

9

Approches cognitives des troubles des apprentissages

Certains troubles des apprentissages peuvent apparaître isolément sans être associés à des difficultés majeures de type neurologique (lésions cérébrales précoces, infirmité motrice cérébrale, épilepsie). D'autres peuvent aussi faire partie d'un tableau complexe de troubles (autisme infantile, psychoses, déficits attentionnels). Tous retentissent sur le devenir scolaire, social et affectif des enfants et des adolescents.

En abordant les troubles des apprentissages (langage oral et écrit, calcul, et troubles associés de l'attention) en termes de modèles cognitifs du traitement de l'information, les auteurs généralement postulent que les dysfonctionnements du développement cognitif sont provoqués par des facteurs génétiques et environnementaux qui perturbent le développement cérébral (Bates et Elman, 1996 ; Bishop, 1997 ; Locke, 1997 ; Karmiloff-Smith, 1998 ; Shaywitz et coll., 1998 ; Flint, 1999 ; Habib, 2000).

Les modèles cognitifs cherchent à comprendre les fonctions en développement et les représentations plus ou moins complexes qui les sous-tendent. Cette approche, dans la mesure où elle met en évidence des systèmes de traitement, peut contribuer à affiner les stratégies diagnostiques et pronostiques et à mettre en œuvre les actions de dépistage et d'intervention précoces de cette pathologie.

Troubles spécifiques du développement du langage

Avant d'aborder les nombreux travaux relatifs aux troubles spécifiques du développement du langage (TSDL) chez l'enfant, il est nécessaire de rappeler brièvement les données développementales sur les mécanismes cognitifs d'acquisition du langage oral.

Acquisition du langage oral

Les études cognitives sur les mécanismes d'acquisition au tout début du langage montrent que le langage se développe spontanément et très rapidement. Les compétences des nouveau-nés pour percevoir la parole sont remarquables. Dès la naissance, les bébés peuvent discriminer auditivement une grande variété de contrastes sonores utilisés dans la langue parlée (Eimas et coll., 1971) ou au contraire négliger certaines variations comme l'intonation¹ ou la voix du locuteur (De Casper et Fifer, 1980 ; Mehler et Fox, 1985). Ils peuvent aussi utiliser des informations dans le signal sonore, comme le contour intonatif, pour reconnaître la voix de leur propre mère (Mehler et coll., 1978). Selon ces auteurs, les bébés sont rapidement capables d'extraire de leur environnement sonore des informations pertinentes sur les régularités du langage ; à l'âge de 4-6 mois, l'enfant acquiert le répertoire vocalique de sa langue puis le répertoire consonantique vers la fin de la première année de vie. L'enfant s'appuie sur des capacités générales lui permettant d'organiser la perception des sons de toute langue naturelle pour développer les processus de traitement du langage en se conformant aux propriétés sonores, prosodiques et phonologiques² de la langue de l'environnement. Ainsi le babillage semble évoluer en intégrant les propriétés articulatoires de la langue (Oller, 1980, 1995). L'établissement des processus de segmentation de la parole et d'acquisition des mots de la langue entraîne l'effacement progressif du babillage.

La production des premiers mots débute généralement aux environs de 11-13 mois et s'accroît d'abord très lentement avant de s'accélérer vers la fin de la deuxième année. Les données les plus récentes sont fournies par l'étude transversale à grande échelle (Fenson et coll., 1993, 1994 ; Bates et coll., 1994, 1995 ; Kern, 1999 pour une adaptation en langue française). Il s'agit d'analyser l'évolution des compétences communicatives d'un très large échantillon d'enfants anglophones et francophones âgés de 8 à 30 mois (n = 1 800). La taille du vocabulaire des enfants est évaluée à partir d'un compte rendu parental qui consiste à cocher sur des listes préétablies des mots que les parents estiment compris et produits par leur enfant. Ainsi ont été établis des niveaux de compréhension et de production moyens. Il a été estimé par exemple, qu'en moyenne un enfant produit 10 mots à 12 mois, plus de 300 mots à 24 mois, plus de 530 mots à 30 mois, plus de 10 000 mots à 6 ans et 30 000 mots en moyenne pour l'adulte. Il s'agit d'un processus complexe et non linéaire, mais le fait le plus remarquable est surtout le développement explosif de la catégorie des mots grammaticaux qui présentent une expansion rapide à partir de 2 ans. Les jeunes enfants sont précocement attentifs et sensibles aux indices formels de la langue de leur environnement et utilisent à bon escient le contexte

1. L'intonation ou prosodie vocale de la langue est susceptible de modifier le sens littéral des mots et des phrases.

2. C'est le système linguistique commun au locuteur et à l'auditeur dans lequel les formes sous-jacentes sont décrites en termes d'oppositions et de contrastes sonores.

grammatical pour étayer leur acquisition lexicale (Bassano et coll., 1998 ; Le Normand, 1999 ; Bassano, 2000 ; Parisse et Le Normand, 2000).

Approche cognitive des troubles spécifiques du développement du langage

Les troubles spécifiques du développement du langage (TSDL) correspondent à des dysfonctionnements précoces, graves et durables du développement du langage. Les TSDL sont définis plus précisément par les critères suivants : retard de développement du langage sans relation avec un déficit auditif ni avec des troubles moteurs des organes de la parole, une déficience mentale, des troubles psychopathologiques, une déprivation socio-affective grave ou une lésion cérébrale évidente (Rapin, 1983, 1996). Leurs causes restent méconnues, toutefois la majorité des auteurs s'accordent à considérer qu'elles sont la conséquence d'une anomalie structurelle congénitale affectant le développement des bases cérébrales du langage (Trauner et coll., 2000).

Les caractéristiques cognitives des TSDL sont-elles le résultat d'un déficit unique ou bien de la combinaison de dysfonctionnements intervenant sur plusieurs niveaux d'analyse et de traitement par l'enfant ? Chez l'adulte avec trouble acquis, ces niveaux peuvent être différemment altérés, mais il n'est pas clair que chez l'enfant un des niveaux soit suffisamment développé pour savoir s'il s'agit d'un déficit du traitement temporel dans la perception auditivo-verbale ou de l'analyse des représentations phonologiques et/ou morphosyntaxiques.

Déficit du traitement temporel dans la perception auditivo-verbale

Plusieurs travaux de l'équipe de Tallal (Tallal et Piercy, 1973 ; Tallal et Stark, 1981 ; Tallal et coll., 1996) étayaient l'hypothèse que le déficit de base des enfants avec TSDL relève d'une perturbation dans le traitement temporel auditif. Le trouble linguistique résulterait d'une limitation dans le traitement des stimuli successifs rapides : selon ces auteurs, les enfants avec TSDL ne perçoivent pas l'information phonétique de la même manière que les enfants témoins. L'équipe de Tallal a mis en évidence un déficit massif, chez ces enfants, dans la reconnaissance d'éléments phonétiques et de stimuli n'appartenant pas aux sons de la langue, lorsqu'ils sont présentés successivement avec une grande rapidité. Les enfants avec TSDL auraient donc besoin d'un temps de traitement supérieur à la majorité des enfants pour établir des distinctions pertinentes.

Déficit du traitement phonologique

Les déficits phonologiques intéressent la forme du mot dans son ensemble et non pas seulement l'émission de phonèmes isolés, avec omission de certaines consonnes ou syllabes, simplification de syllabes complexes, assimilations, dissimilations, inversions, interversions, métathèses, tous ces phénomènes

étant également constatés dans l'acquisition normale du langage. Certains auteurs interprètent ces signes comme étant des caractéristiques d'une certaine immaturité ; d'autres auteurs y voient un retard dans l'organisation articulatoire de séquences complexes et dans la capacité de l'enfant à reproduire correctement la forme du mot dans son ensemble alors qu'il se montre capable d'en reproduire les éléments constitutifs.

Des études récentes sur l'enfant atteint de troubles de développement du langage ont utilisé l'analyse phonologique pour examiner l'intégrité du système phonologique (Hodson, 1980 ; Grunwell, 1981 ; Hodson et Patten, 1981 ; Helwett, 1985, 1990). Crary (1984), par exemple, a analysé les corpus de 10 enfants avec TSDL de 3 ans et 9 mois à 13 ans et 11 mois. Douze processus phonologiques ont été identifiés : six d'entre eux reflètent des erreurs syntagmatiques parmi lesquelles la réduction séquentielle dépend de la position du phonème au sein du mot ; cinq processus sont dus à des erreurs paradigmatiques ; et enfin un processus est dû à la neutralisation de voyelles. Les erreurs les plus fréquentes sont les erreurs syntagmatiques. Les résultats indiquent un déficit sur les capacités séquentielles phonologiques et/ou sur le réglage moteur de la parole.

Déficit du traitement morphosyntaxique

De nombreuses études sur les atteintes spécifiques du langage oral se réfèrent aussi à un retard de développement du langage dans sa composante lexicale et surtout grammaticale. Ekelman et Aram (1983) ont étudié 50 corpus d'enfants avec TSDL en langage spontané et ont observé que tous les enfants avaient une longueur moyenne d'énoncé (LME) correspondant à leur classe d'âge linguistique (Miller et Chapman, 1981). Ces résultats ne prévoient pas l'utilisation des marques de grammaire comme devant être normalement attendue. Plusieurs marques grammaticales omises par les enfants comme les marques du nom et surtout les marques du verbe sont associées aux étapes de développement ultérieures.

L'ensemble de ces études indique que l'enfant avec TSDL développe son lexique et sa morphosyntaxe *a minima*. Il produit des phrases simples, des fragments de phrase, des énoncés tout faits, mais il peut quelquefois présenter une incapacité syntaxique spécifique comme l'omission des pronoms, des auxiliaires ou la non-conjugaison des verbes. Il est à noter cependant que ces enfants présentent de grandes variations individuelles dans leurs capacités lexicales et morphosyntaxiques (Adams, 1990). Certains vont même jusqu'à présenter des déviances de type dissociation lexico-grammaticale ou des hétérochronies de développement dans l'organisation de leur lexique (Le Normand et Chevrie-Muller, 1991b).

Interprétation du déficit du traitement morphosyntaxique

Actuellement, les revues de littérature oscillent entre deux grandes orientations pour interpréter ce déficit de la morphosyntaxe ; hypothèses selon lesquelles le désordre linguistique serait du à un déficit de compétence ; hypothèses selon lesquelles la perturbation relèverait d'un déficit plus général au niveau du traitement. Parmi les hypothèses de premier type, une distinction est faite entre celles qui considèrent que le déficit grammatical est presque total (Leonard, 1998) et celles pour qui le déficit grammatical est sélectif (Clahsen, 1989).

Le point commun de ces études est qu'elles s'orientent sur la concentration des cas familiaux des troubles du langage (Tallal et coll., 1989 ; Gopnik, 1990, 1994, 1997, 1999 ; Rice, 1996 ; Van der Lely et Stollwerk, 1996 ; Plante et Jackson, 1997 ; Fisher et coll., 1998 ; Rice et coll., 1998 ; Rose et Royle, 1999) ainsi que sur le degré de concordance chez des jumeaux monozygotes et dizygotes (Bishop, 1992).

Troubles du langage et troubles praxiques

D'autres travaux montrent aussi que les troubles du langage peuvent aussi être associés à des troubles praxiques (Le Normand et Chevrie-Muller, 1991a ; Le Normand, 1993 ; Dewey, 1995 ; Henderson et Barnett, 1998 ; Le Normand et coll., 2000). Le trouble praxique est une incapacité partielle à effectuer des mouvements coordonnés. Dans le comportement quotidien, les signes sont les suivants : maladresse, difficulté à écrire, lenteur extrême. Certains signes peuvent également s'y associer : des difficultés dans la marche, une mauvaise latéralisation et des difficultés d'articulation. Enfin, quelques signes neurologiques peuvent être présents, mais sont variables dans leur intensité (signes pyramidaux, extra-pyramidaux, cérébelleux).

Troubles du langage et troubles d'apprentissage

Les pathologies affectant l'acquisition du langage aboutissent très souvent, et de manière significative, à des perturbations importantes de l'apprentissage. Des études, maintenant classiques, réalisées sur de larges populations d'âge préscolaire, ont mis en évidence les relations existant entre retard d'acquisition du langage à 3 ans, déficience cognitive et difficultés d'apprentissage de la lecture estimés quatre ou cinq ans plus tard. Une corrélation a été également trouvée, quoique de façon moins nette, avec les troubles du comportement.

Sur un échantillon de 937 enfants de Dunedin en Nouvelle-Zélande, des mesures ont été effectuées à l'âge de 3 et 5 ans pour apprécier la nature, la fréquence, la stabilité et la signification des retards de langage chez les enfants de 3 ans. Ces mesures incluaient le niveau de langage, l'intelligence et la coordination fine et globale. Les résultats détaillés permettent de décrire trois types de retards de langage à l'âge de 3 ans : retard isolé de la compréhension

verbale, retard isolé de l'expression verbale et retard global. Une étude longitudinale à partir de l'âge de 5 ans a montré que les retards de langage spécifiques n'étaient pas stables en comparaison avec les retards globaux (Silva, 1980 ; Silva et coll., 1983, 1984, 1987).

Une autre étude assez exemplaire réalisée par Bishop a montré que sur un échantillon de 87 enfants, 40 % des enfants qui avaient un trouble du langage à 4 ans et demi avaient récupéré à 5 ans et demi et 25 % de ceux qui avaient des troubles du langage persistants à 5 ans et demi avaient des troubles d'apprentissage scolaire (Bishop et Edmundson, 1987a et b ; Bishop et Adams, 1990 ; Bishop, 1992). Certains des enfants atteints de TSDL suivis de 4 ans et demi à 8 ans et demi par Bishop et ses collaborateurs ont été revus à l'adolescence à 15-16 ans et comparés à un groupe témoin du même âge (Stothard et coll., 1998). Dans ce groupe témoin, 22 % des sujets avaient un niveau de lecture et d'orthographe inférieur à celui attendu à 12 ans. Ce pourcentage atteignait 52 % pour les enfants atteints de TSLD dont le niveau de langage s'était normalisé à 5 ans et demi et qui, dans la très grande majorité, avaient un niveau de lecture et d'orthographe normal à 8 ans et demi. Ainsi, on note de faibles performances en lecture à l'adolescence pour la moitié de l'échantillon. On évoque à ce propos la notion de « récupération illusoire » (Scarborough et Dobrich, 1985). Cette notion relative de récupération a été aussi confirmée par de nombreux autres auteurs (Rescorla et Schwartz, 1990 ; Rhea et coll., 1991 ; Rescorla et coll., 1993).

