

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI DE 3^E CYCLE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE
(PROFIL INTERVENTION)

PAR
JEAN-NICOLAS CARRIER

POURQUOI T'ES DANS LA LUNE? APPORTS DE NOUVEAUX MODÈLES
NEUROPSYCHOLOGIQUES EN ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES
COGNITIVES ET MOTIVATIONNELLES DU TDAH

JUIN 2013

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE (D. PS.)

PROGRAMME OFFERT PAR L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

POURQUOI T'ES DANS LA LUNE? APPORTS DE NOUVEAUX MODÈLES
NEUROPSYCHOLOGIQUES EN ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES
COGNITIVES ET MOTIVATIONNELLES DU TDAH

PAR
JEAN-NICOLAS CARRIER

Lucie Godbout, Ph.D., directrice de recherche Université du Québec à Trois-Rivières

Isabelle Blanchette, Ph.D., évaluatrice Université du Québec à Trois-Rivières

François Vachon, Ph.D., évaluateur externe Université Laval

Sommaire

Selon une conceptualisation récente du trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH), des facteurs cognitifs (dysfonction exécutive) et motivationnels (difficulté à anticiper les conséquences futures, aversion pour le délai) contribueraient tous deux à son étiologie. À la différence d'une conception influente du TDAH basée sur un déficit du fonctionnement exécutif, les plus récents modèles neurocognitifs identifient un lien entre des difficultés motivationnelles et la survenue du TDAH. Cependant, les pratiques en évaluation neuropsychologique du TDAH demeurent à ce jour conceptuellement ancrées sur un modèle explicatif uniquement basé sur l'hypothèse d'un dysfonctionnement exécutif. Cet essai présente une réflexion conceptuelle visant à générer des propositions théoriques et des méthodes évaluatives novatrices tenant compte de l'interaction de facteurs exécutifs et motivationnels en cause dans le TDAH. Pour ce faire, une recension critique de modèles étiologiques neurocognitifs sert de base à un exercice de synthèse menant à l'élaboration de quatre propositions théoriques et trois profils neuropsychologiques hypothétiques associés au TDAH. Des devis de recherche sont ensuite proposés afin d'appuyer les hypothèses avancées dans cet essai. Une démarche de clarification théorique apparaît nécessaire afin de faire évoluer l'évaluation neuropsychologique du TDAH de sorte qu'elle reflète davantage l'état actuel des connaissances sur le sujet.

Table des matières

Sommaire	iii
Liste des figures	vii
Remerciements	viii
Introduction	1
Trouble déficitaire d'attention/hyperactivité (TDAH)	3
Modèles neurocognitifs du TDAH	4
Problématiques	5
Objectifs	8
Structure	10
Chapitre I. Conceptions unitaires du TDAH	12
Modèle de l'inhibition comportementale	13
Inhibition comportementale	14
Critiques	17
Modèle motivationnel unitaire : aversion de délai	19
Critique du modèle d'aversion de délai	21
Chapitre II. Conceptions hybrides du TDAH	23
Modèle bipartite (Dual Pathway Model) de Sonuga-Barke	24
Composante exécutive	25
Composante motivationnelle	26
Aspects développementaux et interactions avec l'environnement	27

Critiques du modèle	29
Approche parallèle vs. interactionniste du fonctionnement cognitif	30
Volet neurobiologique	31
Volet cognitif	33
Modèle du traitement itératif de l'information	34
Aspects cognitifs et affectifs du traitement de l'information	36
Cycles de traitement itératif	37
Opérationnalisation possible des FEs hot : Tâche de gambling de l'Iowa	41
Validité conceptuelle de la TGI	43
Synthèse	44
Chapitre III. Problématiques conceptuelles et méthodologiques associées à l'identification des caractéristiques du TDAH	46
Première partie : saillance émotionnelle	48
Saillance émotionnelle et étude du développement cognitif de l'enfant	49
Distanciation psychologique	51
Saillance émotionnelle et étude des troubles anxieux	56
Théorie du contrôle attentionnel	57
Biais attentionnels et l'anxiété	59
Synthèse	62
Deuxième partie : propositions théoriques	63
Proposition 1	64
Proposition 2	65
Rêveries diurnes	67

Proposition 3	68
Proposition 4	69
Troisième partie : profils neuropsychologiques hypothétiques	71
Profil du pôle exécutif	73
Profil du pôle motivationnel	73
Aspects développementaux	74
Aspects conceptuels	75
Comorbidités et troubles associés	76
Avenues de recherche	77
Profil de biais attentionnel envers les stimuli appétitifs	80
Appuis empiriques indirects	82
Avenues de recherche	84
Stroop émotionnel.....	85
Paradigme d'attention divisée.	85
Rêveries diurnes.	87
Approche écologique de l'évaluation neuropsychologique.	88
Conclusion	90
Limites	92
Avenues de recherche et d'intervention	92
Références	95
Appendice A. Critères diagnostiques du TDAH selon le DSM-IV-TR	108

Liste des figures

Figure

1. Modèle de l'inhibition comportementale (IC) de Russel Barkley (1997).....16
2. Modèle motivationnel simple initialement proposé par Sonuga-Barke et al. (1992).....21
3. Modèle du traitement itératif de l'information (adapté et traduit de Cunningham et al., 2007)39

Remerciements

Cet essai est le fruit d'efforts menés au cours d'une période d'environ quatre ans. Je remercie la professeure Lucie Godbout, ma directrice d'essai, qui m'a guidé et assisté tout au long de mon parcours. Je remercie aussi mes parents et amis qui m'ont soutenu tout au long de mes études, au baccalauréat à l'Université Laval et ensuite au doctorat à l'UQTR. Je remercie les membres de mon jury de correction, les professeurs Isabelle Blanchette et François Vachon de l'UQTR et l'Université Laval respectivement. Leurs commentaires, de par leur justesse et leur pertinence, m'ont encouragé à simplifier et clarifier les objectifs et la structure du document afin d'en discerner l'essentiel de l'accessoire. Merci également à madame Jasmine Gaudet-Boulay, candidate au doctorat en psychologie et collègue de classe, qui m'a offert de précieux éclaircissements en ce qui concerne les principaux outils d'évaluation psychométriques utilisés en évaluation du TDAH. Je puis ensuite exprimer ma gratitude envers mes collègues en adaptation scolaire : Madame Hélène Dion et monsieur Yves Thomas, psychologues à la Commission scolaire de l'Énergie et à la Commission scolaire Marie-Victorin respectivement. À cette liste s'ajoute le Dr. François Raymond, pédiatre, que j'ai côtoyé à la clinique Libellule, un projet-pilote de l'école Bourgeoys-Champagnat à Longueuil. Ces cliniciens expérimentés ont été mes mentors et en ceci, j'ai grandement bénéficié de leur expérience en évaluation d'enfants en contexte scolaire. Leurs conseils judicieux, en plus d'avoir guidé ma pratique, ont contribué à enrichir le volet clinique du présent ouvrage, qui n'avait au départ que des visées théoriques. Finalement, je suis

reconnaissant envers les enfants, les adolescents et leurs parents, les enseignants, les directions et professionnels que j'ai eu la chance de côtoyer – d'abord à La Tuque ensuite à Longueuil – en tant que conseiller en rééducation depuis 2011.

Introduction

Depuis les deux dernières décennies, une proportion croissante des recherches en neuropsychologie et en neurosciences examine les interactions entre les processus cognitifs et émotionnels/motivationnels. Historiquement, la recherche scientifique a abordé les processus mentaux et leurs substrats neurobiologiques de façon isolée les uns des autres, comme s'il s'agissait d'entités distinctes. Bien qu'elle ait contribué à l'avancement des connaissances sur le sujet, cette approche réductionniste pourrait avoir négligé l'influence qu'exercent l'une sur l'autre ces différentes opérations mentales. Toutefois, depuis quelques années, la recherche accorde davantage d'importance à l'étude de l'interaction entre plusieurs fonctions cognitives, autrefois appréhendées séparément. Plus particulièrement, la question du rapport régissant la dimension affective avec celle des opérations cognitives abstraites a fait l'objet d'une attention croissante en neurosciences cognitives, plus particulièrement depuis les vingt dernières années. Cette tendance récente vers l'intégration théorique influence également la recherche sur les modèles étiologiques trouble déficitaire d'attention/hyperactivité (TDAH), auxquels se consacre cet essai. Plus particulièrement, cet essai aborde le TDAH par l'entremise de divers modèles explicatifs neurocognitifs.

Trouble déficitaire d'attention/hyperactivité (TDAH)

Le TDAH est une psychopathologie traditionnellement associée à l'enfance et l'adolescence¹. Elle se caractérise par la présence continue d'inattention et/ou d'hyperactivité/impulsivité, plus fréquente et plus sévère que ce que l'on observe chez les enfants du même âge (DSM-IV-TR, 2003). Les symptômes doivent avoir fait leur apparition avant l'âge de sept ans et avoir été présents pendant une période d'au moins six mois. Les critères diagnostiques s'articulent autour de trois principaux symptômes : 1) Inattention; 2) Hyperactivité; et 3) Impulsivité. Six critères d'inattention sont recensés. Les individus atteints d'un TDAH de sous-type Inattention peuvent présenter des symptômes tels que la difficulté à terminer activités et tâches, la difficulté à suivre le fil d'une conversation, l'organisation du travail inefficace, etc. En ce qui concerne les symptômes hyperactifs, ils comprennent des manifestations telles que se tortiller sur son siège, se lever à des moments où on devrait rester assis, courir ou grimper dans des situations inadéquates, parler excessivement, etc. Quant aux symptômes d'impulsivité, ils comportent les éléments suivants : répondre à une question non-complétée, la difficulté à attendre son tour et la propension à interrompre les autres lors de conversations. Par souci de concision, l'Appendice A présente les critères diagnostiques du TDAH du *DSM-IV*.

¹ Depuis une quinzaine d'années, le TDAH chez l'adulte a fait l'objet d'un intérêt croissant et fait l'objet d'une reconnaissance accrue dans la communauté scientifique (Davidson, 2008). Pour cette raison, cet essai fait la recension d'écrits portant sur les populations d'enfants et d'adultes.

Modèles neurocognitifs du TDAH

Historiquement, les modèles neurocognitifs du TDAH se classaient en deux principaux champs d'études : 1) l'approche basée sur les *fonctions exécutives*¹ et 2) l'approche basée *sur le dysfonctionnement motivationnel*². Les tenants de chacune de ces deux approches prétendaient offrir une explication, identifiant une cause unique dont la présence conduisait aux manifestations du TDAH chez les individus atteints. Une approche basée sur le dysfonctionnement exécutif, le modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997), postule d'une difficulté marquée d'autocontrôle cognitif qui interfère avec les capacités de planification et de régulation du comportement. Une seconde approche, basée sur le dysfonctionnement motivationnel, postule de la présence d'une aversion marquée pour les situations comportant un délai avant gratification contribuant à la manifestation chez l'individu des symptômes du TDAH (Sonuga-Barke, Taylor, Sembi, & Smith, 1992).

Malgré leur différence de point de vue quant à la cause des symptômes du TDAH, les modèles de l'inhibition comportementale et de l'aversion de délai s'appuient sur une conception selon laquelle l'ensemble des manifestations du TDAH proviendrait d'un

¹ Notez que le terme « fonction exécutive » est une traduction littérale de l'expression anglaise *executive function*. Bien qu'il s'agisse d'un anglicisme, cette expression sera utilisée dans cet essai, et ce, pour deux raisons : 1) cette expression est utilisée couramment dans les écrits scientifiques de langue française; 2) aucune traduction satisfaisante de cette expression n'existe à ce jour dans la littérature francophone. Les FE désignent un ensemble d'opérations cognitives coordonnant la réalisation d'une tâche en fonction d'un but donné et du contexte (Pennington & Ozonoff, 1996).

² D'autres modèles théoriques cognitifs et motivationnels du TDAH ont été développés. La présente recension ne couvrira que certains modèles choisis en fonction de leur influence dans la pratique et la recherche. De plus, les modèles inclus dans cette recension feront l'objet d'une synthèse menant à des propositions théoriques qui seront présentées au Chapitre III.

dysfonctionnement cognitif et neurobiologique unique. Autrement dit, les modèles de l'inhibition comportementale et de l'aversion de délai attribuent l'ensemble des symptômes du TDAH à l'influence d'une *seule* « cause », d'un dysfonctionnement unique. Or, depuis une dizaine d'années, cette conception unitaire a plutôt fait place à une approche abordant le TDAH comme la conséquence d'un ensemble hétérogène de dysfonctionnements cognitifs, chacun associé à des dysfonctions neurobiologiques sous-jacentes. Les modèles étiologiques plus récents associent le TDAH à des facteurs exécutifs et motivationnels. Un de ces modèles, le modèle bipartite (*Dual pathway model*) (Sonuga-Barke, 2002, 2003, 2005), intègre les propositions théoriques de deux modèles unitaires : l'inhibition comportementale et le modèle de l'aversion de délai.

Problématiques

Le modèle bipartite de Sonuga-Barke constitue une avancée appréciable dans la compréhension du TDAH, principalement au fait qu'il identifie deux types de déficits en cause dans la symptomatologie du TDAH et leurs bases cérébrales. De nombreuses études en provenance des sciences cognitives et des neurosciences procurent à ce modèle une base empirique solide. Cependant, ce modèle bipartite pourrait présenter des lacunes, tant sur le plan conceptuel que sur les bases empiriques sur lesquelles il s'appuie. Tout d'abord, les composantes exécutives et motivationnelles sont abordées par Sonuga-Barke comme si elles étaient des modules indépendants l'un de l'autre alors qu'une recension d'écrits en neurobiologie postule plutôt que divers circuits neuronaux sont en interaction lors de l'apprentissage de comportements dirigés vers un but

(Haber, 2003). Une autre lacune du modèle de Sonuga-Barke touche à sa composante motivationnelle. Celle-ci est définie en tant qu'aversion de délai et observée par le biais d'une tâche de délai de gratification¹. Or, cette mesure semble découler de l'instrument utilisé alors que le déficit motivationnel, ou difficulté de régulation de motivation, peut s'opérationnaliser de plusieurs manières différentes (Douglas & Parry, 1994; Parry & Douglas, 1983; Sonuga-Barke, 2011). Une autre lacune du modèle bipartite provient du fait que les déficits motivationnels observés chez les sujets TDAH sont observés dans d'autres problématiques comme le jeu compulsif, les abus de substances et le trouble d'opposition (Cubillo, Halari, Smith, Taylor, & Rubia, 2012; Rubia, 2011; Rubia et al., 2009).

Devant l'état des connaissances actuelles au sujet du TDAH, plusieurs constats peuvent être faits. Tout d'abord, il n'existe pas d'approche hybride du TDAH, intégrant l'aspect exécutif et motivationnel dans une perspective d'interaction, tant au plan des opérations mentales que de leurs réseaux cérébraux sous-jacents. En conséquence, un travail de réflexion doit être mené afin de générer des propositions théoriques tenant compte de l'interaction des processus motivationnels et exécutifs, tant aux plans des opérations mentales que de leurs bases cérébrales associées.

¹ Ces tâches sont communément appelées *Marshmallow experiment* dans les écrits scientifiques de langue anglaise. Dans cette épreuve, l'enfant doit renoncer à manger une friandise immédiatement disponible pour obtenir une friandise supplémentaire au terme d'une période d'attente.

Ensuite, l'apport de facteurs motivationnels dans l'étiologie de TDAH suscite un intérêt croissant en recherche. Or, malgré l'introduction depuis plus d'une dizaine d'années de modèles neurocognitifs abordant conjointement les aspects affectif et cognitif, la pratique en évaluation du TDAH ne reflète pas ces avancées. En effet, l'évaluation du dysfonctionnement exécutif associé au TDAH s'effectue au moyen de divers instruments psychométriques qui évaluent plusieurs fonctions cognitives telles que l'alternance de tâche (par ex., Wisconsin Card Sorting Test, Trail Making Test), l'inhibition de réponse automatique (par ex., Continuous Performance Task, Stroop), la mémoire de travail (par ex., Séquence de chiffres du WISC-IV, Figure complexe de Rey), etc. Cette situation creuse l'écart entre la pratique évaluative et l'évolution des modèles étiologiques récents. Force est de constater que la pratique et la théorie en neuropsychologie du TDAH demeurent fortement ancrées sur une conception du TDAH unitaire, exclusivement basée sur le déficit des fonctions exécutives (FEs) qui est un cadre théorique introduit il y a maintenant plus de quinze ans. Cette disparité entre la recherche et la clinique pourrait s'expliquer par l'absence d'outils psychométriques spécifiquement développés pour évaluer la composante motivationnelle des sujets TDAH. Partant de ce constat, le développement et la diffusion de tels instruments psychométriques intégrant l'aspect motivationnel du TDAH apparaissent nécessaires afin de moderniser les méthodes évaluatives utilisées par les cliniciens de sorte qu'elles reflètent davantage l'état actuel des connaissances sur le TDAH.

Objectifs

Cet essai abordera la question des apports de facteurs cognitifs et motivationnels du TDAH par le biais de trois principaux objectifs couvrant à la fois ses aspects conceptuels et méthodologiques. Un premier objectif consiste à présenter une recension critique des principaux modèles du TDAH en focalisant sur deux types de dysfonctionnement en cause : 1) le dysfonctionnement exécutif, tel que postulé dans le modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997); 2) le dysfonctionnement motivationnel, tel que présenté dans le cadre du modèle d'aversion de délai (Sonuga-Barke et al., 1992). Les appuis empiriques, les forces et les limites de ces modèles seront abordés.

Un second objectif de cet essai est d'élaborer des propositions théoriques rendant compte du TDAH dans ses dimensions motivationnelles et exécutives. Ces propositions reposent sur une hypothèse avancée dans le présent ouvrage. Il est postulé que l'attrait envers les stimuli émotionnels saillants déclenche une réaction d'orientation susceptible de contrecarrer le fonctionnement exécutif. La question de l'effet de stimuli émotionnellement saillants sur le fonctionnement exécutif sera abordée sous l'angle de deux cadres théoriques différents. Un premier cadre conceptuel, le modèle du traitement itératif de l'information (Cunningham, Zelazo, Packer, & Van Bavel, 2007), élargit la définition traditionnelle des FE en y introduisant un volet affectif et contextuel. Un second cadre conceptuel, la théorie du contrôle attentionnel (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007), permettra de discuter de l'effet d'un biais attentionnel vers les stimuli anxiogènes sur les opérations cognitives chez les sujets atteints de troubles

anxieux. Il est postulé dans cet essai que l'existence d'un biais attentionnel analogue à ce qui est observé chez les sujets anxieux soit présente chez les sujets atteints du TDAH.

À la différence des deux premiers objectifs qui traitent de questions théoriques, le troisième objectif de cet essai aborde divers enjeux méthodologiques encadrant l'évaluation neuropsychologique du TDAH à l'intérieur de la perspective interactionniste développée dans cet essai. En premier lieu, des profils neuropsychologiques hypothétiques seront présentés. Ces profils se basent sur la littérature existante entourant les aspects motivationnel et exécutif du TDAH. Une plus longue discussion accompagne la présentation d'un troisième profil neuropsychologique, car celui-ci se base sur les quatre propositions théoriques présentées ici. Plus précisément, ce profil se caractérise par un dysfonctionnement exécutif se manifestant dans un contexte chargé en stimulations affectives de valence appétitive. Ensuite, plusieurs devis de recherche seront ensuite présentés afin de valider ou infirmer ces profils dans le cadre d'éventuelles recherches ultérieures. La question des méthodes d'évaluation du TDAH dans une perspective tenant compte de l'interaction de facteurs affectifs et exécutifs permettra d'aborder succinctement une autre question qui y est associée, celle de l'approche écologique de l'évaluation neuropsychologique qui étudie les fonctions cognitives des individus en tenant compte du contexte dans lequel ces fonctions sont sollicitées.

Structure

Cet essai comporte trois chapitres. Le Chapitre I aborde le TDAH sous deux angles complémentaires. Une première partie aborde l'aspect exécutif et l'autre aborde l'aspect motivationnel. Les aspects exécutif et motivationnel seront tous deux abordés par l'entremise de deux modèles « unitaires », c'est-à-dire des modèles qui identifient un seul facteur causal. L'aspect exécutif sera abordé par une présentation du modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997). Le volet motivationnel sera abordé dans le contexte du modèle de l'aversion de délai développé par (Sonuga-Barke, 2002, 2003, 2005). Ces deux modèles seront présentés, de même que leurs bases neurobiologiques, leurs appuis empiriques et leurs limites, tant au plan conceptuel qu'empirique.

Le Chapitre II discute du TDAH selon une approche « hybride », c'est-à-dire qui combine le déficit exécutif et motivationnel à l'intérieur d'une seule approche. Deux modèles seront présentés. Le premier, le modèle bipartite de Sonuga-Barke (*Dual pathway model*), situe la cause des symptômes à deux facteurs, un dysfonctionnement exécutif et un dysfonctionnement motivationnel. Une seconde approche est le modèle du traitement itératif de Cunningham et Zelazo (2007), qui traite du fonctionnement exécutif dans une perspective intégrant les dimensions affectives (état motivationnel) et celles propres au contexte dans lequel l'individu effectue les opérations cognitives.

La présentation du modèle bipartite de Sonuga-Barke (2005) et du modèle du traitement itératif de Cunningham et Zelazo (2007) sera complétée par une réflexion

abordant leurs limites conceptuelles et méthodologiques. Il importe de préciser que le modèle du traitement itératif est un cadre théorique général du fonctionnement exécutif intégrant la dimension affective et qu'en cela, il n'a pas été spécifiquement élaboré en tant que modèle explicatif du TDAH. Son inclusion dans la présente recension est justifiée pour deux raisons : 1) le modèle du traitement itératif de l'information est cité dans quelques études qui abordent la dimension motivationnelle chez les sujets TDAH; 2) ce modèle servira de base à l'élaboration de propositions théoriques présentées au Chapitre III.

