

MISE AU POINT

Les troubles psychiatriques et psychocognitifs associés à la dyslexie de développement : un enjeu clinique et scientifique

Psychocognitive and psychiatric disorders associated with developmental dyslexia: A clinical and scientific issue

M. Huc-Chabrolle^{a,b,*,c}, M.-A. Barthez^c, G. Tripi^{a,b}, C. Barthélémy^{a,b,c},
F. Bonnet-Brilhault^{a,b,c}

^a Équipe 1 autisme et troubles du développement, psychopathologie, physiopathologie et thérapeutique, UMR Inserm U 930, CNRS FRE 2448, université François-Rabelais de Tours, Tours, France

^b Service des explorations fonctionnelles et de neurophysiologie en pédopsychiatrie, centre de pédopsychiatrie, hôpital Bretonneau, CHRU de Tours, 2, boulevard Tonnellé, 37044 Tours cedex, France

^c Centre de référence pour les troubles du langage et des apprentissages, CHRU de Tours, Tours, France

Reçu le 23 septembre 2008 ; accepté le 24 février 2009

Disponible sur Internet le 10 juin 2009

MOTS CLÉS

Dyslexie de développement ;
Troubles des apprentissages ;
Comorbidités psychiatriques ;
TDAH

Résumé La dyslexie est un trouble neurodéveloppemental qui touche 5 à 10% des enfants d'âge scolaire. Ce trouble spécifique de l'apprentissage de la lecture est d'origine neurologique. Sa physiopathologie demeure inconnue mais les données scientifiques suggèrent des particularités du carrefour temporo-pariéto-occipital. Les données épidémiologiques évoquent l'implication de facteurs génétiques. Le retentissement psychique de la dyslexie se manifeste par un risque accru de troubles des conduites et de troubles anxiodépressifs chez ces enfants. Le diagnostic, la prévention et le soin de ces troubles doivent faire partie intégrante de leur prise en charge. Par ailleurs, la dyslexie survient rarement de façon isolée et les autres troubles des apprentissages (troubles d'acquisition du langage oral [30%], la dyscalculie [25%], les troubles du développement moteur [50%]) et le TDAH (15 à 40%) sont des comorbidités fréquentes. L'examen des liens de ces pathologies avec la dyslexie éclaire la recherche de sa physiopathologie d'une façon nouvelle et permet d'approfondir l'étude des facteurs étiologiques, notamment

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : m.huc-chabrolle@chu-tours.fr (M. Huc-Chabrolle).

KEYWORDS

Developmental
dyslexia;
Psychiatric
comorbidities;
ADHD;
Learning disabilities

génétiques. Pour le clinicien, la connaissance de la fréquence de ces associations doit permettre une meilleure prise en charge.

© L'Encéphale, Paris, 2009.

Summary

Introduction. – Dyslexia is a complex neurodevelopmental disorder that affects 5 to 10% of school-age children. This condition consists in a specific learning disability with a neurological origin. These learning difficulties are unexpected in relation to other cognitive abilities and the provision of efficient classroom instruction. A range of neurobiological investigations suggests that disruption of the parieto-temporo-occipital systems underlies a failure of skilled reading to develop. The observation that dyslexia is both a familial and heritable problem was made early on and was confirmed by twin studies. They also suggested that both genetic and environmental factors are involved. Several loci have been implicated in dyslexia, notably on chromosomes 2, 3, 6, 15 and 18 and some candidate genes have been proposed, but no functional mutation has yet been identified.

Literature review. – Dyslexia seldom appears isolated and dyslexic people are very likely to present other kinds of learning disabilities or psychiatric disorders. Specific language impairment, often with a mild outcome, is the most frequently associated with dyslexia. Indeed, late language development is often reported by dyslexic patients and also occurs more frequently among their siblings. Genetic linkage studies suggest some common genetic factor underlying this comorbidity. Dyscalculia is associated with dyslexia in 25% of cases, but most people with dyscalculia do not have any sign of dyslexia. The question of whether dyscalculia associated with dyslexia and dyscalculia itself rely on the same cognitive impairment is still controversial. Impaired motor development is also a common feature that affects nearly 50% of dyslexics and dyslexia is frequent among dyspraxic patients. This association raises the discussion on the role of motor impairment in dyslexia's physiopathology and the cerebellar theory of dyslexia. Beyond its link with other learning disorders, the study of dyslexia's comorbidity highlights psychopathological issues. ADHD is the most frequent psychiatric disorder associated with dyslexia. Underpinnings of this link between the two disorders seem to rely on common cognitive and genetic factors. Some authors have proposed a candidate gene *ADRA2A* to determine the condition including ADHD and dyslexia. In addition, dyslexics are exposed to a higher risk of anxiodepressive and behavioural disorders. Dyslexic children experience three times more behavioural disorders and one third of children with behavioural problems turn out to be affected by dyslexia. The literature study reveals inconsistent findings about depressed mood among dyslexics, but evidence of a persistent increase in the rate of anxiety disorders. The authors put forward the impact of environmental factors to explain these psychiatric comorbidities.

