

L'Apprentissage du langage écrit

Introduction

La représentation du langage par des *signes visibles*, gravés, dessinés ou peints sur un support *durable*, permet d'échanger des informations à *distance* (spatiale ou temporelle) ou encore de les conserver (*mémoire*).

Diverses formes d'écritures seraient apparues aux environ de 5000 avant J.C., dans différentes civilisations, servant essentiellement le commerce et les besoins comptables ; ainsi les écritures cunéiformes datent de 3300 av. J.C. (empire Sumérien) et les hiéroglyphes (Egypte) les plus anciens dateraient de 2500 av. J.C. Il s'agit donc, *au regard de l'Evolution*, de temps « courts » : c'est pourquoi ce n'est pas une évolution du cerveau humain qui a permis l'apparition de l'écrit (nous ne disposons pas de « boîtes à outils » pré-cablées pour développer la lecture !). Au contraire, pour accéder au langage écrit²⁸ le cerveau humain est « mis en demeure » de recycler²⁹ les outils cognitifs (neuronaux) dont l'évolution nous a dotés, de façon à, malgré tout, apprendre à lire. Ainsi, apprendre la langue écrite, capacité facultative au regard de l'Evolution mais indispensable dans nos sociétés, consiste à créer de novo (par entraînement) des réseaux de neurones inédits qui mettront en relation, dans l'hémisphère gauche, certaines aires visuelles spécifiques (une fraction de la voie visuelle ventrale) et certaines aires spécifiques du langage (celles dédiées à la phonologie et au lexique). Ce n'est que lorsque ces nouveaux réseaux de neurones seront non seulement fonctionnels mais *automatisés* (automatiquement mis en route, de façon harmonieuse et efficace, lors de la perception d'un mot écrit) que l'apprentissage sera réussi (terminé).

Exemple : *Le but de l'apprentissage : une lecture automatique et irrépressible*, cf. l'effet Stroop

On peut mettre cela facilement en évidence en demandant à des sujets normo-lecteurs d'énoncer rapidement *la couleur* avec laquelle les mots sont écrits : **BLEU** (il faut dire /rouge/) – **JAUNE** (il faut dire/vert/, etc...) – **VERT** – **NOIR** – **ROUGE** – **JAUNE** – **ROUGE** – **BLEU** – **VERT**, etc.

Chacun peut constater qu'il est très difficile de faire abstraction du *sens* des mots : ce dernier *s'impose* automatiquement, en dépit de la consigne et de l'intention (volonté consciente) du sujet de ne s'intéresser qu'à la couleur de l'encre.

Les caractéristiques des langues alphabétiques

Les langues écrites qui traduisent et codent *les sons* de la langue orale (langues alphabétiques) utilisent un nombre *restreint* et *limité* de symboles (les lettres³⁰) pour permettre de traduire *tous* les sons de la langue. L'ordre des lettres dans les mots écrits respecte celui des sons dans les mots oraux : cette organisation séquentielle, sérielle est une caractéristique des écritures alphabétiques.

²⁸ : Les anglo-saxons désignent sous le terme de « literacy » toutes les activités liées au langage écrit, c'est-à-dire à la fois la lecture et la production d'écrits.

²⁹ : Recyclage neuronal : selon la formule de Stanislas Dehaene ; cf. introduction.

³⁰ : Lettres (t, d, a, ..) ou groupe de lettres (an, ai, ch, ...), souvent dénommés *graphèmes*.

Leur apprentissage est *génératif* : cela signifie que la connaissance des lettres et des sons correspondants permet de « générer » la lecture/écriture de l'infinité de tous les mots, existants ou possibles, dans cette langue (on peut lire, ou écrire sous dictée aussi bien *trachminou* et *sirvalu* que *fourmi* ou *statistique*). Cet apprentissage est ainsi accessible au plus grand nombre et facilite la scolarisation de masse.

Dans tous les cas, lire c'est extraire du sens à partir de suites séquentielles de signes écrits appartenant à un code arbitraire commun à toute une communauté.

Des langues plus ou moins transparentes ...

Certaines langues sont dites « opaques » (en particulier l'anglais, et à un moindre degré le français) : il n'y a pas de correspondance stricte, régulière, entre les sons de la langue et leur transcription graphique (correspondances graphophonologiques) ; on note de nombreuses irrégularités orthographiques.

Ceci a des conséquences sur la lecture : les mots « irréguliers », qui ne respectent pas les règles de conversion graphophonologique (ex : femme, album, oignon, charisme, etc.) demandent des traitements cognitifs plus longs que les mots réguliers (caméra, soupir, pirate).