Nombreux sont les auteurs qui ont recherché les facteurs qui étaient susceptibles de prédire l'évolution favorable au terme du suivi. Ils ont pu montrer que les enfants qui avaient récupéré avaient soit un trouble phonologique isolé, soit un léger retard dans le traitement morphosyntaxique. En revanche, ceux qui avaient un trouble sévère et global présentaient aussi des troubles de la compréhension associés à des déficits moteurs.

Bien que les études longitudinales traçant le profil d'un retard de développement soient encore peu nombreuses, il est possible, en analysant de façon détaillée les données de langage sur les enfants en retard d'avoir une idée d'une courbe d'évolution. De plus, des différences de développement au sein de l'échantillon d'enfants en retard laissent supposer la présence de grandes variations entre individus. En effet, même si tous les enfants en retard progressent sur le plan langagier, certains semblent évoluer plus rapidement que d'autres (Bishop et Edmundson, 1987b ; Scarborough et Dobrich, 1990 ; Stothard et coll., 1998).

Approche cognitive des troubles de la lecture

446 Plusieurs déficits conduisant à des troubles plus ou moins sévères de la lecture existent chez l'enfant et l'adolescent. Pour mieux en comprendre la nature et

la sévérité, il est nécessaire de rappeler les différentes étapes de l'acquisition du langage écrit.

Acquisition du langage écrit

Les travaux cognitifs de la lecture chez l'enfant rapportent l'existence de phases ou stades d'acquisition (Frith, 1985 ; Morton, 1989 ; Ehri, 1990 ; Rack et coll., 1992 ; Metsala et Siegel, 1992). Dans le modèle de Frith, après la phase logographique qui permet une simple prise d'indices, visuels et globaux, l'enfant accède à la phase alphabétique, où il découvre les correspondances graphèmes-phonèmes, puis il maîtrise la phase orthographique où la signification est découverte *via* le système sémantique verbal. Selon Frith, la maîtrise d'une phase antérieure conditionne l'accès à la suivante. Cette théorie linéaire du développement de la lecture a été critiquée de plusieurs points de vue. La question se pose d'abord de savoir si la lecture dite logographique est vraiment une activité de lecture (Morais, 1994). D'autre part, il ne semble pas certain que la stratégie logographique et la stratégie alphabétique se succèdent : elles pourraient être contemporaines (Ehri et Wilce, 1985) ; il existerait des possibilités d'hétérochronie entre ces différentes phases de la lecture (Høien, 1989). Enfin, se pose la question du passage pour l'enfant entre un traitement de petites unités comme les lettres au traitement d'unités plus larges comme les mots. Certains auteurs mettent l'accent sur la structure intrasyllabique en termes d'attaque et de rime (Treiman, 1992). Ces travaux permettent de concevoir l'apprentissage de la lecture en termes d'utilisation de stratégies qui peuvent alterner, se recouper, se superposer. Il semble que l'enfant abandonne rapidement la stratégie logographique pour adopter la stratégie alphabétique qui met en correspondance graphèmes et phonèmes. S'il utilise au début de son apprentissage la stratégie orthographique sur un mode mineur, stratégies alphabétique et orthographique sont néanmoins associées (Bradley, 1988). Comme le dit fort justement Morais, « au lieu de stades, on pourrait parler d'une hiérarchie de conditions minimales » (Morais, 1994).

L'approche cognitive des troubles de la lecture chez les enfants a montré qu'il existait plusieurs types de dyslexies, fondées sur des stratégies différentes de la lecture et impliquant des types spécifiques d'erreurs. Frith (1986) suppose qu'il existe deux types de dyslexies, correspondant à l'arrêt à un stade spécifique de la lecture. Elle distingue : la dyslexie de développement, liée à un arrêt à la phase logographique et donc à la non-maîtrise de la phase phonologique et la dysorthographie de développement, liée à la non-maîtrise de la phase orthographique. Cette classification recoupe très partiellement la distinction faite par Boder (1970, 1971, 1973), entre une dyslexie dysphonétique très fréquente (67 %) qui privilégie l'approche visuelle et sémantique du mot sur son analyse phono-graphique, une dyslexie dyséidétique moins fréquente (10 %) qui privilégie une stratégie séquentielle et phonologique du mot par rapport à la dimension sémantique et une dyslexie mixte (23 %) qui combine les deux déficits. À l'aide d'un matériel de mots isolés de difficulté croissante, cet auteur

tente un classement de la dyslexie selon la nature et l'importance relative des erreurs de lecture et d'orthographe.

La distinction que l'on peut établir entre ces formes de dyslexies est opérante non seulement pour la clinique (diagnostic et intervention), mais également dans la recherche. Lorsque les chercheurs définissent les groupes d'enfants dyslexiques en utilisant la notion générale de « retard de lecture », sans spécifier la stratégie de lecture utilisée par les enfants, ils regroupent des dysfonctionnements de fait très hétérogènes. Ces dernières années, un courant de recherche a défini la dyslexie comme étant une difficulté à lire les mots (par la non-automatisation des procédures de décodage du mot). C'est l'hypothèse du déficit du traitement phonologique où les difficultés prédominent pour l'assemblage et le décodage des mots.

Déficit du traitement phonologique

Les traitements phonologiques sont des traitements qui portent sur la forme sonore des mots et qui sont, de ce fait, impliqués dans la production orale du langage. Un trouble phonologique retentit sur la capacité de production du langage oral du sujet et se manifeste dans toutes les tâches qui requièrent la prononciation de mots, qu'il s'agisse de langage spontané, de répétition, de dénomination ou de lecture. Ces traitements phonologiques s'appliquent en outre sur des unités de production du langage oral que l'on appelle les phonèmes et qui correspondent à la forme abstraite des sons qui composent les mots. Un trouble phonologique se manifeste par des difficultés à manipuler volontairement les phonèmes. Cette capacité à manipuler les sons de la langue se teste à travers des tâches spécifiques qu'on appelle « épreuves métaphonologiques » ; elle correspond à une aptitude particulière de l'enfant qu'on désigne sous le nom de conscience phonémique (Stanovich, 1988a, b et c). Il s'agit d'un processus composite constitué de deux éléments qui, dans le cas de certaines dyslexies, pourraient être dissociés (conscience de la structure syllabique et de la structure phonémique).

Si l'hypothèse du déficit de l'acquisition du langage oral rend compte d'un type de dyslexie, particulièrement de la dyslexie phonologique et d'une partie de sa genèse, elle ne rend pas compte de toutes les dyslexies. Les modèles cognitifs intègrent aussi la rapidité de dénomination et d'accès au lexique mental et le maintien de l'information phonologique en mémoire de travail.

Déficit de l'accès et du traitement lexical

Les dysfonctionnements linguistiques constatés chez les enfants dyslexiques se concrétisent non seulement dans l'impossibilité à réaliser la segmentation phonémique, c'est-à-dire à manipuler les sons, mais aussi à accéder à un vocabulaire riche ainsi qu'à discriminer des différences morphologiques et syntaxiques dans les énoncés (Fischer et coll., 1978 ; Lundberg, 1984 ;

Lieberman et Shankweiler, 1985 ; Vellutino et Scanlon, 1987). Pour explorer les liens entre dyslexie et langage oral, les chercheurs ont étudié le devenir lexique d'enfants avec TSDL (Haynes et Naidoo, 1991) ; ils ont également exploré la dimension métalinguistique à travers la dénomination (Wolf et coll., 1986), et la mémoire phonologique de travail (Baddeley, 1986).

Les anomalies de l'acquisition du langage écrit identifiées précocement pourraient être liées à des difficultés antérieures dans l'apprentissage de la langue orale. Les processus et mécanismes en jeu se situeraient non seulement sur le plan cognitif (perception et mémoire), mais aussi au niveau des différentes étapes de traitement linguistique (Vellutino, 1979 ; Siegel et Heaven, 1986 ; Siegel et Ryan, 1988, 1989 ; Siegel et Faux, 1989 ; Plaza, 1997 ; Plaza et Guitton, 1997).

Déficit de la poursuite visuelle et déficit visuo-spatial

Deux types de déficits visuels ont été explorés : les déficits visuo-spatiaux et les déficits de la poursuite visuelle. L'hypothèse d'un déficit visuo-spatial avait été émise très tôt, notamment par Orton en 1925. Fildes (1921) avait également postulé l'existence d'un déficit dans la discrimination des formes. Différentes études ont exploré les capacités visuo-spatiales des dyslexiques et ont montré que leurs performances étaient comparables à celles des enfants bons lecteurs (Vellutino, 1979 ; Gordon, 1980 ; Liberman, 1982 ; Bryant et Bradley, 1985). L'hypothèse d'un déficit visuo-spatial dans les dyslexies est donc devenue marginale. La motilité oculaire, quant à elle, a été explorée au niveau de la perception et de la motricité visuelle (Hirsch et Jansky, 1968), de la coordination binoculaire, du parcours de l'œil et du balayage directionnel (Pirozzolo, 1979 ; Pavlidis, 1981, 1986). Les résultats sont contradictoires : certains auteurs affirment que les enfants dyslexiques auraient un comportement oculaire spécifique (Pavlidis, 1986), d'autres, que seuls certains types de dyslexiques présenteraient une anomalie des mouvements oculaires (Pirozzolo, 1979), d'autres enfin, qu'il n'y a pas de différence significative entre les dyslexiques et les bons lecteurs (Stanley et coll., 1983).

L'hypothèse du « transfert transmodal » associe la dyslexie à une incapacité à établir une connexion solide entre des stimuli perçus par un système sensoriel et des stimuli perçus par un autre système. La capacité à transformer des segments d'audition temporalisée en segments de vision spatialisée est une fonction qui reste essentielle à la lecture. Une connexion faible entre les centres visuels et auditifs peut, par exemple, être la cause de difficultés d'apprentissage dans l'association des graphèmes aux phonèmes ou à celles des mots écrits avec leurs équivalents parlés (Birch et Belmont, 1964).

Déficit neuromoteur

Comme pour les TSDL, on a montré l'existence de certains signes neuromoteurs chez certains dyslexiques (Denckla, 1985 ; Wolff et coll., 1985 ; Deuel et

Robinson, 1987 ; Nichols, 1987 ; Yule et Taylor, 1987 ; Spreen, 1989 ; Blondis et coll., 1990). Ainsi, on a mis en évidence des troubles de la coordination bimanuelle, une faiblesse dans la dextérité graphomotrice, une perturbation des mouvements alternés des doigts, un déficit dans les tapotements rythmiques des doigts au niveau de la main gauche (Badian et Wolff, 1977 ; Wolff et coll. 1986), une lenteur des mouvements répétitifs surtout au niveau de la main gauche (Rudel, 1985), une dissociation entre les capacités motrices unimanuelles et bimanuelles (Leslie et coll., 1985). Gillberg et coll. (1989a et b) ont montré que la dyslexie pouvait s'accompagner de troubles de l'attention, de la coordination motrice et de la perception, chez des enfants d'intelligence normale ou subnormale sans signes de paralysie cérébrale. Denckla et coll. (1985) ont différencié deux groupes d'enfants, l'un présentant une dyslexie spécifique, l'autre présentant une dyslexie associée à des troubles de l'attention. Ils ont trouvé, chez les enfants hyperactifs avec des troubles de l'attention sans trouble de langage, des syncinésies et une lenteur dans l'exécution de certains mouvements des extrémités des membres inférieurs. Le déficit moteur chez certains enfants dyslexiques apparaît dans le rythme et la précision des mouvements à gauche comme à droite, et surtout dans l'existence de mouvements parasites associés aux mouvements des pieds.

Approche neurocognitive des dyslexies

Certains troubles de l'apprentissage de la lecture seraient dus à des dysfonctionnements centraux, c'est-à-dire à des perturbations du fonctionnement cérébral au niveau des circuits les plus élaborés dans la réception, l'intégration et l'association des sons du langage. Mais ce trouble qui met en jeu des fonctions multiples implique un grand nombre d'organes périphériques (la vision, ou l'association œil-main par exemple). Ainsi un mauvais balayage oculaire au cours de la lecture, une mauvaise dominance latérale de la main et de l'œil, un trouble de la mémoire immédiate peuvent être des éléments visibles accompagnant le trouble spécifique du langage écrit, mais ils ne représentent pas l'essentiel du trouble lui-même.

D'un point de vue neurocognitif, les études comparatives montrent une dominance normale hémisphérique gauche chez les dyslexiques bien que leurs scores de réussite soient plus faibles. Lorsque le matériel à traiter est de nature non verbale, les scores des dyslexiques sont aussi bons que ceux des témoins, parfois même supérieurs. En revanche, la latéralisation droite chez les témoins paraît davantage bihémisphérique chez les dyslexiques. Dans la dyslexie, il y aurait dès lors prédominance d'une stratégie visuo-spatiale dont la localisation se partagerait entre les deux hémisphères.

Dans la petite série de cas de sujets dyslexiques examinés *postmortem*, Galaburda et coll. (1985, 1991) montrent, d'une part, que la surface du « planum temporale » est moins asymétrique et, d'autre part, que, chez la majorité des témoins, des amas de neurones en positions anormales (ectopies) prédominent nettement dans la zone corticale du langage de l'hémisphère gauche.

L'implication de ces anomalies anatomiques dans les déficits du traitement visuel ou auditivo-verbal reste une question totalement ouverte. Cependant, l'hypothèse d'un déficit du traitement temporel de l'information auditivo-verbale (Tallal et coll., 1996 ; Merzenich et coll., 1996) comme caractéristique générale du cerveau des enfants présentant des troubles du langage oral et écrit reste encore à démontrer par les techniques d'imagerie fonctionnelle. Il y a encore trop peu d'études tentant de corréliser les mesures calleuses et corticales avec des aptitudes cognitives spécifiques, en particulier phonologiques, qui pourraient éclairer quelque peu la signification fonctionnelle des différences de morphologie cérébrale observées chez les dyslexiques. Malgré la diversité des phénotypes de la dyslexie en fonction des langues, une étude comparative portant sur des adultes dyslexiques français, italiens et anglais a montré que tous les sujets, malgré leurs différences culturelles liées à la structure des langues, présentent quand ils lisent, une activité cérébrale réduite au TEP (tomographie par émission de positons) au sein d'une même région du cerveau située dans la partie inférieure du lobe temporal gauche (Paulesu et coll., 2001).