Le Chapitre III présente des éléments de réponse conceptuels et méthodologiques destinés à favoriser l'amélioration des connaissances des caractéristiques cognitives du TDAH. Celui-ci comprend deux principales parties. La première présente une démarche de synthèse pluridisciplinaire conduisant à l'élaboration de quatre propositions théoriques abordant l'interaction de l'aspect motivationnel et exécutif chez les gens atteints de TDAH. La seconde partie du Chapitre III présente des profils neuropsychologiques hypothétiques du TDAH, accompagnés d'appuis empiriques indirects en faveur des énoncés théoriques proposés dans le présent ouvrage, de même que des idées de recherches éventuelles permettant de tester les hypothèses issues de ces propositions théoriques.

Chapitre I

Conceptions unitaires du TDAH

L'identification de caractéristiques cognitives et neurobiologiques associées à une psychopathologie permet de raffiner les modèles étiologiques existants. En retour, ces avancées théoriques permettent de favoriser la mise à jour des pratiques d'évaluation. Au cours des trente dernières années plus particulièrement, diverses théories explicatives du TDAH, cognitives et neurobiologiques, ont été introduites afin de mieux en comprendre les causes. Le présent chapitre comporte deux principales parties. La première partie présente et critique un premier modèle unitaire du TDAH : le modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997). La seconde partie présente et critique un autre modèle du TDAH, celui de l'aversion de délai, originalement proposé par Sonuga-Barke et al.¹ (1992). Ces deux modèles ont été choisis puisqu'ils adoptent une perspective différente, mais complémentaire, pour expliquer les limitations des gens aux prises avec le TDAH et identifier des facteurs importants en cause dans la survenue des leurs symptômes.

Modèle de l'inhibition comportementale

Le modèle de l'inhibition comportementale constitue non seulement un cadre théorique du TDAH mais se présente en outre comme une modélisation du développement du fonctionnement exécutif des enfants (Barkley, 1997). Selon cette

¹ Ce modèle de Sonuga-Barke, initialement introduit en 1992, a été reformulé par la suite (2002, 2003, 2005) pour y intégrer la composante de dysfonctionnement exécutif. Cette section présente et critique le modèle d'aversion du délai tel qu'originellement présenté dans l'article original de 1992, c'est-à-dire dans une conception unitaire des causes du TDAH.

conception, le développement des FE est étroitement lié à la maturation cognitive chez l'enfant, médiatisée à son tour par l'interaction avec l'environnement (Barkley, 1997; Barkley & Murphy, 2006). Cette maturation implique une transition graduelle partant d'un mode « sensorimoteur » de résolution de problèmes, auquel succède un second mode d'internalisation des stratégies de résolution de problèmes recourant aux « actions mentales »¹. En d'autres termes, les actions physiques seraient progressivement remplacées par des opérations cognitives plus abstraites (schémas cognitifs ou scripts). L'interaction de l'enfant avec son environnement pourrait mener à une altération du développement cérébral et cognitif, caractérisée par un dysfonctionnement de l'inhibition comportementale.

Inhibition comportementale

Selon Barkley (1997), l'inhibition comportementale joue un rôle capital dans la symptomatologie du TDAH. Celle-ci serait une condition nécessaire au fonctionnement exécutif adéquat, ce qui permettrait à son tour d'organiser le comportement en fonction de l'atteinte de buts fixés par le sujet. Dans le contexte de ce modèle particulier, l'inhibition comportementale est une opération cognitive qui permet d'empêcher, ou de retenir, l'exécution d'un comportement. Plus précisément, le construit de l'inhibition comportementale, tel que conceptualisé par Barkley (1997), s'articule autour de

¹ Le concept d'apprentissage sensorimoteur et d'actions mentales autodirigées n'est pas sans rappeler les contributions de Jean Piaget, qui postulait aussi d'un tel processus d'internalisation dans la séquence normative du développement cognitif de l'enfant, qui passe par un stade sensorimoteur avant d'acquérir la faculté à résoudre des problèmes par l'utilisation de symboles.

trois composantes : 1) l'inhibition de la réponse « automatique » (*prepotent response*); 2) l'interruption d'une réponse en cours d'exécution; et 3) le contrôle des interférences.

Une première composante, l'inhibition de la réponse automatique, bloque la manifestation d'un comportement autrement exécuté de façon automatique, c'est-à-dire automatiquement déclenché en fonction d'un contexte donné. La seconde composante de l'inhibition comportementale, l'interruption de réponse en cours d'exécution, assure la détection du caractère inapproprié d'une action, permettant de l'interrompre lorsque cela est nécessaire. La troisième composante, le contrôle des interférences en provenance de l'environnement externe ou en provenance d'autres processus mentaux, assure le maintien du traitement prioritaire d'un stimulus en excluant l'intrusion de stimuli concurrents. Schématiquement, l'action combinée de ces trois composantes de l'inhibition comportementale assure le maintien d'une « fenêtre temporelle », un délai mental en quelque sorte, qui est une condition nécessaire au déploiement adéquat des FEs, nécessaires à la complétion d'une tâche et à l'atteinte de l'objectif déterminé par l'individu.

Le dysfonctionnement de l'inhibition comportementale nuirait au déploiement adéquat des FEs, c'est-à-dire d'un ensemble d'opérations cognitives impliquées dans la planification et l'élaboration de stratégies comportementales complexes visant l'atteinte d'un but donné (Pennington & Ozonoff, 1996). Cette section présente deux principales

composantes du modèle de Barkley : 1) l'inhibition comportementale; et 2) les FEs. La

Figure 1 présente un schéma simplifié de ce modèle.

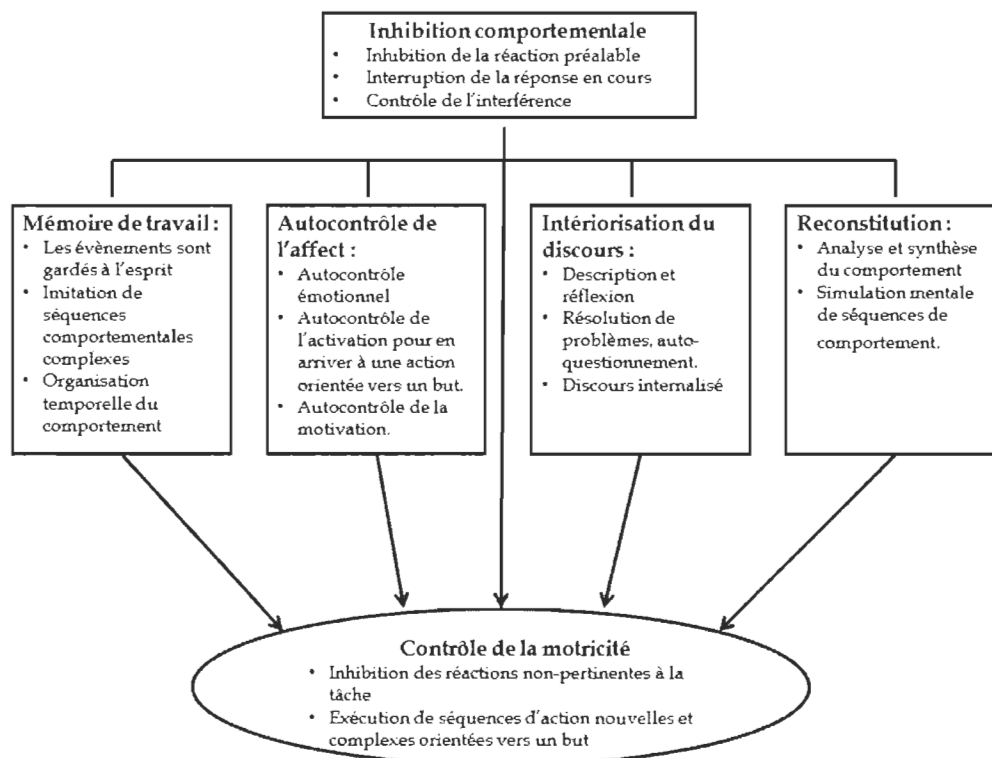


Figure 1. Modèle de l'inhibition comportementale (IC) de Russel Barkley (1997).

En haut de la figure, l'inhibition comportementale est représentée comme une fonction qui permet le déploiement de quatre FEs. Les quatre FEs représentées (et l'inhibition comportementale) influencent directement le contrôle de la motricité, c'est-à-dire la capacité à inhiber des réactions non pertinentes à la tâche en cours et à exécuter des séquences d'actions complexes orientées vers l'atteinte de but dans une situation nouvelle.

Dans le cadre théorique développé par Barkley (1997), le fonctionnement exécutif occupe un rôle très important. En effet, l'activation de l'inhibition comportementale serait nécessaire à l'activation adéquate de quatre FEs : 1) Mémoire de travail non-

verbale; 2) Mémoire de travail verbale (discours intérieur); 3) Autorégulation des affects et des états motivationnels; et 4) Reconstitution motrice (Planification et généralisation). Essentiellement, Barkley conçoit ces quatre FEs comme des « actions mentales autodirigées » (*self-directed actions*), permettant la résolution de problèmes via la génération de schémas d'action (ou scripts) dirigés vers un but. Ces opérations mentales complexes incluent la mémoire de travail (verbale et non-verbale) nécessaire aux opérations cognitives plus complexes. Ultimement, le développement des FEs favorise le développement chez l'enfant de stratégies d'autorégulation comportementale adaptées aux demandes environnementales.

Critiques. Malgré de nombreux appuis dans la littérature, des limites importantes subsistent en regard de la validité de l'hypothèse de dysfonctionnement exécutif du modèle de Barkley (1997). D'abord, les données empiriques provenant d'études du fonctionnement exécutif de sujets TDAH contredisent la position selon laquelle les symptômes du TDAH soient uniquement causés par un déficit d'inhibition comportementale (et se traduisant par un déficit des FEs). L'association entre le TDAH et le dysfonctionnement exécutif a récemment été contestée (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, & Tannock, 2006; Nigg et al., 2005; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Ces auteurs identifient des lacunes quant à la validité du dysfonctionnement exécutif en tant que mesure critère du TDAH. Dans l'essentiel, les critiques à l'endroit du modèle de l'inhibition comportementale font état d'un degré insuffisant de sensibilité et de spécificité du concept de dysfonctionnement exécutif dans

l'identification de sujets TDAH. La notion de sensibilité renvoie à la capacité du modèle de l'inhibition comportementale à discriminer entre les sujets atteints du TDAH et ceux qui ne le sont pas. Une autre critique concerne le manque de spécificité de ce modèle, c'est-à-dire sur la capacité de celui-ci d'identifier seulement les sujets atteints du TDAH en n'identifiant pas d'autres individus. Une méta-analyse d'envergure menée par Willcutt et ses collaborateurs (2005) aborde la question de la sensibilité et la spécificité des outils d'évaluation du fonctionnement cognitif dans la capacité d'identifier les sujets TDAH. Leurs auteurs ont procédé en regroupant les résultats de 83 études neuropsychologiques sur le fonctionnement exécutif des individus TDAH de tous âges, totalisant un échantillon de 3734 sujets TDAH et 2969 sujets contrôles. Similairement aux résultats d'une méta-analyse antérieure (Pennington & Ozonoff, 1996), une performance significativement inférieure des sujets TDAH a été observée dans une majorité d'études recensées. En particulier, les sujets TDAH sous-performeraient à diverses tâches d'inhibition de réponse, ainsi qu'à des tâches de flexibilité cognitive et de mémoire de travail. Au premier abord, ces résultats peuvent s'interpréter à la faveur de l'hypothèse d'un dysfonctionnement exécutif en tant que caractéristique cognitive universellement présente dans le TDAH. Cependant, le dysfonctionnement exécutif ne se retrouverait que dans une proportion de 30 % à 50 % d'enfants et d'adolescents TDAH (Lambek et al., 2010). Ces données remettent en question le caractère « universel » du déficit cognitif associé au TDAH tel que postulé par Barkley (1997). Dans l'ensemble, ces études montrent un lien entre le déficit des FE et le TDAH; une relation de causalité n'a cependant pu être clairement établie. À la lumière des critiques

recensées dans la présente section, il apparaît que le déficit d'inhibition comportementale ne puisse expliquer à lui seul l'ensemble des symptômes du TDAH.

Modèle motivationnel unitaire : aversion de délai

Historiquement, les premières études abordant le TDAH dans une perspective motivationnelle remontent aux années 1970, avec les contributions de Paul Wender (1972), qui fait figure de précurseur en développant une théorie présentant l'hyperactivité comme un trouble des mécanismes de renforcement. D'autres modèles développés plus tard ont également postulé d'un lien entre les symptômes du TDAH et un déficit de régulation motivationnelle (Douglas, 1985; Douglas & Parry, 1994; Haenlein & Caul, 1987; Wender, 1972). Un modèle motivationnel unitaire influent reprend et approfondit la thèse d'un traitement inadéquat du signal de récompense, originalement proposée par Wender (1972). Selon le modèle de l'aversion de délai (Sonuga-Barke et al., 1992), les symptômes du TDAH s'expliquent par un moindre seuil de tolérance vis-à-vis toute période d'attente précédant une récompense, où le délai induirait un état d'aversion contre lequel l'enfant adopte des stratégies comportementales inadaptées, se manifestant sous la forme des symptômes d'inattention et d'hyperactivité. L'élaboration par Sonuga-Barke du concept d'aversion de délai s'inspire grandement du paradigme expérimental de *délai de gratification* (appelé familièrement *marshmallow experiment*), développé à la fin des années soixante par Mischel et Ebbesen (1970). Dans son déroulement typique, l'examineur laisse l'enfant seul dans une pièce où se trouve un objet suscitant une forte réaction d'approche

(généralement une friandise, comme une guimauve). L'expérimentateur indique à l'enfant que s'il attend durant une période indéterminée (et donc ne mange pas la friandise à sa portée), il obtiendra une récompense, soit une seconde friandise. L'enfant est alors placé devant un dilemme, soit de manger la friandise immédiatement ou encore d'attendre de recevoir une récompense plus avantageuse. Dans une épreuve inspirée de la tâche développée par Mischel, les enfants TDAH se distinguent de leurs pairs par leur préférence pour la récompense immédiate (Solanto et al., 2001; Sonuga-Barke et al., 1992). Ces études ont révélé une association entre la préférence pour les récompenses immédiates et la prévalence plus élevée de troubles de la conduite d'agitation motrice. Selon Sonuga-Barke et al. (1992), les enfants TDAH se distingueraient de leurs pairs par leur degré d'aversion plus élevé en contexte de délai avant gratification. Une telle aversion induirait chez ces enfants la mise en œuvre de stratégies comportementales et cognitives visant à contrer l'état d'attente en cherchant à « accélérer » le passage subjectif du temps. Selon le modèle d'aversion de délai, l'autostimulation comportementale (p. ex., se tortiller sur son siège, courir, agitation motrice) ou cognitive, par le biais des rêveries diurnes, s'interprète comme des tentatives initiées par l'individu pour échapper au délai. Ce faisant, il manifesterait des comportements compatibles avec le tableau symptomatique caractérisant l'inattention et l'hyperactivité/impulsivité (Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke et al., 1992; Sonuga-Barke, Wiersma, van der Meere, & Roeyers, 2010). La Figure 2 présente un schéma du modèle motivationnel simple de Sonuga-Barke et al. (1992).

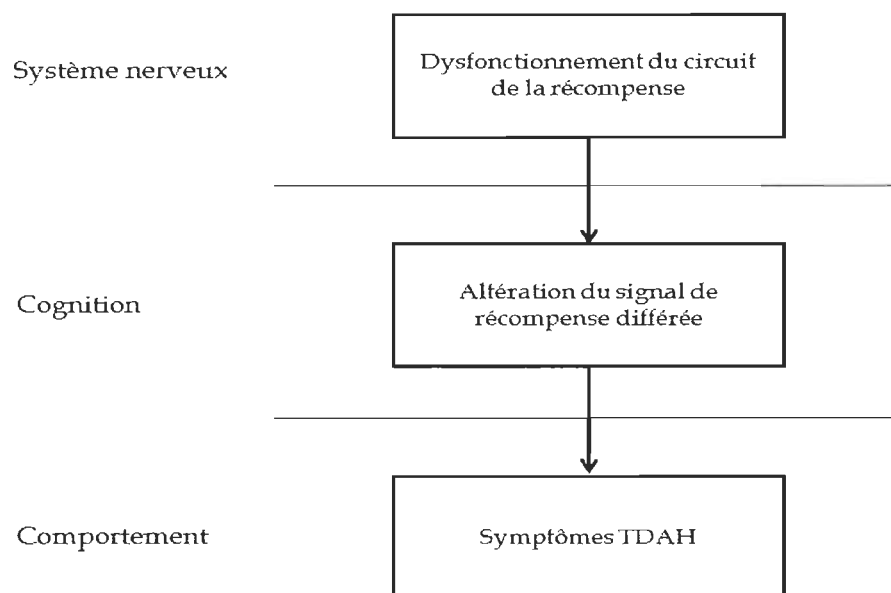


Figure 2. Modèle motivationnel simple initialement proposé par Sonuga-Barke et al. (1992).

Ce modèle représente le lien causal entre une dysfonction de circuits cérébraux traitant du signal de la récompense (situés dans le système limbique) et le comportement, lequel serait modéré, au plan cognitif par une difficulté pour le sujet à traiter l'information se rapportant à une récompense ultérieure. Cette difficulté produirait ce que Sonuga et al. appellent aversion de délai et qui conduirait l'individu TDAH à fuir, c'est-à-dire à éviter cette sensation désagréable, conduisant aux symptômes d'inattention et d'hyperactivité.

Critique du modèle d'aversion de délai. Tout comme l'approche de l'inhibition comportementale de Barkley (1997), l'approche motivationnelle a elle aussi fait l'objet de critiques. Bien que la question des rapports régissant le lien entre style motivationnel et TDAH ait fait l'objet d'études concluantes chez les enfants et adolescents, cette caractéristique motivationnelle ne se retrouve pas chez l'ensemble des sujets TDAH.

En effet, les études utilisant l'aversion de délai, ainsi que d'autres tâches motivationnelles de prise de décision dans un contexte affectif (présentées plus loin), n'identifient pas de lien entre aversion de délai et TDAH chez une majorité de sujets (Castellanos et al., 2006; Luman, Tripp, & Scheres, 2010). Une seconde critique du modèle motivationnel concerne le faible degré de spécificité de l'association entre déficit motivationnel et TDAH. En effet, la préférence pour les récompenses immédiates se retrouve chez d'autres populations cliniques, comme les individus ayant des troubles de la conduite, les consommateurs de drogues et les joueurs pathologiques (Bechara, 2007; Toplak, Sorge, Benoit, West, & Stanovich, 2010). À l'instar du modèle de l'inhibition comportementale de Barkley (1997), le modèle proposé par Sonuga-Barke ne peut à lui seul offrir une explication satisfaisante et universelle des « causes » du TDAH. D'autres critiques d'une conception du TDAH basée sur l'aversion de délai portent sur son opérationnalisation, qui repose exclusivement sur un seul type d'épreuve, soit celui du paradigme de délai de gratification. L'association entre la performance à une tâche de délai de gratification et le construit sous-jacent pourrait en réalité être beaucoup plus complexe. Le recours exclusif à une seule mesure pourrait par conséquent ne pas tenir compte de l'effet d'autres facteurs potentiellement en cause avec le TDAH (Luman et al., 2010). Cette question sera abordée plus en détail au Chapitre II.

Chapitre II

Conceptions hybrides du TDAH

Ce chapitre discute des conceptions « hybrides » du TDAH. Dans le contexte de la présente recension, le terme « hybride » regroupe des modèles qui regroupent l'aspect motivationnel et cognitif au sein d'un même cadre conceptuel. La première partie présente un premier cadre théorique, le modèle d'aversion de délai (Solanto et al., 2001; Sonuga-Barke, 2002, 2003, 2005) qui postule de l'existence de deux déficits, un de type exécutif et l'autre de type motivationnel, contribuant à la survenue des symptômes du TDAH. La seconde partie présente un second cadre théorique, le modèle du traitement itératif de l'information (Cunningham et al., 2007). Celui-ci ne constitue pas formellement un modèle du TDAH, mais est parfois cité dans des études abordant l'interaction de facteurs affectifs et cognitifs chez cette population. Ces deux façons de concevoir le TDAH font ici l'objet d'une analyse critique.

Modèle bipartite (*Dual Pathway Model*) de Sonuga-Barke

Le modèle bipartite du TDAH (Sonuga-Barke, 2002, 2005) intègre deux modèles unitaires existants : le modèle de l'inhibition comportementale de Barkley (1997) ainsi que le modèle de l'aversion de délai (Sonuga-Barke et al., 1992). Ce modèle conçoit le TDAH comme une entité clinique dont l'étiologie est multidéterminée, c'est-à-dire causée par de multiples facteurs. Par conséquent, il n'existerait pas de parcours développemental unique conduisant à la survenue du TDAH chez l'enfant.

Sonuga-Barke (2002, 2005) affirme plutôt que le dysfonctionnement exécutif, ainsi qu'un déficit de régulation motivationnel, contribueraient tous deux à la symptomatologie du trouble.

Composante exécutive

Dans la description de la composante « exécutive » de son modèle, Sonuga-Barke reprend essentiellement les propositions du modèle du déficit d'inhibition comportementale de Barkley (1997). Selon cette conception, il est admis que certaines manifestations associées aux symptômes TDAH puissent découler d'un déficit de l'inhibition comportementale. Ce déficit cognitif serait sous-tendu par un réseau cérébral dysfonctionnel, composé de plusieurs structures corticales et sous-corticales, où figurent le cortex préfrontal latéral/dorsolatéral, le thalamus, le cervelet et la partie dorsale du striatum (Sonuga-Barke, 2002; Sonuga-Barke & Sergeant, 2005). L'activité dopaminergique y jouerait un important rôle, par l'entremise de l'activité neuronale de la voie méso-corticale (Floresco & Magyar, 2006). Plus encore, l'activité dopaminergique atypique au sein de ces structures cérébrales a maintes fois été identifiée comme facteur contributif au TDAH dans la littérature cognitive et neuroscientifique sur le sujet (Krain & Castellanos, 2006; Sagvolden, Aase, Johansen, & Russell, 2005; Sonuga-Barke, 2005; Tripp & Wickens, 2008).

