles de lettres ou de caractères. Chez les illettrés, elle s'active massivement face à des visages et des outils et sa réponse aux visages décroit à mesure que l'enfant apprend à lire [4]. Cela suggère que l'apprentissage de la lecture pousse le traitement des visages dans l'hémisphère droit du cerveau. Troisièmement, dans toutes les langues, le réseau de la lecture comprend les aires du langage (figure 1 : en rose), l'aire de Broca en charge de la production des mots dans le cortex frontal inférieur et l'aire de Wernicke en charge de la compréhension des mots dans le cortex temporal et le gyrus angulaire. Il est intéressant de noter que les zones roses

[1] traduction en français en 1998 : Posner, M. L., & Raichle, M. E. (1998). L'esprit en images. De Boeck Supérieur.
[2] Dehaene, S. (2007). Les neurones de la lecture. Paris: Odile Jacob.
[3] Rueckl, J. G., Paz-Alonso, P. M., Molfese, P. J., Kuo, W. J., Bick, A., Frost, S. J., . . . Frost, R. (2015). Universal brain signature of proficient reading: Evidence from four contrasting languages. Proceedings of the National Academy of Sciences U S A, 112(50), 15510-15515.
[4] Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. Nat Rev Neurosci, 16(4), 234-244.

répondent aussi bien à la parole qu'à la lecture, alors que seules les zones vertes autour du cortex auditif répondent spécifiquement à la parole mais pas à la lecture. Cela montre que la lecture est rendue possible par la mise en place d'une nouvelle interface, d'une nouvelle autoroute, du cortex visuel vers le langage oral. Comme le disait Alvin Liberman, un psychologue américain spécialiste de la perception de la parole « reading is speech written down » : la lecture, c'est la parole mise à l'écrit.

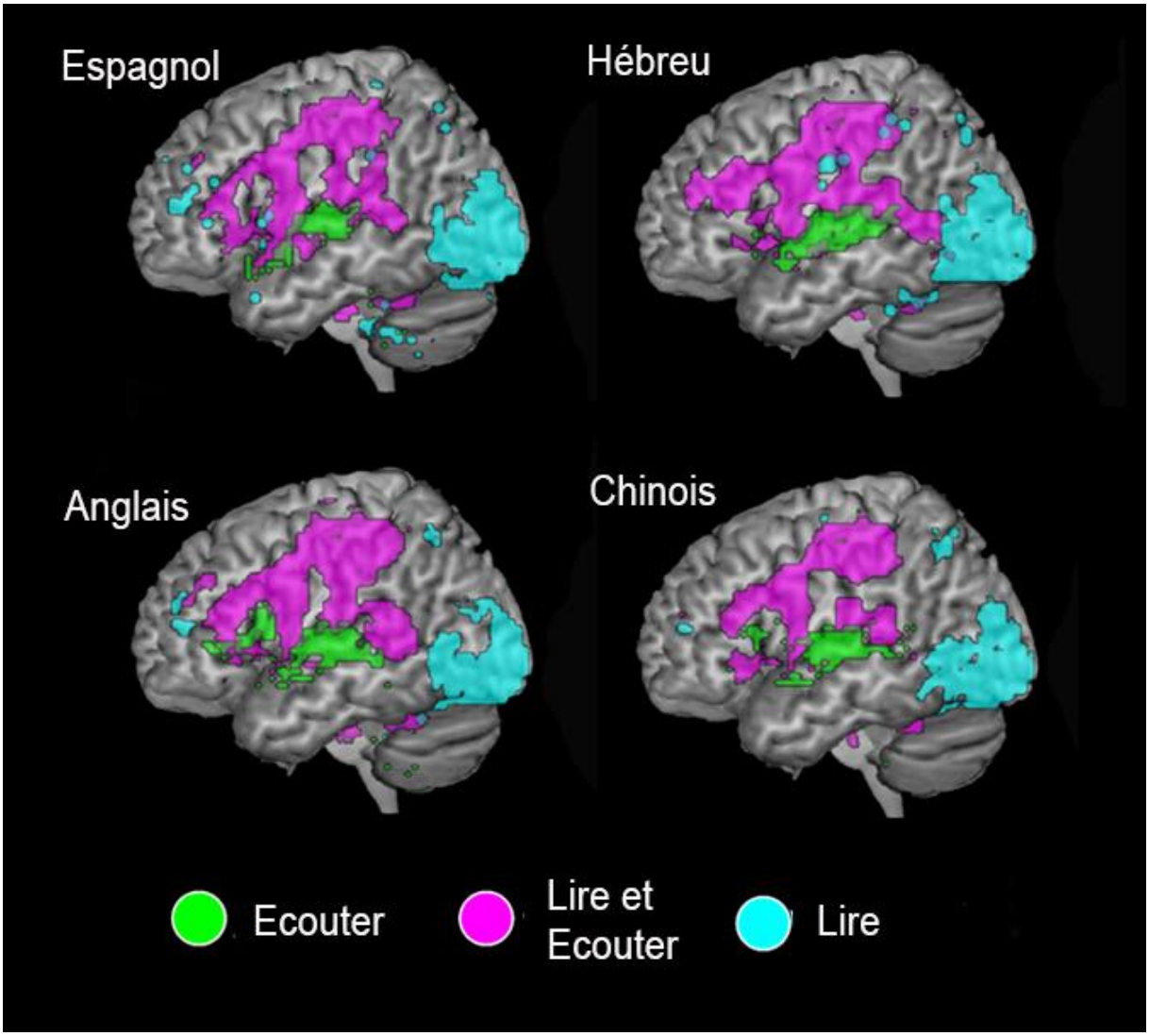


Figure 1. Quelles sont les régions cérébrales conjointement activées par le langage écrit et le langage oral ? La figure présente l'activation cérébrale de l'hémisphère gauche lors de la lecture et de la perception de la parole dans quatre langues. La zone bleue est activée uniquement par la lecture. Elle traite des ensembles de lettres et représente la porte d'entrée du réseau de la lecture. La zone verte, proche du cortex auditif, est active uniquement lors de l'écoute de la parole. La zone rose est activée conjointement lors de la lecture et l'écoute de la parole. Elle comporte les aires du langage (aires de Broca et de Wernicke à gauche). Source : Rueckl et al. (2015). Figure reproduite avec la permission de Jay Rueckl.

Quatrièmement, pour comprendre le sens des mots, le réseau sollicite d'autres zones cérébrales qui traitent nos sensations ou nos actions. L'idée selon laquelle la compréhension du monde, par l'entremise ou non de la lecture, fait appel à nos sensations physiques, est aujourd'hui connue sous le nom de « cognition incarnée ». A titre d'exemple, nous avons récemment montré que s'il est demandé à un sujet de lire des mots qui font référence au dégout, comme par exemple le mot

vomir, le cortex insulaire s'active et c'est exactement la même zone qui est activée lorsqu'un sujet renifle des odeurs écœurantes ou voit des images d'un acteur exprimant du dégout (Ziegler et al., 2018)[5]. De même, lorsqu'un sujet lit un mot comme *cannelle*, on constate une activation dans le cortex gustatif. Et lorsqu'il lit des verbes d'action, comme *tirer*, *cueillir* et *lécher*, ce sont des zones du cortex moteur commandant les mouvements du pied, de la main et de la bouche qui s'allument [6]. Comprendre les mots d'un autre, c'est donc activer les parties de notre cerveau qui traitent nos propres émotions, sensations ou actions. Ainsi, le cerveau ne crée pas un nouveau réseau spécifiquement dédié à la lecture mais il réutilise celui du langage oral qui lui-même réutilise une multitude de circuits, certains très anciens, en lien avec nos sensations, actions et émotions.