Approche cognitive des troubles du calcul

Pour comprendre les mathématiques, l'enfant doit savoir traiter les nombres avec une bonne représentation³, maîtriser les principes de base des opérations de calcul et comprendre le système des nombres et les procédures de résolution des problèmes arithmétiques simples et complexes. Ce modèle repose sur trois composantes : un système de compréhension des nombres ; un système de production des nombres et un système de calcul. Se fondant sur ce schéma général proposé par McCloskey et coll., (1985), Temple (1989, 1991) distingue trois types de dyscalculies développementales : la dyscalculie des chiffres, la dyscalculie pour les faits numériques et la dyscalculie procédurale.

Dyscalculie des chiffres, déficit du traitement numérique

Il s'agit ici d'un trouble de l'utilisation du lexique numérique pour les chiffres et les non-chiffres. Quand les enfants apprennent les chiffres, ils les apprennent comme des mots nouveaux ainsi que leur ordre correct. Les enfants doivent aussi apprendre les quantités associées à ces mots nouveaux. Également important, les enfants doivent développer une compréhension de la structure des nombres, par exemple, que les nombres peuvent être décomposés en nombres plus petits ou combinés pour créer des plus grands nombres. La particularité la plus difficile du système des nombres est de comprendre la base

3. La question des capacités numériques des nourrissons a été examinée par Whynn (1995), Xu et Carey (1996) et Starkey, Spelke et Gelman (1990), mais il reste à savoir si cette sensibilité précoce au nombre reflète simplement la puissance des fonctions visuelles du bébé ou si elle traduit une représentation abstraite des nombres.

10, c'est-à-dire l'ordre de base de répétition des nombres en série de 10 (par exemple, 1, 2, 3, 4... 10 est répétée 10 + 1, 10 + 2, c'est-à-dire 11, 12).

Jarlegan et coll. (1996) ont étudié en détail trois opérations de transcodage chez 200 enfants francophones de 7 ans : code verbal écrit (par exemple, treize), code arabe (13), et code analogique utilisant de petits carrés 1 x 1 cm pour les unités, des réglettes de 10 x 1 cm pour les dizaines, des carrés de 10 x 10 cm pour les centaines, et ainsi de suite. Au total six tâches ont été présentées en croisant deux à deux tous les transcodages possibles : verbal-arabe et réciproquement, verbal-analogique et réciproquement, arabe-analogique et réciproquement. Chaque tâche concernait des structures élaborées avec des unités, des dizaines, des centaines et des milliers et leurs différentes combinaisons. Au total, chaque enfant traitait 192 items. Les résultats ont montré que les transcodages intervenant entre le code verbal et le code analogique étaient significativement moins bien réussis (64 % en moyenne) que les transcodages en codes arabe et analogique (82 % en moyenne) et que ceux entre code verbal et code arabe (80 %). Comme attendu d'après les premiers travaux de Seron et Fayol (1994), les irrégularités du code verbal français étaient à l'origine de la faiblesse des performances. Les résultats ont également mis en évidence que la composition des transcodages entre codes verbal et arabe n'était pas équivalente à celle des transcodages entre code verbal et analogique d'une part et entre code analogique et arabe d'autre part. Ce constat est intéressant car il suggère que les transcodages entre code verbal et code arabe ne transitent pas nécessairement par une représentation intermédiaire sémantique et amodale, ici opérationnalisée par du matériel analogique couramment utilisé dans les classes.

Dans une autre série de travaux, Fayol et coll. (1996) se sont plus spécifiquement attachés à étudier les difficultés dans des transcodages du code verbal au code arabe portant sur des nombres de 2 à 6 chiffres rencontrés par des adolescents. Les résultats ont montré que les problèmes provenaient essentiellement de la longueur phonologique des formes orales (évaluée en nombre de syllabes) et de la taille des nombres arabes en nombre de chiffres. Ces données suggèrent qu'il est possible de traiter le transcodage dans le cadre d'un modèle de mémoire de travail simultanément soumis à des contraintes de stockage et de traitement.

Dyscalculie pour les faits numériques, déficit de la mémoire

Il s'agit ici d'une difficulté à restituer les faits arithmétiques, c'est-à-dire les opérations simples. Des quatre opérations arithmétiques élémentaires, deux ont donné lieu à de très nombreuses recherches : l'addition et la multiplication. L'ensemble des études a mis en évidence l'impact des dimensions sémantiques et langagières sur la réussite. Les recherches relatives à la formulation des énoncés ont ensuite montré que la plupart des phénomènes mis en évidence étaient susceptibles de s'intégrer dans une conception simple reposant sur la notion de mémoire de travail ou sur celle de capacité globale de

traitement ayant à allouer des ressources au stockage et/ou au traitement des informations. Une telle conception a l'avantage de permettre d'aborder dans un même cadre théorique les questions de développement, celles de différences interindividuelles et celles enfin qui ont trait à l'instabilité relative des performances d'un même individu selon les moments et les caractéristiques concrètes des situations (Barouillet et coll., 1997).

Dyscalculie procédurale, déficit dans le raisonnement

Elle se caractérise par des difficultés à planifier et conduire la séquence ordonnée des opérations nécessaires à la réalisation des calculs complexes (calcul écrit notamment). Ainsi, pour résoudre l'opération $45 + 97$, la première étape consiste à poser l'addition $5 + 7$, la note 2 dans la colonne appropriée et ensuite à mettre la retenue à la colonne suivante. Bien que beaucoup d'enfants dyscalculiques puissent comprendre la tâche dans sa décomposition « les mettre ensemble dans le bon ordre » reste souvent un problème difficile.

La dyscalculie a été parfois considérée comme un déficit visuo-spatial par Geary (1992). Cette forme de dyscalculie s'appuie sur les données recueillies auprès d'adultes qui, à la suite d'une lésion postérieure de l'hémisphère droit, présentent de telles difficultés (McCarthy et Warrington, 1990). Elle a été observée chez des enfants en difficultés d'apprentissage scolaire et s'associerait à des difficultés visuo-spatiales, constructives et grapho-motrices. Elle se caractérise par des confusions de signes arithmétiques, des inversions de chiffres susceptibles d'apparaître dans l'écriture, et des difficultés à disposer dans l'espace graphique les opérations (erreurs d'alignement des chiffres en colonnes).

La dyscalculie peut aussi coexister avec d'autres troubles. À partir de l'étude de 20 enfants (5 dysphasiques, 5 dyspraxiques et 10 enfants normaux appariés), Bardi et coll. (1998) ont montré que le dénombrement de collections même de petite taille est une fonction complexe, la longueur de la comptine récitable est sensible au moins à l'âge de l'enfant, la dysphasie de développement peut perturber l'apprentissage du dénombrement, au moins à travers les difficultés d'acquisition du lexique des nombres, l'existence d'une dyspraxie peut gêner l'acquisition du dénombrement, faute d'un pointage de performance suffisant.

Trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THADA)

Des approches cognitives et neurocognitives effectuées chez des enfants et adolescents présentant des déficits attentionnels associés à une hyperactivité apportent des renseignements intéressants concernant la mémorisation et les fonctions exécutives de ces patients.

Approche cognitive des troubles de l'attention avec hyperactivité (THADA)

Les enfants présentant des troubles d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THADA) ont des difficultés de mémoire à court terme notamment quand ce trouble est associé à la répétition de mots ou la conscience phonologique ainsi que les tâches impliquant la lecture. Cependant, on a l'habitude de penser que les difficultés de mémoire chez les enfants ayant un THADA sont plutôt le fait des conséquences de l'inattention qu'un problème dissocié. Chez les enfants atteints de THADA, il peut être difficile de déterminer si certaines difficultés d'apprentissage sont dues à l'inattention ou à des déficits spécifiques de mémoire ou aux deux. Johnson et coll. (1999) montrent que l'inattention entraînera des échecs aux épreuves d'évaluation de la mémoire et qu'il existe également chez ces enfants un problème de mémoire spécifique. Les tests de mémoire peuvent aider à révéler si un enfant a des troubles d'apprentissage à cause de problèmes d'attention auditive souvent augmentés avec l'hyperactivité, ou à cause d'une difficulté de mémoire de rappel. Cette étude aide à expliquer pourquoi les enfants hyperactifs qui reçoivent une médication pour leur hyperactivité peuvent malgré cela conserver des difficultés de mémoire. En effet, la médication peut améliorer l'attention chez les enfants hyperactifs, mais n'améliore pas les difficultés de mémoire ce qui a pour conséquences des troubles d'apprentissage. L'étude insiste sur le besoin de trouver si d'autres types de médicaments peuvent traiter l'hyperactivité et être efficaces sur la mémoire ou proposer aux enfants des programmes de rééducation ou d'entraînement de leur mémoire en plus de leur traitement par médication. Johnson et coll. (1999) mentionnent que l'étude en question est unique dans la mesure où elle a examiné différents types d'hyperactivité et de difficultés d'apprentissage. En effet, l'étude a porté sur 40 enfants âgés de 7 à 14 ans qui avaient une hyperactivité et sur un deuxième groupe de 40 enfants de la même tranche d'âge qui avaient de simples difficultés d'attention sans hyperactivité ou comportement d'impulsivité. Les chercheurs ont fait passer des épreuves psychométriques et ont constitué des groupes selon le niveau scolaire, le sexe et les scores aux épreuves de lecture. Les enfants des différents groupes ont ensuite réalisé un test de mémoire des couleurs pour évaluer la mémoire verbale et visuelle. Le test de mémoire des couleurs consiste à ce que le sujet retienne des séries de couleurs dont les noms sont énoncés par séries de plus en plus longues, le sujet répond en pointant les couleurs qu'il a retenues. Ainsi on a une évaluation de la mémoire verbale à court terme. On fait faire la même activité cette fois en présentant les couleurs sans les nommer, le sujet doit alors pointer dans l'ordre les couleurs adéquates dans le panel proposé. Cette examen donne une évaluation de la mémoire visuelle à court terme. Trois autres tests impliquaient une présentation des couleurs de manière visuelle, mais en demandant au sujet de nommer dans l'ordre les couleurs perçues, une présentation orale et une réponse orale (empan auditif classique) et une présentation pointée de séries de couleurs que le sujet doit nommer. Les résultats montrent que les enfants hyperactifs, qu'ils aient des difficultés

d'apprentissage associées ou non, ont des résultats significativement inférieurs aux épreuves de mémoire que les enfants qui ont de simples difficultés d'attention.

On admet facilement que l'attention sélective entretient une relation étroite avec la mémoire. Par exemple, Lee et coll. (1983) ont montré que, parmi des enfants de 1 an et demi à 2 ans, ceux qui se souvenaient le mieux des emplacements d'objets étaient ceux qui contrôlaient le plus longtemps leur impulsivité. Les travaux d'Hagen et d'Hale (1983) montrent qu'il existe dans toute tâche d'attention une information centrale ou relevante et une information incidente ou irrelevante. Au cours du développement entre 6 et 12 ans, un enfant normal va développer ses facultés d'attention vers la tâche centrale et diminuer sa prise d'information de la tâche incidente. Les enfants présentant des troubles de la qualité de l'attention ne vont pas développer cette faculté et vont rester pareillement attentifs à la fois à la tâche centrale (importante) ainsi qu'à la tâche incidente (moins importante). Ces enfants mémoriseront donc des informations utiles et non utiles au même moment, ce qui ne leur permettra pas de se focaliser sur les éléments importants à apprendre.

Les processus cognitifs utilisés par des enfants présentant des troubles d'hyperactivité avec déficit de l'attention ont été étudiés par Robitaille et coll. (1990). Dans cette étude, les enfants porteurs du diagnostic concerné présentaient des cotations au processus séquentiel inférieures à celles d'un groupe témoin. Cette différence s'avérait statistiquement significative. De plus, les enfants hyperactifs démontraient dans l'ensemble une nette différence entre les cotations de leurs processus cognitifs, au profit du processus simultané. Ces processus mentaux dont font état les auteurs sont issus de théories développées par Das et coll. (1975) et Beller (1970). Les deux processus dont il est question se présentent comme suit. Dans le processus simultané (Sim), il y a intégration des stimuli par groupes, de manière à ce que les éléments soient vus comme un tout. Les éléments sont alors tous interreliés et sont accessibles en même temps. Dans le processus séquentiel (Séq), les stimuli sont intégrés dans un ordre temporel, organisés en séries. Chaque élément est relié à l'élément qui le suit et seulement à lui, de sorte qu'ils forment une chaîne. Ces idées reprises par Das (1973) ont permis de confirmer l'hypothèse que la dichotomie séquentiel-simultané est une classification assez fidèle des capacités cognitives. Das avait mené ces travaux en réaction à la proposition de Jensen (1970) selon laquelle le traitement de l'information se faisait selon les modalités de raisonnement visuo-spatial.

En résumé, sur le plan cognitif, il y a une difficulté de mémoire séquentielle chez la plupart des enfants THADA, ce qui n'est pas sans conséquence sur la compréhension du langage, la conscience phonologique et syntaxique et sur l'apprentissage du calcul.

Approche neurocognitive du THADA

À côté des circuits cérébraux du langage oral, écrit et du calcul, les clés des désordres neurocognitifs à l'origine du THADA se situeraient au niveau des circuits beaucoup plus complexes, parce qu'organisés sous forme de réseaux intra- et interhémisphériques, qui sous-tendent les mécanismes de l'attention dans leur région frontale. Une étude en TEP a retrouvé un hypométabolisme dans les régions préfrontales chez des adultes souffrant de séquelles d'un THADA durant l'enfance (Zametkin et coll., 1990).

Le THADA affecte les fonctions exécutives (troubles de planification, inertie, inflexibilité mentale, jugement, anticipation, résistance à la distraction...) c'est-à-dire toutes les fonctions qui consistent à la gestion et à la planification du temps et du travail (Shue et Douglas, 1992 ; Barkley, 1997).

Troubles des apprentissages et facteurs psychiatriques

Un grand nombre d'études montrent que l'association des troubles d'apprentissage avec les facteurs psychiatriques est extrêmement fréquente (Baker et Cantwell, 1987 ; Noterdaeme et Amorosa, 1999). Parmi ces troubles psychiatriques associés, les syndromes les plus souvent signalés sont le THADA et le déficit de la mémoire de travail (Beitchman, 1989a et b ; Levy et coll., 1996 ; Cohen et coll., 1998). D'autres études signalent la fréquence élevée des déficits sévères du langage et de la communication parfois non diagnostiqués chez les enfants et les adolescents traités pour des troubles psychiatriques (Giddan et coll., 1996).