Conclusion. – This review emphasizes dyslexia's comorbidities because they represent an important issue, both from a scientific and clinical point of view. Indeed, for clinicians, children showing multiple learning disabilities have specific reeducation and educational needs and dyslexics have a higher risk of emotional and behavioural disorders. On the other hand, dyslexia's comorbidity study provides a powerful method for researchers to investigate the still unknown physiopathology of dyslexia.

© L'Encéphale, Paris, 2009.

Introduction

La dyslexie de développement est un des nouveaux enjeux cliniques et thérapeutiques auxquels sont confrontés les pédopsychiatres.

Premièrement parce qu'avec une prévalence évaluée entre 5 et 17,5% [14] des enfants d'âge scolaire, la dyslexie constitue un des troubles neurodéveloppementaux les plus fréquents dans la population. Deuxièmement, la lecture est aujourd'hui non seulement à la base des apprentissages scolaires, mais également un outil indispensable dans la vie quotidienne d'une civilisation où le langage écrit a une importance capitale. Le handicap scolaire et socioéconomique qu'engendre la dyslexie peut donc être majeur dans

les formes les plus sévères empêchant totalement l'accès au code écrit.

Il est important de connaître la variété des situations cliniques dans lesquelles les troubles des apprentissages en général et la dyslexie en particulier peuvent être impliqués. En effet, face à un trouble anxieux, un syndrome dépressif ou un comportement d'opposition en milieu scolaire, le pédopsychiatre doit penser à explorer la piste des troubles des apprentissages. Il peut également être sollicité dans le cadre du retentissement de ces troubles sur les performances scolaires, l'évaluation du contexte psychopathologique mais aussi psychocognitif étant nécessaire. Il sera alors le coordonnateur de l'évaluation et le prescripteur des soins et rééducations. Par ailleurs, l'étude des comorbidités

est une voie de réflexion qui se révèle fertile quant à la recherche des mécanismes neuropsychologiques et physiopathologiques à l'origine de la dyslexie.

Définition

L'acquisition de la lecture, à l'inverse de celle du langage oral, nécessite un apprentissage explicite des conventions de transcription des sons prononcés (appelés phonèmes), sous une forme écrite (appelée graphème), et ce, quelle que soit la langue.

Comme tout apprentissage, celui-ci peut être perturbé par de nombreux facteurs environnementaux (méthode d'apprentissage, professeur, conditions de vie par exemple) mais aussi propres à l'apprenti lecteur (intelligence, motivation, capacité d'attention, état psychologique). Néanmoins, il existe en dehors de ces facteurs perturbateurs non spécifiques, des difficultés spécifiques d'apprentissage de la lecture que l'on regroupe sous le terme de dyslexie de développement.

L'OMS [25] caractérise la dyslexie de développement comme : « un déficit spécifique et persistant de l'acquisition de la lecture chez un enfant ou un adulte d'intelligence normale, recevant une instruction adéquate, en l'absence de déficits sensoriels, de pathologie psychiatrique ou neurologique avérée ou de carence psychoaffective grave ».

Cette définition repose sur des critères principaux utilisés pour caractériser les troubles spécifiques des apprentissages (qu'il s'agisse de troubles du langage oral, de la lecture, de l'écriture ou du calcul) :

- le critère de « discordance » (*discrepancy*) entre les performances médiocres à des épreuves liées au domaine atteint et les bonnes performances intellectuelles ;
- le critère d'exclusion : les troubles ne doivent pas avoir comme cause primaire ni un retard global, ni un handicap sensoriel, ni un environnement défavorable (pédagogie inadaptée, niveau socioculturel insuffisant, diversité linguistique), ni une forme de trouble mental avérée ;
- le trouble est dû à des facteurs intrinsèques à l'enfant (ce point dérive directement des deux précédents et met l'accent sur l'origine neurobiologique des troubles). Le décalage des performances en lecture des sujets dyslexiques a donc la particularité de persister au cours de la vie, même lorsque ceux-ci ont pu mettre en œuvre des mécanismes de compensation grâce à la rééducation.

Cette définition par exclusion présente l'inconvénient d'un manque de précision qui peut expliquer les disparités de prévalence observées. De plus, la valeur précise de la « discordance » entre les capacités intellectuelles et les capacités en lecture, nécessaire pour affirmer la spécificité du trouble, n'est pas mentionnée. L'absence de critère positif met donc parfois le clinicien en situation délicate pour le diagnostic.

L'évaluation clinique d'un enfant afin de poser un diagnostic de dyslexie de développement doit donc être rigoureuse, associant un examen orthophonique, un bilan des capacités cognitives globales, un examen médical et une évaluation des facteurs environnementaux et du contexte psychoaffectif.

Un trouble neurodéveloppemental

La dyslexie est un trouble neurocognitif dont la physiopathologie est actuellement inconnue.