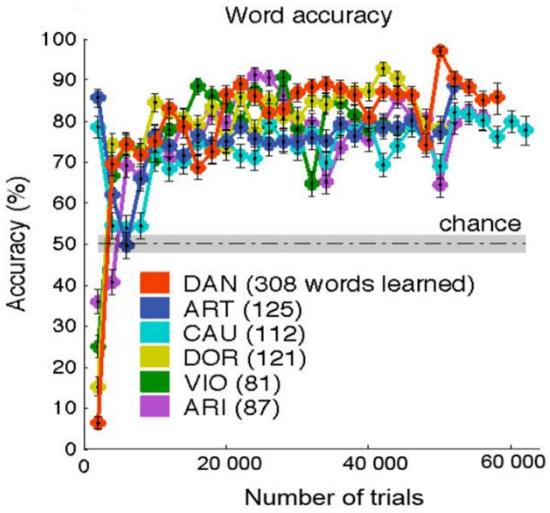
[5] Ziegler, J. C., Montant, M., Briesemeister, B. B., Brink, T. T., Wicker, B., Ponz, A., ... & Braun, M. (2018). Do Words Stink? Neural Reuse as a Principle for Understanding Emotions in Reading. Journal of cognitive neuroscience, 1-10.

[6] González, J., Barros-Loscertales, A., Pulvermüller, F., Meseguer, V., Sanjuán, A., Belloch, V., & Ávila, C. (2006). Reading cinnamon activates olfactory brain regions. Neuroimage, 32(2), 906-912. ; Pulvermuller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. Nature Review Neuroscience, 6(7), 576-582.

Apprendre à lire

Mais comment ce système se met-il en place ? Pourquoi est-ce si long et pourquoi certains enfants rencontrent-ils des difficultés ? Rappelons deux faits importants. Premièrement, à part les hiéroglyphes égyptiens qui ne se sont pas imposés au cours de l'histoire, les systèmes d'écriture actuels transcrivent les sons de la parole et non pas leur sens (« reading is speech written down »). Dans un alphabet, les lettres ou groupes de lettres (graphèmes) représentent les sons de la parole (phonèmes) et non pas la signification du mot. Par exemple, savoir qu'un mot commence avec la lettre T ne dit absolument rien sur sa signification. Deuxièmement, le langage oral précède la lecture. Avant d'apprendre à lire, l'enfant possède en mémoire un « lexique mental » dans lequel sont stockées la forme sonore (phonologique) des mots et leur(s) signification(s) (sémantique). À juste titre, Wilhelm Wundt appelait ce lexique « le trésor des mots » (*Wortschatz*). Comme nous l'avons vu plus haut, l'apprentissage de la lecture ne fait que créer un nouveau chemin d'accès vers ce « trésor des mots ». Mais comment ?

Zoom sur : Malin comme un singe mais peut-il apprendre à lire?



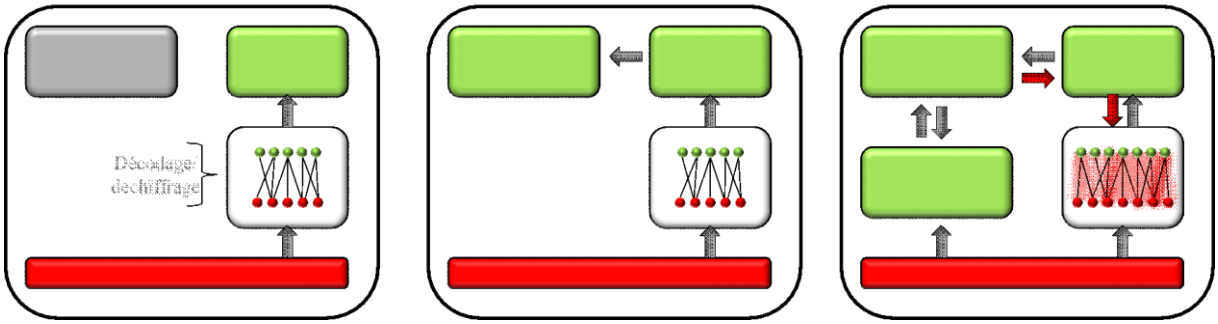
Que serait l'apprentissage de la lecture sans le langage oral ? Pour répondre à cette question, nous avons entraîné six babouins à apprendre des mots. La tâche précise consistait à apprendre à distinguer des mots anglais (par exemple, BANG) de chaînes de lettres sans signification (KANG), que nous appelons des « pseudo-mots » (Grainger, Dufau, Montant, Ziegler et Fagot, 2012). Les mots se répétaient jusqu'à ce que le singe les ait appris alors que les pseudo-mots ne se répétaient pas. Lors de l'entraînement, ils recevaient une récompense (un grain de céréale) pour chaque bonne réponse. Au bout d'un mois et demi, Dan, notre meilleur élève, avait appris 308 mots (Figure ci-dessus). Mais pour y arriver, il avait eu besoin de milliers d'essais corrigés et renforcés. Malgré un système visuel très similaire et de bonnes capacités de mémorisation visuelle, Dan n'est pas parvenu à apprendre aussi efficacement qu'un enfant qui apprend des milliers de mots en une année scolaire. Pourquoi ? Les mots sont composés d'un petit nombre d'éléments – les lettres dans les systèmes alphabétiques – ce qui les rend visuellement peu distincts. Apprendre par cœur nécessiterait la mémorisation de milliers de combinaisons de ces mêmes éléments, combinaisons susceptibles d'être confondues. Ce type d'apprentissage serait comparable à la mémorisation d'un annuaire téléphonique : à moins de composer chacun des chiffres correctement et dans le bon ordre, la connexion échouerait. Il se peut que quelques rares individus soient capables de mémoriser des annuaires téléphoniques entiers,

mais la tâche semble gigantesque pour un enfant qui doit apprendre des milliers de mots à l'école primaire.

Source : Grainger, J., Dufau, S., Montant, M., Ziegler, J. C., & Fagot, J. (2012). Orthographic Processing in Baboons (Papio papio). Science, 336(6078), 245-248.

Le secret d'un apprentissage réussi de la lecture repose sur la maitrise du « décodage ». Puisque le système d'écriture est un code (où les sons correspondent à des ensemble de lettres qui ont eux-mêmes des positions préférentielles dans les mots), il est nécessaire que l'enfant apprenne la systématicité, c'est-à-dire la constance et la prévisibilité de ce code. Dans un système alphabétique, le code reflète « le principe alphabétique », qui veut que chaque graphème (lettres, ex. [a] ou ensemble de lettres, ex. [eau]) représente un phonème (ici, /a/ et /o/) et *vice versa*. En apprenant ce code (le b.a.-ba), l'enfant peut décoder des mots qu'il n'a jamais vus auparavant mais qui se trouvent dans son lexique mental. L'apprentissage explicite, par le biais de l'enseignement d'un adulte, d'un petit nombre de règles de correspondances graphèmes-phonèmes suffit alors pour retrouver les milliers de mots stockés dans sa mémoire. Chaque décodage réussi – c'est-à-dire à chaque fois que l'enfant réussit à retrouver dans son lexique le bon mot en le lisant – permet alors de renforcer les connexions à l'origine de ce décodage, ce qui constitue un cercle vertueux d'apprentissage. L'apprentissage explicite (avec le soutien d'un maitre) devient alors un auto-apprentissage sans maitre. C'est ainsi que l'enfant, lisant seul, parfait sa compréhension du code écrit de sa langue de façon autonome et lit de façon de plus en plus précise et rapide. À titre d'exemple, « Harry Potter à l'école des sorciers » comporte 77,523 mots, qui constituent autant d'événements d'auto-apprentissage au service de la construction de cette autoroute du cortex visuel vers le langage oral. Vu comme ça, l'apprentissage de la lecture n'est pas sorcier !

