

Rapport de recherche

PROGRAMME ACTIONS CONCERTÉES

Le développement exécutif à l'âge préscolaire : Dépistage précoce et prévention des difficultés scolaires lors de l'entrée à l'école

Chercheur principal

Annie Bernier, Université de Montréal

Co-chercheur(s)

Miriam Beauchamp, Université de Montréal
Stephanie M. Carlson, Institute of Child Development, University of Minnesota

Établissement gestionnaire de la subvention

Université de Montréal

Numéro du projet de recherche

2012-RP-144923

Titre de l'Action concertée

Programme de recherche sur la persévérance et la réussite scolaires

Partenaire(s) de l'Action concertée

Le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
Fonds de recherche du Québec - Société et culture

PARTIE A – CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Parents, enseignants et spécialistes de l'éducation considèrent que l'entrée à l'école serait l'une des étapes développementales les plus importantes de l'enfance. Même les enfants qui ont déjà fréquenté la garderie doivent s'adapter aux changements qui caractérisent cette transition : nouveau groupe de pairs, environnement peu familier, nouvel enseignant, rigueur académique accrue, et ratio beaucoup plus élevé d'enfants par adulte. Des décennies de recherche empirique ont démontré que la réussite de cette transition a des conséquences durables et significatives sur l'adaptation scolaire et sociale de l'enfant au cours des années subséquentes (Ladd, 2004). Toutefois, les facteurs qui peuvent aider les enfants à bien négocier cette transition sont beaucoup moins documentés. Ce projet vise à étudier l'un des premiers facteurs de protection pouvant influencer l'adaptation à l'entrée à l'école : les fonctions exécutives (FE).

L'ensemble des compétences qui constituent la base de l'apprentissage autorégulé se nomme fonctions exécutives (FE; Blair, 2002). Les FE sont un ensemble de processus cognitifs de haut niveau qui permettent à l'enfant de contrôler de façon délibérée son comportement et ses émotions (Zelazo et al., 2008). Ces compétences sous-tendent de nombreuses capacités nécessaires pour assurer le fonctionnement optimal en classe et en contexte scolaire. Pour bien fonctionner en situations sociales, que ce soit avec leurs pairs ou leurs enseignants, les enfants doivent faire appel à certaines habiletés comme contrôler leurs gestes impulsifs; choisir et mettre en œuvre une réponse socialement acceptable; en observer les résultats, et changer de stratégie au besoin. Étant donné que ces aptitudes sont au cœur des FE, celles-ci sont considérées par les neuropsychologues comme étant essentielles à la compétence sociale (Lezak, 1995). De plus, les FE sous-tendent de nombreux aspects de la cognition et du comportement qui sont cruciaux pour la réussite scolaire (Blair, 2002). En effet, les processus de contrôle cognitif qui

caractérisent les FE supportent l'acquisition des connaissances puisqu'ils sont à la base de l'organisation de l'information et de la résolution de problèmes, toutes deux impliquées dans l'apprentissage actif. Les FE sous-tendent également les compétences d'autorégulation préalables à l'apprentissage, tels que suivre les règles en classe, rester assis, et résister aux distractions (Blair, 2002). En ce sens, les FE influencent non seulement l'acquisition des connaissances, mais elles contribuent également à l'établissement d'une prédisposition comportementale facilitant l'apprentissage et l'interaction avec les pairs et les adultes.

Les FE sont composées de trois fonctions distinctes étroitement liées: la mémoire de travail, la flexibilité cognitive et l'inhibition (Garon et al., 2008). La mémoire de travail est la capacité de maintenir et de manipuler l'information à court terme, et est donc bien sûr essentielle à tout apprentissage. La flexibilité cognitive permet quant à elle de passer d'un "état mental" à l'autre, c'est-à-dire s'adapter à l'évolution des règles dans l'environnement (par exemple, passer du cours de français à celui de mathématique de façon fluide et aisée). Selon Bierman et al. (2008), cette capacité favorise l'apprentissage des enfants en leur permettant de se concentrer de façon stratégique ou de désengager leur attention si nécessaire, d'ignorer les distractions, et de s'ajuster avec souplesse aux nouvelles exigences de l'environnement. La flexibilité cognitive permet aussi à l'enfant d'ajuster son comportement en fonction des interactions avec ses pairs, en proposant par exemple, une solution tout à fait différente pour résoudre un conflit suite à une tentative infructueuse. Ces deux habiletés, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive, sont souvent regroupées en un facteur commun que l'on appelle les « FE-conflit », parce qu'elles supportent la capacité de l'enfant à gérer les demandes multiples qui entrent souvent en conflit les unes avec les autres (Carlson, 2005). Enfin, l'inhibition implique la retenue d'une pensée et/ou d'une action impulsive, afin de choisir délibérément une

solution de rechange moins prépondérante mais qui répond mieux à l'atteinte des objectifs. Les FE-inhibition sont sollicitées lorsqu'un enfant doit rester concentré sur une tâche, plutôt que d'aller rejoindre un ami qui plaisante en classe, se concentrer sur un devoir tout en ayant un petit frère qui joue avec un nouveau jouet intéressant dans la même pièce, ou s'abstenir de frapper un pair qui vient de s'emparer de son jouet durant la récréation.

