

- <sup>1</sup>Department of Psychology, University of Virginia, Charlottesville, VA, United States
- <sup>2</sup>Department of Education, University of Hartford, Hartford, CT, United States

## Montessori préscolaire élève et égalise les résultats des enfants: une étude longitudinale

Des programmes préscolaires de qualité qui développent l'ensemble de l'enfant par l'acquisition de compétences socio-émotionnelles et cognitives adaptées à l'âge sont prometteurs pour améliorer de manière significative les résultats des enfants. Cependant, les programmes préscolaires tendent soit à être dirigés par des enseignants et didactiques, soit à manquer de contenu académique. Un modèle préscolaire qui implique à la fois une activité dirigée par l'enfant, librement choisie et un contenu académique est Montessori. Nous rapportons ici une étude longitudinale qui a tiré profit de l'admission aléatoire à la loterie à deux écoles d'aimant Montessori publiques dans une ville américaine très pauvre. L'échantillon final comprenait 141 enfants, 70 à Montessori et 71 dans d'autres écoles, dont la plupart ont été testés 4 fois sur 3 ans, du premier semestre à la fin du préscolaire (3-6 ans), sur une variété de mesures émotionnelles. Montessori préscolaire a élevé les résultats des enfants de plusieurs façons. Bien qu'ils ne soient pas différents au premier test, les enfants Montessori se sont mieux débrouillés au fil du temps en ce qui a trait aux résultats scolaires, à la compréhension sociale et à l'orientation de la maîtrise, et ils ont également signalé relativement plus de sympathie pour les tâches scolaires. Ils ont également obtenu des notes plus élevées sur la fonction exécutive lorsqu'ils étaient 4. En plus d'améliorer la performance globale de ces mesures, Montessori préscolaire égalise également les résultats parmi les sous-groupes qui ont généralement des résultats inégaux. Premièrement, la différence de rendement scolaire entre les enfants Montessori à faible revenu et les enfants scolarisés conventionnellement à revenu plus élevé était plus faible à chaque moment et n'était pas (statistiquement parlant) significativement différente à la fin de l'étude. Deuxièmement, en défiant la constatation typique que la fonction exécutive prédit la réussite scolaire, dans les salles de classe Montessori, les enfants ayant une fonction exécutive inférieure obtiennent aussi bien des résultats scolaires que ceux ayant une fonction exécutive supérieure. Cela suggère que Montessori préscolaire a le potentiel d'élever et d'égaliser les résultats importants, et une étude plus large des écoles maternelles publiques Montessori est justifiée.

### introduction

L'optimisation de l'éducation préscolaire est importante du point de vue économique et du développement (Heckman, 2006, Blair et Raver, 2016). Le cerveau humain subit un développement marqué au cours des six premières années, et l'environnement interagit avec l'expression génique produisant des changements qui semblent permanents (Zhang et Meaney, 2010). En outre, le développement neuronal se déroule de manière hiérarchique, les acquis ultérieurs étant construits sur des acquis antérieurs (Merzenich, 2001). Les analyses économiques montrent que les taux de rendement les plus élevés des investissements en éducation dans le capital humain proviennent des programmes préscolaires (Heckman, 2006). Pourtant, les deux principaux exemples d'interventions réussies en faveur de la petite enfance (Perry Preschool et Abecedarian Project) remontent aux années 1960 (Campbell et al., 2002; Schweinhart et al., 2005) et étaient de petites études avec des interventions très coûteuses. (de l'ordre de 20 000 \$ / an par enfant) à mettre en œuvre dans les dollars d'aujourd'hui (Minervino et Pianta, 2014). Faire de telles interventions à grande échelle serait extrêmement difficile. Cependant, certains programmes préscolaires publics alternatifs peuvent être largement mis en œuvre;

un tel programme est Montessori. Comprendre si de tels programmes offrent des avantages mesurables au développement des jeunes enfants est une condition préalable à la détermination de la tentative de mise en œuvre à grande échelle.

L'éducation Montessori s'aligne sur les principes et les pratiques qu'un siècle de recherche a montré sont plus optimales pour le développement de l'enfant que les principes et les pratiques qui sous-tendent la scolarité conventionnelle (Lillard, 2017). Développée par un médecin dans la première moitié du XXe siècle, la méthode éducative découle d'une observation attentive des enfants dans des environnements relativement libres. Il fournit un ensemble complexe et interdépendant de matériels et de leçons pratiques sur les principaux sujets et est conçu pour les enfants de 0 à 12 ans et plus (Montessori, 1994a). Au sein d'une structure créée par les matériels et la supervision des enseignants, les enfants sont libres de faire des choix constructifs parmi les activités qui leur ont été enseignées, d'explorer leurs intérêts personnels (avec la réserve qu'ils s'engagent aussi largement) et de décider s'ils doivent travailler seuls ou avec pairs dans les classes multi-âge. Il n'y a pas de grades ou de récompenses extrinsèques, et l'apprentissage se situe dans des contextes réels ou simulatifs. L'éducation Montessori vise le développement de l'enfant entier, en intégrant la croissance sociale et cognitive pour un fonctionnement autonome sain.

Les premières études sur les résultats de Montessori manquaient de bons contrôles ou comportaient de petits échantillons et des compromis sur la qualité du programme; par exemple, ils utilisaient des salles de classe à un seul âge, ajoutaient des activités non-Montessori et / ou avaient des enseignants ayant une formation minimale (Karnes et al., 1983, Miller et Bizzell, 1984). La qualité du programme est clairement une considération importante, car les enfants des classes Montessori de haute fidélité (où les enfants n'avaient que des activités Montessori) avaient des gains sociaux et cognitifs plus importants que ceux des moins fidèles (Lillard, 2012). Cependant, l'étude de Lillard (2012) comportait de sérieuses limites, notamment le fait que les enfants étaient à revenu intermédiaire et non assignés au hasard aux écoles, qui étaient privées. De telles limitations sont courantes dans les études relativement peu nombreuses sur l'éducation Montessori (Rathunde et Csikszentmihalyi, 2005, Peng et Md-Yunus, 2014).

Une autre étude a évité ces problèmes en testant des enfants de 5 ans dans une école Montessori de haute-ville publique, qui avait été admise dans une loterie informatisée au niveau du district à l'âge de 3 ans, et comparé leurs résultats à ceux de 5 les enfants âgés de moins d'un an qui ont perdu cette loterie et qui fréquentent des écoles non-Montessori (Lillard et Else-Quest, 2006). Les enfants Montessori ont nettement surpassé les enfants témoins sur un éventail de mesures. Dans cette étude, cependant, l'échantillon d'enfants d'âge préscolaire était petit (N = 55), et les enfants ont été testés une seule fois au cours de l'année scolaire. Ces limitations sont également problématiques.