Zoom sur : L'apprentissage de la lecture : du décodage à l'auto-apprentissage



Modèle d'apprentissage de la lecture basé sur le décodage phonologique et l'auto-apprentissage des représentations orthographiques (selon Ziegler *et al.*, 2014)

Avant l'apprentissage de la lecture, l'enfant possède un lexique phonologique, c'est-à-dire a mémorisé les formes sonores des mots qu'il connaît. Au moment d'apprendre à lire, il doit apprendre les associations entre les lettres et les sons, aussi appelées règles de correspondances graphèmes-phonèmes. Cet apprentissage est explicite et supervisé (avec maitre). Par la suite, quel que soit le système orthographique, l'enfant applique ces connaissances pour décoder de nouveaux mots et retrouver leur entrée dans son lexique phonologique. Chaque fois que l'enfant réussit à décoder un mot, c'est-à-dire chaque fois que le déchiffrage active en mémoire la forme orale d'un mot déjà connu, le mécanisme du décodage est renforcé (flèches rouges), et une représentation orthographique du mot peut être créée dans le lexique orthographique. L'apprentissage explicite (avec maître) bascule alors vers l'apprentissage implicite (sans maître). On parle alors d'un « mécanisme d'auto-apprentissage », car c'est alors l'acte même de la lecture qui renforce la lecture.

Soucre : Ziegler, J. C., Perry, C., Zorzi, M. (2014). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: implications for dyslexia. Philosophical transactions of the Royal Society, 369: 20120397 (en libre accès)

Etant donné l'importance cruciale du décodage, on peut s'attendre à ce que l'apprentissage de la lecture soit ralenti dans les langues pour lesquelles ce décodage est particulièrement difficile à cause des irrégularités entre graphèmes et phonèmes (pour une revue, Ziegler, 2018)[7]. En anglais, par exemple, la lettre « a » peut avoir cinq prononciations différentes dans des mots aussi fréquents que « cat », « was », « saw », « made », et « car ». Enseigner le code devient alors un casse-tête didactique. Rien à voir avec le finnois, l'italien ou l'espagnol, où une lettre correspond typiquement à un seul phonème et *vice versa*. Dans ces langues, apprendre le code est une affaire de quelques semaines. Comme le montre la figure 2 ci-dessous, le niveau de lecture à la fin du CP est directement prédit par le degré d'irrégularité de la langue.

C'est à cause de cette forte irrégularité de l'orthographe de l'anglais que certains chercheurs et didacticiens anglo-saxons avaient condamné la méthode du décodage au profit d'une méthode globale, qui interdisait toute forme de décodage et mettait en avant les vertus de deviner les mots dans leur contexte. Comme disait Kenneth Goodman, l'un des défenseurs de cette approche, « Reading is a psycholinguistic guessing game ». L'utilisation de la méthode globale dans les pays anglo-saxons s'est avérée néfaste, avec une chute importante du niveau de lecture à la fin des années 1980. Le gouvernement américain demanda alors un rapport au National Reading Panel [8], qui fit état d'une centaine d'études montrant que l'enseignement systématique du décodage était plus efficace que son enseignement non systématique, notamment pour les enfants à risque de difficultés d'apprentissage de la lecture.

Quelles leçons tirer de ces résultats pour l'enseignement ? Premièrement, c'est la facilité avec laquelle le décodage peut être enseigné qui détermine le niveau de lecture à la fin du CP. Dans une écriture alphabétique, cela nécessite un enseignement des correspondances graphèmes-phonèmes qui doit être précoce (dès le début du CP), intensif et systématique. Deuxièmement, pour

[7] Ziegler, J. C. (2018). Différences inter-linguistiques dans l'apprentissage de la lecture. Langue Française.
[8] National Institute of Child Health and Human Development. (2000). Report of the National Reading Panel. Teaching children to read : An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction (NIH Publication No. 00-4769). Washigton DC: US Government Printing Office.

apprendre à lire des langues moins régulières, comme le français, il faut plus de temps. Or, une analyse du temps scolaire effectué par Bruno Suchaut et collègues montre qu'un élève de primaire en France n'est activement engagé dans le code que 20 heures par an. Dans son article intitulé « 7 minutes pour apprendre à lire : A la recherche du temps perdu »[9], il estime que plus du double serait nécessaire pour « craquer le code ». Il constate que "ces 20 heures annuelles éventuelles pendant lesquelles l'élève serait réellement engagé sur l'apprentissage du code apparaissent bien dérisoires face au défi que représente l'apprentissage de la lecture pour les élèves les plus fragiles".

[9] Suchaut, B., Bougneres, A., & Bouguen, A. (2014). Sept minutes pour apprendre à lire. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01062065/

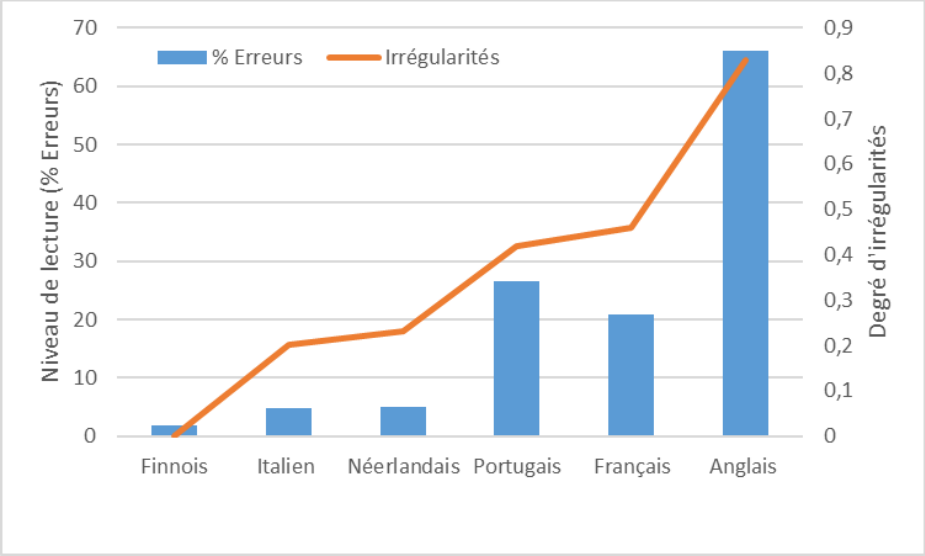


Figure 2. Relation entre le niveau de lecture (% d'erreurs à la fin de la première année scolaire) et le degré d'irrégularités d'une langue, d'après Ziegler (2018).

Lire c'est comprendre

La finalité de la lecture est la compréhension. Quid de l'enfant qui maitrise le décodage mais n'arrive pourtant pas à comprendre un texte ? D'après les travaux de recherche (pour une excellente revue de question, voir Castles, Rastle et Nation, 2018[10]), le niveau de compréhension du langage écrit dépend de la maitrise de deux compétences : le niveau de compréhension du langage oral et le degré d'automatisation des procédures d'identification des mots écrits. Quand ces procédures sont automatisées, le lecteur peut consacrer ses ressources cognitives à la compréhension de ce qu'il lit. Chez des adultes ayant automatisé ces procédures, les corrélations entre compréhension écrite et orale sont très élevées : ceux qui comprennent bien à l'oral comprennent également bien à l'écrit et vice-versa. Il en est de même pour les enfants. Contrairement à une idée encore fort répandue, les élèves « bons décodeurs » ayant des problèmes de compréhension en lecture ont typiquement des problèmes généraux de compréhension, non spécifiques à la lecture (voir les études par Gentaz et al., 2013, 2015[11]).

Quand « lire c'est comprendre », les problèmes deviennent bien plus complexes.