Dès les premières observations réalisées par Déjezine en 1892 [7], l'hypothèse d'une cause neurologique est évoquée, sur le modèle des alexies lésionnelles acquises observées chez l'adulte. L'hypothèse, aujourd'hui, généralement admise est qu'il s'agit d'un trouble neurodéveloppemental [8]. Les patients dyslexiques présenteraient des anomalies dans la mise en place des réseaux neuronaux qui permettent la lecture. Ces anomalies rendraient l'acquisition normale de la lecture difficile, nécessitant la mise en place de mécanismes de compensation.

Cette hypothèse est construite à partir de données issues des études anatomopathologiques, de l'imagerie anatomique et de l'imagerie fonctionnelle qui montrent des particularités au niveau du carrefour temporo-pariéto-occipital chez les dyslexiques [3,8,11].

Les données épidémiologiques concernant la dyslexie de développement évoquent une implication génétique du fait de la présence d'une agrégation familiale des cas. Cela est confirmé par les études de jumeaux. Cette méthode, décrite dès 1875 par Galton comme moyen de séparer l'influence génétique de l'influence environnementale au sein de familles, consiste à comparer le taux de concordance d'une maladie au sein de paires de jumeaux monozygotes (MZ) par rapport à celui retrouvé au sein de paires de jumeaux dizygotes (DZ).

Un taux de concordance plus élevé chez les jumeaux MZ est en faveur du rôle de facteurs génétiques dans l'étiopathogénie d'une maladie si l'on se base sur l'hypothèse que la composante environnementale et culturelle est la même pour des jumeaux.

Les études de jumeaux dans la dyslexie révèlent une participation génétique nette avec une concordance estimée à 68 % pour les jumeaux MZ et à 38 % pour les jumeaux DZ [6]. Cela indique donc une influence génétique importante dans le déterminisme de la dyslexie de développement. Cependant, la concordance chez les jumeaux MZ n'est pas de 100 %, ce qui montre que la dyslexie n'est pas une pathologie d'origine exclusivement génétique mais que des facteurs environnementaux interviennent dans son apparition.

Les études de liaison ont identifié plusieurs loci sur les chromosomes 2, 3, 6, 15 et 18 notamment [2,8]. Au sein de ces régions, plusieurs gènes candidats ont été proposés dans la littérature : *DYX1C1* (15q21), *ROBO1* (3p12-q13), ainsi que *DCDC2* et *KIAA0319* dans la région 6p22 qui est la plus répliquée dans les études de liaison (pour revue [22]). Ces gènes jouent un rôle dans la migration neuronale et la construction synaptique, en cohérence avec l'hypothèse d'une anomalie neurodéveloppementale à l'origine de la dyslexie [10] ; néanmoins, aucune mutation fonctionnelle responsable de la dyslexie de développement n'a pu être identifiée à ce jour.

Étude des comorbidités

Le concept de comorbidité a donné lieu à des modélisations diverses. La cooccurrence de deux diagnostics peut être liée à trois raisons principales :

- premièrement, les deux troubles partagent des facteurs de risque communs, qu'ils soient neurobiologiques, psychosociaux ou génétiques ;
- deuxièmement, la présence d'un des troubles accroît le risque de développer le second (par exemple, les troubles des conduites en milieu scolaire peuvent empêcher les apprentissages ou la frustration engendrée par les troubles des apprentissages peut être à l'origine de troubles des conduites) ;
- troisièmement, l'association des deux troubles constitue une entité diagnostique à part entière, distincte de chacun des troubles purs.

Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH)

Le TDAH est le diagnostic psychiatrique le plus fréquemment associé à la dyslexie de développement, et ce, de façon plus importante que ne le vaille le hasard. Selon les études, entre 15 et 40% des dyslexiques remplissent les critères diagnostiques pour le TDAH et 25 à 40% des enfants ayant un diagnostic de TDAH sont également dyslexiques [4,40].

Ce trouble possède un statut particulier au sein des troubles associés à la dyslexie. Il est, en effet, intégré par certains auteurs [13] aux troubles des apprentissages, ce qui se justifie de par les liens étroits qu'il entretient avec ceux-ci, tant sur le plan génétique que cognitif. Néanmoins, la pratique psychiatrique considère également ce trouble de façon indépendante, puisqu'il s'articule également avec des dimensions psychopathologiques très différentes des troubles des apprentissages.

Les données de prévalence étant les mêmes dans les études réalisées en population générale et en population suivie en centre spécialisé, l'observation de cette comorbidité ne peut être due à un biais de recrutement des sujets issus de centres spécialisés dans les troubles des apprentissages dont les troubles seraient susceptibles d'être plus sévères et plus complexes.

La première hypothèse émise face à ce résultat était que la dyslexie entraînait l'apparition de symptômes de type hyperactivité et agitation de présentation identique au TDAH, en lien avec les difficultés scolaires, mais que le trouble déficitaire de l'attention n'était pas présent chez les patients présentant ce profil clinique. Les études neuropsychologiques menées pour éclaircir ce point montrent au contraire que les sujets à la fois dyslexiques et avec TDAH présentent un déficit attentionnel manifeste et non seulement un comportement agité [4,39]. Il s'agit donc d'une véritable association des deux troubles et non d'une fausse association où l'une des pathologies mime les symptômes de l'autre. Les résultats mettent également en évidence un déficit cognitif commun qui consiste en une atteinte de la vitesse de traitement [41].

