

Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH : de la théorie à la clinique

Charlotte Seguin, Vincent Des Portes, Gérald Bussy

DANS **REVUE DE NEUROPSYCHOLOGIE** 2015/4 Volume 7 , PAGES 291 À 298
ÉDITIONS **JLE**

ISSN 2101-6739

DOI 10.1684/nrp.2015.0360

Date de mise en ligne : 14/01/2016

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://stm.cairn.info/revue-de-neuropsychologie-2015-4-page-291?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour JLE.

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH : de la théorie à la clinique

Neuropsychological assessment of inhibition disorder in ADHD: From theory to practice

Charlotte Seguin^{1,2},
Vincent des Portes^{2,3}, Gérald Bussy⁴

¹ Neuropsychologue-doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord-Ouest de Villefranche sur Saône, France

² CNRS UMR 5304 (L2C2), Bron, France <charlotte.seguin@isc.cnrs.fr>

³ Neuropédiatre, HFME, Hospices Civils de Lyon, Université Lyon 1, France

⁴ Neuropsychologue, Service de génétique, CHU Nord Saint-Etienne, France

Pour citer cet article : Seguin C, des Portes V, Bussy G. Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH : de la théorie à la clinique. *Rev Neuropsychol* 2015 ; 7 (4) : 291-8 doi:10.1684/nrp.2015.0360

Résumé

Le trouble de l'inhibition est considéré comme central dans les différents modèles cognitifs du trouble avec déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH). Les différentes modélisations cognitives de l'inhibition, des fonctions attentionnelles et exécutives ainsi que l'augmentation du nombre de tests utilisables en clinique conduisent le neuropsychologue à se positionner sur des choix évaluatifs fiables, sensibles et raisonnables quant à la durée d'examen. Cet article propose d'examiner différents tests francophones disponibles sous l'angle cognitif, clinique et normatif et présente un arbre décisionnel d'utilisation de ces tests en fonction de l'analyse neuropsychologique.

Mots clés : inhibition • TDAH • enfant • évaluation neuropsychologique

Abstract

Impairment of inhibition is considered a key feature in different cognitive models of attention deficit disorder (ADHD). In clinical settings, the neuropsychologist has to deal with different theories of cognitive inhibition, attentional and executive functions as well as an increasing number of cognitive tests available. Therefore, choosing reliable, sensitive and reasonably long tests might be difficult. The aim of this article is to examine cognitive, clinical and normative properties of various french tests available and suggest a clinical approach for choosing relevant tests based on neuropsychological criteria.

Key words: inhibition • ADHD • child • neuropsychological assessment

Introduction

En neuropsychologie, les études portant sur les troubles des fonctions attentionnelles et exécutives (définies comme un ensemble d'actions de haut niveau nécessaires à la réalisation d'un but) ont initialement concerné une population adulte, notamment au travers de la description des syndromes frontaux et du cas princeps Phineas Gage au milieu du XIX^e siècle. La littérature relative aux analyses de cas a ensuite permis de montrer des dissociations intra-

attentionnelles et/ou exécutives menant à distinguer des systèmes différenciés et connectés, notions corroborées plus récemment par les données anatomo-fonctionnelles en réseau de type antéropostérieur (Collette & Salmon, 2014 [1]). Parmi ces différents composants, les processus d'inhibition, préalablement considérés comme impliquant uniquement les régions frontales, seraient également multiples, sollicitant différents mécanismes cognitifs et un réseau neuro-fonctionnel élargi (Andres, 2014 [2]). Ces processus sont définis par « la suppression de représentations ou de processus préalablement activés » [2] et comprendraient trois modalités : 1) l'inhibition des réponses prédominantes ; 2) l'inhibition des réponses non pertinentes, c'est-à-dire des distracteurs non pertinents pour la

Correspondance :
C. Seguin

tâche ; et 3) l'inhibition des réponses devenues non pertinentes pour la tâche en cours avec effet d'interférence pro-active (modèle d'inhibition de Miyake & Friedman, 2000 [3]). La distinction entre inhibition contrôlée et inhibition automatique est également utilisée en fonction du niveau de complexité des actions à effectuer [2].

Chez l'enfant, la dynamique développementale des fonctions attentionnelles et exécutives conditionne la compréhension de l'inhibition dans une pratique en neuropsychologie pédiatrique. L'émergence fonctionnelle de ces capacités dépendrait principalement de la maturation préfrontale ; ainsi, selon Diamond (2013 [4]), le développement des fonctions exécutives et d'inhibition pourrait s'observer très précocement, chez le tout petit, lors de l'inhibition des réponses prépondérantes.

