

3

Dyslexie, dyscalculie, dysorthographe

Les troubles spécifiques des apprentissages abordés ici sont ceux plus directement liés aux acquisitions scolaires : la dyslexie (trouble spécifique de la lecture), la dyscalculie (trouble du calcul) ainsi que la dysorthographe (trouble spécifique de l'orthographe) qui sont traités dans l'expertise collective (Inserm, 2007).

Définitions

Les « troubles des apprentissages », qui concernent des problèmes faisant obstacle à la réussite scolaire, peuvent apparaître dans un contexte de retard global (Gillberg et Soderstrom, 2003) ou plus spécifique en cas de déficits limités à certains processus cognitifs (Snowling, 2002). Il sera question ici essentiellement de définitions et critères concernant les troubles spécifiques des apprentissages et donc des troubles présents en dehors d'un retard global du développement.

La CIM-10 (Classification internationale des maladies de l'OMS, 1994), qui définit des critères diagnostiques, comprend une section dédiée aux troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires. Dans cette partie sont décrits les critères diagnostiques des troubles suivants : trouble spécifique de la lecture, trouble spécifique de l'orthographe, trouble spécifique de l'acquisition de l'arithmétique, trouble mixte des acquisitions scolaires (tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Critères diagnostiques communs aux troubles spécifiques des acquisitions scolaires selon la CIM-10

-
- La note obtenue aux épreuves, administrées individuellement, se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI
 - Le trouble interfère de façon significative avec les performances scolaires ou les activités de la vie courante
 - Le trouble ne résulte pas directement d'un déficit sensoriel
 - La scolarisation s'effectue dans les normes habituelles
 - Le QI est supérieur ou égal à 70
-

Le DSM-IV (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux de l'American Psychiatric Association, 1994), dans la partie « Troubles diagnostiqués pendant la première enfance, la deuxième enfance ou l'adolescence » définit dans un chapitre à part les troubles des apprentissages. Ce chapitre comprend le trouble de la lecture, celui du calcul et de l'expression écrite ainsi qu'un trouble des apprentissages non spécifiés (tableau 3.II).

Tableau 3.II : Caractéristiques communes des troubles des apprentissages selon le DSM-IV

Performances à des tests standardisés (en lecture, calcul ou expression écrite), passés de façon individuelle, nettement au-dessous du niveau attendu par rapport à l'âge, aux autres performances scolaires et à l'intelligence de l'enfant. « Nettement au-dessous » se définit par une discordance de plus de 2 écarts-types entre les performances à ces tests et le QI (dans certains cas une différence moins importante est suffisante, 1 ou 1,5 écart-type)

Ces problèmes d'apprentissage doivent interférer de manière significative avec la réussite scolaire ou avec les activités de la vie courante liées à la lecture, le calcul ou l'écriture

Si un déficit sensoriel est présent, les difficultés d'apprentissage doivent être supérieures à celles habituellement associées à ce déficit

Trouble spécifique de la lecture

Parmi les troubles des apprentissages, le trouble spécifique de la lecture ou dyslexie est de loin le trouble spécifique des apprentissages le mieux exploré ; il a donné lieu au plus grand nombre de travaux et de définitions.

D'une façon générale, la dyslexie est définie comme un trouble de l'identification des mots écrits. Rutter (1978), sur la base des propositions de la *World Federation of Neurology* (1968), écrit que « la dyslexie est un trouble manifesté par une difficulté à apprendre à lire, malgré un enseignement conventionnel, une intelligence adéquate et un bon environnement socioculturel. Elle est dépendante de troubles cognitifs fondamentaux qui sont souvent d'origine constitutionnelle ». La CIM-10 décrit pour le trouble spécifique de la lecture des critères diagnostiques adaptés à des âges différents (tableau 3.III).

Tableau 3.III : Critères diagnostiques du trouble spécifique de la lecture selon la CIM-10

Présence soit de 1, soit de 2 :

1. La note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension de la lecture se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant ; l'évaluation des performances en lecture et du QI doit se faire avec des tests administrés individuellement et standardisés en fonction de la culture et du système scolaire de l'enfant
2. Antécédents de difficultés sévères en lecture, ou de résultats de tests ayant répondu au critère 1 à un âge antérieur ; en outre le résultat obtenu à un test d'orthographe se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI

Le critère du DSM-IV pour le trouble spécifique de la lecture est le suivant : les réalisations en lecture (exactitude, rapidité ou compréhension), évaluées par des tests sont nettement en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel (mesuré par des tests) et d'un enseignement approprié à son âge.

La principale différence entre les deux classifications concerne la comorbidité du trouble de la lecture avec d'autres troubles des apprentissages (notamment les troubles du calcul et de l'écriture). En cas de comorbidité, dans la CIM-10 le diagnostic de trouble de la lecture est prédominant par rapport à tous les autres, tandis que le DSM-IV permet de porter plusieurs diagnostics.

Dans les définitions plus récentes de la dyslexie, il est de plus en plus question des mécanismes cognitifs perturbés et de l'étiologie des troubles (Shaywitz et Shaywitz, 2005). Les recherches des dernières années sur ces facteurs, en particulier sur les compétences impliquées dans le processus de la lecture, ont beaucoup progressé et les définitions se sont adaptées aux nouvelles connaissances. Ainsi, la définition récemment proposée par Lyon et coll. (2003) et qui remplace une définition précédente des mêmes auteurs propose :

« La dyslexie est un trouble spécifique de l'apprentissage dont les origines sont neurobiologiques. Elle est caractérisée par des difficultés dans la reconnaissance exacte et/ou fluente de mots ainsi que par une orthographe des mots (*spelling*) et des capacités de décodage limitées. Ces difficultés résultent typiquement d'un déficit dans la composante phonologique du langage qui est souvent inattendu par rapport aux autres capacités cognitives de l'enfant et à l'enseignement dispensé dans sa classe. Les conséquences secondaires peuvent inclure des problèmes dans la compréhension en lecture. Cela peut entraîner une expérience réduite dans la lecture qui pourrait empêcher la croissance du vocabulaire de l'enfant et ses connaissances générales. »

Trouble spécifique du calcul

Les troubles du calcul et/ou de l'arithmétique ont fait l'objet de moins d'études que les problèmes de lecture (Shalev et coll., 2000). En général, le terme de dyscalculie développementale se réfère à un trouble des compétences en mathématiques présent chez des enfants avec une intelligence normale (Temple, 1997). La CIM-10 définit des critères diagnostiques du trouble spécifique de l'acquisition de l'arithmétique (tableau 3.IV).

Tableau 3.IV : Critères diagnostiques du trouble spécifique de l'acquisition de l'arithmétique selon la CIM-10

La note obtenue à une épreuve de calcul se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant

Les notes obtenues à des épreuves de lecture et d'orthographe se situent dans les limites de la normale

L'absence d'antécédents de difficultés significatives en lecture ou en orthographe

Le DSM-IV définit les critères suivants pour le « trouble du calcul » : les aptitudes en mathématiques, évaluées par des tests sont nettement en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel (mesuré par des tests) et d'un enseignement approprié à son âge.

La principale différence entre les deux classifications, comme cela a été décrit précédemment, concerne la comorbidité du trouble du calcul ou de l'arithmétique avec le trouble de la lecture. En cas de comorbidité, dans la CIM-10 le diagnostic de trouble de la lecture est prédominant, tandis que le DSM-IV permet de porter les deux diagnostics.

Les mécanismes cognitifs perturbés à l'origine de la dyscalculie sont variés et ont donné lieu à différentes classifications de sous-types de dyscalculie (Kosc, 1974 ; Rourke et Strang, 1978 ; Badian, 1983 ; Temple, 1992).

Malgré une avancée certaine des études lors des dernières années, les perturbations des mécanismes cognitifs à la base de la dyscalculie, sont encore objets d'études et leur inclusion dans les définitions du trouble paraît prématurée (Neümarker, 2000 ; Shalev et Gross-Tsur, 2001 ; Ardila et Rosselli, 2002).

Trouble spécifique de l'écriture

L'écriture étant un processus multidimensionnel, le trouble de l'écriture est celui qui pose le plus de problèmes de définition. Au centre d'un trouble de l'expression écrite se trouve une compétence très réduite dans l'organisation et la présentation de l'information à travers l'écriture, comparée à une compétence plus élevée à organiser et présenter l'information oralement (Kronenberg et Dunn, 2003).

