

12

Troubles des acquisitions associés à la dyslexie

Une des principales leçons issues de l'expérience clinique est que la dyslexie, le symptôme le plus souvent situé en première ligne par ses conséquences majeures sur les apprentissages, survient rarement isolément. On observe dans la grande majorité des cas, des déficits associés que l'on qualifie de comorbides.

L'étude de ces syndromes comorbides est doublement intéressante. En premier lieu, elle est utile au clinicien en ce qu'elle le met en garde contre une vision étroite du problème de la dyslexie, l'incitant à aller systématiquement chercher d'autres troubles ailleurs que dans la lecture elle-même, même si cette dernière constitue, à juste titre, la plainte principale voire isolée de l'enfant, de sa famille et (surtout) de son enseignant. C'est ainsi que ces dernières années ont vu l'éclosion d'une conception syndromique de la dyslexie, à l'instar des grands syndromes de la médecine organique, avec comme résultat l'approfondissement du diagnostic, devenu multidisciplinaire et non plus seulement orthophonique, et, par voie de conséquence, le raffinement des indications thérapeutiques. Ce chapitre sera ainsi consacré à un panorama de ces associations constituant autant de syndromes, dont la connaissance est aujourd'hui indispensable au clinicien et au thérapeute.

Mais l'existence de troubles associés à la dyslexie constitue également un puissant outil théorique pour le chercheur, lui fournissant autant de pistes vers où orienter ses recherches. Si, par exemple, la dyslexie et la dyscalculie se rencontrent en association plus souvent que ne le voudrait le hasard, c'est peut-être qu'il y a un facteur commun capable d'expliquer l'émergence combinée de ces deux conditions, leur co-occurrence, facteur dont la découverte pourrait fournir de précieuses clés pour approcher les mécanismes physiopathologiques.

Comorbidités cliniques de la dyslexie : les syndromes « dys »

Il est actuellement usuel de désigner sous le terme de troubles spécifiques des apprentissages ou « syndromes dys » un ensemble de conditions ayant en commun :

- leur survenue en dehors de tout déficit perceptif, intellectuel ou neuropsychiatrique, c'est-à-dire en particulier chez des enfants normalement intelligents ;
- leur incidence néfaste sur les apprentissages, réalisant de loin le motif principal de consultation ;
- un caractère familial retrouvé de manière plus ou moins fréquente ;
- une prédominance de garçons pour la majorité d'entre elles.

Telles sont les caractéristiques qui définissent la dyslexie, dysorthographe, dysphasie, dyspraxie...

Or, une autre caractéristique commune à toutes ces entités est qu'elles se rencontrent souvent associées entre elles chez une même personne, ce qui pour le clinicien, le rééducateur ou le pédagogue est riche d'enseignements quant à la sévérité du trouble, et donc à ses répercussions en termes de rééducation tout autant que de pédagogie.

La création récente des centres de référence des troubles d'apprentissage en France fournit l'opportunité d'étudier de larges populations cliniques d'enfants référés pour troubles d'apprentissage et d'évaluer la fréquence des comorbidités au sein des troubles d'apprentissage. Le tableau 12.1 résume par exemple les diagnostics posés sur 209 consultations consécutives d'enfants âgés de 5 à 15 ans reçus dans le centre de référence du CHU de Marseille (Habib, 2003)²⁹. Les diagnostics présentés sont ceux établis à l'issue un examen pluridisciplinaire comportant au moins le bilan d'un orthophoniste et d'un neuropsychologue, et la synthèse d'un médecin neurologue. La somme des diagnostics dépasse le nombre total d'observations, en raison précisément de la fréquence des comorbidités (voir plus bas).

Tableau 12.1 : Inventaire des diagnostics portés lors de 209 cas successifs reçus dans une consultation de troubles d'apprentissage (CHU de Marseille, d'après Habib, 2003)

Diagnostic	Nombre d'enfants atteints (N = 209)
Dyslexie, dysorthographe	177
Troubles du langage oral	84
Dyscalculie	48
Dysgraphie	37
Trouble déficit de l'attention/hyperactivité	32

29. Nous n'envisageons pas dans cet ouvrage la question des comorbidités entre troubles d'apprentissage et psychopathologie, principalement l'autisme et les troubles des conduites, qui font l'objet d'autres ouvrages de cette collection. La question de l'hyperactivité, pour la même raison, n'est citée que marginalement ici.

Diagnostic	Nombre d'enfants atteints (N = 209)
Dysphasie	26
Précocité intellectuelle	21
Dyspraxie	19
Trouble des conduites	11
Autisme*	2
Dyschronie	45

*Les enfants atteints d'un trouble envahissant du développement (autisme) ne sont pas abordés dans ce chapitre car leur prise en charge ne relève pas d'un centre de référence pour troubles des apprentissages. Ce sujet est traité dans l'expertise « Troubles mentaux, dépistage et prévention chez l'enfant et l'adolescent » Inserm, 2002.

Dans cette étude, le diagnostic le plus souvent posé est celui de dyslexie (177 cas), devant celui de trouble du langage oral (110 cas incluant 26 cas de dysphasie avérée). Dans le contexte d'une consultation spécialisée dans les troubles des apprentissages, il n'est pas étonnant de constater une nette prédominance de dyslexies, ou de troubles sévères de l'acquisition du langage écrit (puisqu'on ne peut en théorie commencer à parler de dyslexie qu'après un certain temps d'apprentissage). Le relativement faible nombre de cas de dysorthographe (55 cas), alors qu'au moins tous les dyslexiques devraient être également qualifiés de dysorthographiques, réside sans doute dans le fait que chez les enfants vus dans les premières années d'apprentissage, la dysorthographe ne peut pas encore être diagnostiquée en tant que telle, puisque l'orthographe n'existe pas encore.

En revanche, la dysgraphie (37 cas) peut être décelée, avant l'apprentissage de la lecture, soit en grande section de maternelle. Le diagnostic repose sur deux aspects complémentaires : d'une part, la mauvaise tenue du crayon, réalisant des positions des doigts maladroites ou aberrantes ou encore une dystonie reflétant une mauvaise coordination du geste graphique en voie d'apprentissage ; et d'autre part la réalisation graphique elle-même qui peut être irrégulière, avec une mauvaise formation des lettres, qui sont parfois méconnaissables, même en copie de modèle. Dans cette étude, le terme de dyspraxie (19 cas) a été réservé aux cas où le trouble du geste dépasse le seul geste graphique et concerne des groupes plus vastes de muscles, y compris les muscles posturaux, et surtout dépasse le cadre de la seule motricité pour constituer un véritable syndrome sensori-moteur.

Après les troubles du langage, les deux troubles les plus régulièrement retrouvés, même s'ils ne réalisent pas forcément la plainte principale, sont la dyscalculie (48 cas) et la dyschronie (45 cas). La fréquence de dyscalculie dans les troubles d'apprentissage en général (et du langage en particulier) est généralement sous-estimée. Dans l'étude citée, elle est retrouvée chez près d'un quart des enfants se présentant pour trouble d'apprentissage.

Tout laisse à penser que la dyscalculie isolée existe, mais donne rarement lieu à consultation dans un centre de référence, ce qui voudrait dire que la fréquence réelle de dyscalculie dans la population est beaucoup plus forte. Le terme de dyschronie (parfois appelée chronagnosie ou difficulté de repérage temporel) est beaucoup moins répandu que ceux des autres syndromes, sans doute, ici encore, parce que le trouble ne constitue pas, en tout cas à première vue, un réel handicap pour la poursuite de la scolarité. En fait, il est probable que les enfants ayant une dyschronie importante souffrent également de difficultés d'organisation temporelle de la pensée, verbale ou non verbale, qui peut leur être très préjudiciable pour la poursuite des études, en particulier en secondaire. Il est bien établi que le trouble déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH), survient en association avec les troubles de la lecture (August et Garfinkel, 1990), avec une comorbidité de l'ordre de 25 % (Semrud-Clikeman et coll., 1992).

La figure 12.1 représente le nombre de cas respectif des différents troubles associés au diagnostic de dyslexie (Habib, 2003).