L'impact des processus d'inhibition dans le développement et les apprentissages contribue actuellement à les décrire comme occupant une place significative en psychopathologie, en psychologie développementale et en neuropsychologie (Roy, Le Gall, *et al*, 2012 [5]).

■ Trouble avec déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH) et processus d'inhibition

En pratique clinique, les troubles des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'enfant sont largement représentés par le diagnostic du trouble avec déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Parmi les troubles du neurodéveloppement, le TDAH – dont la prévalence est estimée entre 3 à 5 % [6] – affecte spécifiquement les fonctions attentionnelles et exécutives [7]. Trois présentations du TDAH sont identifiées dans la classification internationale (DSM5 [8]) : la présentation combinée (inattention et hyperactivité-impulsivité), la présentation inattentive prédominante, la présentation hyperactive/impulsive prédominante. Si elle différencie trois présentations de TDAH, cette classification n'apporte, en revanche, aucune indication cognitive ou caractéristique pathognomonique sur les profils attentionnels et exécutifs sur le plan qualitatif (type de fonction déficitaire par exemple).

Afin de préciser les profils cognitifs dans le TDAH, nous disposons néanmoins du modèle de Barkley [9] qui considère que le déficit primaire du TDAH réside dans le défaut d'inhibition, notamment pour la suppression de la réponse prédominante, l'arrêt d'une réponse en cours et le contrôle des interférences. Ce modèle permet de différencier l'inhibition d'une réponse motrice (avec arrêt de la tâche) de l'inhibition d'une réponse automatisée (ou contrôle de l'interférence), mais ne concernerait que deux présentations du TDAH (forme mixte et forme hyperactivité-impulsivité dominante du DSM). Ce mécanisme d'inhibition impacterait également quatre fonctions : la mémoire de travail – lors du maintien de l'information en mémoire – l'auto-régulation des affects,

l'internalisation du langage et la synthèse (analyse et reconstitution des informations). Wodka *et al.* en 2007 [10], à l'aide d'outils de type Go No Go, montrent également que le trouble de l'inhibition est central dans les réponses des sujets avec TDAH comparativement aux sujets contrôles. Un modèle à deux voies dans le TDAH a également été modélisé par Sonuga-Barke en 2002 [11], en associant le dysfonctionnement exécutif (atteinte de l'inhibition de type frontal) à une atteinte motivationnelle liée à un défaut de contrôle de la réponse différée et à une préférence pour les réponses immédiates, atteinte nommée aversion au délai (de type limbique). Pour contribuer à préciser les profils d'inhibition dans le TDAH, Schachar, Logan, Robay *et al.* en 2007 [12] identifient également deux sous-composantes déficitaires, l'inhibition retenue (contrôle inhibiteur suspendu avec réponses retenues) et l'inhibition d'annulation (réponses annulées), significativement déficitaires dans le groupe TDAH comparé au groupe témoin. La distinction, apportée par Kipp en 2005 [13] entre les diverses modalités d'inhibition (inhibition cognitive, inhibition comportementale ou motrice et contrôle de l'interférence), vient compléter ces différentes descriptions. Nonobstant ces divers modèles, on constate qu'aucun d'eux ne synthétise ces différentes dimensions ou caractéristiques des processus d'inhibition. Selon Clément [14] en 2010, les modèles théoriques du TDAH ne conduisent pas « à relier de façon claire les désordres comportementaux, les déficits psychologiques et les dysfonctionnements neurobiologiques ».

Par ailleurs, parmi ces modélisations cognitives, les aspects développementaux et l'intensité du TDAH sont peu documentés, alors que les données cliniques et comportementales montrent par exemple chez l'enfant jeune et le sujet garçon une surreprésentation des difficultés d'inhibition motrice (versant hyperactivité-impulsivité dominant), une évolution des profils cognitifs au cours de l'enfance, ainsi qu'une persistance du trouble attentionnel chez l'enfant plus âgé (Caci [15]). Les trajectoires cognitives développementales restent ainsi à préciser afin, notamment, de compléter les modélisations en termes d'apparition, de maturation, d'atteintes spécifiques et de stratégies, au sein des fonctions d'inhibition et plus largement des fonctions attentionnelles et exécutives. De surcroît, en dehors des processus d'inhibition, les caractéristiques des troubles des autres fonctions attentionnelles et exécutives (attention soutenue, attention sélective, attention divisée ou partagée, attention endogène/exogène) sont peu précisées alors que la complexité des déficits neurocognitifs dans le TDAH (Sonuga-Barke & Coghill, 2014 [16]) et les différents phénotypes cognitifs (Vantalón, 2014 [17]) sont de plus en plus évoqués. Parallèlement, on retrouve les corollaires de ces questions théoriques en routine clinique : le TDAH affecterait-il l'ensemble des fonctions attentionnelles et exécutives ? Existerait-il des profils cognitifs distincts, des atteintes partielles et/ou différents niveaux d'intensité des déficits cognitifs ?