Le problème des limites entre troubles autistiques et troubles sévères du langage a été aussi beaucoup discuté dans la littérature. Dans l'étude de Mawhood et Howlin (2000), 19 enfants autistes et 20 enfants diagnostiqués vers 7-8 ans comme ayant des retards sévères de l'expression et de la compréhension du langage ont été réexaminés à l'âge de 24 ans. Les sujets avec le diagnostic d'autisme dans l'enfance avaient fait plus de progrès concernant le langage que les sujets avec le diagnostic de troubles de langage dans l'enfance. Dans ce dernier groupe, les progrès observés à l'âge adulte dans les mesures cognitives et le langage ne sont pas reliés à la sévérité des troubles à 7 ou 8 ans. Beaucoup de sujets du groupe langage présentaient des anomalies dans l'usage social du langage. Dans l'ensemble, les mesures cognitives et du langage discriminaient mal les deux groupes à l'âge adulte, alors que dans l'enfance les différences apparaissaient plus claires. Il en était de même pour les mesures sociales, comportementales et psychiatriques. À l'âge adulte, 2 sujets sur 20 du groupe langage ont développé une psychose paranoïde, 65 % avaient des difficultés sociales modérées et 25 % avaient un fonctionnement social normal (Howlin et Mawhood, 2000).

Prévention des troubles des apprentissages

Au cours des deux dernières décennies, plusieurs pays ont instauré une politique de dépistage des facteurs de risque dès l'âge préscolaire (Cooper et coll., 1979 ; Aram et Nation, 1980 et 1982 ; Klackenberg, 1980 ; Drillien et Drummond, 1983 ; Van Kraayennoord, 1983 ; Aram et coll., 1984 ; Stevenson, 1984 ; Sturner et coll., 1985 ; Badian, 1990).

Le dépistage et l'évaluation des capacités d'apprentissage continuent à poser de nombreux problèmes : à quel âge doit-on dépister ? quelles méthodes utiliser pour le dépistage précoce et comment évaluer les retards et les déficits ?

A quel âge doit-on dépister ?

Le dépistage précoce des troubles d'apprentissage nécessite de définir quels sont les pré-requis de telle ou telle capacité, ce qui implique d'avoir une conception claire du développement des compétences. Cette question est très complexe et elle divise les chercheurs : pour certains, c'est seulement au début de l'apprentissage qu'il est possible de dépister les dysfonctionnements ; pour d'autres, il faut se situer en amont de l'apprentissage, et étudier des troubles précoces qui seront de fait prédictifs des défaillances ultérieures. Par exemple, Oller et coll. (1999) ont montré dans une étude longitudinale que le dépistage du babillage canonique à 10 mois sur une population de 3 400 bébés à risque est prédictif des retards de production du langage à 18, 24 et 30 mois.

Compte tenu des techniques de *screening* existantes, on ne peut raisonnablement dépister les difficultés d'apprentissage du langage oral avant l'âge de 3 ans (Chevrie-Muller et coll., 1993, 1997a et b) du langage écrit et des difficultés d'apprentissage avant l'âge de 5 ans (Willems et Evrard, 1999).

Outils de dépistage

La batterie de Satz et Sparrow (1970) contribue à relever des indices prédictifs et donc à permettre des pronostics (tableau 9.I). Les épreuves sont courtes, attrayantes, correspondent au niveau fonctionnel de l'enfant et n'impliquent pas de contraintes instrumentales trop lourdes. La batterie comporte un ensemble de cinq épreuves : une épreuve d'identification de mots ; une épreuve de coordination visuomotrice fine ; une épreuve de praxies constructives ; une épreuve de mémoire à court terme et une épreuve de gnosies digitales qui permet d'explorer la capacité de la mémoire séquentielle non verbale.

Tableau 9.1 : Exemples de batteries de dépistage pour l'enfant en âge préscolaire et scolaire

Batterie de dépistage	Age	Référence
Batterie de dépistage de Floride	2-15 ans	Satz et Fletcher, 1982
Batterie factorielle prédictive	6 ans	Lavallée, 1994 ¹
Dysfonctions neurologiques de l'enfant	3-10 ans	Kuhns, 1979 ¹
Echelle Bayley de développement du nourrisson	0-2,8 ans	Bayley, 1993
Echelles Balthazar de comportements adaptatifs	5-57 ans, déficients mentaux	Balthazar, 1971 ¹
Evaluation développementale des handicapés profonds		Dykes, 1980
Examen de dépistage de l'enfant d'âge scolaire	6-14 ans	Peters et coll., 1973 ¹
Instrument clinique d'évaluation neuropsychologique	12-20 ans	Majovski et coll., 1979a et b
Inventaire de dépistage développemental	0-1 an 3 mois	Knobloch et Pasamnick, 1974
Profil développemental	0-12 ans	Alpern et Boll, 1972
Protocole développemental gesell-révisé	0-1 an 3 mois	Knobloch et coll., 1980
Test de dépistage développemental de Denver	1 mois-6 ans	Frankenburg, 1971
Test de dépistage neuropsychologique de l'enfant	8-13 ans	Lowe et coll., 1984
Test rapide de dépistage neurologique	5 ans-adulte	Mutti et coll., 1978 ¹

¹ : Voir Braun (2000).

Questionnaire langage et comportement (Chevrie-Muller et Goujard, 1990 ; Chevrie-Muller et coll., 1993)

Un questionnaire comportant 29 items est proposé pour le dépistage, à 3 ans et demi, des retards d'acquisition du langage et des difficultés de comportement. La méthode du questionnaire langage et comportement (Chevrie-Muller et Goujard, 1990 ; Chevrie-Muller et coll., 1993) a comme objectif une observation des aptitudes langagières et psycho-motrices ainsi que du comportement de l'enfant en petite section de maternelle par son institutrice ou son instituteur. Elle est donnée comme un « guide » qui permet, avec une méthode validée, de réaliser l'observation avec des critères identiques pour chaque enfant. Cette observation est considérée comme un moyen de dépistage de difficultés pouvant avoir des conséquences sur les apprentissages ultérieurs. Le dépistage permettrait d'instituer une aide pédagogique et dans quelques cas une prise en charge d'ordre médical, psychologique ou orthophonique.

Le questionnaire a été rempli pour 2 060 enfants ; pour 480 d'entre eux une batterie de tests préalablement étalonnés a été appliquée. Cette batterie des tests a été l'instrument de référence utilisé pour la validation de la méthode d'observation et de dépistage. La première partie de l'analyse a consisté à sélectionner les items du questionnaire qui étaient les plus prédictifs, en référence aux tests pour le dépistage des difficultés de langage. Puis le modèle établi grâce à la régression logistique a permis de « résumer » en un score unique le questionnaire établi pour chaque enfant. Les enfants dont le score se

situait dans le dernier quartile ont été considérés comme « en difficulté ». Les classements obtenus par le questionnaire et par les tests ont été confrontés : la sensibilité et la spécificité du questionnaire sont satisfaisantes (79,5 % et 78 %). En pratique, l'examen individuel devrait donc être maintenu pour les enfants « positifs ».

Batterie rapide d'évaluation des fonctions cognitives

La batterie rapide d'évaluation des fonctions cognitives (BREV) est un test de dépistage rapide développé par Billard et coll. (2000). Selon les auteurs, la BREV n'est pas une échelle d'intelligence, mais un instrument clinique pour réaliser un examen des fonctions supérieures, qui est une partie essentielle de l'examen neurologique complet. La BREV a été conçue pour dépister les enfants avec des difficultés cognitives et pour définir le profil de leurs compétences et de leurs difficultés. Les enfants avec des scores inférieurs à deux écarts-types doivent avoir un examen par une batterie étalonnée et par le spécialiste adéquat pour confirmer ou non le déficit. La conception en a été multidisciplinaire et multicentrique, réunissant neuropédiatres, neuropsychologues et orthophonistes. Elle a été fondée sur deux critères : couvrir un large champ de fonctions supérieures (langage oral, mais aussi fonctions non verbales, attention, mémoire et acquisitions scolaires) ; inclure des tâches correspondant aux compétences d'un enfant du même âge. La validation de la BREV pour les enfants de 4 à 9 ans exclus a comporté deux phases. La première phase a consisté en une appréciation de la validité interne par la réalisation d'un test chez 500 enfants normalement scolarisés, sans pathologie neurologique. Cette étude a pour objectif de donner des valeurs normatives pour chaque score, dans 10 tranches d'âge de 6 mois entre 4 ans et 9 ans. La deuxième phase, en cours de réalisation, est une mesure de la sensibilité et de la spécificité en comparant les scores de la BREV avec les résultats d'une large batterie neuropsychologique conventionnelle (échelle de Weschler, examen du langage) chez 200 enfants épileptiques.

Outils d'évaluation diagnostique

De nombreux autres outils d'évaluation classique à visée diagnostique ont été mis au point (voire la liste de Kamphaus et coll., 2000 présentée dans le tableau 9.II). La plupart de ces tests sont des épreuves psychométriques classiques qui mesurent des indicateurs globaux de performance comme par exemple le QI. S'ils permettent de situer la performance d'un enfant par rapport à une population de référence, ils ne nous renseignent guère sur la nature de ses difficultés, ni sur les causes potentielles de dysfonctionnement. Or l'examen d'un enfant qui présente des troubles d'apprentissage doit explorer l'ensemble des processus cognitifs sous-jacents à ces comportements complexes et tenter d'identifier les composantes du système qui sont déficientes.

Les modèles cognitifs ouvrent de nouvelles perspectives aux cliniciens pour l'analyse des retards et des déficits du langage oral et écrit chez l'enfant.

Tableau 9.II : Exemples d'outils diagnostiques (Kamphaus, Petoskey et Rowe, 2000)

Outil diagnostique	Âge	Référence
Epreuves cognitives		
(CTONI) Comprehensive test of non verbal intelligence Hammill	6-18 ans 11 mois	Hammill et coll., 1996
(CAS) Das-Naglieri cognitive assessment system	5-17 ans 11 mois	Naglieri et Das, 1999
(DTLA-P :2) Detroit tests of learning aptitude — primary 2 nd edition	3-9 ans	Hammill et Bryant, 1991
(DTLA) Detroit tests of learning aptitude — fourth edition	3-9 ans	Hammill, 1998
(DAS) Differential ability scales	2 ans 6 mois-17 ans	Elliott, 1990
(HAMIT) ; Hammill multiability intelligence test	6-17 ans	Hammill et coll., 1999
(KAIT) Kaufman adolescent and adult intelligence test	11-85 ans	Kaufman et Kaufman, 1999
(K-ABC) Kaufman assessment battery for children	2 ans 6 mois-12 ans 6 mois	Kaufman et Kaufman, 1983
(K-BIT) Kaufman brief intelligence test	4-90 ans	Kaufman et Kaufman, 1990
(LEITER) Leiter international performance scale — revised	2-20 ans 11 mois	Roid et Miller, 1997
(MAT) Matrix analogies test — expanded form	5-17 ans	Naglieri, 1985
(S-FRIT) Slosson full-range intelligence test	5-21 ans	Algazzine et coll., 1993
(SBIT-4) Stanford-binet intelligence test	2 ans-adulte	Fourth Edition Thorndike, Hagen et Sattler, 1986
(TONI-3) Test of nonverbal intelligence	5-85 ans	Third Edition, Brown et coll., 1997
(UNIT) Universal nonverbal intelligence test	5-17 ans	Braken et MacCallum, 1998
(WASI) Wechsler abbreviated scale of intelligence	6-89 ans	Psychological Corporation, 1999
(WAIS-III) Wechsler adult intelligence scale	16-89 ans	Third Edition Wechsler, 1997
(WISC-III) Wechsler intelligence scale for children	6-16 ans 11 mois	Third Edition, Wechsler, 1991
(WRIT) Wide range intelligence test	4-80 ans	Glutting, Adams, Sheslow, 1999
(WJ-R) Woodcock-Johnson psycho-educational battery — revised Woodcock	2-9 ans	Woodcock et coll., 1991

Tableau 9.II (suite)

Epreuves de langage		
(Beery-PVT) Beery Picture vocabulary test and beery picture vocabulary screening series	2 ans 6 mois-adultes	Beery et Taheri, 1992
(CELF-3) Clinical evaluation of language fundamentals, third edition	6-21 ans 11 mois	Semel et coll., 1995
(CELF-3) Clinical evaluation of language fundamentals, screening test screening test	6-21 ans 11 mois	Semel et coll., 1996
(CREVT) Comprehensive receptive and expressive vocabulary test	5-17 ans 11 mois	Wallace et Hammill, 1994
(EOWPVT-R) Expressive one-word picture vocabulary test — revised	2-16 ans	Gardner, 1990
(PPVT-IV) Peabody picture vocabulary test — fourth edition	2 ans 6 mois-90 ans	Dunn et Dunn, 1997
(K-FAST) Kaufman functional academic skills test	15-85 ans	Kaufman et Kaufman, 1994a
(KTEA/NU) Kaufman test of educational achievement normative update	6-22 ans	Kaufman et Kaufman, 1997
(Keymath/NU) Keymath — revised/normative update	5-22 ans	Connolb, 1997
(PIAT/R/NU) Peabody individual achievement test — revised normative update	5-22 ans	Markwardt, 1991
(TOWL) Test of written language	7 ans et 5 mois -17 ans	Hammill et Larsen, 1996
(WIAT) Wechsler individual achievement test	5-19 ans	Psychological Corporation, Wechsler, 1992
(WRAT) Wide range achievement test — expanded	4-24 ans	Robertson, 1999
(WRAT) Wide range achievement test — 3	5-75 ans	Wilkinson, 1993
(WMBA) Woodcock-McGrew-Werder mini-battery of achievement	4-90 ans	Woodcock et coll., 1994
(WRMT-R/INU) Woodcock reading mastery tests — revised normative update	5-75 ans	Woodcock, 1997
Epreuves neuropsychologiques		
(CVLT-C) California verbal learning test, children's version	5-16 ans	Delis et coll., 1994
(CCT) Children's category test	5-16 ans 11 mois	Boll, 1993
(CMS) Children's memory scale	5-16 ans	Coben, 1997
(EFA) Examining for aphasia, third edition	Adolescents	Eisenson, 1994

Tableau 9.II (suite)

(K-SNAP) Kaufman short neuropsychological assessment procedure	11-85 ans	Kaufman et Kaufman 1994b
(NEPSY) Comprehensive assessment of neuropsychological development in children	3-12 ans	Korman et coll., 1997
(TOMAL) Test of memory and learning	5-19 ans	Reynolds et Bigler, 1994
(TOVA) Test of variables of attention	4 ans	Greenberg et Dupuy, 1993
(WRAML) Wide range assessment of memory and learning	4-24 ans	Adams et Sheslow, 1990
Epreuves de perception visuelle et épreuves visuo-motrices		
(BVMGT) Bender visual motor gestalt test	Enfants et adulte	Bender, 1938
(BVRT) Benton visual retention test, fifth edition	8 ans-adulte	Benton, 1992
(MVPT-R) Motor-free visual perception test—revised	4-12 ans	Colarusso et Hammill, 1996
(VMI-4) Visual-motor integration-fourth edition	2-18 ans	Beery, 1996
(VMA) Wide range assessment of visual-motor ability	3-17 ans	Adams et Sheslow, 1995

Évaluation des troubles du langage oral chez l'enfant d'âge préscolaire et scolaire

Les batteries d'évaluation du langage oral chez l'enfant cherchent à évaluer au moins quatre domaines de compétence en fonction de l'âge : les aptitudes à la perception phonétique avec des tâches de désignation ; les aptitudes à la compréhension du langage avec des tâches de vocabulaire (mots du lexique, prépositions, notion de couleur et oppositions syntaxiques) ; les aptitudes à la répétition (syllabes, mots, phrases de différentes longueurs, séquences de chiffres) et les aptitudes à la dénomination de mots (Chevrie-Muller et coll., 1997a et b ; Chevrie-Muller et Plaza, 2001).

