

## DYSFONCTIONNEMENTS ATTENTIONNELS DANS LE TROUBLE HYPERACTIVITÉ DÉFICIT DE L'ATTENTION

Zeineb Abbes\*, Asma Bouden\*, Isabelle Amado\*\*, Marie Chantal Bourdel\*\*, Karim Tabbane\*\*\*, Mohamed Béchir Halayem\*.

\*Service de Pédiopsychiatrie. Hôpital Razi, Manouba.

\*\* Service de Psychiatrie. Hôpital Saint-Anne, Paris.

\*\*\* Service de Psychiatrie B. Hôpital Razi, Manouba.

---

Z.Abbes, A.Bouden, I.Amado, M.Chantal Bourdel, K.Tabbane, M.Béchir Halayem.

---

Z.Abbes, A.Bouden, I.Amado, M.Chantal Bourdel, K.Tabbane, M.Béchir Halayem.

---

DYSFONCTIONNEMENTS ATTENTIONNELS DANS LE  
TROUBLE HYPERACTIVITÉ DÉFICIT DE L'ATTENTION

---

ATTENTIONAL IMPAIRMENT IN CHILDREN WITH  
ATTENTION DEFICIT/HYPERACTIVITY

---

LA TUNISIE MEDICALE - 2009 ; Vol 87 (n°10) : 645 - 650

---

LA TUNISIE MEDICALE - 2009 ; Vol 87 (n°10) : 645 - 650

### RÉSUMÉ

**Prérequis :** L'étude de l'interaction des réseaux attentionnels permet d'appréhender le contrôle exécutif, l'orientation visuelle et l'alerte. Les désordres attentionnels sont un symptôme majeur du trouble hyperactivité déficit de l'attention (HA/DA).

**But :** Cette étude se propose de rechercher un dysfonctionnement des réseaux attentionnels et d'évaluer l'interaction entre ces différents réseaux, chez des enfants atteints de ce trouble.

**Méthodes :** 20 sujets de moyenne d'âge 9 ans, souffrant du trouble HA/DA (diagnostic confirmé par K-SADS-PL) scolarisés à l'école primaire, ont été recrutés à l'aide de l'Echelle de Conners validée en arabe. Ces patients ont été appariés à 20 témoins sains du même niveau scolaire et niveau cognitif (QD) (Matrice de Raven CPM). La tâche attentionnelle « ANT » (Attentionnal network test) a été utilisée.

**Résultats :** Les temps de réaction des patients sont plus allongés que ceux des témoins, dans les différentes conditions, avec des moyennes à 866ms (SD= 234,063) chez les patients contre 710ms (SD= 155,27) chez les témoins. En analyse statistique de type modèle mixte, on retrouve que l'effet de congruence est plus marqué chez les patients, avec une gêne plus importante en situation incongruente allant jusqu'à 1064 ms (F(1.38) p= 0.02). Il n'y a pas de différence significative pour l'effet d'alerte dans les deux groupes (p= 0,68). Pour l'orientation, l'effet de validité est similaire dans les deux groupes (F (1.38) p<10<sup>-4</sup>). Une variabilité importante des temps de réaction a été retrouvée chez les patients (p= 0,0001).

**Conclusion :** Les enfants atteints d'hyperactivité déficit de l'attention présentent un ralentissement attentionnel global avec une atteinte du contrôle exécutif.

### SUMMARY

**Background:** Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a heterogeneous disorder currently defined by clinical history and behavioral report of impairment. The Attention Network test (ANT) gives measures of different aspects of the complex process of attention.

**Aims:** We ask if children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) will show a characteristic pattern of deficits on this test.

**Methods:** The sample included 40 children (M = 9 years) who performed the "Attention network test". Children with an ADHD diagnosis (N = 20) were compared to a control group (N= 20).

**Results:** The group of children with ADHD showed slower reaction times in all conditions (mean RT= 866ms; SD= 234, 063). Children with ADHD showed a significant impairment in their executive control system compared to healthy subjects, with slower reaction times in incongruent conditions and lower accuracy scores (RT =1064 ms; F(1.38) p= 0.02)). Our results showed that spatial orienting and alerting in ADHD was no different than controls (p= 0, 68). ADHD group showed a greater variable response (p= 0, 0001).