Ainsi, la place de l'inhibition dans les modèles du TDAH et parmi les fonctions exécutives, et la plainte clinique autour de l'inhibition [18], semblent tout à fait cohérentes avec le concept de prédominance d'un défaut d'inhibition dans le TDAH, sans toutefois prendre en compte l'ensemble des phénotypes cognitifs du TDAH, les différentes composantes de l'inhibition et leurs trajectoires développementales.

■ Évaluation clinique de l'inhibition chez l'enfant

■ Enjeux méthodologiques

L'exploration neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'adulte a initialement influencé leur évaluation en neuropsychologie de l'enfant en s'inspirant de leurs procédures d'exploration et de leurs outils. En lien avec les modélisations développementales plus récentes, l'évaluation s'appuie désormais sur des outils spécifiquement conçus pour la population pédiatrique (premiers tests de barrage possibles à l'âge de 3 ans avec la batterie NEPSY (Korkman *et al.*, 1997 [19]). L'importance de l'inhibition dans le TDAH implique que celle-ci doive occuper une place centrale dans l'examen neuropsychologique, sans négliger pour autant l'évaluation des autres fonctions attentionnelles et exécutives.

Actuellement, les outils francophones destinés à l'examen neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'enfant sont disponibles sous différentes modalités : les épreuves dites « papier-crayon », les épreuves informatisées et les questionnaires. Considérant que toute tâche cognitive requiert un certain niveau d'attention, le choix des épreuves neuropsychologiques s'avère ainsi déterminant dans l'identification d'un trouble attentionnel et d'inhibition. Concernant les outils, Kuntis, Sonuga-Bark *et al.* en 2001 [20] ont montré une faible fiabilité des tests-retests des épreuves exécutives et notamment d'inhibition conduisant à une certaine prudence lors de leur utilisation. La sensibilité des tests dans un cadre développemental est également à surveiller considérant que les mêmes tâches ne peuvent pas être proposées à tout âge, ce qui occasionne ainsi des effets de palier ou de saturation à prendre en compte dans l'expertise clinique. Parallèlement, le nombre croissant de demandes d'évaluation neuropsychologique du TDAH en pédiatrie et pédopsychiatrie, la complexité des modélisations des fonctions attentionnelles et exécutives ainsi que l'augmentation du nombre de tests utilisables en clinique conduisent le neuropsychologue à se positionner sur des choix évaluatifs fiables, sensibles et raisonnables quant à la durée d'examen (Catale & Meulemans, 2013 [21]). Il convient aussi de prendre en compte la cohérence du profil neuropsychologique général, les données écologiques et la dissociation spécifique en défaveur des épreuves des fonctions attentionnelles et exécutives.

L'ensemble de ces éléments et les différents phénotypes du TDAH rendent donc cet examen neuropsychologique complexe.

■ Outils francophones d'évaluation de l'inhibition

Classiquement, différents types de tests neuropsychologiques sont utilisés lors de l'évaluation de l'inhibition (les tests de type Go No Go (Allain, Aubin & Le Gall, 2006 [22]), ainsi que ceux sollicitant indirectement l'inhibition (tels que le subtest de la Tour de la Nepsy [19] qui évalue initialement la planification mais qui peut être impacté par des réponses impulsives et non inhibées). Un panel d'outils d'évaluation neuropsychologique est synthétisé dans le *tableau 1* en prenant en compte l'âge, la taille de l'échantillon, le type d'inhibition sollicité lors du test, et leur accessibilité en langue française.

Afin d'examiner l'intérêt de ces outils dans l'évaluation neuropsychologique du TDAH, les données issues de ce tableau sont discutées sous les angles théoriques et méthodologiques.