Évaluation des troubles du langage écrit

Il est devenu nécessaire de disposer d'épreuves analytiques où le matériel à lire est soigneusement contrôlé, d'épreuves qui s'attachent à évaluer les stratégies de compréhension et qui examinent les comportements linguistiques et métalinguistiques, précurseurs de la lecture. Plusieurs de ces épreuves existent déjà en langue française.

La batterie d'évaluation du langage écrit (BELEC) de Mousty et coll. (1994) et de Mousty et Leybaert (1999) en est un bon exemple. Elle se compose d'une part d'épreuves de lecture et d'orthographe et d'autre part d'épreuves destinées à évaluer la conscience de la structure segmentale de la parole, la perception de la parole et la mémoire phonologique de travail. La réalisation complète de ces épreuves nécessite, en moyenne, trois séances d'environ 45 minutes et s'adresse à des enfants âgés de 7 à 12 ans.

Les épreuves de lecture et d'orthographe incluent une série de quatre épreuves : une épreuve de décodage du mot, comprenant des listes de mots, avec variation du temps de réaction ; une épreuve orthographique, comprenant une liste de mots homophones, représentant un accès « direct » au lexique (procédure d'adressage) qui se construit sur l'information orthographique lors de la reconnaissance du mot ; une épreuve phonologique, comprenant une liste de non-mots, qui représente un accès « indirect » au lexique (procédure d'assemblage) ; une épreuve d'assemblage phonologique comprenant des mesures de l'analyse visuelle, d'identification de lettres, de recodage phonologique. Des facteurs comme la fréquence d'usage du mot, la longueur, la régularité grapho-phonologique et le statut lexical des items à lire sont systématiquement contrôlés. Le principe de cette méthode d'évaluation consiste à examiner l'influence combinée d'un ou plusieurs facteurs supposés jouer un rôle dans les procédures d'accès à la phonologie. Supposons que le facteur longueur des items affecte essentiellement l'une des procédures d'accès à la phonologie (ici la procédure d'assemblage), un autre facteur (comme la fréquence) peut influencer l'autre procédure (l'accès direct à la phonologie lexicale, c'est-à-dire la procédure d'adressage). Une interaction entre ces deux facteurs (effets de longueur pour les mots fréquents et les mots rares) indiquerait une intervention plus marquée de la procédure d'assemblage dans l'obtention de la

prononciation des items à faible fréquence. Pour chaque épreuve, les mots et les énoncés sont présentés un à un sur un écran d'ordinateur, qui enregistre aussi le temps de réaction (délai qui sépare l'apparition du stimulus du début de la réponse de dénomination par le sujet). L'évolution récente des épreuves cognitives et l'informatisation des tests rendent l'évaluation plus dynamique et mieux contrôlée.

Évaluation des troubles du calcul

En ce qui concerne l'évaluation des troubles du calcul, il convient de mentionner la batterie EC301R-F standardisée d'évaluation du calcul et du traitement des nombres adaptée aux enfants de 7 à 9 ans mis au point par Deloche et coll. (1995). Cette batterie comprend treize épreuves parmi lesquelles on trouve une épreuve de dénombrement, une épreuve d'évocation de la suite numérique verbale, une épreuve de résolution mentale d'additions et de soustractions, ainsi que des épreuves de lecture de nombres, d'estimation des quantités.

L'évaluation des troubles arithmétiques chez l'enfant, en référence aux données développementales, est illustrée par Shalev et coll. (1993). Ces auteurs ont proposé un protocole normalisé chez des enfants de 9 à 13 ans qui comprend huit épreuves parmi lesquelles on note, en plus des épreuves de comptage, une épreuve de résolution d'additions simples qui permet de tester les connaissances des faits arithmétiques.

Évaluation des troubles de l'attention

Le test d'« appariement d'une figure familière » permet de mettre en évidence les problèmes d'attention sélective. On fait défiler plusieurs photos devant l'enfant, chaque photo contenant une image principale et une image secondaire. Il est en réalité demandé à l'enfant de mémoriser l'image principale. Les enfants normaux parviennent à focaliser leur attention sur l'image principale et mémorisent peu l'image accessoire tandis que les enfants à troubles de l'attention mémorisent les deux et vont se rappeler un plus grand nombre d'images accessoires que les enfants normaux.

Le contrôle attentionnel de la perception visuelle peut être aussi appréhendé par l'épreuve de Stroop (1935) pour laquelle on dispose actuellement de données développementales (Golden, 1978 ; Migliore et Albaret, 1997). Ce test se compose de trois tâches : une tâche de lecture rapide de mots ; une tâche de dénomination rapide des couleurs et une tâche de lecture en situation d'interférence mots-couleurs. Pour cette dernière tâche, une planche proposée au sujet est constituée de noms de couleurs (bleu) dont l'encre d'impression est différente (en vert). Cette planche définit la condition « interférence » : le sujet doit ignorer le nom écrit de la couleur (bleu) pour nommer sa couleur d'impression qui est différente (vert).

Prévalence des troubles des apprentissages

La liste des principales études sur la prévalence des troubles des apprentissages fait souvent référence aux critères du DSM-IV, 1994, rappelés dans les tableaux 9.III à 9.V.

Tableau 9.III : Critères diagnostiques du DSM-IV (1994) pour le trouble spécifique du langage

Trouble du langage de type expressif

- A. La note obtenue sur des mesures standardisées du développement des capacités d'expression du langage sont nettement au-dessous des scores obtenus sur des mesures standardisées des capacités intellectuelles non verbales d'une part, de ceux obtenus sur des mesures standardisées du développement des capacités réceptives du langage d'autre part. La perturbation peut se manifester sur le plan clinique par des symptômes tels que : vocabulaire notablement restreint, erreurs de temps, difficultés d'évocation des mots, difficultés à construire des phrases d'une longueur ou d'une complexité appropriées au stade du développement.
- B. Les difficultés d'expression interfèrent avec la réussite scolaire ou professionnelle, ou avec la communication sociale.
- C. Le trouble ne répond pas aux critères du trouble de langage de type mixte réceptif-expressif ni à ceux d'un trouble envahissant du développement.
- D. S'il existe un retard mental, un déficit moteur affectant la parole, déficit sensoriel ou une carence de l'environnement, les difficultés de langage dépassent habituellement celles associées à ces conditions.

Trouble du langage de type mixte réceptif-expressif

- A. Les scores obtenus sur des mesures standardisées du développement des capacités expressives et réceptives du langage sont nettement au-dessous des scores obtenus sur des mesures standardisées des capacités intellectuelles non verbales. Les symptômes incluent ceux du trouble du langage de type expressif ainsi que des difficultés à comprendre certains mots, certaines phrases ou des catégories spécifiques de mots comme les termes concernant la position dans l'espace.
- B. Les difficultés d'expression et de compréhension du langage interfèrent avec la réussite scolaire ou professionnelle, ou avec la communication sociale.
- C. Le trouble ne répond pas aux critères d'un trouble envahissant du développement.
- D. S'il existe un retard mental, un déficit moteur affectant la parole, un déficit sensoriel ou une carence de l'environnement, les difficultés de langage dépassent habituellement celles associées à ces conditions.

Troubles phonologiques

- A. Incapacité à utiliser les phonèmes normalement acquis à chaque stade du développement compte tenu de l'âge et de la langue du sujet. Il peut s'agir, par exemple, d'erreurs dans la production des phonèmes, dans leur utilisation, leur représentation ou leur organisation. Cela inclut, de manière non limitative, des substitutions d'un phonème par un autre, ou des omissions de certains phonèmes, comme ceux en position finale.
- B. Les difficultés dans la production des phonèmes interfèrent avec la réussite scolaire ou professionnelle, ou avec la communication sociale.
- C. S'il existe un retard mental, un déficit moteur affectant la parole, un déficit sensoriel ou une carence de l'environnement, les difficultés de langage dépassent habituellement celles associées à ces conditions.

Tableau 9.IV : Critères diagnostiques du DSM-IV (1994) pour le trouble spécifique de la lecture

-
- A. Absence de l'un des 2 points suivants :
- La note obtenue à une épreuve d'exactitude ou de compréhension de la lecture se situe à au moins 2 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.
 - Antécédents de difficultés sévères en lecture, ou de résultats de tests ayant répondu au critère précédent. A un âge antérieur, en outre, le résultat obtenu à un test d'orthographe se situe à au moins 2 écarts types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI.
- B. La perturbation décrite en A interfère de façon significative avec les performances scolaires ou avec les activités de la vie courante qui font appel à la lecture.
- C. Le trouble ne résulte pas directement d'un déficit visuel ou auditif, ou d'un trouble neurologique.
- D. Scolarisation dans les normes habituelles (c'est-à-dire absence d'insuffisances majeures dans les conditions de la scolarité suivie par l'enfant).

Critère d'exclusion le plus couramment utilisé : Le QI non verbal, évalué par un test standardisé, est inférieur à 70.

Critère supplémentaire, facultatif, d'inclusion : Pour certains travaux, les chercheurs pourront exiger la présence, pendant les années pré-scolaires, d'un certain degré d'altération de la parole, du langage, de la catégorisation des sons, de la coordination motrice, du traitement des informations visuelles, de l'attention, du contrôle ou de la modulation de l'activité.

La classification américaine des troubles mentaux range ces troubles dans les troubles du développement qui peuvent être caractérisés selon deux types de critères : d'une part, l'existence d'une déviation quantitative des réalisations d'un sujet dans un domaine d'apprentissage par rapport à ce qui est attendu, compte tenu de la scolarisation, de l'âge réel et de l'âge mental et, d'autre part, l'absence de retard mental, de trouble global du développement, de déficit auditif ou de traumatisme. Selon cette classification, chaque aspect du développement se réfère à la fois à la maturation biologique, mais aussi à l'expérience du sujet. Les troubles des apprentissages existeraient dans toutes les classes socio-économiques, mais sont à l'origine d'un surhandicap dans les populations défavorisées (Van Yperen et Rispens, 1996).

Selon une récente revue systématique de la littérature (Law et coll., 1998), la prévalence médiane des retards de la parole et du langage chez l'enfant entre 2 et 7 ans serait de 5,95 %. Cette valeur est proche de celle proposée dans un récent rapport au gouvernement français (Ringard, 2000), selon lequel environ 5 % des enfants présenteraient une déficience de la parole et du langage, dont moins de 1 % une déficience sévère.

Plusieurs études estiment que la prévalence des retards et des troubles spécifiques de la lecture varierait entre 5 % et 10 % (Shaywitz et coll., 1990).

Le caractère spécifique de la dyscalculie est plus difficile à préciser dans la mesure où il s'associe souvent à un retard d'acquisition en langage écrit (Prior,

Tableau 9.V : Critères diagnostiques du DSM-IV (1994) pour le trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THADA)

G1. Inattention

Au moins 6 des symptômes suivants d'inattention ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

- 1) ne parvient souvent pas à prêter attention aux détails, ou fait des « fautes d'inattention », dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités ;
- 2) ne parvient souvent pas à soutenir son attention dans des tâches ou des activités de jeu ;
- 3) ne parvient souvent pas à écouter ce qu'on lui dit ;
- 4) ne parvient souvent pas à se conformer aux directives venant d'autrui ou de finir ses devoirs, ses routines ou ses obligations, sur le lieu de travail (non dû à un comportement oppositionnel ou à un manque de compréhension des instructions) ;
- 5) a souvent du mal à organiser des tâches ou des activités ;
- 6) évite souvent ou fait très à contrecoeur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu, telles que les devoirs à faire à la maison ;
- 7) perd souvent des objets nécessaires à son travail ou à certaines activités à l'école ou à la maison (par exemple, crayons, livres, jouets, outils) ;
- 8) est souvent facilement distrait par des stimuli externes ;
- 9) fait des oublis fréquents au cours des activités quotidiennes.

G2. Hyperactivité

Au moins 3 des symptômes suivants d'hyperactivité ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

- 1) agite souvent ses mains ou ses pieds ou se tortille sur sa chaise ;
- 2) se lève en classe ou dans d'autres situations alors qu'il devrait rester assis ;
- 3) court partout ou grimpe souvent, de façon excessive, dans des situations où cela est inapproprié (chez les adolescents ou les adultes, ce symptôme peut se limiter à un sentiment subjectif d'agitation) ;
- 4) est souvent exagérément bruyant dans les jeux ou a du mal à participer en silence à des activités de loisir ;
- 5) fait preuve d'une activité motrice excessive, non influencée par le contexte social ou les consignes.