Plus les langues écrites sont transparentes, plus elles sont « faciles » à apprendre :

Après 1 an d'apprentissage, parmi une liste de mots courants, les jeunes anglais peuvent en lire correctement 40%, les jeunes français 70% et les jeunes finlandais (langue transparente) 98%. De même l'apprentissage des irrégularités orthographiques sera d'autant plus long, plus laborieux et plus fragile que la langue écrite est plus opaque.

Processus cognitifs en jeu et aspects développementaux

L'acte de lire recouvre deux opérations mentales fondamentales:

- *l'identification des mots*, jusqu'à l'accès à leur signification, opération mentale qui est *spécifique* à la lecture ;
- *la compréhension de l'énoncé ou du texte*, qui elle concerne *l'ensemble* des compétences linguistiques, mais aussi la mémoire, l'attention, les fonctions exécutives et le niveau d'intelligence générale. Cet aspect de la compréhension ne résulte donc pas de processus qui seraient *spécifiques* à l'écrit et ne sera donc pas abordé ici.

La prise d'information visuelle

Bien avant d'impliquer des traitements linguistiques, la lecture impose que l'information écrite soit *saisie* visuellement dans des conditions optimales. Cela concerne en premier lieu les *mouvements* du regard³¹ qui doivent déplacer les yeux à la fois très rapidement, très

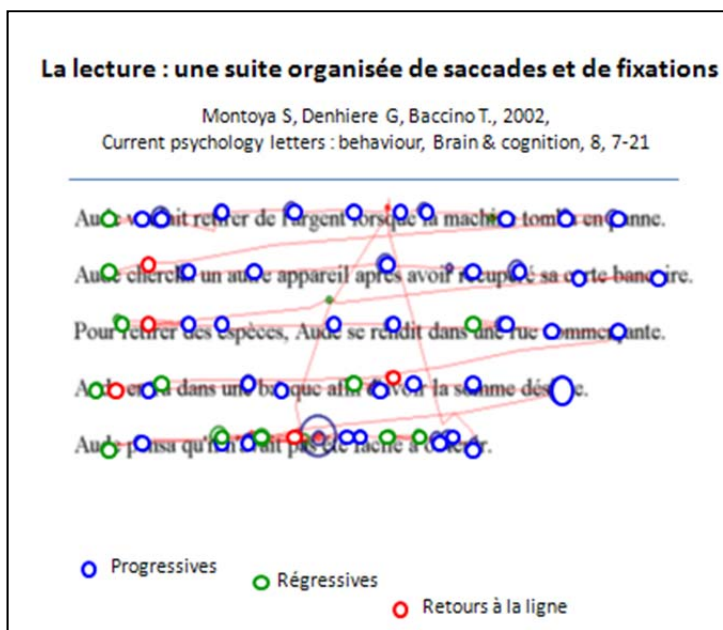
³¹ : On distingue *le regard* = bouger les yeux, qui peuvent être comparés à des caméras qu'il s'agit de diriger correctement (aspects moteurs) et *la vision* = « prendre la photo » qui doit s'imprimer sur la rétine avant d'être traitée par des réseaux cérébraux dédiés (aspect perceptif)

précisément et d'une façon spécialement organisée le long des lignes afin de balayer convenablement le texte.

Les yeux en effet ne se déplacent pas régulièrement au fil du texte, mais ils effectuent une succession de petits sauts, appelés *saccades*, extrêmement rapides d'un mot à un autre (ou d'une partie de mot à une autre). Ces déplacements sont régulièrement interrompus par des pauses (appelées *fixations*) durant lesquelles le mot est « imprimé » sur la rétine et transmis au cerveau pour analyse, identification, compréhension : c'est là que s'effectue le travail cognitif de lecture proprement dite.

- Les saccades

Une saccade bien calibrée doit placer de manière optimale par rapport au mot à lire la *fovéa*³², petite zone centrale de la rétine qui seule permet une vision suffisamment précise et nette pour identifier les lettres. Durant la saccade elle-même il n'y a *pas* de perception.



Légende

Fig. ci-contre : les cercles figurent les fixations, les traits entre les cercles, les saccades.

Les saccades sont organisées, pour l'essentiel de façon linéaire et de gauche à droite, permettant l'avancée dans le texte (en bleu : *saccades de progression*).

De temps à autre, on peut cependant enregistrer quelques *saccades de régression* (en vert) qui interviennent s'il y a un mot long ou si la compréhension impose un retour en arrière.

Enfin, on remarque les *grandes saccades de retour à la ligne* (en rouge), obliques de droite à gauche et orientées vers le bas.

Le *calibrage* (le contrôle de l'amplitude) de ces saccades³³ est *très précis* et *automatisé* dès le stade dit « de lecture courante » (~ CE2 +/- 1 an). Il est piloté par la perception, dans le champ visuel périphérique, des noirs et blancs adjacents.