Différentes composantes peuvent être à l'origine d'un trouble de l'écriture : difficulté d'écriture liées à l'aspect moteur ; difficulté à terminer la tâche ; orthographe insuffisante ; problèmes avec la composition écrite au niveau du choix des mots, de la construction des phrases, de la planification et de l'organisation du texte (Berninger et coll., 2001).

Le terme dysgraphie, qui renvoie plutôt à un trouble de la calligraphie touchant également la réalisation de formes géométriques, a été parfois utilisé pour représenter un trouble général de l'écriture. O'Hare et Brown (1989) proposent la définition de cinq groupes de dysgraphies : trois groupes de dysgraphie motrice (déficit visuo-spatial, de la coordination et de la planification motrice...) et deux autres groupes caractérisés par des troubles du langage (déficit dans l'orthographe, la ponctuation, la structure des phrases et déficit dans la conceptualisation).

Dans la littérature sur les troubles de l'écriture, il est plus souvent question de dysorthographe que de dysgraphie. La dysorthographe est un trouble spécifique de l'orthographe, qui accompagne la dyslexie. Le dysfonctionnement cognitif à la base des deux troubles est probablement commun. Dans la dysorthographe, l'orthographe des mots (*spelling*) est très déficitaire, conséquence directe du trouble phonologique des dyslexiques.

Il n'y a donc pas une seule définition du trouble de l'écriture et les classifications internationales l'illustrent bien : la définition de la CIM-10 correspond à la dysorthographe, tandis que celle du DSM-IV, correspond à un trouble de l'expression écrite plus général.

La CIM-10 dans sa partie « Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires » ne définit pas de trouble général de l'écriture mais

L'étiologie du trouble de l'écriture n'est probablement pas unique et semble moins bien connue que pour la dyslexie et la dyscalculie (Gregg, 1991).

Prévalence de la dyslexie

Les troubles des apprentissages, en particulier la dyslexie, ont été explorés principalement dans les pays anglophones. Pour la langue anglaise, compte tenu des différentes définitions possibles, la prévalence de la dyslexie varie, selon les études, de 2,3 % à 12 %. Ainsi aux États-Unis, Badian (1999) trouve une prévalence de la dyslexie de 2,7 % (chez des enfants âgés de 4 à 13 ans) et Shaywitz et coll. (1990) de 7,5 % (chez des enfants âgés de 5 à 9 ans). Plus récemment, dans une population conséquente d'environ 6 000 enfants scolarisés aux États-Unis et en utilisant 4 définitions différentes de la dyslexie, Katusic et coll. (2001) trouvent des taux d'incidence variant de 5,3 % à 11,8 % selon les critères utilisés.

En Grande-Bretagne, Rodgers (1983) met en évidence une prévalence de la dyslexie chez des enfants de 10 ans de 2,3 %, tandis que Yule et coll. (1974) ont trouvé une prévalence de 3,6 % sur l'île de Wight et de 9,3 % à Londres.

Stevenson et coll. (1982) ont également appliqué plusieurs mesures de la dyslexie à des populations d'enfants américains, taiwanais et japonais. Selon les critères, la prévalence varie de 3 % à 7,9 % aux États-Unis, de 2 % à 9,2 % à Taïwan et de 5,4 % à 8,3 % au Japon. Cette dernière étude est particulièrement intéressante parce qu'elle concerne des langues dont les systèmes d'écriture logographiques diffèrent de ceux des langues occidentales. D'après les travaux anciens de Makita (1968), fondés sur un questionnaire posé aux enseignants, il avait été conclu que la dyslexie était rare au Japon (moins de 1 %). Plus récemment, Yamada et Banks (1994) ont retrouvé 6 % d'enfants dyslexiques dans un groupe d'une centaine d'enfants de 10 ans de Hiroshima au Japon.

La prévalence de la dyslexie dans d'autres pays et langues varie de 3 % en Égypte (Farrag et coll., 1988) à 8,2 % en Inde (Bhakta et coll., 2002). Mais, il n'y a pas de données épidémiologiques pour toutes les langues du monde.

Données françaises

En France, en l'absence de données épidémiologiques fondées sur des cohortes d'enfants de l'envergure des cohortes anglophones (Rodgers, 1983 ; Katusic et coll., 2001), trois études, sur la base de critères et d'épreuves différents, indiquent une prévalence de troubles d'acquisition de la lecture (il est difficile de dire dans ces études qu'il s'agit de dyslexie au sens strict) comprise entre 6 % et 8 %. Ainsi, dans une étude longitudinale française, commencée en grande section d'école maternelle, 33 enfants sur 500 ont pu être classés comme étant dyslexiques à 10 ans (Sprenger-Charolles et coll., 2000), soit 6,6 % de la population. Dans une autre étude, 13 % des 500 enfants, suivis depuis la grande section de l'école maternelle, se sont révélés non-lecteurs en CE1 et parmi eux 7,5 % étaient probablement dyslexiques (Zorman et coll., 2004). Ce taux rappelle celui d'une autre cohorte de près de 700 enfants, suivis de la petite section de l'école maternelle jusqu'à 8 ans (cohorte Chevré-Müller, 1987-1994). En CE1, 8,5 % des enfants présentaient un retard conséquent dans le langage écrit (Watier et coll., 2006).

Ces informations respectant les critères de caractérisation de la dyslexie suggèrent que la proportion d'enfants présentant une dyslexie avérée ne diffère pas de celle des grandes études anglophones.

Bien qu'on ne puisse pas assimiler tous les troubles de la lecture même graves à la dyslexie, les données issues de deux études épidémiologiques récentes réalisées chez l'adulte en France aboutissent à des données compatibles avec les estimations ci-dessus : l'une concerne de jeunes appelés du contingent (de la Haye et coll., 2005) et l'autre (Murat, 2005) a été conduite auprès de 10 000 adultes de 18 à 65 ans (Insee). Ces deux études constatent que 7 % des 18-29 ans éprouvent des difficultés graves ou importantes en lecture.

Facteurs de risque et facteurs associés

L'influence des troubles du langage oral sur le langage écrit est bien établie (Vellutino et coll, 1991 ; Aram et coll, 1992 ; Fletcher et coll, 1994 ; Wagner et coll, 1997 ; Lewis et coll., 2000 ; Bishop et Snowling, 2004). Ainsi, dans une cohorte d'enfants suivis depuis l'école maternelle, Catts et coll. (2002) ont mis en évidence des problèmes de lecture en 4^e année d'école primaire chez 63,3 % des enfants identifiés comme ayant des difficultés de langage oral à 5,6 ans contre 8,5 % chez les autres enfants (sans problèmes de langage).

Peu d'études ont approfondi l'influence du milieu socioculturel sur ces troubles (Margai et Henry, 2003) ; celle de Molfese et coll. (2003) a mis en évidence des liens entre des mesures de l'environnement socioéconomique à 3 ans et les performances en lecture à 10 ans. En France, les données de la cohorte Chevie-Müller (1987-1994) montrent clairement un effet négatif du niveau socioculturel défavorisé sur les performances au langage écrit (*odds ratio* = 5, Watier et coll., 2006). De même, Plaza et coll. (2002) trouvent que la catégorie socioéconomique est une variable prégnante sur les performances en langage écrit d'enfants en fin de CP de la banlieue parisienne. Parmi les enfants du groupe défavorisé, 38 % ont des difficultés moyennes et sévères en lecture contre seulement 7 % des enfants du groupe favorisé.

Les études portant sur les populations anglaises de l'Île de Wight et de Londres (Yule et coll., 1974) sont représentatives des différences géographiques/sociales. En effet, avec la même définition de la dyslexie, la prévalence était de 3,6 % sur l'Île de Wight et de 9,3 % à Londres, où les sujets étaient en moyenne de milieux moins favorisés. Cette différence persistait après exclusion des sujets bilingues, présents seulement dans la population londonienne (Berger et coll., 1975). Une autre étude, fondée sur le recours aux soins de la population anglaise d'origine asiatique (Pakistan), montre que la prévalence des troubles des apprentissages est à peu près trois fois plus importante dans cette population que dans celle de la communauté non-asiatique (Emerson et coll., 1997). Cependant, les travaux sur l'influence du bilinguisme dans l'apprentissage de la lecture ont donné lieu à des résultats contradictoires (Deponio et coll., 2000).