Par ailleurs, des preuves d'intrication des facteurs génétiques de la dyslexie de développement et du TDAH ont été apportées par les études de jumeaux. Elles ont montré que la concordance de la cooccurrence des deux troubles est plus importante chez les jumeaux MZ que chez les jumeaux DZ ce qui prouve que l'héritabilité des deux troubles est reliée par un facteur génétique commun [40].

Des études de liaison bivariées ont été menées afin de mettre en évidence des loci de susceptibilité génétique communs à la dyslexie et au TDAH. Des régions situées sur les chromosomes 3,10,15,16 et 17 ainsi que le locus 6p21 étudié dans la dyslexie sont suspectées d'être le support de gènes ayant un effet pléiotropique dans l'étiologie de la dyslexie et du TDAH [12,18].

Certains loci, retrouvés dans les analyses de liaisons univariées pour le TDAH ou la dyslexie, ne semblent pas impliqués dans l'héritabilité commune des deux troubles, ce qui suggère qu'il existe des gènes communs mais aussi des gènes spécifiques pour chaque pathologie.

Stevenson et al. ont effectué la première étude de gène candidat commun à la dyslexie et au TDAH, proposant le gène *ADRA2A* codant pour un récepteur adrénergique alpha2. Ils retrouvent une association entre un polymorphisme de ce récepteur et la présence d'un trouble de l'apprentissage de la lecture au sein d'une population de patients atteints de TDAH. Ces premiers résultats ouvrent la voie à une compréhension des phénomènes neurobiologiques spécifiques en cause dans cette comorbidité [35].

Trouble des conduites/ trouble oppositionnel avec provocation (TOP)

Dès les années 1960, une étude britannique retrouvait une association importante entre les troubles des conduites et la dyslexie, puisqu'un tiers des enfants dyslexiques remplissaient les critères pour le trouble des conduites et un tiers des enfants présentant un trouble des conduites avaient des difficultés de lecture. L'étude récente de Carroll et al. [4] retrouve un risque trois fois plus important de présenter un diagnostic de trouble des conduites ou TOP chez les adolescents dyslexiques. Cette association fréquente entre dyslexie et trouble des conduites peut être expliquée par plusieurs raisons.

Premièrement, des liens étroits existent entre le trouble des conduites et le TDAH, mais aussi, comme nous venons de le voir, entre le TDAH et la dyslexie de développement. Le TDAH, et plus précisément sa dimension trouble de l'attention, pourrait donc être un facteur de confusion à l'origine de l'association du trouble des conduites et de la dyslexie de développement.

Deuxièmement, cette association peut être principalement due à la présence de facteurs environnementaux communs : les situations d'échec scolaire souvent rencontrées par les dyslexiques favorisant l'expression de troubles du comportement à l'école. De même, les conditions socio-familiales défavorisées souvent présentes dans les troubles des conduites ont un impact négatif sur les performances dans les apprentissages.

Une étude de jumeaux montre, en effet, que, si l'association TDAH et dyslexie est bien expliquée par des facteurs génétiques communs, les liens entre les troubles des conduites et la dyslexie sont eux principalement expliqués par des facteurs environnementaux communs [37].

La coexistence d'un trouble des apprentissages et d'un trouble du comportement dans le cadre d'un milieu défavorable constitue une situation à risque d'exclusion du système scolaire et de délinquance. L'intervention pédopsychiatrique est fondamentale dans le diagnostic,

l'accompagnement et l'adaptation de la pédagogie pour ces enfants. Le pédopsychiatre peut alors être le lien entre la famille et les professionnels du milieu scolaire, ce qui permettra une meilleure compréhension des troubles de l'enfant et donc un meilleur ajustement des soins et rééducations à ses besoins. Une prise en charge conjointe psychoéducative et rééducative sera nécessaire dans ces situations complexes.

Troubles anxieux et dépression

Les troubles psychiatriques internalisés sont aussi associés au trouble d'apprentissage de la lecture. Plusieurs études retrouvent une augmentation du risque de présenter un trouble anxieux, notamment une anxiété généralisée ou une anxiété de séparation, chez les adolescents et préadolescents dyslexiques, mais pas d'augmentation du nombre de troubles phobiques [1]. Ces troubles anxieux sont encore observés chez les jeunes adultes, y compris chez ceux ayant réussi à atteindre un niveau d'étude élevé [4].

Néanmoins, ces études ne fournissent pas d'explication de la fréquence des troubles anxieux dans la dyslexie, bien que les facteurs environnementaux liés au milieu scolaire semblent être privilégiés. Face à l'expérience d'échecs répétés et inexplicables, l'enfant va souvent développer une anxiété de performance majeure, parfois favorisée par les adultes. Le diagnostic du trouble des apprentissages aura alors une dimension réparatrice, en expliquant les difficultés rencontrées et en permettant de proposer une aide adaptée.

