

# Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6<sup>e</sup>

## 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<sup>e</sup> 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

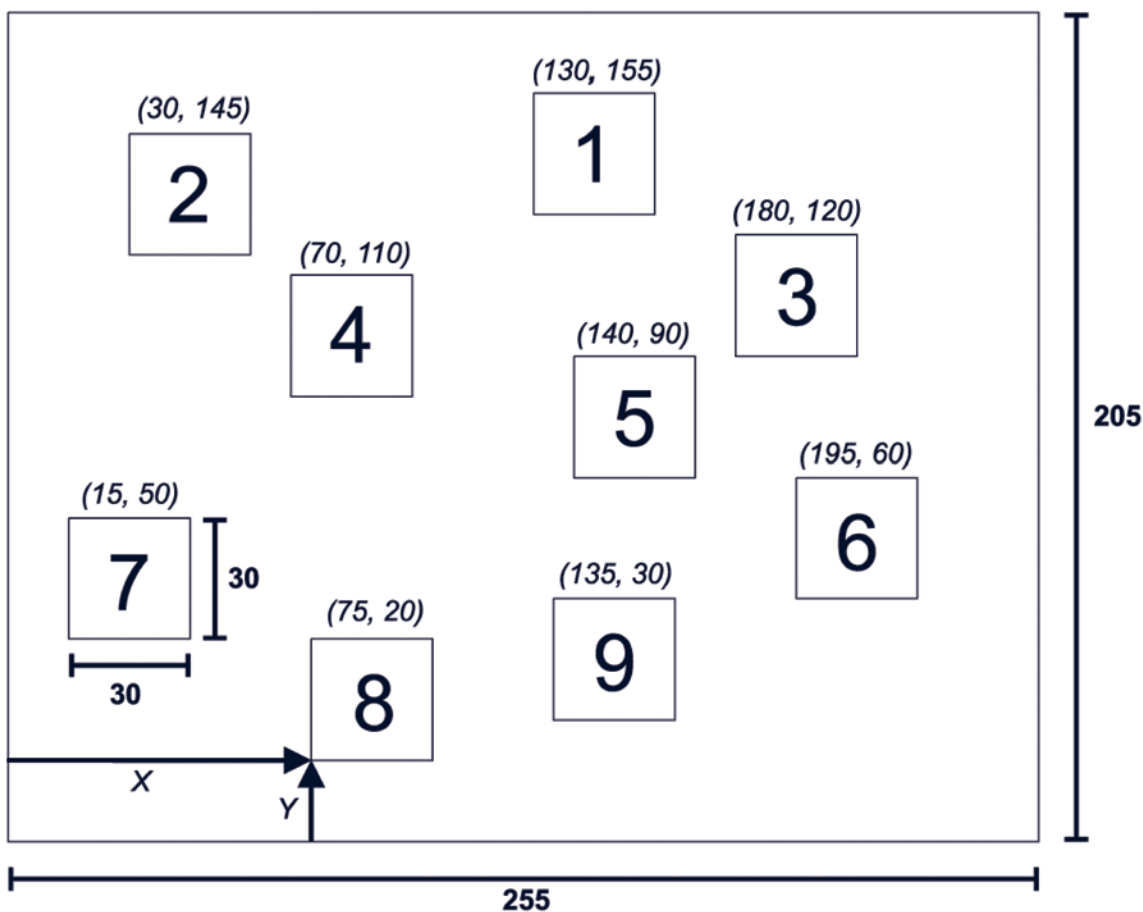
L'épreuve des blocs de Corsi (1972) est constituée d'une planche sur laquelle sont fixés neuf cubes ou blocs disposés selon un arrangement dépourvu de symétrie et numérotés sur la face visible uniquement par l'observateur (cf. figure 1). Celui-ci touche successivement un certain nombre de blocs dans 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'examinateur 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'examinateur 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'examinateur 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-corrections 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, sautés 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 <sup>e</sup> | 35         | 35         | 70         |
| <b>Total</b>   | <b>235</b> | <b>221</b> | <b>456</b> |

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<sup>e</sup> (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 <sup>e</sup> | 5,59    | 0,71       | 0,09            | 70  |

Tableau 6 : Empan endroit pour les classes de CP à 6<sup>e</sup>

### 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<sup>e</sup> (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 <sup>e</sup> | 5,74    | 0,88       | 0,13            | 70  |

Tableau 8 : Empan envers pour les classes de CP à 6<sup>e</sup>

## 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, Kempes, Fastame et Szmalzer (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 considéré 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 TDAH.

## 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 profil. 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., Laiacona, 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 et al. (dir.), *Women and aging: New research*. 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., Cerbone, 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.