■ Modèles théoriques sous-jacents aux tests d'inhibition

Implications des modèles théoriques pour l'évaluation du TDAH

Dans l'ensemble de ces subtests, nous pouvons différencier en premier lieu les épreuves d'inhibition à réponse motrice (Go No Go, Incompatibilité, Marche-arrête, Cogner-frapper, Statue, Nepsy Attention Auditive, Tour) de celles à réponse verbale (Inhibition Nepsy2, Mondes contraires TEA-ch, Test de Stroop). Le statut de réponse motrice est largement représenté dans ces épreuves et recouvre un relatif continuum d'âges (épreuves de la Nepsy pour les plus jeunes jusqu'aux épreuves de la TAP pour les plus âgés). Parmi les trois épreuves à réponse verbale, il convient de vérifier pour l'une d'entre elles l'automatisation des procédures de lecture (condition nécessaire pour accéder à l'inhibition de la procédure automatique de lecture) dans le Test de Stroop. Dans un contexte de fréquente comorbidité TDAH et trouble du langage écrit [27], cette épreuve peut ainsi se révéler non contributive. L'évaluation de l'inhibition de la réponse verbale demeure donc moins représentée, et ce malgré sa prévalence symptomatique (enfant qui interrompt l'interaction de façon intempestive par exemple) ; à cet égard, il serait intéressant de disposer d'une épreuve d'évaluation de l'inhibition verbale au sein même d'une production semi-dirigée de l'enfant (en activant par exemple des réseaux sémantiques prototypiques et automatisés).

En second lieu, le type d'inhibition sollicité dans ces épreuves est examiné en se référant aux trois modalités d'inhibition du modèle de Miyake & Friedman [3] :

1) l'inhibition des réponses prédominantes (des réponses automatiques) ;

Tableau 1. Outils francophones pour l'évaluation du trouble de l'inhibition chez l'enfant

Subtest	Classe d'âges	Taille de l'échantillon	Valeurs normatives	Processus d'inhibition
<i>Tour, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans		Note-standard	Inhibition des réponses impulsives
<i>Attention auditive, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans	N=1000 échantillon américain (vérification de corrélation avec population française (N=325))	Note-standard et sous scores en rangs percentiles	Inhibition des réponses impulsives et interférences, Inhibition pro-active
<i>Statue, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans		Rang percentile	Inhibition motrice et contrôle de l'impulsivité
<i>Cogner-Frapper, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997[19])	3-12 ans		Rang percentile	Inhibition la réponse motrice automatisée proactive
<i>Inhibition, Nepsy2</i> (Korkman et al., 2012 [23])	5-16 ans	N=1000 échantillon américain et néerlandais	Note-standard et sous scores en rangs percentiles	Inhibition cognitive proactive
<i>Mondes contraires, Tea-ch</i> (Manly et al., 2004 [24])	6-13 ans	Échantillon initial australien, NS = 293 Échantillon français, N = 379	Note-standard pour échantillon anglophone et pourcentage cumulé pour échantillon français (pas de répartition gaussienne des résultats pour échantillon français)	Inhibition et contrôle de l'interférence
<i>Marche-arrête, TEA-ch</i> (Manly et al., 2004 [24])	6-13 ans			Inhibition de la réponse automatique
<i>Test de Stroop</i> (Albaret et al., 1999 [25])	8 à 15 ans	N = 835 Échantillon français	Moyenne et écart-type (probabilité d'une loi normale $p < 0,01$)	Inhibition et contrôle de l'interférence

JLE | Téléchargé le 06/06/2026 sur <https://strm.cairn.info> (IP : 216.73.217.69)

Tableau 1. (Suite).

Subtest	Classe d'âges	Taille de l'échantillon	Valeurs normatives	Processus d'inhibition
<i>Go No Go, TAP</i> (Zimmermann et al, 2012 [26])	9-15 ans	Condition 1 : N = 189 Condition 2 : N = 324 Échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	Valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Inhibition d'une réponse impulsive au profil d'une réponse contrôlée
<i>Incompatibilité, TAP</i> (Zimmermann et al, 2012[26])	6-19 ans	N = 504 échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	Valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Traitement de l'interférence

2) l'inhibition des informations devenues non pertinentes (lors d'un changement d'action ou d'une séquence d'action) ;

3) l'inhibition des réponses non pertinentes (sans rapport avec la tâche en cours).