**Conclusion:** The present study showed that impairment in executive control system and variability measures are the characteristic pattern of deficits in children with ADHD.

---

### MOTS - CLÉS

Attention, Hyperactivité, Enfant, Alerte

---

### KEY - WORDS

Attention, Hyperactivity, Children, Alert

Le trouble déficit de l'attention hyperactivité (HA/DA) regroupe trois types de manifestations : les troubles de l'attention, l'hyperactivité motrice et l'impulsivité. Il a des répercussions sur les sphères: scolaire, sociale et professionnelle. Sa prévalence chez l'enfant est élevée (3-5%). Son évolution est chronique et peut être émaillée par certaines complications, à savoir : les troubles des conduites, l'abus de substances et les troubles anxiodépressifs (1,2).

L'attention est une fonction adaptative de l'organisme. Elle permet de trier les informations provenant de l'environnement et de réguler leur traitement en fonction des besoins de l'individu. A côté de l'attention proprement dite encore appelée attention exécutive, ils existent des phénomènes pré attentifs qui sont mis en jeu avant que le sujet n'ait la sensation d'être attentif. Ces phénomènes préparatoires de l'attention sont l'orientation et l'alerte (3,4). Ils forment avec l'attention exécutive un système de trois réseaux attentionnels qui fonctionnent en étroite collaboration (3,4). Les études couplant la neuroimagerie et les tests attentionnels sont venues valider le modèle de réseaux attentionnels en identifiant des structures cérébrales distinctes, propres à chaque réseau attentionnel. Le réseau d'alerte permet de maintenir un niveau minimum d'éveil du système cognitif et prépare celui-ci à répondre à d'éventuels stimuli de l'environnement. Deux types d'alerte ont été décrits : l'alerte phasique et l'alerte tonique. Ce réseau implique l'hémisphère frontal et pariétal droits et le locus coeruleus. La neurotransmission de ces structures s'effectue majoritairement par une voie noradrénergique (4,5). **Le réseau d'orientation** permet d'attribuer l'attention à un espace potentiellement important en optimisant les processus perceptuels. Il existe trois étapes dans le phénomène d'orientation (l'engagement, le désengagement et la réorientation spatiale). Ce réseau se situe au niveau de la partie supérieure du lobe pariétal, la jonction pariéto-temporale et le colliculus supérieur, et est sous contrôle cholinergique (6, 7, 8). **L'attention exécutive** est une forme d'attention plus complexe. Son rôle est de faire face à des situations qui demandent une planification, une détection d'erreurs, et une inhibition des réponses automatiques ainsi qu'une prise de décision. Le réseau de contrôle exécutif attentionnel (réseau antérieur) se situe au niveau du cortex frontal (cortex cingulaire antérieur et préfrontal latéral), et est essentiellement sous contrôle dopaminergique (9,10).

Les désordres attentionnels sont un symptôme majeur du trouble HA/DA. Ils font l'objet de recherche en neuropsychologie afin d'en individualiser les caractéristiques. Les différentes études, rendant compte de ces dysfonctionnements, ont abouti à des résultats parfois hétérogènes.

Dans des études plus récentes, le paradigme attentionnel « ANT » (11) a été utilisé afin d'étudier le fonctionnement des réseaux attentionnels dans le cadre du trouble HA/DA. Ces études ont abouti à des résultats très différents.

La diversité de ces résultats nous ont amené à pratiquer cette étude en utilisant le paradigme « ANT ». Les objectifs de notre étude sont : de rechercher un dysfonctionnement des réseaux attentionnels chez les enfants atteints de trouble HA/DA, et de

comparer les résultats obtenus chez ces patients à ceux obtenus chez des sujets contrôles.