La recherche empirique appuie de plus en plus les propositions théoriques voulant que les FE aient des répercussions importantes sur le fonctionnement social et scolaire des enfants. Par exemple, les FE sont associées à la compétence sociale (Kochanska et al., 1996; 2000; Razza & Blair, 2009), à la régulation des émotions (e.g., Carlson & Wang, 2007) et à la régulation comportementale (Hughes & Ensor, 2008). En outre, les FE sont associées à une gamme de compétences scolaires, telles que le raisonnement verbal et non verbal (Carlson et al., 2002), la capacité de lecture (Van der Sluis et al., 2007), la compétence en mathématiques (Espy et al., 2004), et la réussite scolaire en soi (Biederman et al., 2004). Toutefois, la quasi-totalité de ces études sont transversales et non longitudinales, c'est-à-dire que l'on ignore toujours si les FE évaluées lorsque l'enfant est d'âge préscolaire peuvent prédire l'adaptation et la réussite ultérieures, notamment lors de l'étape cruciale de l'entrée à l'école. Ceci est regrettable car si tel est le cas, des efforts d'intervention pourraient être mis en place pour favoriser le développement optimal des FE avant même que l'enfant n'ait atteint les bancs d'école. Une telle stratégie pourrait potentiellement être fructueuse dans son but de favoriser l'adaptation scolaire des enfants et ainsi diminuer les chances de décrochage ultérieur, car la recherche empirique indique que les interventions prenant place plus tôt au cours du développement de l'enfant sont plus susceptibles de réussir (Connell et al., 2008;

Dishion & Stormshak, 2009; Heckman, 2006; Reid, 1993). La démonstration de ces éventuels liens longitudinaux était le but principal de cette étude.

Un objectif secondaire était de poser des questions plus spécifiques, inspirées de l'appel de propositions initial de ce concours. À cet égard, un intérêt particulier a été porté au statut socio-économique (SSE). Des résultats très robustes démontrent que les enfants qui grandissent dans des familles moins aisées sont désavantagés par rapport à leurs pairs en ce qui a trait aux compétences académiques initiales, ce qui par la suite élargit "l'écart de rendement" et rend ces enfants plus vulnérables que les autres aux échecs scolaires et au décrochage (e.g., Crouter & Booth, 2008; McLoyd, 1998; Ryan et al., 2006). Les enfants issus de familles à faible SSE obtiennent également de moins bons résultats que leurs pairs plus favorisés sur les tâches de FE (e.g., Mezzacappa, 2004; Noble et al., 2005). La promotion des FE et la mise en place d'interventions chez les enfants issus de familles défavorisées pourrait potentiellement s'avérer être un outil puissant pour réduire l'écart de rendement documenté entre eux et leurs pairs plus aisés. Toutefois, aucune étude n'a encore testé si les liens éventuels entre les FE préscolaires et l'adaptation sociale et scolaire ultérieure diffèrent selon le SSE des familles, ce qui fut fait dans ce projet. De façon plus exploratoire, le sexe de l'enfant a aussi été considéré dans les analyses, en raison du taux de décrochage malheureusement très élevé observé chez les garçons (Direction de santé publique, 2008).

Nous cherchions donc à vérifier 1) si les FE entre 2 et 4 ans prédisent l'adaptation sociale des enfants et leur réussite scolaire au cours de leurs deux premières années à l'école; et 2) si ces relations prédictives varient en fonction du sexe de l'enfant et du statut socio-économique de la famille.

PARTIE B – PISTES DE SOLUTION EN LIEN AVEC LES RÉSULTATS, RETOMBÉES ET IMPLICATIONS DES TRAVAUX

Introduction

Il importe avant tout de mentionner que les résultats de ce projet de recherche se sont avérés moins concluants qu'espérés au départ. En effet, bien que certains résultats intéressants se profilent bel et bien, tel qu'il sera décrit en détails dans la partie D (Résultats) ainsi que brièvement ci-dessous, l'ensemble des résultats est des plus modestes. Ainsi, le message principal de ce rapport est que les données que nous avons recueillies ne nous permettent pas d'affirmer que les fonctions exécutives (FE), telles que mesurées aux âges de 2, 3 et 4 ans, revêtent une grande importance pour l'ajustement social et scolaire des enfants lors de leur transition à l'école. Les exceptions les plus importantes, discutées plus loin, touchent presque uniquement l'ajustement scolaire des enfants (c'est-à-dire leurs apprentissages); quant à leur ajustement social, que ce soit en termes des relations entre enfants ou des relations professeurs-enfants, les liens avec les FE sont essentiellement nuls. Ainsi, avant d'aller plus avant dans cette section, il importe de souligner la grande modestie des résultats obtenus. Nous sommes d'avis que ceci affecte de façon importante ce que nous pouvons dire au sujet des retombées et implications de ce projet de recherche, ou des pistes de solution qui peuvent s'en dégager. En effet, un principe scientifique de base est que l'on ne peut jamais démontrer, avec nos méthodes empiriques actuelles, l'absence d'un phénomène ou d'une relation entre deux variables: lorsque l'on obtient des résultats non-significatifs sur le plan statistique, *cela ne démontre pas que les variables ne sont pas associées entre elles*; on doit plutôt dire qu'il est impossible de se prononcer sur l'absence ou la présence de liens entre les construits d'intérêt (pour des raisons statistiques qu'il serait sans doute peu pertinent d'explicitier dans ce rapport, mais auxquelles on réfère comme étant