Cette organisation particulière des saccades dans la lecture repose sur un long apprentissage d'environ 2-3 ans (fin de maternelle → début de primaire), lequel s'appuie lui-même sur la maturation préalable de compétences oculomotrices précoces³⁴. Ces dernières, universelles, sont *ensuite* « recyclées » si l'enfant est soumis à l'apprentissage de la lecture, pour apprendre les nouveaux gestes de regard indispensables pour lire.

Au début de l'apprentissage de la lecture, les jeunes enfants, qui n'ont pas encore automatisé ces nouveaux gestes oculaires, doivent s'aider de leur doigt pour arriver à suivre la ligne du texte.

³² : Fovéa : petite zone rétinienne riche en cônes, cellules photo-réceptrices de haute résolution.

³³ : Il s'agit bien d'un *apprentissage culturel* (recyclage neuronal) : ainsi, en fonction des caractéristiques de leur langue écrite, les lecteurs automatisent des saccades de progression de droite à gauche (hébreu, arabe, ...).

³⁴ : Compétences précoces : cf. introduction

Dès 6-7 ans³⁵, la fréquence des saccades *régressives* diminue (~ 34%, contre 10-15% en moyenne chez l'adulte normo-lecteur). La longueur des saccades augmente aussi progressivement : à 11 ans, il n'y a pratiquement plus de saccades de 2 caractères alors qu'elles représentent 90% des saccades à 6 ans (chez l'adulte : 7-9 caractères en moyenne).

- Les fixations

C'est pendant les fixations que s'effectuent *les traitements cognitifs* qui aboutiront à l'identification du mot et de son sens.

Différents éléments caractérisent l'efficacité des fixations :

- *La durée (~ 200 à 300 ms)* : chez le lecteur expert le décodage du mot, très rapide, se fait dès le début de la fixation. Cependant, la présence de mots rares (du point de vue du lecteur) augmente la durée des fixations³⁶.
- *Le lieu de la fixation* : la reconnaissance est optimale quand la fixation se situe légèrement à gauche du centre du mot (pour les lecteurs lisant de gauche à droite). Il est à noter que la qualité de l'information visuelle diminue rapidement dès que l'on s'éloigne du point de fixation (d'où l'absolue nécessité de saccades extrêmement précises).
- *L'amplitude ou empan visuo-attentionnel (EVA)* correspond à la quantité de lettres qui peuvent être traités *simultanément* lors d'une fixation. Nous n'identifions vraiment que 10-12 lettres au maximum lors d'une fixation.

La durée des fixations diminue avec l'âge et l'expertise en lecture, de même pour le nombre de fixations. C'est entre 8 et 11 ans que l'empan visuel devient asymétrique, privilégiant la zone située à gauche de la fixation. Le comportement visuel de l'enfant normo-lecteur ressemble à celui de l'adulte aux alentours de l'âge de 12 ans.

Le traitement perceptif visuel : l'identification du mot.

- L'invariance perceptive

Les lettres constituent les unités de base de la perception des mots écrits. L'unité pertinente pour la lecture d'un mot correspond à l'identité *abstraite* des lettres (indépendamment de la police, de la taille, de la casse, ...). Cette connaissance abstraite résulte de l'existence de neurones *détecteurs de traits caractéristiques* dont l'arrangement constitue les lettres : il existe des neurones capables de reconnaître les lettres quelle que soit leur apparence (typographie). Cette invariance perceptive, acquise par apprentissage, nous permet de traiter de la même façon, par exemple, e et E, ou a et A, mais nous permet aussi de percevoir facilement, par amplification, la différence entre r / n, n / h ou c / e.

Les études en IMR-f montrent une implication du cortex temporal ventral (illustration ci-dessous), que les paires soient visuellement identiques *ou non* (rage/RAGE). Cette région ne code donc pas seulement la forme visuelle mais bien *l'identité abstraite des lettres*.

³⁵ : P.Quercia, Mouvements oculaires et lecture, une revue bibliographique, *Journal français d'ophtalmologie*, 2010, 33,416-423

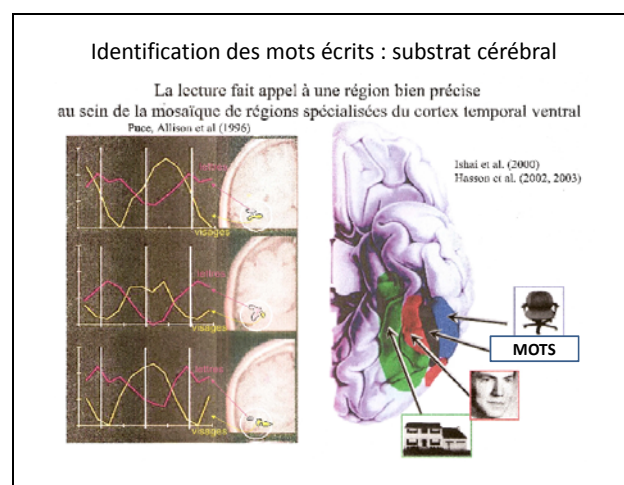
³⁶ : Simola J. et al., Right visual field advantage in parafoveal processing : evidence from eye-fixation-related potentials. *Brain Lang* 2009, 11, 101-103

NB : Cette région cérébrale, « douée » pour l'invariance perceptive quelle que soit l'orientation du stimulus, pourrait aussi être à l'origine de difficultés pour distinguer les items symétriques (cf. erreurs en miroirs, normales chez l'enfant jusque vers 5-7 ans).