Composante motivationnelle

La seconde composante du modèle bipartite du TDAH est qualifiée de « motivationnelle ». Sonuga-Barke y maintient ses conceptions antérieures en ce qui concerne l'aspect motivationnel (Sonuga-Barke et al., 1992), qu'il réaménage dans un modèle qui reconnaît désormais le rôle d'un dysfonctionnement exécutif. Ainsi, le TDAH est toujours associé à un style motivationnel marqué par une aversion pour les situations impliquant un délai (Sonuga-Barke, 2005). Au plan neurobiologique, le déficit de régulation motivationnelle découlerait du fonctionnement atypique d'un réseau comprenant le cortex inférieur, ventromédian, orbitofrontal, l'amygdale, le thalamus, le striatum ventral; ces régions seraient associées à la régulation émotionnelle et motivationnelle et associées à l'aversion de délai (Sonuga-Barke, 2003, 2005; Sonuga-Barke & Sergeant, 2005). L'étude des structures cérébrales associées à la motivation a par ailleurs fait l'objet de nombreuses recherches effectuées sur des rongeurs. Par exemple, l'étude des lésions cérébrales, des interventions pharmacologiques et manipulations génétiques ont permis de mieux comprendre le lien entre le dysfonctionnement des réseaux neuronaux de la récompense et les symptômes « hyperactifs » chez le rat (Sagvolden, 2000). Selon des recherches menées sur les animaux, le dysfonctionnement du système de la récompense serait associé à une hypoactivation des neurones dopaminergiques impliquées dans le traitement du signal de récompense non-immédiate (Schultz, 1998). Selon Tripp et Wicken (2008), un tel déficit d'activation dopaminergique signalant l'arrivée d'une récompense ultérieure potentialiserait le caractère aversif de l'expérience subjective chez les sujets TDAH.

Selon cette approche, l'aversion de délai constitue une caractéristique pouvant discriminer les sujets TDAH des sujets non-atteints (Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke et al., 1992). En effet, l'aversion de délai conduirait les enfants TDAH à : 1) préférer, davantage que leurs pairs, les récompenses immédiates au détriment des récompenses ultérieures plus importantes; et 2) à contrer la sensation aversive inhérente au délai en focalisant leur attention ou en adoptant des comportements visant à y « échapper », c'est-à-dire de contrer la perception subjective d'attente.

Aspects développementaux et interactions avec l'environnement

Dans sa déclinaison plus récente, le modèle bipartite du TDAH de Sonuga-Barke (2005) intègre l'influence réciproque du sujet et de son environnement dans une perspective développementale. L'auteur propose deux parcours développementaux hypothétiques liant les facteurs liés aux caractéristiques individuelles aux facteurs environnementaux rencontrés par l'individu. Dans cette logique de causalité circulaire, les stratégies employées par l'enfant, les choix d'activités, de même que les réactions de l'entourage influenceraient le développement de ses habiletés cognitives, plus particulièrement ses aptitudes à l'autorégulation comportementale et la planification via le degré d'exposition à des situations d'apprentissage ce qui, à son tour, aurait une incidence sur le développement cognitif et affectif de l'enfant, et ainsi de suite.

Un premier parcours développemental est dénommé « exécutif ». Celui-ci peut s'illustrer par l'exemple d'un enfant TDAH présentant des difficultés de fonctionnement

exécutif. Les difficultés exécutives présentes chez un tel enfant favorisent le développement d'une aversion pour les devoirs et leçons (ou tout exercice demandant un effort intellectuel). Il pourrait en effet se percevoir comme un élève incompetent, une image de lui susceptible d'être corroborée par les reproches des enseignants, parents et autres adultes de son entourage. Ces contingences punitives pourraient décourager l'enfant, qui se prive désormais d'exercer ses FEs en réduisant le temps consacré aux travaux scolaires. À plus long terme, cet ensemble de facteurs pourrait miner le développement de ses aptitudes cognitives de par la diminution des occasions de s'exposer à des situations d'apprentissage et par conséquent, d'amélioration. En quelque sorte, cela se produirait à la manière d'un cercle vicieux qui maintient ou exacerbe les difficultés déjà présentes.

Un second parcours développemental du modèle de Sonuga-Barke (2005) est « motivationnel ». Ce parcours se retrouverait chez l'enfant présentant une dysfonction localisée au circuit cérébral associé au traitement de la récompense différée. Un tel enfant peut alors faire montre d'un niveau supérieur d'aversion dans les situations de délai (en comparaison avec ses pairs). Conséquemment, cette aversion de délai favoriserait la survenue de manifestations hyperactives et inattentives. Ce type d'enfant éviterait plus que les autres les situations propices aux délais. Outre leur aspect intrinsèquement désagréable, les situations de délai sont propices aux punitions en provenance du milieu (des figures d'autorité, par exemple) lorsqu'il ne répond à leurs exigences. L'enfant chercherait donc à éviter autant que se peut les situations comportant

un délai. Paradoxalement, cela pourrait le priver d'opportunités ultérieures pouvant développer chez lui sa capacité à tolérer les délais avant gratification, une aptitude nécessaire à l'exécution de stratégies de régulation comportementales plus adaptées aux exigences de son milieu. Similairement au parcours de dysfonctionnement exécutif, les difficultés motivationnelles de l'enfant, si elles ne sont pas résolues, pourraient se maintenir ou s'exacerber via l'interaction avec son environnement.

Critiques du modèle

En dépit de nombreux appuis empiriques comportementaux et neurobiologiques, le modèle de l'aversion du délai présente néanmoins des lacunes qu'il est nécessaire d'identifier. Un argument en faveur de la validité du modèle bipartite est qu'il parvient à identifier davantage de sujets TDAH que les modèles de l'inhibition comportementale et d'aversion de délai séparément (Castellanos et al., 2006). En effet, les données empiriques sur le sujet montrent que les déficits exécutifs et motivationnels permettent d'identifier correctement 90 % de sujets identifiés avec le TDAH (Sonuga-Barke, Dalen, & Remington, 2003). Cependant, cette façon de procéder paraît simpliste en ceci qu'elle occulte la question de la spécificité du déficit motivationnel au TDAH. Tout d'abord, cette façon d'utiliser la combinaison de déficit motivationnel ou exécutif est susceptible d'augmenter la probabilité de « faux positifs », c'est-à-dire mène à l'identification erronée de sujets TDAH. Par ailleurs, l'argument avancé par ces auteurs néglige le fait qu'un déficit similaire de régulation motivationnelle s'observe aussi (et à plus forte raison) chez des sujets de plusieurs groupes d'âge présentant diverses problématiques de

régulation du comportement, par exemple le trouble oppositionnel, l'abus de substances, le jeu pathologique, la délinquance juvénile ou la présence de traits antisociaux (Banaschewski et al., 2005; Rubia, 2011; Rubia et al., 2009). Cependant, le modèle bipartite de Sonuga-Barke adopte une position qui soutient que les difficultés du TDAH proviendraient de dysfonctionnements de circuits neuronaux distincts. Cette conception est appuyée par des études neuropsychologiques identifiant un lien indépendant des difficultés cognitives et motivationnelles dans la prédiction du TDAH (Solanto et al., 2001; Sonuga-Barke et al., 2003). Au plan neurobiologique, cette thèse de déficits indépendants s'appuie sur l'identification de réseaux neuronaux distincts impliqués dans les processus motivationnels et exécutifs (Kelly, Scheres, Sonuga-Barke, & Castellanos, 2007; Sagvolden, Aase et al., 2005; Volkow et al., 2010). Toutefois, ces appuis en faveur de circuits neurocognitifs indépendants pourraient occulter une question d'importance, celle de l'interaction entre les processus motivationnels et cognitifs dans l'élaboration et l'exécution d'actions dirigées vers un but. Cet aspect est abordé dans la section qui suit.

Approche parallèle vs. interactionniste du fonctionnement cognitif. La question de l'intégration de circuits neuronaux dans l'élaboration et l'exécution d'actions dirigées vers l'atteinte d'un but a été abordée par Suzanne Haber (Haber, 2003), qui définit deux types d'approches de traitement d'information par les structures cérébrales : l'approche *paralléliste* et l'approche *interactionniste*. L'approche paralléliste adopte la position d'une relative indépendance entre divers réseaux neuronaux impliqués dans l'activité mentale du sujet. Par exemple, les régions sous-corticales auraient pour fonction de

coordonner une séquence motrice élaborée par les régions corticales motrices et pré-motrices (Mink, 1996). Autrement dit, dans cette approche, les ganglions de la base ne seraient pas impliqués dans l'apprentissage de séquences motrices, mais seulement dans leur implémentation. À l'opposé, une approche interactionniste postule de l'implication de régions corticales et sous-corticales (anatomiquement distinctes) dans plusieurs types d'apprentissage. Selon Haber, toute forme d'apprentissage implique obligatoirement l'interaction de régions corticales et sous-corticales. Cette interaction corticale-sous-corticale serait essentielle afin d'évaluer les conséquences et le résultat des comportements au moment où ils se produisent et de les modifier en conséquence (Hikosaka, Sesack, Lecourtier, & Shepard, 2008; Jog, Kubota, Connolly, Hillegaart, & Graybiel, 1999). Sous le volet anatomo-fonctionnel, le modèle bipartite de Sonuga-Barke se situe, dans la typologie d'Haber, à l'intérieur d'une approche paralléliste du fonctionnement cérébral. En effet, Sonuga-Barke considère que chacun des deux types de déficit, exécutif et motivationnel, découlent de dysfonctionnements de réseaux cérébraux dits exécutifs et motivationnels, anatomiquement *et* fonctionnellement distincts (Sonuga-Barke, 2002, 2003, 2005; Sonuga-Barke & Sergeant, 2005).

Volet neurobiologique. En regard des structures cérébrales impliquées dans les dysfonctionnements exécutifs et motivationnels, Sonuga-Barke (2003) maintient une position paralléliste. Cet auteur postule qu'un déficit exécutif découlerait d'un dysfonctionnement dans un réseau cérébral exécutif alors que son pendant motivationnel serait attribuable à un dysfonctionnement localisé dans un réseau cérébral dit de la

récompense. Il appuie cette position sur la base d'études neuropsychologiques et neurobiologiques associant ces différents déficits à des atteintes cérébrales localisées dans ces circuits ainsi que sur des recherches associant les difficultés de planification avec des lésions frontales (cf. Infra). Le réseau cérébral associé aux FEs comprend plusieurs structures dont le cortex préfrontal dorsal, préfrontal latéral, le cortex pariétal, le cortex cingulé antérieur et le cervelet. Quant au réseau motivationnel, il est constitué d'autres structures, celles-ci associées au système limbique, dont celles du « circuit de la récompense »; la partie ventrale du striatum, l'hypothalamus, l'hippocampe, le noyau accumbens, l'amygdale et les structures en connexion avec les parties ventrale médiane et orbitale du cortex préfrontal.

Ce point de vue paralléliste de la neurophysiologie du TDAH pourrait toutefois comporter plusieurs limites qu'il convient d'identifier. Selon Haber (2003), l'élaboration de schémas comportementaux visant l'atteinte optimale et flexible d'objectifs fait appel à un ensemble de circuits distincts, mais œuvrant conjointement et en continuelle interaction. Ainsi, l'apprentissage de contingences punitives ou renforçatrices sollicite l'action coordonnée de structures corticales et sous-corticales plutôt que de reposer sur un seul circuit. Dans sa recension, Haber (2003) présente plusieurs appuis en provenance de domaines de recherche divers (neurophysiologie, imagerie cérébrale, neurosciences comportementales, etc.) soutenant de l'existence de connexions réciproques, des structures anatomiques assurant une communication bidirectionnelle entre les structures corticales préfrontales et sous-corticales des ganglions de la base. Cette forte densité de

connexions réciproques entre divers réseaux rendrait possible l'interaction continue de signaux de rétroaction entre ces différentes structures et appuie une position interactionniste du point de vue fonctionnel. En somme, le modèle anatomico-fonctionnel de l'interaction de structures corticales et sous-corticales proposé par Haber est pertinente et significative en ceci qu'elle appuie indirectement la position interactionniste préconisée dans le modèle du traitement itératif de l'information de Cunningham et Zelazo (Cunningham et al., 2007), présenté plus loin.

Volet cognitif. Conformément à ce qui a été présenté plus avant dans ce chapitre, le modèle bipartite de Sonuga-Barke postule de la contribution indépendante de déficits motivationnels et exécutifs dans l'étiologie du TDAH, une position appuyée par des données identifiant une dissociation dans les performances des sujets atteints à des tâches du fonctionnement exécutif et des épreuves motivationnelles (Solanto et al., 2001; Sonuga-Barke, 2002; Sonuga-Barke & Sergeant, 2005). En outre, les appuis les plus robustes en faveur d'une dissociation entre facteurs motivationnels et cognitifs en cause dans l'étiologie du TDAH proviennent de méta-analyses ou de recensions critiques (Castellanos & Tannock, 2002; Castellanos et al., 2006; Willcutt et al., 2005).

Bien que bénéficiant d'appuis tant en provenance des sciences cognitives que des neurosciences, le modèle bipartite de Sonuga-Barke comporte une limite majeure : les devis utilisés dans les recherches de validation ne permettent pas d'aborder la question touchant les interactions possibles entre plusieurs processus mentaux impliqués lors des

tâches pouvant être qualifiées d'« exécutives pures » ou de « motivationnelles pures ». Plus spécifiquement, cette apparente dichotomie, telle que présentée dans ce modèle bipartite, pourrait occulter la présence de facteurs motivationnels dans les tâches dites exécutives et l'apport de facteurs motivationnels et vice versa, et ce, malgré l'indépendance de ces mesures dans leur association avec le TDAH. Une approche alternative du fonctionnement exécutif, le modèle du traitement itératif de l'information, propose un cadre théorique qui rend compte de l'interaction de facteurs affectifs et cognitifs dans les opérations cognitives de résolution de problèmes. Ce modèle, présenté à la prochaine section, aborde le rapport entre les FEs et les aspects motivationnels dans une perspective interactionniste qui pourrait répondre aux lacunes identifiées dans le modèle bipartite de Sonuga-Barke touchant cette question.

Modèle du traitement itératif de l'information

Dans son sens traditionnel, le concept des FEs regroupe un ensemble d'opérations cognitives (par ex., mémoire de travail, inhibition, alternance entre plusieurs tâches) permettant l'élaboration et l'application de stratégies de résolution de problèmes (Baddeley, 1996; Pennington & Ozonoff, 1996; Shallice, 1982). Depuis quelques années, une approche alternative des FEs, le modèle du traitement itératif de l'information (*iterative reprocessing model*), aborde cette question d'un angle inédit. En réponse à une approche traditionnelle, « rationaliste », des FEs, ce modèle propose une approche « holistique » qui appréhende le fonctionnement exécutif en rapport avec des facteurs affectifs et contextuels. Ce modèle aborde la question de l'influence de facteurs

affectifs sur les activités cognitives abstraites et réputées « rationnelles », comme la formation d'une attitude envers un stimulus ou la résolution de problèmes (Cunningham & Zelazo, 2007; Cunningham et al., 2007).

Selon les auteurs du modèle du traitement itératif de l'information, l'étude des FEs au moyen de tâches classiques (p. ex., Stroop, Tour de Hanoï, WCST, etc.) négligerait l'impact du contexte et de l'état affectif de l'individu sur les opérations cognitives abstraites impliquées dans la résolution de problèmes. Cunningham et Zelazo affirment au sujet de ces épreuves neuropsychologiques traditionnelles qu'elles ne rendent pas compte du fonctionnement cognitif des individus, tel que sollicité dans des situations de la vie courante. Zelazo, Qu et Kesek (2007) soutiennent au contraire que toute activité des FEs comporterait une dimension affective, qui serait présente à des degrés divers selon les types d'opérations mentales effectuées. Schématiquement, les opérations cognitives comportent des éléments plus chargés d'affectivité, désignés dans la littérature anglo-saxonne comme les opérations *hot*, s'opposant à un autre registre d'opérations cognitives dites plus « froides », ou *cool*¹. Le modèle du traitement itératif de l'information définit les FEs comme un regroupement de processus mentaux affectifs et cognitifs permettant l'activation coordonnée et flexible de ressources cognitives visant l'atteinte d'un but, et ce, dans un contexte de vie quotidienne (Zelazo & Müller, 2002; Zelazo et al., 2007). Autre particularité de ce modèle, le traitement itératif de

¹ Cette même dichotomie « *cool/hot* » peut aussi désigner des tâches de FEs. Ainsi, des tâches abstraites (p. ex., Stroop) sont parfois désignées comme des tâches « *cool* » alors que des tâches comportant davantage d'affectivité peuvent être identifiées comme des tâches « *hot* ».

l'information aborde l'étude des FE dans une perspective dite « écologique » de l'évaluation neuropsychologique. La résolution de situations-problèmes rencontrés dans l'environnement permet à l'individu de s'adapter plus efficacement à celui-ci. Pour l'individu placé devant une situation-problème, il lui importe de la résoudre efficacement, car il peut en tirer des bénéfices personnels (par exemple, en atteignant un objectif convoité, ce qui est vécu comme une expérience gratifiante). La présentation du modèle du traitement itératif de l'information est pertinente en regard des objectifs de cet essai pour deux raisons : 1) Ce cadre théorique est cité dans quelques études abordant l'interaction entre les facteurs cognitifs et affectifs chez les sujets TDAH (p. ex., Plichta et al., 2009; Rubia, 2011); et 2) Certaines composantes de ce modèle ainsi que des données de recherche basées sur celui-ci serviront à élaborer des propositions théoriques présentées au Chapitre III.

Aspects cognitifs et affectifs du traitement de l'information

Au plan cérébral, diverses structures du système limbique sont mises à contribution dans le traitement de la valence affective d'un stimulus donné. Ce traitement affectif automatique, non-contrôlé, non-conscient (parfois) et peu complexe (*low-order processing*) est mis en œuvre par des structures plus « archaïques », sollicitant des régions cérébrales du système limbique et autonome, plus anciennes tant aux plans ontogénique que phylogénique (LeDoux, 1996). En ce qui concerne le traitement plus complexe et détaché de l'information, des structures corticales (principalement préfrontales) effectuent un traitement plus complexe de l'information. Il importe de

préciser que ces deux composantes cognitives et affectives ne constituent pas deux circuits neuronaux dissociés et dédiés à des opérations mentales distinctes. Au contraire, les structures cérébrales impliquées dans le traitement affectif et cognitif interagissent les unes avec les autres. Leur activité conjointe sous-tendrait la mise en œuvre de stratégies de résolution de problèmes adaptées au contexte environnemental. Quant au traitement cognitif plus abstrait, il se prête davantage au contrôle de la volition et est plus complexe (*high-order processing*) et peut moduler par voie de rétroaction le traitement affectif de l'information¹.

Cycles de traitement itératif. Dans son cours temporel typique, le traitement d'information débute par un traitement affectif rapide et peu complexe auquel peut succéder un traitement plus complexe et plus lent, qui recrute un réseau plus complexe de structures cérébrales associées aux opérations cognitives plus abstraites. Un stimulus présent dans l'environnement immédiat (individu, objet) ou imaginé (concept abstrait) initie une séquence *itérative et cyclique* qui interprète et *réinterprète* les informations relatives à sa valence émotionnelle, qui peut être favorable ou défavorable. Une évaluation favorable produit une réaction d'approche alors qu'une évaluation

¹ Le traitement cognitif abstrait et volontaire assurant la poursuite d'un objectif donné est parfois appelé « processus descendant » (*top-down*). Inversement, le traitement soumis à l'influence du contexte est parfois identifié sous le terme de « processus ascendant » (*bottom-up*) (Corbetta & Shulman, 2002). Les processus ascendants sont dénommés ainsi parce que l'information en provenance d'un stimulus donné est traitée par les systèmes perceptifs avant d'être acheminée vers des « modules de traitement cognitifs » hiérarchiquement supérieurs, dédiés au traitement abstrait de l'information et sous-tendus principalement par des structures corticales préfrontales. Inversement, dans les processus descendants, l'information traitée par des systèmes centraux module l'activité de systèmes hiérarchiquement inférieurs, comme le système limbique ou le système moteur (Connor, Egeth, & Yantis, 2004; Corbetta & Shulman, 2002; Sergeant, Geurts, Huijbregts, Scheres, & Oosterlaan, 2003).

défavorable produit une réaction d'évitement. Ces réactions d'approche ou d'évitement peuvent s'activer en fonction de prédispositions de l'individu (p. ex., l'odeur de soufre déclenche le dégoût), ou encore par la réactivation d'attitudes encodées en mémoire (p. ex., la vue du logo d'un restaurant suscite une réaction favorable, car elle évoque des souvenirs agréables encodés en mémoire).

L'évaluation initiale de la valence émotionnelle d'un stimulus est un processus dynamique, c'est-à-dire les attitudes découlant de ce type d'évaluation sont sujettes à être modifiées en fonction des modifications de l'environnement ou en fonction d'un traitement plus complexe effectué par le sujet. Par exemple, la réaction d'approche ou d'évitement initialement déclenchée par un stimulus se modifierait par l'addition d'informations contextuelles, cumulées lors de chaque itération (donc, de chaque cycle du circuit cortical-sous-cortical). Plus précisément, il est postulé que l'information initialement traitée est acheminée vers les structures corticales pour y être traitée en profondeur. Le produit de ce traitement cortical plus complexe serait ensuite réacheminé vers les structures dédiées au traitement affectif, qui en évaluent valence favorable ou défavorable, à la lumière des informations supplémentaires obtenues par le traitement abstrait du stimulus. Après ce traitement affectif-cognitif, un autre cycle de traitement peut être initié, et ainsi de suite. La Figure 3 présente un schéma représentant les différentes opérations cognitives en jeu dans le traitement itératif d'un stimulus donné.