Concernant la dépression, les résultats sont contrastés, notamment du fait de contradictions entre les symptômes rapportés par les sujets ou leur entourage [1,4]. Certains auteurs concluent à une fréquence accrue de symptômes dépressifs et de faible estime de soi chez les dyslexiques, sans qu'un diagnostic de dépression puisse être porté de façon formelle [21,20].

Maughan et al. ont étudié l'association entre troubles de la lecture et humeur dépressive à partir d'un échantillon de 1416 garçons âgés de sept à dix ans [21] en effectuant un suivi longitudinal. Conformément à la prévalence retrouvée dans d'autres études, une dyslexie de développement spécifique et persistante a été diagnostiquée chez 9,1 % des enfants. La passation de différents questionnaires de dépistage de troubles psychopathologiques a été réalisée lors de sessions d'évaluations réparties sur plusieurs années. La présence d'une dyslexie est associée à un taux de dépression nettement plus élevé que chez les sujets témoins dès la première visite (9,6 % chez les témoins et 23 % chez les dyslexiques ; $p < 0,01$) et l'association reste très élevée lorsque l'analyse multivariée inclut tous les facteurs confondants ($p = 0,007$). L'association persiste au cours du suivi mais le risque ne s'aggrave pas. La présence d'une dépression ne semble pas influencer le niveau de lecture par la suite, ce qui montre bien la spécificité des troubles d'apprentissage de la lecture. Néanmoins, les données manquent dans ces études quant aux facteurs de risque de dépression, que ce soit la gravité de la dyslexie, la présence de plusieurs troubles des apprentissages, l'existence de facteurs environnementaux particuliers ou de certaines dimensions psychopathologiques favorisant, données qui seraient pourtant utiles au clinicien.

Liens avec les autres troubles des apprentissages : « les syndromes dys »

La dyslexie de développement s'intègre à l'ensemble des troubles des apprentissages, aussi appelés syndromes « dys » (dysorthographe, dyscalculie, dyspraxie, dysgraphie). Ces différents troubles ont en commun de perturber les apprentissages, et ce, de façon inattendue chez des enfants par ailleurs d'intelligence normale, non porteurs d'une autre pathologie pouvant expliquer ces difficultés, de présenter un caractère familial et d'être généralement plus fréquents chez les garçons (pour revue [14]). Une autre de leurs caractéristiques est de survenir fréquemment de façon associée chez un même sujet. L'étude des comorbidités de la dyslexie avec les autres troubles des apprentissages présente non seulement un intérêt clinique mais constitue également une voie de recherche qui oblige à envisager les troubles des apprentissages dans un cadre global avec des interactions neurobiologiques, cognitives et génétiques complexes où la dyslexie jouerait un rôle central puisqu'il s'agit du trouble le plus fréquent et qu'il s'associe avec chacun des autres.

Dysorthographe

La dysorthographe est un trouble persistant de l'acquisition de la représentation orthographique correcte des mots. Il s'agit d'une atteinte de la capacité à retrouver les graphèmes correspondants aux phonèmes constituant la forme acoustique du langage, à assembler et segmenter ces graphèmes sous forme de mots distincts et à appliquer les règles orthographiques spécifiques régissant la langue. Il ne s'agit donc pas d'une simple mauvaise connaissance des règles grammaticales.

L'association entre dyslexie et dysorthographe est extrêmement fréquente. La dysorthographe est, en effet, considérée par la plupart des auteurs comme une conséquence évidente des difficultés d'apprentissage de la correspondance graphème—phonème présentes dans la dyslexie.

Chez les sujets dyslexiques ayant bénéficié d'un traitement orthophonique efficace, la dysorthographe reste souvent la « séquelle » la plus visible. La question des sujets ne présentant qu'une dysorthographe isolée reste posée : s'agit-il de formes atténuées ou non diagnostiquées de dyslexie de développement ou bien le trouble peut-il exister de façon isolée ? Il existe un grand manque de données à ce sujet tant le lien dyslexie et dysorthographe semble aller de soi.

Trouble du langage oral

Les liens entre trouble précoce du développement du langage oral et risque de développer une dyslexie sont connus depuis longtemps : environ 30 % des enfants ayant présenté un trouble d'acquisition du langage oral vont ensuite développer une dyslexie [5,33]. De plus, il est fréquent que les patients dyslexiques rapportent rétrospectivement des difficultés d'acquisition du langage oral.

Des études prospectives retrouvent un taux nettement plus élevé de troubles du développement du langage oral chez les enfants issus de familles où il existe déjà plusieurs cas de dyslexie [19,27]. De plus, deux études de liaison ont identifié des loci sur le chromosome 3 [34] et sur les chro-

mosomes 6 et 15 [32] qui seraient impliqués à la fois dans la dyslexie et dans les troubles du langage oral.

À partir de ces données, Pennington [26] propose l'existence de facteurs de risque génétiques communs entre la dyslexie et les troubles du langage oral, ce qui pourrait expliquer l'association fréquente entre les deux troubles.