Les objectifs et le déroulement des subtests sélectionnés permettent d'identifier une surreprésentation de l'inhibition de réponses prédominantes (1) dans les épreuves lors desquelles le sujet doit inhiber une réponse habituelle ou automatique (7 tests sur les 10 sélectionnés). Il s'agit des subtests Tour Nepsy 1 (inhibition de la réponse automatique avec impulsivité de réponse dans la manipulation des boules), Marche-Arrête (inhibition de l'avancée automatique de la marche), Go No Go (inhibition du geste automatique de réponse sur la touche), Incompatibilité (inhibition de la réponse automatique et congruente avec la place de la flèche sur l'écran), Test de Stroop (inhibition de la lecture automatique), Inhibition Nepsy 2 (inhibition de la dénomination de la direction ou de la forme habituelles), Mondes contraires (inhibition de la dénomination du chiffre). Par exemple, lors de l'épreuve de la Tour de la Nepsy, l'enfant doit reproduire un modèle sur un boulier avec un nombre prédéfini de déplacement de boules ; cette épreuve étant initialement consacrée à l'évaluation de la planification visuo-motrice. Or, la réalisation de cette épreuve peut être impactée par des réponses impulsives, comme déplacer deux boules simultanément ou déposer une boule sur la table afin de permettre d'en positionner une autre. Cet outil permet donc d'observer l'inhibition de réponses non pertinentes (déplacement erroné) prédominantes (déplacement de boules) en rapport avec la tâche (déplacement de boules).

L'inhibition des réponses devenues non pertinentes (2) est, quant à elle, observée dans les épreuves avec un schéma modulé de réponse en produisant un effet d'inhibition proactive. Il s'agit des épreuves d'attention auditive condition 2 de la Nepsy (inhibition de la réponse automatique rouge préalablement entraînée), Cogner-frapper de la Nepsy (inhibition du geste préalablement entraîné dans la première

condition), Mondes contraires du TEA-ch (inhibition du chiffre préalablement dénommé), Test de Stroop (inhibition de la lecture préalablement entraînée) et Inhibition Nepsy2 (inhibition des formes et directions préalablement dénommées). Lors de cette dernière épreuve, l'enfant dénomme dans une première condition des formes ou directions, puis leur contraire ou une réponse non automatisée (exemple : dire en haut lorsqu'on perçoit une flèche qui va en bas), et enfin une alternance de réponses correctes ou inversées selon la couleur des items. Dans cette condition, le changement de procédure occupe une place centrale nécessitant ainsi d'inhiber la réponse typique, entraînée dans la première condition, au profit de réponses interférentes ou incongruentes. Cette épreuve permet d'observer le fonctionnement du jeune patient face aux changements de réponse, situations que l'on retrouve fréquemment en classe (par exemple : modification de type de formulation de questions au sein d'une évaluation).

L'inhibition des réponses sans rapport avec la tâche (3) se révèle plus difficile à évaluer d'un point de vue quantitatif, bien qu'elle soit significativement présente cliniquement (par exemple : patient qui interrompt la passation pour faire part d'un sujet sans rapport avec la tâche en cours). Concernant cette troisième modalité du modèle de Miyake & Friedman [3], seule la tâche de la Statue de la Nepsy explore explicitement l'inhibition des réponses non pertinentes (sans rapport avec la tâche) en les comptabilisant explicitement (« ouvre les yeux », « vocalise... »). Dans les autres subtests, la notation des réponses sans rapport avec la tâche est peu présente (seul le nombre de réussites est généralement pris en compte), mais doit être renseignée par les observations cliniques.

Une diversité des types d'inhibition présents dans ces tests est donc constatée conduisant ainsi le neuropsychologue à multiplier les outils, à détailler l'ensemble des scores obtenus (exemple de l'inhibition des réponses non pertinentes/devenues non pertinentes dans l'épreuve d'inhibition Nepsy2), à croiser les données quantitatives et qualitatives afin de définir un profil d'inhibition pour

chaque patient. Préciser les profils d'inhibition dans le TDAH lors de l'évaluation clinique et dans les recherches expérimentales permettrait à l'avenir d'améliorer la définition, la compréhension et les caractéristiques du trouble de l'inhibition dans le TDAH et des modèles cognitifs sous-jacents.

Place de l'inhibition dans les critères du DSM-5

Enfin, parallèlement à l'exploration neuropsychologique, le diagnostic du TDAH se réfère aux critères du DSM-5. De façon similaire à l'analyse cognitive précédente, ces critères peuvent être également examinés sous l'angle des modélisations cognitives de l'inhibition. Pour rappel, les critères du DMS-5 isolent trois présentations de TDAH (présentation combinée, présentation inattentive prédominante, présentation hyperactive/impulsive dominante) parmi lesquelles on retrouve l'inhibition de la réponse verbale (enfant qui interrompt la discussion par exemple) et l'inhibition de la réponse motrice (enfant qui se précipite). On relève que la plupart des critères des deux versants peut être impactée par un trouble de l'inhibition tel que :

- dans le versant inattention avec le critère « h », « se laisse facilement distraire par des stimuli externes » illustrant la situation de défaut d'inhibition des informations non pertinentes ;
- dans le versant hyperactivité et impulsivité avec le critère « g », « laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée », illustrant l'inhibition retenue, le contrôle de l'interférence interne ou l'inhibition des réponses prédominantes.