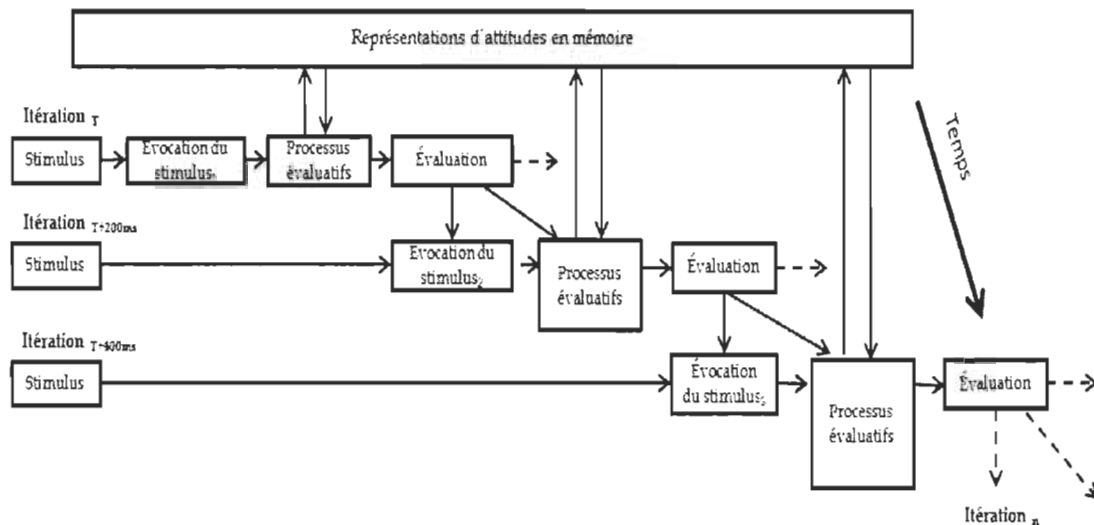


Figure 3. Modèle du traitement itératif de l'information (adapté et traduit de Cunningham et al., 2007).

Dans ce schéma, un stimulus présent dans l'environnement est d'abord traité par le système perceptif (*Stimulus construal*). Le stimulus ainsi représenté est ensuite évalué selon ses propriétés appétitives ou aversives, en fonction des caractéristiques intrinsèques du stimulus et des représentations en mémoire d'attitudes envers ce stimulus. Une évaluation plus abstraite est ensuite effectuée (sous-tendue principalement par les régions corticales préfrontales). Ce processus peut être interrompu à n'importe quelle étape par un comportement (flèche pointillée); alternativement, une itération supplémentaire en assure le prolongement. À chaque itération supplémentaire, les processus évaluatifs peuvent être plus réfléchis et conduire à des évaluations plus nuancées (d'où les boîtes agrandies proportionnellement au nombre d'itérations). Le temps de chaque itération est estimé à environ 200ms par Cunningham et Zelazo, basé sur des indices indirects (voir Cunningham & Zelazo, 2007 pour plus de détails).

Un énoncé général du modèle du traitement itératif de l'information prévoit qu'un nombre plus élevé d'itérations rende possible un traitement plus complexe et nuancé des aspects favorables ou défavorables associés à un stimulus ou un concept abstrait. Le traitement abstrait (*cool*) de l'information, généré au moyen d'itérations multiples, résulterait en une analyse plus fine, par le biais d'élaboration de règles d'associations plus complexes (conditionnement d'ordre supérieur, métacognition, décentration etc.).

Le traitement de caractéristiques associées au contexte de présentation du stimulus assurerait ainsi l'élaboration d'une réponse contrôlée et réfléchie visant l'atteinte de but. Ce point de vue suppose donc qu'une information initialement évaluée automatiquement et implicitement en tant que défavorable par l'individu peut subséquemment se transmuter en évaluation favorable au cours d'un traitement réflexif plus long et complexe (et vice versa). Ce changement d'attitude vis-à-vis un stimulus ou concept donné peut potentiellement orienter l'élaboration de stratégies de résolution de problèmes. Ainsi, une réaction émotionnelle plus rapide et défavorable précéderait une évaluation plus nuancée, produite quelques centaines de millisecondes plus tard et supplantant l'évaluation originellement défavorable.

Le processus évaluatif itératif en contexte affectivement chargé (*hot*) peut s'illustrer par une expérience récente utilisant une tâche de conditionnement opérant de second ordre (tâche de *Less is more*). Dans cette étude de Carlson, Davis et Leach (2005), deux paquets de bonbons, un grand et un petit, étaient présentés à des enfants d'âge préscolaire. Pour réussir cette tâche, les enfants devaient pointer le petit paquet pour obtenir le grand paquet de bonbons. Les enfants de 3 ans, en comparaison avec les enfants de 4 ans, n'arrivaient pas à inhiber leur tendance à pointer le plus grand paquet, même si celui-ci était associé à une moindre récompense. Les enfants de 4 ans, au contraire, se sont montrés aptes à assimiler cette règle d'inversion (donc plus complexe) et d'adapter leurs choix en conséquence.

Opérationnalisation possible des FEs *hot* : Tâche de gambling de l'Iowa

Le modèle du traitement itératif constitue le référentiel théorique d'un petit nombre d'études récentes abordant la question de facteurs motivationnels du TDAH (p. ex., Ströhle et al., 2008; Toplak, Umesh, & Tannock, 2005). Les hypothèses avancées dans ces études avancent que le TDAH pourrait non seulement découler d'un déficit des FEs dans leur définition plus restreinte (c'est-à-dire les FEs *cool*), mais il pourrait aussi découler de difficultés des FEs *hot*. Quelques études évaluent des tâches cognitives, dans lesquelles sont introduites des modifications d'ordre affectif¹. Le lien entre le construit psychologique des FEs *hot* et les mesures psychométriques correspondantes n'a pas été explicité dans les quelques études invoquant ce concept chez les sujets TDAH. Certaines de ces recherches abordent le construit psychologique des FEs *hot* par le biais de devis mesurant le construit d'*anticipation de conséquences futures*, un construit psychologique possiblement en cause dans le TDAH (Geurts, van der Oord, & Crone, 2006; Zelazo & Müller, 2002). La capacité pour un sujet à anticiper des conséquences affectives de ses choix peut s'évaluer au moyen de la tâche de gambling de l'Iowa (TGI), une épreuve sous forme d'un jeu de cartes où le sujet doit maximiser ses gains en choisissant les paquets les plus avantageux (Bechara, 2007; Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994).

¹ Afin d'éviter la redondance, une discussion sur ces études en lien avec les FEs *hot* est présentée au Chapitre III. Pour une recension exhaustive des méthodes d'évaluation des FEs *hot*, voir Zelazo, Qu et Kesek (2007).

Depuis maintenant plus d'une quinzaine d'années, plusieurs études utilisant la TGI ont fourni des éléments de réponse relativement aux capacités décisionnelles de populations cliniques diverses. En plus des patients cérébrolésés auxquels cet outil était initialement destiné, des études ont été menées auprès de diverses populations : joueurs pathologiques (Toplak, Liu, Macpherson, Toneatto, & Stanovich, 2007), consommateurs de drogues et d'alcool (Barry & Petry, 2008; Ernst, Grant et al., 2003), patients antisociaux (Blair, Colledge, & Mitchell, 2001; Mahmut, Homewood, & Stevenson, 2008) et bien d'autres. Ces groupes cliniques performant tous sous la norme à la TGI, ce qui appuie l'hypothèse d'un déficit des « marqueurs somatiques¹ » (ou de dysfonctionnements exécutifs *hot*) dans l'étiologie de ces troubles, sous la forme d'anticipation des conséquences futures (Bechara, 2007). Alternativement, la sous-performance de ces groupes pourrait refléter une insensibilité aux contingences punitives ou renforçatrices implicites (Buelow & Suhr, 2009). Dans l'ensemble, les quelques études menées auprès de sujets TDAH et recourant à la TGI ont montré des résultats peu concluants. Certaines des études recensées rapportent une différence significative de la performance à la TGI entre les participants TDAH et contrôles (Malloy-Diniz, Fuentes, Leite, Correa, & Bechara, 2007; Toplak et al., 2005), ce qui peut s'interpréter en faveur du rôle d'un dysfonctionnement des FEs *hot* dans son étiologie. Cependant, d'autres

¹ À l'origine, la TGI avait été développée pour rendre compte des difficultés décisionnelles de patients cérébrolésés. Les résultats obtenus à cette tâche ont mené Antonio Damasio (1994) à présenter ce qu'il nomme l'hypothèse des marqueurs somatiques. Cette hypothèse identifie le cortex préfrontal ventromédian comme un lieu d'intégration d'informations « émotivo-viscérales » en provenance du corps qui facilite l'intégration d'information sur la valence avantageuse ou désavantageuse d'options disponibles à l'individu afin de faciliter le processus décisionnel.

études n'observent pas une différence significative dans les scores obtenus à la TGI entre les groupes TDAH contrôles (Ernst, Kimes et al., 2003; Geurts et al., 2006).

Validité conceptuelle de la TGI. La relation entre la performance à la TGI et son construit psychologique sous-jacent a fait l'objet de plusieurs hypothèses explicatives, en particulier depuis les quinze dernières années (pour une recension, voir Buelow & Suhr, 2009). Selon Zelazo et Müller (2002), une performance dans la norme à la TGI (ou ses variantes) s'expliquerait par la capacité du sujet à « résister » à l'influence de stimuli appétitifs ou aversifs immédiats de l'environnement et à élaborer mentalement les conséquences à plus long-terme associées aux choix désavantageux. En conséquence, les sujets qui sous-performent à la TGI seraient en quelque sorte affligés d'une « myopie du futur », car seulement les conséquences immédiates feraient l'objet d'un traitement contrôlé et réflexif, délaissant le traitement des conséquences plus éloignées dans le temps, qu'elles soient punitives ou renforçatrices (Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 2005; Zelazo, 2004).

Cette relation postulée par plusieurs auteurs entre le construit psychologique d'anticipation des conséquences futures (en tant que mesure des FEs *hot*) et la performance à cette épreuve soulève toutefois quelques interrogations, notamment en ce qui concerne sa validité de construit. Selon Buelow et Shur (2009), la TGI évalue un comportement complexe, soit la capacité à prendre des décisions avantageuses dans un contexte incertain. Ces chercheurs affirment que ce comportement (associé aux FEs *hot*)

sollicite un ensemble de fonctions cognitives plus simples (associées aux FEs *cool*) telles que la mémoire de travail, la flexibilité cognitive et la prospection temporelle. Par conséquent, il apparaît important et pertinent de mieux préciser le lien entre la mesure psychométrique et le construit psychologique sous-jacent, ceci afin de mieux en interpréter leurs résultats en contexte d'évaluation et de recherche.

Synthèse

Le présent chapitre a abordé deux conceptions hybrides du TDAH. Une première conception adopte une approche paralléliste, en postulant de déficits exécutifs et motivationnels distincts, tous deux associés à des dysfonctions cérébrales localisées dans des réseaux respectifs et indépendants. Quelques limites de cette approche bipartite ont été présentées, conduisant à une remise en question des fondements de l'approche paralléliste pour lui substituer une approche interactionnelle, exemplifiée ici par le modèle du traitement itératif de l'information. Le cadre conceptuel du traitement itératif de l'information procure l'avantage d'aborder les dimensions motivationnelles et exécutives du TDAH d'une façon qui accorde davantage d'importance à l'effet du contexte et de l'affectivité, ou plus particulièrement, de l'effet des dispositions émotives, motivationnelles du sujet et des caractéristiques de son environnement au moment où il effectue une tâche précise. Les éléments de réponse amenés par le recours au modèle du traitement itératif de l'information soulève toutefois d'autres questions de recherche non-résolues et met en relief certaines de ses limitations en regard de son utilité dans la compréhension du TDAH. Plus particulièrement, ces limitations se rapportent à un

manque de valeur prédictive. D'abord, les appuis empiriques quant à l'hypothèse d'une dysfonction des FEs *hot* chez les sujets TDAH sont peu concluants. Une seconde limitation concerne le manque de précision des construits psychologiques en cause et la validité conceptuelle de la TGI, un outil utilisé pour rendre compte des FEs *hot*. Cela souligne l'importance de bien définir les construits psychologiques possiblement en cause afin de les opérationnaliser de façon à les tester empiriquement lors de recherches ultérieures. Ces questions seront abordées dans le prochain chapitre.

Chapitre III

Problématiques conceptuelles et méthodologiques associées à
l'identification des caractéristiques du TDAH

Les sujets couverts dans les Chapitres I et II ont permis d'identifier les forces et limites de plusieurs modèles neurocognitifs fréquemment cités dans les écrits scientifiques portant sur le TDAH. Ces modèles explicatifs soulèvent diverses questions tant conceptuelles que méthodologiques qui demeurent à ce jour sans réponse. Le présent chapitre, divisé en trois parties, proposera des éléments de réponse à diverses questions entourant l'apport de facteurs exécutifs et motivationnels du TDAH dans une perspective interactionniste.

La première partie du présent chapitre propose une façon inédite d'aborder l'interaction des dimensions motivationnelle et exécutive du TDAH : la saillance émotionnelle des stimuli. La question de la saillance émotionnelle est abordée sous deux angles différents mais complémentaires : 1) les études développementales sur l'effet de l'abstraction sur la performance à des tâches cognitives; et 2) le biais vers les stimuli anxiogènes présenté par les sujets atteints de troubles anxieux, tel que postulé par la théorie du contrôle attentionnel formulée par Eysenck et collaborateurs (Eysenck et al., 2007). La saillance de stimuli affective est proposée comme façon d'opérationnaliser l'interaction de facteurs motivationnels et cognitifs dans la compréhension du TDAH et permet d'introduire la deuxième partie, qui présente quatre propositions théoriques issues d'une synthèse d'éléments de divers modèles théoriques présentés dans cet essai. Les principaux éléments – ou ingrédients – de cette synthèse comprennent : le modèle

du traitement itératif de l'information (Cunningham & Zelazo, 2007; Cunningham et al., 2007), la théorie du contrôle attentionnel d'Eysenck et al. (2007) ainsi que certains aspects des modèles basés sur le dysfonctionnement exécutif et motivationnel (Barkley, 1997; Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke et al., 1992) qui ont été présentés aux Chapitres I et II. Dans l'ensemble, l'identification d'éléments communs et complémentaires à ces différents modèles pourrait générer quelques éléments de réponse en ce qui a trait à l'interaction de facteurs cognitifs et affectifs associés au TDAH dans une perspective développementale. La troisième et dernière partie de ce chapitre présente trois profils neuropsychologiques hypothétiquement associés au TDAH. Ces profils situent les particularités cognitives du TDAH en termes de difficultés des FEs *cool* et *hot*, et découlant de l'utilisation de diverses tâches neuropsychologiques ainsi que sur le plan de leurs caractéristiques neurobiologiques sous-jacentes. Cette troisième partie aborde aussi la question des attributs cognitifs et neurophysiologiques partagés par d'autres troubles présents en comorbidité et leur contribution dans la compréhension des facteurs partagés entre le TDAH et d'autres problématiques. Enfin, la présentation de quelques devis expérimentaux complètera cette section; l'objectif visé étant de guider d'éventuelles recherches destinées à valider ces profils neuropsychologiques chez les sujets TDAH.

Première partie : saillance émotionnelle

De connaissance, la saillance émotionnelle des stimuli de l'environnement ne semble pas avoir été abordée dans la compréhension du TDAH. Cette question est

étudiée ici par l'entremise de deux domaines de recherche distincts : 1) l'étude du développement de l'autocontrôle cognitif et émotionnel chez les enfants selon le cadre théorique du traitement itératif de l'information; et 2) l'effet de stimuli menaçants sur le fonctionnement cognitif des sujets atteints de troubles anxieux.

Saillance émotionnelle et étude du développement cognitif de l'enfant

Le modèle du traitement itératif de l'information fait figure de précurseur en neuropsychologie car pour la première fois, les processus cognitifs ou affectifs ne sont plus conceptualisés dans ce modèle comme des entités homogènes et dissociables d'autres processus (Cunningham et al., 2007). Une question d'importance et actuellement non résolue porte sur les mécanismes par lesquels ces facteurs contextuels influencent l'activité cognitive de l'individu. Autrement dit, il s'agit d'identifier, dans un contexte de recherche, un certain nombre de manipulations du contexte affectif de passation d'une épreuve en mesure de moduler la performance obtenue à des tâches évaluant les FEs. Une variable contextuelle, le degré de *saillance émotionnelle subjective* des stimuli, semble influencer de façon importante l'activité cognitive du sujet (Cunningham et al., 2007; Zelazo et al., 2007). La notion de *saillance* renvoie à la force de l'attrait d'un stimulus sur les fonctions attentionnelles, c'est-à-dire sur sa capacité à déclencher une réaction d'orientation de l'organisme (Zelazo et al., 2007). Cette saillance comporte un aspect *émotionnel*, car les caractéristiques du stimulus (ou le contexte dans lequel il est présenté) induisent une réaction émotionnelle idiopathique (spécifique à l'individu), agréable ou désagréable, déclenchant par la suite une réaction

d'approche ou d'évitement. Finalement, la saillance émotionnelle est *subjective*. En effet, la saillance d'un stimulus dépend non seulement de ses caractéristiques intrinsèques, mais sollicite aussi des représentations encodées en mémoire, provenant essentiellement de l'expérience antérieure du sujet (Cunningham et al., 2007). À ce jour, peu d'études ont été menées en vue d'explorer les effets potentiels de la saillance émotionnelle sur le fonctionnement exécutif. Les écrits scientifiques consacrés au sujet étudient ce phénomène principalement auprès de populations d'enfants normaux dans une perspective développementale, une limite qu'il importe de souligner et de prendre en compte dans la généralisation de ces résultats de recherche à la population TDAH.

Selon Zelazo et al. (2007), un stimulus émotionnel comportant une valence agréable ou désagréable induirait chez le sujet une réaction d'approche ou d'évitement respectivement. Les études recourant au paradigme de gratification fournissent un moyen d'étudier l'effet de la saillance émotionnelle sur les processus cognitifs en manipulant l'effet de l'introduction d'un stimulus appétitif, telle une friandise, immédiatement accessible au sujet et exerçant une influence sur son processus décisionnel. Règle générale, la disponibilité immédiate du stimulus, de même que son caractère appétitif, attirent aisément l'attention. Dans un paradigme de délai de gratification, le stimulus saillant déclenche une réaction motivationnelle d'approche, susceptible de contrecarrer l'atteinte d'un autre objectif : recevoir une récompense plus importante. Dans ce cadre conceptuel, la préférence pour les récompenses immédiates s'explique par la domination d'une tendance motivationnelle d'approche induite par le

stimulus appétitif (processus ascendant) sur les processus autodirigés de schémas d'action comportementaux (processus descendants) (Zelazo et al., 2007). Cela permet de suggérer ici que la saillance émotionnelle soit susceptible d'aider la compréhension de l'interaction de facteurs motivationnels et cognitifs chez les sujets TDAH. Plus spécifiquement, cet essai propose que la notion de saillance soit une variable d'intérêt dans l'élaboration d'un modèle explicatif complémentaire à celui de délai de gratification dans la caractérisation des facteurs motivationnels du TDAH. Les sujets atteints de cette psychopathologie pourraient donc être plus sensibles que leurs pairs à l'effet de stimuli émotionnels saillants qui déclenchent une réaction d'approche (processus ascendants), qui est incompatible avec un autre but découlant de processus autocontrôlés (processus descendants). Bien que cette hypothèse n'ait jamais été explicitement testée chez des sujets TDAH, des appuis indirects (présentés dans la section qui suit) provenant de la recherche développementale chez des enfants normaux pourraient aider à préciser les modalités par lesquelles l'activité émotionnelle (*hot*) module les processus cognitifs abstraits et autodirigés (*cool*) chez cette population.

Distanciation psychologique. L'étude de la saillance de stimuli émotionnels en neuropsychologie développementale procure quelques éléments de réponse en ce qui a trait à l'influence qu'elle exerce sur l'activité cognitive du sujet. Selon les auteurs du modèle du traitement itératif de l'information, la diminution de la saillance émotionnelle subjective des stimuli augmenterait l'efficacité des processus cognitifs abstraits par le biais d'un mécanisme de « distanciation psychologique », où la représentation initiale du

stimulus acquiert un caractère abstrait, ce qui en diminuerait la valeur appétitive ou force d'attrait (Zelazo et al., 2007). Plusieurs manipulations expérimentales ont permis de vérifier cette hypothèse de diverses manières. Celles-ci comprennent le niveau d'abstraction, l'étiquetage et la prise de perspective allocentrée (à la troisième personne).

Une première façon de manipuler expérimentalement le degré de saillance consiste à remplacer les stimuli concrets (par ex., friandises) par des stimuli abstraits (par ex., mots-étiquettes, pictogrammes, etc.). Cette question a été étudiée chez des enfants normaux de 3 à 5 ans dans une tâche de conditionnement de second ordre (Carlson et al., 2005). Dans cette étude, les enfants étaient placés devant deux paquets de bonbons : un petit paquet (2 bonbons) et un plus grand paquet (5 bonbons). Pour obtenir le grand paquet de bonbons, l'enfant devait pointer le petit paquet de bonbons, un comportement lui demandant un certain effort d'abstraction. Les résultats indiquent que les enfants de 3 ans décidaient de façon moins avantageuse que les enfants de 4 et 5 ans. Ceux de 3 ans persévéraient toutefois davantage que les autres dans leur choix désavantageux. Dans une seconde condition de cette étude, des symboles abstraits (p. ex., des points ou des images) étaient présentés au lieu de bonbons. Les enfants de 3 ans ont amélioré leur performance dans la condition avec symboles abstraits en choisissant le symbole abstrait apparié à la grande récompense.

Une autre étude de conditionnement de second ordre en contexte affectif montre des résultats similaires chez les enfants d'âge préscolaire. Müller, Zelazo, Hood, Leone et

Rohrer (2004) ont étudié l'effet de l'étiquetage (*labelling*) sur les opérations cognitives abstraites. L'étiquetage consistait, dans ce cas précis, à nommer à voix haute les options disponibles avant la décision. Dans leur étude, des enfants devaient choisir entre deux cartons de couleurs différentes : sur un premier carton d'une couleur A se trouvait une friandise de couleur B alors que sur l'autre carton de couleur B, aucune friandise n'était présente. Pour obtenir la friandise (située sur le carton de couleur B), l'enfant devait choisir le carton de la même couleur et sur lequel ne figurait aucun bonbon. Les enfants de 3 ans ont moins bien performé que les autres, associant moins fréquemment le carton de couleur identique avec l'obtention de la récompense. Ils choisissaient plutôt les cartons sur lesquels se trouvait une friandise. La performance des sujets de 3 ans a toutefois augmenté dans la condition avec étiquetage, c'est-à-dire dans la condition où ils devaient identifier ce qui se trouvait sur les paquets.