Le sexe est l'un des facteurs de variation souvent associé à la dyslexie. Pour Shaywitz et coll. (1990), les enseignants signaleraient plus souvent des problèmes d'apprentissage chez les garçons à cause des problèmes de comportement associés. À l'heure actuelle, sur la base de nouvelles données d'études épidémiologiques (Fergusson et coll., 1996 ; Flannery et coll., 2000 ; Katusic et coll., 2001 ; St Sauver et coll., 2001 ; Liederman et coll., 2005) et d'une ré-analyse des données de quatre études épidémiologiques indépendantes (Rutter et coll., 2004), il apparaît que les problèmes de lecture sont de 1,5 à 3 fois plus fréquents chez les garçons que chez les filles. En France, cette

différence entre garçons et filles est illustrée indirectement par les données des enfants de la cohorte Gazel (2 582 enfants âgés de 4 à 16 ans ; Fombonne et Vermeersch, 1997) : plus de garçons que de filles consultent des spécialistes pour des problèmes de lecture et d'écriture. De plus, le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (Pisa ; OCDE, 2003) montre, chez des jeunes de 15 ans de 32 pays, que les filles ont des capacités de lecture supérieures à celles des garçons, l'ampleur de cette différence variant d'un pays à l'autre. Si la différence de sexe dans l'apprentissage de la lecture ne fait plus de doute, les causes à la base de cette différence restent à explorer (Nass, 1993). Leur connaissance devrait permettre d'élucider les processus sous-jacents aux problèmes de lecture pour les deux sexes (Rutter et coll., 2004).

Nature des troubles

Souvent associées à la dyslexie, la dysorthographe et la dyscalculie portent sur d'autres types d'acquisitions.

Dyslexie

Le but de la lecture est la compréhension. Toutefois, ce sont généralement des difficultés d'identification des mots écrits, et non des difficultés de compréhension, qui expliquent les difficultés spécifiques d'apprentissage de la lecture. En effet, c'est l'automatisation de l'identification des mots écrits qui va permettre à l'enfant d'atteindre progressivement un niveau de compréhension écrite égal à celui de la compréhension orale en le dégageant du poids d'un décodage lent et laborieux (Perfetti et Zhang, 1995 ; Guttentag et Haith, 1978).

Pour pouvoir identifier les mots écrits, l'apprenti-lecteur doit être capable d'associer les unités de base de la langue écrite (les graphèmes, lettres ou groupes de lettres) aux unités de base de la langue orale correspondantes (les phonèmes). Cette opération implique qu'il soit capable, d'une part, de segmenter les mots en phonèmes (c'est-à-dire de comprendre, par exemple, que le mot oral « bol » comporte trois sons différents) et, d'autre part, de bien discriminer les phonèmes (par exemple, le « v » de « ver » du « f » de « fer »). De fait, les déficits précoces de segmentation et de discrimination phonémiques sont parmi les indicateurs les plus fiables des futures difficultés de lecture, tout comme la présence d'un déficit des capacités de mémoire à court terme phonologique (évaluées, par exemple, par la répétition de noms de personnages inventés). Plus largement, les troubles du langage oral persistant à l'entrée au CP sont des facteurs de risque de troubles de l'apprentissage de la lecture (Shaywitz et coll., 1999 ; Scarborough, 2001 ; Sprenger-Charolles

et coll., 2003). Après les débuts du CP, la principale manifestation des difficultés de cet apprentissage est l'absence de maîtrise des correspondances graphème-phonème.

Dysorthographe

La littérature disponible sur les difficultés et les troubles de la production orthographique est rare en ce qui concerne le français écrit. Les données les plus nombreuses concernent les individus dyslexiques (Shalev et coll., 1998 ; Windsor et coll., 2000).

L'acquisition du principe alphabétique pose problème, mais elle est surmontable, comme l'attestent les données portant sur les systèmes orthographiques transparents (espagnol, italien...) : les enfants dyslexiques parviennent à orthographier les mots. Les difficultés sont plus importantes avec les systèmes opaques, en raison des confusions induites dans les associations phonèmes-graphèmes (à un phonème correspondent plusieurs graphèmes). Les systèmes opaques ne codent pas que la phonologie, mais aussi les dimensions lexicale et morphologique. Certains individus éprouvent des difficultés à se constituer un lexique orthographique : il paraît très réduit ou bien les formes orthographiques mémorisées sont approximatives ou erronées.

Les spécificités de l'orthographe du français (la rareté des marques morphologiques à l'oral et leur caractère systématique à l'écrit) rendent indispensables des recherches. Il faut s'interroger sur la nature et la fréquence des difficultés, cela dans une perspective non normative, ainsi que sur les mécanismes impliqués dans l'apprentissage et la mise en œuvre des différentes composantes de l'orthographe. Il est urgent de s'attacher aux caractéristiques de l'instruction dispensée et à l'évaluation de ses effets, à court et à moyen termes.

Dyscalculie

Les troubles spécifiques du calcul se rencontrent plus rarement que les troubles isolés de la lecture. Dans plus d'un cas sur deux, et même chez les enfants d'efficacité intellectuelle normale, les difficultés en calcul s'accompagnent de difficultés en lecture (Lewis et coll., 1994). À la différence de ce qui s'observe pour la dyslexie, la dyscalculie affecte de façon équivalente les garçons et les filles (Von Aster, 1994 ; Gross-Tur et coll., 1996).

Bien avant le début des apprentissages systématiques, les enfants dyscalculiques développent une mauvaise compréhension des principes qui régissent les activités de dénombrement (compter en pointant avec le doigt un ensemble d'objets), lesquelles constituent le socle sur lequel se construiront toutes les habiletés arithmétiques ultérieures. Ces enfants ont de manière plus

fréquente et plus prolongée au cours du développement, des procédures immatures de comptage pour effectuer les calculs simples (Ostad, 1997 ; Geary 1990, Geary et coll., 1991 ; Geary et Brown, 1991). Les enfants dyscalculiques se distinguent par des difficultés atypiques de mémorisation des faits arithmétiques et d'apprentissage des tables d'addition et de multiplication. Ainsi, ils recourent moins souvent que les autres et de façon moins sûre à la récupération directe du résultat en mémoire lorsqu'ils résolvent des opérations (Ostad, 1999 et 2000). Ces troubles dans les activités élémentaires se répercutent sur les activités de résolution de problèmes et d'opérations complexes. Dans ces dernières, l'utilisation des retenues demeure difficile. Ces difficultés sont par ailleurs d'autant plus importantes que les enfants présentent en outre des difficultés en lecture.

Au cours du développement, et à l'exception des difficultés mémorielles concernant les faits numériques, les enfants dyscalculiques parviennent à rejoindre leurs pairs sur les activités les plus simples (les additions) (Shalev et coll., 1998).

Les enfants dyscalculiques présentent fréquemment des troubles du langage écrit affectant la lecture comme l'écriture. Plus souvent que les autres, ils présentent aussi des troubles de l'attention (Gross-Tur et coll., 1996 ; Ostad, 1998 ; Shalev et coll., 2005).

Il n'est pas établi s'il s'agit d'un trouble primaire pouvant exister de manière isolée ou s'il s'agit d'une manifestation d'un trouble plus général affectant un ensemble plus large de fonctions et d'activités. Parmi les troubles généraux qui entraîneraient la dyscalculie, on a évoqué de faibles capacités en mémoire de travail (Geary, 1993) ou bien un dysfonctionnement de l'hémisphère droit entraînant une déficience des habiletés visuo-spatiales (Rourke, 1993). Une hypothèse plus récente suggère que la dyscalculie résulterait du dysfonctionnement de structures cérébrales spécialisées dans les traitements numériques (Butterworth, 2005). Issues de l'évolution, ces structures confèreraient aux êtres humains un « sens » des nombres et des relations géométriques qui ferait défaut aux dyscalculiques. Cette hypothèse séduisante demande cependant à être étayée empiriquement. Bien que l'on ne sache pas quelles sont les causes de la dyscalculie, toutes les hypothèses avancées s'accordent sur le fait que la dyscalculie se manifeste bien avant que l'enfant ne s'engage dans les apprentissages systématiques de l'école primaire.

