

Mise au point et recherche de validation d'un outil de repérage des troubles d'apprentissage en classe de CE1

**Léa SORREAU^{1,2}, Bruno DECARA¹,
Marie Claire HAZARD¹, Agnès SZIKORA³,
Catherine FOSSOUD³,
Danièle DEGREMONT⁴,
Pierre TAUDOU⁴, Michel HABIB²**

¹ LPCS - EA 1189, Université de Nice-Sophia Antipolis ; ² Résodys, Marseille ; ³ Centre de Référence des troubles du langage, CHU de Nice ; ⁴ Rectorat, Académie d'Aix-Marseille

Résumé

À ce jour, il n'existe pas d'outil de mesure validé permettant aux enseignants de classes de CE1 de repérer de manière collective les enfants susceptibles de développer un trouble spécifique des apprentissages. La présente étude vise donc à combler ce manque psychométrique en évaluant le repérage des enfants à risque par REPER-CE1, un outil spécialement mis au point pour couvrir l'ensemble des domaines cognitifs susceptibles d'interférer avec les apprentissages. Quarante-sept élèves ont effectué ce test. Ils ont ensuite été soumis à la passation d'épreuves similaires tirées de la batterie EDA (nouvelle BREV). D'après les analyses statistiques réalisées, REPER-CE1 permet aux enseignants d'effectuer un repérage des difficultés de lecture et de graphisme. Il permet également l'observation du niveau global de l'enfant sur la base de ses scores total et verbal. Les enseignants peuvent également s'appuyer sur le questionnaire joint au test et sur l'épreuve Copie de Phrases qui ont montré des qualités corrélationnelles et de prédictibilité intéressantes. En revanche, les épreuves phonologiques et visuo-attentionnelles se sont révélées trop faciles ou trop différentes des épreuves d'EDA pour discriminer les enfants faibles des autres enfants. Enfin, les épreuves de phonologie sont remises en question, car leur réalisation en classe entière ne permet pas d'obtenir des résultats exploitables.

Summary

To date, there is no validated measurement tool allowing second grade teachers to collectively identify children who are likely to have a specific learning disability. The study herein intends to fill the psychometric gap by evaluating the process of detecting children at risk for learning disability thanks to the assessment tool REPER-CE1, a new tool specially designed to encompass the main cognitive domains likely interfering with initial learning. 97 pupils were tested. Children were then put through the battery of tests 'EDA', a previously validated diagnostic tool which offers an evaluation of the same cognitive domains. According to statistical analyses, REPER-CE1 allows teachers to jointly detect the reading and graphomotor difficulties. Moreover, this test gives information as to the global level of the children thanks to a good correlation between the total and verbal scores of both tests. Teachers also benefit from the questionnaire attached to the test and from the item 'Copy of sentences' which both give interesting qualities of correlation and predictability. On the other hand, phonological and visuo-attentional exercises have proven to be too easy or too far from EDA items to enable isolation of weak children among the others. Eventually, we can cast doubt on the phonological tests as results cannot be exploited due to the fact that tests were carried out in the classroom.

L'enfant d'âge scolaire est entouré de nombreux professionnels qui ont, entre autres, le devoir de prévenir, repérer, dépister et diagnostiquer les éventuelles difficultés d'apprentissage. Le repérage en contexte collectif constitue le premier maillon de la chaîne de prise en charge d'un enfant. Il est effectué en classe par les enseignants qui ont pu observer les difficultés de l'élève sur les différentes activités proposées (Vallée & Dellatolas, 2005). Le repérage des difficultés d'apprentissage est primordial au début de la scolarité de l'enfant. Il permet de cibler les forces et faiblesses de chaque élève favorisant donc une pédagogie adaptée aux capacités et besoins réels des enfants. Ce repérage permet également de faciliter l'orientation précoce des enfants vers des structures de soins ou des professionnels afin de dépister/diagnostiquer et de pallier rapidement à tout handicap interférant avec les apprentissages. C'est ainsi que de nombreux outils ont été construits dans le but de permettre un repérage le plus efficace possible des enfants à risque de se trouver en plus grande difficulté au cours de leur scolarité à venir. Ces batteries possèdent des caractéristiques différentes s'adressant à des âges, des évaluateurs et des processus différents. La modalité (individuelle ou collective) et l'objectif de la passation sont deux autres données à prendre en compte. Le tableau 1, loin d'être exhaustif, présente certaines de ces batteries qui abordent essentiellement, pour la plupart, la question des compétences en matière de langage oral ou écrit. Parmi ces outils, les épreuves destinées spécifiquement au repérage des difficultés des enfants sont peu nombreuses. Elles sont majoritairement construites pour aider les enseignants à étayer leurs observations, les guider dans leur pédagogie et favoriser le dépistage. Les épreuves de dépistage, elles, sont réservées aux médecins scolaires, psychologues et professionnels spécialisés. Elles abordent les capacités de langage (L2MA2, EVAC), mais aussi le fonctionnement plus global de l'enfant grâce à des épreuves diversifiées touchant les capacités attentionnelles, la mémoire ou encore le graphisme (BSEDS, ERTLA6). Les résultats de ces tests permettent de recueillir des informations fiables qui participent amplement au diagnostic visé.

Dans un travail précédent (Habib *et al.*, 2011), motivé par la forte proportion, unanimement reconnue et déplorée, d'élèves ne maîtrisant pas le langage écrit à l'entrée au secondaire, nous avons rapporté les résultats d'une étude réalisée dans la région PACA sur 66 enfants de CM1 et 156 enfants de CM2, utilisant l'outil Reperdys, test destiné à être pratiqué de manière semi-collective par l'enseignant en salle de classe. Cette étude

constituait le premier volet d'un programme plus vaste dénommé « six-pour-dys », associant, en région PACA, une structure de soins, le réseau de santé Résodys, un Centre de référence (CHU Lenval, Nice), l'équipe d'enseignants chercheurs de l'Université de Nice-Sophia-Antipolis (LPCS) et l'ensemble des services de santé scolaire des 6 départements de la région.

La méthodologie de cette étude comportait deux étapes : un repérage par l'enseignant à l'aide de l'outil Reperdys, et une étape de confirmation-dépistage, réalisée par le médecin scolaire, destinée à valider ou invalider l'étape précédente. Cette étude a globalement permis de confirmer la pertinence à la fois de l'outil en tant que moyen de repérage en classe, et la méthodologie utilisée dans sa capacité à fournir des indices de valeur prédictive positive et négative de chacune des sous-épreuves constituant l'outil. Elle a également montré une nette infériorité des performances de la population testée par rapport aux normes fournies par les auteurs du test.

Encouragés par la réussite de ce premier projet et conscients de la nécessité de dépister les élèves en difficulté plus précocement, nous avons ensuite mis en route un second projet s'adressant, cette fois, à des enfants de fin de cycle 2, soit en CE1, selon un protocole similaire incluant : le repérage, autant que possible en mode collectif, par l'enseignant, un dépistage subséquent par le médecin scolaire et une comparaison des résultats des deux étapes. Mais contrairement à l'étude précédente, qui pouvait compter sur l'existence d'outils déjà validés pour la tranche d'âge visée, l'absence de tels outils disponibles pour le niveau du CE1 nous a incités à créer *de novo* une batterie de tests adaptée à cette population et à cet objectif de repérage en salle de classe par l'enseignant. L'objectif principal de la présente étude est donc de décrire l'outil tel qu'il a été conçu de manière expérimentale et nécessairement imparfaite, de tester ses qualités et ses insuffisances, en particulier en termes de faisabilité et de pertinence en tant qu'outil de dépistage, et, au terme de cette analyse, de proposer les améliorations en vue de la généralisation d'un outil définitif.

1. L'étude REPER-CE1 : présentation et objectifs

Depuis de nombreuses années maintenant, l'entrée à l'école s'effectue dès l'âge de trois ans (Tursz *et al.*, 1999). Du fait de cette scolarité précoce et des exigences croissantes des programmes, les enseignants deviennent les interlocuteurs privilégiés du corps médical pour le repérage des

	REPER- CE1	EVAC Fleissas et Lussier, 2003	ERTLA6 C. Loos-Ayav et al., 2005	ECS Khomsî, 1997	L2MA2 Chevrié-Mueller et al., 2010	REPER- DYS Jacquier- Roux et al., 2006	EVAl MATER Mancini et al., 2005	BELEC Mousty et al., 1994	BSEDS Zorman et Jacquier-Roux, 1999, 2002	Odélys Jacquier-Roux et al., 2002, 2005
Population ciblée	Enfants CE1	CE2 – 3 ^e (8-14 ans)	6 ans fin de GS, CP	Cycle 2 (GS- CE1) Cycle 3 (CE2-CM2)	CE2-CM2 8ans 1/2 à 11 ans 1/2	CM1-CM2	3-6 ans Maternelle	7-12 ans	5-6 ans	CE1- CM2- 6 ^e -5 ^e
Mode de passation	Collectif (sauf lecture)	Collectif ou individuel	Individuel	Semi- collectif	Passation individuelle	Semi- collectif	Passation individuelle	Passation individuelle	Passation individuelle	Passation individuelle
Processus évalués	Habiletés verbales et non- verbales	Langage et raison- nement dans le domaine verbal	Langage oral et compétences requis pour apprentissages	Lecture, écriture, savoirs scolaires	Langage oral et écrit, mémoire, attention	Langage écrit	Langage et psychomotricité	Langage écrit	Langage, phono- logie, perception, attention et discrimination visuelles	Langage oral et écrit, attention, mémoire
Utilisateurs	Enseignants	Orthophonistes	Médecins	Médecins, psychologues, enseignants spécialisés, etc.	Orthophonistes, psychologues, etc.	Enseignants	Médecins, psycho- logues, etc.	Orthophonistes surtout	Professionnels de l'école	Médecins, orthophonistes, psychologues
Objectifs	Repérage des difficultés d'apprentis sage	Outil diagnostic des troubles de la sphère verbale	Dépistage des difficultés d'apprentissage	Outil diagnostic	Dépistage des capa- cités linguistiques	Repérage des enfants dyslexiques	Dépistage des troubles d'apprentissage	Détailer les pro- cessus déficitaires relatifs au LE	Dépistage des dif- ficultés ultérieures pour le LE	Dépistage des dyslexies

Tableau 1 : Comparatif de quelques batteries de tests évaluant les compétences des enfants d'âge scolaire

difficultés d'apprentissage. REPER-CE1 s'adresse donc directement aux enseignants, leur fournissant une aide objective pour repérer les enfants en difficulté. Plus précisément, il propose une évaluation rapide et collective afin d'évaluer les compétences principales requises pour accéder normalement aux apprentissages. Sa construction est basée sur les théories et études neuropsychologiques qui ont révélé les processus et items de bilan les plus fréquemment échoués par les enfants « dys ». Le test entreprend également d'évaluer les « pré-requis » identifiés comme pré-curseurs de bonne réussite scolaire. Ainsi, cinq domaines ont été isolés :

- le domaine phonologique,
- le domaine visuo-attentionnel et visuo-spatial,
- le domaine graphique,
- le domaine de la lecture,
- le domaine de la séquentialité.

Sur la base de ces cinq modules, REPER-CE1 propose d'isoler trois profils d'apprentissage atypique, fréquemment rencontrés dans les classes comme en pratique clinique (Habib, 2014) :

- les difficultés phonologiques,
- les difficultés visuo-attentionnelles et visuo-spatiales,
- les difficultés visuo-constructives et du geste graphique.

Un objectif additionnel de REPER-CE1 est donc de permettre aux enseignants de déterminer le profil des élèves repérés afin de constituer des groupes homogènes d'aide individualisée. Pour ce faire, REPER-CE1 est accompagné d'un livret apportant des bases théoriques et des réponses pédagogiques en fonction des difficultés observées. Les enseignants sont ainsi munis d'informations pratiques à adapter au sein de leur classe.

La présente étude s'intègre dans un ensemble de pré-enquêtes visant à tester les qualités de REPER-CE1 et à valider son action. Effectuée sur une population a priori normale, son objectif principal est d'éprouver les différentes tâches composant le test d'un point de vue pratique et métrique.