- L'ordre des lettres

L'information concernant *la position* des lettres dans le mot est également codée : c'est particulièrement important dans les langues comme le français (mais aussi l'anglais ou l'allemand) qui possèdent beaucoup d'anagrammes (ex : mais/amis, lion/lain, chine/chien).

L'identification du mot repose donc sur l'identification de la suite sérielle des lettres. On a pu mettre en évidence une zone cérébrale dédiée (cortex temporal ventral, hémisphère gauche), dite « aire de la forme visuelle des mots écrits »



Substrat cérébral de l'identification visuelle des mots³⁷

Les deux voies de la lecture

Deux processus différents peuvent être mis en jeu pour lire. Le classique modèle des deux voies de la lecture de Coltheart et al. (2001) a été maintes fois confirmé, à la fois expérimentalement et par l'étude de la pathologie (alexies de l'adulte touchant soit l'une soit l'autre voie de la lecture, et chez l'enfant³⁸).

- Voie d'assemblage (ou voie indirecte)

La suite de lettres et graphèmes est convertie en la *suite de sons* correspondants, suite sonore que le lecteur doit ensuite *assembler* pour reconstituer le mot. Le mot ainsi « sonorisé » est alors reconnu s'il peut être apparié à un mot connu, *préexistant* dans le lexique *auditif* du sujet ; une signification lui alors est assignée au moment où le sujet

³⁷ : Cohen L. et al, 2000, The visual word form area. *Brain*, 132, 291-307

³⁸ : M. Zorman. La dyslexie de surface développementale, étude d'un cas. In "Le dyslexies", ss la dir° R. Cheminal/V. Brun, Rencontre en rééducation, pp 56-65, éd. Masson février 2002.

« s'entend » dire le mot (sauf pour les non-mots³⁹, qui, évidemment, ne peuvent être appariés à une signification).

Ainsi, l'enfant s'entend dire la suite de sons (pi/rra/teu/ ... → pirate) et reconstitue alors le mot qu'il connaît oralement depuis longtemps. Ce type de lecture peut donner lieu à des erreurs de correspondances entre les lettres et les sons (ex : matin peut être lu « malin »)

Cette voie joue un rôle d'autant plus important dans l'accès à la signification que le mot écrit est de rare ou peu connu (voire inconnu) du sujet. C'est donc initialement la seule voie disponible pour le lecteur *débutant*.

-Voie d'adressage (ou voie directe)

Il s'agit là d'un accès direct à l'*identification visuelle* du mot telle que décrite plus haut, sans passer *au préalable* par sa forme phonologique. Cette voie n'est utilisable que pour des mots écrits *déjà* connus du lecteur : il faut que le lecteur ait construit un *lexique orthographique*, c'est-à-dire un répertoire de formes visuelles de mots qui sont appariés à des significations. Cette construction est longue : elle dépend de la fréquence des mots lus. Une fois le mot inscrit dans ce lexique orthographique, le mot identifié visuellement est alors automatiquement apparié à sa signification.

Exemple : L'adressage ne doit pas être assimilé à la lecture dite « globale ».

Cette dernière peut en effet désigner une lecture dite *logographique*, dans laquelle interviennent des aspects picturaux ou autres (couleurs, longueur, signes diacritiques, pictogrammes, ...), *indépendants de la suite des lettres* (ex : graphisme et colorisation de « Coca-Cola »). Si l'on modifie la couleur, ou si l'on oublie un tréma ou un accent, le mot n'est alors plus reconnu. Beaucoup de jeunes enfants (et d'illettrés) reconnaissent ainsi quelques « mots-étiquettes » (prénoms, jours de la semaine, ...) ou certains éléments mémorisés de leur environnement (MacDo, nom de leurs céréales préférées, de leur rue, de la banque, des marques de voitures, etc.).

La voie d'adressage, elle, permet une identification rapide et *précise*, fonction de *la suite exacte* des lettres, permettant de distinguer rapidement et à coup sûr « ils s'attardèrent / ils s'attrapèrent ».

Ce type de lecture par adressage peut donner lieu à des erreurs de précision mais respectant le sens : bateau peut être lu « navire », ou château lu « palais ».

