

La batterie modulable de tests informatisée (BMT-i) :

Un outil complémentaire pour les neuropsychologues

Sahawanatou Gassama¹, Doriane Renault¹, Stéphanie Iannuzzi², Monique Touzin³, Catherine Billard⁴

1. Neuropsychologue, Paris Santé Réussite, Paris.
2. Orthophoniste, Paris Santé Réussite, Paris.
3. Neuropsychologue, CRTLA, CHU, Toulouse.
4. Médecin neuropédiatre, Association pour la Recherche sur les Troubles des Apprentissages (ARTA)

Monique Touzin et Catherine Billard sont co-auteurs de la BMT-*i*

Auteure de correspondance :
Sahawanatou Gassama
218, rue de Belleville 75020 PARIS
sahawanatougassama@gmail.com
0184821839

Résumé : Dans cet article, nous présentons la Batterie Modulable de Tests-informatisée (BMT-i) en tant qu'outil complémentaire pour les neuropsychologues. Composée de quatre domaines d'évaluation, la BMT-i est conçue pour répondre aux besoins d'évaluation généraliste des enfants présentant un trouble du neurodéveloppement. Les épreuves du domaine attention/fonctions exécutives, particulièrement tournées vers l'évaluation neuropsychologique, sont d'abord présentées puis situées parmi les autres outils classiquement utilisés. L'intérêt des épreuves des autres domaines de la batterie - les apprentissages (langage écrit et cognition mathématique), fonctions verbales et fonctions non verbales – est ensuite souligné avant d'en faire la description.

Mots-clés : batterie d'évaluation, neuropsychologue, fonctions cognitives, apprentissages.

Les psychologues cliniciens, en particulier ceux spécialisés en neuropsychologie, sont fréquemment consultés pour évaluer des enfants souffrant de troubles des apprentissages. La conférence de consensus organisée par la Fédération française des psychologues et de psychologie (FFPP) a défini le sens et le cadre d'un examen psychologique : « *L'examen psychologique d'un enfant a pour but de répondre à une demande d'aide ou de conseil formulée par le sujet lui-même et/ou son entourage* ¹ . *L'examen psychologique comporte plusieurs facettes complémentaires qui vont de l'analyse du fonctionnement psychique au fonctionnement cognitif, expliquant que la formation en psychologie clinique comporte différentes spécialisations allant de la psychopathologie à la neuropsychologie. Quoi qu'il en soit, le psychologue se réfère constamment aux modèles théoriques actuellement en vigueur et à ses compétences acquises dans son parcours professionnel.* »

Dans son guide intitulé « *Comment améliorer le parcours de santé d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages (TSLA), 2018* »², la Haute Autorité de Santé (HAS) souligne le rôle de l'examen psychologique.

Les psychologues disposent d'un large éventail d'outils pour mener l'évaluation cognitive : des tests d'intelligence comme les échelles de Wechsler - WISC-V et WPPSI-IV³, des batteries généralistes KABC-II ou NEPSY-II⁴ mais aussi d'autres outils destinés à explorer plus spécifiquement les fonctions attentionnelles et exécutives. Cependant, au cours de leur évaluation, il peut leur être nécessaire de répondre à une question concernant d'autres aspects du fonctionnement cognitif (langage oral, apprentissages ou fonctions non verbales) et envisager ainsi l'orientation vers un autre professionnel spécialisé. Dans ce cadre, disposer d'une

¹ Conférence de consensus : Recommandations Pour La Pratique De l'examen Psychologique Et l'utilisation Des Mesures En Psychologie De l'enfant p2 <https://appea.org/uploads/fichiers/2015/11/Recommandations-consensus-examen-psychologique.pdf>

² Comment améliorer le parcours de soins d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages (2018) https://www.has-sante.fr/jcms/c_2822893/fr/comment-ameliorer-le-parcours-de-sante-d-un-enfant-avec-troubles-specifiques-du-langage-et-des-apprentissages Bilans spécialisés des psychologues et des professionnels paramédicaux. Annexe 5 p 52

³ Wechsler D. WISC-V (2005). Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents - 5e édition. WPPSI-IV Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants - 4e édition (ECPA-Pearson).

⁴ Kaufman, A.S. & Kaufman, N.L. (2008). KABC-II, Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant. 2e édition. Montreuil : ECPA par Pearson. Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. (2012). Bilan neuropsychologique de l'enfant, seconde édition : NEPSY-II. Montreuil : ECPA par Pearson.

batterie de tests pour l'examen de première intention de l'une et/ou l'autre de ces fonctions peut être un outil intéressant pour compléter les tests spécifiques.