Il convient de signaler d'emblée que les signes associés au trouble de la lecture sont éminemment variables, tant qualitativement que quantitativement, selon le type de dyslexie. Si l'on s'en tient à la classification aujourd'hui classique en dyslexies phonologiques, visuelles ou mixtes, on remarque que les troubles de type dyspraxie, dysgraphie, sont volontiers associés aux formes visuelles ou mixtes, réalisant souvent le tableau de trouble d'apprentissage non verbal, parfois dénommé syndrome développemental hémisphérique droit (Rourke, 1995). Dans ce cas, on note que la sévérité de la dyslexie n'est pas proportionnelle à l'intensité du trouble phonologique, ce dernier pouvant être absent, mais plutôt à l'intensité des troubles de type sensori-moteur, avec au premier chef les troubles du graphisme et de la représentation spatiale (dyspraxie visuo-constructive). À l'inverse, des antécédents ou des signes actuels de troubles du langage oral sont beaucoup plus souvent associés (bien que non exclusivement) à des dyslexies de type phonologique (Castle et Coltheart, 1993 ; Manis et coll., 1996).

En tout état de cause, tous types confondus, la dyslexie apparaît plus souvent associée qu'isolée (seulement 10 % dans la population citée). Bien entendu, ce chiffre de 10 % n'est pas nécessairement généralisable. Il est probable que les services hospitaliers ne voient pas un échantillon représentatif de la population dyslexique, mais un échantillon biaisé dans le sens d'une plus grande sévérité et d'un plus grand nombre de symptômes, donc de plus de comorbidités. Il n'existe pas de données permettant d'évaluer la prévalence des comorbidités au sein de l'ensemble de la population dyslexique.

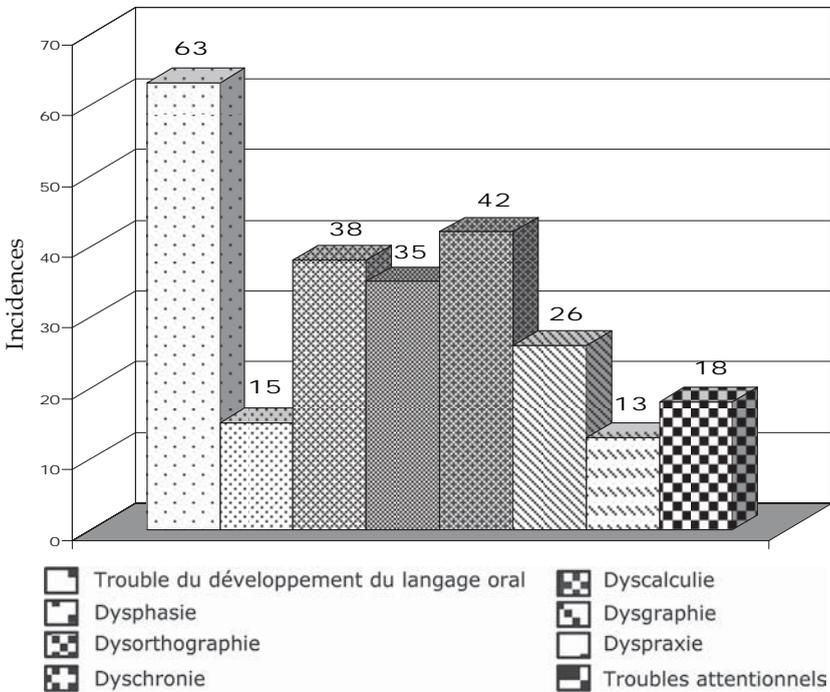


Figure 12.1 : Incidence respective des différents syndromes associés au diagnostic principal de dyslexie (177 observations) (d'après Habib, 2003)

Une autre étude réalisée en France au centre de référence du Kremlin-Bicêtre à Paris présente l'analyse des différents diagnostics retenus au décours d'une évaluation pluridisciplinaire effectuée chez tous les enfants rencontrés entre septembre 2001 et mars 2002 pour une plainte portant sur les apprentissages (langage oral, langage écrit, échec scolaire, troubles du graphisme ou de l'attention), âgés de 4 à 9 ans et testables (Billard et coll., 2006). Il s'agissait de 173 enfants, 117 garçons (67,67 %) et 56 filles (32,37 %). Les âges évoluaient entre 4 et 9 ans avec une moyenne d'âge de 6 ans et 7 mois. Les tests étalonnés étant différents, la population a été séparée en deux groupes : un de 4 à 6 ans exclus (63 enfants) et le second de 6 ans et plus (110 enfants). Ils suivaient la classe de leur tranche d'âge pour 64,74 % d'entre eux ou présentaient un retard de 1 an (30,64 %) ou plus (1,16 %) ou avaient été orientés en classe spécialisée (3,47 %) (tableau 12.II). Soixante cinq pour cent des enfants utilisaient la main droite pour écrire, 34,68 % utilisaient la main gauche.

Les diagnostics étaient classés de la façon suivante selon les critères du DSM-IV :

- trouble du langage oral (TLO) spécifique sévère, modéré, ou non spécifique ;
- trouble du langage écrit (TLE), spécifique sévère ou modéré, ou non spécifique ;
- trouble d'acquisition de la coordination ou dyspraxie, sévère ou modérée ;
- déficit intellectuel modéré ou léger ;
- troubles psycho-affectifs (selon l'évaluation clinique du psychologue et le questionnaire de comportement) ;
- trouble complexe des apprentissages (TCA : plusieurs apprentissages déficitaires sans déficit global de toutes les fonctions cognitives) ;
- trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH).

Tableau 12.II : Fréquence des diagnostics dans une population de 173 enfants avec troubles des apprentissages, âgés de 4 à 9 ans (d'après Billard et coll., 2006)

Diagnostic	Nombre d'enfants atteints (N = 173)
Trouble du langage oral (TLO)	110 cas
- spécifique sévère	55 (49,6 %)
- spécifique modéré	24 (21,6 %)
- non spécifique	32 (28,8 %)
Trouble du langage écrit (TLE)	68 cas
- spécifique sévère	35 (50 %)
- spécifique modéré	30 (42,9 %)
- non spécifique	3 (4,3 %)
Dyspraxie	32 cas
- sévère	8 (25 %)
- modérée	24 (75 %)
Déficiência intellectuelle	47 cas
- sévère	19 (38,8 %)
- modérée	28 (57,1 %)
Troubles psycho-affectifs	48 cas
Trouble complexe des apprentissages (TCA)	11 cas
Trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH)	11 cas

Les comorbidités entre les différents diagnostics chez les 173 enfants étaient fréquemment représentées. Pour n'en citer que quelques unes :

- les troubles psychoaffectifs s'associaient toujours à un autre diagnostic ;
- l'association trouble du langage oral et trouble du langage écrit concernait 53 des 68 enfants avec un TLE ;
- 2 enfants seulement avec un TLE n'avaient qu'une dyslexie sans dysorthographe ;
- enfin, un enfant sur 2 avec un trouble du langage écrit avait une dysgraphie.

Dyslexie et troubles du langage oral

Dans les deux séries décrites ci-dessus, comme dans la plupart de celles de la littérature (Vellutino, 1979 ; Bishop et Snowling, 2004), la dyslexie fait suite dans plus de la moitié des cas à des troubles du langage oral, eux-mêmes de présentation diverse. Le plus souvent, il s'agit de difficultés, diagnostiquées ou non, qui ne sont pas qualifiées de « dysphasique », donc n'ont pas été considérées de gravité ou de durabilité suffisante pour employer ce terme. Toutefois, on rappellera ici que le terme de dysphasie est assez rarement utilisé dans la littérature anglo-saxonne qui préfère regrouper sous celui d'altération spécifique du langage (*Specific language impairment*, ou SLI), tous les troubles du langage oral, sans présumer de leur sévérité. Certes, on reconnaît des différences qualitatives entre le déficit d'enfants qui vont récupérer quasi-totalement leurs habiletés langagières et ceux, qualifiés de dysphasiques, qui vont rester sévèrement et durablement déficitaires. Mais plus personne ne conteste, même en France, la validité du concept de SLI, ne serait-ce qu'en raison de sa puissante valeur prédictive d'un trouble d'apprentissage, en particulier lorsqu'il existe des antécédents familiaux du trouble (Lyytynen et coll., 2004).