Dans la présente étude, les enfants de deux écoles magnétoscopiques Montessori haute fidélité (11 salles de classe) qui avaient été admis à l'aide d'une loterie informatisée au niveau du district à l'âge de 3 ans ont été comparés à un groupe ayant perdu la loterie. Les écoles Montessori, dont plus de la moitié étaient des écoles privées. Les enfants (N = 141) ont été testés au cours du semestre d'automne à l'âge de 3 ans, puis de nouveau à la fin de l'année scolaire pendant trois années consécutives. Les tests, décrits ci-après, ont évalué une variété de compétences connues pour être importantes pour le succès ultérieur.

La capacité scolaire des enfants est considérée comme primordiale dans les évaluations scolaires. Pour les jeunes enfants, les premiers progrès en lecture, en vocabulaire et en compréhension numérique sont des indicateurs précieux. Ici, nous avons mesuré avec quatre tests de performance Woodcock-Johnson IIIIR: Word-Word, vocabulaire d'image, problèmes appliqués et calcul (Woodcock et al., 2001). Les tests de Woodcock-Johnson ont de bonnes propriétés psychométriques telles que décrites dans le manuel et sont fréquemment utilisés pour mesurer les résultats scolaires.

Le bénéfice académique pourrait avoir des compromis dans l'apprentissage social; en effet, l'éducation Montessori a été critiquée pour être «asocial» puisque les enfants participent rarement à des activités de classe entière (DeVries et Gonçu, 1987). La cognition sociale a été mesurée avec l'échelle de la théorie de l'esprit (Wellman et Liu, 2004), qui a une bonne validité interne et externe (Wellman, 2014); par exemple, il prédit une compétence sociale ultérieure (Wellman, 2014). Un concept central de l'échelle de la théorie de l'esprit est la

compréhension de la fausse croyance, qui a suscité beaucoup d'attention dans la psychologie du développement et l'éducation au cours des 30 dernières années (Blair et Razza, 2007). Comprendre que quelqu'un peut avoir une fausse croyance implique la compréhension cruciale que les esprits représentent le monde, et que les comportements des gens ne sont pas (nécessairement) sur la façon dont le monde est réellement, mais sur la façon dont ils représentent le monde (Dennett, 1987). L'échelle Théorie de l'esprit contextualise cette compréhension clé avec les étapes qui la mènent (compréhension de la perception et de sa relation à la connaissance, et comprendre que les gens peuvent croire différentes choses) et la suivent (comprendre que les émotions que nous transmettons peuvent différer des émotions nous nous sentons réellement).

Bien que la théorie de l'esprit soit liée à la compétence sociale, ce sont des constructions différentes. La compétence sociale a été mesurée plus directement avec les histoires tirées du Test de résolution de problèmes sociaux de Rubin - Révisé (Rubin, 1988); une histoire différente a été utilisée chaque année, et la notation a été modifiée en fonction de la maturité de la compétence sociale révélée dans les réponses des enfants. Dans ces histoires, un enfant a une ressource convoitée (comme une balançoire) qu'un autre enfant veut vraiment, et les enfants doivent trouver des stratégies que l'enfant focal pourrait utiliser pour obtenir la ressource; des réponses comme «Je lui demanderais de partager pendant 10 minutes, puis elle pourrait l'avoir pour 10 minutes de plus» sont considérées comme hautement compétentes, alors que «je dirais à l'enseignant» ou «je dirais s'il vous plaît, s'il vous plaît» ne sont pas. D'autres études ont montré que les enfants des établissements préscolaires Montessori haute fidélité montrent plus de compétences sociales dans cette tâche (ainsi que de meilleures interactions avec les terrains de jeux) que les enfants des autres types d'établissements préscolaires (Lillard et Else-Quest, 2006;

La théorie de l'esprit est aussi fortement associée à la fonction exécutive et implique plusieurs des mêmes structures neurales (par exemple le cortex préfrontal médial et latéral et la jonction temporo-pariétale) (Carlson et Moses, 2001; Koster-Hale et Saxe, 2013; et Carey, 2017). La fonction exécutive a été mesurée dans cette étude parce qu'elle sous-tend les compétences d'autorégulation qui sont importantes pour la réussite scolaire et la réussite dans la vie (Blair et Razza, 2007, Diamond, 2013, Vernon-Feagans et coll., 2016); en fait, l'autoréglementation à l'âge de 4 ans prédit des résultats en matière de santé, de richesse et de criminalité à l'âge de 32 ans (Moffitt et al., 2011). Ici la fonction exécutive a été mesurée avec deux tâches; une batterie complète de tests aurait été souhaitable (Willoughby et al., 2011, Lipsey et al., 2017), mais les contraintes de temps n'en autorisaient que deux. Une fonction exécutive était Head-Toes-Knees-Shoulders (HTKS), dans laquelle un enfant doit faire le contraire d'une commande (par exemple, toucher ses orteils lorsqu'on lui demande de toucher sa tête). Pour ce faire, un enfant doit garder à l'esprit une commande avec la règle pour exécuter son contraire, doit inhiber la réponse opposée, et doit exécuter le nécessaire. Cette tâche a de bonnes propriétés psychométriques et est liée à d'autres tests de la fonction exécutive ainsi qu'à des succès scolaires concomitants et ultérieurs (McClelland et al., 2007, Ponitz et al., 2008, 2009, Lipsey et al., 2017). La deuxième évaluation de la fonction exécutive était le sous-test de la conception de copies de la section Traitement visuospatial du NEPSY-II (Korkman et al., 2007). Pour cette tâche, les enfants voient un dessin et doivent le garder à l'esprit lorsqu'ils transforment l'image visuelle en son exécution motrice et une nouvelle copie visuelle résultante de cette image. Ainsi, la mémoire de travail, l'attention, le contrôle inhibiteur et les compétences d'exécution sont utilisés. La copie de conception est fortement liée aux autres tests de la fonction exécutive (Grissmer et al., 2010, Cameron et al., 2012, Fuhs et al., 2014, Lipsey et al., 2017) et a une bonne fiabilité test-retest ( $r = 0,72$  dans Lipsey et al., 2017). La capacité de copie de conception est également liée à la réussite scolaire (Grissmer et al., 2010). Bien que ces deux tâches requièrent des compétences similaires en termes de fonctions exécutives, HTKS implique de grands processus moteurs alors que Design Copy implique des compétences motrices fines.