Notre objectif est de présenter la Batterie Modulaire de Tests-informatisée (BMT-*i*, Billard, Mirassou, Touzin, 2019) validée dans un large échantillon d'enfants tout-venant français, de la moyenne section de maternelle (MSM) à la 5^{ème} de collège. Cette batterie récente propose quatre épreuves pour un examen de première intention des fonctions attentionnelles et exécutives. D'autre part, les psychologues pourront également y trouver des épreuves concernant les apprentissages (langage écrit et cognition mathématique), le langage oral, le graphisme et la visuo-construction, pour leur permettre d'identifier les difficultés rapportées par les familles et orienter si nécessaire vers le professionnel spécialisé adapté. Destinée à l'examen de première intention, la BMT-*i* ne se substitue en aucun cas aux évaluations spécialisées, indispensables pour confirmer le diagnostic et déterminer les axes de la prise en charge.

Nous décrirons successivement la BMT-*i* de façon générale, puis les épreuves du domaine attention/fonctions exécutives particulièrement conçues pour les neuropsychologues. Puis nous mettrons en perspective l'utilisation de cet outil récent dans le cadre des outils spécifiques à la discipline pour l'évaluation de l'attention et des fonctions exécutives, ainsi que l'apport des épreuves des autres domaines.

Une batterie informatisée explorant quatre domaines

La BMT-*i* est un outil informatisé destiné à l'évaluation clinique de première intention des apprentissages et fonctions cognitives dans le champ des troubles du neurodéveloppement (TND). Elle est particulièrement destinée à cette évaluation chez les enfants de maternelle, primaire ou collège, suspects de TSLA, comme recommandé par la HAS. Elle peut également être utile au dépistage des conséquences cognitives des autres groupes des TND ou des enfants vulnérables.

Succédant à l'EDA (Billard et Touzin, 2011), la BMT-*i* est l'outil de 2ème génération, enrichi et repensé, fruit de 4 années de conception, validation et informatisation. Actualisée en fonction des connaissances récentes, la BMT-*i* est :

- mieux standardisée (les items verbaux sont présentés par l'application),
- validée dans une population plus étendue (MSM-5ème),
- avec des épreuves nouvelles concernant en particulier les fonctions attentionnelles et exécutives,
- et des épreuves enrichies évaluant les praxies et la cognition mathématique

L'informatisation, gage de simplicité et de standardisation

En plus d'offrir un support de passation plus en phase avec les technologies actuelles et la réalité quotidienne des enfants, l'informatisation assure une meilleure standardisation de l'évaluation. De plus, l'informatisation offre une précision de mesure incomparable pour les temps de réponse. Analysés avec les scores de réussite, ils sont un indicateur précieux pour repérer les enfants pénalisés par la lenteur. Ce qui est particulièrement important dans l'évaluation des processus attentionnels, où les temps de réaction (TRs) enregistrés à la milliseconde près apportent aussi une information sur l'efficacité des capacités. Enfin, en libérant l'examineur des aspects les plus contraignants d'enregistrement et de notation des épreuves, elle lui permet de mieux se consacrer à l'observation de l'enfant.

La BMT-*i* : une application tactile, un portail sécurisé et 5 manuels

La BMT-*i* est un outil hybride, qui comprend une partie applicative, permettant de passer les épreuves, et un portail en ligne, permettant l'accès aux résultats normés et la sauvegarde sécurisée des données. L'usage de l'application BMT-*i* nécessite une tablette tactile (Android, Windows ou IOS). L'accès aux résultats et le téléchargement des différents comptes rendus se fait sur un portail sécurisé (accessible à la fois sur tablette et PC). Le compte rendu et les nombreuses ressources (documents de passation, cahier de normes, manuels) y sont également accessibles et téléchargeables gratuitement.

En dehors de l'application et du portail, la batterie comporte 5 manuels dont 4 imprimés :

- le Manuel utilisateur guide l'examineur dans sa navigation,
- le Manuel « Bases théoriques » fournit un rappel des fondements neuropsychologiques des domaines explorés,
- le Manuel « Cas cliniques », décrit à partir de scénarii le raisonnement clinique face à la complexité et à la diversité des parcours d'évaluation des enfants, pour mettre en place l'intervention nécessaire,
- le livret « Cotation et interprétation du graphisme » précise et illustre les critères de cotation des deux épreuves de graphisme,
- le Manuel « Méthodologie, Statistiques et Normes », disponible en téléchargement, détaille les normes et toutes les phases du processus de validation.