Il existe également une entité parfois considérée comme distincte des troubles du langage oral, volontiers qualifiée de « déficit auditif central » (King et coll., 2003). En fait, l'individualisation de cette entité repose sur la fréquence de troubles divers du traitement élémentaire de l'information auditive, par exemple la localisation des sons, l'estimation de la durée ou de la fréquence tonale... Dans certains cas, le trouble est cliniquement évident, en particulier lorsqu'on examine les erreurs de transcription des enfants dyslexiques, spécifiquement en situation de dictée de syllabes ou de pseudomots : dans ces circonstances, on voit apparaître des confusions, souvent non suspectées auparavant, en particulier entre des paires de consonnes auditivement proches, spécialement les paires sourdes-sonores (avec ou sans voisement). Ce déficit correspond à un défaut de traitement par le cortex auditif de la partie du phonème correspondant au voisement, défaut de traitement qui peut être clairement mis en évidence à l'aide de la méthode des potentiels évoqués auditifs (Liégeois-Chauvel et coll., 1999 ; Giraud et coll., 2005). Il serait présent chez la moitié des dyslexiques environ et son intensité n'est pas nécessairement proportionnelle au degré de difficulté dans l'apprentissage de la lecture (Ahissar et coll., 2000 ; Rosen, 2003).

Dyslexie et dyscalculie

Dans l'étude française décrite ci-dessus (Habib, 2003), la dyscalculie est le deuxième syndrome associé à la dyslexie, par ordre de fréquence (près d'un quart des cas). Une autre étude française (Cuvellier et coll., 2004), réalisée

au centre de référence de Lille, ne signale en revanche aucune occurrence de dyscalculie (0/100).

Dans une recherche auprès de 3 029 enfants scolarisés, l'équipe israélienne de Gross-Tsur (1996), s'appuyant sur des critères stricts tirés des modèles en neuropsychologie cognitive pour poser le diagnostic de dyscalculie, trouve 6,5 % d'enfants dont elle étudie les caractéristiques démographiques et cliniques. Tous les enfants dyscalculiques avaient un quotient intellectuel normal, des symptômes de déficit d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) étaient trouvés chez 26 % d'entre eux, 17 % avaient aussi une dyslexie et la dyscalculie touchait aussi bien les garçons que les filles contrairement à ce que l'on retrouve dans plusieurs désordres développementaux (dyslexie, TDAH, troubles du langage oral) où les garçons sont atteints dans une plus grande proportion.

Ostad (1998) a étudié 927 enfants de 2^e, 4^e et 6^e années d'apprentissage, à qui il a fait passer en outre une évaluation du QI, et un test classique d'évaluation des aptitudes scolaires (*Stanford Achievement Test*). Le résultat a été une forte corrélation ($r = 0,47$) entre les aptitudes scolaires en mathématiques et les scores en orthographe. Cependant, la pertinence de cette constatation est affaiblie par le fait que, bien entendu, toutes les aptitudes scolaires sont très fortement corrélées entre elles pour des raisons n'ayant pas de rapport avec la notion de comorbidité.

Lewis et coll. (1994) ont étudié la co-occurrence de troubles de la lecture et du calcul chez des enfants de 9 et 10 ans, et retrouvé 3,6 % de difficultés spécifiques en arithmétique. Parmi ces derniers, 64 % étaient considérés comme également dyslexiques.

Finalement, une des principales questions posées par la comorbidité entre troubles du calcul et de la lecture, est celle du mécanisme sous-jacent à ce lien. Par exemple, Rourke (1993) proposait que les enfants souffrant du double déficit (calcul et lecture) aient un problème hémisphérique gauche, alors que ceux souffrant d'une dyscalculie isolée auraient plutôt une dysfonction hémisphérique droite. À l'inverse, Shalev et coll. (1997) n'ont retrouvé aucune différence qualitative entre la dyscalculie de ces deux groupes d'enfants. Plus récemment, Landerl et coll. (2004) ont étudié 4 groupes d'élèves de 8-9 ans : des sujets témoins, ayant une bonne performance en lecture et en calcul, des sujets seulement dyscalculiques, des sujets seulement dyslexiques et des enfants présentant l'association des deux tableaux. Globalement, les dyscalculiques et les déficits mixtes se comportèrent de manière similaire et notablement différente des dyslexiques et des témoins, une constatation allant à l'encontre des théories suggérant différents sous-groupes de dyscalculiques. L'une des principales caractéristiques du trouble du calcul est ici une incapacité à traiter simultanément les petites numérosités (jusqu'à 3), qui sont traitées par les deux groupes de dyscalculiques (associé ou non à une dyslexie) de façon sérielle et non simultanée.

D'un point de vue étiologique, la co-occurrence de dyslexie et de dyscalculie a pu être attribuée à un facteur génétique commun (Knopik et coll., 1997), encore qu'il soit bien difficile de distinguer ce qui, dans une difficulté en mathématique, revient au trouble de la lecture lui-même, à un trouble de la compréhension, ou encore à un trouble de mémoire de travail associé.

Reste le cadre du syndrome développemental de Gerstmann (Benson et Geschwind, 1970), dont l'existence a été contestée, mais qui a eu, outre le mérite d'attirer l'attention sur le lien entre calcul et gnosies digitales, celui de soulever la possible homologie entre un syndrome neurologique classique en pathologie lésionnelle de l'adulte, attribué à une lésion focale du lobe pariétal inférieur gauche, et un syndrome développemental où la majorité des symptômes évoquent pourtant plutôt un déficit hémisphérique droit...

À cet égard, les récentes données d'imagerie cérébrale fonctionnelle, démontrant le rôle singulier du lobe pariétal, en particulier le sillon intra-pariétal droit, dans la fonction de numérosité, a apporté une nouvelle dimension neurologique à la notion de dyscalculie (Dehaene et coll., 2004).

Dyslexie et dyschronie

Dans l'étude française (Habib, 2003), 35 cas de « dyschronie » associés à la dyslexie sont rapportés. La dyschronie concerne un domaine assez peu exploré et aux limites encore floues chez les enfants souffrant de troubles du langage oral ou écrit. Le tableau 12.III présente le questionnaire à partir duquel a été établi ce diagnostic. Ce questionnaire, rempli par les parents, a été validé précédemment (Daffaure et coll., 2001), comme donnant une appréciation fiable des difficultés que peut rencontrer l'enfant dans les différents aspects du repérage temporel. Le score à ce questionnaire est très significativement corrélé à une tâche de reproduction de rythmes et à une tâche de jugement d'ordre temporel (Rey et coll., 2002). Toutes ces mesures étaient également corrélées avec les tâches de conscience phonologique, mais pas avec les tâches de lecture, suggérant que le déficit de traitement temporel n'est pas directement impliqué dans le déterminisme du trouble de la lecture.

Tableau 12.III : Questionnaire de repérage temporel proposé aux parents (Daffaure et coll., 2001)

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
1- Il (Elle) se souvient difficilement des jours / mois / année que nous sommes.					
2- Il (Elle) confond les moments de la journée matin / après-midi / soirée.					

Jamais Rarement Parfois Souvent Très souvent

- 3- Un événement qui est survenu le matin, il (elle) peut le placer la veille.
- 4- Pour un événement qui est survenu il y a quelques jours, il (elle) peut dire : « il y a très longtemps ».
- 5- Il lui est difficile de comprendre les relations existantes entre les membres de la famille : grands-parents, tantes, neveux, beau-frère.
- 6- Il (Elle) a du mal à comprendre les notions de hier, demain ou après-demain.
- 7- Il (Elle) a des difficultés à lire l'heure sur un cadran.
- 8- Il (Elle) se trompe lorsqu' il (elle) doit évaluer la durée d'un film, la durée d'une activité, voire même la durée d'une nuit de sommeil.
- 9- Vous avez besoin de lui donner des indices pour qu'il (elle) se repère dans une semaine (lundi : école ; mercredi : activités extra-scolaires ; dimanche : repos ...).
-

Le terme de dyschronie a été pour la première fois appliqué à la dyslexie par Rodolfo Llínas (1993) qui fait l'hypothèse que le cerveau du dyslexique manquerait d'un système de « *pace-maker* », capable de fournir le rythme d'activation neuronale à des systèmes de neurones, éventuellement situés à distance du *pace-maker* lui-même. Parmi les structures candidates à jouer ce rôle, Llínas propose le cervelet, dont l'organisation anatomo-fonctionnelle est particulièrement propice à une telle régulation des aspects temporels d'autres régions, en particulier corticales (Ivry et coll., 2002). Les tâches de perception de la durée d'un stimulus sont particulièrement altérées lors de lésions cérébelleuses (Ivry et Keele, 1989). Or, des dyslexiques ont été retrouvés déficitaires sur ce type de tâches (Nicolson et coll., 1995), bien que cela n'ait pas toujours été répliqué (Ramus et coll., 2003a et b). Par ailleurs, d'autres raisons sont évoquées pour lesquelles un rôle du cervelet a pu être proposé dans la dyslexie.