La performance des enfants de 3 ans à ce type de tâche augmente significativement dans une condition utilisant un second type d'étiquetage où ils nomment les couleurs du matériel utilisé dans l'étude (bonbons et cartons). Garon et Moore (2007) ont manipulé le degré de saillance émotionnelle dans une tâche semblable à la TGI chez des enfants âgés entre 3 et 4 ans. La consigne consistait à identifier à voix haute les paquets avantageux ou désavantageux. Une augmentation de la performance a été observée dans la condition d'étiquetage, c'est-à-dire dans la condition où il leur était demandé de communiquer à l'expérimentateur le caractère avantageux ou désavantageux des différentes options disponibles. Des résultats similaires ont aussi été observés chez des

adultes avec déficience intellectuelle; le score obtenu à la TGI par ces sujets était supérieur dans la condition d'étiquetage en comparaison avec celui obtenu à la condition contrôle (Dymond, Bailey, Willner, & Parry, 2011). Des études utilisant le paradigme de délai de gratification indiquent que les enfants se montrent plus enclins à choisir les récompenses différées lorsque la récompense immédiate ne se trouve pas dans la même pièce que l'enfant (Mischel, Ebbesen, & Raskoff Zeiss, 1972). Similairement, les enfants se montrent davantage en mesure d'opter pour la récompense différée dans la condition où ils doivent « penser à autre chose » pour se distraire du stimulus appétitif accessible au sujet (Mischel & Baker, 1975). Selon Zelazo et al. (2007), l'ensemble de ces résultats s'interprète à la faveur de l'effet postulé de la distanciation psychologique sur l'efficacité du fonctionnement exécutif, par la diminution de la saillance des stimuli appétitifs, par symbolisation ou par étiquetage, assurant ainsi un traitement réflexif plus poussé et permettant une réponse plus adaptée à la complexité de la situation.

Plus récemment, un autre aspect de l'influence de la saillance émotionnelle, l'effet de la perspective allocentrée, a été étudié chez les enfants. Principe et Zelazo (2005) ont soumis des enfants de 3 et 4 ans à une tâche de délai de gratification selon deux conditions. Dans la condition contrôle, les enfants devaient eux-mêmes exécuter la tâche. Dans la condition expérimentale, les enfants indiquaient à l'expérimentateur ce qu'ils devaient faire : les récompenses n'étaient pas distribuées à l'enfant mais plutôt à l'adulte. Les résultats montrent que les enfants de 3 ans favorisent les récompenses immédiates lorsqu'ils exécutent eux-mêmes la tâche. Inversement, ils choisissaient les

récompenses différées dans la condition où ils devaient choisir pour une autre personne. Des résultats similaires sont observés chez les adolescents, où l'effet de la distanciation psychologique, produit par la prise d'une perspective à la troisième personne, est associé à un taux supérieur de décisions avantageuses dans la condition où le sujet doit choisir pour autrui (Crone, Bullens, van der Plas, Kijkuit, & Zelazo, 2008).

Dans l'ensemble, les études rapportées ici appuient l'hypothèse de l'influence de la saillance subjective d'un stimulus émotionnel sur la performance à des tâches cognitives abstraites. Ces deux premières variables sont : 1) la disponibilité matérielle ou « mentale » du stimulus et; 2) la signifiante motivationnelle¹, c'est-à-dire la valeur subjective accordée au stimulus en fonction des dispositions personnelles et du contexte. Une troisième variable, le degré de « congruence » entre les processus motivationnels (ascendants) avec les buts autodirigés (descendants) pourrait moduler l'effet de l'activité émotionnelle sur le fonctionnement cognitif abstrait. En effet, la saillance affective d'un stimulus peut augmenter la performance cognitive, mais sous condition d'être « compatible » avec la tâche à accomplir (Zelazo, 2004; Zelazo et al., 2007). Cette hypothèse se base sur des études qui identifient qu'une humeur agréable est associée à une meilleure performance à des tâches cognitives diverses, comme de mémoriser une série de lettres, ou effectuer des opérations arithmétiques (p. ex. Bryan & Bryan, 1991;

¹ Il importe de préciser que dans ces études, le degré de signifiante motivationnelle n'a jamais été formellement évalué. L'effet postulé de la signifiante motivationnelle repose sur un ensemble d'études qui montrent une amélioration de la performance cognitive lorsque les stimuli appétitifs sont présentés sous une forme qui est plus abstraite.

Isen, 1990). Par ailleurs, le recours aux renforcements verbaux et récompenses immédiates et fréquentes améliore la performance d'enfants normaux et TDAH (ou « hyperactifs » selon la nosographie de l'époque) à des tâches cognitives d'abstraction et de planification (Douglas, 1972). L'amélioration de performance serait attribuable à une augmentation de l'activité dopaminergique du cortex préfrontal associée à une telle condition (Zelazo et al., 2007). La question de la compatibilité de l'état émotionnel et motivationnel avec l'atteinte de but sera discutée en lien avec les troubles anxieux dans la section qui suit.

Saillance émotionnelle et étude des troubles anxieux

L'étude de l'interaction entre les facteurs cognitifs et affectifs est une tendance récente dans la recherche en psychopathologie. Le domaine des troubles anxieux ne faisant pas exception, plusieurs études ont éclairé les connaissances relativement aux caractéristiques affectives et cognitives de cet ensemble de psychopathologies. Ce domaine de recherche pourrait permettre de mieux comprendre le TDAH, et ce, pour trois principales raisons. Premièrement, les études épidémiologiques chez les sujets TDAH montrent une forte prévalence de troubles anxieux en comorbidité, sans égard à l'âge (Biederman, Newcorn, & Sprich, 1991; Jensen et al., 2001; Klein & Manuzza, 2010; Murphy & Barkley, 1996). Deuxièmement, des difficultés de fonctionnement exécutif ont été identifiées chez une proportion significative de sujets atteints de l'une ou l'autre de ces deux psychopathologies (Oosterlaan & Sergeant, 1998; Schatz & Rostain, 2006). Finalement, la forte comorbidité retrouvée entre le TDAH et l'anxiété rend

plausible l'hypothèse de difficultés communes, au plan des systèmes attentionnels cérébraux et leurs bases neuronales (Garon, Moore, & Waschbusch, 2006; Schatz & Rostain, 2006). Ainsi, les connaissances sur l'interaction entre facteurs exécutifs et cognitifs chez les sujets anxieux pourraient fournir des éléments de réponse pouvant se transposer à des questions relatives au fonctionnement attentionnel chez les sujets TDAH. Une proposition conceptuelle récente, la théorie du contrôle attentionnel (Eysenck et al., 2007), a été développée en vue de rendre compte de l'interaction de processus attentionnels *automatiques (bottom-up)* sur les processus attentionnels *autodirigés (top-down)*, chez les gens anxieux. Schématiquement, cette théorie propose que l'activité attentionnelle automatique, déclenchée par des stimuli anxiogènes, affecte de façon plus marquée l'efficacité de processus cognitifs chez les sujets anxieux que chez les non-anxieux. Abordées sous cet angle, les connaissances actuelles sur les biais cognitifs des individus anxieux fournissent une avenue alternative dans l'étude de l'effet de la saillance émotionnelle de stimuli sur le fonctionnement exécutif.

Théorie du contrôle attentionnel. La théorie du contrôle attentionnel comporte deux principaux systèmes de régulation de l'attention : le système orienté vers les buts (*goal directed system*) et le système orienté par les stimuli (*stimulus-driven system*). Le système attentionnel orienté vers les buts dirige les ressources attentionnelles de façon descendante (*top-down*), c'est-à-dire que les opérations mentales plus simples sont dirigées par des opérations de plus haut niveau et orientées vers l'atteinte d'un but. Le système attentionnel orienté vers les buts n'est pas un construit psychologique unifié. Il

comporterait plutôt trois principales composantes¹ : 1) *inhibition*, soit la capacité à délibérément retenir le déclenchement d'un comportement dominant et automatique; 2) *flexibilité cognitive (set shifting)*, définie comme la capacité d'alterner entre des tâches, ce qui implique de changer de stratégies selon la variation des demandes environnementales; et 3) *mise à jour/rétroaction en mémoire de travail (updating)*, qui, comme son nom l'indique, assure le maintien et la manipulation d'information en mémoire de travail en fonction des demandes environnementales (Miyake et al., 2000). Ce système descendant serait associé à un réseau cérébral comprenant le cortex préfrontal supérieur et le cortex pariétal (Corbetta & Shulman, 2002; Posner & Petersen, 1990).

Un second système, le *système attentionnel modulé par les stimuli*, est quant à lui soumis au contrôle de certains stimuli ayant la capacité de « détourner » les ressources attentionnelles autodirigées au profit du traitement de stimuli présents dans l'environnement. Ce système assure le désengagement de l'attention d'une tâche en cours afin de la diriger vers un stimulus ne faisant pas partie du champ attentionnel focal. Loin d'être une proposition récente, ce concept réactualise et approfondit les intuitions de William James en 1890 (cité dans Corbetta & Shulman, 2002), qui affirmait à l'époque que l'attention de l'être humain puisse être momentanément détournée vers

¹ Ces trois composantes du système attentionnel autodirigé proviennent de travaux d'identification de variables latentes communes à plusieurs tâches de FEs. Miyake et ses collaborateurs (2000) soutiennent que le concept de module exécutif central postulé par Baddeley (1996) ne serait pas unitaire, car il comporterait les trois mêmes types de fonctions cognitives que dans le modèle du contrôle attentionnel. Ainsi, la notion d'attention autodirigée (*top-down*) recoupe ce que d'autres auteurs désignent comme les FEs.

certain stimuli tels que des objets mouvants, brillants, des animaux sauvages, etc. Ce second système attentionnel, jouant un rôle très important dans la détection de menaces en provenance de l'environnement, serait sous-tendu par un réseau cérébral comprenant les structures temporales-pariétales et préfrontales-ventrales (Corbetta & Shulman, 2002; Posner & Petersen, 1990). Dans une perspective phylogénétique, l'orientation de l'organisme en direction de certains éléments du milieu environnant caractérise même les êtres vivants les plus primitifs. Cette composante de l'attention serait innée, et assurerait l'exécution de comportements adaptés à l'environnement, au bénéfice de la survie de l'organisme et de l'espèce (Corbetta & Shulman, 2002; Klein, 2000).

Biais attentionnels et l'anxiété. Selon un postulat de ressources cognitives limitées, l'activation d'un premier système attentionnel réduit les ressources destinées au second (Eysenck et al., 2007). Par conséquent, l'activation du système attentionnel ascendant s'effectuerait au détriment du système attentionnel descendant, menant au désengagement de l'attention envers la tâche en cours. Selon la théorie du contrôle attentionnel, les sujets anxieux se distingueraient de leurs pairs par une sensibilité accrue du système attentionnel ascendant dans une condition d'exposition à des stimuli anxiogènes. L'efficacité du système attentionnel deviendrait moins efficace dans un contexte d'exposition des stimuli anxiogènes (qu'ils soient externes, comme des personnes ou des objets, ou internes, comme des inquiétudes) et incompatibles avec la tâche à accomplir. Certains stimuli comportant des propriétés anxiogènes pourraient alors « détourner » une partie des ressources cognitives autrement dédiées à la

complétion d'une tâche¹. Chez les sujets anxieux, les types d'opérations cognitives les plus sensibles à l'effet de stimuli externes ou internes anxiogènes comprennent l'inhibition de réponse, la flexibilité cognitive et la mémoire de travail (Eysenck et al., 2007).

L'effet de l'anxiété sur les opérations cognitives serait modulé par l'effet d'une troisième variable, le discours intérieur, qui se manifeste sous la forme d'inquiétudes, c'est-à-dire par des contenus d'anticipation de conséquences aversives ou encore sous la forme de préoccupations pour la critique d'autrui (Borkovec, 1994). En postulant du rôle des inquiétudes dans le fonctionnement attentionnel, la théorie du contrôle attentionnel introduit un élément d'importance, soit le caractère *interne* ou *externe* des « stimuli » menaçants (Eysenck et al., 2007; Eysenck & Payne, 2006; Sarason, 1988).

Une autre question touche à l'influence postulée du système attentionnel sur le comportement. La théorie du contrôle attentionnel postule que les sujets anxieux pourraient présenter un *biais attentionnel en faveur des stimuli potentiellement menaçants* (Eysenck et al., 2007). Chez les anxieux, ce biais en faveur des stimuli anxiogènes rendrait plus sensible le système attentionnel dirigé par les stimuli, avec conséquence de désengager plus facilement le système attentionnel dirigé par les buts. L'effet d'un biais attentionnel en faveur de stimuli menaçants sur l'activité cognitive

¹ Il ne s'agit pas à proprement dit de l'effet direct du stimulus anxiogène, mais plutôt d'un effet du traitement de celui-ci par l'individu.

abstraite s'observe dans plusieurs études utilisant des paradigmes variés, recensés par Eysenck et al. (2007). Parmi celles-ci figurent les études utilisant le Stroop émotionnel (Williams, Mathews, & MacLeod, 1996). Dans une des conditions de la version classique de la tâche de Stroop (1935), le sujet doit lire à haute voix les couleurs imprimées alors que les noms des couleurs diffèrent (p. ex., le mot « rouge » imprimé en bleu). Le sujet doit alors contrecarrer sa « tendance dominante » à lire la couleur en la substituant par une autre réponse, soit celle de nommer le nom de la couleur imprimée. Alternativement, dans la tâche de Stroop émotionnel, des mots à connotation émotionnelle sont imprimés sous différentes couleurs (Richards, French, Johnson, Naparstek, & Williams, 1992). De la même façon que dans le Stroop classique, le sujet reçoit la consigne d'inhiber la lecture de mots émotionnels en nommant plutôt la couleur du mot imprimé. Par contre, puisque les sujets anxieux présenteraient dans l'ensemble un biais important vers les stimuli menaçants, ceux-ci démontrent une difficulté marquée à inhiber la réponse automatique comme en témoignent les latences de réponse plus élevées observées chez ce groupe (Egloff & Hock, 2001; Williams et al., 1996). Un effet similaire s'observe par ailleurs lorsqu'un stimulus menaçant est présenté de façon subliminale. Dans une autre étude, la présentation subliminale (en deçà du seuil de perception consciente) d'un mot anxiogène a mené à la diminution de la performance cognitive (sous forme de latences de réponse plus élevées) de sujets anxieux même s'ils leur était impossible d'identifier les mots en question (Van den Hout, Tenney, Huygens, Merkelbach, & Kindt, 1995).

Dans l'essentiel, la théorie du contrôle attentionnel stipule que les sujets anxieux présenteraient un biais attentionnel plus marqué vers les stimuli anxiogènes (externes ou internes) en comparaison à leurs pairs. Par ailleurs, ce biais attentionnel induirait une baisse de l'efficacité cognitive de trois principales composantes du système attentionnel autodirigé (inhibition de réponse, alternance entre plusieurs tâches et mise à jour de la mémoire de travail), par l'effet médiateur des verbalisations d'inquiétude (Eysenck & Calvo, 1992; Eysenck et al., 2007). Finalement, les stimuli anxiogènes n'interfèrent avec le système attentionnel dirigé par les buts seulement en cas d'incompatibilité avec la tâche effectuée par le système attentionnel dirigé par les buts.

Synthèse

Les études recensées à la section précédente montrent que la saillance affective des stimuli présents au contexte semble être une variable d'intérêt dans l'étude de l'incidence de facteurs affectifs (*hot*) sur les processus cognitifs abstraits (*cool*). Un avantage de l'utilisation de la saillance affective réside dans sa précision conceptuelle accrue. En effet, le degré de saillance émotionnelle constitue une variable aisément manipulable et plus intelligible que celui, plus évasif, de « déficit des FE *hot* ». Ce construit a été invoqué pour interpréter les résultats d'études abordant l'aspect motivationnel du TDAH. Dans la littérature, le concept de FE *hot* regroupe plusieurs construits différents tels que la capacité à décider avantageusement en contexte incertain, la préférence pour les choix risqués, la capacité à tolérer le délai et la capacité à générer des attitudes sociales nuancées et « complexes », pour n'en nommer que quelques-uns

(Buelow & Suhr, 2009; Garon et al., 2006; Geurts et al., 2006; Kerr & Zelazo, 2004; Prencipe et al., 2011; Rubia, 2011; Ströhle et al., 2008; Toplak et al., 2005). En somme, l'effet de la saillance émotionnelle pourrait constituer une hypothèse explicative aidant l'interprétation des résultats de recherche faisant état de difficultés à renoncer aux récompenses immédiates et à décider avantageusement en contexte incertain. Cette hypothèse constitue une partie intégrante des propositions théoriques présentées dans la prochaine section.

Deuxième partie : propositions théoriques

La discussion sur la notion de saillance de stimuli affectifs permet de discuter d'un mécanisme hypothétique régissant l'attention chez les sujets TDAH. Cette section présente une démarche d'élaboration théorique s'inspirant de propositions tirées du modèle du traitement itératif de l'information (Cunningham & Zelazo, 2007; Cunningham et al., 2007) et de la théorie du contrôle attentionnel (Eysenck et al., 2007). Dans une moindre mesure, certains éléments du modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997) ainsi que diverses conceptions ayant trait aux aspects motivationnels du TDAH (Luman et al., 2010; Sonuga-Barke, 2002, 2005) enrichissent cette démarche de synthèse. La prochaine section présente quatre propositions théoriques ayant trait aux interactions de facteurs affectifs et cognitifs présents chez les sujets TDAH.

Proposition 1

Le TDAH se caractérise par un biais attentionnel en faveur de stimuli suscitant une réaction d'approche. Cette proposition adopte une idée commune à deux modèles, le modèle du traitement itératif de l'information et la théorie du contrôle attentionnel. Ainsi, certains stimuli environnants induiraient une réaction d'orientation en leur direction (réaction d'approche). Cette tendance vers l'orientation serait naturelle et présente chez tous les humains et une caractéristique inhérente même aux organismes les plus primitifs (p. ex., le tropisme chez les végétaux).

Un effet similaire de captation d'attention par des stimuli saillants est également retrouvé dans des études développementales effectuées auprès d'enfants normaux. Ces études montrent qu'une augmentation de la performance cognitive est observée dans la condition où la saillance émotionnelle est diminuée via un plus grand degré d'abstraction, d'étiquetage ou de symbolisation (cf. Infra; Zelazo et al., 2007). Ainsi, ce serait la présence de stimuli appétitifs dans l'environnement immédiat qui induirait un biais attentionnel plus prononcé chez les sujets TDAH. Ce biais attentionnel augmenterait l'effet de saillance de stimuli appétitifs, conduisant à un désengagement de processus attentionnels autocontrôlés (processus attentionnels descendants). La similitude conceptuelle liant ces deux modèles servira de base à l'identification d'attributs neurocognitifs communs aux troubles anxieux et au TDAH. Il est proposé que le TDAH soit associé à la présence d'un biais en faveur des stimuli émotionnellement saillants. Cependant, les sujets anxieux, contrairement aux sujets TDAH, pourraient ne

présenter de biais attentionnel qu'en direction de stimuli menaçants. Dans le cas du TDAH, un biais attentionnel semblable pourrait se manifester *vers les stimuli à valence émotionnelle agréable*, susceptibles d'induire chez le sujet un élan motivationnel d'approche. Partant de cette prémisse, il est plausible de concevoir que l'approfondissement de cette hypothèse par la recherche empirique pourrait améliorer la connaissance de facteurs cognitifs et neurobiologiques communs au TDAH et aux troubles anxieux, deux psychopathologies présentant un fort taux de comorbidité.

Proposition 2

Les stimuli déclenchant une réaction d'orientation peuvent être exogènes ou endogènes. Cette seconde proposition vient préciser la notion de stimuli telle que retrouvée dans la Proposition 1, pour en élargir la portée. Ainsi, la notion de stimulus intègre désormais les stimuli « internes » ou « endogènes », sous la forme de représentations mentales. Cette proposition s'inspire d'une idée présente dans trois modèles recensés dans cet essai sous des vocables différents (ce qui peut témoigner d'un bon degré de « convergence » théorique). Dans le modèle du traitement itératif de l'information, non seulement un stimulus externe, mais aussi une représentation mentale, peut moduler l'activité cognitive dédiée au traitement abstrait et complexe. À sa manière, la théorie du contrôle attentionnel adopte elle aussi une idée similaire. En effet, cette théorie considère les inquiétudes en tant que stimuli anxiogènes autogénérés par le sujet. Enfin, une idée similaire est avancée dans le modèle attentionnel de Corbetta et Shulman (2002). Ce modèle précise qu'une réaction d'orientation peut avoir été

déclenchée par une représentation mentale, dans un processus descendant (*top-down*), ce qui implique que les stimuli externes n'ont pas le contrôle exclusif des processus attentionnels ascendants d'orientation (*bottom-up*).

Malgré cet indice élevé de « convergence théorique » – trois modèles théoriques indépendants postulent d'un mécanisme similaire – cette seconde proposition comporte des obstacles méthodologiques importants sur lesquels la recherche devra se pencher. Les inquiétudes et les représentations mentales sont en effet bien difficiles (mais pas impossibles) à manipuler à l'intérieur d'un devis de recherche. Il s'agit donc d'une limite importante (mais non incontournable), d'autant plus que la base empirique des trois modèles ne repose exclusivement que sur des stimuli externes, matérialisés, et donc observables, à l'opposé d'une approche scientifique qui chercherait à étudier des « faits » purement mentaux. Il importe par ailleurs de préciser que cette proposition est la plus spéculative des quatre présentées ici car contrairement au domaine des troubles anxieux, car il ne semble pas exister de bases empiriques pour postuler de l'effet d'imageries ou de discours intérieurs qui puisse interférer avec le fonctionnement exécutif chez les individus. Ensuite, l'analogie entre les inquiétudes et les rêveries diurnes comporte une limitation importante. Les réseaux neuronaux de la peur et de la récompense étant anatomiquement et fonctionnellement différents l'un de l'autre, les

mécanismes par lequel le discours intérieur interfère avec le fonctionnement exécutif pourrait différer de ceux des rêveries diurnes¹.