[10] Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. Psychological Science in the Public Interest, 19(1), 5–51. En libre accès http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1529100618772271

[11] Gentaz, E., Sprenger-Charolles, L., & Theurel, A. (2015). Differences in the predictors of reading comprehension in first graders from low socio-economic status families with either good or poor decoding skills. PLoS ONE, 10(3), e0119581.; Gentaz, E., Sprenger-Charolles, L., Theurel, A., & Colé, P. (2013). Reading comprehension in a large cohort of French first graders from low socio-economic status families: a 7-month longitudinal study. PLoS ONE, 8(11), e78608.

« Léo est coincé dans un bouchon. Il est très inquiet et se demande ce que son patron va encore dire, voire faire ».

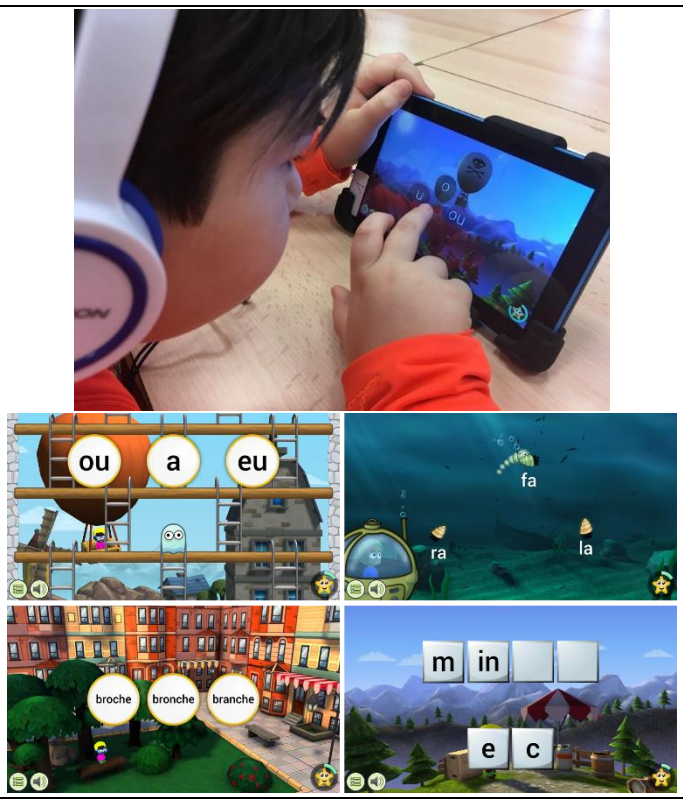
Pour comprendre le texte ci-dessus[12], il faut en effet d'abord identifier chaque mot correctement, et bien avoir lu, par exemple, « Léo » (et non « Léa ») afin de pouvoir mettre en relation ce prénom avec sa reprise par le pronom « il », du genre masculin. Il faut aussi activer, dans le contexte de la première phrase, le sens approprié du mot « bouchon », qui n'est pas son sens littéral. Il faut, de plus, être capable d'établir des liens entre les deux phrases pour comprendre pourquoi Léo est très inquiet et pourquoi il se demande ce que son patron « va encore dire, voire faire ». C'est sur la base de connaissances générales que le lecteur peut inférer que l'inquiétude de Léo est due au fait qu'il se rend à son travail et qu'il va, en raison des embouteillages, arriver en retard, ce qui pose problème. Le « encore » permet en outre au lecteur de penser que ce n'est pas la première fois que cela arrive à Léo et que, cette fois, il risque fort d'avoir une sanction, et pas une simple remontrance. Ce texte, pourtant très court, illustre la complexité des processus engagés dans la compréhension. Cette complexité est accrue quand le texte doit être lu par une personne qui ne maitrise pas bien les procédures d'identification des mots écrits. En dehors de ces procédures spécifiques à la lecture, les autres compétences nécessaires pour comprendre ce texte ne dépendent pas de son mode de présentation, écrit, ou oral. Pour cerner les raisons qui font que les élèves (ou certains d'entre eux) ne comprennent pas bien ce qu'ils lisent, il est donc nécessaire d'évaluer d'abord leur degré de maitrise des procédures d'identification des mots écrits. Il faut, en plus, évaluer leur degré de maitrise des procédures impliquées dans le traitement du langage oral, du niveau lexical (le vocabulaire) au niveau supra-lexical (de la phrase au texte).

Les repères pédagogiques

Les outils numériques d'aide à l'apprentissage de la lecture

Comprendre le « principe alphabétique » (le b.a.-ba) est une chose mais encore faut-il automatiser ces connaissances pour atteindre une lecture fluide et libérer les ressources cognitives au service de la compréhension. Pour répéter inlassablement les mêmes correspondances graphèmes-phonèmes sans perdre la motivation de l'enfant, rien ne vaut un jeu sérieux informatisé. En effet, au fond d'une salle de classe ou en demi-groupe, une tablette numérique peut présenter des stimuli auditifs et visuels de très bonne qualité : phonèmes, lettres, syllabes, mots…. La présentation simultanée des stimuli visuels et auditifs permet la synchronisation des aires visuelles et langagières, ce qui favorise la mise en place des circuits propices à l'apprentissage de la lecture. La tablette suit les enfants individuellement, corrige leurs erreurs et adapte son contenu à leur progression. Plusieurs de ces outils d'aide à l'apprentissage de la lecture sont actuellement en cours d'expérimentation dans des écoles, comme le logiciel GraphoGame, qui est désormais disponible sur GooglePlay et Apple Store (voir www.grapholearn.fr).

[12] traduit de Castles, Rastle et Nation (2018) et adapté au français par Liliane Sprenger-Charolles.



Pratiques d'enseignement de la lecture basées sur les données probantes

On constate aujourd'hui un fort consensus quant aux stratégies d'enseignement et de remédiation les plus efficaces (Castles, Rastle & Nation, 2018). Voici un bref résumé des résultats basés sur des données probantes.

Le style pédagogique. Un style structuré et directif démontre des effets positifs forts tant pour l'enseignement de la conscience phonémique, du décodage que de stratégies métacognitives de compréhension en lecture.

Conscience phonémique. Elle représente une habileté fondamentale pour l'apprentissage de la lecture. Certains programmes d'entraînement de la conscience phonologique visent toutes les unités (rimes, syllabes, phonèmes) et intègrent une grande variété de manipulations (segmentation, fusion, allitération, isolation, etc.). Cependant, il semble que les programmes se concentrant sur seulement une à deux habiletés phonémiques sont plus efficaces que ceux intégrant un plus grand nombre d'activités. L'habileté à segmenter des mots en phonèmes (ex. /ch/-/a/-/p/-/o/ pour /chapeau/) est connue pour être l'habileté phonologique pivot du développement de la lecture. De fait, les programmes d'entraînement les plus efficaces intègrent des activités de segmentation phonémique en appui sur des mots écrits, c'est-à-dire en lien direct avec l'enseignement des CGP.

Enseignement systématique des correspondances graphèmes-phonèmes. Pour garantir un apprentissage optimal, le code doit être explicité afin que l'enfant en saisisse la systématicité, c'est-à-dire la constance et la prévisibilité. Le français est en effet une langue relativement transparente en lecture, avec des degrés de consistance de ses CGP allant de 80% à 96%, selon leur position dans les

mots[13]. La recherche suggère ainsi d'enseigner les CGP de façon progressive et hiérarchisée, en privilégiant en premier lieu les CGP les plus fréquentes et les plus consistantes – c'est-à-dire les plus transparentes (voir Sprenger-Charolles, 2017 pour une proposition de progression pédagogique adaptée au français[14]). Respectant ces principes, l'outil GraphoGame (voir encadré) a été spécifiquement conçu pour soutenir l'apprentissage et l'automatisation des CGP du français en complément de l'enseignement explicite reçu en classe [15].