Dyslexie et trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

Sous la rubrique « déficit de l'attention et comportements perturbateurs », le DSM-IV définit un ensemble de troubles qui entretiennent des liens réciproques encore mal connus, mais indéniablement très étroits et complexes avec les troubles des apprentissages. Les trois principaux diagnostics dans cette rubrique sont : le trouble déficit d'attention avec hyperactivité (TDAH),

le trouble des conduites (sous-entendu conduites sociales) et le trouble oppositionnel avec provocation, souvent considéré comme une forme précoce des deux premiers. Le trouble déficit d'attention avec hyperactivité représente la comorbidité psychiatrique la plus fréquente chez les dyslexiques. Alors que la prévalence de chacune des deux affections est d'environ 5-7 %, il est admis que 25 à 40 % des enfants hyperactifs souffrent de troubles de lecture (Dykman et Ackerman, 1991 ; Semrud-Clikeman et coll., 1992), alors que 15 à 40 % des dyslexiques remplissent les critères de déficit d'attention avec hyperactivité (Gilger et coll., 1992 ; Shaywitz et coll., 1995 ; Willcutt et Pennington, 2000). De même, il a de longue date été démontré que les enfants présentant des troubles de lecture ont un risque 5 fois plus fort de présenter des comportements antisociaux que le reste de la population (Rutter et Yule, 1970), alors que des travaux plus récents ont révélé la fréquence élevée de troubles de lecture dans des populations de délinquants et d'enfants avec troubles des conduites (Hawkins et Lishner, 1987 ; Frick et coll., 1991). Globalement, cependant, on admet que les troubles du comportement chez les dyslexiques sont « médiés » par la plus grande fréquence chez eux de signes d'hyperactivité. Pour autant, la question du mécanisme sous-jacent à cette association est loin d'être résolue. Pour certains, la plus grande fréquence de troubles de la lecture chez les sujets hyperactifs serait la seule conséquence de difficultés de compréhension liées au déficit d'attention (Samuelson et coll., 2004). Pour d'autres, au contraire, il existerait bien un lien, sans doute d'ordre génétique, entre les deux affections. Dans cette conception, le déficit d'attention avec hyperactivité peut être considéré comme un autre syndrome « dys ». L'association « dyslexie et hyperactivité » sera également traitée dans le chapitre sur les troubles associés comportementaux et émotionnels.

Dyslexie et troubles moteurs

Dans la population citée ci-dessus (Habib, 2003), les troubles concernant la motricité (dyspraxie et dysgraphie) représentent 56 cas, soit 26 % de la population totale. La comorbidité entre dyslexie et troubles moteurs est particulièrement intéressante, car elle a fourni une piste pour tenter d'expliquer la dyslexie.

Comme le fait remarquer Albaret (1995), la notion de dyspraxie a connu un très grand nombre de dénominations, révélant la complexité et le peu de compréhension que les scientifiques possèdent encore de ces problèmes. C'est ainsi que l'on rencontre les termes de « maladresse anormale » (Orton), « maladresse congénitale » (Ford), « dyspraxie de développement » (Brain), « apraxie de développement » (Walton), « maladresse de développement » (Reuben et Bakwin), les tableaux « d'agnosie et apraxie du développement » (Gubbay), les « dyspraxies-dysgnosies de développement » (Lesny, 1980) et,

dernièrement, le trouble d'acquisition des coordinations (DSM-IV) ou le trouble spécifique du développement moteur (CIM-10) (Albaret, 1995).

On admet cependant que les troubles de la coordination, qui représentent environ 6 % (Albaret, 1995 ; Kadesjö et Gillberg, 1999) de la population générale, avec ici encore une nette prédominance de garçons, comportent divers symptômes aisément reconnaissables, mais qui se regroupent entre eux de manière très variable. Schématiquement, on reconnaît des troubles des « praxies », c'est-à-dire de la capacité à choisir, planifier, séquencer, et exécuter le mouvement, avec des conséquences d'importance variable sur les actes de la vie quotidienne (sauter, lacer ses chaussures, attraper une balle), en fait tous les actes qui nécessitent une bonne coordination gestuelle. L'incidence de ces troubles sur les apprentissages peut être majeure : parfois des actes aussi simples que tirer un trait avec un crayon et une règle, voire sortir sa gomme de sa trousse, peuvent être un obstacle insurmontable pour l'enfant à l'école. L'un des meilleurs exemples de la nécessité d'une bonne coordination visuo-motrice dans les apprentissages est sans doute celui de la poursuite visuelle, souvent altérée chez les dyspraxiques, et nécessaire à l'apprentissage de la lecture. Mais les troubles chez le dyspraxique ne se résument pas à des troubles moteurs, ou même de coordination sensori-motrice : des troubles de nature purement sensorielle peuvent sans doute être intégrés dans le concept de dyspraxie, de manière plus ou moins franche, intéressant de manière variable les principaux systèmes sensoriels impliqués dans la motricité : système proprioceptif, visuel et vestibulaire. En fait, toute action impliquant la gestualité et/ou la posture nécessite également des capacités perceptives et visuo-spatiales intactes, de sorte qu'il est difficile de dissocier ce qui est purement praxique, de ce qui relève de capacités perceptives. Cette complexité est bien illustrée dans la réalisation de la figure de Rey, outil classique appartenant à la fois au neuropsychologue et au psychomotricien, et particulièrement utile pour déceler des troubles de l'intégration visuo-praxique. En outre, parmi les troubles moteurs eux-mêmes, on va pouvoir distinguer ceux qui touchent les muscles proximaux et la posture, de ceux qui touchent l'exécution des mouvements fins et distaux, ou encore ceux qui concernent globalement tous les types de motricité. On comprend donc que, selon la présence ou l'absence de tous ces symptômes, les tableaux puissent être, au final, éminemment variables entre divers patients, pourtant tous qualifiés de dyspraxiques ou DCD (*developmental coordination disorder*).

Ces constatations ont amené diverses équipes à rechercher des sous-types de dyspraxie, correspondant à des associations variées de symptômes et les différents types de regroupements possibles, en utilisant des outils statistiques sophistiqués à la recherche de « *clusters* » ou regroupements de signes (Dewey et Kaplan, 1994 ; Hoare, 1994). De manière générale, ces tentatives ont été peu fructueuses, et certains se sont même demandés (Macnab et coll., 2001) si l'utilisation d'outils statistiques tels que l'analyse de *cluster* est une méthode pertinente pour approcher la question, face à l'incapacité des

modèles proposés à suggérer des mécanismes différents selon les sous-types, et donc des thérapeutiques appropriées.

Un article de Visser (2003) suggère que la meilleure approche est l'étude des comorbidités. D'après cet auteur, il existe un « fond de comorbidité » entre les troubles développementaux de coordination (DCD), les troubles déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH), les troubles de la lecture et les troubles du langage oral (SLI). Par exemple, Hill (2001), qui a mené une revue de littérature sur ce sujet, rapporte une importante comorbidité entre SLI et DCD, au point de suggérer que le SLI n'est pas vraiment un trouble spécifique du langage.

De même, il existe des arguments convergents montrant une forte comorbidité entre DCD et TDAH. Kadesjö et Gillberg (1999) ont ainsi montré qu'environ la moitié des enfants de 7 ans qu'ils avaient diagnostiqués comme dyspraxiques avaient également des symptômes de TDAH de sévérité variable. De la même manière, pour Kaplan et coll. (1998), dans une étude de 115 enfants référés pour des troubles de l'attention et de l'apprentissage, 53 seulement étaient considérés comme des « cas purs », 62 présentant en fait une comorbidité, avec au premier plan la comorbidité DCD-TDAH. Sur ces 62 cas, 23 avaient des déficits dans tous les secteurs mesurés.