Rêveries diurnes. L'introduction du concept de stimulus interne (ou endogène) soulève des interrogations relativement au type de contenus mentaux ayant le plus d'incidence sur la performance cognitive du sujet. Une mise à jour de la composante motivationnelle du modèle bipartite du TDAH (Sonuga-Barke et al., 2010) pourrait en fournir un élément de réponse. Dans sa version originale, l'aversion de délai est réputée pour conduire le sujet à des comportements hyperactifs et impulsifs, ce qui se traduit fréquemment en tentatives malhabiles et inadaptées visant à réduire la sensation subjective de délai, lorsqu'il n'est pas possible de l'éviter (Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke et al., 1992). Dans une version plus récente de ce modèle, Sonuga-Barke et al. (2010) affirment que l'aversion de délai, en plus de générer des comportements hyperactifs/impulsifs, pourrait de plus favoriser la survenue de comportements de distraction et d'inattention. Cependant, la question des modalités par lesquelles l'aversion de délai favorise le recours à « l'évasion mentale » demeure à être précisée. Alors que du côté de la théorie du contrôle attentionnel, l'effet de stimuli menaçants sur l'attention se produit via les contenus mentaux d'inquiétudes, un processus analogue pourrait aussi se produire pour les sujets TDAH, cette fois-ci par le biais de productions

¹ Toutefois, des théories influentes des troubles anxieux conçoivent les inquiétudes comme une tentative du sujet de neutraliser un état aversif, un état d'incertitude par le biais des inquiétudes ou par la distraction, c'est-à-dire, l'individu s'occupe à faire une autre activité pour diminuer son malaise (par ex., Beck, Emery, & Greenberg, 2005; Clark, 1999). Partant de cette prémisse, il est alors possible de postuler que l'inquiétude, tout comme la rêverie diurne, exercent un rôle similaire pour l'individu en ceci qu'elles se conçoivent toutes deux comme des stratégies de coping inadaptées au contexte.

d'imageries à valence agréable et distrayante, les *rêveries diurnes*. Le concept de rêverie diurne n'est pas récent dans la symptomatologie du TDAH. Celui-ci avait toutefois été retiré des critères diagnostiques du trouble de l'attention avec l'avènement du DSM-IV¹. Par contre, l'inquiétude fait partie des critères diagnostiques du DSM-IV de certains troubles anxieux. Ceci pourrait découler du fait que les inquiétudes constituent un matériel clinique plus tangible se prêtant mieux à l'observation scientifique, et par le fait même, pouvant faire partie d'un ensemble de plaintes subjectives du patient en consultation. Au contraire, la plainte de rêverie diurne trop fréquente semble rarement invoquée en tant que motif de consultation pour le TDAH. Il s'agit plutôt des conséquences de telles rêveries diurnes, comme les oublis, l'aversion pour les tâches ennuyeuses et la difficulté à suivre des conversations, qui sont mises de l'avant par les patients et qui, par le fait même, en constituent également les critères diagnostiques.

Proposition 3

Le biais attentionnel en faveur des stimuli appétitifs (exogènes et endogènes) diminue l'efficacité de processus exécutifs (cool) de façon plus importante chez les sujets TDAH. Cette troisième proposition reprend des éléments convergents de modèles théoriques précédemment cités. Tout d'abord, dans le modèle du traitement itératif, la saillance émotionnelle d'un stimulus influence le fonctionnement des opérations

¹ En évaluation du TDAH, le concept de rêverie diurne n'a toutefois pas été complètement écarté. Ainsi, la grille d'évaluation comportementale développée par Achenbach et Rescorla (2001) contient un item de rêverie diurne « Rêvasse » (*Daydreams*), associé à l'échelle « Difficultés d'attention ». Cet item ne fait toutefois pas partie d'une autre échelle du même questionnaire, soit « TDAH selon les critères du DSM-IV-TR ».

cognitives abstraites. Ensuite, la théorie du contrôle attentionnel postule que chez les sujets anxieux, la manipulation de la valence émotionnelle induit une réaction d'orientation qui désengage le système attentionnel dirigé vers les buts en faveur de celui dirigé par les stimuli¹. Ces données pourraient indiquer que chez les sujets TDAH, un mécanisme similaire à ce qui se produit chez les sujets anxieux soit également présent. Conformément à ce qui est postulé par la théorie du contrôle attentionnel (Eysenck et al., 2007), le désengagement du système attentionnel dirigé par les buts provoqué par la présence d'un stimulus appétitif pourrait miner la mise en place d'opérations cognitives orientées vers les buts (c'est-à-dire les FEs). Les opérations cognitives les plus touchées impliquent les FEs, en particulier l'inhibition comportementale, la flexibilité cognitive (*set-shifting*) et la mise à jour (*updating*) de la mémoire de travail. Coïncidence intéressante, les FEs les plus fortement atteintes chez les sujets TDAH sont exactement les mêmes : inhibition de réponse, flexibilité cognitive et mémoire de travail (Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996; Willcutt et al., 2005).

Proposition 4

La diminution de l'efficacité des FEs (cool) via le système attentionnel modulé par les stimuli ne se produit que dans la condition où la réaction d'approche qu'elle suscite

¹ Des questions demeurent à être éclaircies en ce qui concerne les modalités d'un tel désengagement du système attentionnel dirigé par les buts au profit du système attentionnel dirigé par les stimuli. En effet, il n'est pas clair si ce désengagement produit aussi d'autres effets, comme une inhibition de retour (p. ex., Klein, 2000), c'est-à-dire une latence plus longue du système attentionnel à retourner vers une cible antérieure. Cet essai ne formule aucune proposition théorique concernant ces modalités du désengagement attentionnel. Toutefois, cette question pourrait faire l'objet de recherches ultérieures.

est incompatible avec l'objectif poursuivi par les opérations cognitives autodirigées (top-down). Cette quatrième proposition clarifie et nuance la proposition précédente, tout en y intégrant des éléments du modèle du traitement itératif de l'information (Cunningham et al., 2007) ainsi que celles de la théorie du contrôle attentionnel (Eysenck et al., 2007). Selon la théorie du contrôle attentionnel, les stimuli anxiogènes ne produiraient pas une diminution d'efficacité cognitive ni une diminution d'efficacité cognitive chez les sujets anxieux dans la condition où l'objectif visé est lié aux préoccupations et inquiétudes du sujet. Par exemple, un individu anxieux pourrait s'inquiéter en anticipant la présentation d'un bilan financier dont il est chargé par son employeur. Ces inquiétudes, tant qu'elles sont compatibles avec la tâche, n'occasionnent aucune diminution notable du rendement cognitif. Il serait même probable que le biais attentionnel vers les stimuli anxiogènes induise une amélioration du rendement des FEs dans un contexte qui est compatible avec la tâche à accomplir, conformément aux recherches sur le sujet (pour une recension, voir Bar-Haim, Lamy, Pergamin, Bakermans-Kranenburg, & van Ijzendoorn, 2007). Suivant le même principe, les stimuli affectifs appétitifs pourraient ne pas affecter le fonctionnement exécutif des sujets TDAH lorsque ceux-ci ne sont pas compatibles avec la tâche à accomplir. Cela pourrait expliquer une caractéristique souvent observée en clinique chez les sujets TDAH, qui peinent à soutenir leur attention ou à rester en place lorsqu'ils effectuent un travail ennuyant mais qui, au contraire, démontrent un bon degré de concentration et d'assiduité face à une tâche compatible avec l'élan motivationnel, comme un jeu vidéo. De plus, cet élément est compatible avec un des critères diagnostiques du sous-type Inattention qui

indique qu'il « évite, a en *aversion*, ou fait à *contrecœur* les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (comme le travail scolaire ou les devoirs à la maison) » (American Psychiatric Association, 2003; p. 99). Partant de ces prémisses, il est donc possible de postuler que cette difficulté de porter attention pousse l'individu à s'engager dans l'exécution d'une tâche, mais à contrecœur et, possiblement, à tenter de s'évader de cette sensation désagréable par la rêverie diurne.

Troisième partie : profils neuropsychologiques hypothétiques

Les propositions théoriques énoncées dans la section précédente découlent d'une réflexion conceptuelle, basée sur des théories existantes et des résultats de recherche leur procurant un appui indirect. Par conséquent, ces quatre propositions devront faire l'objet d'études de validation avant de se voir confirmées ou infirmées. Dans l'éventualité où ces propositions soient validées empiriquement, celles-ci pourraient ouvrir de nouvelles avenues en évaluation neuropsychologique du TDAH dans une perspective écologique, c'est-à-dire qui tienne compte de l'influence du contexte dans lequel les opérations mesurées sont sollicitées dans la vie quotidienne. Cette section présente trois profils neuropsychologiques hypothétiquement retrouvés chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte TDAH. Ceux-ci sont élaborés en fonction de la recherche actuelle et des propositions énoncées dans cet essai. Nuance importante, ces profils ne constituent pas des profils homogènes et indépendants des autres profils. Au contraire, ils se conçoivent comme des canevas généraux permettant de mieux comprendre l'apport de facteurs exécutifs et motivationnels mis à contribution dans les difficultés présentées par les individus

évalués en neuropsychologie. La position adoptée dans cet essai cadre avec la littérature existante qui soutient généralement l'existence de profils cognitifs et motivationnels du TDAH variés (Willcutt et al., 2005). Les auteurs se gardent toutefois de spécifier un profil spécifique, présent chez tous les individus atteints, en raison de l'hétérogénéité des caractéristiques comportementales, cognitives et neurophysiologiques de cette psychopathologie (Diamond, 2005; Rubia, 2011; Sonuga-Barke, 2002). Ainsi, ces trois profils peuvent se situer à l'intérieur d'un continuum de difficultés associées au TDAH ayant deux extrémités, soit un pôle exécutif (*cool*) et un pôle motivationnel (*hot*).

À quelques nuances et ajouts près, les deux premiers profils présentés ici reprennent les idées déjà énoncées dans la littérature et recensées au Chapitre II, et selon lequel le TDAH proviendrait d'un dysfonctionnement des FEs ou qu'il provienne d'un dysfonctionnement motivationnel (Castellanos et al., 2006; Lambek et al., 2010; Sonuga-Barke, Sergeant, Nigg, & Willcutt, 2008; Thorell, 2007). Un accent particulier est porté ici sur l'identification d'un troisième et dernier profil neuropsychologique et qui constitue la principale contribution originale de cet essai. Situé à une position mitoyenne d'un continuum de dysfonctions associées au TDAH (entre le pôle cognitif et le pôle motivationnel), ce troisième profil, caractérisé par un *biais attentionnel appétitif*, comporte une part de dysfonctions de systèmes motivationnels (*hot*) et de déficits des FEs (*cool*). Deux de ces trois profils seront complétés par une discussion portant sur les avenues de recherches futures, les enjeux entourant les comorbidités et le diagnostic

différentiel. Une discussion plus approfondie accompagnera le troisième profil, vu son aspect inédit.

Profil du pôle exécutif

Le pôle exécutif (*cool*) du TDAH pourrait se caractériser par une atteinte des FE, conformément au modèle unitaire de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997). Ce déficit exécutif serait associé au dysfonctionnement du réseau fronto-strié (p. ex., Cubillo, Halari, Giampietro, Taylor, & Rubia, 2011; Rubia, 2011). En évaluation neuropsychologique, les sujets TDAH avec une atteinte principalement exécutive (*cool*), présenteront des difficultés dans les mesures classiques du fonctionnement exécutif, identifiées comme les plus sensibles à détecter les sujets TDAH (p. ex., Trail-Making-Test, Signal d'arrêt, Stroop, etc.).

Profil du pôle motivationnel

Au pôle motivationnel (*hot*) du continuum, le TDAH pourrait se caractériser par une « myopie du futur », c'est-à-dire une difficulté accrue pour l'individu atteint à se représenter les conséquences découlant de ses choix. Ce profil neuropsychologique serait compatible avec les données neurobiologiques indiquant une altération du fonctionnement de structures limbiques, principalement localisées au « circuit de la récompense » (striatum ventral, cortex préfrontal ventral et orbital), et pour lequel la dopamine assure un rôle important (Sagvolden, 2000; Schultz, 1998; Tripp & Wickens, 2008). En continuité avec ce qui a déjà été proposé dans la littérature sur le sujet

(Sagvolden, Johansen, Aase, & Russell, 2005; Sonuga-Barke & Sergeant, 2005), ces dysfonctionnements de circuits associés à la récompense pourraient expliquer la préférence manifestée pour les enfants TDAH vers les récompenses immédiates au détriment de récompenses différées plus importantes. Conséquemment, ce profil pourrait caractériser les sujets avec prédominance de symptômes hyperactifs et pour lesquels des difficultés liées au trouble d'opposition ou trouble de la conduite sont présentes en comorbidité.

Aspects développementaux. Ce profil de dysfonctionnement motivationnel soulève des questions sur le plan développemental. L'étude des caractéristiques motivationnelles du TDAH montre un patron de performance peu consistant à différentes tâches motivationnelles en fonction de différents groupes d'âge. Par exemple, les quelques études effectuées auprès des adultes ne montrent pas de différence entre la performance de sujets TDAH et non-TDAH en ce qui concerne leurs caractéristiques comportementales. En contrepartie, les résultats d'études de prise de décision affective chez les enfants ne montrent pas de différence notable dans la performance de sujets TDAH comparativement aux sujets contrôles (Garon & Moore, 2004; Kerr & Zelazo, 2004). Cela pourrait être attribuable à un effet plancher où la performance entre sujets normaux et TDAH est similaire, car les aptitudes requises pour effectuer la tâche ne sont pas encore assez bien développées chez ces populations (Garon et al., 2006). Une telle interprétation paraît plausible. Elle tient compte des connaissances actuelles du développement typique des processus cognitifs *hot* à l'enfance et l'adolescence. Des

études développementales indiquent qu'une croissance marquée de la performance à la TGI est observée à l'adolescence tardive, soit entre 14 et 17 ans alors qu'à l'opposé, les FEs *cool* se développeraient beaucoup plus tôt dans l'enfance (Prencipe et al., 2011). Devant l'état embryonnaire des connaissances actuelles sur ce sujet précis, d'autres études devront être menées afin de mieux préciser les parcours développementaux entourant le fonctionnement exécutif *cool* et *hot* des sujets TDAH.

Aspects conceptuels. Chez les adolescents et adultes, des données préliminaires montrent que les sujets TDAH performant moins bien que leurs pairs à la TGI. Ces résultats appuient l'hypothèse d'un profil motivationnel caractérisé par l'*insensibilité aux conséquences futures*, sans égard à leurs valences renforçatrices ou punitives¹. Cependant, des critiques quant à la validité de construit et sur l'indépendance de cette tâche envers d'autres mesures ont déjà été formulées. En effet, certains auteurs ont affirmé que la TGI pourrait mesurer des FEs comme la flexibilité cognitive et la mémoire de travail, (voir Buelow & Suhr, 2009 pour une recension). Ces observations divergent avec les résultats d'une méta-analyse qui a démontré que la performance à la TGI n'était pas associée (ou très faiblement associée) à des mesures du rendement intellectuel et des FEs (Toplak et al., 2010). En somme, il paraît indiqué de procéder à l'évaluation de la composante motivationnelle au moyen de paradigme de délai de

¹ Des manipulations expérimentales des contingences punitives et renforçatrices de la TGI ont été effectuées par Bechara, Tranel et Damasio (2000) avec des patients cérébrolésés. Leurs résultats appuient l'hypothèse selon laquelle la TGI mesure non pas la sensibilité aux récompenses ou aux punitions, mais bien l'insensibilité aux conséquences futures, sans égard à leur valence agréable ou désagréable. Bien entendu, des expériences similaires avec des sujets TDAH devront être conduites afin de généraliser ces résultats.

gratification pour les enfants et au moyen d'une tâche semblable à la TGI pour les adolescents et les adultes. Cela pourrait aider à préciser les particularités motivationnelles des sujets atteints du TDAH tout au long de leur développement (cf. infra). Des facteurs communs aux deux tâches pourraient rendre compte des difficultés motivationnelles persistant avec le développement. Dans le contexte du modèle itératif du traitement de l'information, la faible performance à deux tâches motivationnelles, soit le délai de gratification chez l'enfant et la TGI chez l'adolescent et l'adulte, pourrait découler de déficits de FEs *hot*, sollicitées dans ces deux tâches tels que l'anticipation de conséquences futures, la sensibilité aux renforcements ou encore l'attrait envers les stimuli affectivement saillants.

Comorbidités et troubles associés. La présentation des dimensions motivationnelles du TDAH aux Chapitres II et III met en évidence plusieurs lacunes entourant sa capacité à bien rendre compte des manifestations symptomatiques propres au TDAH. Pour rappel, il a été mentionné que la dimension motivationnelle telle que définie par l'aversion de délai ou les FEs *hot* ne présente pas un degré adéquat de spécificité, comme en témoignent les études montrant une plus forte association entre les difficultés de régulation motivationnelles avec d'autres troubles liés au contrôle de l'état émotionnel et de l'impulsivité, tels que le trouble oppositionnel ou le trouble des conduites chez les enfants (Rubia, 2011). Chez l'adulte, ces difficultés seraient associées à des déficits d'autocontrôle se manifestant dans des psychopathologies telles que l'abus de substances, le jeu pathologique et les traits antisociaux (Buelow & Suhr, 2009;

Rubia, 2011). Ces comportements pourraient découler d'une caractéristique motivationnelle commune, une hypothèse indirectement corroborée par la forte prévalence de ces troubles en comorbidité. Celles-ci incluent les comportements antisociaux, la consommation de substances (Murphy & Barkley, 1996) de même que certains traits de personnalité comme la recherche de sensations fortes (Upton, Bishara, Ahn, & Stout, 2011). De plus, ces particularités neurobiologiques du TDAH semblent demeurer relativement stables au cours du développement (Castellanos et al., 2002; Krain & Castellanos, 2006). Néanmoins, l'inclusion de mesures motivationnelles en évaluation du TDAH apparaît pertinente, tant chez l'enfant que chez l'adulte pour aider le diagnostic différentiel, permettre l'identification de troubles en comorbidité et, ultimement, élaborer des stratégies d'intervention plus efficaces et adaptées aux besoins individuels des patients présentant un TDAH lorsqu'il s'accompagne de dysfonctionnements de régulation motivationnelle tels qu'observés via divers outils d'évaluation.

Avenues de recherche. Des démarches théoriques ont été récemment menées afin de générer plusieurs hypothèses testables visant à comprendre les caractéristiques sous-jacentes du TDAH sous l'angle d'un déficit de mécanisme de renforcement (Luman et al., 2010). Celles-ci seront prometteuses pour décrire avec davantage de précision conceptuelle la nature de déficits motivationnels pouvant distinguer les sujets TDAH de leurs pairs. Dans un éditorial du *Journal of Child Psychology and Psychiatry* consacré à l'étude des mécanismes de renforcement dans le TDAH, Sonuga-Barke (2011) énonce

six prédictions de recherche servant à opérationnaliser les déficits de renforcement associés au TDAH. L'identification de variables cognitives « élémentaires » retrouvées dans plusieurs tâches différentes pourrait mener à des propositions théoriques plus spécifiques au TDAH.

Sous certains aspects, la démarche de « décomposition » ou de réduction en composantes cognitives élémentaires telle que proposée par Sonuga-Barke (2011) et Luman et ses collaborateurs (2010) rejoint les avancées effectuées dans l'évaluation du fonctionnement exécutif au cours des quelques vingt dernières années. En effet, une récente batterie d'évaluation des FEs, la DK-EFS (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001) adopte une approche de l'évaluation neuropsychologique centrée sur les processus (*process approach*) en combinant des mesures sur la performance du sujet (score obtenu à une épreuve) avec des informations sur les processus utilisés par le sujet dans l'exécution de la tâche (Erickson, 1995). Le rationnel derrière cette approche consiste à décomposer un processus cognitif complexe donné en plusieurs processus cognitifs plus simples (par exemple, vitesse motrice, coût de double tâche, coût d'alternance, etc.). Hypothétiquement, la transposition d'une approche de processus à l'étude de caractéristiques motivationnelles pourrait aider la compréhension du TDAH. Ainsi, des composantes motivationnelles « élémentaires » telles que la sensibilité aux renforcements, la capacité à se représenter une récompense ultérieure, la vitesse de traitement d'information, le coût d'alternance entre plusieurs tâches, la vitesse d'exécution motrice, etc., pourraient être observées en complément aux mesures plus

« globales » de la performance des sujets, comme le résultat composite de la TGI. Selon une approche de processus, cette façon de procéder permettrait de rendre compte des stratégies et les moyens mis en place dans l'exécution de la tâche (Delis et al., 2001; Erickson, 1995). Dans l'étude du fonctionnement exécutif *hot* et des processus motivationnels, l'approche processuelle de Kaplan peut rejoindre les réflexions de quelques auteurs qui se sont penchés sur la validité conceptuelle de la TGI (Brand, Grabenhorst, Starcke, Vandekerckhove, & Markowitsch, 2007; Buelow & Suhr, 2009). Par exemple, ceux-ci remettent en question l'utilisation du score composite (c'est-à-dire le score rendant compte de la performance du sujet au terme des 100 essais de l'épreuve) comme seul moyen de mesurer la composante motivationnelle. Ainsi, le score obtenu s'interpréterait différemment selon la progression de la tâche. Les choix effectués lors des premiers blocs de l'épreuve sont effectués en contexte d'incertitude alors que les choix effectués aux derniers blocs pourraient s'interpréter par un style décisionnel caractérisé par l'attrait du risque (Brand et al., 2007). Toujours à l'intérieur d'une approche de processus, des mesures électrophysiologiques ou d'imagerie cérébrale pourraient compléter les informations psychométriques et comportementales. Quelques-unes de ces études incluent des mesures d'activation autonome (conductance électrique dermique) (Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 1997). Une préférence pour les choix désavantageux pourrait signifier quelque chose de différent selon qu'il s'agisse du premier bloc (20 essais par bloc pour un total de 5 blocs et de 100 essais). Ainsi, l'inclusion de cette méthode dans l'étude du TDAH pourrait permettre de mieux identifier et isoler les processus menant à la prise de décision, surtout lors des derniers

essais. Suivant ce raisonnement, il devient possible de postuler que les sujets TDAH sous-performants à la TGI persistent dans les choix désavantageux, non par ignorance, mais plutôt par choix conscient, motivé par l'attrait du risque.