## MÉTHODOLOGIE

Notre échantillon clinique était constitué de 20 enfants hyperactifs, âgés entre 7 et 12 ans, atteints de trouble hyperactivité déficit de l'attention, dans ses trois formes cliniques (14 enfants présentent la forme mixte, 3 la forme inattentive prédominante et 3 la forme hyperactive impulsive prédominante). Ces sujets ont été recrutés en population scolaire et clinique à l'aide de l'Echelle de Conner's (12, 13, 14) (traduite et validée en arabe, 2006) positive dans ses deux versions (parents et instituteurs) (T-score > 70). Ils ont été retenus pour l'étude après un entretien clinique, complété par un questionnaire standardisé semi structuré le K-SADS-PL (Kiddie-Schedule of Affective Disorders and Schizophrenia Present and Lifetime Version (version 1.0, 1996)) (15). Les enfants inclus ne recevaient aucune chimiothérapie et étaient indemnes de toute pathologie somatique et neurologique. Ont été exclus les patients ayant une comorbidité sur l'axe I et II du DSM IV (16) autres que les suivantes : troubles oppositionnels et troubles des conduites, ainsi que les sujets ayant un retard mental.

L'échantillon contrôle était constitué de 20 enfants, appariés par paires avec les enfants hyperactifs, pour les variables âge, sexe, et niveau de développement, recrutés en population scolaire. Ils ont été inclus après un entretien clinique et une évaluation des capacités intellectuelles. Ont été retenus pour l'étude les enfants indemnes de toute pathologie psychiatrique, somatique et neurologique.

Nous avons utilisés, dans notre travail, les tests suivants:

- *Les matrices de Raven (Coloured Progressive Matrice)* ont été utilisées pour évaluer le niveau de développement (17).

-The attention network test (ANT): Elaboré par Fan et coll, en 2002, ce test permet d'étudier le fonctionnement des réseaux attentionnels (11).

L'expérience se tient dans un local calme et faiblement éclairé. Un ordinateur Pentium IV, muni du logiciel E-Prime, et équipé du test « ANT », contrôle la présentation des stimuli, ainsi que le « timing » des opérations et la collecte des réponses à travers le boîtier. Les participants sont confortablement assis à 53 cm de l'écran d'ordinateur. Les deux index sont placés sur les deux boutons du boîtier de réponses.

La consigne donnée aux participants est de fixer la croix centrale qui apparaît sur l'écran, et de préciser la direction de la flèche centrale en pressant sur l'un des boutons du boîtier de réponses (droit si la flèche est dirigée vers la droite, gauche si la flèche est dirigée vers la gauche).

Un commentaire sur la nature des réponses (correctes ou incorrectes) suivra chaque essai durant le bloc d'essai, ce qui nous permettra de s'assurer que le candidat a bien compris la consigne.

La passation comporte un bloc de familiarisation (20 essais) suivi de six blocs expérimentaux. Le patient peut se reposer entre les blocs.

Au total, il existe 12 conditions, reproduites 24 fois chacune,

réparties de façon randomisée sur 6 blocs. Chaque bloc comporte 48 essais.

Chaque essai se déroule comme suit : une croix de fixation apparaît sur l'écran pour une durée variable (400ms-1600ms) ; puis un signal d'alerte de durée 50ms (ce signal apparaît dans 50% des essais uniquement) ; l'indice visuel apparaît pour une durée de 100ms. Cet indice apparaît dans les 2/3 des essais ; la cible, flanquée de part et d'autre par les flèches, apparaît, après 500ms, du côté indicé ou non. La présentation de la cible va durer le temps que le participant réponde, jusqu'à 1700ms maximum.

L'étude statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) dans sa 14ième version.