Automatisation du décodage et construction du lexique orthographique. Une fois le code maîtrisé, les occasions de lecture authentique agissent comme autant d'expositions à sa systématicité et à sa constance. Le niveau de vocabulaire acquis en amont de l'apprentissage de la lecture joue alors un rôle crucial. Les connaissances de l'enfant sur le monde lui permettent de plus de vérifier et de prédire le sens de ce qu'il lit, confirmant ainsi l'efficacité de son décodage, et permettant la construction de son lexique mental. *L'exposition* répétée à des textes (lors d'activités de lecture partagée à l'âge préscolaire ou de façon autonome une fois lecteur) constitue ainsi la clé de l'accès à une lecture experte et même du perfectionnement des habiletés de langage oral.

Conscience morphologique. Le français est une langue morphologiquement riche et complexe. Ainsi, 80% des mots du français sont constitués d'au moins deux morphèmes. Un nombre croissant d'études démontrent que les connaissances morphologiques dérivationnelles – c'est-à-dire les connaissances des relations unissant les bases des mots et les affixes (préfixes et suffixes) – soutiennent le développement de la lecture et de l'écriture, contribuent à enrichir le vocabulaire, facilitent l'accès au sens des mots inconnus et augmentent la compréhension de textes. Les enfants normo-lecteurs comme ceux présentant des difficultés d'apprentissage de la lecture profiteraient ainsi d'un enseignement explicite à ce niveau. En situation de classe, des activités de décomposition (reconnaître la base d'un mot morphologiquement complexe ; ex. [animal] dans [animalerie]) et de dérivation (dériver un mot à partir de la base présentée ; ex. "un homme qui danse est un…") peuvent notamment être proposées. Idéalement, les premières phases d'enseignement de la morphologie dérivationnelle doivent s'appuyer sur des mots morphologiquement complexes transparents, c'est-à-dire dont la base ne subit aucun changement orthographique ou phonologique par ajout d'un affixe (ex. [antivol ou animalerie] versus [banquier] ou [chaton]).

Fluence de lecture. Une lecture fluente (ou fluide) est habituellement définie comme une lecture à voix haute à la fois précise, rapide et expressive (respectant la ponctuation et appliquant une intonation appropriée). La fluence n'est cependant pas une composante spécifique de la lecture mais plutôt un sous-produit de son automatisation. En cas de difficulté d'apprentissage de la lecture, les ressources cognitives du lecteur seront en effet prioritairement dévouées au maintien d'un bon décodage (précision), aux dépens de la vitesse. De fait, bien que les performances à des tâches de fluidité en lecture soient fortement corrélées à celles en compréhension en lecture ainsi qu'aux performances académiques ultérieures, l'atteinte d'une lecture fluide est dépendante de l'automatisation des habiletés de décodage et de la constitution d'un lexique orthographique conséquent. Les habiletés de compréhension (notamment le niveau de connaissances sur le monde

[13] Peereman, R., Sprenger-Charolles, L., & Massaoud-Galusi, S. (2013). The contribution of morphology to the consistency of spelling-to-sound relations: A quantitative analysis based on French elementary school readers. L'année psychologique/Topics in Cognitive Psychology, 113, 3–33.

[14] Sprenger-Charolles, L. (2017). Une progression pédagogique construite à partir de statistiques sur l'orthographe du français (d'après manulex-morpho): pour les lecteurs débutants et atypiques. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'enfant, 29(148), 247-262.

[15] Ruiz, J.P., Lassault, J., Sprenger-Charolles, L., Richardson, U., Lyytinen, H. & Ziegler, J. (2017). GraphoGame: un outil numérique pour enfants en difficultés d'apprentissage de la lecture. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'enfant, 29(148), 333-343.

et de vocabulaire) participent également à l'atteinte d'une bonne fluidité de lecture. Des activités de lecture orale répétée peuvent cependant s'avérer efficaces pour accompagner l'enfant dont la lecture est déjà précise (donc dont le décodage est maîtrisé ou en cours d'automatisation) à accroître la vitesse et l'expressivité de sa lecture.

Compréhension en lecture. Comme décrit précédemment, la compréhension en lecture est une activité complexe et multidimensionnelle souvent définie comme le produit des habiletés de décodage et de la compréhension linguistique générale du lecteur. Ainsi, même si en début d'apprentissage, les capacités de compréhension en lecture de l'enfant sont principalement expliquées par son niveau de décodage, plus il vieillit, et plus ses capacités de compréhension en lecture s'expliquent davantage par son niveau langagier et cognitif général. L'amélioration de la compréhension en lecture doit donc être adressée de différentes façons selon le profil de l'enfant : par le renforcement, au besoin, des habiletés de décodage, sa maîtrise garantissant le dégagement des ressources mnésiques et attentionnelles nécessaires à l'accès au sens ; par l'enseignement de stratégies de contrôle de la compréhension en cours de lecture (comme la gestion des inférences textuelles ou encore la déduction du sens d'un mot en appui sur le contexte) ; et parfois, par le renforcement spécifique des habiletés de langage oral s'avérant déficitaires. Notamment, l'enseignement de mots de vocabulaire pour soutenir la compréhension en lecture a fait l'objet de nombreuses études. À noter que bien qu'il s'agisse d'une méthode pédagogique répandue, enseigner des listes de vocabulaire s'avère peu efficace pour améliorer la compréhension en lecture, tant il s'agit d'une tâche infinie que de combler les lacunes d'un enfant à ce niveau. L'enseignement de stratégies d'ajustement en cours de lecture s'avèrerait plus efficace.

Les « troubles dys »

En France, on utilise de plus en plus souvent le terme de *« troubles dys »* ou « constellation des dys » (Habib et Ziegler, 2016[16]) pour se référer aux difficultés que rencontrent certains enfants dans leurs acquisitions scolaires alors même que leur intelligence est strictement normale, voire supérieure, et qu'aucune autre cause neurologique, psychologique ou environnementale ne peut être décelée (voir rapport de l'INSERM[17] ; DSM-5, 2016[18]). Une des représentations les plus répandues est celle schématisée sur la figure 3.

[16] Habib, M., & Ziegler, J. C. (2016). Dyslexie et troubles apparentés : une revue critique de 15 ans de recherche scientifique Perspectives thérapeutiques. In S. Pinto & L. Sato (Eds.), Traité de neurolinguistique (pp. 329-336). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

[17] Inserm (dir.). Dyslexie, dysorthographie, dyscalculie : bilan des données scientifiques. Rapport. Paris : Les éditions Inserm, 2007, XV - 842 p. - (Expertise collective). - http://hdl.handle.net/10608/110

[18] American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5 (5e éd.). Arlington, VA : American Psychiatric Publishing.