Rasmussen et Gillberg (2000) ont spécifiquement considéré le problème des sous-types et de la comorbidité en relation avec le pronostic ultérieur des patients. Dans une étude longitudinale de 55 enfants ayant reçu le diagnostic de TDAH, ils ont distingué ceux qui avaient des signes concomitants de troubles de coordination, et ceux sans de tels signes. À l'âge de 22 ans, les patients étaient comparés à 46 sujets témoins appariés en âge, sans signes ni de TDAH, ni de DCD. Dans le groupe avec TDAH, 58 % avaient eu une évolution défavorable en termes de troubles d'apprentissage, de niveau scolaire atteint, et même de problèmes d'adaptation sociale. Le pronostic le plus défavorable était retrouvé chez les enfants ayant une comorbidité avec des troubles de coordination.

Dewey et coll. (2002) ont étudié 45 enfants identifiés comme dyspraxiques, 51 comme suspects de dyspraxie et 78 enfants témoins, à l'aide d'une batterie de tâches de lecture, d'écriture et d'orthographe. Les résultats montrèrent que tout autant les DCD que les enfants suspects de dyspraxie étaient significativement déficitaires par rapport aux témoins sur toutes les tâches de langage écrit.

Enfin, Piek et coll. (1999) ont recherché des troubles de la coordination chez des enfants hyperactifs, et ont retrouvé une incidence importante de troubles permettant de parler de dyspraxie. En outre, un patron de déficit moteur différent fut retrouvé selon le type de trouble d'hyperactivité : chez les enfants diagnostiqués comme à prédominance inattentive, ce sont les troubles de la motricité fine qui étaient principalement relevés, alors que

chez ceux porteurs du diagnostic de TDAH de forme mixte (à la fois inattentifs et hyperactifs), les troubles moteurs étaient plus globaux. En outre, ces auteurs notèrent une forte association entre le degré d'inattention et la sévérité du trouble moteur.

Enfin, la question spécifique des liens entre troubles de la coordination et difficultés de lecture a fait l'objet d'un intérêt particulier. Une des questions majeures encore non résolues est de savoir s'il existe une forme particulière de dyslexie qui accompagnerait de façon spécifique les troubles de la coordination sensori-motrice chez le dyspraxique. Dans la plupart des travaux sur le sujet, il est rapporté que plus de la moitié des dyspraxiques ont également des troubles d'apprentissage de la lecture. Fletcher-Flinn et coll. (1997) ont testé 28 enfants de 8 ans sur leurs capacités de langage oral et écrit, incluant la conscience phonologique, de coordination motrice et de discrimination visuelle et d'intégration visuo-motrice. Les résultats ont montré que la conscience phonologique restait le meilleur prédicteur des capacités de lecture, alors que les déficits visuo-perceptifs n'étaient corrélés qu'avec l'orthographe et les tests de coordination motrice.

De même, O'Hare et Khalid (2002) ont étudié 23 enfants avec un diagnostic de DCD et recherché les troubles de lecture à la fois par un questionnaire parental et une batterie de tests, par comparaison à un groupe témoin de 136 enfants à développement normal. Parmi les cas de DCD, 87 % avaient des troubles de l'écriture et 70 % des troubles de la lecture, comparés à des taux bien plus bas (15 et 14 % respectivement) dans le groupe témoin. Ces auteurs ont été à même de mettre en relation ces troubles avec des symptômes suggérant une dysfonction cérébelleuse, mais tout autant pour les DCD avec que sans troubles de l'écrit.

Finalement, comme le souligne Visser (2003), les théories et approches spécifiquement focalisées sur le trouble moteur n'ont pas réellement fait la preuve d'une grande efficacité dans le développement d'un modèle causal de ces affections. Au contraire, d'après cet auteur, les théories cherchant à rendre compte de l'association entre troubles moteurs et autres syndromes ont plus de chance d'être fructueuses, telle que l'hypothèse du déficit d'automatisation (Fawcett et Nicolson, 1992), qui fournit un « cadre rationnel pour la coexistence d'un ensemble de problèmes développementaux, tels que les difficultés d'articulation, de lecture, de coordination et d'attention. La théorie peut donc s'avérer utile dans la recherche de dysfonctions cérébrales sous-tendant les cas de comorbidité entre DCD, TDAH et troubles d'apprentissage du langage oral et écrit. » (Visser, 2003).

Cette coïncidence entre troubles moteurs et troubles de l'apprentissage en général, et de la lecture en particulier, a été un des supports de la théorie cérébelleuse qui représente l'une des pistes dans la quête actuelle des chercheurs pour une meilleure compréhension des déficits neurocognitifs sous-jacents aux troubles d'apprentissage.

De la dyspraxie à la dysgraphie

L'expérience clinique montre qu'il est rare qu'un enfant dyspraxique ait une écriture intacte. À l'inverse, il existe beaucoup de dysgraphiques chez qui on ne met pas en évidence de signes francs de dyspraxie.

Parmi les 209 consultants du CHU de Marseille (Habib, 2003), 19 enfants ont reçu un diagnostic principal de dyspraxie, dont 12 (63 %) étaient également dyslexiques. Une dysgraphie n'était présente que chez 7 (36 %) d'entre eux, alors que 26 sur les 177 dyslexiques (14 %) étaient également dysgraphiques. Cette apparente discordance provient sans doute du fait que la dysgraphie se remarque plus facilement chez un enfant n'ayant pas d'autre trouble moteur évident. Mais il faut reconnaître que les cliniciens manquent d'outils standardisés pour qualifier une écriture de dysgraphique.

Dans une autre étude de la même équipe (Brun-Hénin et coll., en préparation), 11 adultes dyslexiques ont également été examinés pour leurs performances en expression écrite. Chaque sujet a reçu d'une part une évaluation de la lecture (incluant la conscience phonologique) et de l'orthographe, et d'autre part deux approches de l'expression écrite, l'une mesurant la fluidité de l'écriture et la présence d'irrégularités de la production selon une grille utilisée classiquement en psychomotricité, l'autre, utilisant l'enregistrement de données par l'intermédiaire d'une tablette graphique (le nombre de levers du crayon, la pression et la vitesse du geste graphique lui-même). Les données d'évaluation clinique de l'écriture montrent d'une part une altération nette par rapport à des témoins non dyslexiques, avec en particulier une performance située entre 2 et 3 écarts-types en dessous de témoins non dyslexiques appariés (un seul sujet dyslexique obtient un score du niveau de la moyenne des témoins) ; et d'autre part, une corrélation nette avec toutes les mesures de lecture et de conscience phonologique, confirmant la proportionnalité entre le trouble de l'écrit ainsi mesuré et la sévérité de la dyslexie résiduelle. En revanche, ces déficits n'apparaissent plus si l'on considère les mesures effectuées sur la tablette graphique, donnant une appréciation plus directe d'un éventuel trouble de la coordination motrice. En particulier, la mesure de la pression moyenne ou celle de la vitesse du geste ne montrent ni différence significative entre dyslexiques et témoins, ni corrélation avec les épreuves de lecture et d'orthographe. Seulement 2 sur les 11 dyslexiques semblent franchement s'écarter de la moyenne des normaux. Ainsi, il apparaît que les difficultés que rencontrent, une fois adultes, les dyslexiques dans leur expression écrite, peuvent être de deux types : dans la majorité des cas, il s'agit de simples conséquences des difficultés générales avec l'écrit, capables de modifier et d'altérer la réalisation graphique de façon significative mais sans réel trouble neuro-moteur sous-jacent ; dans d'autres cas, plus rares, il pourrait s'agir d'une véritable association entre dyslexie et dyspraxie, et on s'attend alors à voir ces sujets échouer également dans d'autres tâches motrices que l'écriture. Des études similaires chez l'enfant sont en cours pour