Par ailleurs, l'association des troubles du langage oral avec la dyslexie tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle la dyslexie serait un trouble principalement langagier, dont la base neurocognitive serait une difficulté à traiter et à manipuler mentalement les sons du langage (ou déficit de la conscience phonologique) [31]. L'hypothèse de l'existence d'un continuum entre la dyslexie et développement et les troubles du langage oral doit donc être envisagée. La dyslexie pourrait alors être la manifestation d'une atteinte légère de la conscience phonologique alors que les troubles du langage oral apparaîtraient lors d'un déficit plus sévère.

Une étude menée par l'équipe de Pennington a cherché à préciser si la comorbidité entre dyslexie et trouble du langage oral s'expliquait par cette hypothèse [38]. Les résultats montrent au contraire que la sévérité du déficit de la conscience phonologique est comparable chez les dyslexiques et les enfants atteints de trouble du langage oral. Outre ce déficit cognitif présent chez tous les sujets, certaines caractéristiques sont retrouvées spécifiquement soit chez les dyslexiques soit chez les porteurs de troubles du langage oral. Les auteurs concluent donc à l'existence d'un déficit cognitif commun concernant les représentations phonologiques qui interagit avec d'autres facteurs cognitifs spécifiques afin d'engendrer chacun des troubles et contredisent l'hypothèse d'un continuum entre dyslexie et troubles du langage oral.

En conclusion, l'association entre dyslexie et troubles du langage oral peut être reliée à la fois à un facteur cognitif partagé et à l'existence probable de gènes de susceptibilité communs.

En pratique, le constat d'un trouble du développement du langage oral, même modéré, doit éveiller la vigilance concernant de possibles difficultés lors de l'abord de l'apprentissage de la lecture afin de mettre en place au plus tôt une rééducation orthophonique ciblée sur le langage écrit, parallèlement ou non à la poursuite de la rééducation du langage oral.

Dyscalculie

La dyscalculie serait le deuxième trouble des apprentissages associé à la dyslexie après les troubles du langage oral [13], ce qui constitue environ un quart des cas. La dyslexie est présente chez 64% des enfants présentant des difficultés spécifiques en arithmétique [17].

Le mécanisme sous-jacent à cette association est encore controversé. L'écriture chiffrée passe elle aussi par la transcription graphique d'un son, ce qui pourrait faire entrer la dyscalculie naturellement dans les difficultés liées à la dyslexie. Néanmoins, nombreux sont les dyslexiques qui ne présentent aucune difficulté en arithmétique. De même, de nombreux dyscalculiques ne présentent pas de trouble d'apprentissage de la lecture.

Rourke [29] propose un modèle dans lequel la dyscalculie isolée et celle associée à la dyslexie seraient de nature différente. L'association de la dyslexie à la dyscalculie pro-

viendrait d'un dysfonctionnement de l'hémisphère gauche, alors que la dyscalculie isolée serait le reflet d'un dysfonctionnement hémisphérique droit.

Cette hypothèse est contestée par Landerl et al. [16] qui ne retrouvent pas de différence de profil cognitif entre les dyscalculiques qu'ils soient atteints ou non de dyslexie. Ce résultat semble prouver que la dyscalculie résulte d'un trouble cognitif spécifique et n'est pas la conséquence d'un autre trouble.

L'association dyslexie et dyscalculie pourrait donc plutôt être le résultat de l'existence d'un facteur étiologique commun. Certains auteurs émettent l'hypothèse que ce facteur étiologique serait d'origine génétique [15].

Troubles du développement moteur

Les troubles du développement moteur regroupent la dyspraxie et le trouble d'acquisition de la coordination. Le diagnostic de dyspraxie désigne un ensemble de troubles moteurs et sensoriels à l'origine de tableaux cliniques hétérogènes. Ce trouble atteint de façon plus ou moins sévère les représentations spatiales et temporelles ayant pour conséquences des troubles d'ajustement postural, des difficultés d'apprentissage des schémas moteurs complexes nécessitant une coordination motrice fine et des troubles du repérage spatiotemporel.

Les troubles de la coordination désignent des troubles moins sévères touchant la coordination motrice et l'équilibre mais non le repérage spatiotemporel. Il faut remarquer que ces termes désignent des tableaux cliniques d'une grande variété, notamment en ce qui concerne les différents types de dyspraxie. Les travaux de recherche sont souvent insuffisamment précis quant à la définition adoptée et aux critères cliniques utilisés pour constituer les groupes de dyspraxiques, ce qui tend à affaiblir la portée de leurs résultats.

Néanmoins, les données de la recherche indiquent qu'il existe une association fréquente entre la dyslexie et les troubles du développement moteur chez un même sujet. Ainsi, les dyspraxiques présentent un trouble d'apprentissage du langage écrit de façon beaucoup plus fréquente que la population générale [9]. De plus, des particularités du développement moteur précoce surviennent chez au moins 50% des dyslexiques [23,28]. De nombreuses études ont également retrouvé des anomalies de l'équilibre et des mouvements rapides chez les dyslexiques [23,36].