En plus du rendement scolaire, de la théorie de l'esprit, de la compétence sociale et de la fonction exécutive, qui ont été examinés précédemment, nous avons également utilisé trois tâches qui n'avaient pas été utilisées auparavant dans les études de Montessori préscolaire. Le premier était la croissance d'une orientation de maîtrise. L'orientation de la maîtrise est une qualité personnelle importante (Dweck, 2006) indiquant un «état d'esprit de la croissance» (Dweck, 2017): la conviction que, avec effort, on peut maîtriser les défis et accroître ses capacités. Les personnes qui sont orientées vers la maîtrise veulent apprendre et entreprendre des tâches difficiles pour le faire. Ils sont résilients, persistant même face à l'échec. Leur théorie implicite de l'intelligence est qu'elle est malléable, de sorte que plus une personne travaille, mieux elle peut l'être. En revanche, les personnes orientées vers la performance cherchent à être belles; leur théorie implicite de l'intelligence est qu'elle est fixe, et ils ont tendance à abandonner face à l'échec. Environ 80% des Américains adoptent

naturellement une orientation ou l'autre, mais les circonstances peuvent modifier ces orientations. Il est clair que si l'école pouvait augmenter l'orientation de la maîtrise, ce serait positif. Parce que les pratiques scolaires conventionnelles comme les récompenses extrinsèques tendent plutôt à encourager une orientation vers la performance, et que l'éducation Montessori ne les utilise pas, nous nous attendions à ce que les enfants soient plus orientés vers la maîtrise par les deux dernières années de Montessori. L'orientation de la maîtrise a été mesurée avec une modification d'une tâche de puzzle développée par Smiley et Dweck (1994). Les enfants ont pu résoudre un casse-tête facile et très difficile (en fait, impossible), puis plus tard ils ont eu la possibilité de travailler de nouveau sur l'un ou l'autre puzzle. Des preuves convergentes suggèrent que les enfants qui choisissent de continuer à travailler sur un casse-tête insoluble sont des «persister» avec une orientation de maîtrise plus forte que les enfants qui choisissent de travailler de nouveau sur un casse-tête facile (Smiley et Dweck, 1994). Avoir un état d'esprit axé sur la maîtrise prédit l'accomplissement au fil du temps (Dweck, 2006). Parce qu'il faudrait du temps pour qu'une orientation comme celle-ci se développe dans un programme scolaire, et parce qu'elle impliquait une réponse 0-1, les choix aux deux premiers points par rapport aux deux derniers points ont été examinés.

La deuxième nouvelle construction était les sentiments concernant les tâches académiques. Les résultats scolaires précoces peuvent se faire au détriment des tâches scolaires, ce qui n'est pas souhaitable puisque la pratique de la maternelle prédit la réussite scolaire ultérieure (Ladd et al., 2000). Le fait de ne pas aimer les tâches scolaires pourrait découler d'un accent important sur les universitaires et pourrait présager l'épuisement professionnel, un problème récemment soulevé par une étude sur les enfants d'âge préscolaire du Tennessee qui réussissaient moins bien en deuxième année que les enfants non scolarisés (Lipsey et al. Haskins et Brooks-Gunn, 2016). Nous avons donc évalué le goût des enfants pour les tâches académiques telles que les cours et la lecture. Cependant, étant donné que les enfants d'âge préscolaire ont tendance à être très positifs au sujet de nombreuses expériences, ils ont aussi tenu compte de la mesure dans laquelle ils professaient aimer les activités de loisir comme jouer et regarder des films.

Une autre mesure qui n'a pas été utilisée dans les études antérieures sur les résultats de Montessori était la tâche des utilisations de remplacement, qui évalue la créativité. La créativité est certainement une construction souhaitable. Parce que les méthodes éducatives conventionnelles exigent souvent que les enfants répondent aux questions de manière spécifique (comme dans les tests à choix multiples) mais Montessori encourage souvent l'exploration indépendante, Montessori pourrait promouvoir plus de créativité. D'un autre côté, il y a des façons particulières pour les enfants d'utiliser des matériaux Montessori spécifiques, ce qui peut décourager la créativité. D'autres utilisations (parfois appelées utilisations créatives ou inhabituelles) sont des tâches couramment utilisées qui exigent que l'on trouve autant d'utilisations que possible pour des articles courants comme les trombones et les serviettes (Guilford et Christensen, 1973). Il a été administré à chaque moment après la première chute. Beaucoup de grands innovateurs actuels, comme les deux fondateurs de Google (Sergei Brin et Larry Page), le fondateur d'Amazon (Jeff Bezos), le créateur de Wikipedia (Jimmy Wales) et le concepteur du jeu vidéo révolutionnaire Sim City (Will Wright) ont fréquenté les écoles Montessori (McAfee, 2011, Gaylord, 2012) et d'autres études ont montré que les enfants Montessori sont plus créatifs dans les années suivantes (Lillard et Else-Quest, 2006, Besançon et Lubart, 2008), mais pas en préscolaire. À notre connaissance, aucune autre étude n'a utilisé d'autres utilisations avec les enfants d'âge préscolaire Montessori.

En somme, l'étude a mesuré le rendement scolaire des enfants, la théorie de l'esprit et les aptitudes sociales, la fonction exécutive, l'orientation de la maîtrise, la jouissance relative de l'école et la créativité à quatre moments différents pour déterminer si l'éducation Montessori aurait une influence significative.

En plus d'examiner l'efficacité globale de Montessori préscolaire pour ces mesures, l'étude (en raison de sa taille de l'échantillon) a permis d'examiner le potentiel de Montessori pour perturber le pouvoir prédictif de certaines variables pour certains résultats. L'un est le pouvoir prédictif du revenu pour la réussite, ou l'écart de réalisation du revenu. La pauvreté infantile est un prédictif significatif des résultats médiocres de la vie (Brooks-Gunn et Duncan, 1997, Yoshikawa et al., 2012). L'éducation est largement considérée comme un moyen de sortir de la pauvreté, mais le statut socio-économique (SSE) et la réussite scolaire sont corrélés (National Early Childcare Research Network, 2005, Sirin, 2005). L'écart de rendement, qui est plus grand que l'écart de réussite raciale, est présent à la maternelle et persiste à ce niveau élevé tout au long de l'école (Reardon, 2011). Ici, nous avons examiné le potentiel de Montessori pour combler l'écart de rendement en éducation préscolaire. Deuxièmement, la fonction exécutive est connue pour prédire de nombreux résultats de la vie (Moffitt et al., 2011); les enfants

dont la fonction exécutive est moins bonne ne réussissent généralement pas aussi bien à l'école (Blair et Razza, 2007, Duncan et al., 2007), et des programmes de rattrapage comme le Chicago School Readiness Project (Raver et al., 2011) et Tools of the Mind (Diamond et al., 2007) sont institués comme des programmes complémentaires coûteux. Montessori est une forme d'instruction différenciée qui peut naturellement soutenir différents niveaux de la fonction exécutive. Par exemple, un enfant qui a besoin de plus de structure peut être surveillé de plus près qu'un enfant qui a besoin de moins de structure. Ceci est plus difficile à faire dans les écoles conventionnelles, puisque la structure est mise en place pour traiter tous les enfants d'une classe donnée de la même manière (Tomlinson, 2014). Parce que Montessori peut plus facilement et naturellement s'adapter aux différences chez les enfants, nous demandons si la fonction exécutive pourrait être moins prédictive dans les programmes Montessori.