tester plus directement cette hypothèse. Finalement, les liens entre DCD et troubles des apprentissages peuvent répondre à deux cas de figure : soit il s'agit d'une dyspraxie avec ses conséquences multiples et variables sur la réalisation des gestes, incluant l'écriture, soit le trouble est plus circonscrit au domaine de l'écriture elle-même et apparaît alors comme en lien étroit avec les performances dans le domaine linguistique. Dans ce dernier cas, la dysgraphie ne confère pas de particularité au profil cognitif de l'enfant, qui reste celui d'un trouble éminemment langagier, avec son cortège de difficultés d'intensité variable dans l'acquisition du langage oral, et surtout phonologique retentissant de manière proportionnelle sur la lecture. Dans les cas plus proprement dyspraxiques, au contraire, le profil cognitif est atypique, avec souvent un avantage des performances verbales sur les tâches non verbales au niveau du QI, écart parfois de l'ordre de plusieurs dizaines de points. Ce profil plus rare est souvent qualifié de « syndrome développemental non verbal », ou encore « hémisphérique droit », pour rappeler que les fonctions altérées sont celles classiquement attribuées à l'hémisphère droit, alors que les fonctions de nature linguistique, donc plus proprement hémisphériques gauches, sont relativement préservées. Il faut cependant admettre que cette distinction entre déficit verbal et non verbal, éminemment basée sur l'observation clinique de secteurs cognitifs et sensorimoteurs altérés ou au contraire intacts, et qui a eu un succès certain avant les années 1990 (voir par exemple Rourke, 1989 et 1995), n'est pratiquement plus citée dans les recherches actuelles. Il est probable que cette prise de distance de la part des chercheurs vis-à-vis d'une telle conception des troubles d'apprentissage, sans doute jugée trop globale, a le tort de s'éloigner par là même de la réalité clinique et sans doute d'occulter de nouvelles pistes de recherche potentiellement intéressantes.

Précocité et surdoués

Les travaux statistiques sur l'association entre précocité³⁰ et troubles d'apprentissage sont rares. Hormis l'association classique entre précocité et préférence manuelle atypique (Halpern, 2000) et les données incontestables en faveur d'une nette prédominance de garçons parmi les enfants doués en mathématiques (Benbow, 1988), il n'y a pratiquement aucun article scientifique consacré à l'étude de l'association précocité/trouble d'apprentissage. La seule association parfois relevée est l'hyperactivité, encore cette dernière n'est-elle pas particulièrement commentée ni discutée dans ses mécanismes

30. Si le concept commence à être assez unanimement reconnu comme une entité neuropsychologique, définie par un chiffre de quotient intellectuel supérieur à 130, la diversité des termes utilisés (enfant intellectuellement précoce, enfant à haut ou fort potentiel, enfant surdoué, en Anglais « *gifted child* ») traduit une absence de consensus sur les mécanismes sous-jacents.

(Kaufmann et coll., 2000). Assez paradoxalement, les commentaires de nature pédagogique abondent sous forme non scientifique, par exemple dans des dizaines d'articles ou de témoignages recueillis sur Internet. Ainsi, la recherche des mots clés *giftedness + dyslexia* donne 15 600 réponses sur le moteur de recherche généraliste « Google » et aucune sur la base de données scientifiques « Pubmed ».

Comme l'ont montré Kaufmann et coll. (2000), le syndrome d'hyperactivité est plus sévère chez les intellectuellement précoces, ce qui semble suggérer que les précoces moins sévèrement touchés parviennent à compenser leur hyperactivité modérée, de sorte que seuls les plus sévèrement hyperactifs peuvent être diagnostiqués.

Les enfants précoces avec trouble d'apprentissage peuvent être répartis en trois catégories :

- les enfants doués identifiés comme souffrant de trouble discret d'apprentissage ;
- les enfants non identifiés comme précoces ni comme dyslexiques, et dont la réussite scolaire, en général moyenne, nécessite des efforts constants et démesurés par rapport à leurs véritables compétences ;
- les enfants suivis et traités pour leur trouble d'apprentissage et dont on découvre tardivement la précocité (Baum, 1990).

Les estimations les plus basses indiquent que 2 à 10 % des enfants enrôlés dans les études américaines sur les surdoués souffrent également de troubles spécifiques d'apprentissage (Dix et Schafer, 1996), ce qui n'est pas significativement plus fréquent que dans la population générale, mais environ 40 % des écoliers surdoués ne sont pas diagnostiqués avant le lycée (Ferri et coll., 1997).

Dans la population française de 209 enfants avec troubles d'apprentissage (Habib, 2003), le diagnostic de précocité a été posé 25 fois ce qui représente environ 12 % des cas, alors que si on s'en tient à la définition classique du surdoué comme ayant un QI supérieur à 130, ils représenteraient moins de 2,5 % de la population générale. Certes, ici encore, on peut penser que le recrutement d'une consultation hospitalière spécialisée est biaisée en faveur de cas exceptionnels, mais l'écart constaté est, pour le moins, massif. Cette incidence est considérable quand on réalise que ces enfants ont souvent une réussite scolaire médiocre, avec son cortège de dépréciation par leur entourage et par eux-mêmes, pouvant compromettre durablement leur avenir socioprofessionnel, alors que leurs capacités intrinsèques devraient en théorie leur donner des facilités intellectuelles largement au-dessus de celles de leurs pairs. C'est dire l'importance pour le clinicien de ne pas passer à côté de cette éventualité face à un trouble d'apprentissage, au risque de compromettre définitivement l'avenir de ces enfants. C'est dire aussi que la fréquence de l'association a plus de chances d'être sous-estimée que surestimée.

Quant aux autres comorbidités observées chez les 25 cas de précocité, 17 (68 %) étaient également dyslexiques, en général une dyslexie de type visuelle (11) plutôt que phonologique (6), 8 étaient dysgraphiques, 6 avaient des troubles attentionnels et 7 des troubles d'acquisition du langage oral. Ces chiffres ne signifient pas que 68 % des enfants précoces ont des difficultés de lecture, puisque ce recrutement ne concernait que les enfants souffrant de difficultés d'apprentissage, ce qui n'est pas le cas de tous les enfants précoces...

Si les arguments font encore défaut pour associer dyslexie et précocité, ceux-ci ne manquent pas en revanche pour suggérer un développement cérébral atypique chez le surdoué. Dans une étude récente de 195 enfants ayant un quotient intellectuel supérieur à 130, Louis et coll. (2005) ont retrouvé deux types de facteurs significativement associés à la précocité : des facteurs d'ordre psychosocial, en particulier le statut marital des parents et leur niveau d'études, mais aussi des facteurs évoquant une altération d'ordre neurobiologique (grossesse anormale, stress périnatal, et terrain migraineux). Les auteurs discutent en particulier le possible effet à la fois physiologique et psychologique d'un stress périnatal sur le développement de l'enfant. Dans la littérature anglo-saxonne, les études sur les corrélats biologiques de la précocité ont surtout concerné des populations d'étudiants à haut degré de performance en mathématique. Les études de Camilla Benbow sont ainsi parmi les plus célèbres, dont celle montrant un plus grand nombre de gauchers et d'allergiques de même qu'un fonctionnement cognitif plutôt bihémisphérique (Benbow, 1986), autant de facteurs potentiels également invoqués à l'origine de la dyslexie.