l'impossibilité de démontrer comme vraie l'hypothèse nulle). Ceci revient à dire que lorsque les résultats sont non-significatifs, on ne peut rien affirmer quant aux liens entre les construits à l'étude: il est possible que ces construits ne soient effectivement pas associés, tout comme il est possible qu'ils soient en fait associés, mais que les paramètres de l'étude n'aient pas permis de détecter ces associations. Ainsi, les résultats largement non-significatifs de cette étude ne signifient pas que les FE à l'âge préscolaire ne sont pas associés à l'ajustement social et scolaire des enfants lors de leur transition à l'école; ils signifient plutôt que les résultats obtenus ne nous permettent pas de nous prononcer sur ces associations. Ainsi, il nous semble important de souligner qu'en raison du patron de résultats obtenu, les solutions, retombées et implications du présent projet sont difficiles à établir, et sont énoncées dans cette section principalement afin de respecter le format du rapport, mais doivent être considérées avec la plus grande prudence.

Auditoire

Nous croyons que les éducateurs de garderie et les enseignants de maternelle à 2^e année sont les plus susceptibles d'être intéressés par les présents résultats.

Grandes conclusions de ce projet, et leur signification

Le premier constat qui se dégage des résultats qui seront détaillés dans la partie D est que les FE au préscolaire ne sont pas associées à l'ajustement social de l'enfant une fois arrivé à l'école (voir tableaux 1 à 5 de la partie D). Il importe bien sûr de garder à l'esprit les explications ci-dessus quant au fait qu'on ne peut démontrer une absence de relation; ceci étant dit, il convient d'énoncer que l'explication la plus probable des résultats essentiels non-significatifs présentés aux tableaux 1 à 5 est que les FE telles que nous les avons mesurées ne sont probablement pas associées aux aspects de l'ajustement social que nous avons évalués. Ces résultats sont probablement moins

étonnants qu'il ne semble au premier abord. En effet, bien que le rationnel sous-jacent à l'hypothèse voulant que les FE soient un important outil de compétence sociale pour l'enfant soit convaincant et bien développé par de nombreux auteurs, force est d'admettre que les résultats empiriques sont moins nombreux, et ont presque toujours été observés à l'aide de devis transversaux, c'est-à-dire en évaluant les FE et le fonctionnement social au même moment, ce qui est susceptible de gonfler les estimations (p.ex. : Blair & Razza, 2007; Carlson & Wang, 2007; Hughes & Ensor, 2008). L'une des originalités du présent projet était, justement, de vérifier si les liens entre les FE et le fonctionnement social étaient de nature prédictive, et pouvaient s'observer en mesurant les FE avant même que l'enfant ne soit entré à l'école afin de prédire la qualité de ses relations sociales une fois qu'il y serait. Les présents résultats suggèrent que non. Toutefois, pour les raisons mentionnées en introduction de cette partie B, ainsi qu'en raison de l'absence (à notre connaissance) d'autres études ayant examiné ces mêmes questions de façon longitudinale, il nous paraît plus juste d'affirmer que nous ne pouvons tirer de conclusions claires en ce qui concerne les liens entre les FE au préscolaire et le fonctionnement social des enfants lors de leur entrée à l'école.

Les résultats sont plus encourageants, quoi que toujours modestes, en ce qui concerne le fonctionnement scolaire des enfants, évalué ici par les apprentissages qu'ils ont réalisés en cours d'année, que ce soit en maternelle ou en première année. On constate au tableau 6 que les FE-inhibition, quoi que uniquement lorsque évaluées à 4 ans, sont associées positivement à tous les aspects de l'apprentissage en maternelle : les enfants qui à 4 ans, avaient une meilleure capacité à contrôler leurs impulsions ont, une fois arrivés en maternelle, une meilleure maîtrise des notions de base considérées comme essentielles aux apprentissages subséquents. Passant par la suite (Tableau 7) aux apprentissages des matières de base à proprement parler (lecture et

mathématiques), évalués à la fin de la première année, certaines tendances potentiellement intéressantes se profilent, mais elles demeurent assez modestes. Toutefois, les résultats deviennent plus convaincants lorsque l'on fait des analyses plus fines : tel que recommandé dans l'appel de propositions initial de ce concours, nous nous sommes penchées sur la possibilité que les résultats puissent varier selon divers regroupements des enfants participant à l'étude. Deux de ces regroupements se sont avérés pertinents : le sexe de l'enfant, et le niveau socio-économique de sa famille.