Les échantillons étaient ethniquement diversifiés et équivalents au premier point de test en termes de scolarité et de revenu des parents (allant de 0 à 200 000 \$), d'âge des enfants et de scores de temps 1; ce manque de différences préexistantes serait attendu compte tenu de l'attribution aléatoire de la loterie. De légères différences (mais non significatives) de performance au moment 1 pourraient être dues aux programmes scolaires ayant déjà influencé les enfants au premier point de test, qui ont varié de la mi-septembre à la mi-décembre. Au cours des 30 mois suivants, des différences significatives sont apparues sur plusieurs mesures, toutes indiquant de meilleurs résultats pour les enfants dans le programme Montessori.

## Matériaux et méthodes

Cette étude longitudinale a examiné comment les enfants de Montessori et d'autres environnements préscolaires ont changé au cours des trois dernières années. Les mêmes tests de base ont été administrés aux enfants à chaque moment. L'étude a été réalisée en conformité avec les lignes directrices pour la recherche humaine de l'Institutional Review Board pour les sciences sociales et comportementales à l'Université de Virginie, qui a approuvé le protocole.

## Participants

Les caractéristiques de l'échantillon sont détaillées dans le tableau 1. En bref, l'échantillon final comprenait 70 enfants dans Montessori et 71 témoins dans d'autres écoles non-Montessori. Les enfants avaient 41,15 mois en moyenne au premier point de test, et chaque échantillon était ethniquement diversifié et comptait un peu plus de mâles que de femelles. Le revenu du ménage variait largement (parce que la loterie était pour une école aimantée) tout comme l'éducation des parents; le parent moyen avait fait des études collégiales, mais la gamme allait de la 9<sup>e</sup> à la 3<sup>e</sup> année. Les deux sous-échantillons ne différaient d'aucune variable ethnographique mesurée.

## Recrutement

Tous les participants ont été recrutés à Hartford, CT et dans ses banlieues périphériques par des lettres envoyées à la maison par le bureau du district scolaire après une loterie de choix d'école (voir ci-dessous) dans chacune des 4 années couvrant 2010-2013; Chaque enfant participant a participé à l'étude pendant 3 ans, la collecte de données a donc été effectuée de l'automne 2010 au printemps 2016. Des lettres ont été envoyées aux parents de tous les enfants de 3 ans inscrits à une loterie listant l'une des deux écoles publiques Montessori. leur premier choix; les lettres étaient accompagnées de formulaires de contact, démographiques et scolaires, d'une lettre d'autorisation et d'une enveloppe pour renvoyer leur information au coordonnateur de l'étude. Les parents ont reçu une carte-cadeau de 10 \$ en guise de remerciement pour avoir retourné les formulaires d'information. Après les tests de printemps chaque année, les enfants ont reçu un livre adapté à leur âge et les parents ont reçu une carte-cadeau de 50 \$.

## Loterie

La loterie a été faite par ordinateur au Regional School Choice Office du Connecticut State Department of Education à Hartford, CT en mai de chaque année. Les parents ou les tuteurs d'un enfant avaient soumis une

demande de loterie pendant la période allant d'octobre à février, choisissant l'une des deux écoles Montessori comme premier choix parmi cinq écoles. La sélection de loterie était aléatoire, sauf pour le quartier, les frères et sœurs et les préférences du personnel. Les enfants du personnel ont été disqualifiés de l'étude mais 2 enfants d'étude ont été admis à un Montessori via la préférence de fratrie; leurs frères et sœurs avaient vraisemblablement été admis au hasard, de sorte que les caractéristiques parentales latentes pour lesquelles la loterie était censée être contrôlée étaient toujours présentes. Un enfant témoin a été admis à Montessori mais n'y a pas participé parce que les parents «n'aimaient pas le quartier dans lequel se trouvait l'école»; tous les autres participants qui ont été admis dans l'une des deux écoles Montessori s'y sont inscrits. Ces deux frères et sœurs et le non admis ont été assignés au groupe de programme scolaire dans lequel ils se trouvaient, mais le fait de retirer les deux frères et de placer l'enfant croisé dans le groupe expérimental («intention de traiter») n'a eu aucun effet significatif sur les résultats. Par exemple, la réussite scolaire ANCOVA on Time 4 se renforce légèrement lorsque ces changements sont faits, de  $F(2, 119) = 7,24, p = 0,008, \eta^2p = 0,06$  à  $F(2, 117) = 9,58, p = 0,002, \eta^2p = 0,08$ . Pour des raisons philosophiques (comme le regroupement des participants en fonction du traitement reçu), l'assignation de groupe initiale de l'étude a été conservée.

## Écoles

### Écoles de contrôle

Quarante-trois enfants témoins ont fréquenté les mêmes écoles pendant toute la durée de l'étude; 26 ont changé d'école et 1 a changé d'école deux fois. Au début de l'étude, les 71 enfants témoins étaient dans 51 écoles; la plupart de ces écoles avaient 1 enfant, certaines en avaient 2-3 et une avait 4 ans. Au cours de toute l'étude (6 années scolaires), les enfants témoins étaient répartis dans 71 écoles différentes. (Les enfants ont été suivis à l'école, pas au niveau de la salle de classe). Trente des 71 écoles étaient financées par des fonds publics (15 aimants, dont les écoles Reggio, Arts et Sciences environnementales, 8 écoles publiques conventionnelles et 7 programmes Head Start) et 41 écoles privées. Trente-deux des écoles fréquentées par des enfants témoins se trouvaient dans la ville de Hartford (y compris West Hartford, qui est plus riche avec un revenu familial moyen de 120 000 \$) et 39 dans les banlieues périphériques. Les programmes publics de la petite enfance dans le Connecticut doivent (1) satisfaire aux normes d'accréditation du NAEYC et (2) être membre du registre professionnel de la petite enfance de l'État. Le Connecticut exige un diplôme d'enseignement de la petite enfance qui implique soit (1) d'être diplômé d'un programme d'enseignement supérieur approuvé ou (2) un autre diplôme d'enseignement supérieur, expérience d'enseignement, et 12 crédits en éducation de la petite enfance.

### Écoles Montessori

L'une des écoles Montessori a été la première école publique Montessori du Connecticut, établie en 1994. L'autre a ouvert ses portes en 2008. Pendant les années d'études, les deux écoles Montessori ont été reconnues par l'Association Montessori Internationale pour leur fidélité aux principes originaux. Une école comptait 5 salles de classe et l'autre 6 salles de classe desservant 27 enfants de trois à six ans. Une école comprenait également des élèves de 6e année et de l'autre en 8e année; chacun avait environ 350 enfants au total. Les enseignants avaient tous une formation AMI, pour laquelle un diplôme BA / BS est préféré mais pas obligatoire. Trois des enseignants d'une école avaient auparavant enseigné de manière conventionnelle, et ont accepté de se recycler lorsque l'école a été convertie en Montessori en 2008. Il y avait un certain roulement d'enseignants pendant l'étude mais ces changements n'étaient suivis ni dans les écoles conventionnelles ni dans Montessori.