Les épreuves de la BMT-i, une batterie modulable selon la discipline

La BMT-i a été conçue autour de l'enfant et des besoins d'évaluation de première intention des apprentissages et fonctions cognitives. Elle est accessible à tous les professionnels de santé concernés selon leurs compétences. L'application permet de choisir aisément les épreuves utiles à l'évaluation de l'enfant selon sa situation et celle de l'examen. Ainsi, une évaluation en un, deux ou trois temps est réalisable afin de prioriser les besoins de l'enfant dans les domaines les plus gênants dans sa vie scolaire et quotidienne. Certaines épreuves sont particulièrement destinées à certaines disciplines. Ainsi, les épreuves du domaine attentionnel et exécutif ont particulièrement été conçues et validées à l'usage des psychologues. Les épreuves des autres domaines peuvent les aider à compléter leur évaluation spécifique et/ou apprécier le retentissement des difficultés.

La BMT-i, les quatre domaines explorés

La conception des épreuves suit rigoureusement les connaissances théoriques actuelles du développement cognitif et de l'acquisition des apprentissages typiques et atypiques.

Les ressources concernent :

- **Les apprentissages** : langage écrit et cognition mathématique avec des épreuves correspondant aux attendus de chaque classe :
- **Les fonctions cognitives** :
 - **Le langage oral**, évalué en compréhension et expression
 - **Les fonctions non verbales** comportent des épreuves de raisonnement, et des épreuves évaluant le graphisme et la visuo-construction.
- **Les fonctions attentionnelles et exécutives** (Attention soutenue visuelle, Attention contrôlée auditive, Tour de Paris, Empans) sont accessibles du CE1 à la 5ème.

Le processus de validation de la BMT-*i*

Toutes les caractéristiques de la validation des épreuves de la BMT-*i* sont détaillées dans le « Manuel Méthodologie, Statistiques et Normes » pour une parfaite transparence de l'appréciation des résultats (Thiébaud, Gassama & Billard, 2019).

Les participants de l'étalonnage sont issus d'un échantillon d'enfants tout-venants examinés dans des établissements scolaires volontaires après accord de leurs parents et des inspecteurs d'académie. Les 1074 enfants de 4 à 13 ans scolarisés de la MSM à la 5ème collège sont répartis en 105 à 140 enfants par classe avec un quota selon le sexe proche de 1/1. Les établissements, publics et privés, en milieu urbain, suburbain ou rural, ont été diversifiés afin d'offrir une bonne représentativité de la population française des catégories socioprofessionnelles (CSP) définies par l'INSEE⁵.

Les résultats empiriques n'ayant pas tous une distribution normale, les normes sont exprimées en 7 classes réparties en Très faible (les 7% les plus faibles de l'étalonnage), puis faible (13% suivants), Moyens (60% suivants), Fort et Très Fort. La répartition théorique de ces classes, symétrique de part et d'autre de la classe moyenne, permet ainsi de reproduire une courbe en cloche. Pour les épreuves

⁵ INSEE Professions et catégories socioprofessionnelles population française âgée de 18 ans et plus PCS 2003 <https://www.insee.fr/fr/information/2400059>

dont l'indice de fidélité est insuffisant, les normes sont exprimées en pourcentages cumulés.

Les épreuves du domaine attentionnel/exécutif

La conception des 4 épreuves du domaine attentionnel et des fonctions exécutives a tenu compte des modèles théoriques en vigueur (Iannuzzi, Gérard, Gassama & Billard, 2019). En ce qui concerne les fonctions attentionnelles, le modèle de Van Zomeren & Brouwer (1994) définit les différents types d'attentions selon 2 axes : l'intensité et la sélectivité. En ce qui concerne le versant cognitif des fonctions exécutives, Diamond (2013) propose un modèle intégrant mémoire de travail, contrôle inhibiteur, flexibilité et fonctions exécutives de haut niveau (pour revue Roy, Lodenos, Fournet, Le Gall & Roulin, 2017).

Les épreuves de la BMT-*i*, rigoureusement validées en population française, permettent un examen de ces fonctions. Ces épreuves spécifiques dépassent le strict cadre du dépistage.

Attention contrôlée auditive

Cette épreuve se compose de deux parties. La première partie, dite « contrôle » est une épreuve basique sollicitant essentiellement les capacités d'attention sélective, alors que la seconde partie, dite « conflit » ajoute une charge importante en contrôle exécutif et sollicite fortement les processus d'inhibition et de flexibilité mentale.