G3. Impulsivité

Au moins 1 des symptômes suivants d'impulsivité a persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

- 1) se précipite souvent pour répondre aux questions sans attendre qu'on ait terminé de les poser ;
- 2) ne parvient souvent pas à rester dans la queue ou à attendre son tour dans les jeux ou dans d'autres situations de groupe ;
- 3) interrompt souvent autrui ou impose sa présence (par exemple fait irruption dans les conversations ou les jeux des autres) ;
- 4) parie souvent trop sans tenir compte des conventions sociales.

G4. Le trouble survient avant l'âge de 7 ans.

G5. Caractère envahissant du trouble

Les critères doivent être remplis dans plus d'une situation, par exemple l'association d'une inattention et d'une hyperactivité doit être présente à la fois à la maison et à l'école, ou à la fois à l'école et dans une autre situation où les enfants font l'objet d'une observation (par exemple, un centre de soins). Pour mettre en évidence la présence des critères dans plusieurs situations, on doit habituellement disposer d'informations provenant de plusieurs sources. Il est peu probable, par exemple, que les parents puissent fournir des renseignements suffisants sur le comportement de leur enfant à l'école.

G6. Les symptômes cités en G1-G3 sont à l'origine d'une souffrance ou d'une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel, cliniquement significative.

G7. Ne répond pas aux critères d'un trouble envahissant du développement, d'un épisode maniaque, d'un épisode dépressif, d'un trouble anxieux.

1996). Sa prévalence est donc difficile à apprécier. Elle est estimée entre 3 % et 5 % (Shalev et coll., 2000).

Dans une analyse de 11 investigations du THADA, Szatmari et coll. (1989) ont relevé que le *sex ratio* (garçons/filles) variait entre 1,6/1 et 8,3/1, avec une moyenne de 2,7/1 sur 55 548 enfants : le THADA affecte environ 9 garçons pour 1 fille et représente 3 % à 5 % des enfants. Diverses études épidémiologiques placent sa prévalence entre 2,2 % et 12,6 % de la population des enfants (McCracken, 1998).

En conclusion, malgré leur importance, les troubles des apprentissages restent à ce jour encore très peu étudiés et les estimations de prévalence restent insuffisamment fondées. L'approche cognitive du développement du langage oral et écrit, du calcul et de l'attention peut permettre de mieux comprendre les phénomènes neuro-développementaux à l'origine de certains retards, voire même de certains troubles spécifiques de l'apprentissage. Par la suite, de nouvelles méthodes de dépistage et d'évaluation peuvent être mises en place et permettre au praticien de définir ainsi le contenu et les objectifs d'une évaluation diagnostique individualisée.

Les études longitudinales sont à promouvoir pour mettre au jour la nature des difficultés, les anomalies transitoires et les récupérations fonctionnelles. Ces études permettront une meilleure compréhension de la façon dont les développements cérébral et cognitif sont réellement liés de la naissance à l'enfance et de l'enfance à l'adolescence.

BIBLIOGRAPHIE

ADAMS C. Syntactic comprehension in children with expressive language impairment. *Br J Disord Commun* 1990, **25** : 149-171

ADAMS W, SHESLOW D. Wide range assessment of memory and learning, Wilmington DE :Wide Range.1990

ADAMS W, SHESLOW D. Wide range assessment of visual motor ability, Wilmington DE : Wide Range.1995

ALGOZZINE B, EAVES R W, MANN L,VANCE H R, SLOSSON S. Slosson full-range intelligence test, East Aurora, Slosson Educational, NY, 1993

ALPERN GD, BOLL TJ. Developmental profile manual. Indianapolis, Psychological Developmental Publications, 1972

APA (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. DSM-IV (1994) Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 4^e édition, Washington DC. Traduction française par GUELFY JD et coll, Masson, Paris, 1996

ARAM DM, EKELMAN BL, NATION JE. Preschoolers with language disorders : 10 years later. *J Speech Hear Res* 1984, **27** : 232-244

- ARAM DM, NATION JE. *Child Language Disorders*. Toronto, CV Mosby Company, 1982
- ARAM DM, NATION JE. Preschool language disorders and subsequent language and academic difficulties. *J Commun Disord* 1980, **13** : 159-170
- BADDELEY A. *Working memory*. Oxford University Press, Londres, 1986
- BADIAN NA, WOLFF PH. Manual asymmetries of motor sequencing in boys with reading disability. *Cortex* 1977, **8** : 343-349
- BADIAN NA. Background factors and preschool test scores as predictors of reading : a nine-year longitudinal study. *Reading Writing* 1990, **2** : 307-326
- BAKER L, CANTWELL DP. A prospective psychiatric follow-up of children with speech/language disorders. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 1987, **26** : 546-553
- BARDI A, LAQUIERE C, FAYOL M, LACERT P. Pathology of counting : approach of a developmental dyscalculia. *Ann Readapt Médecine* 1998, **41** : 499-502
- BARKLEY RA. Behavioral inhibition, sustained attention and executive function. *Psychol Bull* 1997, **121** : 65-94
- BAROUILLET P, FAYOL M, LATHULIERE E. Selecting between competitors in multiplication tasks : An explanation of the errors produced by adolescents with learning difficulties. *Int J Behav Dev* 1997, **21** : 253-275
- BASSANO D, MAILLOCHON I, EME E. Developmental changes and variability in early lexicon : a study of French children's naturalistic productions. *J Child Lang* 1998, **25** : 493-531
- BASSANO D. Early development of nouns and verbs in French : exploring the interface between lexicon and grammar. *J Child Lang* 2000, **27** : 521-559
- BATES E, DALE P, THAL D. Individual differences and their implications for theories of language development. In : *The handbook of child language*. FLETCHER P ET MAC WHINNEY B, eds. Oxford, UK, Basil Blackwell, 1995 : 96-151
- BATES E, ELMAN J. Learning rediscovered. *Science* 1996, **274** : 1849-1850
- BATES E, MARCHMAN V, THAL D, FENSON L, DALE P et coll. Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *J Child Lang* 1994, **21** : 85-124
- BAYLEY N. *Manual for the Bayley Scales of Infant Development*. New York, Psychological Corporation, 1969
- BEERY KE. *Beery visual-motor integration test*, fourth edition. Parsipanny, Modern Curriculum Press, NY, 1996
- BEERY KE, TAHERI CM. *Beery picture vocabulary test and Beery picture vocabulary screening series*. Odessa, PAR, FL, 1992
- BEITCHMAN JH, HOOD J, ROCHON J, PETERSON M, MANTINI T, MAJUMDAR S. Empirical classification of speech/language impairment in children. I. Identification of speech/language categories. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 1989a, **28** : 112-117
- BEITCHMAN JH, HOOD J, ROCHON J, PETERSON M. Empirical classification of speech/language impairment in children. II. Behavioral characteristics. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 1989b, **28** : 118-123

- BELLER HK. Parallel and serial stages in matching. *J Exp Psychol* 1970, **84** : 213-219
- BENDER L. Bender visual motor gestalt test. San Antonio, Psychological Corporation, TX : 1938
- BENTON AL. Benton visual retention test, Fifth Edition. San Antonio, Psychological Corporation, TX : 1992
- BILLARD C, GILLET P, GALLOUX A, PILLER AG, LIVET MO et coll. Une batterie clinique d'évaluation des fonctions cognitives chez l'enfant de 4 à 9 ans exclus. Résultats chez 500 enfants normaux. *Arch Fr Pédiatr* 2000, **7** : 128S-130S
- BIRCH HC, BELMONT L. Auditory-visual integration in normal and retarded readers. *Am J Orthopsychiatry* 1964, **34** : 852-861
- BISHOP DVM, ADAMS C. A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *J Child Psychol Psychiatry* 1990, **31** : 1027-1050
- BISHOP DVM, EDMUNDSON A. Language-impaired 4-year-olds : distinguishing transient from persistent impairment. *J Speech Hear Dis* 1987a, **52** : 156-173
- BISHOP DVM, EDMUNDSON A. Specific language impairment as a maturational lag : evidence from longitudinal data on language and motor development. *Dev Med Child Neurol* 1987b, **29** : 442-459
- BISHOP DVM. Cognitive Neuropsychology and developmental disorders : uncomfortable bedfellows. *Q J Exper Psychol* 1997, **50** : 899-923
- BISHOP DVM. The underlying nature of specific language impairment. *J Child Psychol Psychiatry* 1992, **33** : 3-66
- BLONDIS TA, SNOW JH, ACCORD PJ. Integrations of soft signs in academically normal and academically at risk-children. *Pediatrics* 1990, **85** : 421-425
- BODER E. Developmental dyslexia : a diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Dev Med Child Neurol* 1973, **15** : 663-687
- BODER E. Developmental dyslexia : A diagnostic screening procedure based on three characteristic patterns of reading and spelling. In : Learning disorders. BATEMAN B, ed. Seattle : special children publication, 1971
- BODER E. Developmental dyslexia : a new diagnostic approach based on the identification of three subtypes. *J School Health* 1970, **40** : 289-290
- BOLL T. Children's category test. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1993
- BRACKEN BA, MCCALLUM RS. Universal nonverbal intelligence test. Riverside, Chicago, 1998
- BRADLEY L. Making connections in learning to read and to spell. *Appl Cogn Psychol* 1988, **2** : 3-18
- BRAUN CMJ. Neuropsychologie du développement. Flammarion médecine-sciences, 2000, 491 p
- BROWN L, SHERBENOU RJ, JOHNSEN SK. Test of nonverbal intelligence. Third edition. East Aurora, Slosson Educational, NY, 1997
- 470 BRYANT P, BRADLEY L. Children's reading problems. Blackwell. Oxford, 1985

- CHEVRIE-MULLER C, GOUJARD J. Validation d'une méthode de dépistage précoce des troubles du langage. *ANAE* 1990, 2 : 30-39
- CHEVRIE-MULLER C, PLAZA M. Nouvelles épreuves pour l'examen du langage. Editions du Centre de psychologie appliquée. Paris, 2001
- CHEVRIE-MULLER C, SIMON AM, DUFOUIL C, GOUJARD J. Dépistage précoce des troubles de développement du langage à 3 ans et demi : validation de la méthode. *ANAE* 1993, 5 : 82-91
- CHEVRIE-MULLER C, SIMON AM, FOURNIER S. Batterie « Langage oral, langage écrit, mémoire, attention » - L2MA. Editions du Centre de Psychologie Appliquée. Paris, 1997b
- CHEVRIE-MULLER C, SIMON AM, LE NORMAND MT, FOURNIER S. Batterie d'évaluation psycholinguistique : I. BEPL A. II BEPL B : Editions du centre de psychologie appliquée. Paris, 1997a
- CLAHSEN H. The grammatical characterization of developmental dysphasia. *Linguistics* 1989, 27 : 897-920
- COHEN M. Children's memory scale. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1997
- COHEN NJ, BARWICK MA, HORODEZKY NB, VALLANCE DD, IM N. Language, achievement and cognitive processing in psychiatrically disturbed children with previously identified and unsuspected language impairments. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip* 1998, 39 : 865-677
- COLARUSSO RP, HAMMILL DD. Motor free visual perception test-revised. Novato, Academic therapy, CA, 1996
- CONNOLLY AJ. Keymath-revised normative update : a diagnostic inventory of essential mathematics. Circle Pines, AGS, MN, 1997
- COOPER J, MOODLEY M, REYNELL J. The developmental language program, results from a five year study. *Br J Disord Commun* 1979, 14 : 57-69
- CRARY MA. A neurolinguistic perspective on developmental verbal dyspraxia. *Commun Dis* 1984, 9 : 33-49
- DAS JP, KIRBY JR, JARMAN RF. Simultaneous and successive processing : an alternative model. *Psychol Bull* 1975, 82 : 87-103
- DAS JP. Structure and cognitive abilities : evidence for simultaneous and successive processing. *J Educ Psychol* 1973, 65 : 103-108
- DE CASPER AJ, FIFER WP. On human bonding : Newborns prefer their mother's voices. *Science* 1980, 208 : 1174-1176
- DELIS DC, KRAMER JH, KAPLAN E, OBER B. A. California verbal learning test, children's version. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1994
- DELOCHE G, VON ASTER M, DELLATOLAS G, GAILLARD F, TIECHE C, AZEMA D. Traitement des nombres et calcul en CE1 et CE2. *ANAE* 1995, Hors série apprentissage du calcul et dyscalculies : 42-55
- DENCKLA MB. Revised neurological examination for subtle signs. *Psychopharmacology Bull* 1985, 21 : 773-779

- DEUEL RK, ROBINSON DJ. Developmental motor signs. *In* : Soft Neurological Signs. TUPPER D, ed. Grune & Stratton, Orlando, FL, 1987 : 95-129
- DEWEY D. What is developmental dyspraxia. *Brain Cogn* 1995, **29** : 254-274
- DRILLIEN C, DRUMMOND M. Developmental screening and the child with special needs. *Clinics in Developmental Medicine*, 86, London, William Heinemann Medical Books, Ltd. 1983
- DUNN LM, DUNN LM. Peabody picture vocabulary test. Fourth edition. Circle Pines, MN, 1997
- DYKES MK. Developmental assessment for the severely handicapped. Austin, Pro-ED, 1980
- EHRI LC, WILCE LS. Movement into reading : is the first stage of printed word learning visual or phonetic ? *Reading Res Q* 1985, **20** : 163-179
- EHRI LC. Development of the ability to read words. *In* : Handbook of Reading Research. BARR R, KAMIL ML, MOSENTHAL PB, PEARSON pd, eds. Longman, New-York, 1990, **II** : 383-417
- EIMAS PD, SIQUELAND ER, JUSCZYK PW, VIGORETO J. Speech perception in infants. *Science* 1971, **171** : 303-306
- EISENSON J. Examining for aphasia (3rd ed.). Austin, PRO-ED, TX, 1994
- EKELMAN BL, ARAM DM. Syntactic findings in developmental verbal apraxia. *J Commun Disord* 1983, **16** : 237-250
- ELLIOTT CD. Differential ability scales : Introductory and technical handbook. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1990
- FAYOL M, BARROUILLET P, RENAUD A. Mais pourquoi l'écriture des grands nombres est-elle aussi difficile ? *Rev Psych Educ* 1996, **1** : 87-107
- FENSON L, DALE P, REZNICK JS, BATES E, THAL D, PETHICK SJ. Variability in early communicative development. *Monogr Soc Res Child Dev* 1994, **59** : 1-173
- FENSON L, DALE P, REZNICK JS, THAL D, BATES E et coll. MacArthur Communicative Development Inventories : user's guide and technical manual, Singular Publishing Group. San Diego, 1993
- FILDES L. A psychological inquiry into the nature of the condition known as congenital wordblindness. *Brain* 1921, **44** : 286-307
- FISCHER FW, LIBERMAN IY, SHANKWEILER D. Reading reversals and developmental dyslexia : A further study. *Cortex* 1978, **14** : 494-510
- FISHER SE, VARGHA-KHADEM F, WATKINS KE, MONACO A, PEMBREY M. Localization of a gene implicated in a severe speech and language disorder. *Nature Genetics* 1998, **18** : 168-170
- FLINT J. The genetic basis of cognition. *Brain* 1999, **122** : 2015-2031
- FRANKENBURG WK, CAMP BW. Pediatric screening tests. Springfield, IL, Charles C Thomas, 1975
- FRITH U. A developmental framework for developmental dyslexia. *Ann Dyslexia* 1986, **36** : 69-81