Les essais supérieurs à 2000ms et les réponses incorrectes ont été éliminés. Les sujets, ayant totalisé plus de 15% de réponses éliminées n'ont pas été retenus. Des tests de chi2 ont été effectués sur les taux d'erreurs et sur les différents index pour chaque test. Une ANOVA de type mixte a été envisagée sur les interactions entre différentes conditions à partir des médianes de temps de réaction (TR) sur les réponses correctes à 2 (signal d'alerte présent/ absent) x 3 (signal d'orientation valide/ invalide/ pas de signal) x 2 (congruence/ incongruence) facteurs. Différents index ont été calculés : l'effet de conflit (différence entre les temps de réaction dans les conditions congruentes et incongruentes), l'effet d'orientation (différence entre les temps de réaction des conditions valides et invalides), et l'effet d'alerte (différence entre les temps de réaction des conditions avec double signal visuel et sans signal visuel). Nous avons fixé un seuil de 5% (p < 0,05) pour les résultats significatifs.

**RÉSULTATS**

*Comparaison des temps de réaction : (Tableau 1)*

**Tableau 1** : Médiane des temps de réaction en ms pour les différentes conditions dans les deux populations

	Conditions	Centre	Double	Sans signal	Spatial
Hyperactifs	Congruente	796	768	872	749
	Incongruente	1029	1011	1078	971
	Neutre	777	759	848	745
Contrôles	Congruente	669	664	742	620
	Incongruente	793	786	865	729
	Neutre	666	638	734	621

Au test de Chi 2, les patients ont des temps de réaction significativement plus allongés par rapport aux sujets contrôles (p= 0,009). La moyenne des temps de réaction est de 866 ms pour les patients versus 710 ms pour le groupe des sujets contrôles.

Effet de la congruence : Dans les deux groupes, les temps de réaction sont plus allongés pour les essais incongruents/congruents (F (2.37)= 228 ; p=0,0001).

Effet de la validité : Les temps de réaction sont plus longs pour les essais invalides en comparaison avec les essais valides ou les essais sans indice (F (3.37)=39 ; p=0.0001).

Il existe une interaction groupe X congruence : les patients sont plus lents en situation incongruente comparativement aux témoins (F (2.37)=21 ; p=0.0001)

*Evaluation des pourcentages de réponses correctes : (Tableau 2)*

**Tableau 2** : Pourcentage des erreurs dans les différentes conditions dans les deux populations:

	Essai Congruent	Essai Incongruent	Pas d'indice	Autres situations
Sujets hyperactifs	2,7%	8,8%	5,7%	3,7% - 5%
Sujets contrôles	0,5%	3,6%	0,7%	1,4% - 2,5%

La comparaison patients témoins à l'aide d'un test de chi2 montre que les patients ont un pourcentage plus élevé d'erreurs: patients : 4,8%, contrôles : 1,6% (p < 0,001).

Dans les deux populations et de manière comparable, on retrouve plus d'erreurs en situation incongruente/congruente (p < 0,001) et en situation sans indice visuel/aux situations indicées (p < 0,05).

**-Interaction groupe x congruence** : les patients commettent plus d'erreurs en situation incongruente que les témoins (p= 0,003).

**-Interaction groupe x validité** : les patients commettent plus d'erreurs en situation sans indice (p= 0,041).

*Comparaison de l'effet de conflit entre les deux groupes :*

Le test du chi2 montre que les patients ont un effet de conflit significativement plus important que les témoins (p=0.013)

*Comparaison de l'effet d'orientation entre les deux groupes :*

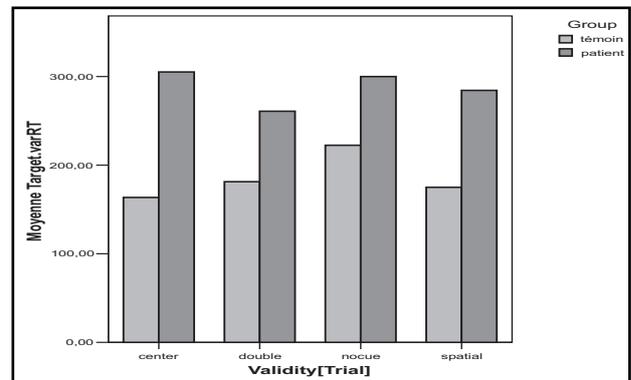
L'effet d'orientation est comparable dans les deux groupes, sans différence significative (p= 0,66).