L'enfant voit en permanence à l'écran quatre formes : un rond, un carré, un triangle et un losange, tandis que l'application énonce des mots (1/sec) pouvant être l'une des quatre formes ou d'autres mots neutres comme chat, encore ...



Capture d'écran de l'attention contrôlée auditive

Dans la partie « contrôle », la consigne donnée à l'enfant est d'appuyer aussi vite que possible sur la cible (le rond) quand il entend le mot rond et de ne rien faire s'il entend un autre mot, que ces stimuli non-cibles soient des distracteurs (carré,

triangle, losange) ou des mots neutres. Dans la partie conflit, la tâche se complexifie. L'enfant doit appuyer sur le carré quand il entend le mot rond, appuyer sur le rond quand il entend le mot carré, appuyer sur le triangle quand il entend le mot triangle, et ne rien faire quand il entend un autre mot. Ici, l'enfant doit gérer une consigne contraire (appuyer sur rond quand il entend carré et inversement), et une consigne simple (appuyer sur triangle quand il entend triangle). Il s'agit donc non seulement de distinguer les stimuli cibles (rond, carré, triangle) des distracteurs (losange) et des mots neutres, mais aussi d'alterner entre la consigne simple (triangle sur triangle) et l'autre nécessitant d'inhiber la réponse prépondérante (rond/carré).

L'application enregistre automatiquement tous les appuis de l'enfant pour chacune des deux parties, puis les convertit, via un algorithme, en scores de bonnes réponses et d'erreurs. La vitesse de réponse est appréciée indirectement par le nombre respectif de bonnes réponses rapides, survenant à l'écoute même du mot-cible (réponse en N), et de bonnes réponses survenant sur le mot suivant (réponse en N+1).

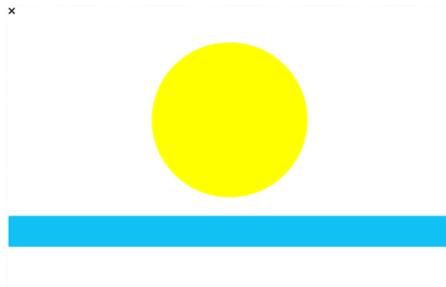
Pour la partie « contrôle », le score total de bonnes réponses (BRs) à l'écoute du mot rond témoigne de la qualité de l'attention sélective. Les erreurs sont précisées : inhibition (appui erroné sur une des trois autres formes à l'écoute de leurs noms) et commissions regroupant toutes les autres réponses erronées. Elles sont rarement observées chez les enfants tout-venants.

Pour la partie « conflit », les bonnes réponses dites de flexibilité (BRFs : carré sur rond ou rond sur carré) sont distinguées des bonnes réponses dites triangle (triangle sur triangle). L'interprétation des scores de la partie conflit dépend de ceux de la partie contrôle. Une baisse des performances dans la partie conflit associée à des résultats normaux dans la partie contrôle, peut alors être imputée à l'augmentation de la charge cognitive du point de vue exécutif. Lorsque les performances sont faibles dès la partie contrôle, l'interprétation en terme purement attentionnel ou purement exécutif est plus difficile.

Attention soutenue visuelle

Il s'agit d'une épreuve de détection de cibles, de type Go-no-Go, longue mais simple, élaborée à partir du paradigme des tâches de performance continue de Conners (Conners, 2004 ; Conners, 2014).

Des ronds de couleur défilent au centre de l'écran et l'enfant doit appuyer sur la barre bleue située juste en-dessous, le plus rapidement possible, quelle que soit la couleur du rond, sauf s'il s'agit d'un rond noir.



Capture d'écran de l'attention continue visuelle

Les stimuli apparaissent pendant 250 ms avec un ordre de présentation des couleurs aléatoire. L'épreuve d'une durée de 15 minutes est constituée de 6 blocs de 60 items (54 ronds non noirs et 6 ronds noirs). Les stimuli sont présentés à intervalles de temps (ISI ou Inter-Stimuli Interval) variables : 1, 2 ou 4 secondes afin de rendre la tâche moins prédictible et d'éviter les automatismes de réponses. Le fait de demander à l'enfant de réagir sélectivement à certains stimuli cibles (réponses prépondérantes) et de retenir sa réponse pour d'autres stimuli (plus rares), fait appel à ses capacités d'inhibition.