La lecture par adressage permet une lecture plus rapide : or (cf. mémoire de travail), la rapidité en lecture est un gage de compréhension du texte, surtout pour les textes longs.

- La nécessaire coordination des deux voies

En condition normale de lecture, comment ces deux voies interviennent-elles ?

Même lors de l'identification visuelle du mot, s'il utilise la stratégie d'adressage, le lecteur accède *aussi* à la forme sonore du mot et ce *même lors de la lecture silencieuse*.

39 : Non mots (sirivalu) ou pseudo-mots (naison) sont des « faux mots » inventés. En situation écologique de lecture cela correspond soit aux noms propres, soit à un mot inconnu du lecteur (ex : boustrophédon). On peut le lire, le dire, sans lui assigner de sens.

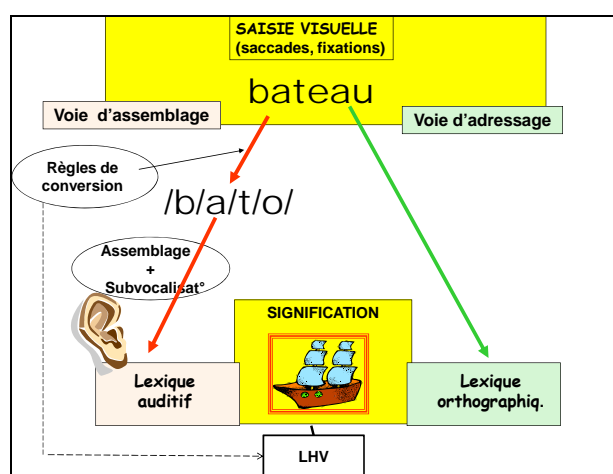
Exemple : Homophonie et catégorisation sémantique

Le sujet doit dire si le mot cible qui apparaît brièvement à l'écran appartient ou non à une catégorie donnée (ex : flowers). On propose un mot appartenant à la même catégorie (rose) ou un homophone (rows) ou un contrôle non-homophone (robs). Les sujets font significativement plus d'erreurs, décidant que l'homophone (rows) est une fleur : la séquence de lettres « r, o, w, s » a bien été codée phonologiquement, interférant avec l'activation de « rose ».

Ces travaux i)- prouvent que le code phonologique est activé de façon irrépessible chez le normo-lecteur, y compris en lecture silencieuse ; ii)- montrent qu'il a un rôle fondamental lors de la récupération de la signification du mot écrit.

Les 2 codes, orthographiques et phonologiques, influencent *conjointement* les performances en lecture silencieuse⁴⁰.

En fait, tout normo-lecteur mobilise *simultanément* les deux voies, activant l'une ou l'autre de façon préférentielle (tableau ci-dessous), selon son degré d'expertise et les mots rencontrés : fréquence, familiarité, ambiguïté, homophonie, régularité orthographique, contexte, etc.



Voie d'assemblage (= indirecte, « déchiffrage »)	Voie d'adressage (= directe)
Requiert la connaissance des règles de conversion grapho-phonologique. La phase d'assemblage sollicite la mémoire de travail auditivo-verbale	Nécessite une prise d'information visuelle optimale (saccades, lieu de la fixation et empan visuo-attentionnel)
- Non-mots (voie obligée) - Mots réguliers - Mots <i>nouveaux</i> pour le lecteur sous leur forme écrite (+++ pour débutants !) → accès au <i>lexique auditif</i> (pré-existant)	- Mots irréguliers (voie obligée) - Mots <i>déjà connus</i> du lecteur sous leur forme écrite → accès au <i>lexique orthographique</i> (à construire, via la voie indirecte)
Durée de lecture dépend de la longueur et de la complexité grapho-phonologique du mot	Lecture plus rapide, indépendante de la longueur et de la complexité du mot
<i>Corrélat cérébral spécifique</i> : zone de Broca	Zone temporale ventrale G

L'apprentissage de l'écrit

L'enfant doit, sous l'effet d'un entraînement *délibéré, explicite et spécifique*,

⁴⁰ : Cf. L. Ferrrand, 2007, psychologie cognitive de la lecture, De Boeck, pp 230

1. réorganiser son regard, développer ses aptitudes visuo-spatiales et visuo-attentionnelles.
2. développer sa capacité à faire des liens entre les sons de la langue et les lettres ou suites de lettres (les graphèmes). Cette capacité-là est dite « **conscience phonologique** » (ou encore « habileté métaphonologique »).

Aspects développementaux de la conscience phonologique

Pour appairer les suites de lettres avec les sons correspondants de la langue et assembler ces sons pour reconstituer un mot, l'enfant prend *conscience* que la langue orale est constituée *de sons*. Il doit pouvoir les repérer, les isoler, puis les manipuler (pour établir ensuite les correspondances avec les suites de lettres).