Ainsi, on constate au Tableau 8 que les résultats prometteurs qui se profilaient au Tableau 7 sont essentiellement attribuables aux garçons (par souci de concision, les résultats pour les filles ne sont pas présentés, mais sont essentiellement nuls). Dans l'ensemble, les garçons qui ont de meilleures FE-conflit ou de meilleures FE-inhibition, à 2, 3 ou 4 ans, performant mieux à un test de mathématiques à la fin de leur première année à l'école. Les résultats vont dans le même sens, sans toutefois atteindre la signification statistique, en ce qui concerne la lecture. Un profil semblable se dégage au Tableau 9, chez les enfants de familles relativement moins favorisées : ceux qui ont de meilleures FE-conflit ou de meilleures FE-inhibition, à 2, 3 ou 4 ans, performant mieux à un test de mathématiques à la fin de leur première année à l'école, et la même tendance s'observe quoi que de façon moins marquée avec la lecture (tout comme ci-dessus, nous ne présentons pas les résultats pour les enfants de familles relativement plus favorisées par souci de concision, mais ceux-ci sont non-significatifs). Notons que tous ces résultats seront mieux expliqués et davantage élaborés dans la partie D.

Retombées et implications selon les auditoires

Malheureusement, tel que mentionné en introduction de cette section, les retombées et implications de ces travaux nous paraissent modestes et peu nombreuses pour le type d'auditoire visé par ce rapport; les résultats souvent non-significatifs sur le

plan statistique interpellent surtout, à notre avis, les chercheurs (cette idée sera reprise et détaillée à la partie E). Tout de même, plus près des intérêts de l'auditoire potentiel de ce rapport, nous croyons que les résultats les plus intéressants qui émergent de cette étude sont que les FE au préscolaire semblent plus pertinentes pour expliquer la performance scolaire (en mathématiques surtout) des enfants qui sont les plus à risque de difficultés voire même de décrochage scolaire : les garçons, et les enfants de familles relativement moins favorisées. Le terme « relativement moins favorisées », quoi que assez lourd, est utilisé ici pour bien souligner qu'il ne s'agit pas de familles défavorisées au sens usuel du terme : l'ensemble de notre échantillon peut être décrit comme étant de classe moyenne à moyenne supérieure (voir partie suivante), avec très peu de familles défavorisées à proprement parler. Ainsi, nous parlons ici du 50% de nos familles qui sont classées les moins élevées sur un score représentant la combinaison revenu familial /éducation paternelle/éducation maternelle. Il s'agit donc, en gros, d'un sous-échantillon pouvant être considéré comme étant de classe moyenne à moyenne inférieure. En dépit de ce « désavantage » très relatif, on constate que chez les enfants de ces familles, ainsi que chez les garçons, des mesures de FE administrées à 2, 3 ou 4 ans nous permettent d'obtenir un pouvoir de prédiction intéressant de leur performance scolaire en première année, surtout en mathématiques. Comme il est fort bien démontré que les garçons, et les enfants de familles moins favorisées, sont nettement plus à risque que les autres de difficultés et décrochage scolaires, nous émettons l'hypothèse que d'intervenir très tôt, dès le préscolaire, pour favoriser le développement exécutif (voir Partie E), pourrait contribuer à diminuer les difficultés scolaires des groupes les plus à risque. Nous réitérons toutefois à nouveau la grande prudence avec laquelle il convient d'interpréter cette conclusion, en raison de la modestie des résultats.

PARTIE C – MÉTHODOLOGIE

85 enfants avaient été rencontrés aux âges de 2, 3, et 4 ans. La présente subvention a permis de les revoir au printemps de l'année de leur entrée en maternelle, puis à nouveau au printemps suivant, alors qu'ils achevaient la première année. 53% sont des filles, 47% des garçons, habitant tous Montréal. Ils constituent un échantillon varié mais plutôt de classe moyenne à moyenne supérieure, avec des revenus familiaux variant de moins de 20 000\$ à plus de 100 000\$, mais une moyenne 80 000\$, et des parents rapportant de 9 à 18 ans de scolarité (moyenne : 14,5). À 2,3 et 4 ans, les enfants ont complété des tâches (Carlson, 2005) mesurant deux grandes composantes des FE : le contrôle des impulsions, appelé à partir d'ici « les FE-inhibition », et la combinaison de la mémoire de travail et de la flexibilité cognitive, appelée « les FE-conflit ». En maternelle, quatre aspects des apprentissages ont été évalués : les connaissances de l'enfant des couleurs et des formes; des relations spatiales; des chiffres et du calcul; et des lettres et de l'écriture (test du Lollipop; Chew & Morris, 1989; Venet et al., 2003). En première année, des assistants ont administré le Wechsler Individual Achievement Test-II-Canada (Wechsler, 2003, 2008), mesurant les apprentissages de l'enfant dans deux domaines : lecture de mots et opérations mathématiques. Finalement, trois aspects du fonctionnement social de l'enfant ont été mesurés en maternelle et en première année: la qualité de son fonctionnement social avec les autres enfants (agressivité, anxiété et retrait social, comportement pro-social), tel que perçue par son professeur (*Questionnaire de l'ELDEQ*); la qualité de ses relations avec les autres enfants, tel que rapportée par l'enfant lui-même lors d'une entrevue (*Children's Expectations of Social Behavior Questionnaire*; Rudolph et al., 1995), et la perception du professeur de sa propre relation avec l'enfant, selon trois dimensions (proximité, conflit, et dépendance; Pianta, 2001).