Dans un cadre un peu différent, certains auteurs se sont demandés si une population de dyslexiques pourrait posséder un avantage cognitif sur la population générale, souvent désigné sous le terme de « talent ». L'un de ces talents souvent reconnus au dyslexique est une capacité supérieure dans le traitement visuo-spatial. Pourtant, les études réalisées dans ce domaine ont donné des résultats assez contradictoires. L'une des dernières, toutefois, est en faveur d'une supériorité générale des dyslexiques dans une tâche de décision sur des figures tridimensionnelles « impossibles », nécessitant de mettre en jeu une stratégie purement visuelle de rotation mentale (von Karolyi et coll., 2003). Une autre étude récente (Chiarello et coll., 2006) rapporte par le détail l'observation d'un adulte de 28 ans, à l'évidence sévèrement dyslexique et intellectuellement précoce, brillant étudiant en sciences sociales, avec un QI non verbal au 86^e percentile (PM 38) et pourtant en difficulté dans divers domaines de ses capacités cognitives dont le langage écrit, la mémoire et les capacités d'apprentissage, mais paradoxalement aussi certains aspects des mathématiques alors qu'il se disait globalement doué pour les maths. Par exemple, il enseignait brillamment les statistiques, mais se trouvait gêné par des calculs simples lorsqu'il devait faire une démonstration en cours. Globalement, après une scolarité à peine médiocre, il réussit de

brillantes études supérieures. Enfin, toutes les épreuves de langage écrit (sauf la compréhension) et certaines épreuves de langage oral, comme la morpho-syntaxe, étaient très déficitaires, laissant présumer de considérables facultés de compensation pour expliquer sa réussite actuelle. Les auteurs analysèrent avec attention son IRM cérébrale sur laquelle ils ont pu mettre en évidence un patron d'anatomie des sillons et des circonvolutions de la région pariétale inférieure, tout à fait inhabituel, se traduisant par une absence d'opercule pariétal sur l'hémisphère droit. Or, cet aspect est tout à fait exceptionnel, puisque les auteurs ne l'ont jamais retrouvé sur une soixantaine de sujets témoins. De manière très troublante, cet aspect a été également cité dans un cas célèbre de la littérature, le cerveau d'Albert Einstein, analysé il y a une dizaine d'années par Witelson et coll. (1999), une constatation qui avait donné lieu à l'époque à une énorme contestation dans le milieu scientifique, dénonçant quasi-unanimement un « inacceptable réductionnisme » et une « voie de recherche sans issue » (voir par exemple Galaburda, 1999). L'étude récente de Chiarello semblerait bien prouver le contraire³¹.

Incontestablement, la littérature est encore insuffisamment précise dans le domaine pour permettre de mesurer la fréquence exacte de l'association entre précocité et trouble des apprentissages, et de nouvelles études sont nécessaires. Mais si le fait se confirme, considérer la précocité intellectuelle comme une comorbidité de la dyslexie et des autres troubles d'apprentissage serait d'une importance théorique indéniable, fournissant un puissant instrument de réflexion pour aborder la question des mécanismes sous-jacents. En effet, plus encore que la co-occurrence de deux types de déficits, comme par exemple la dyslexie et la dyscalculie, l'observation chez un même individu d'un déficit et d'un talent particulier oblige à raisonner de manière différente. L'observation de deux déficits peut se concevoir à la lumière de la neuropsychologie modulaire classique comme l'effet d'un même processus pathologique sur deux modules distincts, tout comme une embolie cérébrale, par exemple, peut provoquer deux lésions distantes, l'une frontale, l'autre pariétale, et donner ainsi l'addition de symptômes de dysfonction frontale à des symptômes de dysfonction pariétale. Par analogie, on pourra alors présumer qu'un processus neurodéveloppemental pathologique puisse résulter à la fois en un déficit de nature linguistique (évoquant une dysfonction frontale gauche) et en un déficit de nature visuo-spatiale, évoquant une dysfonction pariétale droite. Dans ce contexte, on expliquera volontiers les différences entre syndromes lésionnels et syndromes développementaux par les qualités

31. De manière générale, les travaux d'imagerie dans le domaine de la précocité intellectuelle sont excessivement rares. On retiendra les écrits de Michael O'Boyle, en particulier une étude de sujets « mathématiquement doués » (O'Boyle et coll., 2005) dans laquelle ces auteurs retrouvent en IRM fonctionnelle un patron d'activation par une tâche de rotation mentale significativement plus vaste, en particulier dans les régions pariétales supérieures et frontales internes, par rapport à des sujets témoins.

de plasticité que possède le cerveau de l'enfant et que ne possède plus le cerveau adulte (Thomas et Karmiloff-Smith, 2002).

Mais si une telle explication peut à la rigueur se concevoir pour l'association de deux types de déficits, elle rend bien moins aisément compte de l'association d'un déficit avec un talent particulier. Dans ce cas, il est nécessaire d'imaginer qu'un processus commun ait été capable de provoquer à la fois la dysfonction d'un module et le meilleur fonctionnement d'un autre, ce qui contraint considérablement les modèles explicatifs potentiels. Par exemple, l'explication classique faisant du trouble phonologique l'unique déterminant du trouble d'apprentissage chez le dyslexique, peut être mise en difficulté par la constatation de déficits comorbides, et plus encore par celle de talents concomitants.

En conclusion, cette revue de littérature montre à quel point le concept de comorbidité est fondamental dans les troubles d'apprentissage et facteur de complexité tant pour le clinicien que pour le chercheur. Le clinicien doit rechercher et prendre en charge toutes les facettes du trouble, facettes relevant souvent de compétences professionnelles différentes, incitant encore une fois à promouvoir de manière impérative une attitude multidisciplinaire, volontiers aujourd'hui matérialisée sous la forme de réseaux de soins.

Pour le chercheur, ce concept est un puissant moteur pour avancer des hypothèses tentant d'expliquer par un ou des facteurs communs la survenue concomitante de plusieurs conditions, telles que celles revues ci-dessus. Il est clair qu'en retour, les avancées de la recherche ne pourront qu'être profitables à la démarche du clinicien.

BIBLIOGRAPHIE

AHISSAR M, PROTOPAPAS A, REID M, MERZENICH MM. Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2000, **97** : 6832-6837

ALBARET JM. Évaluation psychomotrice des dyspraxies de développement. *Evolutions Psychomotrices* 1995, **7** : 3-11

AUGUST G, GARFINKEL B. Comorbidity of ADHD and reading disability among clinic-referred children. *J Abnorm Child Psychol* 1990, **18** : 29-45

BAUM S. The gifted/learning disabled: A paradox for teachers. *Education Digest* 1990, **8** : 54-57

BENBOW CP. Physiological correlates of extreme intellectual precocity. *Neuropsychologia* 1986, **24** : 719-725

BENBOW CP. Sex differences in mathematical reasoning ability in intellectually talented preadolescents: their nature, effects and possible causes. *Brain Behav* 1988, **11** : 169-232

BENSON DF, GESCHWIND N. Developmental Gerstmann syndrome. *Neurology* 1970, **20** : 293-298

BILLARD C, DUCOT B, PINTON F, COSTE-ZEITOUN D, PICARD S, WARSZAWSKI J. Validation de la BREV, Batterie clinique d'évaluation des fonctions cognitives, en comparaison à une batterie de référence, dans les troubles des apprentissages. *Arch Fr Ped* 2006, **13** : 23-31

BISHOP DVM, SNOWLING MJ. Developmental Dyslexia and Specific Language Impairment: Same or Different? *Psychological Bulletin* 2004, **130** : 858-886

BRUN-HÉNIN F, CAY-MAUBUISSON M, HABIB M. Troubles de l'écriture résiduels chez l'adulte dyslexique. Manuscrit en préparation

CASTLES A, COLTHEART M. Varieties of developmental dyslexia. *Cognition* 1993, **47** : 149-180

CUVELLIER JC, PANDIT F, CASALIS S, LEMAÎTRE MP, CUISSET JM, et coll. Analyse d'une population de 100 enfants adressés pour troubles d'apprentissage scolaire. *Archives de pédiatrie* 2004, **11** : 201-206

CHIARELLO C, LOMBARDINO LJ, KACINIK NA, OTTO R, LEONARD CM. Neuroanatomical and behavioral asymmetry in an adult compensated dyslexic. *Brain Lang* 2006, **98** : 169-181

DAFFAURE V, DE MARTINO S, CHAUVIN C, CAY-MAUBUISSON M, CAMPS R, et coll. Dyslexie de développement et trouble temporel : de la perception auditive à la perception du temps conventionnel. *Rev Neuropsychol* 2001, **11** : 115-116

DEHAENE S, MOLKO N, COHEN L, WILSON AJ. Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology* 2004, **14** : 218-224

DEWEY D, KAPLAN BJ. Subtyping of developmental motor deficits. *Developmental Neuropsychology* 1994, **10** : 265-284

DEWEY D, KAPLAN BJ, CRAWFORD SG, WILSON BN. Developmental coordination disorder: associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Hum Mov Sci* 2002, **21** : 905-918

DIX J, SCHAFER S. From paradox to performance: Practical strategies for identifying and teaching g/lid students. *Gifted Child Today Magazine* 1996, **19** : 22-31

DYKMAN RA, ACKERMAN PT. ADD and Specific Reading Disability: Separate but often overlapping disorders. *Journal of Learning Disabilities* 1991, **24** : 96-103