Outils d'évaluation

Les outils de dépistage et de diagnostic des troubles des apprentissages peuvent être envisagés dans une démarche méthodologique partant du repérage des troubles ou de leurs facteurs prédictifs, en passant par l'examen clinique de dépistage de première intention qui permet devant une plainte

concernant les apprentissages de définir si elle est justifiée, quels sont les domaines atteints et les domaines préservés, jusqu'aux outils diagnostiques permettant de faire un diagnostic du trouble d'un ou de plusieurs domaines d'apprentissages, d'en définir le profil en lien avec les modèles théoriques et de conduire aux hypothèses thérapeutiques.

Une commission d'experts a été mise en place (arrêté du 8 février 2002) pour élaborer au niveau national des recommandations sur les outils à usage des professionnels de l'enfance dans le cadre du plan national d'action pour les enfants atteints d'un trouble spécifique du langage. Le rapport de cette commission a été mis à disposition des professionnels du secteur médical et de l'enfance (Vallée et Dellatolas, 2005) et est accessible sur le site du ministère de la Santé et des Sports⁶.

Outils selon l'objectif

Avant le début des apprentissages (avant 6 ans), les outils sont destinés à repérer, dépister ou diagnostiquer des troubles du langage oral et à repérer des signes prédictifs de troubles des apprentissages. Après 6 ans, ils ont pour objectif de repérer, dépister ou diagnostiquer des troubles des apprentissages (le plus souvent les troubles du langage écrit) (tableau 3.VII).

Une première catégorie d'outils permet d'identifier une population à risque de difficultés ultérieures de trouble de la lecture. Avant 5 ans, ces outils (par exemple l'ERTL4 : épreuve de repérage des troubles du langage et des apprentissages) peuvent repérer les troubles du langage oral. À 5-6 ans, les outils (par exemple BSEDS : bilan de santé évaluation du développement pour la scolarité 5-6 ans) explorent les troubles du langage oral et identifient des signes prédictifs de dyslexie. Les populations à risque repérées ne deviendront pas forcément dyslexiques. L'objectif de ce repérage est de proposer aux enfants une action préventive dans le cadre de leur scolarité normale.

Un deuxième type d'outils permet d'effectuer un examen clinique neuropsychologique de première intention (par exemple : la BREV, Batterie rapide d'évaluation des fonctions cognitives, Billard et coll., 2002 et 2006). Ces outils sont utiles pour préciser la réalité d'un trouble, son profil et sa gravité, comme par exemple un trouble spécifique et sévère du langage oral à 5 ans ou du langage écrit à 7 ans et demi ou du graphisme après 5 ans. Ils servent donc à définir les évaluations complémentaires nécessaires pour affirmer le diagnostic et les actions pédagogiques et de soins qui en découlent. Ils permettent par ailleurs au prescripteur d'apprécier l'évolution du trouble. Cet examen clinique doit également éliminer un trouble sensoriel, ou une pathologie neurologique ou psychiatrique avérée.

Tableau 3.VII : Outils de dépistage disponibles en France

Outils	Âges préscolaires ou scolarité	Domaine des apprentissages
Avant le CP		
Inventaires français du développement communicatif	12 mois, 18 mois, 24 mois	Développement gestuel et langagier
Questionnaire langage et comportement	3 ans et demi-4 ans	Troubles du langage oral et du comportement
DPL3 (Dépistage et prévention du langage à 3 ans)	3 ans-3 ans et demi	Langage oral
ERTL4 (Épreuve de repérage des troubles du langage à 4 ans)	3 ans et 9 mois à 4 ans et 6 mois	Langage oral
PER 2000 (Protocole d'évaluation rapide)	3 ans et demi-5 ans et demi	Langage oral, capacités perceptives et mnésiques, orientation et structuration dans le temps et l'espace
ERTLA6 (Épreuve de repérage des troubles du langage et des apprentissages)	6 ans	Langage oral et compétences requises pour apprentissages
BSEDS (Bilan de santé évaluation du développement pour la scolarité 5-6 ans)	4 ans et 11 mois à 6 ans	Langage oral, conscience phonologique, perception, discrimination et attention visuelles
BREV (Batterie rapide d'évaluation des fonctions cognitives et apprentissages)	4 ans à 9 ans	Langage oral, conscience phonologique, graphisme, perception et attention visuelles, fonctions exécutives et raisonnement spatial, mémoire, lecture, orthographe, calcul
Après le CP		
Batelem-R	À partir du CP	Lecture
La pipe et le rat	À partir du CP	Lecture semi-collectif
Timé 2	À partir du CP	Lecture semi-collectif
Batterie de Lobrot	À partir du CP	Lecture semi-collectif
L'alouette	À partir du CP	Lecture
ODEDYS (outil de dépistage de la dyslexie)	CE1 au CM2	Niveau et stratégies de lecture et orthographe, métaphonologie, mémoire verbale à court terme et traitement visuel
ROC	À partir du CM2	Lecture

Enfin, le troisième type d'outils a pour objectif de confirmer un diagnostic évoqué à la suite de l'outil précédent. On peut citer par exemple : la N-EEL (Nouvelles épreuves pour l'évaluation du langage) pour le langage oral, la Belec pour le diagnostic de dyslexie. Des tests spécifiques permettent de confirmer une dysgraphie. Des tests neuropsychologiques servent à compléter l'analyse des fonctions attentionnelles, exécutives ou de mémoire. Au préalable, la batterie composite d'intelligence de Wechsler permet de confirmer la normalité de l'intelligence.

Ce troisième type d'outils très spécialisé sera utilisé par le professionnel concerné : évaluation du fonctionnement comportemental, émotionnel et cognitif par un psychologue, évaluation du langage oral et écrit par un orthophoniste, évaluation des fonctions graphiques et praxiques par un psychomotricien ou ergothérapeute ou neuropsychologue, évaluation des fonctions attentionnelles et mnésiques par un neuropsychologue... Pour chacun des troubles spécifiques des apprentissages, les outils de diagnostic doivent amener à comprendre précisément le trouble de l'enfant en référence aux modèles neuropsychologiques reconnus. Par exemple, pour les troubles du langage écrit, les outils doivent permettre non seulement de déterminer l'âge de lecture, mais aussi les stratégies utilisées par l'enfant en fonction de la précision et de la vitesse d'identification des mots réguliers, irréguliers et pseudo-mots, ainsi que les compétences cognitives sous-jacentes et la compréhension, donc la fonctionnalité de lecture.

Outils selon les âges

L'utilisation de ces différents outils se réfère aux âges clés :

- dès 3 ans, pour un dépistage d'un trouble du langage oral pouvant amener à diagnostiquer un trouble secondaire (à une surdité, à un trouble du comportement ou de la communication, voire à un déficit intellectuel) qui nécessitera la prise en charge de la pathologie primitive et non uniquement du langage oral. Cette démarche préalable est indispensable au diagnostic de trouble spécifique. Jusqu'à environ 4 ans et demi, seuls les troubles spécifiques et sévères (un ou plusieurs critères de gravité : inintelligibilité, agrammatisme ou déficit de la compréhension) nécessitent une évaluation orthophonique détaillée et une rééducation dès que l'enfant coopère. Les troubles spécifiques sans critères de gravité sont suivis, avec une adaptation pédagogique et une guidance parentale ;
- à 5 ans, pour le dépistage d'un trouble spécifique du langage oral pouvant être rééduqué par une orthophoniste et aussi préparer l'apprentissage du langage écrit ;
- à 5 ans, pour le dépistage d'un trouble du graphisme et/ou une dyspraxie (trouble de la planification et de la coordination des mouvements) devant amener à une évaluation complémentaire pour affirmer son caractère spécifique et, si le trouble est spécifique, une évaluation en neuropsychologie, psychomotricité, ergothérapie pour en préciser le profil et la gravité ;
- dès 5-6 ans, pour le dépistage des difficultés d'acquisition du code numérique (nom et construction des nombres, comptine numérique), ainsi qu'au CP-CE1 pour dépister les difficultés d'accès aux faits numériques (tables d'addition puis de multiplication), de transcodage des nombres. Ce dépistage doit conduire à une évaluation neuropsychologique pour affirmer le caractère spécifique du trouble et une évaluation précise des difficultés en calcul ;

- dès le CP, pour dépister les troubles d'acquisition du langage écrit, en particulier dans la population à risque. S'ils s'associent à un trouble persistant du langage oral, ils nécessitent une évaluation orthophonique associée ou non à une évaluation psychologique ;
- à la fin du CP, pour dépister les troubles sévères (non acquisition du processus de déchiffrement, non amélioration après une réponse pédagogique...), nécessitant également une évaluation

D'autres outils peuvent être utilisés pour confirmer le diagnostic ou vérifier une comorbidité (échelles d'intelligence, tests spécifiques du langage oral, écrit, praxies, perceptions visuelles et spatiales, calcul, fonctions attentionnelles, comportement).