*Comparaison de l'effet d'alerte entre les deux groupes :*

Il n'y a pas de différence significative pour l'effet d'alerte dans les deux groupes (p= 0,68).

*Analyse de la variabilité des temps de réaction : (Figure 1)*

**Figure 1** : Variabilité des temps de réaction selon la validité (moyenne des temps de réaction en ms) :



De manière globale les patients ont une variabilité plus importante ( $p=0.002$ ). Les patients présentent des variabilités similaires en situation double indice et absence d'indice.

## DISCUSSION

Au terme de notre étude, nous retrouvons que les enfants atteints d'hyperactivité déficit de l'attention présentent un ralentissement attentionnel global avec une atteinte du contrôle exécutif et de l'alerte, et une variabilité importante des temps de réaction.

Les patients sont ralentis comparativement aux patients. Ce résultat rejoint celui des études menées par Oberlin BG et coll. (18), Konrad K et coll. (19), Booth et coll. (20), Johnson et coll. (21), Adólfssdóttir S et coll. (22), ayant utilisé le test « ANT ».

Nous retrouvons un effet de congruence plus marqué chez les enfants hyperactifs, et un pourcentage plus élevé d'erreurs en situation incongruente. Ces deux constatations attestent d'un dysfonctionnement du réseau exécutif chez ces sujets.

Cette atteinte des fonctions exécutives dans le trouble HA/DA a largement été rapportée dans la littérature. Une méta-analyse faite en 2005 par Willcutt et coll. (23), incluant toutes les études faites entre 1980 et 2004, sur les fonctions exécutives chez les enfants hyperactifs, a conclu à l'existence d'un déficit du contrôle exécutif dans le trouble hyperactivité déficit de l'attention. Ce dysfonctionnement a, par ailleurs, été retrouvé dans les études menées par Konrad et coll. (19) et Johnson et coll. (21). Cependant, deux études ayant utilisé la version infantile de l'« ANT », ont conclu à une intégrité du contrôle exécutif chez les enfants hyperactifs (20,22). Cette différence pourrait être expliquée par la nature des tests utilisés. En effet, Rueda et coll. (24) ont montré que l'utilisation de poissons comme cible, au lieu des flèches, amoindrissait l'effet d'interférence, engendré par les situations incongruentes. De ce fait, les enfants arrivaient à mieux résoudre les situations de conflit.

Ce dysfonctionnement du réseau exécutif a été mis en évidence par les études d'imagerie cérébrale. En effet, ces travaux ont montré un hypofonctionnement au niveau des régions cérébrales antérieures (cortex cingulaire antérieur, préfrontal antérieur), chez les sujets hyperactifs (25, 26). Ces aires cérébrales régissent les fonctions exécutives.

L'impulsivité, un des symptômes du tableau clinique du trouble HA/DA, pourrait expliquer le nombre accru d'erreurs chez les patients. En effet, Epstein et coll. (27) ont montré, en utilisant le paradigme de Posner associé au « Continuous Performance Test », que les sujets hyperactifs avaient tendance à répondre impulsivement avant même la présentation du stimulus (un nombre important de réponses anticipatoires). En outre, dans le modèle de Barkley (28), il a été démontré que ce déficit des fonctions exécutives était rattaché à un défaut d'inhibition de réponse avec un défaut de contrôle des impulsions.

Dans notre étude, l'effet d'orientation est comparable dans les deux groupes. Par ailleurs, les temps de réaction sont globalement plus allongés, dans les deux groupes, en situation invalide ( $p=0,0001$ ).

A ce jour, la majorité des études, ayant utilisé l'« ANT » comme

test attentionnel, s'accordent sur l'intégrité du réseau d'orientation chez les sujets hyperactifs.