### Données manquantes et exclusions

En 4 ans, 174 enfants ont été admis à l'étude; 141 ont été retenus dans l'échantillon final. Parmi ces 141 enfants, 122 ont été testés à tous les 4 points de temps, et 19 ont été testés à 3 moments différents. Parmi ces 19 personnes, une a rejoint l'étude au moment 2, 2 ont manqué une session de test, et 16 se sont déplacées ou ont traversé entre le temps 3 et le temps 4. 11 d'entre elles étaient dans Montessori et 5 étaient des enfants témoins. Les enfants témoins qui étaient perdus avaient tous déménagé; ce sous-ensemble perdu d'enfants témoins avait obtenu des résultats scolaires significativement plus faibles à des moments antérieurs que les enfants témoins qui n'avaient pas bougé. Les enfants Montessori qui ont été perdus au temps 4 ne différaient pas significativement de ceux qui sont restés dans l'étude. Ainsi, les modèles d'attrition biaisent les résultats du

temps 4 vers de meilleurs résultats pour l'échantillon de contrôle. Pour les variables rapportées ici et les enfants restants, 2,6% des données sont manquantes en raison d'une erreur de l'expérimentateur, de la non-conformité de l'enfant ou d'interruptions des tests.

Sur les 33 enfants qui ont été admis mais exclus de l'étude, 23 enfants ont fourni des données insuffisantes; 4 d'entre eux (2 Montessori) ont été perdus entre les Temps 1 et 2 et 19 (9 Montessori) ont été perdus entre les Temps 2 et 3. Les enfants perdus ne différaient pas des autres enfants en termes d'éducation parentale, de revenu des parents, d'appartenance ethnique, ou le genre. La décision de ne pas inclure ces enfants était fondée sur une préférence pour les données réelles surestimées. Les 10 autres enfants exclus (6 Montessori) avaient un niveau d'anglais insuffisant ( $n = 5$ ), un retard de langage ( $n = 3$ ) ou d'autres troubles d'apprentissage ( $n = 2$ ).

## Procédure

Tous les parents ont fourni un consentement éclairé écrit. Les tests ont été menés en tête-à-tête, généralement à l'école de l'enfant, mais dans quelques cas dans une bibliothèque publique en raison d'un manque de coopération scolaire. Dix assistants de recherche formés ont testé des enfants au cours de l'étude (huit étudiants diplômés et deux coordinateurs de projet). Les tâches ont été administrées dans un ordre fixe choisi pour varier les formats pour engager les enfants: Théorie de l'esprit, Lettre-Mot, Utilisations alternatives, Copie de conception, Puzzle Partie 1, Maths, Head Toes Genoux Shoulders, Résolution de problèmes sociaux, Picture Vocabulaire, Questionnaire de préférence, Puzzle Partie 2. Les tests ont été effectués simultanément dans les écoles Montessori et les écoles de contrôle afin que le temps de test ne soit pas confondu avec le type d'école.

Les participants ont reçu les mêmes tâches à tous les points de test, à l'exception du questionnaire sur les préférences et de la tâche de créativité des utilisations alternatives, qui ont été ajoutés au printemps 2011, donc ces tâches sont manquantes au moment 1 des 29 participants en 2010.

Pour certaines tâches, avoir exactement les mêmes éléments à différents points de test menacerait la validité. Pour ces tâches, il y avait quatre ensembles de documents, administrés par rotation.

## Habiletés académiques

La capacité scolaire des enfants a été évaluée à l'aide des tests de rendement de Woodcock-Johnson IIIIR selon les instructions du manuel (Woodcock et coll., 2001). Comme il n'y avait pas de différence d'âge entre les échantillons, les scores bruts ont été utilisés pour tous les tests de Woodcock-Johnson. Le sous-test Picture Vocabulary a évalué le vocabulaire et le sous-test Letter-Word a évalué la lecture. Parce que les écoles Montessori enseignaient toutes les deux des lettres cursives, les lettres imprimées dans les articles précédents de la sous-échelle Letter-Word étaient recouvertes de lettres cursives pour tester les étudiants Montessori. Les lettres d'impression ordinaires ont été conservées à partir du moment où le test change d'une lettre à l'autre. Les premiers résultats mathématiques ont été mesurés avec le sous-test Applied Problems, suivi du sous-test Calculation si les enfants ont obtenu un score de 19 points ou plus. Ces scores ont été additionnés pour un score mathématique. Les scores Mathématiques, Lettre-Mot et Image Vocabulaire ont été chargés sur un facteur commun (voir l'annexe) et étaient fortement corrélés ( $r_s > 0,80$ ), donc pour réduire le nombre de comparaisons dans l'étude, ces scores ont été combinés (en ajoutant Z- scores) pour une mesure globale d'accomplissement académique (par exemple, Lipsey et al., 2017).

## Théorie de l'esprit

Nous avons utilisé quatre tâches de Theory of Mind Scale (Wellman et Liu, 2004) en omettant le niveau le plus bas (Diverse Desires) pour la brièveté puisque les enfants de 3 ans passent généralement ce niveau. Par exemple, dans la tâche Accès au savoir, les enfants ont pu voir ce qui était caché dans le tiroir d'un bureau de la taille d'une poupée, puis ils ont montré une poupée dont on leur avait dit qu'elle n'avait pas vu à l'intérieur du tiroir. On leur a demandé si la poupée savait ce qu'il y avait à l'intérieur du tiroir et si la poupée avait vu à l'intérieur du tiroir; les deux réponses devaient être correctes pour qu'un enfant soit crédité. Les enfants ont d'abord reçu l'accès au savoir, suivi du contenu Faux croyance, des croyances diverses et de l'émotion cachée, pour des notes finales de 0-4. Le contenu, les poupées et les noms de poupées ont changé pour chaque session

de test. Par exemple, pour un contenu de fausse croyance, une année l'enfant a vu une boîte à crayons à l'intérieur, une autre une boîte à raisins avec des boutons à l'intérieur, une autre année une boîte Crayons avec des élastiques à l'intérieur et une autre année une boîte Cheerios avec perles à l'intérieur. Puisque les enfants ont participé à l'étude pendant quatre années consécutives, chaque ensemble de matériel est venu en premier pour une partie de l'échantillon.