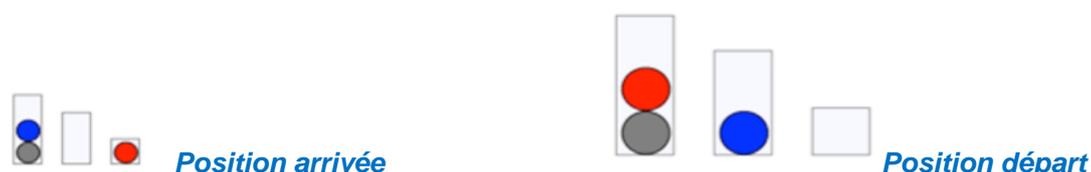
Là encore, l'application fournit automatiquement tous les scores en fin d'épreuve, en référence aux normes établies à partir de la population de référence. Parmi ces scores, les omissions désignent l'absence de réponse lors de l'apparition d'un rond de couleur non-noire (stimuli cibles) et constituent le principal indicateur de la qualité de l'attention soutenue. Les commissions correspondant à une réponse erronée suite à l'apparition d'un rond de couleur noire et sont le principal indicateur d'impulsivité.

Les temps de réaction (TRs) sont enregistrés uniquement pour les bonnes réponses (appui aux ronds de couleur non noire). La médiane des TRs correspond à l'indice de tendance centrale des temps de réponses et l'écart-type correspond à l'indice de dispersion qui renseigne sur la fluctuation des TRs au cours de l'épreuve. L'ensemble de ces scores, erreurs et TRs, sont donnés pour la totalité de l'épreuve, mais sont aussi analysés en fonction des blocs et des ISI.

L'interprétation des scores nécessite une démarche d'analyse progressive et le croisement entre toutes les données. Après l'analyse des scores totaux, les résultats par bloc permettent de considérer les variations des différents paramètres d'attention tout au long des quinze minutes. Enfin, l'analyse des résultats par ISI fournit des indications supplémentaires quant à la vigilance et à la variabilité des réponses en fonction du temps, plus ou moins grand, donné à l'enfant pour fournir sa réponse.

La Tour de Paris

Cette épreuve est basée sur le paradigme de résolution de problème de la Tour de Londres (Shallice, 1982). Elle évalue les capacités de planification, d'anticipation et de résolution de problèmes non mathématiques. À partir d'une position de départ préétablie, l'enfant doit déplacer les boules afin de reproduire la configuration attendue dans la « position arrivée » en effectuant un nombre fixé de déplacements, sans limite de temps. Douze configurations, de complexité variable, sont ainsi proposées, avec, en cas d'échec, une seconde chance.



Item d'exemple de l'épreuve de la Tour de Paris

L'application fournit trois scores. Le score de réussite à l'issue de la première chance renseigne sur les capacités d'anticipation et de planification de l'enfant. Le score de réussite globale tient compte des réussites à la seconde chance et informe sur les capacités de l'enfant à s'autocorriger. Le temps total de réalisation de l'épreuve, croisé avec les scores de réussite, informe sur la vitesse de réalisation de la tâche. Les résultats à cette épreuve doivent être analysés avec ceux évaluant les processus non-exécutifs sollicités dans cette tâche, comme les compétences motrices et visuo-spatiales et plus généralement, le raisonnement fluide (Lussier, Guérin, Dufresne, Lassonde, 1998).

Les empan

Deux tâches d'empan – endroit et envers – consistent en la répétition de 10 séries de 3 à 7 chiffres. Les séries, de longueur croissante, sont énoncées par l'application au rythme de 1 chiffre par seconde. Au terme de l'énoncé, l'examineur saisit directement si la réponse est bonne ou fautive, avant de passer à l'item suivant. L'épreuve s'arrête automatiquement après un échec aux 2 items d'une série de même taille. Les scores de réussite endroit et envers correspondent au nombre de bonnes réponses.

Les épreuves de la BMT-*i* dans le cadre des outils disponibles pour le neuropsychologue

Les fonctions attentionnelles et exécutives sont par essence multiples, interdépendantes et se développent progressivement. Une évaluation structurée, guidée par les modèles théoriques et nuancée dans les interprétations, nécessite de faire converger les arguments, en tenant compte de la trajectoire développementale typique et de l'environnement socio-culturel (Roy, Lodenos, Fournet, Le Gall et Roulin, 2017).

Les outils d'évaluation qui existent sont nombreux et présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients. Cette variété des instruments de mesure, associée au coût de la plupart des tests et aux limites de leur validation en population française, complique l'accès à une évaluation de qualité. La place et les limites des épreuves de la BMT-*i* méritent donc d'être mises en perspective avec les principaux outils à l'usage du clinicien. Il ne s'agit pas du tout d'une revue exhaustive, mais de quelques exemples, choisis parmi les tests les plus communément utilisés pour l'évaluation des capacités attentionnelles et exécutives de l'enfant.