2. Démarche d'évaluation

L'évaluation de l'outil REPER-CE1 repose sur la mesure de sa capacité à détecter des enfants qui sont également repérés par un test déjà validé, normé et standardisé. Nous avons choisi la batterie EDA (Évaluation des fonctions cognitives et Apprentissages) de C. Billard et M. Touzin (2012), anciennement BREV, pour réaliser les comparaisons. Une première étape a consisté à sélectionner des épreuves d'EDA qui mesurent globalement

les mêmes processus cognitifs que ceux mis en jeu dans REPER-CE1, ou au moins des épreuves représentant le même domaine fonctionnel (verbal, non verbal, attention, lecture, etc.). À l'aide d'analyses de corrélations et de régressions nous avons vérifié que les résultats recueillis avec l'outil REPER-CE1 corroborent significativement les résultats recueillis à l'aide de ce test déjà éprouvé. Ensuite, une attention particulière a été portée sur la capacité de REPER-CE1 à repérer tous les enfants en difficulté, mais aussi sur sa capacité à ne pas détecter les enfants non porteurs de déficit. Pour cela, nous avons considéré en difficulté les enfants obtenant des notes égales ou inférieures soit à -1 écart-type (ET) (faiblesse observée), soit à -2 ET (dysfonction observée) de la moyenne au test EDA. Deux types de validité ont donc été examinés. Tout d'abord, la validité intrinsèque est représentée par la sensibilité et la spécificité du test. La sensibilité correspond à la probabilité que REPER-CE1 détecte bien un déficit chez les enfants en difficulté (le nombre d'enfants repérés sur le nombre d'enfants en difficulté). La spécificité s'intéresse à la probabilité que REPER-CE1 ne détecte pas de difficulté chez des enfants non repérés (le nombre d'enfants non repérés sur le nombre d'enfants sans difficulté). Ces deux mesures prennent en compte la population testée et la qualité du test en matière de discrimination enfants « en difficulté » vs enfants « sans difficulté ». Dans un deuxième temps, nous avons étudié la validité extrinsèque du test qui est représentée par ses valeurs prédictives positives et négatives. La valeur prédictive positive (VPP) est la probabilité qu'un enfant ait réellement des difficultés s'il a été repéré par REPER-CE1 (le nombre de vrais positifs sur le nombre total de personnes avec un test positif). La valeur prédictive négative (VPN) est alors la probabilité qu'un enfant n'ait pas de déficit si son évaluation est négative (le nombre de vrais négatifs sur le nombre de personnes ayant un test négatif). Dans ce cas, le point de départ du raisonnement de validité n'est plus l'enfant, mais le repérage effectué.

3. Méthode

3.1. Participants

146 élèves scolarisés en cours élémentaire première année (CE1) ont participé à l'étude. Seuls 97 d'entre eux ont été retenus (55 filles et 42 garçons) à la condition d'une passation complète des épreuves et sous autorisation parentale. Les enfants provenaient de six classes des Alpes-Maritimes et étaient âgés en moyenne de 7 ans et 5 mois.

3.2. Procédure et matériel

Chaque enfant avait trois passations à réaliser : les deux premières, en décembre 2012, étaient destinées à la passation de REPER-CE1 en classe entière et en individuel. Un cahier de réponse a été créé pour faciliter le recueil des données. L'épreuve EDP 4,8 (Autesserre, Deltour, & Lacert, 1989) nécessitait également l'usage d'une bande-son pour la distinction phonémique de paires de mots. La dernière évaluation, en janvier 2013, consistait en la passation d'EDA, de manière individuelle. Un livret élève ainsi qu'un cahier de cotation ont également été créés pour l'occasion. REPER-CE1 est un test composé de 9 épreuves (7 collectives et 2 individuelles) réparties en cinq domaines majeurs :

- Le domaine phonologique : il est représenté, dans la version initiale de l'outil, celle utilisée dans le présent travail, par une épreuve d'Identification de phonème initial, une épreuve d'Identification de phonème final et une épreuve de Fusion phonémique. L'enfant doit entourer la ou les images correspondant à la consigne donnée, l'enseignant dénommant à voix haute chacun des items de chaque série. Chaque subtest est noté sur 12 points (1 point par image entourée).
- La lecture : les enfants doivent lire 5 mots réguliers (petit, histoire, chat, maison, texte), 5 mots irréguliers (monsieur, sept, album, août, hier) et 10 syllabes (tru, poin, brou, don, can, pla, gro, flu, voi et rei). Un point est attribué par item correctement lu.
- Le domaine graphique : une épreuve de copie de 3 figures est proposée aux enfants, chacune notée sur 3 points en fonction de critères graphiques préétablis.
- Le domaine visuo-attentionnel : deux épreuves représentent ce domaine : l'épreuve 'Message', inspirée de l'épreuve des Codes des échelles de Wechsler, est cotée sur 14, 1 point par lettre décodée ; l'épreuve 'Copie de phrases' qui consiste en la reproduction de deux phrases : « Oh il y a beaucoup de soleil, j'ai oublié ma crème solaire et mon chapeau. Le soleil brûle, il peut être dangereux. » La cotation est dépendante de la qualité de copie et de contenu.
- La séquentialité : les enfants doivent ordonner chronologiquement 6 images relatant le début d'une journée pour un jeune garçon. Un point est attribué par image correctement placée.

En parallèle à ces épreuves créées pour l'occasion, le test EDP 4,8 a également été proposé afin de valider la composante phonétique de la tâche

phonologique de REPER-CE1. Ce test consiste à mesurer la discrimination phonémique en présentant des paires de mots que les enfants doivent juger « pareil » ou « pas pareil » (copain/copain, café/caché, etc.). Il ne s'agit donc pas à proprement parler d'une tâche de conscience phonologique mais plutôt de conscience phonétique ou épiphonologique (Gombert, 1990), évaluant la capacité à dissocier automatiquement un segment des phonèmes voisins.

La passation est collective pour toutes les épreuves sauf pour la lecture et l'épreuve EDP 4,8. Elle dure environ 20 minutes pour la partie en collectif et 10 minutes pour la partie individuelle. Pour finir, un questionnaire enseignant a également été intégré au test. Il comporte dix domaines à évaluer sur 4 points, 0 étant l'absence de difficulté et 4 la difficulté très prononcée (tableau 2). Les enseignants évaluent les enfants selon les items suivants : langage, communication, lecture, organisation, mémoire, calcul, impulsivité et hyperactivité. L'intérêt de ce questionnaire est de fournir une estimation rapide du comportement de l'enfant dans son environnement scolaire, avec pour conséquence la possibilité de mettre en relation les résultats aux tests avec une indication plus « écologique » des conséquences des éventuelles difficultés repérées. Il a également l'avantage de donner à l'enseignant un canevas des principaux domaines sur lequel pourrait porter, de manière générale, le repérage des difficultés de chacun de ses élèves.

3.3. E.D.A.

La batterie d'Évaluation des fonctions cognitives et des apprentissages permet d'évaluer le fonctionnement cognitif et les capacités d'apprentissage des enfants de 4 à 11 ans. Elle mesure les fonctions verbales, non verbales et les apprentissages (lecture, orthographe, calcul). Les scores obtenus aux épreuves de l'EDA permettent de comparer l'enfant à la norme des enfants de son âge et de son niveau scolaire. Les observations cliniques prennent une part importante dans l'interprétation des résultats.

Huit épreuves de cette batterie ont été sélectionnées sur un critère de similarité des processus cognitifs mesurés par les épreuves de REPER-CE1.

- Les compétences phonologiques sont testées par l'épreuve Métaphonologie (tirée de la batterie Odédys). Il s'agit d'une épreuve de suppression de phonème initial (« si on enlève le premier son de clou qu'est-ce qu'il reste ? »), notée sur 10 points.
- Le domaine graphique est représenté par une tâche de Copie de figures. Elle se trouve être quasiment similaire à l'épreuve graphique

	0	1	2	3	4
1- Langage : <i>articule mal, s'exprime par phrases courtes ou incomplètes fait des erreurs de syntaxe, ne comprend pas tout ce qu'on lui dit...</i>					
2- Communication : <i>est réservé, ne participe pas, ne prend pas la parole, reste isolé dans la cour de récréation...</i>					
3- Aptitudes attentionnelles : <i>ne peut rester attentif suffisamment longtemps, a de la difficulté à écouter, est rapidement distrait, a besoin de changer d'activité...</i>					
4- Impulsivité : <i>a du mal à attendre, parle quand ce n'est pas son tour, ne peut s'empêcher d'intervenir et d'interrompre les discussions d'autrui...</i>					
5- Hyperactivité : <i>a la bougeotte, ne tient pas en place, fait tomber les objets, perturbe la classe par son agitation, fait des bruits incongrus...</i>					
6- Calcul : <i>a des difficultés particulières en math, a des difficultés importantes dans les additions, se trompe dans les raisonnements ou parvient au résultat par des voies inhabituelles (utilise des stratégies coûteuses ou n'a pas de stratégie)...</i>					
7- Mémoire : <i>a des difficultés à retenir par cœur, a besoin de plus de temps que d'autres pour apprendre une leçon, ne peut restituer ce qu'il semble avoir bien appris...</i>					
8- Graphisme : <i>écrit « comme un chat », écrit lentement pour être lisible, a une attitude anormale de la main qui tient le stylo, n'aime pas écrire. A des difficultés dans d'autres gestes (par exemple découper avec des ciseaux)...</i>					
9- Lecture : <i>a eu des difficultés de lecture au CP, se trompe encore sur les graphèmes complexes (ouin, ille...), lit trop lentement, ne comprend pas ce qu'il lit, n'aime pas lire...</i>					
10- Organisation : <i>a des difficultés à ranger son bureau, organiser ses affaires, ses devoirs, à gérer le temps et l'espace, n'a pas une bonne notion du temps, est souvent en retard malgré lui, a du mal à suivre les étapes dans l'ordre, à gérer les tâches ou les consignes multiples, a du mal avec l'espace, l'orientation...</i>					

Tableau 2 : Questionnaire enseignant

Code pour les réponses :

0 = Pas du tout/jamais

1 = Un peu/de temps en temps

2 = Moyennement/Assez souvent

3 = Beaucoup/souvent

4 = Extrêmement/très souvent

de REPER-CE1, si ce n'est qu'elle comporte deux figures supplémentaires. La cotation est effectuée sur 10 points selon des critères précis d'orientation, de précision et d'angle.

- La lecture d'EDA consiste en la lecture d'un texte de 99 mots. Les enfants sont chronométrés et le nombre d'erreurs est relevé (sauts de mots, mauvaises prononciations). Deux notes sont ainsi recueillies : le temps de lecture et le nombre de mots correctement lus.
- Le domaine attentionnel est évalué au moyen de deux épreuves : le Labyrinthe est une tâche de précision visuo-motrice et d'attention, cotée sur 10 points ; l'Attention sélective visuelle (Barrage) consiste à barrer un maximum de chiffres « 3 » en 1 min. L'EDA ne comporte pas d'épreuve mesurant les capacités de séquentialité des enfants. La validation du repérage des difficultés d'organisation spatio-temporelle par EDA ne pourra donc pas être pleinement réalisée. Trois autres épreuves d'EDA ont été

choisies afin d'investiguer des corrélations plus transversales que les simples comparaisons de domaine à domaine. Il a été proposé aux élèves une épreuve de dictée (10 syllabes, 3 logatomes, 1 mot et 1 phrase) ; une épreuve de mémoire de chiffres endroits et envers sur 8 points afin de mesurer les compétences de mémoire immédiate et de mémoire de travail sur un versant auditif ; enfin, une tâche de raisonnement visuo-perceptif (RVP) (matrices) pertinente pour estimer les compétences de raisonnement perceptif et conceptuel des enfants.

4. Résultats

4.1. Analyse des corrélations inter-tests

Nous avons réalisé des corrélations de Pearson afin d'observer des variations conjointes entre les épreuves mesurant les mêmes processus cognitifs.