Une méta-analyse faite par Huang-Pollock et Nigg (29), incluant 14 études entre 1991 et 2001, a conclu à une absence d'atteinte de l'orientation visuo-spatiale chez les enfants atteints du trouble HA/DA. Konrad et coll. ont rapporté un allongement des temps de réaction, chez les sujets hyperactifs, dans les situations invalides, en comparaison avec les sujets contrôles (19). Ce résultat a été rattaché à un déficit au niveau du processus de désengagement chez les patients. Ces derniers mettraient plus de temps, à « désengager » leur attention de la zone en cours d'exploration. Ces résultats divergents pourraient être expliqués par la nature différente des tests utilisés ainsi que leurs caractéristiques techniques : essentiellement les paramètres SOA (durée de l'intervalle séparant l'apparition de l'indice visuel et celle de la cible). En effet, ces constatations ont été faites pour des tâches comportant des SOA longs (800ms), alors que dans nos tests, ils ont été fixés à 400ms. Les SOA longs chez des sujets impulsifs pourraient faciliter la distractibilité et perturber le désengagement attentionnel.

L'effet d'alerte est comparable dans les deux groupes ( $p=0,68$ ). Nous n'avons pas noté de gain significatif en situation double indice chez les sujets hyperactifs. Nos résultats sont concordants avec ceux de la littérature (19, 20, 21, 22).

Comparés aux témoins, les patients présentent des temps de réaction plus variables ( $p=0,0001$ ). Toutes les études, ayant utilisé l'« ANT », pointent vers la variabilité des temps de réaction chez les sujets hyperactifs. La variabilité au niveau des temps de réaction serait une caractéristique cognitive classiquement retrouvée dans le trouble HA/DA. Cette variabilité a amené certains auteurs comme Nigg et coll., Johnson et coll. (30, 31) à avancer l'hypothèse de l'existence d'une hétérogénéité neuropsychologique dans le trouble HA/DA, avec l'existence d'un sous-type dont les fonctions cognitives sont plus altérées par comparaison aux autres. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer cette variabilité. Castellanos et coll. (32,33), ont avancé que cette variabilité pourrait être un marqueur endophénotypique possible du trouble HA/DA, trouble héritable. Deux études de génétique moléculaire ont rapporté une association entre l'allèle 10-repeat du gène du transporteur de la dopamine (DAT1) et la variabilité des temps de réaction.

Par ailleurs, un dysfonctionnement cérébral, essentiellement au niveau du cortex frontal et des régions dorsolatérales, a été mis en évidence à l'origine des variabilités intra-individuelles des temps de réaction, par des études couplant les tests attentionnels et l'imagerie cérébrale (34, 35, 36).

Dans la population des sujets hyperactifs, nous retrouvons une amélioration des temps de réaction avec l'âge.

Cette corrélation entre l'âge et les temps de réaction serait expliquée par le développement normal des réseaux attentionnels chez les enfants. En étudiant le développement des réseaux attentionnels dans l'enfance avec le test « ANT » dans une population d'enfants sains, Rueda et coll. (24) ont montré que les temps de réaction s'amélioraient avec l'âge.

Dans son étude, Adólfssdóttir S et coll. (22) retrouve cette corrélation chez les sujets contrôles et non chez les sujets

hyperactifs. Dans les autres études, cette corrélation n'a pas été étudiée. Davidson et coll. (37), étudiant spécifiquement l'évolution des temps de réaction, réponses correctes et fonctions exécutives chez des sujets sains de 3 ans à 17 ans, signale que le temps de réaction est plus long chez les enfants jusqu'à 7 ans, et qu'un moyen d'égaliser les performances entre enfants jeunes et adultes est d'augmenter de manière importante le temps de présentation des stimuli. Chez les sujets contrôles, nous retrouvons une corrélation entre l'âge et l'effet de conflit : plus le sujet est jeune, plus l'effet de conflit est important. Cette corrélation a été décrite dans le développement des réseaux attentionnels chez l'enfant. En effet, Rueda et coll. (24), en utilisant le paradigme « ANT » chez des enfants âgés de 6 à 10 ans et les comparant à des sujets adultes, ont montré que la capacité à résoudre les conflits s'améliorait avec l'âge entre 4 et 8 ans, et qu'elle devenait équivalente à celle de l'adulte après l'âge de 7 ans. Elle a été clairement mise en évidence par Davidson et coll. (37) qui étudient l'effet d'incompatibilité spatiale (effet Simon) chez des sujets sains entre 3 ans et 17 ans. Les auteurs montrent que le coût attentionnel occasionné par la situation congruente/incongruente est très important jusqu'à 6,7 ans et diminue graduellement ensuite sans disparaître toutefois complètement chez l'adulte.