Plusieurs batteries proposent des épreuves testant les performances attentionnelles et exécutives, avec un nombre de subtests permettant d'explorer ces fonctions de façon plus étendue que la BMT-*i*.

Ainsi, les batteries informatisées TAP et KITAP, (Zimmerman & Fimm, 2010 ; Zimmerman, Gondan & Fimm, 2005) évaluent de nombreuses fonctions attentionnelles, et permettent d'obtenir des scores qualitatifs (scores d'erreurs) et quantitatifs (des temps de réaction). En revanche, l'épreuve d'attention soutenue n'est disponible que pour les enfants âgés de 6 à 10 ans. De plus, l'indice de variabilité n'est pas normé, alors que les enfants avec troubles attentionnels manifestent une instabilité de performance plus qu'un ralentissement des temps de réaction (Klein & Stralendorff, 2002).

La durée de l'épreuve d'attention soutenue de la BMT-*i* et les scores normés tout au long de l'épreuve fournissent donc des informations supplémentaires sur la stabilité de l'attention.

Le Test d'Évaluation de l'Attention Chez l'enfant ou TEA-Ch (Manly, Robertson, Anderson & Nimmo-Smith, 2006) est une batterie non informatisée. Elle ne permet pas le calcul des temps de réaction, les temps d'exécution étant mesurés manuellement par l'examineur. Par ailleurs, si elle explore de nombreuses composantes de l'attention et des fonctions exécutives, celle-ci sont souvent intriquées au sein d'une même épreuve, soit entre elles, soit avec d'autres fonctions cognitives, ce qui complique l'interprétation des résultats en cas d'échec. Les épreuves de *Coups de fusil* et de *Transmission de codes*, considérées par les auteurs comme évaluant l'attention soutenue, font aussi intervenir d'autres fonctions non exécutives, en particulier la mémoire de travail ou le comptage. L'épreuve d'attention soutenue de la BMT-*i* est moins complexe et offre une mesure précise des temps de réaction tout au long de l'épreuve.

La NEPSY II (Korkman, Kirk & Kemp, 2012) offre également plusieurs épreuves évaluant l'attention et les fonctions exécutives tels les subtests *Inhibition*, *Catégorisation* et *Attention auditive et réponses associées*. Toutefois, le report manuel des réponses par l'examineur est une source d'erreur non négligeable dans cette dernière épreuve qui, de plus, ne comporte pas de normes établies en population française. La BMT-*i* échappe aux erreurs de cotation grâce à son informatisation et propose des normes établies à partir d'un large échantillon d'enfants français.

Le Continuous Performance Test (Conners, 2004 ; 2014), un test d'attention soutenue et de vigilance, dont la BMT-*i* reprend le paradigme, n'est pas commercialisé en France et de ce fait est peu répandu.

D'autres tests isolés explorent une composante attentionnelle ou exécutive en particulier. Le caractère épars et partiel de ces épreuves donne toute son importance à la batterie FEE (pour une description préliminaire, voir Roy, 2015) qui offrira de nouvelles perspectives pour améliorer la démarche et les outils d'évaluation.

Les avantages et limites des épreuves de la BMT-*i* comparativement à ces tests doivent faire l'objet d'une étude rigoureuse, et le processus de validation en comparaison avec les tests précités dans une population clinique est en cours (Iannuzzi, Gérard, Gassama & Billard, 2019).

La BMT-*i* permet également de comparer les résultats des épreuves attentionnelles et exécutives à ceux d'épreuves non-exécutives, comme le langage oral, le raisonnement ou les compétences graphiques et visuo-spatiales.

L'apport d'autres épreuves de la BMT-*i* à l'évaluation neuropsychologique

Les neuropsychologues disposent de nombreux outils pour mener leur bilan. Au-delà de ce bilan ils peuvent faire un état des lieux en particulier des conséquences des troubles sur les apprentissages scolaires. Ils peuvent aussi repérer d'autres plaintes par exemple au niveau du langage oral. Dans toutes ces situations, les ressources de la BMT-*i* permettent cette évaluation complémentaire.

- **Les épreuves du domaine apprentissage** testent les acquisitions attendues dans chaque classe en langage écrit et cognition mathématique.