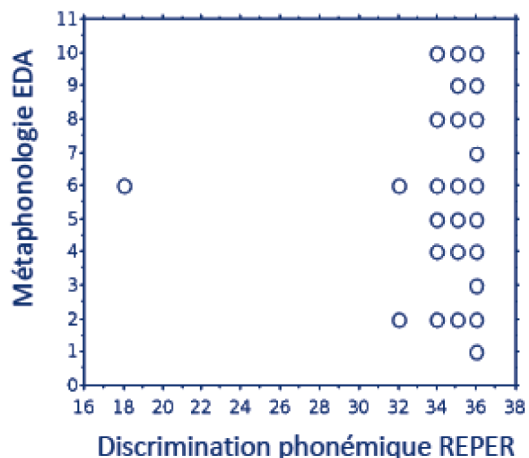


Figure 1 : Graphe de corrélation entre le score total des 3 épreuves phonologiques de REPER CE1 et le score de métaphonologie de l'EDA : absence de corrélation ($r = 0,13, p > 0,19$)

- Dans le domaine phonologique

Les résultats issus des corrélations inter-épreuves dans le domaine phonologique ont montré que les tâches de conscience phonologique de REPER-CE1 sont peu ou pas reliées à celle d'EDA qu'il s'agisse de la tâche « Métaphonologie » ou des tâches de lecture ou de dictée. Le graphique ci-dessous (figure 1) révèle un plafonnement des scores aux épreuves de phonologie de REPER-CE1. En effet, 78 % des enfants ont obtenu la note maximale sur le total des trois épreuves Identification du phonème initial (IPI), Identification du phonème final (IPF) et Fusion phonémique (FP). Cette distribution des résultats, à l'opposé d'une distribution en cloche telle qu'on l'aurait attendu, est sans doute responsable de l'absence de corrélations avec les scores en phonologie, en lecture et en dictée d'EDA. En revanche, les corrélations entre les épreuves phonologiques de REPER-CE1 et le test EDP

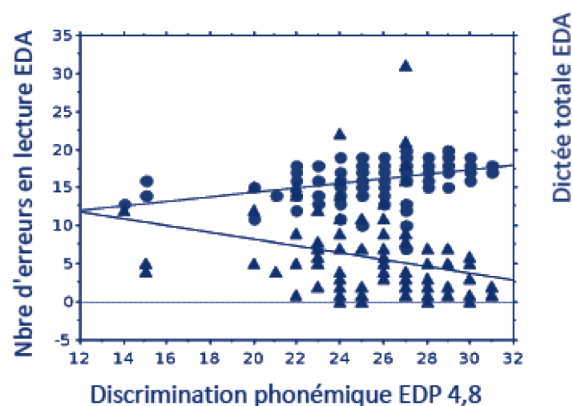


Figure 2 : Graphe de corrélation entre le score total à l'épreuve optionnelle EDP 4,8 et le nombre d'erreurs de lecture (en bleu $r = 0,26, p < 0,05$) et le score total en dictée (en rouge $r = 0,38, p < 0,001$) à l'EDA

4,8, bien que peu élevées, se révèlent toutes significatives ($0,27 < r < 0,32, p < 0,05$). L'item de Fusion phonémique possède le lien le plus fort. Le test EDP 4,8 ne présente, par ailleurs, pas de lien significatif avec l'épreuve de Métaphonologie d'EDA. En revanche, ses scores se révèlent être significativement corrélés aux scores d'erreurs de lecture ($r = 0,26, p < 0,05$), de dictée ($r = 0,38, p < 0,001$) et de mémoire auditive immédiate ($r = 0,29, p < 0,05$) de la batterie de référence (figure 2).

- Dans le domaine de la lecture

Les épreuves de lecture de REPER-CE1 et d'EDA sont fortement corrélées ($-0,70 < r < 0,78, p < 0,001$). Les enfants qui lisent bien les syllabes, mots réguliers et mots irréguliers du test REPER-CE1 lisent également bien le texte d'EDA et de manière rapide (temps et nombre d'erreurs). L'inverse est également vrai : les enfants mauvais lecteurs pour REPER-CE1 sont aussi mauvais

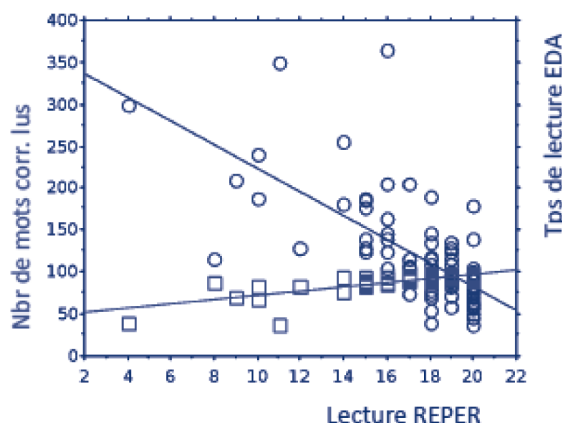


Figure 3 : Graphe de corrélation entre le score de lecture REPER-CE1 et le temps de lecture (en rouge) et le nombre de mots lus correctement (en vert) de l'EDA, respectivement $r = -0.7$ et $r = 0.78, ps < 0,001$

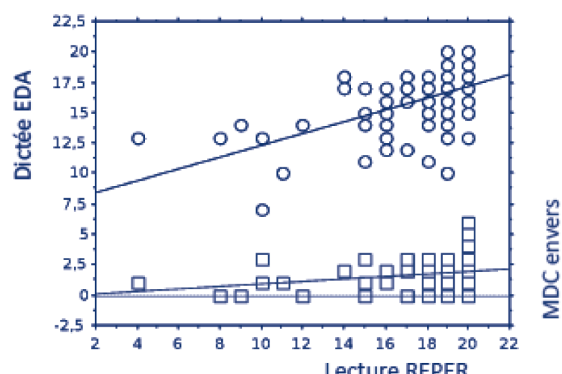


Figure 4 : Graphe de corrélation entre l'épreuve de lecture de REPER-CE1 et le score total en dictée de l'EDA ($r = 0.58, p < 0,001$) et à l'épreuve Mémoire de chiffres envers ($r = 0.25, p < 0,05$)

lecteurs pour EDA et sont plus lents (figure 3). Nous observons également que la lecture de REPER-CE1 est bien liée au score total en Dictée d'EDA ($r = 0,58, p < 0,001$; figure 4), et à l'épreuve de Mémoire de chiffres envers ($r = 0,25, p < 0,05$). Des liens significatifs sont également mis en évidence entre lecture REPER-CE1 et Métaphonologie de l'EDA ($r = 0,32, p < 0,005$) et le test EDP 4,8 ($r = 0,28, p < 0,05$), soulignant le lien entre compétences phonémiques et lecture.

- Dans le domaine graphique

Les épreuves de copie de figures des deux tests sont corrélées de manière significative ($r = 0,43, p < 0,001$). Toutefois, nous pouvons noter que cette corrélation paraît un peu faible compte tenu de la similarité de ces deux épreuves (rappelons que l'épreuve « graphisme » de REPER-CE1 n'est qu'une partie de l'épreuve « graphisme » de l'EDA). Une autre comparaison de variations de scores nous montre que « Copie de figures » de REPER-CE1 est également reliée significativement (figure 5) à l'épreuve Dictée d'EDA ($r = 0,29, p < 0,01$) ainsi qu'avec l'épreuve de RVP ($r = 0,22, p < 0,05$). En revanche, les analyses statistiques ne montrent pas de lien entre l'épreuve de graphisme de REPER-CE1 et l'épreuve Labyrinthe d'EDA ($r = 0,11, p > 0,29$).

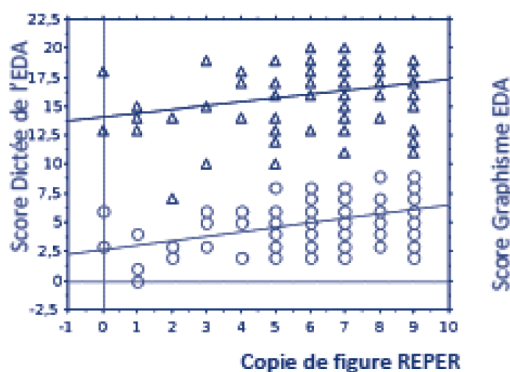


Figure 5 : Graphe de corrélation entre l'épreuve de copie de figures de REPER-CE1 et l'épreuve de graphisme de l'EDA ($r = 0,43, p < 0,001$) et à l'épreuve de dictée ($r = 0,29, p < 0,01$)

- Dans le domaine visuo-attentionnel

Les épreuves visuo-attentionnelles de REPER-CE1 et d'EDA ne sont que faiblement reliées si on compare les scores totaux (Message et Copie de phrases pour REPER-CE1 et RVP, Labyrinthe et Attention sélective visuelle pour EDA). Une analyse des résultats nous montre que les élèves ont très bien réussi l'épreuve Message (94 % de note maximale) révélant un plafonnement des scores peu propice à la mise en évidence de corrélations. De ce fait, les scores à l'épreuve Message ne

varient pas de manière similaire avec chacun des autres scores des épreuves visuo-attentionnelles d'EDA. Toutefois, l'épreuve Copie de phrases a révélé une distribution des scores plus étendue et s'avère davantage en lien avec la batterie de référence. En particulier, nous observons des corrélations significatives avec le RVP et l'attention sélective visuelle ($p < 0,05$; figure 6).

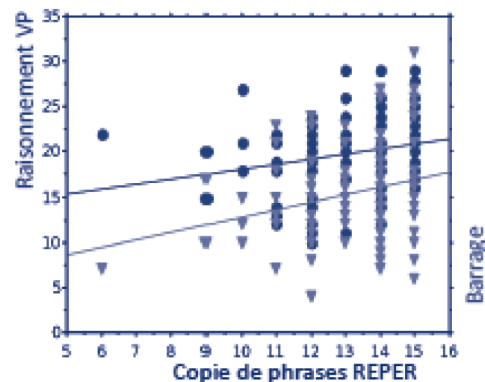


Figure 6 : Graphe de corrélation entre l'épreuve de copie de phrases de REPER-CE1 et le raisonnement visuo-spatial de l'EDA ($r = 0,21, p < 0,05$) et à l'épreuve de Barrage de chiffres ($r = 0,27, p < 0,05$)

- Dans le domaine séquentiel

Nous rappellerons que l'épreuve de séquentialité de REPER-CE1 n'a pas d'homologue dans l'EDA, et par conséquent ne peut pas être réellement validée. Toutefois, nous avons recherché d'éventuels liens avec d'autres subtests de la batterie de référence : les corrélations calculées ne démontrent aucun lien significatif.

4.2. Corrélations sur les scores globaux des deux tests

Une analyse des corrélations entre les scores verbaux, non verbaux et totaux des deux tests a été réalisée. Dans un premier temps, elle révèle que les enfants ayant un bon score total REPER-CE1 ont également un bon score total EDA (et inversement) ($r = 0,55, p < 0,001$) (Figure 7).

Le score verbal de REPER-CE1 est constitué des subtests de lecture (syllabes, mots réguliers et irréguliers) de séquentialité et de discrimination phonologique (identification de phonème initial et final et fusion phonémique). Le score non verbal regroupe le subtest Copie de figures, Message et Copie de phrases (malgré leur caractère partiellement verbal). Pour EDA, le score verbal comprend le subtest Nombre de mots correctement lus, Métaphonologie et Dictée (syllabes, logatomes, mot et phrase) et le score non verbal est

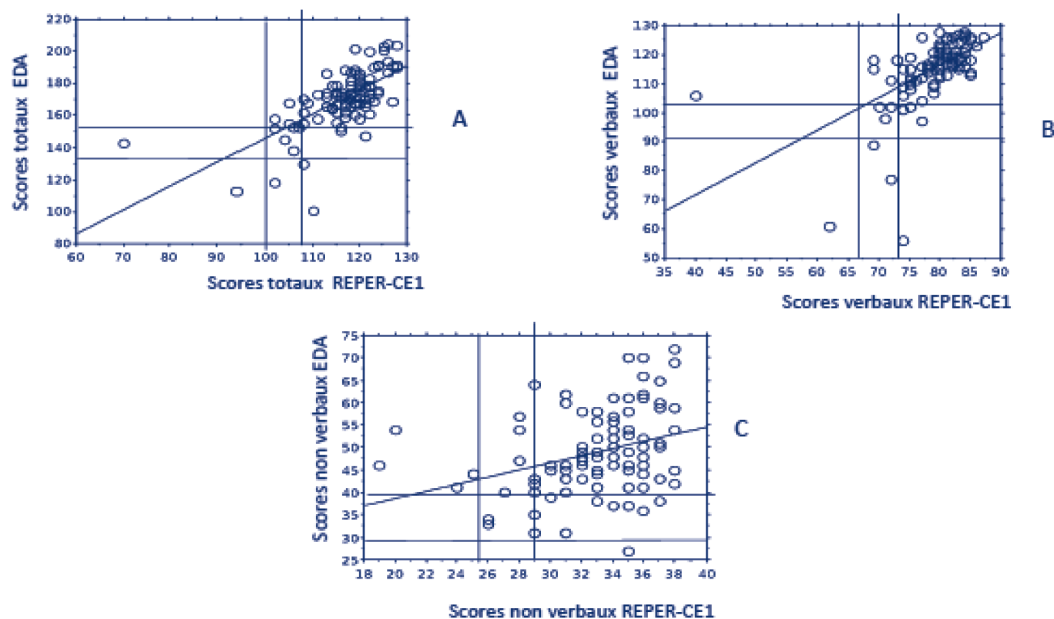


Figure 7 : Diagrammes de dispersion représentant la corrélation entre A/le score total de REPER-CE1 et le score total de l'EDA ; B/les scores verbaux de REPER-CE1 et de l'EDA ; C/les scores non verbaux de REPER-CE1 et de l'EDA. Les lignes rouges verticale et horizontale représentent le seuil de -2 écart-type de la moyenne pour les scores de REPER-CE1 et de l'EDA respectivement

constitué des subtests RVP, Labyrinthe, Attention visuelle sélective et Copie de figures. La corrélation entre les scores verbaux révèle une relation significative entre les épreuves verbales des deux tests ($r = 0,67, p < 0,001$).