## Résolution de problèmes sociaux

Une histoire d'acquisition d'objet du Test de Résolution de Problèmes Sociaux de Rubin - Révisée a été administrée (Rubin, 1988) chaque année. Dans ces histoires, les enfants ont été montrés à deux autres enfants d'âge préscolaire, dont l'un avait une ressource convoitée comme une balançoire et l'avait depuis longtemps, et l'autre voulait cette ressource. On a demandé aux enfants ce que le deuxième enfant pouvait faire ou dire pour obtenir la ressource, ce qu'il pouvait faire ou dire d'autre, et ce que l'enfant lui-même ferait ou dirait. L'utilisation par les enfants de stratégies tenant compte de l'équité et de la justice pour les deux parties a été codée. Bien qu'il n'y ait pas de limite au nombre de telles solutions qu'un enfant pourrait donner, en réalité la gamme était 0-3 aux quatre points de test. La fiabilité d'Interrater sur 20% de toutes les réponses pour toutes les années était de 0,99.

## Fonction exécutive

La fonction exécutive a été évaluée avec deux tâches. Pour Head-Toes-Knees-Shoulders (Ponitz et al., 2009), les enfants devaient d'abord toucher leur tête, puis toucher leurs orteils. On a ensuite dit aux enfants qu'ils jouaient un «jeu opposé» dans lequel ils devaient toucher la partie du corps opposée à celle de l'expérimentateur. Les enfants recevaient alors 10 items, chacun 0-2, 0 indiquant que l'enfant suivait la commande littéralement, 1 signifiant que l'enfant touchait d'abord la partie incorrecte du corps, puis se corrigeait sans incitation, et 2 signifiant que l'enfant touchait le bon (opposé) partie du corps. Si un enfant a obtenu 10 points ou plus sur les 10 premiers points, une deuxième série de 10 points a été administrée, incluant les genoux et les épaules; le maximum de points qu'un enfant pouvait gagner était de 40.

Deuxièmement, le sous-test Design Copy de la section Visuospatial Processing du NEPSY-II a été administré et noté selon le manuel (Korkman et al., 2007). Les enfants ont montré un papier avec une grille de 4 × 4 avec quatre chiffres dans le haut et le troisième rang. Le premier chiffre était une ligne verticale; l'expérimentateur a montré aux enfants comment copier la ligne dans la boîte ci-dessous (première case, deuxième rangée), en disant (pour les 3 et 4 ans), "Voir cette ligne? Je vais en dessiner un ici. Maintenant vous en dessinez un ici, "en donnant l'enfant le crayon et en montrant le deuxième chiffre (une ligne horizontale) et la boîte en dessous. Pour les enfants de 5 ans, et pour les items restants, l'expérimentateur a simplement pointé le chiffre supérieur puis la case vide en dessous, en disant: «Copiez celui-ci ici.» Cela a continué jusqu'à 16 chiffres jusqu'à ce qu'un enfant échoue copier trois chiffres consécutivement. Un codeur indépendant a codé un sous-ensemble d'enfants sélectionnés au hasard à chaque période de test, et la fiabilité inter-évaluateur entre les deux codeurs était excellente:  $r_s = 0,98$  (32 enfants au temps 1);  $0,96$  (22 enfants au temps 2);  $0,95$  (14 enfants au temps 3);  $0,90$  (22 enfants au temps 4).

## Orientation de la maîtrise

La tâche de puzzle (modifiée de Smiley et Dweck, 1994) conçue pour tester l'orientation de la maîtrise a été donnée en deux parties. D'abord, les enfants ont reçu un puzzle assez facile pour leur âge, avec une image de ce à quoi le puzzle devrait ressembler. L'image a été retournée pendant que les enfants ont résolu le casse-tête. Après 2 minutes ou quand les enfants ont terminé le puzzle (selon la première éventualité), ils ont été confrontés à un casse-tête beaucoup plus difficile à résoudre et à l'image complétée qui a ensuite été retournée. Cependant, dans ce puzzle, il y avait aussi des pièces qui avaient été changées avec un puzzle similaire, rendant le puzzle insoluble. Les enfants ont de nouveau eu 2 minutes pour travailler sur le puzzle. Ensuite, ils ont complété plusieurs autres tâches, et finalement l'expérimentateur a de nouveau sorti les deux énigmes, a dit aux enfants qu'ils avaient un peu plus de temps, et a demandé sur lequel ils voulaient travailler et pourquoi; les enfants pourraient opter pour ni le puzzle le plus facile (score 0), ou le casse-tête le plus difficile (score 1).

# Plaisir scolaire: Questionnaire de préférence

Un questionnaire a été élaboré pour évaluer la jouissance des enfants des tâches académiques (école et lecture) et des loisirs (médias et jeu); quatre questions de remplissage ont également été incluses. Il y avait quatre questions à propos de chacun des thèmes principaux, et les enfants ont évalué leur plaisir en pointant un visage triste, neutre ou heureux. Ces réponses ont été codées 0, 1 ou 2 et additionnées ensemble. Puisque les jeunes enfants attribuent souvent les notes les plus élevées possibles à de telles échelles (Ladd et al., 2000), pour obtenir une variabilité, les réponses à la fin de chaque année scolaire (de sorte qu'ils avaient l'expérience des tâches scolaires) ont été additionnées. Les tâches ont été soustraites du goût des tâches récréatives, reflétant combien chaque enfant aimait plus les activités récréatives que les activités scolaires au préscolaire.

## La créativité

Utilisations alternatives a été utilisé pour évaluer la créativité (Guilford et Christensen, 1973). Tout d'abord, comme un échauffement, les enfants ont montré une photographie d'un objet (par exemple, un crayon) et l'expérimentateur a dit, "Voir ceci? C'est un stylo. Pouvez-vous me dire autant de choses différentes que vous pouvez penser que vous pouvez faire, jouer ou faire avec ça?" Si les enfants ne répondaient pas en 10 secondes, l'expérimentateur l'invita à une seule utilisation. Le premier des deux items de test a été présenté de la même manière ("Voir ceci? C'est un seau ..."). Les réponses ont été enregistrées pendant 1 min, avec l'expérimentateur incitant "Quoi d'autre?" Si un enfant produisait des réponses, puis semblait à court d'idées (n'a pas répondu pendant quelques secondes), le deuxième élément a été montré et le même processus répété. Pour les deux items du test, le temps total pendant lequel les réponses ont été comptées était de 2 min; les réponses données après 2 min n'ont pas été incluses.

Chaque réponse intelligible a été notée comme standard ou non standard. Les catégories étaient exclusives. Par exemple, une utilisation standard pour une serviette serait d'essuyer son corps, et une utilisation non standard serait de le placer sur sa tête pour prétendre que l'on est un fantôme. Des analyses ont été effectuées sur le nombre d'utilisations non-standard que chaque enfant a donné, effondrées sur les deux items à chaque évaluation. La gamme réelle des réponses était de 0 à 5 utilisations non standard totales. Deux codeurs ont indépendamment codé un sous-ensemble sélectionné au hasard des données (ns ci-dessous). La fiabilité était de  $r = 0,80$  pour 16 enfants qui avaient été codés deux fois au temps 1;  $0,73$  (45 enfants à l'instant 2);  $0,79$  (46 enfants au temps 3);  $0,82$  (40 enfants au temps 4).