On retrouve donc des items sensibles au trouble de l'inhibition dans les deux versants, rendant les types de TDAH du DSM-5 peu spécifiques au phénotype cognitif. Par ailleurs, certains critères s'avèrent paradoxaux, tels que l'item « a » (« souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails (. . .) »). Les parents rapportent fréquemment que l'enfant voit justement « trop » de détails, détails non pertinents et difficiles à inhiber (soit en rapport avec la tâche, soit devenus non pertinents, soit prédominants). Dans cet item, le défaut d'inhibition peut donc impacter la qualité de focalisation attentionnelle mais ne concourt pas à la confirmation du TDAH avec le DSM-5. De ce fait, ces critères sont faiblement contributifs pour qualifier un trouble d'inhibition dans le TDAH.

Afin de compléter l'analyse cognitive, les tests neuropsychologiques d'évaluation de l'inhibition sont ensuite examinés sous l'angle méthodologique et de validation normative.

■ Valeurs normatives des tests d'inhibition

Échantillons de référence

L'utilisation d'outils standardisés d'évaluation implique de comparer le sujet ou le patient avec un échantillon de référence ; l'examen de cet échantillon, sa taille, son

adéquation avec le sujet, le nombre de groupes d'âge, la validation normative et statistique constituent des repères en routine clinique pour apprécier la pertinence de ces outils. Parmi ceux-ci, le premier repère concerne la taille des échantillons pour laquelle, dans les outils sélectionnés, on peut constater une variabilité significative fluctuant de moins de 200 sujets à 1000 sujets. L'utilisation d'un test se référant à un échantillon conséquent doit rester prioritaire lors du bilan neuropsychologique, alors que celle avec échantillon réduit doit être confirmée par d'autres données (autres tests, observations cliniques, données anamnestiques). Par ailleurs, en pratique francophone, la nationalité de l'échantillon de référence est également à discuter. Bien que les fonctions d'inhibition puissent être considérées comme faiblement liées à la culture, comparativement aux fonctions langagières par exemple, on remarque que la validation normative de certaines batteries d'épreuves neuropsychologiques n'est pas similaire entre les échantillons anglophone et francophone. Par exemple, la répartition gaussienne d'un échantillon permettant l'utilisation de valeurs normatives n'est pas retrouvée dans l'échantillon français de la TEA-ch, contraignant ainsi le clinicien qui utilise l'échantillon français à s'appuyer sur des pourcentages cumulés, c'est-à-dire des fréquences relatives, sans donner d'indication sur la distribution des résultats de l'échantillon. Cet élément conduit donc à relativiser l'éventuelle similarité des échantillons francophones et anglophones, et à en tenir compte dans l'analyse des résultats (cf tableau de synthèse sur échantillon, *tableau 1*).

Classes d'âges et effets de seuil

Comparer son sujet ou patient à un échantillon impose également en neuropsychologie pédiatrique de référencer avec précision celui-ci à une classe d'âges. D'importantes variabilités sont de plus à souligner parmi ces différentes classes d'âges, entre les batteries d'épreuves et au sein même de celles-ci. Ces classes d'âges varient de six mois (pour les notes-standard globales de la NEPSY par exemple) à 23 mois (pour les notes-standard de la TEA-ch échantillon canadien par exemple). Considérant les fortes contraintes développementales, référencer son sujet dans une classe d'âges éloignée de plus de 12 mois avec son âge réel est également à considérer dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

Par ailleurs, l'amplitude de ces classes d'âges conduit en routine clinique à constater des effets de palier et/ou de plafond de l'étalonnage. Ces effets de palier statistique sont probablement maximisés par les paliers développementaux ; en effet, certaines épreuves ciblent les processus d'inhibition des enfants les plus jeunes, et d'autres la période de l'adolescence : il est ainsi inévitable de constater une insuffisance de sensibilité de certaines épreuves entre les premières et dernières classes d'âges. Alors qu'une instabilité psychomotrice est fréquemment décrite en routine clinique, l'épreuve de la Statue de la

Nepsy 1, qui évalue l'inhibition motrice et le contrôle de l'impulsivité, n'est pas étalonnée pour les enfants les plus âgés.