La comparaison de la variation des scores non verbaux des deux tests présente une corrélation significative de moindre ampleur ($r = 0,32, p < 0,05$).

4.3. Corrélations entre différents domaines

De nombreuses autres corrélations ont été calculées entre des épreuves représentant des domaines cognitifs différents. Nous proposons de présenter les plus pertinentes pour l'objectif de validation de REPER-CE1. Tout d'abord, nous remarquons une forte corrélation entre l'épreuve Lecture REPER-CE1 et le score total EDA ($r = 0,73, p < 0,0001$). Ensuite, l'épreuve Copie de phrases REPER-CE1 se trouve significativement reliée aux épreuves Dictée de phrase, Copie de figures et Mémoire envers d'EDA (respectivement $r = 0,25, r = 0,26$ et $r = 0,30, p < 0,05$). Nous observons également que les scores en lecture de mots irréguliers sont corrélés aux scores de Mémoire endroit et envers ($r = 0,27$ et $r = 0,28, p < 0,01$). Ce lien n'est pas retrouvé pour la lecture de mots réguliers. Nous relevons une corrélation significative entre l'item Calcul du questionnaire enseignant et la Métaphonologie

($r = -0,22, p < 0,05$). Au niveau du domaine phonologique de REPER-CE1, l'item Identification du phonème initial présente les corrélations les meilleures avec certaines épreuves d'EDA. Nous assistons enfin à des liens significatifs entre l'épreuve Copie de figures de REPER-CE1 et Nombre de mots lus et Total EDA ($0,24 < r < 0,33, p < 0,05$).

4.4. Corrélations entre les items du questionnaire enseignant et les épreuves de l'EDA

L'analyse des corrélations entre les items du questionnaire et les épreuves de l'EDA montre divers résultats positifs. En premier lieu, le score total au questionnaire possède une bonne relation avec le score total d'EDA ($r = -0,48, p < 0,0001$). De même, chaque item se trouve significativement relié au score total d'EDA sauf Communication, Impulsivité et Hyperactivité. Les items Lecture, Langage, Communication, Mémoire et Calcul possèdent un lien significatif et fort avec le score verbal d'EDA ($-0,21 < r < -0,64, p < 0,05$) et notamment avec les scores de lecture (temps et erreurs) ($-0,23 < r < 0,69, p < 0,05$). D'un autre côté, les items Aptitudes attentionnelles, Graphisme et Organisation présentent un lien significatif, mais de moindre ampleur, au score non verbal d'EDA ($-0,20 < r < -0,25, p < 0,05$). Les items Impulsivité et Hyperactivité ne montrent aucune relation avec des épreuves d'EDA.

4.5. Analyse des qualités de repérage de REPER-CE1

Nous avons cherché à évaluer la capacité de REPER-CE1 à détecter les enfants à risque d'échec scolaire. Rappelons que les enfants évalués sous -1 ou -2 ET avec EDA sont considérés en difficulté dans le souci de n'omettre aucun élève susceptible de présenter des difficultés d'apprentissage (-1 ET = faiblesse dans le domaine exploré et -2 ET = déficit). La nature des corrélations précédemment testées a guidé l'analyse de la qualité du repérage des épreuves de REPER-CE1, de même que la similarité des épreuves mises en relation. Tout d'abord, nous avons cherché à savoir si l'épreuve de lecture de REPER-CE1 permettait de repérer les mêmes enfants que l'épreuve de lecture d'EDA. Sur la figure 8, les traits noirs représentent le seuil de -1 ET pour la lecture EDA (vertical) et pour la lecture REPER-CE1 (horizontal) et les bornes rouges représentent le seuil de -2 ET. Dans le cas d'un repérage sous le seuil de -2 ET, 6 élèves sont repérés avec REPER-CE1 (note inférieure à 12/20) pour 4 élèves détectés par EDA (dès 17 fautes de lecture). La sensibilité calculée est de 1, 100 % des enfants repérés avec EDA sont repérés avec REPER-CE1 sur l'épreuve de lecture. La valeur de spécificité atteint 98 % montrant que la majorité des enfants sans difficulté sont bien repérés comme tels. La VPP est mesurée à 67 % (deux faux positifs), un repérage de REPER-CE1 pour la lecture se révèle exact dans 67 % des cas. La VPN est à hauteur de la sensibilité, 100 %, ce qui revient à dire que tous les enfants repérés sans difficulté par REPER-CE1 sont effectivement sans trouble.

Nous avons ensuite vérifié la qualité de repérage de l'épreuve Copie de figures de REPER-CE1

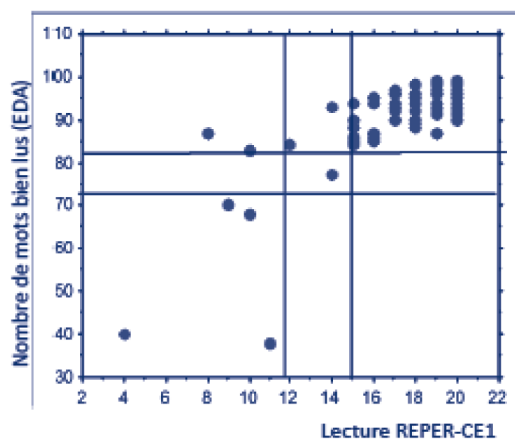


Figure 8 : Diagramme de dispersion représentant la corrélation entre le score total en lecture de REPER-Ce1 et le nombre de mots lus correctement de l'épreuve de lecture de l'EDA

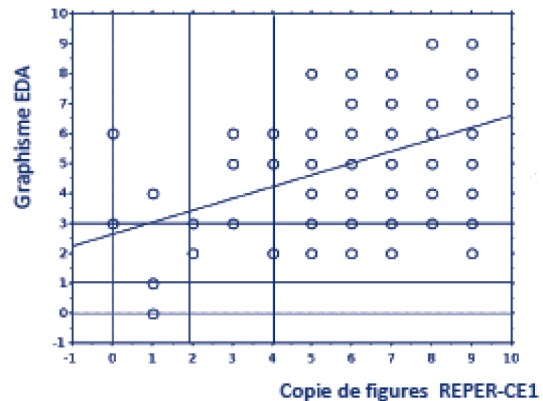


Figure 9 : Diagramme de dispersion représentant la corrélation entre l'épreuve de copies de figures de REPER-CE1 et l'épreuve de graphisme de l'EDA

(Fig. 9). Sous -2 ET, 6 enfants sont détectés en difficulté par notre outil tandis que 3 élèves sont repérés par EDA. Le repérage des enfants en difficulté dans le domaine graphique est bon, car les enfants repérés par EDA sont également repérés par REPER-CE1 et de même pour les enfants sans difficulté (sensibilité égale à 1 et spécificité égale à 0,97). La VPP de REPER-CE1 pour la Copie de figures atteint la valeur de 0,5 rapportant donc à 50 % la probabilité d'être réellement en difficulté si l'enfant se trouve sous le seuil de -2ET (trois faux positifs). En revanche, tous les enfants non détectés par REPER-CE1 sont effectivement des enfants sans trouble (VPN égale à 1).

Le même type d'analyse a été réalisé pour un repérage à partir du score verbal de REPER-CE1 (voir figure 7). La détection à -2 ET permet d'isoler 3 élèves en difficulté sur le plan verbal. 2 d'entre eux se trouvent également repérés par le test de référence (VPP égale à 0,67). Par contre, 2 enfants en difficulté n'ont pas été détectés par REPER-CE1 (sensibilité égale à 0,50). Si le repérage est réalisé dès -1 ET, 11 enfants sont détectés dont 6 en commun avec EDA (sensibilité 0,60). Les valeurs de validité sont rapportées dans le tableau 5.

De la même manière, l'analyse de la qualité du repérage a été effectuée sur le score non verbal. La détection sous -2 ET entraîne des scores de validité nuls (tableau 6). Aucun repérage en commun n'est mis en évidence. Le repérage des élèves à -1 ET et de la moyenne permet de repérer 17 enfants dont 5 sont également repérés par EDA. De plus, 9 enfants en difficulté n'ont pas été détectés (figure 7).

La comparaison des scores des enfants entre les épreuves phonologiques des deux tests ne permet aucun repérage commun exploitable. En effet, seuls 3 enfants ont été repérés sous le seuil

de -1 ET à l'ensemble des tâches de REPER-CE1 alors que 20 enfants ont été isolés par l'épreuve Métaphonologie d'EDA. Sur le plan visuo-attentionnel le même constat est établi, aucun repérage en commun n'est retrouvé pour les deux tests.

4.6. Analyses des régressions multiples et des régressions pas à pas

L'objectif de cette analyse statistique est de déterminer les épreuves de REPER-CE1 qui représentent les meilleurs indicateurs d'une réussite au test de référence EDA. Pour réaliser cette analyse statistique, nous considérons les épreuves de REPER-CE1 comme des variables indépendantes. Nous avons procédé en trois temps. D'abord, nous avons observé les épreuves de REPER-CE1 qui prédisaient le mieux le score total d'EDA. Ensuite, nous avons déterminé les épreuves de REPER-CE1 les plus prédictives du score verbal d'EDA et enfin, la même procédure a été réalisée pour le domaine non verbal.

L'ensemble des épreuves prédit 58 % de la variance du score total d'EDA (R2 ajusté) ($r = 0,79$, $p < 0,0001$). Les subtests les plus influents sont la lecture de syllabes ($r = 0,33$, $p < 0,05$), la lecture de mots irréguliers ($r = 0,43$, $p < 0,0001$) et la Copie de phrases ($r = 0,22$, $p < 0,005$). Une régression pas à pas a également été réalisée sur ces mêmes variables. Elle montre que la combinaison de variables pronostiquant le mieux le score total de l'EDA est représentée par les épreuves Lecture de mots irréguliers, Copie de phrases et Lecture de syllabes établissant une prédiction à hauteur de 58 %.

La régression multiple appliquée au score verbal d'EDA a montré que l'ensemble des épreuves de REPER-CE1 prédit 69 % de sa variance avec deux tâches dominant par leur significativité : la lecture de syllabes ($r = 0,52$, $p < 0,0001$) et la lecture de mots irréguliers ($r = 0,32$, $p < 0,0001$). La régression pas à pas indique que le meilleur modèle prédictif est le système : Lecture de syllabes, Lecture de mots irréguliers, Identification du phonème final et Copie de phrases. Il préjuge 68 % de la variance du score verbal d'EDA.

Enfin, les épreuves de REPER-CE1 prédisent 17 % de la variance du score non verbal d'EDA ($r = 0,50$, $p < 0,005$). Deux épreuves se révèlent significativement prédictives : Lecture de mots irréguliers ($r = 0,37$, $p < 0,01$) et Copie de phrases ($r = 0,24$, $p < 0,05$). Ce sont ces deux mêmes épreuves qui composent le meilleur modèle pronostique du score non verbal d'EDA, à hauteur de 20 %.

Concernant à présent la contribution du questionnaire Enseignants, on observe les faits suivants : au test de Régression multiple, les

questionnaires enseignants prédisent 47 % de la variance du score total de l'EDA. Les questionnaires qui ont une influence significative sont : Langage ($r = -6,0$, $p < 0,05$) ; Communication : ($r = 4,6$, $p < 0,05$) et Lecture ($r = -4,5$, $p < 0,05$). La régression pas à pas, quant à elle, montre que le meilleur système de questionnaires prédictif du score total de l'EDA est le modèle : calcul-lecture-impulsivité, qui prédit 41 % de la variance du score total de l'EDA.