Prévention en milieu scolaire

De nombreuses études ont évalué les effets d'entraînements ayant pour objectif une réponse de première intention pédagogique effectuée à l'école, soit sur des enfants à risque de difficultés d'acquisition du langage écrit, soit le plus souvent sur des enfants en situation d'échec en lecture (Ehri et coll., 2001 ; Torgesen et coll., 2001a). Cette prise en charge pédagogique se met en place après le repérage de certaines situations de troubles des apprentissages susceptibles d'être précocement et efficacement améliorées au sein de l'école.

La plupart de ces situations concerne les difficultés d'accès au décodage. Il a été montré que, chez les faibles décodeurs, des entraînements systématiques et précoces du décodage et de la conscience phonémique permettent d'augmenter plus efficacement leurs capacités de lecture (identification des mots et compréhension) que d'autres types d'entraînements. Ces entraînements, également reconnus par tous les auteurs, comportent la nécessité d'une action : en petit groupe à besoin similaire ou en individuel ; explicite, intensive (quotidienne), avec renforcement positif ; associant un travail sur la conscience phonémique et le décodage.

Les modalités de ces entraînements ainsi que la durée sont variables. Il s'agit d'une action quotidienne d'une demi-heure à une heure par jour, pendant une durée qui selon les études va de 10 à plus d'une trentaine d'heures. Les effets de ces entraînements sont positifs sur le décodage, l'identification des mots ou pseudo-mots, la compréhension de texte et à un moindre degré l'orthographe. Il n'a pas été constaté d'effet sur la vitesse de lecture.

Deux études ont été réalisées en français. La première (Magnan et Ecalle, 2006) est une étude d'entraînement d'enfants à risque en grande section de maternelle (GSM). Cet entraînement informatisé administré en classe utilise un logiciel « *Play On* » (Danon-Boileau et Barbier, 2002) de discrimination auditive et visuelle de paires minimales comme « pa » et « ba ». Il dure 10 heures réparties sur 5 semaines, deux fois 15 minutes par jour, 4 jours par semaine. Cette étude a entraîné les enfants qui étaient au départ les plus mauvais décodeurs et a analysé leurs résultats en comparaison avec ceux d'autres enfants décodant mieux au départ, mais non entraînés. L'entraînement a permis aux enfants entraînés de devenir meilleurs en moyenne que l'autre groupe. Cet entraînement est le seul qui ait été évalué en France. Il présente l'intérêt d'être facilement réalisable (seulement 10 heures, 1 moniteur

pour chaque enfant, éventuellement par petits groupes chacun devant un ordinateur). Cette voie pourrait être poursuivie en proposant :

- une évaluation d'entraînements similaires en fin de GSM pour les enfants dépistés à risque ;
- une évaluation en seconde partie de CP chez les faibles décodeurs ;
- une évaluation plus large chez de mauvais lecteurs.

Une autre étude française étudie les effets d'un entraînement à l'école des enfants mauvais décodeurs de CE1, en petit groupe à l'aide d'un logiciel spécifique (Billard et coll., 2007).

Il reste à apprécier si cet entraînement peut, comme dans les autres travaux anglo-saxons (Torgesen et coll., 2001b ; Vellutino et coll., 2004) servir de réponse de première intention à l'école, afin de différencier les enfants en retard – qui après entraînement récupèrent un niveau suffisant – des enfants dyslexiques qui devront avoir une réponse de soins associée à une réponse pédagogique individualisée.

Ces études montrent l'intérêt des outils informatisés pour les entraînements phonologiques. Ceux-ci ne peuvent pas se substituer à un véritable enseignant, mais peuvent venir en complément.

Cette prise en charge à l'école, ne marginalisant pas les enfants et accessible à tous, peut être précoce, afin d'éviter à l'enfant le décalage inévitable et croissant avec ses pairs, s'il est mauvais décodeur, puisque l'autonomie du décodage est indispensable à la constitution du lexique orthographique. D'après la littérature, ces entraînements sont également efficaces pour les enfants plus grands qui sont restés mauvais décodeurs, sans limite d'âge.

Une prise en charge pédagogique permet à la moitié ou aux deux tiers environ des enfants entraînés de récupérer un niveau de lecture proche de la normale, de façon stable et durable, sans autre prise en charge complémentaire. Les mauvais répondeurs (améliorés mais modestement) correspondent à environ 5 % de la population d'une tranche d'âge, et semblent pouvoir être assimilés aux dyslexiques. Cette réponse pédagogique de première intention spécifique au décodage cumule donc plusieurs intérêts :

- elle est réalisable précocement puisqu'elle se passe à l'école ;
- elle permet de différencier les enfants avec un « retard en lecture », transitoire et qui ne nécessiteront plus de pédagogie spéciale ni de soins, des enfants dyslexiques qui auront besoin d'une prise en charge orthophonique toujours associée à la réponse pédagogique.

Cette prise en charge doit néanmoins répondre aux exigences rapportées dans la littérature. Il s'agit d'une action spécifique, intensive, quotidienne, explicite, en individuel ou en petits groupes à besoins similaires. Elle doit s'accompagner d'une évaluation rigoureuse.

Tous ces entraînements au décodage n'améliorent pas (ou peu) la vitesse de lecture. Les effets notés sur la vitesse et la compréhension dans certaines

études semblent seulement liés à l'amélioration du décodage. D'autres types d'entraînements sont donc nécessaires pour améliorer la fluidité, comme la lecture répétée ou en temps limité. L'utilisation d'entraînements à la morphologie, chez les enfants de fin de primaire, constitue une aide à mieux exploiter. Pour la population d'enfants comprenant mal malgré un décodage autonome, il faut probablement envisager d'autres types d'entraînement pour la compréhension.

Des travaux en langue française, dans des conditions écologiques d'entraînement à l'école, sont indispensables.

Quel que soit l'entraînement, il ne permettra pas à tous les enfants mauvais lecteurs de récupérer un niveau de lecture suffisant : il faut donc qu'ils soient limités dans le temps (2 à 6 mois), que leurs résultats soient évalués, et que les enfants « mauvais répondeurs » soient précisément examinés par les personnes ressources de l'école et les professionnels ambulatoires afin d'avoir un diagnostic précis et de bénéficier d'une réponse de soins adaptées en intensité et spécificité.

Les entraînements ne sont qu'une partie de la réponse pédagogique. L'autre partie extrêmement importante consiste à mettre en place les adaptations indispensables aux troubles de l'enfant pour lui permettre de faire les apprentissages dans les domaines préservés, sans être handicapé par son trouble (par exemple lui lire les énoncés ou lui donner un temps supplémentaire pour les mathématiques en cas de dyslexie, diminuer la charge d'écriture en cas de dysgraphie, dyspraxie...). Ces adaptations sont répertoriées dans plusieurs travaux. Enfin, des réunions régulières entre les rééducateurs, les enseignants et les parents des enfants concernés s'imposent pour harmoniser les actions de prévention.

Prise en charge de soins individuels

La littérature est très limitée concernant la rééducation individuelle en orthophonie, tant en ce qui concerne les techniques, leurs indications, la fréquence de la rééducation et ses effets.

Les recommandations de l'Anaes (1997) sur l'orthophonie dans les troubles spécifiques du langage écrit comportent essentiellement des recommandations sans preuve scientifique, puisqu'il y est dit que « La revue de la littérature n'a pas identifié d'étude permettant de proposer un nombre et une fréquence de séances fondés sur un niveau de preuve... Elle n'a pas permis de recommander une méthode plus qu'une autre ». Cependant, la rééducation orthophonique est très largement pratiquée, et son intérêt est majeur pour permettre à l'enfant d'améliorer son déficit. Il reste à évaluer l'efficacité des techniques de rééducation et à argumenter les bonnes pratiques.