Dans une étude française [13], les dyspraxies sont retrouvées préférentiellement associées à une dyslexie mixte ou visuelle, le trouble phonologique pouvant alors être absent dans certains cas. Le trouble de la lecture pourrait donc dans ces cas être la conséquence des difficultés visuospatiales. Ce type de trouble d'apprentissage a été désigné sous le terme de syndrome développemental non verbal (ou syndrome de Rourke) [30], dans lequel il existerait souvent un profil cognitif hétérogène au détriment des capacités non verbales et des perturbations des habiletés sociales.

C'est également à partir du constat de l'association de troubles de la coordination motrice avec la dyslexie qu'a été élaborée la théorie cérébelleuse de la dyslexie, théorie neurocognitive qui explique les troubles d'apprentissage de la lecture par un déficit de coordination motrice et

d'automatisation des apprentissages d'origine cérébelleuse [24].

Néanmoins, d'autres études ne retrouvent pas d'association de la dyspraxie avec un type spécifique de dyslexie [9]. Les conceptions et les méthodes d'évaluation parfois différentes de la dyspraxie entre les différentes études peuvent expliquer les divergences de résultats.

Dysgraphie

La dysgraphie est un trouble de l'apprentissage qui atteint de façon spécifique les capacités de production graphique et altère les performances calligraphiques. Ce trouble présente des liens évidents avec la dyspraxie, puisqu'il est rare qu'un enfant dyspraxique ait une écriture intacte. Néanmoins, il n'existe aucun signe de dyspraxie chez de nombreux dysgraphiques.

La dysgraphie est également fréquemment rencontrée chez les dyslexiques, indépendamment d'une dyspraxie. L'association entre dyslexie et dysgraphie semble s'inscrire dans deux contextes différents : des cas rares où la dysgraphie est la conséquence d'une dyspraxie et des cas beaucoup plus fréquents où la dysgraphie est liée spécifiquement au trouble langagier [13].

Conclusion

La dyslexie est un trouble neurodéveloppemental très fréquent chez l'enfant qui se retrouve rarement de façon isolée. Elle est souvent associée à des troubles psychopathologiques mais aussi à d'autres troubles des apprentissages. L'étude de ces associations éclaire la physiopathologie de la dyslexie d'une façon nouvelle pour le chercheur et permet d'approfondir la recherche des facteurs étiologiques. Du côté du clinicien, ces troubles associés, qu'ils soient liés à des facteurs étiologiques communs, au retentissement psychique des difficultés scolaires engendrées par la dyslexie ou à l'association de ces deux phénomènes, doivent être considérés car ils sont à l'origine d'une difficulté et d'une souffrance supplémentaire à surmonter pour les enfants dyslexiques. L'enjeu pour le médecin réside dans la compréhension du tableau clinique complexe que présentent ces enfants. Cette compréhension ne peut être obtenue qu'au moyen d'une démarche ouverte, ne négligeant ni les facteurs psychopathologiques ni les données neuropsychologiques. Le dispositif de soin doit également pouvoir proposer la prise en charge simultanée du trouble instrumental lui-même et de ses répercussions psychologiques, en associant par exemple orthophonie et psychothérapie. La mise en place de soins adaptés, d'une rééducation spécifique et d'aménagements pédagogiques personnalisés, permettra alors à l'enfant de trouver sa place dans le système éducatif et de se restaurer psychiquement.

Remerciements

Ce travail a été possible grâce au support financier du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Nous voulons remercier également A. Galloux, A.-G. Piller, E. Schweitzer, E. Sizaret et G. Turlotte du centre de référence pour les troubles du langage et des apprentis-

sages de l'hôpital pour enfants Gatien-de-Clocheville pour leur précieuse collaboration.