5. Discussion

Dans cette étude, 97 enfants ont été évalués à deux reprises, une première fois en décembre avec REPER-CE1 et une deuxième fois en janvier avec EDA. L'objectif principal de cette expérimentation était d'évaluer la qualité psychométrique de l'outil REPER-CE1 en observant la concordance de son repérage avec celui de la batterie de référence. Les analyses statistiques ont consisté en la réalisation de corrélations entre les épreuves similaires des deux tests ainsi qu'une mesure des épreuves de REPER-CE1 les plus prédictives des résultats d'EDA. Une évaluation de la validité du repérage a enfin permis d'objectiver la pertinence de REPER-CE1 quant au repérage des enfants en difficulté.

5.1. La nature des relations entre REPER-CE1 et EDA

L'analyse des corrélations de Pearson a montré des relations certes hétérogènes entre les deux tests, mais particulièrement significatives pour certains domaines.

5.1.1. Les points faibles des relations entre les deux tests

En premier lieu, nous avons constaté les mauvaises corrélations entre les scores de phonologie. La distribution inadéquate des notes aux épreuves Identification de phonème initial, Identification de phonème final et Fusion phonémique de REPER-CE1 en est principalement responsable. Le plafonnement des scores observé peut être expliqué par une sous-évaluation du niveau phonologique attendu pour des élèves de CE1. Une autre explication réside dans la modalité de passation. En effet, les évaluateurs ont fait remarquer que les enfants en classe entière avaient tendance à regarder sur la feuille du voisin ou à émettre la réponse à voix haute, avantageant les élèves moins performants. Le mode de passation de type collectif est donc remis en question pour ce subtest. Quoi qu'il en soit, les épreuves de phonologie de REPER-CE1 ne permettent pas d'évaluer

le réel niveau des élèves dans ce domaine. On remarquera que malgré ces faiblesses, l'épreuve phonologique de REPER-CE1 est corrélée significativement aux résultats du test EDP 4,8. Ces relations se révèlent statistiquement faibles (encore une fois dues à la facilité des épreuves), mais elles reflètent le recours commun à des capacités de discrimination phonémique. En revanche, l'absence de lien significatif entre EDP 4,8 et Métaphonologie d'EDA est révélatrice de la différence des processus requis par ces deux épreuves, notamment la capacité à manipuler mentalement les phonèmes à l'intérieur des mots (suppression phonémique). D'un autre côté, nous constatons des corrélations significatives, mais faibles entre l'épreuve EDP 4,8 et les épreuves Lecture REPER-CE1, Dictée et Lecture d'EDA soulignant le lien cognitif qui lie ces tâches, à savoir l'importance d'une discrimination auditive efficace des sons et phonèmes pour lire et écrire. La faiblesse de la corrélation n'indique en revanche qu'une petite part de variance commune entre ces épreuves. Deuxièmement, nous avons relevé des liens peu significatifs entre les domaines visuo-attentionnels des deux tests. L'épreuve Message, construite selon les principes de l'épreuve des codes des échelles de Wechsler, montre une faiblesse discriminative en matière de difficulté visuo-attentionnelle du fait de la réussite quasi totale des enfants à ce subtest de REPER-CE1 (94 %). À nouveau, ce subtest se révèle peu adapté aux élèves de CE1 et ne permet pas, en tout cas pris isolément, de repérage particulier. L'épreuve de Copie de phrases se montre en revanche plus discriminante et son analyse révèle des liens significatifs avec les subtests Raisonnement visuo-perceptif et Attention visuelle sélective de l'EDA. Ceci évoque une participation commune des capacités visuo-perceptives et attentionnelles requises dans ces épreuves. Le subtest Copie de phrases se montre également corrélé aux épreuves Copie de figures, Dictée et Mémoire envers de l'EDA. Ainsi, il offre une évaluation, au moins partielle, des capacités visuo et auditivo-attentionnelles qui sont inhérentes aux activités de lecture, écriture et graphisme. Il n'en reste pas moins que, globalement, les épreuves constituant le domaine visuo-attentionnel dans les deux tests sont très différentes les unes des autres et semblent ne pas faire appel aux mêmes processus cognitifs.

L'étude des corrélations de l'épreuve Séquentialité avec les épreuves de l'EDA ne permet pas d'établir de correspondance intéressante pour le repérage d'une habileté particulière.

Au niveau des scores globaux, le lien entre les domaines non verbaux de REPER-CE1 et d'EDA n'est pas satisfaisant et vient confirmer les faibles

relations existantes entre les épreuves visuo-attentionnelles des deux batteries.

5.1.2. Les points forts des relations entre les deux tests

Au niveau de la lecture, les relations inter-tests se sont révélées très intéressantes. Les enfants performants sur un test le sont également avec l'autre. L'inverse est également vrai, les enfants ayant un mauvais score en lecture REPER-CE1 obtiennent un mauvais score de lecture EDA, et ce tant pour Lecture REPER-CE1 et Temps de lecture EDA que pour Lecture REPER-CE1 et Nombre de mots correctement lus. Lecture REPER-CE1 permet donc de détecter à la fois les lecteurs lents et les mauvais lecteurs (souvent les mêmes par ailleurs). Les bonnes corrélations de Lecture REPER-CE1 avec les épreuves de Dictée et de Métaphonologie de l'EDA témoignent de l'importance des compétences phonologiques et phonémiques impliquées dans ces trois épreuves. Le domaine Lecture de REPER-CE1 fait donc figure d'un bon indicateur des performances phonologiques des enfants. Enfin, le lien significatif observé entre Lecture de mots irréguliers et réguliers et Mémoire de chiffres envers objective l'importance de la capacité de manipulation mentale dans le décodage et la mémorisation de la forme orthographique des mots. L'analyse des liens entre les épreuves de copie de figures géométriques a montré une bonne relation entre les scores des élèves sur ces deux tâches, de fait très similaires. Les enfants performants le sont pour REPER-CE1 et pour EDA. De la même manière, les enfants faibles en graphisme sur l'un des tests ont également un moins bon score à l'autre test. Cependant, la valeur de la corrélation paraît faible compte tenu de la similarité des deux épreuves. Seules deux figures supplémentaires distinguent Copie de figures de REPER-CE1 et de l'EDA pour un coefficient de corrélation de 0,43 seulement. Ce constat intrigant pourrait être expliqué par le mode de passation dissemblable à savoir en collectif pour REPER-CE1 et en individuel pour EDA. Nous pouvons également impliquer la cotation, qui est davantage détaillée dans la batterie de référence.

Au niveau des scores globaux, les corrélations ont montré un fort lien entre les scores totaux de REPER-CE1 et de l'EDA. En effet, les enfants faibles à REPER-CE1 obtiennent également un niveau bas à EDA (et inversement). Ce résultat est intéressant et nous permet de vérifier que les deux tests fournissent des résultats similaires pour l'ensemble des enfants testés. Le même constat est fait à propos de la corrélation inter scores verbaux.

Enfin, les corrélations entre les items du questionnaire proposé aux enseignants et les épreuves de

l'EDA évoquent un lien significatif entre l'évaluation subjective de l'enseignant et l'évaluation objective du test de référence. Les items Impulsivité et Hyperactivité sont en revanche à proscrire de l'analyse au vu de leur incohérence statistique. De manière focalisée, il est intéressant de noter la relation qui unit l'item Calcul du questionnaire et Métaphonologie. Ce résultat pourrait évoquer l'importance de bonnes compétences phonologiques et verbales pour l'apprentissage du calcul.

5.2. La qualité du repérage de REPER-CE1

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la qualité du repérage des difficultés d'apprentissage réalisée par l'outil REPER-CE1. Les analyses statistiques nous ont permis de conclure à une bonne détection des troubles de la lecture sous le seuil de $-2ET$. Les enfants en difficulté dans ce domaine ont bien été repérés par REPER-CE1 et tous les enfants non repérés n'avaient effectivement pas de difficulté en lecture. Néanmoins, le test a repéré de façon indue deux enfants sans difficulté (2 faux positifs). La détection des difficultés de graphisme s'apparente à celle des difficultés en lecture avec une sensibilité parfaite pour le repérage au seuil de $-2 ET$. Trois enfants ont tout de même été pointés alors qu'ils n'avaient pas de difficulté selon EDA. À nouveau, REPER-CE1 tend à repérer davantage d'enfants faibles en graphisme qu'il n'y en a en réalité. Le repérage des difficultés de lecture et de graphisme souffre donc d'une moindre valeur prédictive positive. Cependant, cette particularité statistique ne semble pas si désavantageuse si nous prenons comme ligne de conduite un repérage préventif des difficultés d'apprentissage et non un diagnostic définitif. Si un enfant est repéré à tort, il participera à des groupes de soutien ou sera soumis à une nouvelle évaluation qui le réintégrera rapidement à sa juste place. Il n'en va pas de même pour un enfant non détecté qui compensera tant bien que mal ses faiblesses et qui sera susceptible d'échouer scolairement ou de développer un état psychologique fragile.

5.3. Normalité ou pathologie ? Comment passer d'une stratégie descriptive sur une population à un repérage individuel ?

Les résultats ci-dessus montrent donc deux facettes différentes de la comparaison entre les deux outils : selon un premier point de vue, issu des analyses de corrélation, il s'agit de décrire la distribution des performances aux deux tests et de calculer la corrélation entre les indices globaux

et entre les subtests dans les deux populations. Le second point de vue, à l'opposé, cherchant à mesurer les qualités de repérage de l'outil, répond plus précisément que le premier à la question du repérage, à savoir peut-être dépister et donc traiter des enfants qui, en l'absence de ce repérage auraient échappé au diagnostic et donc à une prise en charge adéquate.

La première limitation de notre travail est donc, par conséquent, le fait que ses conclusions ne reposent que sur un nombre très limité d'enfants repérés, donc susceptibles de faire l'objet d'une prise en charge particulière. Les analyses statistiques ont en effet été réalisées sur 97 enfants et l'évaluation du repérage des épreuves a été effectuée sur quelques individus isolés seulement. Une validation plus complète du test mériterait sans doute une analyse portant sur un échantillon plus grand ainsi que sur une population d'enfants porteurs de difficultés avérées.

Une seconde remarque, à cet égard, a trait à la question générale des difficultés scolaires dont on sait qu'elle ne recoupe qu'incomplètement la notion de trouble spécifique d'apprentissage (et donc, pour la lecture, le diagnostic de dyslexie). Parmi les quelques enfants qui ont été repérés, certains recevront peut-être le diagnostic de dyslexie ou de dyspraxie, mais il est probable que beaucoup d'autres facteurs connus pour influencer les apprentissages sont présents parmi cette population (et n'ont pas été analysés dans la présente étude). Dans un travail portant sur plus de 1 000 élèves de CE1 (donc de la même tranche d'âge que ceux de la présente étude), Fluss *et al.* (2009) ont retrouvé 12 % de troubles de la lecture, avec des chiffres variant de 3,3 % dans les milieux les plus favorisés à 24,2 % dans les milieux les plus défavorisés. Une étude sur une plus vaste population permettrait sans doute d'isoler ce facteur, ce qui n'a pas pu être fait dans la présente étude. Quoi qu'il en soit, si l'on reprend la distribution des scores en lecture (figure 8), on retrouve 9 enfants en dessous de $-1 ET$ de la moyenne, ce qui correspond à peu près au taux moyen de 12 % d'enfants en difficulté de lecture en CE1.

Une dernière critique qui pourrait être faite à ce travail est qu'il ne donne qu'une vision ponctuelle de la situation, sans perspective évolutive comme pourrait en donner une étude longitudinale. En particulier, dans le domaine de la lecture, il est possible que des élèves qui auraient été repérés par une passation de l'outil en début de CE1 ne le soient plus 6 à 12 mois plus tard, dans la mesure où, on le sait, certains enfants peuvent mettre plus de temps que d'autres à installer les mécanismes initiaux de la lecture, sans pour autant se situer dans le champ de la pathologie, ni même de

la difficulté. Le fait est que le choix de l'année de CE1 nous a été inspiré par la nécessité d'une intervention suffisamment précoce pour être efficace, au risque de repérer des enfants qui, un an plus tard, auraient récupéré une lecture normale. C'est finalement le lot de toute démarche de repérage de risquer de déboucher sur la mise en place de mesures de remédiation par excès, mais ce risque doit être considéré comme préférable au risque inverse de laisser passer un trouble spécifique qui aurait pu être décelé par des outils adéquats.