Nous retrouvons une corrélation significative, dans le groupe des patients, entre les temps de réaction et les scores aux CPM : plus le score au CPM est bas, plus les temps de réaction sont allongés.

Ces résultats divergent avec ceux de l'étude de Booth et coll. (20) Dans leur étude, ils n'ont pas retrouvé de corrélations entre le quotient intellectuel et les temps de réaction. Ces auteurs ont utilisé le « Wechsler Intelligence Scale for Children » (WISC-III, Wechsler 1991) pour évaluer les capacités intellectuelles des patients (38). Dans notre étude, nous avons utilisé les matrices de Raven (CPM). Ce test est considéré par certains auteurs comme un instrument pour explorer les habilités visuospatiales, par d'autres il a été validé comme un test d'intelligence. Les corrélations entre les scores aux CPM et les temps de réaction pourraient être le reflet d'une altération des habilités visuospatiales, chez les enfants hyperactifs. Adólfssdóttir S et coll. (22) ont étudié les corrélations entre les paramètres attentionnels et le QI. Ils ont retrouvé qu'un faible QI était corrélé à un nombre d'erreurs plus élevé.

## CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous retrouvons que les enfants atteints d'hyperactivité déficit de l'attention présentent un ralentissement attentionnel global avec une atteinte du contrôle exécutif et de l'alerte. La variabilité des temps de réaction est la principale caractéristique de ce trouble. Toutefois, un échantillon plus large, incluant en proportions égales les différentes formes cliniques, est nécessaire afin d'approfondir l'étude des altérations attentionnelles caractéristiques de ce trouble et d'étudier les interactions entre les différents réseaux attentionnels.

## RÉFÉRENCES

1. Purper-Ouakil D, Wohl M, Cortese S, Michel G, Mouren MC. Le trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDHA) de l'enfant et de l'adolescent. *Annales Médico Psychologiques* 2006; 164:63-72.
2. Chambry J. Trouble déficit de l'attention-hyperactivité de l'enfant et de l'adolescent : du diagnostic à la prise en charge. *Annales Médico Psychologiques* 2006; 164:613-19.
3. Posner MI, Boies SJ. Components of attention. *Psychol Rev* 1971; 78:391-408.
4. Posner MI, Petersen SE. The attention system of human brain. *Annual Review of Neuroscience* 1990; 13: 25-42.
5. Strum W, Willmes K. On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage* 2001; 14:76-84.
6. Posner MI. Orienting of attention. *Q J Exp Psychol* 1980; 32: 3-25.
7. Posner MI, Cohen Y. Components of visual orientation. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1984.
8. Posner MI, Raichle M. Networks of attention. Dans *Images of mind*. New York: Scientific American Library, 1994: 152-79.
9. Norman D, Shallice T. Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. Dans Davidson RJ, Schwartz GE, Shapiro D (Eds). *Consciousness and self-regulation*, volume 4. New York: Plenum, 1986.
10. Duncan J, Owen AM. Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends Neurosci* 2000; 23:443-75.
11. Fan J, Mc Candliss BD. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognition and Neurosciences* 2002; 14:340-47.
12. Conners CK. A teacher rating scale for use in drug studies with children. *Am J Psychiatry* 1969; 126:884-88.
13. Conners CK. *Conner's Rating Scales- Revised: Instruments for use with children and adolescents*. New York, NY: Multi-Health Systems, 1997.
14. Goyette CH, Conners C.K, Ulrich RF. Normative data on revised Conners parent and teacher rating scales. *J Abnormal Child Psychology* 1978; 6:221-36.
15. Kaufman J, Birmaher B, Brent DA et al. Diagnostic Interview Kiddie- SADS- Present and lifetime Version (K-SADS-PL). Version 1.0, October 1996.
16. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th edition (DSM-IV)*. Washington DC: APA, 1994. Traduction française: *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Paris: Masson, 2000.
17. Raven JC, Court JH, Raven J. *Progressives Matrices Couleur*. Paris: ECPA, 2004.
18. Oberlin BG, Alford JL, Marroco RT. Normal attention orienting but abnormal stimulus alerting and conflict effect in combined subtype of ADHD. *Behavioural Brain Research* 2005; 165:1-11.
19. Booth JE, Carlson CL, Tucker DM. Performance on a neurocognitive measure of alerting differentiates ADHD combined and inattentive subtypes: A preliminary report. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2007; 22:423-32.
20. Konrad K, Neufang S, Hanisch C, Fink GR, Herpertz-Dahlman B. Dysfunctional attentional networks in children with attention deficit hyperactivity disorder: evidence from even-related functional magnetic resonance imaging study. *Biol Psychiatry* 2006; 59:643-51.
21. Adólfssdóttir S, Lundervold LS, Lundervold AJ. The attention