- FRITH U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In : Surface Dyslexia. Neuropsychological and cognitive analyses of phonological reading. PATTERSON KE, MARSHALL JC, COLTHEART M, eds. Lawrence Erlbaum Associates. London, 1985 : 301-330
- GALABURDA AM, ROSEN GD, SHERMAN G, HUMPHREYS P. Anatomie de la dyslexie : arguments contre la phrénologie. *Rev Neuropsych* 1991, **1** : 157-175
- GALABURDA AM, SHERMAN G, ROSEN GD. Four consecutive patients with cortical anomalies. *Ann Neur* 1985, **18** : 222-233
- GARDNER MF. Expressive one-word picture vocabulary test, Revised. Novato, Academic Therapy, CA, 1990
- GEARY DC. Mathematical disabilities : Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychol Bull* 1992, **114** : 345-362
- GIDDAN JJ, MILLING L, CAMPBELL NB. Unrecognized language and speech deficits in preadolescent psychiatric inpatients. *Am J Orthopsychiatr* 1996, **66** : 85-92
- GILLBERG IC, GILLBERG C, GROTH J. Children with preschool minor neurodevelopmental disorders. V : Neurodevelopmental profiles at age 13. *Dev Med Child Neurol* 1989b, **31** : 14-24
- GILLBERG IC, GILLBERG C. Children with preschool minor neurodevelopmental disorders. IV : Behaviour and school achievement at age 13. *Dev Med Child Neurol* 1989a, **31** : 3-13
- GLUTTING J, ADAMS W, SHESLOW D. Wide range intelligence test. Wahington, Wide Range, DE, 1999
- GOLDEN C. Stroop color and word test. Odessa, FL : Psychological Assessment Resources. 1978
- GOPNIK M. Familial language impairment : More english evidence. *Folia phoniatr Logop* 1999, **51** : 5-19
- GOPNIK M. Feature-blind grammar and dysphasia. *Nature* 1990, **344** : 715
- GOPNIK M. Impairments of tense in a familial language disorder. *J Neurolinguistics*, 1994, **8** : 109-133
- GOPNIK M. The Inheritance and Innateness of Grammars. Oxford : Oxford University Press. 1997
- GORDON H. Cognitive asymmetry in dyslexic families. *Neuropsychologia* 1980, **18** : 645-656
- GREENBERG LM, DUPUY TR. Test of variables of attention. Los Alamitos, Universal Attention Disorders, CA, 1993
- GRUNWELL P. The Nature of phonological disability in children. New York : Academic press, 1981
- HABIB M. The neurological basis of developmental dyslexia : An overview and working hypothesis. *Brain* 2000, **123** : 2373-2399
- HAGEN JW, HALE GA. The development of attention in children. In : Minnesota Symposia on Child Psychology. PICK AD, ed. University of Minnesota Press. Minneapolis, 1983, **7**

- HAMMILL DD, BRYANT BR, PEARSON NA. Hammill multiability intelligence test. North Tonawanda, MHS, NY, 1999
- HAMMILL DD, BRYANT BR. Detroit tests of learning aptitude-primary, Second Edition. Austin, PRO-ED, TX, 1991
- HAMMILL DD, LARSEN SC. Test of written language-Third Edition. Austin, PRO-ED, TX, 1996
- HAMMILL DD, PEARSON NA, WIEDERHOLT JL. Comprehensive test of nonverbal intelligence. Austin, PRO-ED, TX, 1996
- HAMMILL DD. Detroit tests of learning aptitude Fourth Edition. Austin, PRO-ED, TX, 1998
- HAYNES C, NAIDOO S. Children with speech and language impairment. Mac Keith Press, London, 1991
- HELWETT N. Phonological versus phonetic disorders : some suggested modifications to the current use of the distinction. *Br J Dis Commun* 1985, **20** : 155-164
- HELWETT N. Processes of development and production. In : *Developmental Speech disorders*. GRUNWELL P, ed. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1990
- HENDERSON SE, BARNETT AL. The classification of specific motor coordination disorders in children : some problems to be solved. *Hum Mov Sci* 1998, **17** : 449-469
- HIRSH IJ, JANSKY JJ. Early prediction of reading disability. In : *Dyslexia*. AZHKEENEY, ed. Mosby, Saint Louis, 1968
- HODSON BW, PATTEN EP. Phonological processes with characterize unintelligible and intelligible speech in early childhood. *J Speech Hear Dis* 1981, **46** : 369-373
- HODSON BW. The Assessment of phonological processes. Danville, Ill. Interstate Printers and publishers. 1980
- HØIEN T, FEVEJLE-LEEGAARDO O. Diagnosing word decoding problems : A process-analytic approach. *Reading Writing* 1991, **3** : 75-89
- HØIEN T. La dyslexie : approche développementale et processuelle. *Psychiatrie de l'enfant* 1989, **32** : 617-638
- HOWLIN P, MAWHOOD L. Autism and developmental receptive language disorder - a comparative follow-up in early adult life. II Social, Behavioural and psychiatric outcomes. *J Child Psychol Psychiatry* 2000, **41** : 561-578
- JARLEGAN A, FAYOL M, BARROUILLET P. De soixante-douze à 72 et inversement : une étude du transcodage chez les enfants de 7 ans. *Rev Psy Educ* 1996, **1** : 109-131
- JENSEN AR. A theory of primary and secondary familial mental retardation. In : *International Review of research in mental retardation*. ELLIS N, ed. Academy Press. NY, 1970
- JONHSON BD, ALTMAIER EM, RICHMANN LC. Attention deficits and reading disabilities : Are immediate memory defects additive ? *Dev Neuropsych* 1999, **15** : 213-226
- KAMPHAUS RW, PETOSKEY M, ROWE EW. Current trends in psychological testing of children, Professional Psychology. *Research Practise* 2000, **31** : 155-164
- KARMILOFF-SMITH A. Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends Cogn Sci* 1998, **2** : 389-398

- KAUFMAN A S, KAUFMAN NL. Kaufman survey of early academic and language skills. Circle Pines, AGS, MN, 1993
- KAUFMAN AS, KAUFMAN NL. Administration and scoring manual for the Kaufman assessment battery for children. Circle Pines, AGS, 1983
- KAUFMAN AS, KAUFMAN NL. Kaufman brief intelligence test. Circle Pines, AGS, MN, 1990
- KAUFMAN AS, KAUFMAN NL. Kaufman functional academic skills test. Circle Pines, AGS, MN, 1994a
- KAUFMAN AS, KAUFMAN NL. Kaufman short neuropsychological assessment procedure. Circle Pines, AGS, MN, 1994b
- KAUFMAN AS, KAUFMAN NL. Kaufman test of academic achievement normative update. Circle Pines, AGS, MN, 1997
- KAUFMAN AS, KAUFMAN, NL. Kaufman adolescent and adult intelligence test. Circle Pines, AGS, MN, 1999
- KERN S. Inventaire français du développement communicatif chez le nourrisson. I : mots et gestes. II : mots et phrases. Laboratoire Dynamique du langage, Lyon, 1999
- KLACKENBERG G. What happens to children with retarded speech at 3 ? *Acta Paediatrica Scandinavia* 1980, **69** : 681-685
- KNOBLOCH H, PASAMNICK B. Gesell and Amatruda's developmental diagnosis. New York, Harper and Row, 1974
- KNOBLOCH H, STEVENS F, MALONE A. A manual of developmental diagnosis. New York, Harper and Row, 1980
- KORMAN M, KIRK U, KEMP, S. NEPSY. Comprehensive assessment of neuropsychological development in children. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1997
- LAW J, BOYLE J, HARRIS F, HARKNESS A, NYE C. Screening for primary speech and language delay : a systematic review of the literature. *Int J Lang Commun Disord* 1998, **33** : 21-23
- LE NORMAND MT, CHEVRIE-MULLER C. A follow-up case study of Transitory Developmental Apraxia of Speech : « L'enfant à voyelles ». *Clin Ling Phon* 1991a, **5** : 99-118
- LE NORMAND MT, CHEVRIE-MULLER C. Individual differences in the production of wordclasses in eight specific language impaired preschoolers. *J Commun Dis* 1991b, **24** : 331-351
- LE NORMAND MT, LEONARD LB, MCGREGOR K. A cross-linguistic study of article use by children with specific language impairment. *Eur J Disord Commun* 1993, **28** : 153-163
- LE NORMAND MT, VAIVRE-DOURET L, PAYAN C, COHEN H. Neuromotor and language processing in developmental dyspraxia : a follow-up case study. *J Clin Exp Neuropsychol* 2000, **22** : 408-417
- LE NORMAND MT. La dyspraxie verbale de développement. In : Neuropsychologie expérimentale et théorique : Processus, spécialisation et dysfonctionnement. COHEN H, ed. Bourcheville, Québec, Gaëthan Morin, ed, 1993 : 307-328

- LE NORMAND MT. Modèles psycholinguistiques du développement du langage. In : Le Langage de l'enfant, aspects normaux et pathologiques. CHEVRIE-MULLER C, NARBONA J, eds. Paris : Masson, 1999 : 27-42
- LEE M, VAUGHN BE, KOPP CB. The role of self-control in the performances of very young children on a delayed-response memory-for-location task. *Dev Psychol* 1983, **19** : 40-44
- LEONARD LB. Children with specific language impairment. Cambridge, MA : MIT Press. 1998
- LESLIE SC, DAVIDSON RJ, BATEY OB. Purdue pegboard performance of disabled and normal readers : unimanual vs bimanual differences. *Brain Lang* 1985, **24** : 359-369
- LEVY F, HAY D, MCLAUGHLIN M, WOOD C, WALDMAN I. Twin-sibling differences in parental reports of ADHD, speech, reading and behaviour problems. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip* 1996, **37** : 569-578
- LIBERMAN IY, SCHANKWEILER D. Phonology and the problems of learning to read and write. *RASE* 1985, **6** : 8-17
- LIBERMAN IY. A language oriented view of reading and its disabilities. Grune et Stratton. New York, 1982
- LOCKE JL. A theory of neurolinguistic development. *Brain Lang* 1997, **58** : 265-326
- LOWE J, KREHBIEL R, SWEENEY J, CRUMLY K, PETERSON G et coll. Ascreening battery for identifying children at risk for neuropsychological deficits : a pilot study. *Int J Clin Neuropsychol* 1984, **6** : 42-45
- LUNDBERG I. Longitudinal studies of reading and its difficulties in Sweden. In : Reading research. Advances in theory and practice. MAC KINNON GE, WALLER TG, eds. Academic Press, New York. 1984, **4** : 65-105
- MAJOVSKI LV, TANGUAY P, RUSSELL A, SIGMAN M, CRUMLEY K, GOLDENBERG I. *Clinical Neuropsychology* 1979a, **1** : 3-8
- MAJOVSKI LV, TANGUAY P, RUSSELL A, SIGMAN M, CRUMLEY K, GOLDENBERG I. *Clinical Neuropsychology* 1979b, **1** : 9-19
- MARKWARDT FC. Peabody individual achievement test-revised. Circle Pines, AGS, MN, 1991
- MAWHOOD L, HOWLIN P. Autism and developmental receptive language disorder - a comparative follow-up in early adult life. I Cognitive and language outcomes *J Child Psychol Psychiatry* 2000, **41** : 547-559
- MCCARTHY RA, WARRINGTON EK. Cognitive Neuropsychology : A clinical introduction. London : Academic Press. 1990
- MCCLOSKEY M, CARAMAZZA A, BASILI A. Cognitive mechanisms in number processing and calculation : evidence from dyscalculia. *Brain Cogn* 1985, **4** : 171-196
- MCCRACKEN JT. Attention-deficit/hyperactivity disorder II : Neuropsychiatric aspects. In : Textbook of pediatric neuropsychiatry. COFFEY CE, BRUMBACK RA, eds. Washington, American Psychiatry press. 1998
- MEHLER J, BERTONCINI M, BARRIERE M, JASSIK-GERSHENFELD D. Infant recognition of mother's voice. *Perception* 1978, **7** : 491-497

- MEHLER J, FOX R. Neonate cognition, Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1985
- MERZENICH MM, JENKINS WM, JOHNSTON P, SCHREINER C, MILLER SL, TALLAL P. Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 1996, **271** : 77-81
- METSALA J, SIEGEL LS. Developmental dyslexia and hyperlexia : Attributes and underlying reading processes. *In* : Handbook of Neuropsychology. SEGALOWITZ S, RAPIN I, eds. Elsevier, Amsterdam, 1992, **7** : 187-210
- MIGLIORE L, ALBARET M. Test de Stroop : Adaptation française. Editions du Centre de Psychologie. Paris, 1997
- MILLER JF, CHAPMAN RS. The relation between age and mean length of utterance in morphemes. *J Speech Hearing Res* 1981, **24** : 154-161
- MORAIS J. L'Art de lire. Odile Jacob, Paris. 1994
- MORTON J. An information-processing account of reading acquisition. *In* : From reading to neurons. GALABURDA AM, ed. MIT press, Cambridge, Mass & London. 1989
- MOUSTY P, LEYBAERT J, ALEGRIA J, CONTENT A, MORAISS L. BELEC : Une batterie d'évaluation du langage écrit et de ses troubles. *In* : Évaluer les troubles de la lecture. GREGOIRE J, PIERART B, eds. Bruxelles : DeBoeck Université, 1994 : 127-145
- MOUSTY P, LEYBAERT J. Évaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de la batterie d'évaluation du langage écrit (BELEC). *Rev Eur Psych Appl* 1999, **49** : 325-342
- NAGLIERI JA, DAS JP. Das-Naglieri cognitive assessment System. Chicago, Riverside, 1999
- NAGLIERI JA. Matrix analogies test-expanded form. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1985
- NICHOLS PL. Minimal brain dysfunction and soft sign in the collaborative perinatal project. *In* : Soft neurological signs. TUPPER D, ed. Grune et Stratton, Orlando. 1987, **8** : 179-199
- NOTERDAEME M, AMOROSA H. Evaluation of emotional and behavioral problems in language impaired children using the Child Behavior Checklist. *Eur Child Adolescent Psychiatr* 1999, **8** : 71-77
- OLLER DK. Development of vocalizations in infancy. *In* : Human communication and its disorders : A review. WINITZ H, ed. Timonium : York press, 1995, **IV** : 1-30
- OLLER DK. The emergence of the sounds of speech in infancy. *In* : Child Phonology, 1 : production. YENI-KOMSHIAN G, KAVANAGH J, FERGUSON C, eds. New York : Academic press, 1980 : 93-112
- OLLER KD, EILERS RE, NEAL AR, SCHWARTZ HK. Precursors to speech in infancy : the prediction of speech and language disorders. *J Commun Dis* 1999, **32** : 223-245
- ORTON ST. Word Blindness in school children. *Arch Neurol Psychiatry* 1925, **14** : 581-615
- PARISSE C, LE NORMAND MT. How children build their morphosyntax : the case of French. *J Child Lang* 2000, **27** : 287-292