## Analyses statistiques

Certaines analyses rapportées ici utilisent la modélisation de la courbe de croissance, l'une des techniques analytiques les plus fréquemment utilisées pour l'analyse de données longitudinales avec des mesures répétées. La modélisation de la courbe de croissance peut directement analyser l'évolution intraindividuelle dans le temps et les différences interindividuelles dans le changement intraindividuel (McArdle et Nesselroade, 2014). L'analyse de la courbe de croissance permet d'obtenir une description de la croissance moyenne d'une population sur une période donnée. Les variations individuelles autour de la courbe de croissance moyenne sont dues à des effets aléatoires et à des erreurs de mesure intra-individuelles.

Un modèle de courbe de croissance typique peut être exprimé comme

$$y_i = \Lambda b_i + e_i,$$
$$b_i = f(\beta, X_i) + u_i,$$

où  $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iT})$  est un vecteur  $T \times 1$  et  $y_{ij}$  est une observation pour l'individu  $i$  à l'instant  $j$  ( $i = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, T$  où  $N$  est la taille de l'échantillon et  $T$  le nombre total d'occasions de mesure);  $\Lambda$  est une matrice de chargement de facteur  $T \times q$  déterminant la forme des trajectoires de croissance,  $b_i$  est un vecteur  $q \times 1$  d'effets aléatoires, et  $e_i$  est un vecteur d'erreurs de mesure intra-individuelles. Le vecteur des effets aléatoires  $b_i$  varie pour chaque individu, et sa moyenne, représentant les effets fixes, peut être interprétée par une fonction des covariables  $X_i$  avec les paramètres  $\beta$ . Le vecteur résiduel  $u_i$  représente la composante aléatoire de  $b_i$ .

Nous utilisons des méthodes d'estimation du maximum de vraisemblance pour s'adapter au modèle. Les valeurs manquantes sont considérées comme manquant complètement au hasard (MCAR) ou manquant au hasard (MAR). Ainsi, la méthode FIML (Full Information Maximum Likelihood) est appliquée pour traiter les données manquantes.

Les données n'étaient pas imbriquées dans les salles de contrôle pour la raison évidente que la plupart des écoles de contrôle n'avaient qu'un seul enfant et que les salles de classe et les enseignants n'étaient pas suivis car ils n'étaient pas au centre de cette étude. Les données n'étaient pas non plus imbriquées dans les salles de classe Montessori, et la raison en est peut-être moins évidente: chaque année, les 11 salles de classe Montessori étaient différemment constituées. Tout d'abord, les pairs ont changé: toujours, au moins 33% des enfants ont été retournés alors que le groupe le plus âgé de 9 a déménagé et qu'un nouveau groupe de 9 enfants de trois ans est entré. En outre, plusieurs enseignants et assistants sont retournés à un moment donné de l'étude (bien que cela n'ait pas été suivi de près, au moins trois enseignants dans une école), ce qui rend différentes expériences d'enseignants pour chaque classe d'élèves. avait l'enseignant A pendant 3 ans, d'autres pour 2, d'autres pour 1, et d'autres n'avaient pas du tout d'enseignant A). Pour cette raison, traiter les enfants qui sont entrés dans une classe donnée en 2010 et ceux qui sont entrés dans cette classe en 2013 comme étant dans la même classe (comme le ferait un design imbriqué) n'aurait pas de sens; ils n'avaient aucun chevauchement dans les pairs, et beaucoup avaient également des enseignants différents. Si nous considérions chaque année d'entrée comme des salles de classe différentes, nous aurions de nombreux petits groupes (1,6 enfant par groupe emboîté en moyenne, étant donné la moyenne de 6,36 enfants par classe entrant sur 4 ans). Nicher des enfants Montessori dans les salles de classe n'a donc pas de sens. Les analyses comparant les résultats aux deux écoles Montessori n'ont révélé aucune différence d'école.

Temps 1 Equivalence

Des tests t ont été effectués sur tous les résultats afin de déterminer si les échantillons différaient déjà lors de leur test initial (Temps 1), effectué à un moment donné au cours de leurs trois premiers mois d'école. Les valeurs p dépassaient 0,05 pour tous les tests, indiquant que les échantillons étaient équivalents au début de l'étude.

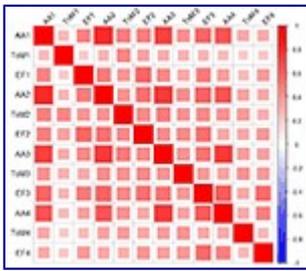
Les groupes étaient légèrement (bien que non significativement) différents dans la réussite scolaire au premier point de test. Comme les enfants ont été assignés au hasard à Montessori ou à la liste d'attente, il semble très probable que ces différences mineures étaient dues au fait que leurs programmes scolaires respectifs commençaient à avoir un effet entre le moment de l'entrée à l'école et le test initial. quelques enfants, 3 mois après l'entrée à l'école). Ceci est en outre soutenu par le manque de différences de groupe dans toutes les variables démographiques.

## Résultats

Ici, nous expliquons d'abord comment les données ont été réduites, puis discutons les résultats montrant que Montessori préscolaire a augmenté la performance globale pour l'ensemble de l'échantillon. Nous discutons ensuite des résultats montrant que Montessori égalise la performance des sous-groupes en élevant les sous-groupes typiquement moins performants vers le niveau des sous-groupes les plus performants. Nous terminons par une comparaison du Montessori public avec les écoles publiques et privées non-Montessori.

## Réduction de donnée

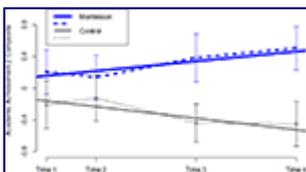
Les scores de Woodcock-Johnson étaient chargés sur un seul facteur et étaient significativement intercorrélés dans chaque point de temps ( $r_s > 0,80$ ), ils ont donc été convertis en scores Z et additionnés pour un score de réussite académique à chaque point de test. La tâche Copy Design et Head-Toes-Knees-Shoulders ont également été chargées sur un seul facteur et étaient également significativement corrélées ( $r = 0,66$ ). Elles ont donc été converties en scores Z et additionnées pour chaque point de test. La figure 1 montre les corrélations entre les variables composites et la théorie de l'esprit à travers les points temporels, et l'annexe décrit l'analyse factorielle.



**FIGURE 1.** Correlation Table for Academic Achievement, Theory of Mind, and Executive Function across four time points. These variables were selected because their interrelations are of significant interest in preschool research. In this graphic representation, all squares are red because all correlations were positive. The shading legend is on the right. Darker colors (as well as larger squares) represent stronger correlations.