Les travaux sur les entraînements, en particulier sur les entraînements de la conscience phonologique, décrivent les effets positifs sur la fonction entraînée ainsi que la généralisation sur la lecture et l'écriture (Ehri et coll., 2001). L'étude française de Coste-Zeitoun et coll. (2005) décrit l'évolution en lecture, transcription et calcul de 31 enfants porteurs d'un trouble sévère et spécifique du langage pris en charge en rééducation orthophonique intensive (3 heures par semaine) et en scolarité spécialisée. Bien que ce travail ne comporte pas de groupe témoin et ne permet pas de différencier la part d'évolution liée à la scolarité spécialisée et à la rééducation, il apporte quelques données :

- cette population sévèrement déficitaire, constituée d'enfants lisant en moyenne 9 mots en une minute (score inférieur à une mi-CP) avant 9 ans, et 20 mots après 9 ans (score inférieur à une mi-CE1), évolue de façon significative (niveau de lecture progressant en moyenne de 11 mois sur une durée de 9 mois) au prix d'une prise en charge orthophonique intensive et d'une pédagogie adaptée ;
- tous les enfants sauf un avaient acquis une compréhension de lecture fonctionnelle ;
- les enfants gardent tous un déficit (particulièrement en ce qui concerne les tests chronométrés), qui justifie la nécessité d'envisager les adaptations au handicap persistant. Les enfants pris en charge n'aggravent pas leur déficit ; 61 % d'entre eux progressent en 9 mois de temps, de plus de 9 mois en âge de lecture (de 12 à 27 mois), transcription et calcul.

D'après les données de la littérature sur le développement du langage écrit et ses facteurs prédictifs, les études d'évaluation d'entraînements spécifiques qui se multiplient, les études ouvertes sur les bénéfices de prises en charge intensives d'enfants sévèrement atteints, il est possible de définir certaines indications, axes et conditions pratiques.

Devant un trouble spécifique d'acquisition du langage écrit, une rééducation orthophonique individuelle est préconisée dès le CP s'il persiste un trouble du langage oral, ou dès la fin du CP si la réponse pédagogique adaptée initiale s'est avérée insuffisante, ou en cas de signes de gravité comme l'absence de correspondance graphème-phonème ou syllabique (/b/a/ /ba/), tout particulièrement s'il existe un antécédent familial de trouble du langage ou personnel de retard de langage oral. La rééducation de la lecture et de l'orthographe menée simultanément semble préférable. Ses axes sont déterminés par les résultats précis de l'évaluation individuelle des stratégies déficitaires et préservées, des fonctions cognitives sous-jacentes en langage oral, compétences phonologiques et traitement visuel, évaluation quantitative et qualitative à l'aide de tests étalonnés. Le décodage et l'encodage par assemblage et les compétences phonologiques sont le premier temps de la rééducation, s'ils ne sont pas suffisamment efficaces et automatisés, ce qui est habituel dans la plupart des dyslexies.

Les études des entraînements mettent en évidence que des programmes de travail intensif (une demi-heure par jour, quatre jours par semaine) sur des

durées relativement courtes (5 à 10 semaines), à condition qu'ils soient précisément et spécifiquement dirigés vers une fonction cognitive déficitaire, apportent des bénéfices spécifiques à la fonction entraînée. Cela pourrait justifier de revoir les pratiques actuelles en matière de soins, en proposant d'évaluer des programmes intensifs, spécifiques, sur des durées courtes, destinés aux enfants résistants à la prise en charge pédagogique adaptée et harmonisés à la pédagogie toujours indispensable. Les effets de la rééducation nécessitent d'être évalués tous les six mois-un an, par un nouveau bilan utilisant des tests comparables à l'évaluation initiale, permettant d'apprécier quantitativement et qualitativement les progrès réalisés et donc la poursuite du projet de rééducation. En fonction de l'évolution, les décisions peuvent être soit un arrêt de la rééducation (en cas de normalisation des scores, ou bien une stabilisation de ces scores avec lecture fonctionnelle et orthographe lisible), soit une continuation de la rééducation à un rythme à déterminer en fonction des objectifs visés (en cas d'amélioration sans normalisation, ni lecture parfaitement fonctionnelle ou orthographe lisible), soit une évaluation pluridisciplinaire et la recherche des troubles associés, en cas d'évolution insuffisante.

Après l'arrêt de la rééducation, les adaptations demeurent indispensables en fonction des séquelles en terme de vitesse de lecture et dysorthographe. L'outil informatique peut s'avérer utile. Il s'agit du traitement de texte, en cas de troubles du graphisme associés ou pour utiliser le correcteur orthographique, ou de l'utilisation de la dictée vocale en cas de séquelles importantes pour offrir à l'enfant la lecture de textes par l'ordinateur et améliorer la lisibilité des productions écrites.

Les troubles du graphisme nécessitent d'être précisément analysés afin de leur apporter la réponse adéquate, par le professionnel ayant des compétences en psychomotricité, ergothérapie, neuropsychologie. Il s'agit de déterminer par les résultats quantitatifs et qualitatifs des tests spécifiques si le trouble touche la coordination gestuelle, la perception et/ou la production visuelle et visuo-spatiale. Ces prises en charge peuvent démarrer en fin de maternelle, début de primaire si les troubles sont sévères, dans tous les cas avant 8 ans en cas de troubles persistant, avant que des stratégies déviantes d'enchaînement des lettres ne soient fixées. Tout comme la rééducation orthophonique, les prises en charge du graphisme sont associées aux réponses pédagogiques adaptées et doivent être évaluées par un bilan d'évolution utilisant des tests étalonnés dont les résultats sont comparés au bilan initial. Une prise en charge orthoptique devant un trouble prédominant de la perception visuelle peut être indiquée et ses effets doivent être évalués. L'apprentissage du traitement de texte, voire de la dictée vocale dépend de cette évaluation comparative précisant le degré d'handicap persistant compte tenu du projet scolaire.

Les prises en charge des troubles du calcul sont encore extrêmement mal étudiées, les outils et professionnels formés en nombre tout à fait insuffisant.

Néanmoins, les troubles d'acquisition du code numérique peuvent être pris en charge dès le début du primaire, ce d'autant que la comorbidité avec les troubles d'acquisition du langage écrit est élevée, aggravant la situation d'échec de l'enfant.

Les troubles associés aux troubles d'acquisition du langage écrit, touchant le langage oral nécessitent d'être rééduqués, tant les liens langage oral-langage écrit sont étroits. C'est dans cet esprit de prévention de la dyslexie que tout trouble spécifique du langage oral dès 5 ans doit être pris en charge, la rééducation ayant deux objectifs, l'amélioration de la parole et du langage, mais aussi la préparation du langage écrit (travail sur l'assemblage et la conscience phonologique). Les troubles associés affectifs et comportementaux amènent à un suivi psychothérapeutique sans pour autant négliger les rééducations instrumentales.

Une coordination des soins associant étroitement la famille, ainsi qu'une psycho-éducation familiale sont indispensables relevant d'un médecin de l'enfant, référent formé et des différents professionnels concernés. Une guidance parentale sera parfois utile et nécessaire pour soutenir la famille et obtenir la meilleure coordination possible des actions mises en place. Les liens santé-éducation sont à privilégier en ayant recours aux médecins et psychologues scolaires.