- Les deux versants du langage écrit - **lecture et orthographe**- sont analysés de la Grande Section de Maternelle (GSM) à la 5^{ème} (pour détails, Touzin, 2019).

Une identification de lettres et mots simples recherche les facteurs prédictifs en GSM. Le décodage et l'encodage de lettres, syllabes, digraphes, trigraphes, logatomes, mots et phrases, puis la vitesse, précision et compréhension d'un texte court au 3^{ème} trimestre apprécient le développement au cours du CP. Du CE1 à la 5^{ème} de collège, deux textes de longueur et complexité adaptées à la classe sont proposés au choix pour apprécier ces trois composantes de la lecture : vitesse, précision et compréhension. Pour chaque classe, une dictée juge des compétences en orthographe dans ses trois dimensions : phonétique, lexicale et grammaticale.

- Les différents aspects de la **cognition mathématique** sont explorés de la MSM à la 5^{ème} (pour détails, Mirassou, 2019).

L'acquisition du nombre (compétences numériques de base et numération) est testée dès la maternelle par les chaînes verbales, la lecture et dictée de nombres. Une épreuve originale informatisée teste le facteur analogique dans son lien avec le facteur arabe. Les performances en calcul mental sont mesurées par une épreuve de fluence arithmétique pour chaque opération (addition, soustraction, multiplication, division et opérations mélangées). La résolution des problèmes arithmétiques, choisis soigneusement selon les modèles actuels, est proposée avec une épreuve particulièrement développée au collège. Un protocole de base constitué des épreuves les plus pertinentes selon la classe permet en 15 à 20 minutes d'apprécier le niveau en cognition mathématique grâce à une « Note composite basique » afin de décider de la nécessité ou non d'une évaluation spécialisée.

- **Les fonctions cognitives :**

- **Le langage oral** est exploré dans ses différents aspects de la MSM à la 5^{ème}, auxquels s'ajoutent la métaphonologie (GSM-CP) et raisonnement verbal au collège (pour détails, Touzin, 2019). Les épreuves de langage oral sont essentiellement destinées à dépister des difficultés aux âges clé du développement que sont la MSM, GSM et CP, ou dans chaque autre classe devant par exemple un déficit en compréhension de lecture, ou résolution de problèmes afin d'orienter en orthophonie.

- **Les fonctions non verbales** comportent deux épreuves de raisonnement, et deux épreuves explorant le graphisme et la visuo-construction.

- Raisonnement non verbal

Les deux épreuves, la *Complétion de formes* pour toutes les classes et la *Classification* de la MSM au CE2, peuvent donner une indication sur les performances en raisonnement fluide. Elles n'ont évidemment pas la prétention de remplacer les données apportées par le WISC-V (pour détails, voir Gassama, Billard, Gérard & Iannuzzi, 2019).

- Graphisme (copie de figures simples de la MSM au CM1 et d'une figure complexe du CE1 à la 5^{ème})

La copie d'un ensemble de 5 à 6 figures simples de difficulté et complexité croissantes est proposée pour chaque tranche d'âge de la MSM au CM1.

Une figure complexe comportant 10 éléments évalue, du CE1 à la 5^{ème}, la précision de la réalisation de chaque élément et le respect des intrications topologiques. Pour les deux types de d'épreuve, deux scores, réussite et temps, sont fournis.

Pour limiter, tant que faire se peut, la subjectivité de la cotation, les critères précis de cotation sont définis et illustrés par de nombreux exemples dans le « Livret de cotation et interprétation du graphisme ». Une double cotation des productions de la cohorte d'étalonnage a permis d'explorer la fidélité des scores totaux de copie des figures simples et de la figure complexe grâce à la

corrélation inter-juges élevée dans chaque classe. Le temps de réalisation est enregistré automatiquement pour la figure complexe et pour l'ensemble des figures simples (Billard & Galbiati, 2019).

Une analyse de l'écriture au cours de la dictée est cotée en 6 critères du CE1 à la 5^{ème}. Cette analyse permet, outre la cotation des scores d'orthographe et la mesure du temps de réalisation, d'apprécier la calligraphie.

- Praxies constructives (construction avec cubes)

Deux séries constructions avec des cubes sont proposées l'une de la MSM au CP et l'autre du CE1 au CM2 (Billard & Galbiati, 2019).

En conclusion

La BMT-*i* propose quatre épreuves informatisées pour l'évaluation de certaines composantes de l'attention et des fonctions exécutives. Ces épreuves n'ont pas vocation à remplacer les tests déjà disponibles, mais à les compléter. Leur validité, en comparaison avec ces tests spécifiques, est d'ailleurs en cours d'étude.