Références

- [1] Arnold EM, Goldston DB, Walsh AK, et al. Severity of emotional and behavioural problems among poor and typical readers. *J Abnorm Child Psychol* 2005;33:205–17.
- [2] Bates T, Luciano M, Castles A, et al. Replication of reported linkages for dyslexia and spelling and suggestive evidence for novel regions on chromosomes 4 and 17. *Eur J Hum Genet* 2007;15:194–203.
- [3] Brown WE, Eliez S, Menon V, et al. Preliminary evidence of widespread morphological variations of the brain in dyslexia. *Neurology* 2001;56:781–3.
- [4] Carroll J, Maughan B, Goodman R, et al. Literacy difficulties and psychiatric disorders: evidence for comorbidity. *J Child Psychol Psychiatry* 2005;46:524–32.
- [5] Catts HW, Fey ME, Tomblin JB, et al. A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *J Speech Lang Hear Res* 2002;4:1142–57.
- [6] DeFries JC, Alercon M. Genetic of specific reading disability. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 1996;2:39–47.
- [7] Déjerine J. Contribution à l'étude anatomopathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. *Mem Soc Biol* 1892;4:61–90.
- [8] Demonet JF, Taylor MJ, Chaix Y. Developmental dyslexia. *Lancet* 2004;363:1451–60.
- [9] Fletcher-Flinn C, Elmes H, Strugnell D. Visual-perceptual and phonological factors in the acquisition of literacy among children with congenital developmental coordination disorder. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:158–66.
- [10] Galaburda A, Lo Turco J, Ramus F, et al. From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nat Neurosci* 2006;9:1213–7.
- [11] Galaburda A, Menard M, Rosen GD. Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994;91:80110–8013.
- [12] Gayan J, Willcutt EG, Fisher SE, et al. Bivariate linkage scan for reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder localizes pleiotropic loci. *J Child Psychol Psychiatry* 2005;46:1045–56.
- [13] Habib M. *La dyslexie à livre ouvert*. Marseille: Éditions Resodys; 2003.
- [14] Inserm, œuvre collective. *Rapport d'expertise collective, dyslexie, dysorthographe, dyscalculie: bilan des données scientifiques actuelles*. Paris: Éditions de l'inserm; 2007.
- [15] Knopik VS, Alercon M, Defries JC. Comorbidity of mathematics and reading deficits: evidence for a genetic etiology. *Behav Genet* 1997;2:447–53.
- [16] Landerl K, Bevan A, Butterworth B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition* 2004;93:99–125.
- [17] Lewis C, Hitch G, Walker P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- and 10-year-old boys and girls. *J Child Psychol Psychiatry* 1994;35:283–92.
- [18] Loo SK, Fisher SE, Francks C, et al. Genome-wide scan of reading ability in affected sibling pairs with attention-deficit/hyperactivity disorder: unique and shared genetic effects. *Mol Psychiatry* 2004;9:485–93.
- [19] Lyttinen H, Ahonen T, Eklund K, et al. Developmental pathways of children with and without familial risk for dyslexia during the first years of life. *Dev Neuropsychol* 2001;20:535–54.
- [20] Maughan B, Carroll J. Literacy and mental disorders. *Curr Opin Psychiatry* 2006;19:350–4.

- [21] Maughan B, Rove R, Loeber R, et al. Reading problems and depressed mood. *J Abnorm Child Psychol* 2003;31:219–29.
- [22] McGrath L, Smith S, Pennington B. Breakthroughs in the search for dyslexia candidate genes. *Trends Mol Med* 2006;12:333–41.
- [23] Nicolson R, Fawcett A. Comparison of deficits in cognitive and motor-skills among children with dyslexia. *Ann Dyslexia* 1994;44:147–64.
- [24] Nicolson R, Fawcett A, Dean P. Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends Neurosci* 2001;24:508–11.
- [25] Organisation mondiale de la santé (OMS). Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires. In: *Classification internationale des maladies. Chapitre V (F) : troubles mentaux et troubles du comportement. Critère de diagnostic pour la recherche*. Issy-les Moulineaux: OMS, Masson; 1994. p. 132–35.
- [26] Pennington B. From single to multiple models of developmental disorders. *Cognition* 2006;101:385–413.
- [27] Pennington B, Lexy D. Early reading development in children at family risk for dyslexia. *Child Dev* 2001;7:816–33.
- [28] Ramus F, Pidgeon E, Frith U. The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *J Child Psychol Psychiatry* 2003;44:712–22.
- [29] Rourke B. Arithmetic disabilities, specific and otherwise: a neuropsychological perspective. *J Learn Disabil* 1993;26:214–26.
- [30] Rourke B. Syndrome of non-verbal learning disabilities: neurodevelopmental manifestations. New York, NY: Gilford Press; 1995.
- [31] Shaywitz S. Dyslexia. *N Engl J Med* 1998;338:307–12.
- [32] Smith S, Pennington B, Boada R, et al. Linkage of speech sound disorder to reading disability loci. *J Child Psychol Psychiatry* 2005;46:1057–66.
- [33] Snowling M, Bishop D, Stothard S. Is preschool language impairment a risk factor for dyslexia in adolescence? *J Child Psychol Psychiatry* 2000;4:587–600.
- [34] Stein C, Schick J, Taylor H, et al. Pleiotropic effects of a chromosome 3 locus on speech-sound disorder and reading. *Am J Hum Genet* 2004;7:283–97.
- [35] Stevenson J, Langley K, Pay H, et al. Attention deficit hyperactivity disorder with reading disabilities: preliminary genetic findings on the involvement of the *ADRA2A* gene. *J Child Psychol Psychiatry* 2005;46:1081–8.
- [36] Stoodley CJ, Harrison EP, Stein JF. Implicit motor learning deficits in dyslexic adults. *Neuropsychologia* 2006;44:795–8.
- [37] Trzescniewski K, Moffitt T, Caspi A, et al. Revisiting the association between reading achievement and antisocial behavior: new evidence of an environmental explanation from a twin study. *Child Dev* 2006;77:72–88.
- [38] Tunnick R, Pennington B. The etiological relationship between reading disability and phonological disorder. *Ann Dyslexia* 2002;52:75–95.
- [39] Willcutt E, Pennington B, Boada R, et al. A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Abnorm Psychol* 2001;110:157–72.
- [40] Willcutt E, Pennington B, DeFries JC. Twin study of the aetiology of comorbidity between reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Am J Med Genet* 2000;96:293–301.
- [41] Willcutt E, Pennington B, Olson R, et al. Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder: in search of the common deficit. *Dev Neuropsychol* 2005;2:35–78.