Pour revenir plus précisément aux résultats de notre étude, les difficultés d'acquisition de la lecture, qui sont du reste le motif le plus fréquent de consultation pour un trouble d'apprentissage à cet âge, représentent précisément le domaine qui a été prédit de la manière la plus performante par REPER-CE1. Il semble donc que nous possédions là un outil à la fois simple et fiable qui peut sans doute être généralisé à un usage courant par les enseignants de CE1. En revanche, l'outil ne semble pas apte à orienter avec certitude l'enseignant vers l'un des trois mécanismes principaux reconnus à l'origine des troubles d'apprentissage, à savoir le trouble phonologique, le trouble visuo-attentionnel, ou le trouble de nature praxique. En effet, d'une part, le trouble phonologique n'a pas été, pour les raisons déjà invoquées, repéré de manière fiable par l'outil sous sa forme actuelle, et d'autre part, les épreuves non verbales de REPER-CE1 n'ayant pas de correspondant strict dans l'outil de référence, leur valeur prédictive n'a pas pu être testée précisément. Tout au plus pourra-t-on donc conseiller une remédiation plutôt orientée sur l'un des trois types de processus cognitifs, sans exclure les deux autres.

A contrario, dans le domaine de la production graphique, second grand pourvoyeur de difficultés d'apprentissage après la lecture, les deux seules épreuves de copie de figures et de copie de phrases se sont avérées de bons prédicteurs respectivement de la dictée et des aptitudes non verbales, permettant donc de recommander avec une relative confiance leur utilisation par les enseignants pour repérer les enfants à risque de présenter un déficit spécifique dans les domaines de la coordination motrice fine et de la structuration visuo-spatiale.

5.4. Quelles améliorations envisager ?

Il sera de toute façon important, dans la poursuite de ce travail, de réfléchir à une épreuve phonologique plus pertinente, sans doute en bannissant la passation collective qui, à l'évidence, n'est pas adaptée à l'étude précise de cette dimension pourtant unanimement reconnue comme cruciale pour l'installation de mécanismes efficaces de la

lecture. La réalisation d'une épreuve similaire en passation par petits groupes (4 à 6 enfants) est actuellement à l'étude. Il est possible par ailleurs que la pratique d'une épreuve à passation individuelle telle qu'EDP 4,8 puisse s'avérer un complément indispensable à rajouter au matériel tel qu'il sera proposé aux enseignants.

Mais si des efforts peuvent encore permettre d'améliorer le repérage dans le domaine de la phonologie et du langage, on invoque de plus en plus souvent des mécanismes visuo-attentionnels à l'origine des troubles de la lecture, et des troubles d'apprentissage en général (Valdois *et al.*, 2003). C'est sans doute dans ce domaine que REPER-CE1 reste le moins efficace : malgré un coefficient de corrélation de 0.32 entre les scores non verbaux des deux tests, le pourcentage de la variance sur le score non verbal de l'EDA expliqué par les items non verbaux de REPER-CE1 n'excède pas 17 %, ce qui est faible. Les observations subjectives rapportées par les enseignants dans le questionnaire qui leur a été proposé paraissent un apport significatif, puisque les items non verbaux du questionnaire se sont avérés corrélés au score non verbal de l'EDA. Il paraît donc plus que jamais pertinent de rajouter à l'outil, tel qu'il serait utilisé de manière définitive, le questionnaire enseignant en tant que complément indispensable à l'interprétation des résultats aux tests. Mais sans doute sera-t-il également nécessaire de réfléchir, par la suite, à un outil spécifique sur le repérage des difficultés de mise en place de la fenêtre visuo-attentionnelle lors de l'apprentissage de la lecture. Il s'agit d'un domaine qui jusqu'ici n'a encore fait l'objet d'aucune étude sérieuse en matière de repérage ou de dépistage en milieu scolaire. Notre équipe réfléchit actuellement à la mise au point d'un outil informatisé pouvant apporter à l'enseignant des réponses en termes de repérage de ces troubles visuo-attentionnels tout autant que d'orienter les actions de remédiation. Enfin, il restera à construire un outil similaire pour le développement des aptitudes mathématiques qui n'ont pas été incluses dans le présent travail¹.

1. Parallèlement à la démarche de validation décrite dans cet article, il convient de souligner que les enseignants ont particulièrement apprécié la présentation de l'outil, accompagné d'un livret d'aménagements pédagogiques. Les enseignants sont confrontés à une transformation de l'enseignement qui doit désormais s'adapter aux nouveaux rythmes scolaires et aux besoins éducatifs particuliers des élèves. De manière inédite, ce livret propose d'explicitier la réalité des difficultés rencontrées, de fournir des outils utilisables en aide personnalisée et des pratiques de classe quotidiennes pour faciliter les apprentissages et par conséquent améliorer le vécu scolaire de ces enfants.

Bibliographie

- Autesserre, D., Deltour, J.-J., Lacert, P. (1989). *E.D.P. 4-8 : Épreuve de discrimination phonémique pour enfants de 4 à 8 ans*. Issy-les-Moulineaux : Éditions scientifiques et psychologiques (EAP).
- Billard, C., Touzin, M. (2012). *LEDA : Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages*. Ortho Éditions.
- Chevrié-Muller, C., Maillard, C., Simon, A-M., Fournier, S. (2010). *L2MA2- Langage oral, Langage écrit, Mémoire, Attention : Manuel*. Paris : ECPA.
- Flessas, J., Lussier, F. (2003). *EVAC, Épreuve Verbale d'Aptitudes Cognitives*. Éditions ECPA.
- Fluss J., Bertrand D., Ziegler J., Billard C. (2009). Troubles d'apprentissage de la lecture : rôle des facteurs cognitifs, comportementaux et socio-économiques. *Développements*, 1, 21-32.
- George, F., Mancini, J., Pech-Georgel, C. (2005). *Eval Mater : bilan de dépistage des troubles d'apprentissage en maternelle*. Bruxelles : De Boeck.
- Gombert, J.-E. (1990). *Le développement métalinguistique*. Paris : PUF.
- Habib, M. (2014). *La Constellation des Dys : bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles*. Bruxelles, De Boeck, 334 p.
- Habib, M., Verse, C., Degremont, D., Aynaoud-Szikora, A., Hervé, J., Pittaluga, M., Pelleing, F., Noseda-Carrière, E., Jauglard, M., Bauer, C., Bertolissio, M.J., Taudou, P. (2011). Repérage scolaire des enfants dyslexiques en fin de primaire à l'aide de l'outil « Reperdys » : l'étude « six pour dys » en région PACA. *Développements*, 8, 21-33.
- Jacquier-Roux, M., Lepaul, D., Zorman, M. (1999). *BSEDS 5-6 : Bilan de Santé Évaluation du Développement pour la Scolarité 5 à 6 ans*. Laboratoire des Sciences de l'Éducation UPMF.
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman (2005). *Odédys 2, Outil de DEpistage des DYSlexies*. Laboratoire des Sciences de l'Éducation UPMF.
- Khomsî, A. (1997). *ECS II, Évaluation des Compétences Scolaires au cycle II*. Éditions ECPA.
- Khomsî, A. (1997). *ECS III, Évaluation des Compétences Scolaires au cycle III*. Éditions ECPA.
- Loos-Ayav, C., Roy, B., Blanc, J.-P., Aptel, E., Maeder, C., Kipffer-Piquard, A., Alla, F. (2005). Validité des épreuves de repérage des troubles du langage et des apprentissages de l'enfant de 6 ans (ERTLA 6) – étude prospective. *Santé Publique*, 17 (2), 179-189.
- Tursz, A., Conte-Grégoire, F., Fassio, F., Lehingue, Y., Romano, M.-C., Zorman, M. (1999). Le dépistage en population générale. *Actualité et Dossier en Santé Publique*, 26, 45-54.
- Valdois S., Bosse M.-L., Ans B., Carbonnel S., Zorman M., David D., Pellat J. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: evidence from two case studies. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 16(6), 541-572.
- Vallée, L., Dellatolas, G. (2005). Recommandations sur les outils de Repérage, Dépistage et Diagnostic pour les Enfants atteints d'un Trouble Spécifique du Langage. Plan triennal interministériel 2001-2004. Ministères chargés de l'Éducation nationale et de la Santé http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/recommandations_tsl.pdf.

Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6^e

Résumé

L'épreuve des blocs de Corsi mesure la composante visuo-spatiale de la mémoire de travail, mais fait appel à des processus cognitifs variés. Elle consiste à reproduire, dans le même ordre ou en ordre inverse, une séquence de mouvements de pointage de différents cubes montrée par l'observateur. La présente étude donne les résultats d'un étalonnage réalisé sur une population française de 456 enfants scolarisés du CP à la 6^e pour les conditions de rappel endroit et envers.

Mots clés

- mémoire visuo-spatiale
- empan
- développement

Maryline FOURNIER

Psychomotricienne

Jean-Michel ALBARET

Enseignant chercheur, Université de Toulouse,
UPS, PRISSMH EA 4561 – directeur de l'Institut
de Formation en Psychomotricité de Toulouse (IFPT)
jean-michel.albaret@univ-tlse3.fr

Summary

The Corsi Blocks task assesses the visuospatial component of working memory but uses various cognitive processes. The subject needs to reproduce, in the same or reverse order, a sequence of pointing movements to different cubes shown by the rater. This study reports detailed findings on a french population of school children (Grade 1 to 6) for both forward and backward order.

Keywords

- visuospatial memory
- span
- development

L'épreuve des blocs de Corsi consiste à reproduire, dans le même ordre ou en ordre inverse, une séquence de mouvements de pointage de différents cubes montrée par l'observateur. Le nombre de blocs augmente progressivement et permet de déterminer l'empan visuo-spatial qui est le nombre maximum de blocs que le sujet rappelle sans erreur. L'épreuve des blocs de Corsi a été construite pour tester, chez des patients épileptiques ayant subi une résection du lobe temporal, le versant non verbal de la mémoire par analogie avec le versant verbal mesuré par les séquences de chiffres (Corsi, 1972 ; Milner, 1971). Ces premiers travaux ont mis en évidence une double dissociation selon la latéralisation de l'intervention et conduit à l'idée que la région temporale médiale gauche était responsable de la mémorisation de séquences verbales et la région droite de la mémorisation de séquences spatiales. Les blocs de Corsi sont utilisés pour évaluer la mémoire immédiate non verbale ou la mémoire de travail dans ses aspects visuo-spatiaux aussi bien chez l'enfant (De Agostini, Kremin, Curt, & Dellatolas, 1996 ; Orsini, Schiappa, & Grossi, 1981), que l'adulte ou la personne âgée (Farrell Pagulayan *et al.*, 2006 ; Rowe, Hasher, & Turcotte, 2008 ; Saggino *et al.*, 2004 ; Smyth & Scholey, 1992). Le modèle de la mémoire de travail de Baddeley et Hitch (1974) postule l'existence de trois composantes : l'administrateur central qui est un système de contrôle attentionnel coordonnant et régulant les opérations de traitement réalisées par les deux autres sous-systèmes de stockage et le lien avec la mémoire à long terme ; la boucle phonologique spécialisée dans les informations de nature verbale ; le calepin visuo-spatial traitant les informations non verbales spatiales et visuelles. McLean et Hitch (1999) considèrent que les blocs de Corsi constituent une mesure de ce calepin visuo-spatial, l'empan envers rendant compte du fonctionnement de l'administrateur central (Garon *et al.*, 2008).

Le test des blocs de Corsi nécessite de se souvenir des différents emplacements des blocs qui constituent la séquence (dimension spatiale) et de l'ordre dans lequel ils apparaissent (dimension temporelle) et fait donc appel également à des ressources de nature exécutive. Rudkin *et al.* (2007) ont ainsi montré que les blocs de Corsi sollicitent plus les fonctions attentionnelles qu'une épreuve de matrices du fait de la nécessité de construire une représentation mentale de la séquence de mouvements qui est encore plus prononcée lors de l'épreuve envers. Les débats sur la nature exacte des processus impliqués dans les deux épreuves de Corsi se poursuivent (Berch *et al.*, 1998 ; Mammarella & Cornoldi, 2005).