PARTIE D – RÉSULTATS

Les résultats, que nous avons survolés dans la partie B afin que les implications soient compréhensibles, sont repris ici plus en détails. Par souci de clarté, nous ne présentons que les résultats principaux, sous forme de tableaux commentés. Dans tous les cas, les fonctions exécutives sont détaillées dans la colonne de gauche selon l'aspect évalué (FE-conflit ou FE-inhibition) et l'âge où il a été évalué. Dans les colonnes plus à droite, on retrouve les aspects du fonctionnement social ou scolaire évalués, en maternelle ou en première année. Notons que dans tous les cas, un astérisque (*) indique que le résultat est statistiquement significatif à un seuil de 0,05, alors qu'un t en exposant (†) indique un résultat marginalement significatif ($p < 0,10$).

Débutons par les liens entre les FE et trois aspects du comportement social de l'enfant à l'égard des autres enfants de sa classe (agressivité, anxiété et retrait social, comportement pro-social), tels que perçus par l'enseignant en maternelle (Tableau 1) et en première année (Tableau 2). Le constat est simple: il n'y a aucun lien entre les FE-conflit ou les FE-inhibition, à 2, 3 ou 4 ans, et les trois aspects du comportement social considérés, que ce soit en maternelle ou en première année. La seule corrélation qui atteint le seuil de signification statistique peut raisonnablement être attribuée au hasard, en raison de la quantité élevée de corrélations qui ont été calculées.

Tableau 1 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et le comportement social de l'enfant vu par l'enseignant de maternelle

Fonctions exécutives	Agressivité	Anxiété/retrait	Comportement pro-social
FE-conflit 2 ans	-.01	.07	-.04
FE-conflit 3 ans	-.09	-.03	.09
FE-conflit 4 ans	-.17	.06	.09
FE-inhibition 2 ans	-.22	-.19	.06
FE-inhibition 3 ans	.03	.03	.02
FE-inhibition 4 ans	.02	-.02	.14

Tableau 2 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et le comportement social de l'enfant vu par l'enseignant de 1^{ère} année

Fonctions exécutives	Agressivité	Anxiété/retrait	Comportement pro-social
FE-conflit 2 ans	-.04	-.13	-.14
FE-conflit 3 ans	.03	-.30*	.04
FE-conflit 4 ans	-.13	-.06	-.09
FE-inhibition 2 ans	.14	-.19	-.15
FE-inhibition 3 ans	.08	-.12	-.06
FE-inhibition 4 ans	-.09	-.05	-.13

Pour rester avec le point de vue du professeur, mais cette fois-ci de sa propre relation avec l'enfant, les deux tableaux suivants présentent les corrélations entre les FE et trois dimensions de la relation enseignant-enfant (proximité, dépendance et conflit) telles qu'évaluées par l'enseignant en maternelle (Tableau 3) et en première année (Tableau 4). Ici aussi, le portrait général en est un de résultats non-significatifs. Quelques tendances potentiellement intéressantes semblent se profiler entre les FE à 4 ans et la dépendance dans la relation avec le professeur de maternelle l'année suivante (Tableau 3), mais dans l'ensemble, il semble plus prudent et approprié de conclure à une absence de liens convaincants entre les FE et la relation professeur-élève, vu le grand nombre d'autres corrélations par ailleurs non-significatives.

Tableau 3 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et la relation professeur-élève telle que perçue par l'enseignant de maternelle

Fonctions exécutives	Proximité	Dépendance	Conflit
FE-conflit 2 ans	.05	-.01	.04
FE-conflit 3 ans	.04	-.05	.03
FE-conflit 4 ans	-.01	-.27*	-.01
FE-inhibition 2 ans	-.04	-.13	.24 ^t
FE-inhibition 3 ans	.12	-.11	.09
FE-inhibition 4 ans	-.06	-.32*	-.10

Tableau 4 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et la relation professeur-élève telle que perçue par l'enseignant de 1^{ère} année

Fonctions exécutives	Proximité	Dépendance	Conflit
FE-conflit 2 ans	-.06	-.03	-.10
FE-conflit 3 ans	.23	-.27 ^t	.04
FE-conflit 4 ans	.15	-.01	-.08
FE-inhibition 2 ans	-.07	-.15	-.05
FE-inhibition 3 ans	.22	-.21	-.06
FE-inhibition 4 ans	.01	-.10	.12

Pour terminer avec l'ajustement social de l'enfant, le tableau 5 présente les corrélations entre les FE et la perception globale qu'entretient l'enfant lui-même au sujet de la qualité de ses relations avec les autres enfants de sa classe. Ici aussi, que ce soit en maternelle ou en première année, on constate essentiellement une absence de liens statistiquement significatifs.