Ne pas confondre la discrimination phonologique qui fait partie des compétences précoces (implicites) du nouveau-né (cf. langage oral) ; et la conscience phonologique, qui consiste en une manipulation intentionnelle et explicitement enseignée des sons de la langue.

Or, jusque vers 4 ans, l'enfant ne peut accéder qu'à la signification globale des mots. Ainsi, dans /vache/ le jeune enfant ne peut pas entendre /va/. S'il faut « entendre » (!) quelque chose dans /vache/, il évoquera « meuh » !. Ce n'est qu'aux alentours de 4 ans que l'enfant commence à prendre conscience que la langue orale, indépendamment des significations, est constituée de sons : il s'intéresse alors aux jeux de rimes, puis aux syllabes. Toutefois un entraînement limité aux rimes ou aux syllabes ne permet pas d'accéder au principe des langues alphabétiques : de nombreux travaux concordant⁴¹ ont montré à de multiples reprises que cela ne suffit pas pour permettre l'accès à la lecture.

Sous les effets de l'enseignement et de l'entraînement dispensé dans les classes maternelles et en première année d'école primaire, les enfants manipulent de plus en plus finement les sons de leur langue : d'abord les syllabes et les sons voyelliques (~ 5 ans), puis les phonèmes (~ 6 ans).

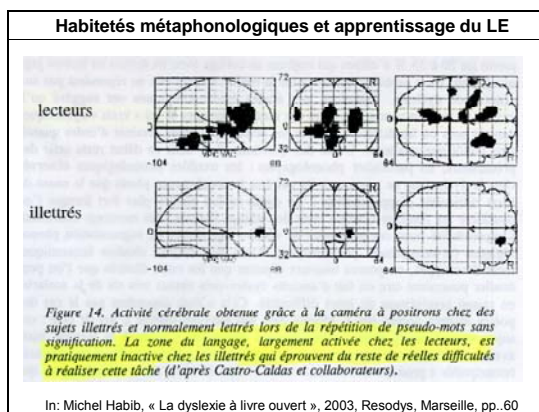
Exemple : Tâches de conscience phonologique

- au niveau de la syllabe : suppression syllabique (merci → mer), inversion syllabique (radis → dira),

- au niveau du phonème : suppression du 1^{er} phonème (sage → âge, pluie → lui), modification d'un phonème (remplacer /p/ par /n/ : pull → nul, cape → canne), etc.

Dans de nombreux manuels destinés aux enseignants, ces tâches sont détaillées et les progressions dans la difficulté précisées.

Les recherches ont clairement démontré, de façon constante depuis deux décennies, que c'est *l'automatisation* de ces manipulations de sons qui conduit à la reconnaissance rapide, précise et automatique des mots lus et favorise donc, à terme, la compréhension de l'écrit : *les performances en conscience phonologique, en grande section de maternelle, prédisent de façon fiable les performances ultérieures de l'enfant en lecture.*



NB : Ces capacités en métaphonologie reposent sur les réseaux langagiers (cf. langage oral), qui incluent spécifiquement l'aire de Broca, dans l'hémisphère gauche.

Les analphabètes, les illettrés, les lecteurs exclusifs de langues logographiques (chinois), n'activent pas les zones cérébrales correspondantes lors de ces épreuves. (Les chinois qui ont appris l'anglais les activent).

De plus, la connaissance du *nom des lettres* chez les enfants de 5-7 ans est aussi corrélée au niveau de lecture et d'écriture et montre des interactions avec les capacités de segmentation et de manipulation phonologique.

D'où une possibilité éprouvée de repérage et de dépistage des enfants présentant des risques⁴² de difficulté d'accès à l'écrit.

Le rôle de la mémoire de travail auditivo-verbale

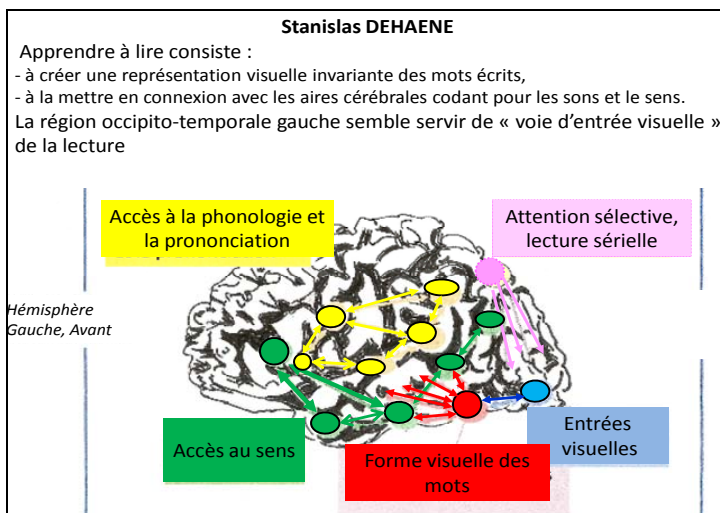
Les différents sons correspondants à la suite de lettres qui composent le mot doivent être brièvement conservés actifs en mémoire de travail, afin d'en permettre l'assemblage puis l'accès au sens. Sans entrer dans les détails du fonctionnement et du développement de la mémoire de travail, il faut savoir que la charge en mémoire de travail (cf. chapitre sur les fonctions mnésiques) est d'autant plus importante que le lecteur est *novice ou peu performant* : les unités de conversion grapho↔phonologiques sont en effet plus petites et donc d'autant plus nombreuses. Moins il est performant, plus l'enfant « traduit » en son lettre à lettre, ou deux lettres par deux lettres et se trouve donc avec un grand nombre d'unités à conserver brièvement en mémoire avant l'assemblage du tout pour former le mot ; il peut alors « oublier » le début du mot (ex : « p...pa...pan...t...ta...lon → *talon* ? ») bien au contraire, tenter d'anticiper, de deviner le mots à partir des tout premiers éléments (ex : librairie : « l...li...lib... → *liberté* ? »)