FAWCETT AJ, NICOLSON RI. Automatization deficits in balance for dyslexic children. *Perceptual and Motor Skills* 1992, **75** : 507-529

FERRI B, GREGG N, HEGGOY S. Profiles of college students demonstrating learning disabilities with and without giftedness. *J Learning Disabilities* 1997, **30** : 552-559

FLETCHER-FLINN C, ELMES H, STRUGNELL D. Visual-perceptual and phonological factors in the acquisition of literacy among children with congenital developmental coordination disorder. *Dev Med Child Neurol* 1997, **39** : 158-166

FRICK PJ, KAMPHAUS RW, LAHEY BB, LOEBER R, CHRIST MAG, et coll. Academic underachievement and the disruptive behavior disorders. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 1991, **59** : 289-294

GALABURDA AM. Albert Einstein's brain. *Lancet* 1999, **354** : 1821-1822

GILGER JW, PENNINGTON BF, DEFRIES JC. A twin study of the etiology of comorbidity: Attention deficit-hyperactivity disorder and dyslexia. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 1992, **31** : 343-348

GIRAUD K, DEMONET DÉMONET JF, HABIB M, MARQUIS P, CHAUVEL P, LIEGEOIS-CHAUVEL C. Auditory Evoked Potential Patterns to Voiced and Voiceless Speech Sounds in Adult Developmental Dyslexics with Persistent Deficits. *Cereb Cortex* 2005, **15** : 1524-1534

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

HABIB M. La dyslexie à livre ouvert. Résodys, Marseille, 2003 : 171 p

HALPERN D. Sex differences in Cognitive abilities. 3d edition, Erlbaum, Mahwah, NJ, 2000

HAWKINS J, LISHNER D. Schooling and delinquency. In : Handbook of crime and delinquency prevention. JOHNSON EH (ed). New York, Guilford Press, 1987 : 179-221

HILL EL. Non-specific nature of specific language impairment: A review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International J Language Communication Disorders* 2001, **36** : 149-171

HOARE D. Subtypes of developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly* 1994, **11** : 158-169

IVRY RB, KEELE SW. Timing functions of the cerebellum. *J Cogn Neurosci* 1989, **1** : 136-152

IVRY RB, SPENCERRMC, ZELAZNIKHN, DIEDRICHSEN J. The cerebellum and event timing. *Ann N Y Acad Sci* 2002, **978** : 302-317

KADESJO B, GILLBERG C. Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children. *J Am Acad Child Adol Psychiatry* 1999, **38** : 820-828

KAPLAN BJ, WILSON BN, DEWEY D, CRAWFORD SG. DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science* 1998, **17** : 471-490

KAUFMANN F, KALBFLEISCH ML, CASTELLANOS FX. Attention deficit disorders and gifted students : what do we really know? Storrs, CT, National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut, 2000

KING WM, LOMBARDINO LJ, CRANDELL CC, LEONARD CC. Comorbid Auditory Processing Disorder in Developmental Dyslexia. *Ear & Hearing* 2003, **24** : 448-456

- KNOPIK VS, ALARCON M, DEFRIES JC. Comorbidity of mathematics and reading deficits: evidence for a genetic etiology. *Behav Genet* 1997, **27** : 447-453
- LANDERL K, BEVAN A, BUTTERWORTH B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9 year old students. *Cognition* 2004, **93** : 99-125
- LESNY IA. Developmental dyspraxia-dysgnosia as a cause of congenital children's clumsiness. *Brain & Development* 1980, **2** : 69-71
- LEWIS C, HITCH G, WALKER P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- and 10-year-old boys and girls. *J Child Psychol Psychiatry* 1994, **35** : 283-292
- LIÉGEOIS-CHAUVÉL C, DEGRAAF JB, LAGUITTON V, CHAUVÉL P. Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding. *Cereb Cortex* 1999, **9** : 484-496
- LOUIS J, REVOL O, NEMOZ C, GULAC RM, FOURNERET P. Les facteurs psychophysiologiques de la précocité intellectuelle : résultats d'une enquête comparative chez l'enfant entre 8 et 11 ans. *Arch Pédiatrie* 2005, **12** : 520-525
- LYYTINEN H, AHONEN T, EKLUND K, GUTTORM T, KULJU P, et coll. Early Development of Children at Familial Risk for Dyslexia : Follow-up from Birth to School Age. *Dyslexia* 2004, **10** : 146-178
- LLÍNAS R. Is dyslexia a dyschronia ? *Ann NY Acad Sci* 1993, **682** : 48-56
- MACNAB JJ, MILLER LT, POLATAJKO HJ. The search for subtypes of DCD: Is cluster analysis the answer? *Human Movement Science* 2001, **20** : 49-72
- MANIS FR, SEIDENBERG MS, DOI LM, MCBRIDE-CHANG C, PETERSEN A. On the bases of two subtypes of development dyslexia. *Cognition* 1996, **58** : 157-195
- NICOLSON, RI, FAWCETT AJ, DEAN P. Time estimation deficits in developmental dyslexia: evidence for cerebellar involvement. *Proceedings of the Royal Society* 1995, **259** : 43-47
- O'BOYLE MW, CUNNINGTON R, SILK TJ, VAUGHAN D, JACKSON G, SYNGENIOTIS A, EGAN GF. Mathematically gifted male adolescents activate a unique brain network during mental rotation. *Cognitive Brain Research* 2005, **25** : 583-587
- O'HARE A, KHALID S. The association of abnormal cerebellar function in children with developmental coordination disorder and reading difficulties. *Dyslexia* 2002, **8** : 234-248
- OSTAD SE. Comorbidity between mathematics and spelling difficulties. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 1998, **23** : 145-154
- PIEK JP, PITCHER TM, HAY DA. Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1999, **41** : 159-165
- RAMUS F, PIDGEON E, FRITH U. The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2003a, **44** : 712-722

RAMUS F, ROSEN S, DAKIN SC, DAY BL, CASTELLOTE JM, et coll. Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain* 2003b, **126** : 841-865

RASMUSSEN P, GILLBERG C. Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: A controlled, longitudinal, community-based study. *J Am Acad Child Adol Psychiatry* 2000, **39** : 1424-1431

REY V, DE MARTINO S, ESPESSER R, HABIB M. Temporal processing and phonological impairment in dyslexia. Effect of phoneme lengthening on order judgement of two consonants. *Brain Lang* 2002, **80** : 576-591

ROSEN S. Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything? *J Phonetics* 2003, **31** : 509-527

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

ROURKE BP. Syndrome of non-verbal learning disabilities: neurodevelopmental manifestations. New York, NY, Guilford Press, 1995

RUTTER M, YULE W. Reading retardation and antisocial behavior: The nature of the association. In : Education health and behavior. RUTTER M, TIZARD J, WHITMORE K (eds). Longmans, London, 1970 : 240-255

SAMUELSSON S, LUNDBERG I, HERKNER B. ADHD and reading disability in male adults: is there a connection? *J Learn Disabil* 2004, **37** : 155-168

SEMRUD-CLIKEMAN M, BIEDERMAN J, SPRICH-BUCKMINSTER S, LEHMAN B, FARAONE S, NORMAN D. Comorbidity between ADHD and learning disability: A review and report in a clinically referred sample. *J Am Acad Child Adol Psychiatry* 1992, **31** : 439-448

SHAYWITZ BA, FLETCHER JM, SHAYWITZ SE. Defining and classifying learning disabilities and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology* 1995, **10** : S50-57

THOMAS M, KARMILOFF-SMITH A. Are developmental disorders like cases of adult brain damage? Implications from connectionist modelling. *Behavioral and Brain Sciences* 2002, **25** : 727-788

VELLUTINO FR. Dyslexia: Research and theory. MIT Press, Cambridge, MA, 1979

VISSER J. Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science* 2003, **22** : 479-493

VON KÁROLYI C, WINNER E, GRAY W, SHERMAN GF. Dyslexia linked to talent: Global visual-spatial ability. *Brain and Language* 2003, **85** : 427-431

WILLCUTT EG, PENNINGTON BF. Comorbidity of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: Differences by gender and subtype. *Journal of Learning Disabilities* 2000, **33** : 179-191

WITELSON SF, KIGAR DL, HARVEY T. The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet* 1999, **353** : 2149-2153