Profil de biais attentionnel envers les stimuli appétitifs

Un dernier profil neuropsychologique du TDAH occupe une position mitoyenne au sein de ce continuum entre déficits exécutifs et motivationnels « purs ». Ce troisième profil approfondit une idée initialement formulée par Schatz et Rostain (2006), posant l'hypothèse de l'existence de caractéristiques attentionnelles communes partagées entre l'anxiété et le TDAH, hypothèse principalement basée sur la forte comorbidité retrouvée entre ces deux psychopathologies. Ces auteurs ne se sont toutefois pas avancés à préciser des hypothèses explicatives touchant les volets neurobiologique et neuropsychologique, ni sur d'éventuelles démarches scientifiques de validation, un exercice qui sera mené ici.

Le profil de biais attentionnel envers les stimuli appétitifs prévoit qu'une diminution de l'efficacité des FE abstraites (*cool*) puisse survenir en contexte d'élan motivationnel vers un stimulus appétitif. En d'autres termes, une difficulté de performance à des tâches des FE abstraites, que sont l'inhibition comportementale, la flexibilité cognitive et la mémoire de travail (tels qu'évalués par la tâche de Stroop, le Wisconsin Card Sorting Test, la Tour d'Hanoï, l'empan de chiffres du WAIS/WISC, etc.), pourrait se retrouver chez certains sujets TDAH, à la condition toutefois que l'élan motivationnel soit incompatible avec les FE sollicitées par ces tâches neuropsychologiques. Ce troisième

et dernier profil intègre la totalité des quatre propositions théoriques énoncées à la section précédente. Ce profil postule ainsi de la présence d'un biais attentionnel envers les stimuli appétitifs (Proposition 1), endogènes ou exogènes (Proposition 2), et qui induisent une baisse d'efficacité à trois FEs *cool*, soit l'inhibition comportementale, la flexibilité cognitive et la mémoire de travail (Proposition 3), à la condition que l'état motivationnel induit par le contexte affectif soit incompatible avec la tâche à accomplir (Proposition 4).

Plus largement, il est postulé ici que l'utilisation d'épreuves neuropsychologiques traditionnelles pourrait faillir à déceler d'éventuels dysfonctionnements exécutifs dont les effets se font néanmoins sentir dans la vie quotidienne des sujets atteints. L'approche utilisée dans ce troisième profil consiste à évaluer le dysfonctionnement exécutif manifesté par une proportion de sujets TDAH à l'intérieur d'un contexte susceptible de provoquer ces difficultés telles qu'elles se présentent dans la vie courante du sujet. Conformément aux propositions avancées dans cet essai, d'éventuelles recherches neuropsychologiques adoptant une approche écologique dans l'étude du fonctionnement exécutif devraient être en mesure de réhabiliter le rôle de dysfonctionnement exécutif en tant que caractéristique cognitive associée au TDAH. Toutefois, le déficit de fonctionnement exécutif provient de mécanismes descendants et ascendants, contrairement à la position de Barkley (1997) qui postule de mécanismes uniquement descendants dans son modèle de l'inhibition comportementale.

Appuis empiriques indirects. De par leur aspect inédit, les propositions théoriques de même que le profil neuropsychologique de biais vers les stimuli appétitifs n'ont jamais fait l'objet d'une démarche systématique de validation empirique. Toutefois, des appuis indirects préliminaires fournissent des appuis préliminaires aux hypothèses énoncées dans ce travail. Certaines de ces études font appel à une méthode relativement récente d'évaluation neuropsychologique : la réalité virtuelle. Développée par Rizzo et al. (2000), la réalité virtuelle permet d'observer l'influence de facteurs motivationnels sur la performance cognitive. Cette méthode pourrait être prometteuse pour valider les propositions théoriques présentées dans cet essai, principalement en ceci qu'elle permet de manipuler le degré de distraction présent dans un environnement virtuel. En effet, la réalité virtuelle permet de tirer profit à la fois des avantages d'une expérience dans un environnement contrôlé et des avantages d'une expérience en milieu naturel. Ainsi, l'expérience de Rizzo et al., (2000) procure un moyen de tester la performance d'enfants à diverses tâches cognitives dans un environnement virtuel qui reproduit les caractéristiques communément retrouvées dans une salle de classe d'école primaire. L'enfant se retrouve assis à un pupitre, en compagnie d'autres élèves et avec une enseignante devant lui. Autour de lui, les camarades de classe parlent, bougent et lancent même des objets. Des gens peuvent surgir dans la classe et une fenêtre donne sur la cour où surviennent divers événements (par exemple, une voiture qui circule). Dans une expérience utilisant la classe virtuelle, les enfants devaient effectuer une tâche d'inhibition de réponse (tâche de performance en continu) où ils devaient appuyer sur une touche le plus rapidement possible à l'apparition d'une lettre au tableau (virtuel),

sauf à l'apparition de la lettre « x » où l'enfant devait inhiber sa réponse (Rizzo et al., 2002). Dans une condition avec stimuli distrayants, plusieurs événements se déroulaient simultanément à l'exécution de la tâche. Une voiture, visible de la fenêtre, pouvait apparaître dans la rue adjacente à l'école, un individu pouvait entrer en classe, un avion en papier pouvait survoler la classe, etc. En plus de la performance aux tâches, les saccades visuelles faisaient aussi partie des variables à l'étude. Conformément à ce qui est fréquemment reporté dans la littérature (Pennington & Ozonoff, 1996; Rapport, Van Voorhis, Tzelepis, & Friedman, 2001; Stevens, Quittner, Zuckerman, & Moore, 2002), les sujets TDAH produisent davantage d'erreurs d'omission, de commission et obtiennent des délais de réponse plus variables que les sujets contrôles. Un autre aspect de cette expérience est pertinent en regard du troisième profil du TDAH, soit le profil avec biais envers les stimuli attrayants. En effet, la condition avec présence de stimuli distracteurs *affectivement signifiants*¹ n'a induit une baisse significative de la performance uniquement chez les sujets TDAH alors qu'en contrepartie, l'effet des stimuli distrayants n'a pas produit de diminution significative de performance chez les sujets contrôles.

¹ Il importe de préciser que la valence affective des stimuli distrayants utilisés dans cette étude n'a pas été formellement validée au moyen d'études pilotes. En toute évidence, cette étude en réalité virtuelle n'a pas été conduite pour valider les hypothèses présentées dans cet essai concernant la saillance des stimuli appétitifs. La pertinence de cette étude de réalité virtuelle réside plutôt dans le fait qu'elle simule l'effet de distractions similaires à celles rencontrées dans la vie quotidienne et susceptibles de détourner l'attention des enfants de la tâche à accomplir. L'utilisation de cette étude pour appuyer une hypothèse *a posteriori* constitue une limitation importante. Des devis de recherche spécifiquement destinés à valider ces hypothèses seront nécessaires afin de lui procurer des appuis plus robustes.

Une autre mesure comportementale utilisée dans cette même étude, l'enregistrement des saccades visuelles, fournit des résultats congruents avec l'hypothèse d'une sensibilité accrue aux stimuli distrayants. En effet, les enfants du groupe TDAH effectuaient en moyenne plus d'aller-retour entre la tâche et les stimuli distrayants, cette mesure étant de surcroît négativement corrélée à la performance à la tâche d'inhibition de réponse (Rizzo et al., 2002; Rizzo et al., 2000). Ces résultats pourraient être révélateurs d'un biais attentionnel des enfants TDAH en faveur des stimuli attrayants (Proposition 1), lequel diminuerait l'efficacité d'une tâche d'inhibition de réponse, associée au fonctionnement exécutif (Proposition 3). Des études similaires employant la réalité virtuelle devront être menées afin de valider ce profil particulier du TDAH. Celles-ci pourraient fournir de précieux éclaircissements sur l'interaction de facteurs motivationnels sur le fonctionnement cognitif distinguant cette population clinique de leurs pairs.

Avenues de recherche. Dans la réalité des milieux cliniques, l'évaluation d'un profil neuropsychologique de biais attentionnel se prête mal avec l'utilisation d'équipements dispendieux et complexes utilisés en réalité virtuelle. Afin de contourner cette limitation, d'autres méthodes plus simples devront être utilisées en neuropsychologie afin d'évaluer un profil de biais attentionnel chez les sujets TDAH. Deux méthodes sont ici proposées. Celles-ci utilisent des outils existants et ayant un degré suffisant de validité de construit. Un premier outil est la tâche de Stroop émotionnel positif (Richards et al., 1992). Un second outil est une modification d'une

tâche existante de la batterie neuropsychologique *Test of Everyday Attention* (TEA) (Robertson, Ward, Ridgeway, & Nimmo-Smith, 1994) et sa version pour enfants, le *Test of Everyday Attention for Children* (TEAch) (Manly et al., 2001).

Stroop émotionnel. La tâche de Stroop émotionnel (présentée plus haut), a été maintes fois utilisée dans l'étude des troubles anxieux (Williams et al., 1996). En addition aux mots à connotation émotionnelle aversive, le Stroop émotionnel comporte aussi une condition (moins connue) de mots à valence appétitive ou agréable. Afin de valider la présence d'un profil de biais attentionnel, la tâche de Stroop émotionnel positif pourrait préciser l'impact de stimuli suscitant une réaction d'approche sur le fonctionnement exécutif. Ainsi, il peut être prédit que la performance de sujets TDAH pourrait être moindre à une tâche de Stroop émotionnel positif, car les mots à valence agréable induiraient un biais attentionnel (Proposition 1) qui diminue la performance de l'inhibition de réponse sollicitée par cette tâche (Proposition 3).

Paradigme d'attention divisée. L'adoption d'une autre méthode existante, le paradigme de double tâche telle qu'évaluée dans le *Test of Everyday Attention* (TEA) (Robertson et al., 1994) et sa version pour enfant, le *Test of Everyday Attention for children* (TEA-Ch) (Manly et al., 2001) pourrait contribuer à évaluer un profil de biais attentionnel possiblement présent chez les sujets TDAH. Chez l'adulte, une tâche d'attention soutenue, « Ascenseur avec distraction », pourrait servir de base à une épreuve évaluant la capacité de résister à l'interférence de stimuli à valence

émotionnelle agréable. Dans cette tâche, les sujets doivent compter un nombre de signaux sonores (nombre d'indicatifs sonores annonçant un changement d'étage). Dans la condition avec distraction, les sujets doivent compter le nombre d'étages tout en ignorant des bruits « parasites » qui ne doivent pas être pris en compte dans l'exécution de la tâche. La modification proposée dans cet essai consisterait à *substituer les bruits parasites par des mots à connotation agréable*, susceptibles d'induire une réaction émotionnelle agréable et une réaction automatique d'approche. Une telle modification à cet outil pourrait éventuellement préciser l'incidence de facteurs émotionnels dans l'effet d'interférence possiblement en cause dans la baisse de performance cognitive à une tâche de fonctionnement exécutif : la mémoire de travail en modalité auditive-verbale. En cela, cette épreuve permettrait de tester chez un sujet sa capacité à résister à l'attrait d'un stimulus agréable (Proposition 1) et à évaluer l'impact de la captation par un stimulus affectivement agréable sur deux FEs (résistance à l'interférence et mémoire de travail) (Proposition 3) lorsque celui-ci est incompatible avec l'objectif initialement poursuivi (Proposition 4). L'utilisation du TEA pourrait comporter plusieurs avantages. Tout d'abord, il s'agit d'un test présentant un bon degré de validité conceptuelle et de validité critère, car il démontre un degré acceptable de validité prédictive avec le diagnostic de TDAH. Ensuite, cet outil est facilement accessible aux cliniciens, car son usage est répandu dans plusieurs milieux, publics ou privés. Finalement, ce test s'administre rapidement, ce qui peut être pratique dans un contexte de temps et ressources limités, une caractéristique commune à beaucoup de milieux de pratique.

Toutefois, une tâche équivalente ne se retrouve pas dans la version pour enfants du TEA, soit le TEA-Ch (Manly et al., 2001).

Pour pallier à cette lacune, une autre tâche d'attention soutenue, « Écouter deux choses à la fois », pourrait être modifiée de façon à évaluer l'effet de stimuli distrayants et attrayants sur la capacité à contrôler son attention. Dans cette tâche, l'enfant doit compter le nombre de sons (coups de fusils) alors qu'une trame sonore concurrente (un bulletin de nouvelles) est présentée simultanément. Ce sous-test du TEA-Ch pourrait être modifié en substituant le bulletin de nouvelles par un stimulus sonore à connotation agréable pour l'enfant (par exemple, des extraits sonores de dessins animés). Évidemment, l'implémentation d'une nouvelle procédure ne se ferait pas sans difficultés. Pour obtenir une réaction d'approche, il faudrait au préalable identifier des mots qui induisent une réaction d'approche universelle chez les individus. Cela serait d'autant plus difficile que selon le modèle du traitement itératif de l'information, les stimuli acquièrent leur valence appétitive ou aversive en partie en fonction des dispositions du sujet et du contexte de leur présentation (Cunningham et al., 2007).

Rêveries diurnes. Selon la Proposition 2, le biais attentionnel en faveur de stimuli attrayants pourrait être de nature endogène, c'est-à-dire sous la forme de stimuli « internes », des pensées agréables qui accaparent des ressources cognitives autrement destinées au contrôle volontaire de l'activité mentale. Une proposition théorique semblable se retrouve d'ailleurs dans le modèle du contrôle attentionnel développé par

Eysenck et al. (2007). Ce modèle propose que des stimuli endogènes (sous forme d'inquiétudes) activent le système attentionnel ascendant. Ces auteurs affirment que cette proposition se prête difficilement à l'observation empirique, mais que cette difficulté peut être contournée par le recours à des méthodes indirectes, *a posteriori*, comme les questionnaires auto-rapportés au sujet des inquiétudes des participants anxieux. Cette méthode pourrait être transposée à l'étude du lien entre la fréquence auto-rapportée des rêveries diurnes avec la performance à des tâches évaluant la capacité à résister à des interférences en provenance de stimuli appétitifs. En vertu de la Proposition 2, il est prévu que le degré de rêveries diurnes soit négativement corrélé avec la performance aux tâches de Stroop émotionnel et de double tâche. De plus, le degré de rêveries diurnes devrait être positivement corrélé à la sévérité des symptômes.

Approche écologique de l'évaluation neuropsychologique. L'adoption dans cet essai d'une conception FEs englobant les dimensions émotionnelles et contextuelles reflète une position en faveur de l'utilisation d'une approche écologique de l'évaluation neuropsychologique. Or, les tâches neuropsychologiques traditionnellement utilisées évaluent des fonctions cognitives abstraites et isolées (mémoire de travail, résistance aux interférences, flexibilité cognitive, vitesse de traitement). Selon un point de vue écologique de la neuropsychologie, l'évaluation du profil cognitif de sujets TDAH pourrait sous-estimer l'impact de facteurs contextuels, susceptibles à leur tour d'influencer la performance à des tâches exécutives plus abstraites et « décontextualisées » (FE *cool*). Historiquement, l'approche la plus répandue en

psychologie et neurosciences consistait à étudier les émotions et cognitions comme s'il s'agissait d'entités séparées. Or, dans la vie quotidienne, les émotions et les processus cognitifs ne se manifesteraient jamais à l'état « pur ». Selon Zelazo et al. : « ... les cognitions et les émotions devraient plutôt être conceptualisées en tant que dimensions inhérentes [...] de l'expérience psychologique humaine (Zelazo et al., 2007, p. 99, traduction libre). Les auteurs adoptent ainsi une approche « holistique » de l'étude des émotions et cognitions, situant ces deux aspects de « l'expérience psychologique humaine » au sein d'un continuum de processus impliqués dans la résolution de problèmes. L'intégration de la dimension écologique de l'évaluation neuropsychologique semble prometteuse dans l'objectif de faciliter l'identification de déficits cognitifs tels qu'ils se présentent dans la vie quotidienne du sujet. Par exemple, le fonctionnement exécutif a été étudié dans cette approche au moyen de tâches d'élaboration et d'exécution de scripts, c'est-à-dire de schémas comportementaux permettant de se représenter une succession d'actes visant l'atteinte d'un objectif (Braun et al., 2004; Chevignard et al., 2000). L'inclusion de ce type de tâches en évaluation pourrait éventuellement assurer une meilleure compréhension des rapports entre les dysfonctionnements cognitifs, tels que mesurés dans les tâches de laboratoire, et leurs impacts sur le fonctionnement quotidien. L'adoption par les cliniciens d'une approche écologique de l'évaluation du TDAH pourrait davantage rendre compte des avancées théoriques des dix dernières années.

Conclusion

Cet ouvrage a été réalisé afin de susciter une réflexion entourant les enjeux théoriques, cliniques et sociaux de l'évaluation et de l'intervention du TDAH. Dans l'ensemble, les données recensées dans ce texte indiquent que le TDAH est une entité nosologique complexe dont le tableau clinique et les difficultés sous-jacentes s'enchevêtrent avec d'autres troubles fréquemment présents en comorbidité. Trois objectifs ont été définis. Le premier consistait à présenter et comparer les modèles existants du TDAH dans le cadre d'une recension critique. Un second objectif visait à identifier des problématiques conceptuelles entourant ces modèles. Finalement, le troisième objectif était de présenter des éléments de réponse à ces problématiques sous forme de propositions théoriques empiriquement testables via des outils actuellement disponibles et accessibles aux cliniciens. L'étude neuropsychologique du fonctionnement exécutif *hot* dans une perspective écologique semble une voie prometteuse servant l'amélioration des connaissances des caractéristiques cognitives et neurobiologiques du TDAH. À l'heure actuelle, force est de constater que l'évolution des théories, depuis le début des années 2000, vers une position hybride qui concilie les aspects motivationnels et exécutifs n'a pas fait évoluer les pratiques évaluatives en conséquence. En dépit des limitations qu'il comporte, cet essai cherche à initier une réflexion chez les chercheurs et cliniciens qui favorise l'émergence de nouvelles pratiques en évaluation et intervention auprès des patients atteints de TDAH.

Limites

Il est inévitable pour toute démarche ayant des visées théoriques de comporter des faiblesses et des limites qu'il importe d'identifier et de tenir compte. Deux limites sont identifiées ici. Tout d'abord, les appuis empiriques soutenant certaines idées développées dans cet essai proviennent d'autres domaines de recherche, ce qui pourrait en diminuer la portée. En particulier, la notion de saillance des stimuli émotionnels et l'hypothèse de l'analogie entre rêveries diurnes et inquiétudes sont basées sur des études menées auprès de sujets autres que TDAH. Par conséquent, la transposition de ces connaissances à celles du TDAH comporte une dimension inévitablement spéculative qu'il convient de souligner. Une seconde limite concerne le caractère non-exhaustif de la recension des modèles neurocognitifs existants. Cet essai s'est limité à décrire et critiquer une partie seulement des modèles courants du TDAH. En conséquence, les propositions théoriques développées en ces pages ainsi que leurs profils neuropsychologiques associés pourraient bénéficier de l'apport de théories alternatives du TDAH qui n'ont pas été prises en compte dans l'élaboration de celles-ci (Nigg & Casey, 2005; Sergeant, 2000). L'intégration de modèles théoriques supplémentaires pourrait, par conséquent, mener à l'élaboration de propositions théoriques plus précises en ce qui concerne l'interaction de facteurs exécutifs et motivationnels en cause dans le TDAH.

Avenues de recherche et d'intervention

En considération des limites associées à l'une ou l'autre des approches en évaluation (c'est-à-dire traditionnelle vs. écologique), les propositions théoriques ainsi

que leurs démarches de validation empiriques ont été élaborées dans un souci de combiner les avantages de ces deux approches. Les moyens de validation proposés, comme la réalité virtuelle et la transposition d'une approche de processus à des tâches motivationnelles, apparaissent comme des avenues prometteuses pour combiner les avantages respectifs d'une conception traditionnelle et écologique de l'évaluation neuropsychologique du TDAH. En effet, ces méthodes ont été élaborées dans un souci d'opérationnaliser les construits d'une façon empiriquement testable, parcimonieuse et tenant compte du contexte.

L'adoption d'une approche du TDAH qui concilie l'approche traditionnelle et écologique pourrait contribuer à l'avancement des connaissances des facteurs neurocognitifs contributifs aux divers symptômes, et ce, pour deux principales raisons. Tout d'abord, un clinicien davantage sensible au caractère hétérogène du TDAH pourrait ainsi tirer profit de l'ajout de mesures affectives/motivationnelles, en complémentarité aux mesures du fonctionnement exécutif traditionnellement utilisées. Cet accent porté sur des facteurs affectifs et motivationnels pourrait possiblement améliorer la précision des diagnostics par l'identification d'indices associés à d'autres psychopathologies présentes en comorbidité et pouvant être confondues avec des indices de TDAH. En particulier, l'identification d'attributs neurocognitifs communs entre le TDAH, d'une part, le trouble des conduites et d'autre part, les troubles anxieux, pourrait mener à l'élaboration de modèles explicatifs tenant davantage compte de l'impact des conditions

associées et par le fait même, plus près de la réalité des cliniciens qui se retrouvent fréquemment à évaluer et traiter des patients avec d'autres troubles en comorbidité.

Enfin, l'identification de caractéristiques motivationnelles pourrait favoriser l'élaboration de stratégies d'intervention adaptées à l'appartenance individuelle à l'un ou l'autre d'un des trois profils neuropsychologiques proposés dans cet essai. Une telle démarche pourrait bonifier les conclusions de l'évaluation. Ainsi, pour un clinicien utilisant une approche centrée sur l'étude du fonctionnement cognitif et motivationnel, le diagnostic ne devrait pas être la finalité de sa démarche évaluative. Celle-ci devrait aussi générer des conclusions fournissant des bases sur lesquelles appuyer un traitement adapté aux caractéristiques motivationnelles et cognitives personnelles de l'individu plutôt que sur la seule base du diagnostic de TDAH. En somme, le but proposé dans cette démarche n'est pas tant d'intervenir en fonction d'un diagnostic, mais bien d'intervenir en fonction de l'unicité de l'individu aux prises avec le diagnostic et de l'interaction avec son environnement.