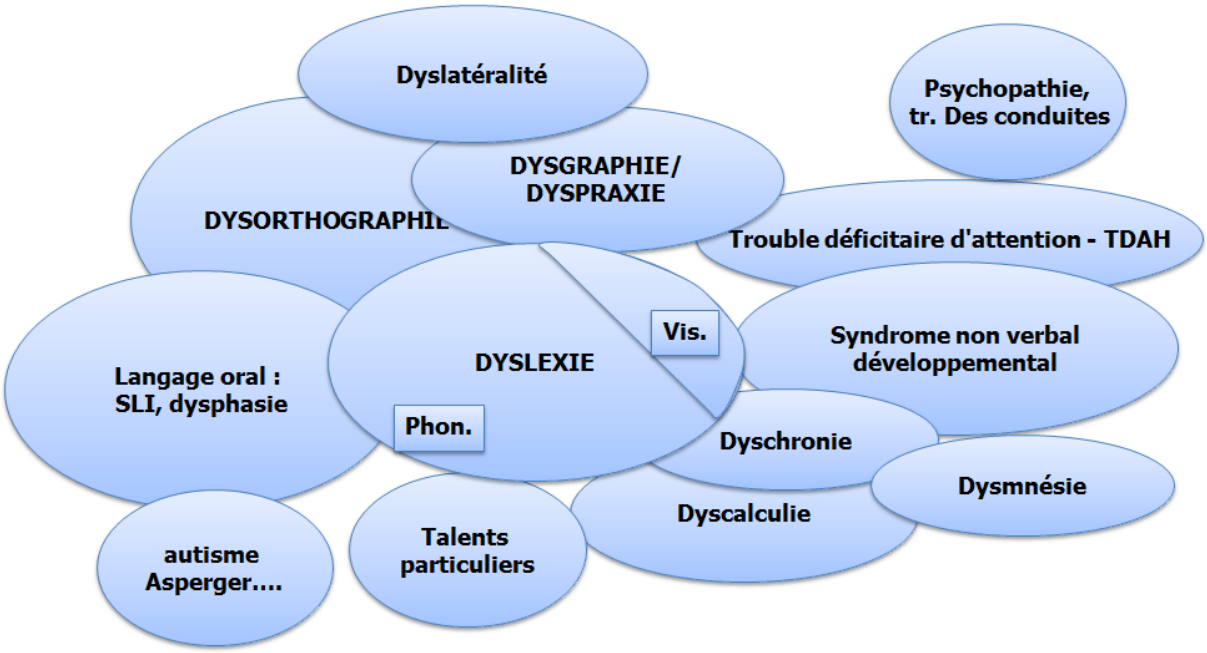


Figure 3. Constellation « dys » d'après Habib et Ziegler (2016)

Parmi ces troubles, le plus connu est le trouble d'apprentissage de la lecture, que l'on appelle aussi dyslexie-dysorthographie. C'est en effet lors de l'apprentissage de la lecture que ce trouble est repéré : l'enfant dyslexique rencontre souvent des difficultés sévères à entrer dans la procédure de décodage et un déficit de la conscience phonémique. Le trouble de la lecture se trouve fréquemment associé à d'autres troubles qui sont parfois au second plan, mais en général bien visibles si investigués adéquatement : trouble développemental du langage, mais aussi trouble de l'orthographe, trouble du graphisme, troubles de la cognition mathématique, troubles de la motricité oculaire, trouble de l'attention, trouble de la mémoire.

Prévalence et interdépendance du milieu socio-économique

La prévalence de la dyslexie et des troubles dys varie de façon importante selon les études, de 5% à 15%, de sorte qu'on avance en général des chiffres moyens tenant compte de cette variabilité, soit de 6 à 8% des enfants d'âge scolaire. Fluss et al. (2009)[19], après une vaste étude auprès de plus de 1000 enfants répartis dans 20 écoles de la ville de Paris, concluent que l'incidence de la dyslexie varie de 3,3% à 24,2% selon le milieu socio-économique. En effet, l'enquête internationale PISA a montré qu'en France un enfant issu d'un milieu socio-économiquement faible a quatre fois plus de chance de rencontrer des difficultés d'apprentissage qu'un enfant issu d'un milieu socio-économique normal. Quant aux facteurs génétiques, les études réalisées sur des jumeaux estiment de 50 à 60% la part de l'hérédité dans les troubles de l'apprentissage de la lecture. Ainsi, les enfants dont un membre de la famille directe (parent, frère ou soeur) est dyslexique sont largement plus à risque de présenter eux-mêmes des difficultés au moment d'apprendre à lire. Les fragilités chez ces enfants "à risque" sont pour certaines observables dès l'âge préscolaire, principalement au

[19] Fluss, J., Ziegler, J. C., Warszawski, J., Ducot, B., Richard, G., & Billard, C. (2009). Poor Reading in French Elementary School: The Interplay of Cognitive, Behavioral, and Socioeconomic Factors. Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 30(3), 206-216.

niveau de leurs habiletés phonologiques[20]. Il est important de souligner que la qualité de l'environnement familial et les expériences de lecture précoces contribuent à l'émergence de compétences préalables à la lecture et que les compétences phonologiques sont plus faibles chez les enfants issus de milieux défavorisés.

Les théories explicatives de la dyslexie

Nombreuses sont les théories qui tentent d'expliquer les origines causales de la dyslexie. Historiquement, parce que la lecture est un acte qui implique tant le langage que la vision, les théories explicatives de la dyslexie s'ancrent dans l'un ou l'autre, et parfois à l'interface de ces deux domaines d'études. Les premières descriptions de symptômes et les hypothèses explicatives ont ainsi d'abord été visuelles (« cécité congénitale aux mots ») puis ont dominé le domaine de la recherche sur la dyslexie pendant la majeure partie du XXe siècle.

Cependant, depuis les années 1970, le développement de méthodes d'observation plus fines des processus neurocognitifs impliquées dans l'acte de lire a permis d'étudier l'apprentissage de la lecture et ses troubles sous des angles nouveaux. Notamment, les progrès de la recherche en perception de la parole ont permis de réinterpréter certaines erreurs de lecture dites visuelles comme étant plutôt d'origine phonologique. Depuis ce virage de la recherche, la théorie phonologique, qui constate qu'un déficit dans le traitement phonologique est responsable du fait que l'enfant peine à mettre en place le mécanisme de décodage, est graduellement devenue la théorie la plus influente et la plus étayée par les données empiriques. Ce déficit phonologique est habituellement observé au niveau de la conscience phonémique, de l'accès aux représentations phonologiques (c'est-à-dire de la capacité à coupler ce qui est lu aux formes sonores correspondantes au sein de notre vocabulaire) ou de la mémoire phonologique.

D'autres théories inculpent un dysfonctionnement du cervelet, « l'autopilote » du cerveau, du fait que l'enfant dyslexique a des difficultés à automatiser des procédures d'apprentissages. Plus récemment, la notion de déficit rythmique a fait l'objet d'études préliminaires tendant à utiliser le rythme comme outil thérapeutique dans la rééducation des enfants dyslexiques. Citons enfin un ensemble de travaux tendant à démontrer l'existence d'un trouble des processus attentionnels, en tant que processus transversal, potentiellement impliqué dans tous les apprentissages initiaux, ou plus spécifiquement dans l'apprentissage de la lecture, à travers la notion de processus visuo-attentionnels ou de traitement attentionnel de la forme visuelle des lettres et des mots. Bien plus souvent, cependant, le déficit attentionnel est une association comorbide de la dyslexie plutôt qu'une cause, tant il est vrai que nombre d'enfants souffrant de troubles attentionnels sévères apprennent pour autant à lire, écrire et compter sans grande difficulté.

Revenons à notre modèle fonctionnel d'apprentissage de la lecture (encadré décodage et auto-apprentissage) pour comprendre où et comment un déficit potentiel peut perturber le processus d'apprentissage. Comme le montre le schéma ci-dessous (Figure 4), les déficits visuels et visuo-attentionnels perturbent le niveau de traitement de lettres, que ça soit au niveau de l'identification que du codage de la position des lettres. Sur le plan de la lecture, on constate des inversions de lettres et des plaintes que les lettres sont floutées. L'encombrement perceptif, c'est-à-dire le "masquage" d'un élément visuel par les éléments qui l'entourent, se situe également à ce niveau. Il est parfois plus élevé chez les enfants dyslexiques ou les enfants en début d'apprentissage et peut être réduit par l'écartement des lettres (voir encadré).

[20] Snowling, M. J., & Melby-Lervåg, M. (2016). Oral language deficits in familial dyslexia: A meta-analysis and review. Psychological Bulletin, 142(5), 498-545.