Chez l'enfant, plusieurs études ont porté sur des populations cliniques. Les enfants présentant des difficultés spécifiques d'apprentissage en arithmétique ($n = 12$; 8-9 ans) ont des résultats inférieurs à des sujets contrôles sur les blocs de Corsi (McLean & Hitch, 1999). Les sujets avec une incapacité d'apprentissage non verbal, qui se caractérisent par une incapacité de traitement et d'apprentissage du matériel non verbal, un écart de 10 points entre le QI verbal et le QI de performance, un échec dans des tests neuropsychologiques mettant en jeu des habiletés visuo-spatiales (Cornoldi *et al.*, 1997), se différencient des sujets ordinaires essentiellement sur l'empan envers des blocs de Corsi (Mammarella & Cornoldi, 2005). Concernant le Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité (TDA/H), les résultats sont contradictoires. Dans une étude portant sur 50 garçons avec TDA/H âgés de 8 à 14 ans comparés à 44 garçons ordinaires de même âge, Pasini *et al.* (2007) ne constatent pas de différence sur un rappel des séquences à l'endroit. À l'opposé, Jong *et al.* (2009) trouvent que les enfants avec TDA/H seul (12 ans, $n = 24$) ont un déficit spécifique aux blocs de Corsi contrairement aux sujets avec dyslexie seule ($n = 41$), aux sujets associant TDA/H et dyslexie ($n = 29$) ou encore aux sujets du groupe contrôle ($n = 26$). Il est possible, comme pour un grand nombre d'études aux résultats contradictoires, que la non-prise en compte systématique de la comorbidité avec les autres troubles des apprentissages ou du développement soient un élément explicatif à ajouter à la question de l'hétérogénéité intrinsèque des troubles en question. On notera au passage que, selon les études, les blocs de Corsi font partie des mesures des fonctions exécutives (Lambek *et al.*, 2010) ou sont considérés au contraire comme des mesures de fonctions non exécutives (Pasini *et al.*, 2007).

Des différences sont également présentes entre sujets avec Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC) et sujets avec trouble modéré des apprentissages dans une épreuve présentée sur ordinateur similaire aux blocs de Corsi nommée Rappel de Blocs et considérée comme une mesure de la mémoire à court terme visuo-spatiale (Alloway & Temple, 2007)

Dans la trisomie 21, l'empan visuo-spatial fourni par les blocs de Corsi n'est pas diminué contrairement à l'empan de chiffres indiquant la préservation du calepin visuo-spatial, la dissociation inverse est rencontrée dans le syndrome de Williams (Bellugi & Wang, 1994 ; Jarrold & Baddeley, 2001 ; Vicari & Carlesimo, 2006).

Les études concernant les différences sexuelles donnent des résultats contradictoires (Bosco, Longoni, & Vecchi, 2004 ; Postma *et al.*, 2004).

Chez l'adulte, les performances diminuent avec l'avancée en âge (Iachini *et al.*, 2008).

Une version proche est présente sous une autre appellation (mémoire spatiale) dans l'échelle non verbale d'intelligence de Wechsler (Wechsler & Naglieri, 2006, 2009).

1. Matériel

L'épreuve des blocs de Corsi (1972) est constituée d'une planche sur laquelle sont fixés neuf cubes ou blocs disposés selon un arrangement dépourvu de symétrie et numérotés sur la face visible uniquement par l'observateur (cf. figure 1). Celui-ci touche successivement un certain nombre de blocs dans un ordre pré-établi et demande au sujet de reproduire la séquence. L'épreuve est composée d'une première partie avec un rappel de la séquence à l'endroit. Dans la deuxième partie, la séquence est rappelée à l'envers.

Les séquences pour le rappel endroit sont celles proposées par Kessels *et al.* (2000) à partir des travaux de Smirni *et al.*, 1983) et de Capitani, Laiacona et Ciceri (1991).

2. Procédure

L'enfant et l'examineur sont installés face à face, de part et d'autre d'une table au centre de laquelle est placée la planche des blocs de Corsi.

L'examineur pointe successivement différents cubes dont le nombre va croissant au fur et à mesure des réussites en commençant par les exemples avec une séquence de deux cubes (cf. tableaux 1 et 2). Après les deux exemples, deux essais sont proposés pour chaque séquence de même longueur. Dès qu'un des deux essais est correctement reproduit, le premier essai du niveau suivant est proposé. Lorsque les deux essais d'un même niveau sont échoués, l'épreuve s'arrête. L'examineur utilise son index pour pointer les cubes, au rythme d'un bloc par seconde. Lorsqu'il a montré tous les blocs, il demande immédiatement au sujet de reproduire la même séquence dans le même ordre ou dans l'ordre inverse. Les sujets commencent par la condition endroit avant de poursuivre par la condition envers. La note attribuée correspond au niveau de la dernière séquence correctement reproduite.

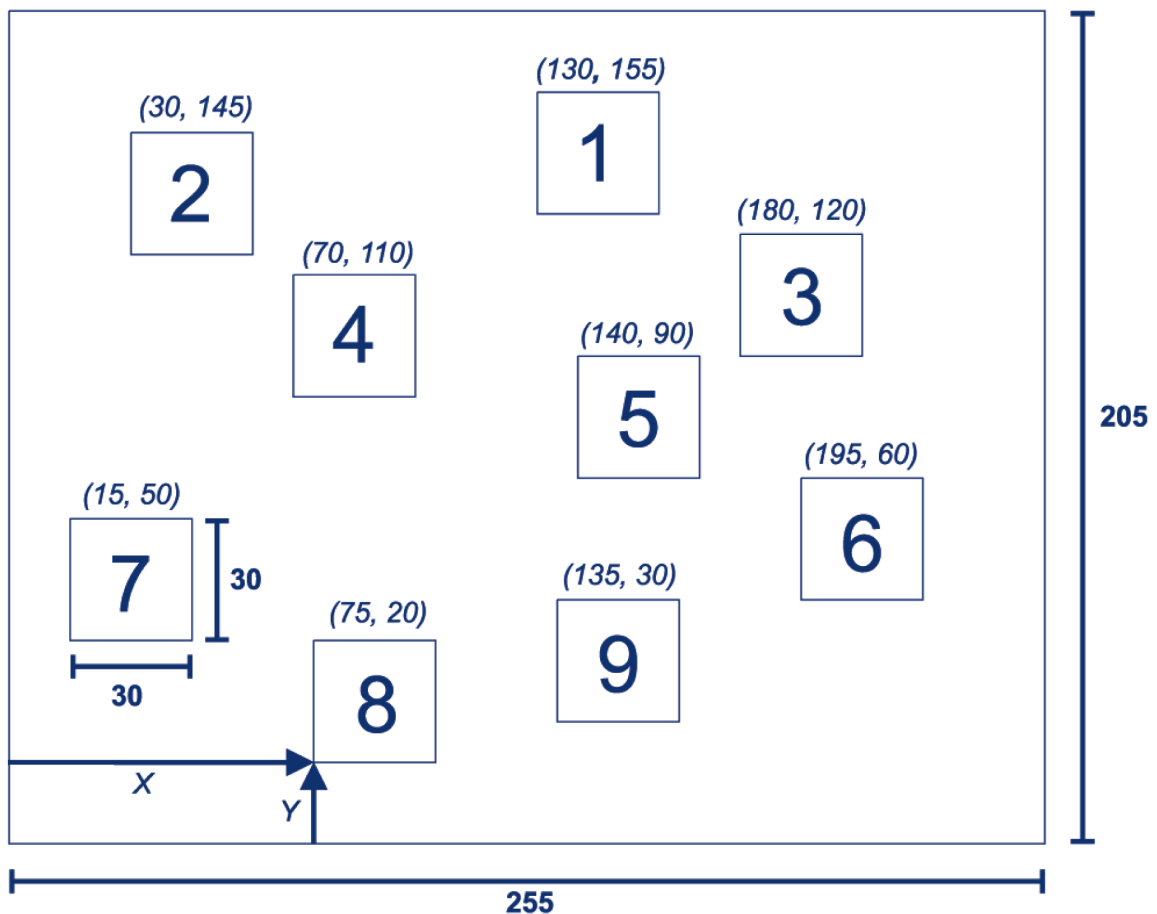


Figure 1 : Plan de l'épreuve des blocs de Corsi d'après Kessels *et al.* (2000). Les coordonnées en millimètres sont mesurées à partir du coin inférieur gauche de la planche à l'angle inférieur gauche de chaque cube. Les chiffres 1 à 9 sont dessinés sur la face des cubes visible du seul examinateur.

Exemple	2-6	7-9
Niveau	Essai 1	Essai 2
2	8-5	6-4
3	4-7-2	8-1-5
4	3-4-1-7	6-1-5-8
5	5-2-1-8-6	4-2-7-3-1
6	3-9-2-4-8-7	3-7-8-2-9-4
7	5-9-1-7-4-2-8	5-7-9-2-8-4-6
8	5-8-1-9-2-6-4-7	5-9-3-6-7-2-4-3
9	5-3-8-7-1-2-4-6-9	4-2-6-8-1-7-9-3-5

Tableau 1 : Séquences en condition de rappel endroit

Exemple	1-8	4-6
Niveau	Essai 1	Essai 2
2	9-4	7-5
3	6-8-5	4-6-3
4	2-5-1-8	9-3-5-2
5	5-3-2-9-7	3-1-9-4-7
6	1-6-8-4-7-5	2-6-9-3-8-5
7	5-3-8-6-2-7-4	2-3-8-5-1-9-7
8	4-9-1-6-3-8-7-5	4-8-5-9-7-2-1-6
9	3-7-8-1-2-6-4-9-5	1-5-6-3-8-4-9-2-7

Tableau 2 : Séquences en condition de rappel inversé

La consigne donnée au sujet pour la condition endroit est la suivante : « Regarde bien ce jeu. Avec mon doigt, je vais te montrer des petits cubes, l'un après l'autre. Regarde bien et fais très attention, sans rien dire. Seulement quand j'aurai fini, ça sera à toi de me montrer avec ton doigt tous les cubes que j'ai touchés, de la même façon que moi, dans le même ordre. Tu as bien compris, tu es prêt(e) ? C'est parti » (consigne inspirée de De Agostini *et al.*, 1996). On administre alors les items d'exemple pour s'assurer que l'enfant a bien compris, puis le premier essai à 2 cubes. On prévient ensuite l'enfant : « À partir de maintenant, le nombre de cubes va augmenter petit à petit. » Si le sujet commence à pointer les blocs alors que l'examineur n'a pas encore fini la séquence, l'instruction suivante est donnée : « Attention, il faut que tu attendes que j'ai terminé. » Les auto-corrrections sont admises. Seules les séquences reproduites à l'identique sont considérées comme réussies.

Pour la condition envers, la consigne suivante est donnée : « Maintenant, on va faire un autre jeu. Je vais te montrer des cubes, l'un après l'autre. Comme tout à l'heure, regarde bien et attend que j'aie fini. Par contre, cette fois-ci, tu devras

me montrer avec ton doigt tous les cubes que j'ai touchés, mais dans l'ordre inverse, c'est-à-dire en commençant par le dernier que j'ai touché, jusqu'au premier. Tu as compris ? Tu es prêt(e) ? C'est parti. » Les séquences utilisées en condition envers sont différentes de celles utilisées en condition endroit.

Chez les plus jeunes, pour lesquels l'attention est souvent plus labile, il est important d'attirer le regard sur la tâche en cours pour chaque nouvelle séquence. Il faut également s'assurer que l'enfant a bien compris les consignes, et surtout les notions « dans le même ordre » et « dans l'ordre inverse ».

3. Étalonnage

La population d'étalonnage est constituée de 456 enfants scolarisés dans des établissements publics et privés, en milieu rural et urbain, provenant des régions Midi-Pyrénées et Auvergne (cf. tableaux 3 et 4). Les résultats des enfants ayant redoublé, sauté une classe, ou bénéficiant d'un suivi rééducatif en dehors de l'école n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

Classes	Filles	Garçons	Total
CP	9	11	20
CE1	41	42	83
CE2	41	40	81
CM1	58	46	104
CM2	51	47	98
6 ^e	35	35	70
Total	235	221	456

Tableau 3 : Répartition de la population selon l'âge

Catégories socio-professionnelles	Normes INSEE (2010 - 15-60 ans)	Échantillon
Agriculteur exploitant	1,8 %	6,3 %
Artisans, commerçants, chef d'entreprise	6,1 %	9,8 %
Cadres, professions intellectuelles supérieures	15,1 %	12,1 %
Professions intermédiaires	22,1 %	11,6 %
Employés	26,2 %	23,6 %
Ouvriers	19,3 %	11,2 %
Chômeurs et autres personnes sans emploi	9,4 %	9,3 %
Non renseigné	-	16,1 %

Tableau 4 : Répartition socioprofessionnelle des parents

4. Résultats

Les notes pour l'empan endroit et l'empan envers ont fait l'objet d'analyses de variance à deux facteurs selon un plan 2 x 7 (Sexe x Âge) et 2 x 6 (Sexe x Âge), réalisées avec le logiciel SPSS. L'absence d'effet significatif du facteur Sexe et d'interaction avec les facteurs Âge ou Classe pour les deux notes nous a conduits à regrouper les données et à réaliser une deuxième ANOVA à un seul facteur.