Même lorsque chaque mot est correctement déchiffré, la *lenteur* du processus de déchiffrage peut aussi gêner considérablement l'accès au sens de phrases longues ou de texte, ainsi que leur mémorisation à long terme.

⁴² Un risque n'est pas un destin : c'est au contraire un événement désagréable prédictible mais évitable si des mesures pertinentes sont mises en œuvre en temps utile.

Conclusion

Le processus d'apprentissage de la lecture, contrairement à celui du langage oral, est lié à un *enseignement explicite* ; il met en jeu de nombreuses compétences (neuro-visuelles, phonologiques, lexicales, attentionnelles, mnésiques, ...) et nécessite un entraînement suffisant pour obtenir une bonne automatisation des différents processus sous-jacents.



Des études en IRM-f montrent que le réseau de base est déjà en place aux alentours de 7 ans.

Les dyslexies

Définition

Certains enfants présentent des anomalies neuro-développementales qui perturbent (à des degrés divers) l'apprentissage de la langue écrite, alors qu'ils manifestent une intelligence normale et ont suivi un entraînement habituel (scolarisation « standard ») dans un milieu éducatif sans particularité.

Comme pour tous les dys, on ne parle de dyslexie que si la performance en lecture de l'enfant est *durablement et significativement faible* en regard de son âge, de son niveau intellectuel et de son niveau scolaire (-1,5 ou 2 D.S dans un test étalonné, ou 18 à 24 mois de décalage p.r. à son niveau scolaire), générant un trouble scolaire et/ou social (handicap).

La prévalence de la dyslexie est différente selon les pays, liée à la transparence de la langue. En France, on avance des chiffres différents selon les auteurs⁴³ et les critères retenus. Un consensus semble désormais s'établir⁴⁴ aux alentours de 3,5%.

43 : 5 à 8 % selon Sprenger-Charolles et Colé, Lecture et dyslexie : approche cognitive, 2003, Dunod.

44 : Billard et col, 2007, Résultats préliminaires d'une étude épidémiologique transversale des apprentissages en lecture orthographe et calcul en CE1, *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, bilan des données scientifiques*, Publications INSERM.

Les recherches actuelles s'orientent vers *des causes génétiques* avec les arguments suivants :

- Geschwind et Galaburda, dès 1979, avaient mis en évidence des micro-anomalies (« ectopies ») dans l'architecture cérébrale de sujets dyslexiques. Ces premières constatations ont ensuite été confirmées⁴⁵.

- A partir des années 2000, des études génétiques ont été menées dans les familles où se rencontraient de nombreux dyslexiques et complétées par des études sur les jumeaux monozygotes (qui ont le même patrimoine génétique). Elles ont montré que, si l'un des jumeaux est atteint, il y a 70 % de risque que l'autre le soit aussi ; ce risque tombe à 45% si les jumeaux sont hétérozygotes (ils n'ont en commun que la moitié de leur patrimoine génétique).

A noter qu'il ne faut pas comprendre ces données génétiques⁴⁶ comme une fatalité : les aspects personnels et environnementaux (familiaux, conditions et âge du diagnostic, thérapeutiques proposées) déterminent une part importante de l'intensité des troubles et de leurs répercussions scolaires et sociales].

- La grande prédominance des garçons (2 à 3 fois plus touchés que les filles, selon les études) a aussi fait évoquer une *hypothèse hormonale* ;

- L'hypothèse *d'une anomalie cérébelleuse* donne aussi lieu à des recherches, avec des arguments qui incluent l'ensemble du « syndrome dyslexique » *débordant la fonction de lecture* : des troubles du geste, du graphisme et de divers apprentissages scolaires sont souvent associés.