Tableau 5 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et la qualité des relations de l'enfant avec les autres enfants de sa classe, telle que rapportée par l'enfant en maternelle et en 1^{ère} année

Fonctions exécutives	Maternelle	1 ^{ère} année
FE-conflit 2 ans	-.10	.09
FE-conflit 3 ans	.05	-.04
FE-conflit 4 ans	.03	.10
FE-inhibition 2 ans	-.09	.10
FE-inhibition 3 ans	.21 ^t	.11
FE-inhibition 4 ans	.20 ^t	.10

Ainsi, dans l'ensemble, un portrait décevant mais des plus clairs se dégage de cette première série d'analyses : il y a peu, voire pas, de liens entre les FE telles que nous les avons mesurées au préscolaire et les aspects du fonctionnement social de l'enfant en maternelle et en première année sur lesquels nous nous sommes penchées. Mentionnons aussi que nous avons exploré la possibilité que les résultats diffèrent selon le sexe de l'enfant et le niveau socio-économique de sa famille, et ainsi que des liens intéressants se trouvent masqués dans les analyses combinant tous les enfants, mais ce

ne fut pas le cas : les résultats demeurent très modestes même si on ne considère que les garçons, que les filles, ou que les enfants de familles plus, ou moins, favorisées socio-économiquement.

Les tableaux suivants portent sur l'ajustement scolaire, plus précisément sur les apprentissages faits par l'enfant en ce qui concerne les matières et les notions de base, d'abord en maternelle (Tableau 6). On constate un portrait de résultats plus prometteur : en plus de quelques résultats épars concernant les FE à 2 et 3 ans, les FE-inhibition telles qu'évaluées à 4 ans sont associées positivement aux quatre aspects des apprentissages considérés. Les enfants ayant une meilleure capacité à inhiber de façon délibérée leurs impulsions à 4 ans ont une meilleure connaissance des couleurs et des formes, des principes d'orientation spatiale, des chiffres et du calcul, ainsi que des lettres et de l'écriture, à la fin de leur année de maternelle. Notons qu'ici aussi, nous avons exploré la possibilité que les résultats diffèrent selon le sexe de l'enfant et le niveau socio-économique de sa famille, mais ces analyses ne furent pas concluantes : les résultats présentés au Tableau 6 varient peu selon le sexe ou le niveau socio-économique.

Tableau 6 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et les apprentissages en maternelle

Fonctions exécutives	Couleurs/ Formes	Orientation spatiale	Chiffres et calcul	Lettres et écriture
FE-conflit 2 ans	.15	.15	.16	.16
FE-conflit 3 ans	.22 ^t	.11	.00	.14
FE-conflit 4 ans	.00	.11	-.03	.16
FE-inhibition 2 ans	.16	.21 ^t	.02	-.03
FE-inhibition 3 ans	.12	.06	-.10	.27*
FE-inhibition 4 ans	.31**	.22*	.37**	.22*

Les dernières analyses ont elles aussi porté sur les apprentissages, mais cette fois-ci évalués à la fin de la première année d'école. Le Tableau 7 présente un patron de résultats prometteur mais somme toute assez mitigé : bien que toutes les relations

soient dans le sens attendu (soit positif), seulement deux atteignent le seuil de signification statistique, et il est assez difficile de voir la cohérence de ces résultats : l'un est relatif aux mathématiques, l'autre à la lecture, l'un concerne les FE-conflit et l'autre les FE-inhibition, et de plus à des âges différents.

Tableau 7 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et les apprentissages en 1^{ère} année

Fonctions exécutives	Mathématique	Lecture
FE-conflit 2 ans	.21	.05
FE-conflit 3 ans	.40**	.04
FE-conflit 4 ans	.06	.16
FE-inhibition 2 ans	.14	.29*
FE-inhibition 3 ans	.21	.13
FE-inhibition 4 ans	.22 ^t	.12

D'autres analyses ont toutefois été menées, toujours avec l'objectif d'étudier la possibilité que les résultats diffèrent selon le sexe de l'enfant et le niveau socio-économique de sa famille. Dans ce cas-ci ces analyses se sont avérées parlantes. Précisons d'abord que la variable de niveau socio-économique se constitue d'un score composite des trois facteurs suivants: revenu familial, éducation maternelle, et éducation paternelle. Nous avons ensuite fait une coupure médiane, c'est-à-dire créé deux sous-échantillons : les 50% de familles obtenant les scores les plus élevés sur la variable composite de niveau socio-économique, et les 50% de familles obtenant les scores les moins élevés sur cette variable. Nous référons donc à ces deux groupes de familles comme étant « relativement plus » et « relativement moins » favorisées, afin que le lecteur garde bien à l'esprit que le groupe relativement moins favorisé ne représente pas un groupe de « familles défavorisées » à proprement parler. Il est plus exact de considérer que nos familles « relativement moins favorisées » représentent la classe moyenne à moyenne inférieure, approximativement.