■ Que retenir pour la pratique clinique ?

L'analyse des outils d'évaluation de l'inhibition en neuropsychologie pédiatrique conduit ainsi à identifier un certain nombre de critères à prendre en compte lors de cet examen. D'un point de vue théorique, les tests francophones explorent différents types d'inhibition avec une prédominance nette pour l'évaluation de l'inhibition des réponses prédominantes. Néanmoins, ces outils, sollicitant différents processus d'inhibition au sein d'une même épreuve, ne permettent pas de renseigner directement et spécifiquement le ou les type(s) d'inhibition déficitaire(s) ou efficiente(s) dans le TDAH. Pour ce faire, les résultats obtenus doivent être complétés par les observations qualitatives ; ils peuvent également conduire à apprécier un niveau d'intensité des fonctions déficitaires (faible, modéré et sévère) selon le nombre d'épreuves dont les résultats sont considérés comme pathologiques. En outre, une faible concordance entre les trois présentations de TDAH du DSM-5 et les profils d'inhibition est relevée. D'un point de vue méthodologique, les limites de validation normative, la nationalité des échantillons considérés, les classes d'âges et les effets de palier impliquent de croiser l'ensemble des résultats et d'analyser un profil cognitif global dans lequel la dissociation en défaveur des fonctions d'inhibition et attentionnelles comparativement aux autres fonctions cognitives est fondamentale. Compte tenu de la variabilité de sensibilité des épreuves, le bilan des fonctions d'inhibition ne peut donc reposer sur une épreuve unique – ce qui risquerait de conduire à des résultats faussement négatifs pour un diagnostic de trouble de l'inhibition et de TDAH- mais sur un ensemble de tests adaptés à l'âge et au profil du sujet. Il existe donc une hétérogénéité dans la contribution des tests à ce diagnostic qu'il convient de considérer en pratique clinique. Un arbre décisionnel à géométrie variable permettrait de réduire ces difficultés d'examen, en utilisant d'une part certaines épreuves en systématique, épreuves typiques possédant une forte contribution au diagnostic (épreuve de Go No Go par exemple) ou fortement adaptées à l'âge (épreuve de la Statue pour les plus jeunes par exemple), puis d'autre part des épreuves complémentaires en variant le type de réponse d'inhibition (motrice, verbale, prédominantes...) afin de préciser le profil cognitif. Cet examen à géométrie variable représenterait donc une alternative à un temps de réalisation de bilan trop conséquent. Le type d'outils (informatisé ou papier-crayon) et l'ajustement en fonction de l'âge (inhibition de réponse motrice pour les

sujets les plus jeunes par exemple) sont également à prendre en compte. Ce complément d'évaluation peut se préparer en amont de la passation, mais, pour tenir compte des observations cliniques et des premiers résultats, peut s'ajuster au fur et à mesure de la passation. Bien que nécessairement d'une durée conséquente, ce bilan complexe peut donc s'ajuster en fonction des objectifs et de la clinique. Les observations qualitatives s'avèrent également indispensables pour spécifier le type d'inhibition déficitaire et préciser les aides thérapeutiques appropriées. Ainsi, le profil cognitif identifié détermine les stratégies rééducatives et les aménagements pédagogiques les plus appropriés : par exemple, en cas de prédominance d'un défaut d'inhibition des informations non pertinentes, la demande de placement au premier rang en classe sera prioritaire, alors qu'en cas de défaut d'inhibition des informations devenues non pertinentes, toutes modifications d'objectifs pédagogiques en cours de tâche scolaire seront évitées ou précédées d'une pause. Préciser et sélectionner des aménagements pédagogiques cibles permettraient également d'éviter de proposer une liste excessive d'aménagements inadaptée à la réalité scolaire.

Conjointement, l'utilisation d'outils multiples d'évaluation des fonctions d'inhibition met en exergue le caractère protéiforme des processus d'inhibition tel que les différentes modélisations cognitives le suggèrent, sans qu'une synthèse consensuelle ne soit actuellement possible. Ces éléments, le développement multimodal de l'inhibition ainsi que son implication dans le TDAH conduisent ainsi à considérer différents phénotypes cognitifs dans ces troubles chez l'enfant, phénotypes à déterminer dans les recherches à venir. L'évaluation de l'inhibition chez l'enfant suspect d'un TDAH représente donc un pôle important et complexe de l'évaluation neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives et peut également être effectuée lorsque les critères du DSM-5 relatifs au TDAH sont négatifs - puisqu'ils ne paraissent pas spécifiques au trouble de l'inhibition - permettant ainsi un repérage exhaustif des enfants porteurs d'un trouble de l'inhibition, notamment dans des contextes de troubles cognitifs associés et de pathologies neuropédiatriques.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier l'hôpital Nord-Ouest de Villefranche-sur-Saône et le Dr Rebaud pour leur implication dans ce travail.