- Enfin, citons *la théorie motrice de la perception de la parole* (TMPP) : la représentation mentale de la motricité, de l'articulation des sons de parole serait indispensable au décodage phonologique de l'écrit, et serait déficitaire chez certains enfants dyslexiques.

Dyslexie phonologique

Le déficit de *conscience phonologique* est la racine du mal-lire (fig. ci-dessous, a). On note donc un déficit marqué de *la voie d'assemblage* (bien sûr particulièrement sévère pour les non-mots), des erreurs de conversions grapho-phonologiques et de séquentialité des graphèmes et/ou des sons. Les erreurs, associées à la lenteur du déchiffrage, compromettent l'accès au sens. Simultanément, l'enfant cherche à contourner son trouble par des stratégies logographiques (repérage de petits mots fréquents) ou la devination à partir du début du mot.

NB : environ 40% des jeunes dyslexiques ont des antécédents de « retard de parole » ou « retard de parole/langage ». Ils présentent un trouble de discrimination phonologique et manifestent de confusions de sons (ch/s, ch/j, b/p, t/d, en/on, ...).

a) Dyslexies phonologiques

b) Dyslexies visuo-attentionnelles

45 : Galaburda et al, 1985, Developmental dyslexia : four consecutive patients with cortical anomalies, *Ann Neurol.*, 18(2), 222-233

46 : Ramus, F. (2010). Génétique de la dyslexie développementale. In S. Chokron & J.-F. Démonet (Eds.), *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages* (pp. 67-90). Marseille: Solal.

Dyslexie visuo-attentionnelle⁴⁷

Un empan visuo-attentionnel (EVA) réduit⁴⁸ limite le nombre de lettres identifiées à chaque fixation, perturbant la mémorisation *de la forme orthographique* du mot (donc, la construction du lexique orthographique). Un EVA médiocre ou pathologique contribue à la contre-performance en lecture *aussi* chez les enfants souffrant d'une dyslexie phonologique, mais 60% des dyslexiques ont un déficit unique, *soit* phonologique, *soit* EVA. Ces derniers souffrent de dyslexie visuo-attentionnelle.

Ils échouent à la lecture *des mots irréguliers* et lisent préférentiellement par la voie d'assemblage, lente (frein à la compréhension de textes). Ce recours quasi-exclusif à la voie de conversion grapho-phonologique conduit à *des erreurs de régularisation*, tant en lecture (album → lu /alburne/) qu'en dictée (album → écrit albome). Cf. fig. ci-dessus, b.

Les études en IRM-f avec des tâches explorant spécifiquement l'empan visuo-attentionnel⁴⁹ activent le *lobule pariétal supérieur* (flèches blanches) chez des sujets contrôles et les dyslexiques phonologiques, mais *pas* chez des sujets dyslexiques avec atteinte de l'EVA (fig.b, ci-dessus).

Illettrisme et dyslexie

9% de la population âgée de 18 à 65 ans ne maîtrise pas suffisamment le langage écrit pour être socialement autonome dans nos sociétés (enquêtes INSEE). Les tests de la journée d'appel de préparation à la défense décomptent 5% d'illettrés chez les jeunes de 17 ans.

Les problèmes psycho-sociaux ont souvent été mis en avant pour rendre compte de ces situations, mais des études ont montré que la moitié d'entre eux sont des dyslexiques authentiques⁵⁰ : les difficultés psycho-sociales interviendraient comme « écran » au diagnostic et à la prise en charge de ces jeunes.

Petite bibliographie pour aller plus loin

- *Expertise collective de l'Inserm (2007). Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie: Bilan des données scientifiques. Paris: Editions Inserm.*
- *S. Dehaene, Les neurones de la lecture, O. Jacob, 2007*
- *Apprendre à lire, des sciences cognitives à la salle de classe, Odile Jacob, 2011*
- *M. Habib, Dyslexie : le cerveau singulier, Marseille : Solal, 1997 + www.resodys.org*
- *S. Valdois, 2005, Les dyslexies développementales mixtes: nouvelles perspectives, Entretiens d'orthophonie de Bichat (pp 193-206), Paris : expansion scientifique.*

⁴⁷ : Les enfants porteurs d'un strabisme banal ou de nystagmus n'ont pas de problème particulier d'apprentissage de la lecture.

⁴⁸ : S. Valdois, 2010, Troubles de l'empan attentionnel dans les dyslexies développementales : de la théorie à la pratique, in *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages*, S.Chokron, JF Démonet eds, Marseille : Solal éd.

⁴⁹ : Peyrin C. et al, 2011, Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia : fMRI evidence from two case reports, *Brain and Language*, 2011, soumis.

⁵⁰ : Delahaie M. et al, 2000, Dyslexie développementale et illettrisme. Quels marqueurs ?, *ANAE*, 57, 43-49