Dans le cas des filles et des enfants de familles relativement plus favorisées, les liens entre les FE et les connaissances en mathématique et lecture étaient très faibles dans l'ensemble (par souci de concision, ces résultats ne sont pas présentés en tableau ici, mais sont disponibles sur demande). À l'opposé, des liens intéressants apparaissent spécifiquement chez les garçons (Tableau 8) et chez les enfants de familles relativement moins favorisées (Tableau 9). Dans les deux cas, le portrait est semblable : les liens entre les FE et la performance en lecture au WIAT sont tous dans le sens attendu (positif), et de magnitude modeste mais non négligeable. Toutefois, probablement parce que ces analyses ont été conduites sur des échantillons plus petits (environ 50% de l'échantillon total), avec la perte de la puissance statistique que cela entraîne, aucune de ces associations n'atteint le seuil conventionnel (0,05) de signification statistique. Par contre, en ce qui concerne les habiletés en mathématiques, les relations avec les FE sont souvent plus marquées, et plusieurs atteignent le seuil de signification statistique. Ainsi, chez les garçons et chez les enfants de familles relativement moins favorisées, plusieurs aspects des FE mesurées au préscolaire sont significativement associés aux habiletés en mathématiques à la fin de la première année d'école. Toutes les associations (significatives ou non) vont dans le même sens, et suggèrent que les enfants qui ont de meilleures FE-conflit ou de meilleures FE-inhibition à 2, 3 ou 4 ans offrent ensuite une performance supérieure à une épreuve d'opérations mathématiques vers la fin de leur première année à l'école.

Tableau 8 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et les apprentissages en 1^{ère} année, chez les garçons uniquement

Fonctions exécutives	Mathématique	Lecture
FE-conflit 2 ans	.31	.22
FE-conflit 3 ans	.43*	.12
FE-conflit 4 ans	.04	.28
FE-inhibition 2 ans	.53**	.21
FE-inhibition 3 ans	.26	.17
FE-inhibition 4 ans	.42*	.26

Tableau 9 : Corrélations entre les fonctions exécutives au préscolaire et les apprentissages en 1^{ère} année, chez les enfants de familles relativement moins favorisées uniquement

Fonctions exécutives	Mathématique	Lecture
FE-conflit 2 ans	.16	.14
FE-conflit 3 ans	.35 ^t	.26
FE-conflit 4 ans	.42 [*]	.33 ^t
FE-inhibition 2 ans	.13	.30
FE-inhibition 3 ans	.28	.19
FE-inhibition 4 ans	.50 ^{**}	.31

Nous considérons les résultats des Tableaux 8 et 9 comme les plus importants, d'un point de vue pratique, à découler de ce rapport et de cette étude. En effet, tel que mentionné dans la partie B, il n'est plus à démontrer que les garçons, et les enfants de familles relativement moins favorisées sur le plan socio-économique, représentent les groupes d'enfants qui sont les plus à risque de difficultés scolaires, et plus tard de décrochage scolaire. Or, nos résultats suggèrent que parmi ces mêmes enfants spécifiquement, ceux qui présentent de meilleures FE alors qu'ils sont petits (2-4 ans) ont plus de chances que les autres d'avoir de bons résultats, en mathématiques surtout, lorsqu'ils atteignent les bancs d'école.

Perspectives empiriques futures

Terminons cette section en mentionnant que les analyses présentées dans ce rapport sont préliminaires et incomplètes, et que tant la cueillette de données que les analyses se poursuivent au moment du dépôt de ce rapport (août 2014). Des résultats plus complets, sur un plus grand échantillon et incluant également l'ajustement social et scolaire en 2^e année, seront disponibles au cours de l'année 2015. À ce moment, des analyses plus poussées seront également menées, notamment pour contrôler l'influence potentielle de facteurs confondants.

PARTIE E - PISTES DE RECHERCHE

Les résultats souvent non-significatifs observés dans cette étude interpellent surtout, à notre avis, les chercheurs : ceci signifie-t-il que les liens entre les FE et le fonctionnement social et scolaire, bien documentés chez les enfants plus vieux, n'apparaissent effectivement pas au préscolaire et se forment plutôt lors des premières années d'école? Ou plus simplement, ces liens existent-ils mais les paramètres de la présente étude n'ont pas permis de les mettre à jour? Il s'agit là de questions scientifiques ouvertes.