Liens d'intérêts

les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec l'article.

Références

1. Collette F, Salmon E. Fonctionnement exécutif et réseaux cérébraux. *Rev neuropsychol* 2014 ; 6, pp. 53-77.
2. Andres P. L'inhibition : une approche neuropsychologique et cognitive. In : Meulemans T, Collette F, Van der Linden M, éd. *Neuropsychologie des fonctions exécutives*. Marseille : Solal, 2004, p. 53-77.
3. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, et al. The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn. Psychol* 2000 ; 41 : 49-100.
4. Diamond A. Executive functions. *Annu rev psychol* 2013 ; 64 : 135-68.
5. Roy A, Le Gall D, Roulin JL, et al. Les fonctions exécutives chez l'enfant: approche épistémologique et sémiologie clinique. *Rev neuropsychol* 2012 ; 4 : 287-97.
6. Emond V, Joyal C, Poissant H. Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *Encéphale* 2009 ; 35 : 107-14.
7. Glzman JM, Chevchenko IA. Executive function in children with ADHD. *Psychol Neurosci* 2014 ; 7 : 453-60.
8. American Psychiatric Association (DSM-V). *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (5^e édition)*. Paris : Masson, 2015.
9. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol bull* 1997 ; 121 : 65-94.
10. Wodka EL, Mahone EM, Blankner JG, et al. Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *J clin exp neuropsychol* 2007 ; 29 : 345-56.
11. Sonuga-Barke EJ. Psychological heterogeneity in AD/HD - a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behav brain res* 2002 ; 130 : 29-36.
12. Schachar R, Logan GD, Robay P, et al. Restraint and Cancellation: Multiple Inhibition deficits in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *J abnorm child psychol* 2007 ; 35 : 229-38.
13. Kipp K. A developmental perspective on the measurement of cognitive deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol psychiatry* 2005 ; 57 : 1256-60.
14. Clément C. Hypothèses et modèles théoriques du TDA/H : vers une approche holistique du trouble. *J théor comport cogn* 2010 ; 20 : 79-86.
15. Caci H. Épidémiologie. In : Bange F, éd. *TDA/H trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité*. Paris : Dunod, 2014, pp. 44-9.
16. Sonuga-Barke EJS, Coghill D. Introduction : the foundations of next generation attention-deficit/hyperactivity disorder neuropsychology: building on progress during the last 30 years. *J child psychol psychiatry* 2014 ; 55 : 12.
17. Vantalou V. Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge. *Ann méd psychol* 2014 ; 172 : 287-92.
18. Poissant H, Neault S, Dallaire M, et al. Développement de l'autorégulation et de l'inhibition chez des enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité. *Encéphale* 2008 ; 34 : 161-9.
19. Korkman M, Kirk U, Kemp S. *NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant, 1997. [Adaptation française.]* Montreuil : ECPA, 2003.
20. Kuntsi J, Stevenson J, Oosterlaan J, et al. Test-retest reliability of a new delay aversion task and executive function measures. *Br J Dev Psychol* 2001 ; 19 : 339-48.
21. Catale C, Meulemans T. Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité : le point de vue du neuropsychologue. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2013 ; 61 : 140-7.
22. Allain P, Aubin G, Le Gall D. L'évaluation des fonctions exécutives : intérêts et limites des tests « papier-crayon ». In : Pradat-Diehl P, Azouvi P, Brun V, éd. *Fonctions exécutives et Rééducation*. Paris : Masson, 2006, pp. 46-56.
23. Korkman M, Kirk U, Kemp S. *NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant. [Adaptation française.]* Montreuil : ECPA, 2012.
24. Manly T, Robertson IH, Anderson V, Mimm-Smith I. *TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant*. Montreuil : ECPA, 2004.
25. Albaret JM, Migliore L. *Stroop, test d'attention sélective de Stroop*. Montreuil : ECPA, 1999.
26. Zimmerman P, Fimm B. *TAP, Tests d'évaluation de l'attention, version 2.3. [Adaptation française Leclercq M.]*. Psytest, 2012.
27. Purper-Ouakil D, Wohl M, Cortese S, et al. Le trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent. *Ann méd psychol* 2006 ; 164 : 63-72.