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

PAVLIDIS GT. Sequencing eye movements and the early objective diagnosis of dyslexia. In : *Dyslexia research and its application to education*. PAVLIDIS G, ed. Chichester, Wiley. 1981

PAVLIDIS GT. The role of the eye movements in the diagnosis of dyslexia. In : *Dyslexia : its neuropsychology and treatment*. PAVLIDIS GT, FISHER DF, eds. Wiley, New York. 1986

PIROZZOLO F. *The Neuropsychology of developmental reading disorder*. Praeger, New York. 1979

PLANTE E, JACKSON T. Gyrus morphology in posterior sylvian regions in families affected by language disorders. *Neuropsychol Review* 1997, **6** : 81-94

PLAZA M, GUITTON C. Working memory limitation, phonological deficit, sequential disorder and syntactic impairment in a child with a severe developmental dyslexia. *Dyslexia* 1997, **3** : 93-100

PLAZA M. Phonological impairment in dyslexic children with and without early speech-language disorder. *Eur J Disord Commun* 1997, **32** : 277-290

PRIOR M. *Understanding specific learning difficulties*. Hove : Psychology Press. 1996

PSYCHOLOGICAL CORPORATION. *The Wechsler Individual Achievement Test*. San Antonio, Author, TX, 1992

RACK JP, SNOWLING M, OLSON R. The nonword reading deficit in developmental : A review. *Reading Res Q* 1992, **27** : 28-53

RAPIN I. Developmental language disorders : Nosologic considerations. In : *Neuropsychology of language, reading spelling*. KIRK U, ed. New York : Academic Press. 1983 : 155-181

RAPIN I. Practitioner review : Developmental language disorders : A clinical update. *J Child Psychol Psychiatry* 1996, **37** : 643-655

RESCORLA L, HADICKE-WILEY M, ESCARCE E. Epidemiological investigation of expressive language delay at age two. *First Lang* 1993, **37** : 5-22

RESCORLA L, SCHWARTZ E. Outcome of toddlers with specific expressive language delay. *Applied Psycholinguistics* 1990, **11** : 393-407

REYNOLDS CR, BIGLER ED. *Test of memory and learning*. Austin PRO-ED, TX, 1994

RHEA P, LOONEY SS, DAHM PS. Communication and socialization skills at ages 2 and 3 in late-talking young children. *J Speech Hear Res* 1991, **34** : 858-865

RICE ML, HANEY KR, WEXLER K. Family histories of children with SLI who show extended optional infinitives. *J Speech Lang Hear Res* 1998, **41** : 419-432

RICE ML. *Toward a genetics of language*. NJ : Erlbaum. 1996

RINGARD JC. À propos de l'enfant dysphasique et de l'enfant dyslexique. Paris : ministère de l'éducation nationale, 2000

ROBERTSON, GJ. *Wide range achievement test-expanded*. Wilmington, Wide Range, DE, 1999

- ROBITAILLE A, EVERETT J, THOMAS J. Étude neuropsychologique d'enfants de 7 à 12 ans présentant des troubles de l'attention. Inhibition du processus séquentiel et hypothèse frontale. *ANAE* 1990, **2** : 60-64
- ROID G, MILLER L. *Leiter international performance scale-revised*. Stoelting, Chicago, 1997
- ROSE Y, ROYLE P. Uninflected structure in familial language impairment : evidence from French. *Folia Phoniatr Logop* 1999, **51** : 70-90
- RUDEL RG. Definition of dyslexia : language and motor deficits. In : *Dyslexia : a neuroscientific approach to clinical evaluation*. DUFFY FH, GESCHWIND N, eds. Little Brown, Boston. 1985 : 33-53
- SATZ P, FLETCHER PM. *Manual for the Florida Kindergarten Screening Battery*. Odessa. FL. Psychological Assessment Ressources, 1982
- SATZ P, SPARROW S. Specific developmental dyslexia : A theoretical formulation. In : *Specific Reading Disability*. BAKKER D, SATZ P, eds. Rotterdam. 1970 : 17-40
- SCARBOROUGH H, DOBRICH W. Development of children with early delay. *J Speech Hear Res* 1990, **33** : 70-83
- SCARBOROUGH H, DOBRICH W. Illusory recovery from language delay. *Proc Wisc Symp Res Child Lang Disord* 1985, **6** : 90-99
- SEMEL E, WIIG EH, SECORD, WA. *Clinical evaluation of language fundamentals, Screening Test*. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1996
- SEMEL E, WIIG EH, SECORD, WA. *Clinical evaluation of language fundamentals, third edition*. San Antonio, Psychological Corporation, TX, 1995
- SERON X, FAYOL M. Number transcoding in children : a functional analysis. *Br J Dev Psych* 1994, **12** : 281-300
- SHALEV R, AUERBACH J, MANOR O, GROSS-TSUR V. Developmental dyscalculia : prevalence and prognosis, Disorders of number processing and calculation abilities : A multidimensional approach. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2000, **9** : 58-65
- SHALEV R, MANOR O, AMIR N, GROSS-TSUR V. The acquisition of arithmetic in normal children : Assessment by a cognitive model of dyscalculia. *Dev Med Child Neurol* 1993, **7** : 593-601
- 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, SHAYWITZ BA, PUGH KR, FULBRIGHT RK, CONSTABLE RT et coll. Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proc Natl Acad Sci* 1998, **95** : 2636-2641
- SHUE KL, DOUGLAS VI. Attention deficit hyperactivity disorder and the frontal lobe syndrome. *Brain Cogn* 1992, **20** : 104-124
- SIEGEL LS, FAUX D. Acquisition of certain grapheme-phoneme correspondences in normally achieving and disabled readers. *Reading Writing* 1989, **1** : 37-52
- SIEGEL LS, HEAVEN RK. Categorization of learning disabilities. In : *Handbook of cognitive, social and neuropsychological aspects of learning disabilities*. CECI SJ, ed. Hillsdale, NJ : Erlbaum. 1986, **1** : 95-121

SIEGEL LS, RYAN EB. Development of grammatical sensitivity, phonological, and short-term memory in normally achieving and learning disabled children. *Dev Psychol* 1988, **24** : 28-37

SIEGEL LS, RYAN EB. Subtypes of developmental dyslexia : The influence of definitional variables. *Reading et Writing* 1989, **1** : 257-287

SILVA PA, JUSTIN C, MCGEE RO, WILLIAMS S. Some developmental and behavioral characteristics of seven-year-old children with delayed speech development. *Br J Disord Commun* 1984, **19** : 147-154

SILVA PA, MCGEES RO, WILLIAMS S. Developmental language delay from three to seven years and its significance for low intelligence and reading difficulties at age seven. *Dev Med Child Neurol* 1983, **25** : 783-793

SILVA PA, WILLIAMS S, MCGEES RO. A longitudinal study of children with developmental language delay at age three : later intelligence, reading and behaviour problems. *Dev Med Child Neurol* 1987, **29** : 630-640

SILVA PA. A prevalence, stability and significance of developmental language delay in preschool children. *Dev Med Child Neurol* 1980, **22** : 768-777

SPREEN O. Learning disability, neurology and longterm out-come : some implications for the individual and for society. *J Clin Exp Neuropsychol* 1989, **11** : 389-408

STANLEY G, SMITH G, HOWELL E. Eye movements and sequential tracking in dyslexic and control children. *Br J Psychol* 1983, **74** : 181-187

STANOVICH KE. Explaining the differences between the dyslexic and garden variety poor reader. The phonological – core variance – difference model. *J Learning Dis* 1988b, **21** : 590-604

STANOVICH KE. Speculations on the causes and consequences of individual differences in early reading acquisition. *In* : Reading acquisition. GOUGH P, ed. Erlbaum, Hillsdale, NJ. 1988a : 1-60

STANOVICH KE. The right and wrong places to look for the cognitive locus of reading disability. *Ann Dyslexia* 1988c, **38** : 154-177

STEVENSON J. Predictive value of speech and language screening. *Dev Med Child Neurol* 1984, **26** : 528-538

STOTHARD SE, SNOWLING MJ, BISHOP DV, CHIPCHASE BB, KAPLAN C. Language impaired preschoolers : A follow-up into adolescence. *J Speech Lang Hear Res* 1998, **41** : 407-418

STROOP JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol* 1935, **18** : 643-662

STURNER RA, GREEN JA, FUNK SG. Preschool Denver Developmental Screening Test as a predictor for later school problems. *J Pediatrics* 1985, **107** : 615-621

SZATMARI P, OFFORD DR, BOYLE MH. Ontario Child Health study : Prevalence of attention deficit disorder with hyperactivity. *J Child Psychol* 1989, **30** : 220-234

TALLAL P, MILLER S, BEDI G, BYMA G, WANG X et coll. Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 1996, **271** : 81-84

- TALLAL P, PIERCY M. Developmental aphasia : Impaired rate of non verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia* 1973, **11** : 389-398
- TALLAL P, ROSS R, CURTISS S. Familial aggregation in specific language impairment. *J Speech Hear Disord* 1989, **54** : 167-173
- TALLAL P, STARK RE. Speech acoustic-cue discrimination abilities of normally developing and language-impaired children. *J Acoustical Soc Am* 1981, **69** : 568-574
- TEMPLE CM. Digit dyslexia : A category-specific disorder in developmental dyscalculia. *Cogn Neuropsychol* 1989, **6** : 93-116
- TEMPLE CM. Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia : Double dissociation in developmental dyscalculia. *Cogn Neuropsychol* 1991, **8** : 155-176
- THORNDIKE RL, HAGEN EP SATTLER, JM. Technical Manual for the Stanford-Binet intelligence scale 4th ed., Riverside, Chicago, 1986
- TRAUNER D, WULFECK B, TALLAL P, HESSELINK J. Neurological and MRI profiles of children with developmental language impairment. *Dev Med Child Neurol* 2000, **42** : 470-475
- TREIMAN R. The role of intrasyllabic units in learning to read and spell. In : Reading acquisition. GOUGH P, EHRI LC, TREIMAN R, eds. Erlbaum, Hillsdale, NJ. 1992
- VAN KRAAYENOORD C. Preschool screening for learning disabilities. Is it warranted ? *N Z J Educ Stud* 1983, **18** : 48-58
- VAN YPEREN TA RISPENS J. Environmentally determined language disorders in ICD and DMS. *Eur J Psychiatry* 1996, **10** : 45-58
- VAN-DER-LELY HK, STOLLWERCK L. A grammatical specific language impairment in children : an autosomal dominant inheritance ? *Brain Lang* 1996, **52** : 484-504
- VELLUTINO F, SCANLON D. Phonological coding, phonological awareness and reading ability : evidence from a longitudinal and experimental study. *Merrill-Palmer Q* 1987, **33** : 321-363
- VELLUTINO FR. Dyslexia theory and research, MIT Press, Cambridge, Mass. 1979
- WALLACE G, HAMMILL DD. Comprehensive receptive and expressive vocabulary Test. Austin, PRO-ED, TX, 1994
- WECHSLER D. Wechsler adult intelligence scale-third Edition. San Antonio, Psychological Corporation, IX, 1997
- WECHSLER D. Wechsler intelligence scale for children-third edition : manual. Psychological Corporation, New York, 1991
- WILKINSON GS. Wide range achievement test 3. Wilmington, Wide Range, DE, 1993
- WILLEMS G, EVRARD P. Identification of specific learning disorder at the age of 5. In : A Neurodevelopmental approach to specific learning disorders. WHITMORE K, HART H, WILLEMS G, eds. Mac Keith Press et Cambridge University Press, 1999 : 227-246
- WOLF M, BALLY H, MORRIS R. Automaticity, retrieval process and reading : a longitudinal study in average and impaired readers. *Child Dev* 1986, **57** : 988-1000
- WOLFF P, GUNNOE CE, COHEN C. Neuromotor maturation and psychological performance : a developmental study. *Dev Med Child Neurol* 1985, **27** : 344-345

WOODCOCK RW, JOHNSON MB, MATHER N, MCGREW Z, WERDER JK. Woodcock-Johnson psycho-educational battery-revised. Allen, DLM Teaching Resources, TX, 1991

WOODCOCK RW, MCGREW KS, WERDER JE. Woodcock-McGrew-Werder mini-battery of achievement. Riverside, Chicago, 1994

WOODCOCK RW. Woodcock reading mastery test-revised normative update, Circle Pines, AGS, MN, 1997

WYNN K. Origins of numerical knowledge. *Mathematical Cognition* 1995, **1** : 35-60

XU F, CAREY S. Infants' metaphysics : the case of numerical identity. *Cognitive Psychology* 1996, **32** : 223-245

YULE W, TAYLOR E. Classification of soft signs. In : Soft Neurological Signs. TUPPER D, ed. Grune et Stratton, Orlando, FL. 1987 : 19-43

ZAMETKIN AJ, NORDAHL TE, GROSS M, KING AC, SEMPLE WE et coll. Cerebral glucose metabolism in adults with hyperactivity of childhood onset. *N Engl J Med* 1990, **323** : 1361-1366