- network test: a characteristic pattern of deficits in children with ADHD. *Behavioural and Brain Functions* 2008; 4:1-9.
22. Johnson KA, Robertson IH, Barry E et al. Impaired conflict resolution and alerting in children with ADHD: evidence from the Attention Network Test (ANT). *Child Psychology and Psychiatry* 2008; 49:1339-47.
  23. Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT et al. Validity of the executive function theory of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biol Psychiatry* 2005; 57:1336-46.
  24. Rueda MR, Fan J, McCandliss BD et al. Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia* 2004;42:1029-40.
  25. Durston S, Tottenham NT, Thomas KM et al. Differential patterns of striatal activation in young children with and without ADHD. *Biol Psychiatry* 2003; 53: 871-78.
  26. Schulz KP, Fan J, Tang CY et al. Response inhibition in adolescents diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder during childhood: an event-related fMRI study. *Am J Psychiatry* 2004; 161: 1650-57.
  27. Epstein JN, Johnson DE, Conners IM, Conners CKV. Neuropsychological assessment of response inhibition in adults with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2001; 23:362-71.
  28. Barkley RA. ADHD and the nature of Self Control. New York: Guilford Press, 1997.
  29. Huang-Pollock CL, Nigg JT. Searching for the attention deficit hyperactivity disorder: the case of visuospatialorienting. *Clinical Psychology Review* 2003; 23:801-30.
  30. Nigg JT, Willcutt EG, Doyle A, Sonuga-Barke EJ. Causal heterogeneity in attention deficit hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biol Psychiatry* 2005; 57:1224-30.
  31. Johnson KA, Kelly SP, Bellgrove MA et al. Response variability in attention deficit hyperactivity disorder: evidence for neuropsychological heterogeneity. *Neuropsychologia* 2005; 45:630-8.
  32. Castellanos FX, Tannock R. Neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience* 2002; 3:617-28.
  33. Castellanos FX, Sonuga-Barke EJ, Scheres A et al. Varieties of attention deficit hyperactivity disorder related intraindividual variability. *Biological Psychiatry* 2005; 57:1416-23.
  34. Loo SK, Specter E, Smolen A et al. Functional effects of DAT1 polymorphism on EEG measures in ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 2003; 42: 986-93.
  35. Stuss DT, Murphy KJ, Binns MA, Alexander MP. Staying on the job: the frontal lobes control individual performance variability. *Brain* 2003; 126: 2363-80.
  36. Bellgrove MA, Hester R, Garavan H. The functional neuroanatomical correlates of response variability: Evidence from a response inhibition task. *Neuropsychologia* 2004; 42:1910-16.
  37. Davidson MC, Amso D, Cruess Anderson L et al. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia* 2006; 44: 2037-2078.
  38. Wechsler D. Wechsler intelligence scale for children third edition (WISC III). New York :Psychological Corporation,1991.