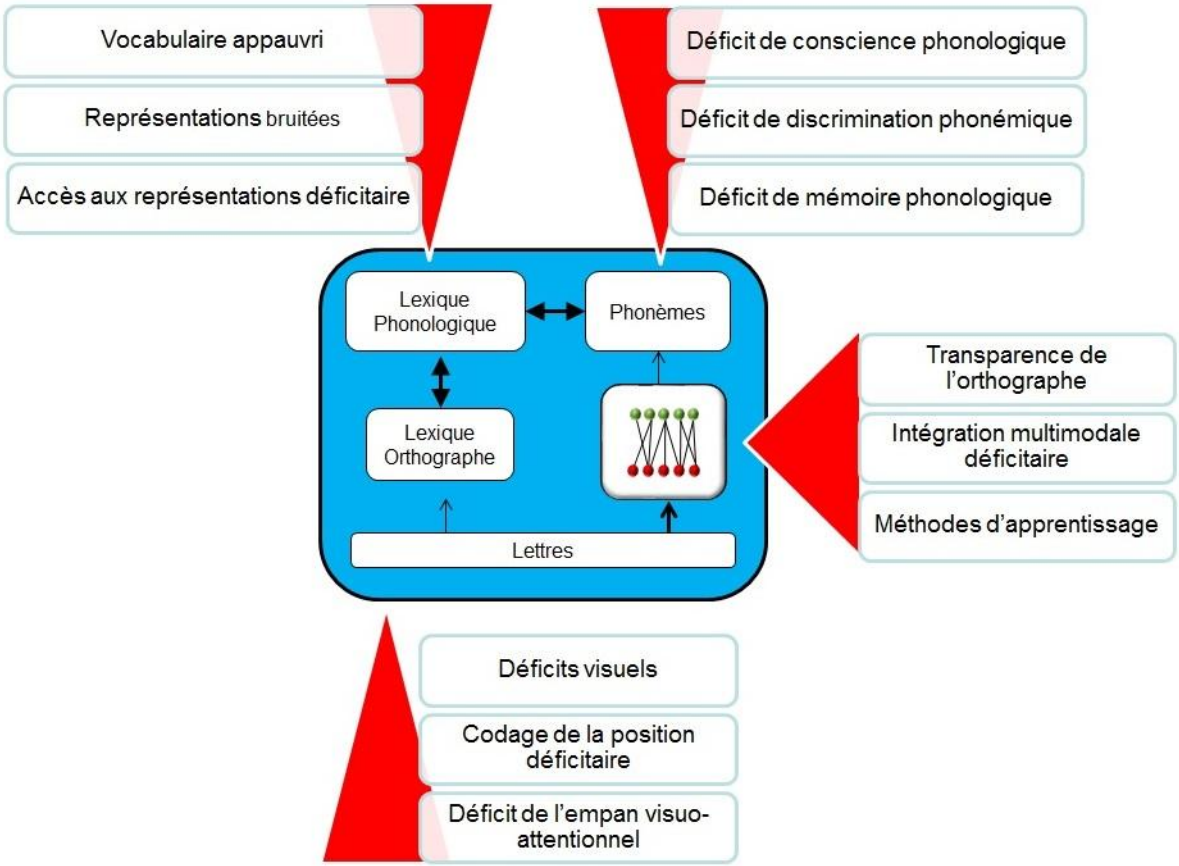


Figure 4. La nature multifactorielle de la dyslexie

L'un des déficits les plus fréquemment observés dans les études concerne le traitement des phonèmes. Les enfants dyslexiques ont des difficultés à discriminer des phonèmes proches, comme le /b/ du /p/, et ils ont du mal à isoler et à manipuler des phonèmes, comme par exemple enlever à l'oral le premier son d'un mot (conscience phonémique déficitaire). Bien que ces déficits parfois très subtils n'aient aucune importance pour la compréhension de la parole dans nos vies de tous les jours (on a par exemple l'habitude d'écouter la parole dans du bruit), c'est seulement lors de l'apprentissage de la lecture à l'école que ces déficits deviennent gênants car le cerveau d'un enfant ne peut pas apprendre les relations graphèmes-phonèmes correctement s'il« entend » deux phonèmes pour la même lettre ! En sciences cognitives, on appelle cela « l'apprentissage catastrophique ». Les enfants dyslexiques en savent quelque chose !

Certaines difficultés concernent spécifiquement la mise en relation des graphèmes avec les phonèmes. Tout d'abord, comme précédemment discuté, la transparence de l'orthographe rend ce processus plus difficile. Bien que la dyslexie existe dans toutes les langues, les troubles sont plus sévères dans les langues peu transparentes et un enfant dyslexique risque de renoncer plus rapidement et ses difficultés pourraient s'avérer plus persistantes dans une langue irrégulière. Puis, une mauvaise méthode d'enseignement, c'est-à-dire ne mettant pas en lumière la systématicité du code, peut aggraver les troubles de la lecture. Enfin, il a été montré que les enfants dyslexiques présentent des troubles spécifiques à gérer de façon intégrée les deux modalités nécessaires à la

lecture, soit les modalités visuelle et auditive. Cela expliquerait les problèmes dans l'association des lettres (vision) aux sons (audition).

Enfin, si l'accès au « trésor des mots » est déficitaire soit parce ce qu'il manque des mots (vocabulaire appauvri ou représentations du sens des mots déficitaires) soit parce que les représentations phonologiques des mots sont dégradées ou difficilement accessibles, l'enfant ne parviendra pas facilement à apprendre à lire. Il décodera correctement mais ne trouvera aucune entrée dans son lexique phonologique ce qui empêchera le mécanisme d'auto-apprentissage de faire son travail. C'est pour cela qu'un langage oral déficitaire entraîne très souvent des difficultés de lecture à long terme, notamment de compréhension, et ce bien que le décodage puisse être suffisamment précis.

Neuroanatomie de la dyslexie

Depuis les années 2000, un nombre considérable de travaux en imagerie cérébrale fonctionnelle (IRMf) a établi les bases de ce qu'on peut aujourd'hui appeler une « neuroanatomie de la dyslexie ». Sur ce schéma de la Figure 5, on observe que les trois régions qui différencient le fonctionnement du cerveau d'un dyslexique par rapport aux normo-lecteurs sont des aires corticales de l'hémisphère gauche. Deux d'entre elles sont connues pour leur implication dans le langage : il s'agit de l'aire de Broca (ou cortex pré-frontal inférieur) et du carrefour temporo-pariétal (ou aire de Geschwind). La troisième est une région correspond à l'Aire de la Forme Visuelle des Mots, la « boite aux lettres du cerveau », dont nous avons parlé précédemment. C'est la partie du cerveau la plus significativement sous-activée chez les enfants et adultes dyslexiques mais aussi chez les personnes illettrées. Toutefois, dire que ces zones dysfonctionnent n'a pas nécessairement valeur de mécanisme causal, puisque cela pourrait être seulement le fait d'une sous-utilisation de ces régions, qui serait elle-même la conséquence d'une faible expérience de lecture plutôt que la cause du problème.