BIBLIOGRAPHIE

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th edn DSM-IV. Washington DC, American Psychiatric Press, 1994

ANAES. Indications de l'orthophonie dans les troubles du langage écrit chez l'enfant. Septembre 1997

ARDILA A, ROSSELLI M. Acalculia and dyscalculia. *Neuropsychol Rev* 2002, **12** : 179-231

BADIAN NA. Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In : Progress in learning disabilities. MIKLEBUST HR (ed). Stratton, NY, 1983

BADIAN NA. Reading disability defined as a discrepancy between listening and reading comprehension: A longitudinal study of stability, gender differences, and prevalence. *J Learn Disabil* 1999, **32** : 138-148

BERGER M, YULE W, RUTTER M. Attainment and adjustment in two geographical areas II. The prevalence of specific reading retardation. *British Journal of Psychiatry* 1975, **126** : 510-519

BERNINGER VW, STAGE SA, SMITH DR, HILDEBRAND D. Assessment for reading and writing intervention: A three-tier model for prevention and remediation. In : A volume in the educational psychology series, handbook of psychoeducational assessment: ability, achievement, and behavior in children. ANDREWS JJW, SAKLOFSKE DH, JANZEN H (eds). Academic Press, San Diego, 2001 : 195-223

BHAKTA P, HACKETT RJ, HACKETT L. The prevalence and associations of reading difficulties in a population of South Indian children. *J Res Reading* 2002, **25** : 191-202

BILLARD C, VOL S, LIVET MO, MOTTE J, VALLÉE L, GILLET P. The BREV neuropsychological test : Part I. Results from 500 normally developing children. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2002, **44** : 391-398

BILLARD C, DUCOT B, PINTON F, COSTE-ZEÏTOUN D, PICARD S, WARSZAWSKI J. BREV une batterie d'évaluation des fonctions cognitives : Validation dans les troubles des apprentissages. *Arch Fr Ped* 2006, **13** : 23-31

BILLARD C, FLUSS J, RICHARD G. Résultats préliminaires d'une étude épidémiologique au CE1. In : Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, bilan des données scientifiques. Inserm (ed). Collection Expertise collective, Paris, 2007 : 721-742

BISHOP DV, SNOWLING MJ. Developmental dyslexia and specific language impairment: same or different? *Psychol Bull* 2004, **130** : 858-886

BUTTERWORTH B. Developmental dyscalculia. In : Handbook of mathematical cognition. CAMPBELL JID (ed). Psychology Press, New York, NY, 2005 : 455-468

CHEVRIE-MÜLLER C. Questionnaire langage et comportement-3 ans et demi. In : L'état des connaissances. BILLARD C, GILLET P, TOUZIN M (eds). Signes Éditions, livret 2, Paris, 2003 : 45-46

COSTE-ZEÏTOUN D, PINTON F, BARONDIOT C, DUCOT B, WARSZAWSKI J, BILLARD C. Évaluation ouverte de l'efficacité de la prise en charge en milieu spécialisé de 31 enfants avec un trouble spécifique sévère du langage oral/écrit. *Rev Neurol* 2005, **161** : 299-310

DANON-BOILEAU L, BARBIER D. Play on: Un logiciel d'entraînement à la lecture. CD-ROM PC: Audivi-Média, 2002

DE LA HAYE F, GOMBERT JE, RIVIÈRE JP, ROCHER T. Les évaluations en lecture dans le cadre de la journée d'appel de préparation à la défense, année 2004. Note évaluation. Ministère de L'Éducation nationale, DEP, septembre 2005

DEPONIO P, LANDON J, MULLIN K, REID G. An audit of the processes involved in identifying and assessing bilingual learners suspected of being dyslexic: a Scottish study. *Dyslexia* 2000, **6** : 29-41

EHRI LC, NUNES SR, WILLOWS DM, VALESKA SXHUSTER B, YAGHOUB-ZADEH Z, SHANAHAN T. Phonemic awareness instruction helps children learning to read : Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly* 2001, **36** : 250-287

EMERSON E, AZMI S, HATTON C, CAINE A, PARROTT R, WOLSTENHOLME J. Is there an increased prevalence of severe learning disabilities among British Asians? *Ethn Health* 1997, **2** : 317-321

FARRAG AF, EL-BEHARY AA, KANDIL MR. Prevalence of specific reading disability in Egypt. *Lancet* 1988, **2** : 837-839

FERGUSON DM, HORWOOD LJ, SHANNON FT, LAWTON JM. The Christchurch Child Development Study: a review of epidemiological findings. *Paediatr Perinat Epidemiol* 1989, **3** : 302-325

FERGUSON DM, HORWOOD LJ, CASPI A, MOFFITT TE, SILVA PA. The (artefactual) remission of reading difficulties. *Dev Psychol* 1996, **32** : 132-140

FLANNERY KA, LIEDERMAN J, DALY L, SCHULTZ J. Male prevalence for reading disability is found in a large sample of black and white children free from ascertainment bias. *J Int Neuropsychol Soc* 2000, **6** : 433-442

FLETCHER JM, SHAYWITZ SE, SHANKWEILER D, KATZ L, LIBERMAN IY, et coll. Cognitive profiles of reading disability: comparisons of discrepancy and low achievement definitions. *Journal of Educational Psychology* 1994, **86** : 6-23

FOMBONNE E, VERMEERSCH S. Children from the GAZEL cohort: II--motive for contact with the medical-educational system by age and sex. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1997, **45** : 107-115

GEARY D.C. A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology* 1990, **49** : 363-383

GEARY DC. Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin* 1993, **114** : 345-362

GEARY DC, BROWN SC. Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology* 1991, **27** : 398-40

GEARY DC, BROWN SC, SAMARANAYAKE VA. Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology* 1991, **27** : 787-798

GILLBERG C, SODERSTROM H. Learning disability. *Lancet* 2003, **362** : 811-821

GREGG N. Disorders of written expression. In : *Written language disorders: Theory into practice*. BAIN A, BAILET L, MOATS L (eds). Austin Pro-ed, 1991

GROSS-TSUR V, MANOR O, SHALEV RS. Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996, **38** : 25-33

GUTTENTAG RE, HAITH MM. Automatic processing as a function of age and reading ability. *Child Development* 1978, **49** : 707-716

INSERM. Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, bilan des données scientifiques. Éditions Inserm, Expertise collective, Paris, 2007: 860p

JORM AF, SHARE DL, MATTHEWS R, MAC LEAN R. Behaviour problems in specific reading retarded and general reading backward children : A longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 1986, **27** : 33-43

KATUSIC SK, COLLIGAN RC, BARBARESI WJ, SCHAID DJ, JACOBSEN SJ. Incidence of reading disability in a population-based birth cohort, 1976-1982, Rochester, Minn. *Mayo Clin Proc* 2001, **76** : 1081-1092

KERN S. Les inventaires français du développement communicatif. In : *L'état des connaissances*. BILLARD C, GILLET P, TOUZIN M (eds). Paris, Signes Éditions, livret 2, 2003 : 41-42

KOSC L. Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities* 1974, **7** : 164-177

- KRONENBERGER WG, DUNN DW. Learning disorders. *Neurol Clin* 2003, **21** : 941-952
- LEWIS C, HITCH GJ, WALKER P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 1994, **35** : 283-292
- LEWIS BA, FREEBAIRN LA, TAYLOR HG. Academic outcomes in children with histories of speech sound disorders. *J Commun Disord* 2000, **33** : 11-30
- LIEDERMAN J, KANTROWITZ L, FLANNERY K. Male vulnerability to reading disability is not likely to be a myth: a call for new data. *J Learn Disabil* 2005, **38** : 109-129
- LINDGREN SD, DE RENZI E, RICHMAN LC. Cross-national comparisons of developmental dyslexia in Italy and the United States. *Child Development* 1985, **56** : 1404-1417
- LYON GR, SHAYWITZ SE, SHAYWITZ BA. Defining dyslexia, comorbidity, teachers' knowledge of language and reading. A definition of dyslexia. *Ann Dyslexia* 2003, **53** : 1-14
- MAGNAN A, ECALLE J. Audio-visual training in children with reading disabilities. *Computer and Education* 2006, **46** : 407-425
- MAKITA K. The rarity of reading disability in Japanese children. *Journal of Orthopsychiatry* 1968, **38** : 599-614
- MARGAI F, HENRY N. A community-based assessment of learning disabilities using environmental and contextual risk factors. *Soc Sci Med* 2003, **56** : 1073-1085
- MILES E. Dyslexia may show a different face in different languages. *Dyslexia* 2000, **6** : 193-201
- MILES E. Some problems in determining the prevalence of dyslexia. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* 2004, **2** : 5-12
- MOLFESE VJ, MODGLIN A, MOLFESE DL. The role of environment in the development of reading skills: a longitudinal study of preschool and school-age measures. *J Learn Disabil* 2003, **36** : 59-67
- MURAT F. Les compétences des adultes à l'écrit, en calcul et en compréhension oral. *Insee Première* 2005, **1044** : 1-4
- NASS RD. Sex differences in learning abilities and disabilities. *Ann Dyslexia* 1993, **43** : 61-77
- NEÜMARKER KJ. Mathematics and the brain: uncharted territory? *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2000, **9** (suppl 2) : II/2-11/10
- OCDE. Profil de performance des élèves en compréhension de l'écrit et en sciences. Apprendre aujourd'hui, réussir demain. Premier résultats de PISA 2003. OCDE, Paris, 2004
- O'HARE AE, BROWN JK. Childhood dysgraphia. Part 1. An illustrated clinical classification. *Child Care Health Dev* 1989, **15** : 79-104
- OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ). Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires. In : Classification Internationale des Maladies.