Références

- American Psychiatric Association. (2003). *DSM-IV-TR : Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux - Texte révisé* (4^e éd.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Achenbach, T., & Rescorla, L. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms & Profiles*. Burlington, VT: University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(1), 5-28.
- Banaschewski, T., Hollis, C., Oosterlaan, J., Roeyers, H., Rubia, K., Willcutt, E., & Taylor, E. (2005). Towards an understanding of unique and shared pathways in the psychopathophysiology of ADHD. *Developmental Science*, 8(2), 132-140.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological bulletin*, 133(1), 1-24.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Barkley, R., & Murphy, K. R. (2006). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A clinical workbook*, 3rd ed. New York, NY: Guilford Press.
- Barry, D., & Petry, N. M. (2008). Predictors of decision-making on the Iowa Gambling Task: Independent effects of lifetime history of substance use disorders and performance on the Trail Making Test. *Brain and Cognition*, 66(3), 243-252.
- Bechara, A. (2007). *Iowa Gambling Task: Professional Manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Ressources.
- Bechara, A., Damasio, A., Damasio, H., & Anderson, S. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50, 7-15.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 272, 1293-1295.

- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(4), 159-162.
- Bechara, A., Tranel, D., & Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*, 123(11), 2189-2202.
- Beck, A. T., Emery, G., & Greenberg, R. L. (2005). *Anxiety disorders and phobias: A cognitive perspective*. New York, NY US: Basic Books.
- Biederman, J., Newcorn, J., & Sprich, S. (1991). Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. *American Journal of Psychiatry*, 148(5), 564-577.
- Blair, R., Colledge, E., & Mitchell, D. (2001). Somatic markers and response reversal: Is there orbitofrontal cortex dysfunction in boys with psychopathic tendencies? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29(6), 499-511.
- Borkovec, T. (1994). The nature, functions and origins of worry. Dans G. Davey & F. Tallis (Eds), *Worrying: Perspectives on theory, assessment and treatment* (pp. 5-34). Chichester: Wiley.
- Brand, M., Grabenhorst, F., Starcke, K., Vandekerckhove, M. M. P., & Markowitsch, H. J. (2007). Role of the amygdala in decisions under ambiguity and decisions under risk: Evidence from patients with Urbach-Wiethe disease. *Neuropsychologia*, 45(6), 1305-1317.
- Braun, C. M. J., Godbout, L., Desbiens, C., Daigneault, S., Lussier, F., & Hamel-Hébert, I. (2004). Mental genesis of scripts in adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology*, 10(4), 280-296.
- Bryan, T., & Bryan, J. (1991). Positive mood and math performance. *Journal of Learning Disabilities*, 24, 490-493.
- Buelow, M. T., & Suhr, J. A. (2009). Construct validity of the Iowa gambling task. *Neuropsychology Review*, 19(1), 102-114.
- Carlson, S. M., Davis, A. C., & Leach, J. G. (2005). Less is more: Executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological Science*, 15, 118-121.

- Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, W., Jeffries, N. O., Greenstein, D. K., Clasen, L. S., ... Rapoport, J. L. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 288(14), 1740-1748.
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: Beyond executive dysfunction. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 117-123.
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: The search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci*, 3, 1-12.
- Chevignard, M., Pillon, B., Pradat-Diehl, P., Taillefer, C., Rousseau, S., Le Bras, C., & Dubois, B. (2000). An ecological approach to planning dysfunction: script execution. *Cortex*, 36(5), 649-669.
- Clark, D. M. (1999). Anxiety disorders: Why they persist and how to treat them. *Behaviour Research and Therapy*, 37(Suppl 1), S5-S27.
- Connor, C. E., Egeth, H. E., & Yantis, S. (2004). Visual attention: bottom-up versus top-down. *Current Biology*, 14(19), R850-R852.
- Corbetta, M., & Shulman, G. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201-215.
- Crone, E. A., Bullens, L., van der Plas, E. A. A., Kijlkuit, E. J., & Zelazo, P. D. (2008). Developmental changes and individual differences in risk and perspective taking in adolescence. *Development and Psychopathology*, 20(4), 1213-1229.
- Cubillo, A., Halari, R., Giampietro, V., Taylor, E., & Rubia, K. (2011). Fronto-striatal underactivation during interference inhibition and attention allocation in grown up children with attention deficit/hyperactivity disorder and persistent symptoms. *Psychiatry Research*, 193(1), 17-27.
- Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Taylor, E., & Rubia, K. (2012). A review of fronto-striatal and fronto-cortical brain abnormalities in children and adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and new evidence for dysfunction in adults with ADHD during motivation and attention. *Cortex*, 48(2), 194-215. doi: 10.1016/j.cortex.2011.04.007
- Cunningham, W. A., & Zelazo, P. D. (2007). Attitudes and evaluations: a social cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(3), 97-104.

- Cunningham, W. A., Zelazo, P. D., Packer, D. J., & Van Bavel, J. J. (2007). The iterative reprocessing model: A multilevel framework for attitudes and evaluation. *Social Cognition*, 25(5), 736-760.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Putnam.
- Davidson, M. A. (2008). Literature Review: ADHD in Adults A Review of the Literature. *Journal of Attention Disorders*, 11(6), 628-641.
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Diamond, A. (2005). Attention-deficit disorder (attention-deficit/ hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and Psychopathology*, 17(3), 807-825.
- Douglas, V. I. (1985). The response of ADD children to reinforcement: Theoretical and clinical implications. Dans L. Bloomingdale (Éd.), *Attention deficit disorder: Identification, course and treatment rationale* (pp. 49-66). New York, NY: Spectrum Press.
- Douglas, V. I., & Parry, P. (1994). Effects of reward and nonreward on frustration and attention in attention deficit disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 22, 281-301.
- Douglas, V. I. (1972). Stop, look and listen: The problem of sustained attention and impulse control in hyperactive and normal children. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 4(4), 259-282. doi:10.1037/h0082313
- Dymond, S., Bailey, R., Willner, P., & Parry, R. (2011). Symbol labelling improves advantageous decision-making on the Iowa Gambling Task in people with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 31(2), 536-544.
- Egloff, B., & Hock, M. (2001). Interactive effects of state anxiety and trait anxiety on emotional Stroop interference. *Personality and Individual Differences*, 31, 875-882.
- Erickson, R. (1995). A review and critique of the process approach in neuropsychological assessment. *Neuropsychology review*, 5(4), 223-243.

- Ernst, M., Grant, S., London, E., Contoreggi, C., Kimes, A., & Spurgeon, L. (2003). Decision making in adolescents with behavior disorders and adults with substance abuse. *American Journal of Psychiatry*, 160(1), 33-40.
- Ernst, M., Kimes, A. S., London, E. D., Matochik, J. A., Eldreth, D., Tata, S., ... Bolla, K. (2003). Neural substrates of decision making in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 160(6), 1061-1070.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409-434.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336-353.
- Eysenck, M. W., & Payne, S. (2006). *Effects of anxiety on performance effectiveness and processing efficiency* (Document inédit). Royal Holloway University of London. Egham.
- Floresco, S. B., & Magyar, O. (2006). Mesocortical dopamine modulation of executive functions: beyond working memory. *Psychopharmacology*, 188(4), 567-585.
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition*, 55(1), 158-170.
- Garon, N., & Moore, C. (2007). Awareness and symbol use improves future-oriented decision making in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 39-59.
- Garon, N., Moore, C., & Waschbusch, D. A. (2006). Decision making in children with ADHD only, ADHD-anxious/depressed, and control children using a child version of the Iowa Gambling Task. *Journal of Attention Disorders*, 9(4), 607-619.
- Geurts, H., van der Oord, S., & Crone, E. (2006). Hot and Cool Aspects of Cognitive Control in Children with ADHD: Decision-Making and Inhibition. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 34(6), 811-822.
- Haber, S. N. (2003). The primate basal ganglia: Parallel and integrative networks. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 26(4), 317-330.
- Haenlein, M., & Caul, W. (1987). Attention deficit disorder with hyperactivity: A specific hypothesis of reward dysfunction. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 26, 356-362.

- Hikosaka, O., Sesack, S. R., Lecourtier, L., & Shepard, P. D. (2008). Habenula: crossroad between the basal ganglia and the limbic system. *The Journal of Neuroscience*, 28(46), 11825-11829.
- Isen, A. (1990). The influence of positive and negative affect on cognitive organization: Some implications for development. Dans N. Stein, B. Leventhal, & T. Trabasso (Eds), *Psychological and biological approaches to emotion* (pp. 75-94). Hillsdale, IN: Erlbaum.
- Jensen, P. S., Hinshaw, S. P., Kraemer, H. C., Lenora, N., Newcorn, J. H., Abikoff, H. B., ... Vitiello, B. (2001). ADHD comorbidity findings from the MTA study: Comparing comorbid subgroups. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(2), 147-158.
- Jog, M. S., Kubota, Y., Connolly, C. I., Hillegaart, V., & Graybiel, A. M. (1999). Building neural representations of habits. *Science*, 286(5445), 1745-1749.
- Kelly, C., Scheres, A., Sonuga-Barke, E. J., & Castellanos, F. (2007). Functionnal Neuroimaging of Reward and Motivationnal Pathways in ADHD. Dans M. Bellgrove, M. Fitzgerald, & M. Gill (Eds), *Handbook of Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (pp. 209-235). West Sussex: John Wiley and Sons.
- Kerr, A., & Zelazo, P. (2004). Development of "hot" executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148-157.
- Klein, R. G., & Manuzza, S. (2010). Comorbidity in adult attention-deficit disorder. Dans W. Retz & R. G. Klein (Eds), *Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) in adults* (pp. 126-143). Bâle: Karger.
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 138-147.
- Krain, A. L., & Castellanos, F. X. (2006). Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 433-444.
- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., & Thomsen, P. H. (2010). Validating neuropsychological subtypes of ADHD: how do children with and without an executive function deficit differ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(8), 895-904.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. New York, NY: Simon & Schuster.

- Luman, M., Tripp, G., & Scheres, A. (2010). Identifying the neurobiology of altered reinforcement sensitivity in ADHD: A review and research agenda. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(5), 744-754.
- Mahmut, M. K., Homewood, J., & Stevenson, R. J. (2008). The characteristics of non-criminals with high psychopathy traits: Are they similar to criminal psychopaths? *Journal of Research in Personality*, 42(3), 679-692.
- Malloy-Diniz, L., Fuentes, D., Leite, W. B., Correa, H., & Bechara, A. (2007). Impulsive behavior in adults with attention deficit/hyperactivity disorder: characterization of attentional, motor and cognitive impulsiveness. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(4), 693-698.
- Manly, T., Anderson, V., Nimmo-Smith, I., Turner, A., Watson, P., & Robertson, I. H. (2001). The differential assessment of children's attention: The Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch), normative sample and ADHD performance. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(8), 1065-1081.
- Mink, J. W. (1996). The basal ganglia: focused selection and inhibition of competing motor programs. *Progress in Neurobiology*, 50(4), 381-425.
- Mischel, W., & Baker, N. (1975). Cognitive appraisals and transformations in delay behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31(2), 254-261.
- Mischel, W., & Ebbesen, E. B. (1970). Attention in delay of gratification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16(2), 329-337.
- Mischel, W., Ebbesen, E. B., & Raskoff Zeiss, A. (1972). Cognitive and attentional mechanisms in delay of gratification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 21(2), 204-218.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Müller, S., Zelazo, P. D., Hood, S., Leone, T., & Rohrer, L. (2004). Interference Control in a New Rule Use Task: Age Related Changes, Labeling, and Attention. *Child Development*, 75(5), 1594-1609.
- Murphy, K., & Barkley, R. (1996). Attention deficit hyperactivity disorder in adults: Comorbidities and adaptive impairments. *Comprehensive Psychiatry*, 37(6), 393-401.

- Nigg, J. T., & Casey, B. J. (2005). An integrative theory of attention-deficit/hyperactivity disorder based on the cognitive and affective neurosciences. *Development and Psychopathology*, 17(3), 785-806.
- Nigg, J. T., Stavro, G., Ettenhofer, M., Hambrick, D. Z., Miller, T., & Henderson, J. M. (2005). Executive functions and ADHD in adults: evidence for selective effects on ADHD symptom domains. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 706-717.
- Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (1998). Effects of reward and response cost on response inhibition in AD/HD, disruptive, anxious, and normal children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 26(3), 161-174.
- Parry, P. A., & Douglas, V. I. (1983). Effects of reinforcement on concept identification in hyperactive children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 11(2), 327-340.
- Pennington, B., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.
- Plichta, M. M., Vasic, N., Wolf, R. C., Lesch, K. P., Brummer, D., Jacob, C., ... Gron, G. (2009). Neural hyporesponsiveness and hyperresponsiveness during immediate and delayed reward processing in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 65(1), 7-14. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.07.008
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D., & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 621-637.
- Prencipe, A., & Zelazo, P. (2005). Development of affective decision-making for self and other: Evidence for the investigation of first – and third – perspectives. *Psychological Science*, 16, 501-505.
- Rapport, L. J., Van Voorhis, A., Tzelepis, A., & Friedman, S. R. (2001). Executive functioning in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(4), 479-491.
- Richards, A., French, C. C., Johnson, W., Naparstek, J., & Williams, J. (1992). Effects of mood manipulation and anxiety on performance of an emotional Stroop task. *British Journal of Psychology*, 83(4), 479-491.

- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Schultheis, M., Matheis, R., Shahabi, C., ... Sharifzadeh M. (2002). Virtual environments for the assessment of attention and memory processes: the virtual classroom and office. *Proceedings of the Fourth Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology* (pp. 3-12). Vezprém, Hongrie: University of Reading.
- Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., Van Der Zaag, C., Humphrey, L., Neumann, U., ... Sisemore, D. (2000). The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *CyberPsychology & Behavior*, 3(3), 483-499.
- Robertson, I., Ward, T., Ridgeway, V., & Nimmo-Smith, I. (1994). *Test of everyday attention*. Oxford: Pearson Assessment.
- Rubia, K. (2011). "Cool" inferior frontostriatal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder versus "hot" ventromedial orbitofrontal-limbic dysfunction in conduct disorder: A review. *Biological Psychiatry*, 69, e69-e87.
- Rubia, K., Smith, A. B., Halari, R., Matsukura, F., Mohammad, M., Taylor, E., & Brammer, M. J. (2009). Disorder-specific dissociation of orbitofrontal dysfunction in boys with pure conduct disorder during reward and ventrolateral prefrontal dysfunction in boys with pure ADHD during sustained attention. *American Journal of Psychiatry*, 166, 83-94.
- Sagvolden, T. (2000). Behavioral validation of the spontaneously hypertensive rat (SHR) as an animal model of attention-deficit/hyperactivity disorder (AD/HD). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(1), 31-39.
- Sagvolden, T., Aase, H., Johansen, E. B., & Russell, V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(3), 397-468.
- Sagvolden, T., Johansen, E., Aase, H., & Russell, V. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(3), 397-419.
- Sarason, I. G. (1988). Anxiety, self-preoccupation and attention. *Anxiety Research*, 1(1), 3-7.
- Schatz, D. B., & Rostain, A. L. (2006). ADHD with comorbid anxiety. *Journal of Attention Disorders*, 10(2), 141-149.

- Schultz, W. (1998). Predictive reward signals of dopamine neurons. *Journal of Neurophysiology*, 80, 1-27.
- Sergeant, J. (2000). The cognitive-energetic model: an empirical approach to attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(1), 7-12.
- Sergeant, J. A., Geurts, H., Huijbregts, S., Scheres, A., & Oosterlaan, J. (2003). The top and the bottom of ADHD: a neuropsychological perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(7), 583-592.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 298(1089), 199-209.
- Solanto, M. V., Abikoff, H., Sonuga-Barke, E. J., Schachar, R., Logan, G. D., Wigal, T., ... Turkel, E. (2001). The ecological validity of delay aversion and response inhibition as measures of impulsivity in AD/HD: A supplement to the NIMH multimodal treatment study of AD/HD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29(3), 215-228.
- Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD--A dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130(1), 29-36.
- Sonuga-Barke, E. J. (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27(7), 593-604.
- Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal Models of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: From Common Simple Deficits to Multiple Developmental Pathways. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1231-1238.
- Sonuga-Barke, E. J. (2011). Editorial: ADHD as a reinforcement disorder – moving from genreal effects to identifying (six) specific models to test. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(9), 917-918.
- Sonuga-Barke, E. J., Dalen, L., & Remington, B. (2003). Do executive deficits and delay aversion make independent contributions to preschool attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms? *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42(11), 1335-1342.
- Sonuga-Barke, E. J., & Sergeant, J. (2005). The neuroscience of ADHD: Multidisciplinary perspectives on a complex developmental disorder. *Developmental Science*, 8(2), 103-104.

- Sonuga-Barke, E. J., Sergeant, J. A., Nigg, J., & Willcutt, E. (2008). Executive dysfunction and delay aversion in attention deficit hyperactivity disorder: nosologic and diagnostic implications. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 17(2), 367-384.
- Sonuga-Barke, E. J., Taylor, E., Sembi, S., & Smith, J. (1992). Hyperactivity and delay version - I. The effect of delay on choice. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(2), 387-398.
- Sonuga-Barke, E. J., Wiersma, J. R., van der Meere, J. J., & Roeyers, H. (2010). Context-dependent dynamic processes in attention deficit/hyperactivity disorder: Differentiating common and unique effects of state regulation deficits and delay aversion. *Neuropsychology Review*, 20, 86-102.
- Stevens, J., Quittner, A. L., Zuckerman, J. B., & Moore, S. (2002). Behavioral inhibition, self-regulation of motivation, and working memory in children with and without attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Developmental Neuropsychology*, 21(2), 117-139.
- Ströhle, A., Stoy, M., Wrase, J., Schwarzer, S., Schlagenhauf, F., Huss, M., ... Heinz, A. (2008). Reward anticipation and outcomes in adult males with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuroimage*, 39(3), 966-972.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662.
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(11), 1061-1070.
- Toplak, M. E., Liu, E., Macpherson, R., Toneatto, T., & Stanovich, K. E. (2007). The reasoning skills and thinking dispositions of problem gamblers: A dual process taxonomy. *Journal of Behavioral Decision Making*, 20(2), 103-124.
- Toplak, M. E., Sorge, G. B., Benoit, A., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2010). Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. *Clinical Psychology Review*, 30(5), 562-581.
- Toplak, M. E., Umesh, J., & Tannock, R. (2005). Executive and motivational processes in adolescents with attention-deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Function*, 27, 12-20.

- Tripp, G., & Wickens, J. R. (2008). Research review: dopamine transfer deficit: A neurobiological theory of altered reinforcement mechanisms in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 49(7), 691-704.
- Upton, D. J., Bishara, A. J., Ahn, W.-Y., & Stout, J. C. (2011). Propensity for risk taking and trait impulsivity in the Iowa gambling task. *Personality and Individual Differences*, 50(4), 492-495.
- Van den Hout, M., Tenney, N., Huygens, K., Merkelbach, H., & Kindt, M. (1995). Responding to subliminal threat cues is related to trait anxiety and emotional vulnerability: A successful replication of MacLeod and Hagan (1992). *Behaviour Research and Therapy*, 33, 451-454.
- Volkow, N. D., Wang, G. J., Newcorn, J. H., Kollins, S. H., Wigal, T. L., Telang, F., ... Swanson, J. M. (2010). Motivation deficit in ADHD is associated with dysfunction of the dopamine reward pathway. *Molecular psychiatry*, 16(11), 1147-1154.
- Wender, P. H. (1972). The minimal brain dysfunction syndrome in children. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 155, 55-71.
- Willcutt, E., Doyle, A. E., Nigg, J., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Williams, J. M. G., Mathews, A., & MacLeod, C. (1996). The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychological Bulletin*, 120(1), 3-24.
- Zelazo, P. D. (2004). The development of conscious control in childhood. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(1), 12-17.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. Dans U. Goswami (Éd.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Kesek, A. C. (2007). Hot executive function: Emotion and the development of cognitive control. Dans S. D. Calkins & M. A. Bell (Eds), *Child development at the intersection of emotion and cognition* (pp. 97-111). Washington, DC: American Psychological Association.

Appendice A
Critères diagnostiques du TDAH selon le DSM-IV-TR

Critères diagnostiques du TDAH selon le DSM-IV

A) Présence de (1) ou de (2) :

Inattention

- (1) Six des symptômes suivants d'inattention (ou plus) ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est inadapté et ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :
 - a) Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités;
 - b) A souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux;
 - c) Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement;
 - d) Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles (non dû à un comportement d'opposition ni à une incapacité à comprendre les consignes);
 - e) A souvent du mal à organiser ses travaux ou ses activités;
 - f) Souvent évite, a en aversion, ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (comme le travail scolaire ou les devoirs à la maison);
 - g) Perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (jouets, cahiers, crayons, livres, outils);
 - h) Se laisse souvent facilement distraire par des stimuli externes;
 - i) A des oublis fréquents dans la vie quotidienne.

- (2) Six des symptômes suivants d'hyperactivité/impulsivité (ou plus) ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est inadapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

Hyperactivité

- a) Remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège;
- b) Se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis;
- c) Souvent, court ou grimpe partout, dans les situations où cela est inapproprié;
- d) A souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir;

- e) Est souvent "sur la brèche" ou agit souvent comme s'il était "monté sur ressorts";
- f) Parle trop souvent.

Impulsivité

- a) Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée;
 - b) A souvent du mal à attendre son tour;
 - c) Interrompt souvent les autres ou impose sa présence (par exemple fait irruption dans les conversations ou dans les jeux);
- B) Certains des symptômes d'hyperactivité/impulsivité ou d'inattention ayant provoqué une gêne fonctionnelle étaient présents avant l'âge de 7 ans.
- C) Présence d'un certain degré de gêne fonctionnelle liée aux symptômes dans deux ou plus de deux types d'environnement différents (par exemple école, travail, maison).
- D) On doit mettre clairement en évidence une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.
- E) Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours du trouble envahissant du développement, d'une schizophrénie, ou d'un autre trouble psychotique, et ils ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (trouble thymique, trouble anxieux, trouble dissociatif ou trouble de la personnalité).

Sous-types cliniques

- Déficit de type bipartite ou combiné : les critères A1 et A2 sont satisfaits pour les 6 derniers mois.
- Déficit de type inattention prédominante : le critère A1 est satisfait pour les 6 derniers mois mais pas le critère A2.
- Déficit de type hyperactivité/impulsivité prédominante : le critère A2 est satisfait pour les 6 derniers mois mais pas le critère.