De plus, nous sommes à la fois enthousiasmées et prudentes face à nos résultats suggérant que les FE au préscolaire puissent être particulièrement pertinentes pour le début du parcours scolaire des enfants mêmes qui sont le plus à risque d'éprouver des difficultés à l'école, soit les garçons et les enfants de familles relativement moins favorisées sur le plan socio-économique. Si de tels résultats sont robustes et généralisables, ils semblent suggérer qu'intervenir tôt, afin de promouvoir le développement exécutif chez ces groupes d'enfants, pourrait s'avérer être un outil puissant pour réduire l'écart croissant de rendement qui caractérise le parcours scolaire de ces enfants par rapport à celui des filles et des enfants de familles relativement plus favorisées. Il semble donc pertinent de d'abord vérifier si nos résultats sont généralisables à d'autres échantillons. Si tel est le cas, il semblerait souhaitable d'implanter, au préscolaire, des interventions se centrant sur les FE, du type « Tools of the Mind » (Bodrova & Leong, 2007; Diamond et al., 2007), et de poursuivre le suivi longitudinal des enfants afin de vérifier si une telle intervention hâtive sur les FE favorise l'adaptation sociale et scolaire une fois que les enfants fréquentent l'école.

PARTIE F - RÉFÉRENCES PRINCIPALES

- Biederman, J., Monuteaux, M.C., Doyle, A.E., Seidman, L.J., Wilens, T.E., Ferrero, F., et al. (2004). Impact of Executive Function Deficits and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder on Academic Outcomes in Children. *Journal of Consulting & Clinical Psychology, 72*, 757-766.
- Bierman, K.L., Nix, R.L., Greenberg, M.T., Blair, C., & Domitrovich, C.E. (2008). Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Development and Psychopathology, 20*, 821-843.
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist, 57*, 111-127.
- Blair, C. & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology, 20*, 899-911.
- Blair, C. & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*, 647-663.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2007). *Tools of the mind* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology, 28*, 585-615.
- Carlson, S.M., Moses, L.J., & Breton, C. (2002). How specific is the relation between executive function and theory of mind? Contributions of inhibitory control and working memory. *Infant and Child Development, 11*, 73-92.
- Carlson, S.M. & Wang, T.S. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development, 22*, 489-510.
- Chew, A.L., & Morris, J. D. (1989). Predicting later academic achievement from kindergarten scores on the Metropolitan Readiness Tests and the Lollipop Test. *Educational and Psychological Measurement, 49*, 461-465.
- Diamond, A., Barnett, W., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science, 318*, 1387-1388.
- Direction de santé publique (2008). *En route pour l'école! Enquête sur la maturité scolaire des enfants montréalais*. Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, Gouvernement du Québec.
- Dishion, T. J., & Stormshak, E. (2009). A family-centered intervention strategy for public middle schools. In J. H. Bray, & M. Stanton (Ed.), *The handbook of family psychology* (pp. 499-514): Wiley.
- Espy, K., McDiarmid, M.M., Cwik, M.F., Stalets, M.M., Hamby, A., & Senn, T.E. (2004). The Contribution of Executive Functions to Emergent Mathematic Skills in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465-486.

- Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*, 31-60.
- Heckman, J. J. (2006). Skill Formation and the Economics of Investing in Disadvantaged Children. *Science*, *312*(5782), 1900-1902.
- Hughes, C.H. & Ensor, R.A. (2008) Does Executive Function Matter for Preschoolers' Problem Behaviors? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*, 1-14
- Kochanska, G., Murray, K.T., & Harlan, E.T. (2000). Effortful control in early childhood : Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology*, *36*, 220-232.
- Kochanska, G., Murray, K.T., Jacques, T.Y., Koenig, A.L., & Vandegest, K.A. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development*, *67*, 490-507.
- Ladd, G.W. (2004). Probing the adaptive significance of children's behavior and relationships in the school context: A child by environment perspective. *Advances in Child Behavior and Development*, *31*, 43-104.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological Assessment* (3rd Ed). New York: Oxford University Press.
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, *53*, 185-204.
- Noble, K.G., Norman, M.M., & Farah, M.J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, *8*, 74-87.
- Pianta, R.C. (2001). *The Student-Teacher Relationship Scale*. Lutz, FL, Psychological Assessment Resources.
- Rudolph, K.D., Hammen, C. & Burge, D. (1995). Cognitive Representations of Self, Family, and Peers in School-Age Children: Links with Social Competence and Sociometric Status. *Child Development*, *66*, 1385-1402.
- Van der Sluis, S., de Jong, P.F., van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*, 427-449.
- Venet, M., Normandeau, S., Letarte, M.-J., & Bigras, M. (2003). Les propriétés psychométriques du Lollipop. *Revue de Psychoéducation*, *32*, 165-176.
- Wechsler, D. (2003). Wechsler Individual Achievement Test, 2nd Canadian edition. Toronto, Pearson Canada Assessment.
- Wechsler, D. (2008). *Test de rendement individuel de Wechsler, 2e édition, version pour francophones du Canada : Manuel de normes québécoises*. Toronto, Pearson Canada Assessment.
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 553-574). Cambridge, MA: MIT Press.