Chapitre V (F) : Troubles mentaux et troubles du comportement. Critère de diagnostique pour la recherche. OMS, Masson, 1994 : 132-135

OSTAD SA. Cognitive subtraction in a developmental perspective: Accuracy, speed-of-processing and strategy-use differences in normal and mathematically disabled children. *Focus on Learning Problems in Mathematics* 2000, **22** : 18-31

OSTAD SA. Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology* 1997, **67** : 345-357

OSTAD SE. Comorbidity between mathematics and spelling difficulties. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 1998, **23** : 145-154

OSTAD SA. Developmental progression of subtraction strategies: A comparison of mathematically normal mathematically disabled children. *European Journal of Special Needs Education* 1999, **14** : 21-36

PAULESU E, DEMONET JF, FAZIO F, MCCRORY E, CHANOINE V, et coll. Dyslexia: cultural diversity and biological unity. *Science* 2001, **291** : 2165-2167

PERFETTI CA, ZHANG S. The universal word identification reflex. In : *The psychology of learning and motivation*. MEDIN DL (ed). Vol 33, Academic Press, San Diego, 1995 : 159-189

PLAZA M, CHAUVIN D, LANTHIER O, RIGOARD M-T, ROUSTIT J, et coll. Validation longitudinale d'un outil de dépistage des troubles du langage écrit. Étude d'une cohorte d'enfants dépistés en fin de CP et réévalués en fin de CE1. *Glossa* 2002, **81** : 22-33

RODGERS B. The identification and prevalence of specific reading retardation. *British Journal of Educational Psychology* 1983, **53** : 369-373

ROURKE BP. Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning disabilities* 1993, **26** : 214-226

ROURKE BP, STRANG JD. Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance : Motor, psychomotor, and tactile perception-abilities. *Journal of Pediatric Psychology* 1978, **3** : 212-225

RUTTER M. Dyslexia. In : *Dyslexia : An appraisal of current knowledge*. BENTON AL, PEARL D (eds). Oxford Univ. Press, 1978

RUTTER M, CASPI A, FERGUSSON D, HORWOOD LJ, GOODMAN R, et coll. Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies. *Jama* 2004, **291** : 2007-2012

SCARBOUROUGH HS. Connecting early language and literacy to later reading (dis)abilities: evidence, theory, and practice. In : *Handbook of early literacy research*. NEUMAN SB, DIKINSON DK (eds). Guildford Press, New York, 2001 : 97-110

SHALEV RS, GROSS-TSUR V. Developmental dyscalculia. *Pediatr Neurol* 2001, **24** : 337-342

SHALEV RS, MANOR O, AUERBACH J, GROSS-TSUR V. Persistence of developmental dyscalculia : What counts ? *Journal of Pediatrics* 1998, **133** : 358-362

SHALEV RS, AUERBACH J, MANOR O, GROSS-TSUR V. Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2000, **9** (Suppl 2) : II58-II64

SHALEV RS, MANOR O, GROSS-TSUR V. Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2005, **47** : 121-125

SHAYWITZ SE, SHAYWITZ BA. Dyslexia (specific reading disability). *Biol Psychiatry* 2005, **57** : 1301-1309

SHAYWITZ SE, SHAYWITZ BA, FLETCHER JM, ESCOBAR MD. Prevalence of reading disability in boys and girls. Results of the Connecticut Longitudinal Study. *Jama* 1990, **264** : 998-1002

SHAYWITZ SE, FLETCHER JM, HOLAHAN JM, SHNEIDER AE, MARCHIONE KE, et coll. Persistence of dyslexia: the Connecticut Longitudinal Study at adolescence. *Pediatrics* 1999, **104** : 1351-1359

SNOWLING M. Reading and other learning difficulties. In : Child and adolescent psychiatry. RUTTER M, TAYLOR E (ed). Blackwell Science, 2002 : 682-696

SPRENGER-CHAROLLES L, COLE P, LACERT P, SERNICLAES W. On subtypes of developmental dyslexia: Evidence from processing time and accuracy scores. *Can J Exp Psychol* 2000, **54** : 87-104

SPRENGER-CHAROLLES L, SIEGEL LS, BÉCHENNEC D, SERNICLAES W. Development of phonological and orthographic Processing in Reading aloud, in Silent reading and in Spelling: A Four Year Longitudinal Study. *Journal of Experimental Child Psychology* 2003, **84** : 194-217

ST SAUVER JL, KATUSIC SK, BARBARESI WJ, COLLIGAN RC, JACOBSEN SJ. Boy/girl differences in risk for reading disability: potential clues? *Am J Epidemiol* 2001, **154** : 787-794

STEVENSON HW, STIGLER JW, LUCKER GW, LEE S, HSU C, KITAMURA S. Reading disabilities-the case of Chinese, Japanese and English. *Child Development* 1982, **53** : 1164-1181

TEMPLE CM. Developmental dyscalculia. In : Handbook of Neuropsychology. SEGALOWITZ SJ, RAPIN I, BOLLER F, GRAFMAN J (eds). Elsevier, 1992 : 211-222

TEMPLE CM. Developmental Cognitive Neuropsychology. Psychology Press, 1997

TORGESSEN JK, RASHOTTE CA, ALEXANDER AW. Principles of Fluency in reading : relationships with empirical outcomes. In : Time, fluency and developmental dyslexia. WOLF M (ed). York press, Parkton MD, 2001a : 333-355

TORGESSEN JF, ALEXANDER AW, WAGNER RK, RASHOTTE CA, VOELLER KKS, CONWAY T. Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities : immediate and long term outcomes of two instructional approaches. *Journal of Learning Disabilities* 2001b, **34** : 33-58

VELLUTINO FR, FLETCHER JM, SNOWLING MJ, SCANLON DM. Specific reading disability (Dyslexia): what we have learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2004, **45** : 2-40

VON ASTER M. Developmental dyscalculia in children: Review of the literature and clinical validation. *Acta Paedopsychiatrica* 1994, **56** : 169-178

WAGNER RK, TORGESEN JK, RASHOTTE CA, HECHT SA, BARKER TA, et coll. Changing relations between phonological processing abilities and word-level reading as children develop from beginning to skilled readers: A five year longitudinal study. *Developmental Psychology* 1997, **33** : 468-479

WATIER L, DELLATOLAS G, CHEVRIE-MÜLLER C. Difficultés de langage et de comportement à 3 ans et demi et retard en lecture au CE1 : une étude longitudinale sur 693 enfants. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique* 2006, **54** : 327-339

WINDSOR J, SCOTT CM, STREET CK. Verb and noun morphology in the spoken and written language of children with language learning disabilities. *J Speech Lang Hear Res* 2000, **43** : 1322-1336

WORLD FEDERATION OF NEUROLOGY. Report of research group on developmental dyslexia and world illiteracy. *Bulletin of the Orton Society* 1968, **18** : 21-22

YAMADA J, BANKS A. Evidence for and characteristics of dyslexia among Japanese children. *Ann Dyslexia* 1994, **44** : 105-119

YULE W, RUTTER M, BERGER M, THOMPSON J. Over- and under-achievement in reading: distribution in the general population. *Br J Educ Psychol* 1974, **44** : 1-12

ZORMAN M, LEQUETTE C, POUGET G. Dyslexies : intérêt d'un dépistage et d'une prise en charge précoce à l'école. In : Développement cognitif et troubles des apprentissages : évaluer, comprendre, rééduquer et prendre en charge. METZ-LUTZ MN, DEMONT E, SEEGMULLER C, DE AGOSTINI M, BRUNEAU N. (eds). Solal, Marseille, 2004 : 245-270