Au-delà de ces épreuves, la BMT-*i* propose également d'estimer les conséquences des éventuels déficits cognitifs en termes d'apprentissages, tant en langage écrit qu'en cognition mathématique, ce qui est une étape indispensable. la BMT-*i* permet aussi un premier temps d'examen des fonctions verbales et non verbales, lorsque la question de l'intégrité de ces fonctions se pose..

Les neuropsychologues ont ainsi, au service de l'enfant et en réseau avec les autres disciplines, des ressources multiples destinées à préciser l'orientation vers les évaluations complémentaires spécialisées qui définiront les axes de la prise en charge. Une avancée dans la collaboration et coordination des professionnels dans le parcours de soins des enfants en difficultés cognitives ou d'apprentissages.

Références

- Billard, C., Mirassou, A., & Touzin, M. (2019). La Batterie Modulaire de Tests informatisée (BMT-i). Isbergues : Orthoédition.
- Billard, C., & Touzin, M. (2011). EDA : Batterie d'Évaluation des Apprentissages et des Fonctions Cognitives. Isbergues : Orthoédition.
- Conners, C. K. (2004). Conners'Continuous Performance Test 2nd ed. Toronto, Canada : Pearson Canada Assessment.
- Conners, C. K. (2014). Conners Continuous Performance Test 3rd ed. & PT 3 & Conners Auditory Test of Attention. Technical Manual. Toronto, Canada : Multi-Health Systems.
- Lussier, F., Guerin, F., Dufresne, A., & Lassonde, M. (1998). Étude normative développementale des fonctions exécutives : la tour de Londres. *A.N.A.E.*, 47, 42-52.
- Shallice, T. (1982). Specific impairment of planning. *Phil. Trans.R., Soc.Lond.B.* 298(1089), 199-209. doi.org/10.1098/rstb.1982.0082
- Zimmermann, P. & Fimm, B., adaptation française : Leclercq, M. (2010). Tests d'évaluation de l'attention (TAP 2.3.1). Herzogenrath, Allemagne: Psytest.
- Zimmermann, P., Gondan, M., & Fimm, B., adaptation française : Leclercq, M. (2005). Tests d'évaluation de l'attention (TAP 1.5.1). Herzogenrath, Allemagne: Psytest.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2012). Bilan neuropsychologique de l'enfant, Seconde Edition: NEPSYII. Montreuil: ECPA par Pearson.
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (2006). TEA-Ch : Test d'Evaluation de l'Attention Chez l'enfant. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of psychology*, 64, 135-168.
- Roy, A., Lodenos, V., Fournet, N., Le Gall, D. & Roulin, J.L. (2017). Le syndrome dysécutif chez l'enfant : entre avancées scientifiques et questionnements. *A.N.A.E.*, 146, 1-12.
- Van Zomeren, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. Oxford: Oxford University Press.
- Touzin, M. & Billard, C. (2019). Le dépistage des troubles du langage oral dans une nouvelle batterie informatisée pour l'examen de première intention (BMT-i). *A.N.A.E.*, 161, 494-504.
- Thiébaud, É., Gassama, S. & Billard, C. (2019). Démarche de validation d'un outil transversal d'évaluation de première intention des apprentissages et fonctions cognitives : la Batterie modulable de tests informatisée (BMT-i). *A.N.A.E.*, 161, 459-468.

Touzin, M. (2019). Des épreuves de la BMT-i pour une analyse de première intention d'une plainte sur le langage écrit. A.N.A.E., 161, 469-479.

Mirassou, A. (2019). BMT-i et cognition mathématique. A.N.A.E., 161, 481-493.

Gassama, S., Billard, C., Gérard, Y. & Iannuzzi, S. (2019). Deux épreuves de raisonnement dans une batterie de première intention d'évaluation des apprentissages. A.N.A.E., 161, 505-512.

Billard, C. & Galbiati, C. (2019). Une évaluation de dépistage des troubles du graphisme et visuo-constructifs. A.N.A.E., 161, 513-524.

Iannuzzi, S., Gérard, Y., Gassama, S. & Billard, C. (2019). Quatre épreuves pour une première évaluation de l'attention et des fonctions exécutives. A.N.A.E., 161, 525-538.

Klein, Christoph & Stralendorff, I. (2002). Neuropsychologische Defizite bei Aufmerksamkeitsdefizit-Störung (ADS): Theorien und Phänomene. Die Person im biologischen und sozialen Kontext. 29-60.