4.1. Évolution de l'empan endroit

L'examen des notes montre une évolution lente et régulière de la valeur de l'empan avec l'âge, passant en moyenne de 4,3 à 6 ans à 5,7 à 12 ans (cf. tableau 5). Un effet significatif du facteur Age est retrouvé ($F(6,449) = 12,08$; $p < 0,0001$).

Une évolution similaire est notée pour la classe, avec une augmentation progressive de l'empan qui est de 4,5 en moyenne en CP et de 5,6 en moyenne en 6^e (cf. tableau 6). Un effet significatif du facteur Classe est retrouvé ($F(5,450) = 16,33$; $p < 0,0001$).

Âge	Moyenne	Écart-type	Erreur-standard	N
6 ans	4,33	1,21	0,32	6
7 ans	4,80	0,73	0,10	60
8 ans	5,02	0,80	0,09	85
9 ans	5,36	0,75	0,08	100
10 ans	5,46	0,80	0,08	94
11 ans	5,68	0,87	0,09	75
12 ans	5,67	0,72	0,13	36

Tableau 5 : Empan endroit pour les enfants de 6 à 12 ans

Classe	Moyenne	Écart-type	Erreur-standard	N
CP	4,50	0,76	0,18	20
CE1	4,88	0,74	0,09	83
CE2	5,27	0,85	0,09	81
CM1	5,26	0,70	0,08	104
CM2	5,71	0,90	0,08	98
6 ^e	5,59	0,71	0,09	70

Tableau 6 : Empan endroit pour les classes de CP à 6^e

4.2. Évolution de l'empan envers

L'examen des notes montre une évolution de la valeur de l'empan avec l'âge notamment entre 6 et 9 ans, il passe en moyenne de 3,2 à 6 ans à 5,9 à 12 ans (cf. tableau 7). Un effet significatif du facteur Âge est retrouvé ($F(6,449) = 21,10$; $p < 0,0001$).

Une évolution régulière est notée pour la classe, avec une augmentation progressive de l'empan qui est de 3,5 en moyenne en CP et de 5,7 en moyenne en 6^e (cf. tableau 8). Un effet significatif du facteur Classe est retrouvé ($F(5,450) = 24,96$; $p < 0,0001$).

Âge	Moyenne	Écart-type	Erreur-standard	N
6 ans	3,17	1,60	0,44	6
7 ans	4,05	1,19	0,14	60
8 ans	4,56	1,15	0,12	85
9 ans	5,01	1,02	0,11	100
10 ans	5,03	1,09	0,11	94
11 ans	5,64	0,93	0,12	75
12 ans	5,89	0,98	0,18	36

Tableau 7 : Empan envers pour les enfants de 6 à 12 ans

Classe	Moyenne	Écart-type	Erreur-standard	N
CP	3,50	1,24	0,24	20
CE1	4,29	1,23	0,12	83
CE2	4,79	1,07	0,12	81
CM1	4,92	1,04	0,11	104
CM2	5,40	1,07	0,11	98
6 ^e	5,74	0,88	0,13	70

Tableau 8 : Empan envers pour les classes de CP à 6^e

5. Discussion et conclusion

Les valeurs d'empan visuo-spatial obtenues dans cette étude confirment celles d'études précédentes, notamment celle de De Agostini *et al.* (1994) pour les enfants de 6 à 8 ans et celle d'Anderson *et al.* (1995) sur une population australienne de 376 enfants de 7 à 13 ans. Par contre, nous ne retrouvons aucune différence entre les sexes alors qu'une supériorité pour les garçons est signalée par Grossi *et al.* (1979). Le caractère développemental et l'absence de différence sexuelle se retrouvent également dans l'étude transversale de Farrell Pagulayan, Busch, Medina, Bartok et Krikorian (2006) sur l'empan endroit aux blocs de Corsi chez des enfants de 7 ans, des adolescents de 14 ans et de jeunes adultes de 21 ans. Ils observent une augmentation linéaire et progressive de celui-ci avec l'âge. Ces données sont à relier aux études en imagerie cérébrale qui ont montré le rôle du cortex préfrontal dorsolatéral dans la mémoire de travail, surtout pour les aspects les plus exécutifs, zone du cerveau qui n'atteint que tardivement sa pleine maturité en lien avec une myélinisation tardive (Gogtay *et al.*, 2004).

Concernant les processus cognitifs impliqués dans les blocs de Corsi, les points de vue divergent. Vandierendonck, Kemps, Fastame et Szmaler (2004) au cours d'une série d'expériences auprès de jeunes adultes ont montré que les performances à l'épreuve de Corsi (pour des séquences longues et intermédiaires) étaient altérées par une tâche concurrente visuo-spatiale de tapping, aussi bien lors des rappels endroit qu'envers. De même, une tâche interférente impliquant l'administrateur central diminuait les performances aux blocs de Corsi, davantage pour le rappel envers. Pour ces auteurs, la condition envers des blocs de Corsi fait donc appel à la fois à un traitement visuo-spatial et à un contrôle exécutif. Cet avis n'est cependant pas partagé par Mammarella et Cornoldi (2005) qui considèrent que l'épreuve envers des blocs de Corsi n'est pas l'équivalent non verbal de la mémoire de chiffres à l'envers, car le sujet peut utiliser une représentation de la forme globale du trajet pour le refaire en sens inverse plutôt que de chercher à suivre la séquence étape par étape. En effet, leurs travaux montrent que des enfants avec une incapacité d'apprentissage non verbal ou visuo-spatial, mais aussi de jeunes adultes avec de faibles habiletés spatiales, présentent un déficit spécifique lors du rappel envers. Ces données soutiennent l'hypothèse que la condition envers implique

certainement des processus spatiaux particuliers avec un traitement plus simultané que séquentiel. En effet, dans le domaine spatial, le sujet peut éviter la procédure généralement utilisée dans le domaine verbal, pour le rappel envers des mots ou des chiffres par exemple, qui est de maintenir en mémoire l'information dans l'ordre original, puis élément par élément, rappeler la séquence dans l'ordre inverse. Dans le rappel envers des blocs de Corsi, le sujet peut s'appuyer sur deux types de représentations : soit chaque bloc est encodé individuellement, selon des coordonnées égocentriques, soit le sujet est capable de se représenter la configuration globale de la séquence (surtout lorsqu'elle est courte et assez simple) ou au moins d'une partie de la séquence, la rappeler ensuite dans l'ordre demandé. Le fait que l'écart entre l'empan endroit et l'empan envers diminue avec l'avancée en âge suggère que les blocs de Corsi ne peuvent être considérés comme un équivalent non verbal de la mémoire de chiffres puisque l'écart entre les deux types d'empan se maintient pour cette épreuve (Gardner, 1981).

Il n'en reste pas moins que l'utilisation de cette épreuve est particulièrement indiquée dans le cadre des troubles neurodéveloppementaux, notamment pour les troubles des apprentissages et les troubles psychomoteurs que sont le TAC et le TDA/H.

Références bibliographiques

- Alloway, T. P., Temple, K. J. (2007). A comparison of working memory skills and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology*, 21(4), 473-487.
- Anderson, V., Lajoie, G., Bell, R. (1995). *Neuropsychological assessment of the school-aged child*. Melbourne: University of Melbourne
- Baddeley, A. D., Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Bellugi, U., Wang, P. P. (1994). Williams syndrome: an unusual neuropsychological profile. In S. Broman, J. Grafman (Eds.), *Atypical cognitive deficits in developmental disorders: Implications for brain function*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Berch, D. B., Krikorian, R., Huha, E. M. (1998). The Corsi Block-Tapping Task: Methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition*, 38(3), 317-338.
- Bosco, A., Longoni, A. M., Vecchi, T. (2004). Gender effects in spatial orientation: Cognitive profiles and mental strategies. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 519-532.
- Capitani, E., Laiacina, M., Ciceri, E. (1991). Sex differences in spatial memory: A reanalysis of block tapping long-term memory according to the short-term memory level. *Italian Journal of the Neurological Sciences*, 12, 461-466.
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34, 819B.
- De Agostini, M., Kremin, H., Curt, F., Dellatolas G. (1996). Immediate memory in children aged 3 to 8. Digits, familiar words, unfamiliar words, pictures and Corsi. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 8(36), 4-10.
- Farrell Pagulayan, K., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., Krikorian, R. (2006). Developmental normative data for the Corsi Block-Tapping Task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(6), 1043-1052.

- Fischer, M. H. (2001). Probing spatial working memory with the Corsi Blocks task. *Brain and Cognition*, 45(2), 143-154.
- Gardner, R. A. (1981). Digits forward and backward as two separate tests: Normative data on 1567 school children. *Journal of Clinical Child Psychology*, 10, 131-135.
- Garon, N., Bryson, S. E., Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
- Gotgay, N., Gield, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., Nugent, T. F., Herman, D. H., Clasen, L. S., Toga, A. W., Rapoport, J. L., Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 101(21), 8174-8179.
- Grossi, D., Orsini, A., Monetti, C., De Michele, G. (1979). Sex differences in children's spatial and verbal memory span. *Cortex*, 15, 667-670.
- Iachini, T., Ruggiero, G., Ruotolo, F., Pizza, R. (2008). Age and gender differences in some components of spatial cognition. In H. T. Benninghouse & A. G. Rosset (Eds.), *Women and aging: New research*. New York: Nova Science Publishers.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D. (2001). Short-term memory in Down syndrome: Applying the working memory model. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 17-23.
- Jong, C. W. de, Voorde, S., Roeyers, H., Raymaekers, R., Oosterlaan, J., Sergeant, J. A. (2009). How distinctive are ADHD and RD? Results of a double dissociation study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(7), 1007-1017.
- Kessels, R. P. C., van den Berg, E., Ruis, C., Brands, A. M. A. (2008). The backward span of the Corsi Block-Tapping task and its association with the WAIS-III digit span. *Assessment*, 15(4), 426-434.
- Kessels, R. P. C., van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., de Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping task: Standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252-258.
- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., Thomsen, P. H. (2010). Validating neuropsychological subtypes of ADHD: how do children with and without an executive function deficit differ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(8), 895-904.
- Mammarella, I. C., Cornoldi, C. (2005). Sequence and space: The critical role of a backward spatial span in the working memory deficit of visuospatial learning disabled children. *Cognitive Neuropsychology*, 22(8), 1055-1068.
- Mammarella, I. C., Lucangeli, D., Cornoldi, C. (2010). Spatial working memory and arithmetic deficits in children with nonverbal learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 43(5), 455-468.
- McLean, J. F., Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Clinical Psychology*, 74, 240-260.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272-277.
- Orsini, A., Schiappa, O., Grossi, D. (1981). Sex and culture differences in children's spatial and verbal-memory span. *Perceptual and Motor Skills*, 53, 39-42.
- Pasini, A., Paloscia, C., Alessandrelli, R., Porfirio, M. C., Curatolo, P. (2007). Attention and executive functions profile in drug naive ADHD subtypes. *Brain and Development*, 29(7), 400-408.
- Rowe, G., Hasher, L., Turcotte, J. (2008). Age differences in visuospatial working memory. *Psychology and Aging*, 23, 79-84.
- Rudkin, S., Pearson, D. G., Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 79-100.
- Saggino, A., Balsamo, M., Grieco, A., Carbone, M. R., Raviele, N. N. (2004). Corsi's block-tapping task: Standardization and location in factor space with the WAIS-R for two normal samples of older adults. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3), 840-848.
- Smirni, P., Villardita, C., Zappalà, G. (1983). Influence of different paths on spatial memory performance in the Block-Tapping Test. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 5, 355-359.
- Smyth, M. M., Scholey, K. A. (1992). Determining spatial span: The role of movement time and articulation rate. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 479-501.
- Vecchi, T., Richardson, J. T. E. (2001). Measures of visuospatial short-term memory: The knox cube imitation test and the corsi blocks test compared. *Brain and Cognition*, 46(1-2), 291-295.
- Vandierendonck, A., Kemps, E., Fastame, M. C., Szmalec, A. (2004). Working memory components of the Corsi blocks task. *British Journal of Psychology*, 95(1), 57-79.
- Vicari, S., Carlesimo, G. (2006). Short-term memory deficits are not uniform in Down and Williams syndromes. *Neuropsychology Review*, 16(2), 87-94.
- Wechsler, D., Naglieri, J. A. (2006). *Wechsler nonverbal scale of ability*. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- Wechsler, D., Naglieri, J. A. (2009). *Échelle non verbale d'intelligence de Wechsler*. Paris : Éditions du centre de Psychologie Appliquée.