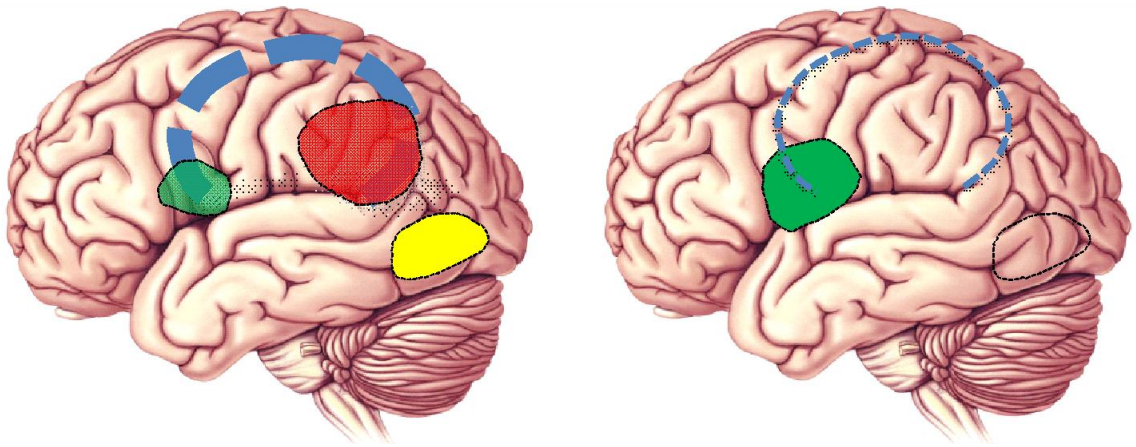


Figure 5 : Activations corticales de l'hémisphère gauche lors de la lecture de mots chez un sujet dyslexique (à droite); chez un sujet témoin (à gauche). En jaune : Aire de la forme visuelle des mots (VWFA); en vert : cortex frontal latéral inférieur (aire de Broca); en rouge : carrefour temporo-pariétal (aire de Geschwind). Le trait pointillé montre le trajet sous-cortical du faisceau arqué. Source : Habib, M., & Ziegler, J. C. (2016). Dyslexie et troubles apparentés : une revue critique de 15 ans de recherche scientifique Perspectives thérapeutiques. In S. Pinto & L. Sato (Eds.), Traité de neurolinguistique (pp. 329-336). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

Encadrés Les repères pratiques

Adaptations typographiques des textes

Plusieurs polices d'écriture dites "spécialisées" sont parfois suggérées pour soutenir la lecture des personnes dyslexiques (ex. *Dyslexie, OpenDyslexic*). Il n'existe à ce jour aucune démonstration scientifique de leur avantage sur d'autres polices d'écriture. Les données actuelles suggèrent cependant de préférer des polices d'écriture sans empattement (sans serif) et d'éviter l'usage de l'italique. Concernant la taille, les résultats sont peu nombreux mais suggèrent généralement une augmentation de la taille de la police, à un minimum de 14 points, selon les caractéristiques de la police utilisée et le confort subjectif de la personne.

Les résultats les plus prometteurs des dernières années quant à l'adaptation des textes portent sur l'écartement des lettres et des mots. Il a en effet été constaté qu'écarter davantage les lettres et les mots d'un texte améliore instantanément, sans aucun entraînement nécessaire, la précision de la lecture de personnes dyslexiques [21]. D'ailleurs, la police d'écriture *Dyslexie* présente par défaut un écartement des lettres supérieur aux autres polices d'écriture, ce qui pourrait expliquer pourquoi elle est rapportée comme plus confortable par certaines personnes dyslexiques, au-delà de la forme de ses lettres (Marinus et al., 2016 [22] ; figure 6).

(1) Apprendre à lire puis lire pour apprendre.

(2) Apprendre à lire puis lire pour apprendre.

Figure 6. Polices Dyslexie (1) et Arial (2), à taille égale.

Enfin, il n'est pas démontré que les feuilles de couleurs ou les filtres transparents colorés améliorent spécifiquement la lecture des personnes dyslexiques (Griffiths et al. 2016) et leur usage a même été officiellement déconseillé par les associations de pédiatres, ophtalmologistes et orthoptistes américains [23]. Quelles que soient les adaptations considérées, il apparaît indispensable de procéder à des essais et de prendre en considération le confort subjectif du lecteur.

Conclusions

Nous avons vu que, quelle que soit la langue, la lecture n'est rien d'autre que la mise en place d'une nouvelle porte d'entrée vers le langage oral. L'enseignement explicit du décodage joue un rôle

[21] Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., … Ziegler, J. C. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109, 11455–11459. ; Hakvoort, B., van den Boer, M., Leenaars, T., Bos, P. & Tijms J. (2017). Improvements in reading accuracy as a result of increased interletter spacing are not specific to children with dyslexia. Journal of Experimental Child Psychology, 164, 101-116.

[22] Marinus, E., Mostard, M., Segers, E., Schubert, T. M., Madelaine, A., & Wheldall, K. (2016). A special font for people with dyslexia: Does it work and, if so, why? Dyslexia, 22(3), 233-244.

[23] Handler, S.M., Fierson, W.M. (2011) Learning Disabilities, Dyslexia, and Vision. Pediatrics, 127(3) : e818-e856

capital et la facilité avec laquelle il peut être enseigné et appris prédit les différences inter-linguistiques, comme par exemple le fait qu'il faut plus de temps pour apprendre le français que l'italien. Puis, l'auto-apprentissage, ce mécanisme implicite qui renforce le décodage grâce à la compréhension de ce qui est lu, permet l'automatisation de la lecture. L'automatisation, à son tour, libère les ressources cognitives pouvant être dédiées à la compréhension. Sans surprise, la compréhension d'un texte s'explique par le degré d'automatisation des procédures d'identification des mots écrits (précision et vitesse) et le niveau de compréhension du langage oral (mots et phrases). Contrairement à des croyances très répandues, les enfants ayant des difficultés de compréhension écrite ne s'expliquant pas par des problèmes d'identification de mots (décodage) et/ou de compréhension orale sont des cas exceptionnels [24] (autour de 1%). Pour réduire ces difficultés, il est nécessaire d'évaluer les compétences liées à ces processus (décodage, vocabulaire, langage oral) dès le CP et mettre en place des stratégies individualisées de renforcement des ces capacités. Selon l'idée du modèle de la réponse à l'intervention, l'enseignant réévalue le progrès de l'enfant ce qui lui permet de savoir si les stratégies mises en place ont été efficaces ou si l'enfant a besoin une prise en charge plus intense.

Points récapitulatifs

1. Le décodage étant au cœur de l'apprentissage de la lecture dans toutes les langues alphabétiques, les enseignants français doivent être plus astucieux pour enseigner la systématicité des relations graphèmes-phonèmes que certains de leurs collègues européens à cause de la plus forte irrégularité du français. Ainsi, plus de temps est nécessaire pour l'apprentissage de la lecture en français que dans des langues plus transparentes.
2. L'enfant doit rentrer dans le cercle vertueux de l'auto-apprentissage, où la compréhension de ce qui est lu renforce et automatise les mécanismes sous-jacents. Pour cela, il faut multiplier les occasions de lecture authentique et s'assurer ces les mêmes mots sont lus dans différents contextes.
3. La compréhension d'un texte s'explique par le degré d'automatisation des procédures d'identification des mots écrits (précision et vitesse) et le niveau de compréhension du langage oral. L'enseignant a donc au moins ces deux leviers d'action pour améliorer la compréhension.
4. Les enfants ayant des difficultés de compréhension écrite ne s'expliquant pas par des problèmes d'identification de mots (décodage) et/ou de compréhension orale sont des cas exceptionnels.
5. L'évaluation systématique des compétences liées à ces processus (décodage, vocabulaire, langage oral) est nécessaire dès le CP pour mettre en place des stratégies individualisées de renforcement des ces capacités.
6. Les difficultés des enfants dyslexiques s'expliquent souvent par une fragilité au niveau phonologique (conscience phonémique) qui empêche la mise en route du décodage ce qui, à

[24] Gentaz, E., Sprenger-Charolles, L., & Theurel, A. (2015). Differences in the predictors of reading comprehension in first graders from low socio-economic status families with either good or poor decoding skills. PLoS ONE, 10(3), e0119581.; Gentaz, E., Sprenger-Charolles, L., Theurel, A., & Colé, P. (2013). Reading comprehension in a large cohort of French first graders from low socio-economic status families: a 7-month longitudinal study. PLoS ONE, 8(11), e78608.

son tour, ne permet pas de rentrer dans l'auto-apprentissage. Le cercle vertueux devient alors cercle vicieux. Des interventions précoces et intenses au sein de l'école comme à l'extérieur restent les meilleures armes.