## Conclusions générales: Montessori vs. Business-As-Usual Réalisation académique

Bien qu'égal en début d'études, le groupe Montessori a progressé à un rythme plus élevé au cours des années d'études, comme l'illustre la figure 2;  $\Delta B = 0,13$  (SE = 0,067),  $p < 0,05$ . Cette première analyse ne contrôlait pas les variables démographiques parce qu'il n'y avait pas de différences, comme on pouvait s'y attendre compte tenu d'une assignation aléatoire, mais pour confirmer cela, un deuxième modèle de croissance a été créé pour le sexe, le revenu du ménage et la fonction exécutive. Cela a confirmé que bien que les deux groupes aient été égaux à l'interception dans la réussite scolaire, Montessori a prédit une pente de croissance plus forte, alors qu'aucune des variables de contrôle ne prédisait une pente plus forte dans l'échantillon global. Le résultat de l'analyse de la courbe de croissance a été confirmé par un ANCOVA sur le rendement scolaire du temps 4, en contrôlant pour la réussite scolaire au temps 1,  $F(2, 119) = 7,24$ ,  $p = 0,008$ ,  $\eta^2 p = 0,06$ . Des tests  $t$  d'échantillons indépendants ont montré que les groupes n'étaient pas encore différents au moment 1 ou au moment 2, et que des différences significatives avaient été observées entre les deux derniers temps (environ 4 et 5 ans):  $t(136) = 2,10$ ,  $p = 0,04$ , Cohen de  $d = 0,36$ , et  $t(122) = 2,26$ ,  $p = 0,03$ , Cohen de  $d = 0,41$ , respectivement.



**FIGURE 2.** Academic achievement across preschool by school type. The figure shows significantly greater growth in academic achievement across preschool for children enrolled in Montessori preschool (dashed blue lines,  $n = 70$ ) than waitlisted controls (dotted black lines,  $n = 71$ ). Groups were statistically equivalent at Time 1 (the non-significant difference at Time 1 is likely due the Time 1 tests occurring into mid-December, thus school programs could already have made a difference) and Time 2 (late in the spring of their 1st year in preschool) and significantly different by the end of their 2nd and 3rd years in preschool (Times 3 and 4). Dashed/dotted lines represent actual data and solid lines represent fitted linear growth curves. Standard error bars are shown.

## Théorie de l'esprit

Bien que les scores des enfants aient été égaux au test initial, un modèle de courbe de croissance linéaire a montré que les enfants Montessori avaient un taux de croissance significativement plus élevé durant les années préscolaires,  $\Delta B = 0,10$  (SE = 0,04),  $p < 0,05$ . Ce résultat est resté dans un deuxième modèle de courbe de

croissance qui contrôlait l'âge, le revenu du ménage et la fonction exécutive du temps 1. En utilisant une approche analytique différente, les scores ANCOVA sur Time 4 Theory of Mind contrôlant les scores Time 1 ont également montré une différence significative en faveur du groupe Montessori,  $F(2, 115) = 4,47$ ,  $p = 0,04$ ,  $\eta^2_p$

$= 0,04$ . Les scores ont été examinés à chaque point de temps. Pour les périodes 1 et 2, les deux groupes n'étaient pas différents. Au temps 3, la différence était significative,  $t(135) = 2,09$ ,  $p = 0,04$ ,  $d$  de Cohen = 0,36, et à la fin du jardin d'enfants (temps 4), la différence était une tendance,  $t(122) = 1,74$ ,  $p = 0,08$ , Cohen  $d = 0,32$ . Ces résultats montrent que la cognition sociale s'est développée plus rapidement chez les enfants fréquentant les écoles Montessori.

## Résolution de problèmes sociaux

Les enfants des deux échantillons ont été équivalents tout au long de l'étude en ce qui concerne leurs compétences en résolution de problèmes sociaux; le nombre moyen de réponses liées à la justice variait de 0,24 à 0,97 entre les quatre périodes. Une ANCOVA à temps 4 Résolution de problèmes sociaux contrôlant le temps 1 comparant les échantillons de Montessori et de contrôle était non significatif  $F(1, 117) = 0,20$ ,  $p = 0,66$ ,  $\eta^2_p$

$= 0,002$ , et la différence de groupe n'a pas non plus été significative à aucun moment avec des tests  $t$  d'échantillons indépendants.

## Fonction exécutive

Les analyses de courbe de croissance linéaire n'indiquaient pas de différences dans la croissance de la fonction exécutive. Une fonction exécutive ANCOVA on Time 4 contrôlant le temps 1 ne montre qu'une tendance vers une différence, les enfants Montessori obtenant un score plus élevé:  $F(2, 118) = 3,00$ ,  $p = 0,09$ ,  $\eta^2_p = 0,03$ . Seulement au temps 3 était la différence significative,  $t(135) = 2,09$ ,  $p = 0,04$ , Cohen  $d = 0,35$ . Preuve que les préscolaires aimant Montessori conduisent à une meilleure fonction exécutive par rapport à celle développée par les enfants de contrôle fréquentant d'autres écoles maternelles n'est pas forte ici.

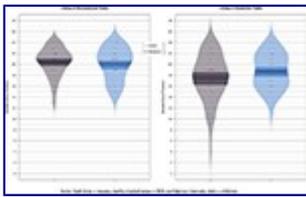
## Orientation de la maîtrise

Aux deux premiers points, il n'y avait pas de différence de groupe: 37 sur 70 Montessori (53%) et 35 des 71 enfants témoins (49%) ont choisi de tenter une énigme difficile à une ou deux reprises (test exact de Fisher,  $p = 0,74$ ). Au moment où les enfants étaient âgés de 4 et 5 ans, les effets du programme scolaire étaient significatifs. Les tests de Fisher montrent que plus d'enfants Montessori ont fait le choix (45 sur 69 ou 65%) que les enfants témoins (33 sur 71 47%),  $p = 0,03$ , à deux queues. Ainsi, les enfants qui ont été assignés au hasard à un programme Montessori étaient plus susceptibles d'avoir un état d'esprit de croissance dans la dernière moitié de leurs années préscolaires. Les explications des enfants pour leurs choix étaient cohérentes avec l'orientation sous-jacente. Les choix faciles des puzzles ont dit des choses comme «Parce que c'est plus facile», tandis que les difficiles sélectionneurs ont dit des choses comme «Parce que je pense que je peux le faire».

## Plaisir scolaire

Une ANOVA a montré que les enfants Montessori étaient relativement plus positifs sur les activités scolaires que les enfants témoins,  $F(1, 116) = 5,69$ ,  $p = 0,02$ ,  $\eta^2_p$

$= 0,05$  (voir la figure 3). Cela suggère que les gains des enfants Montessori ne se sont pas fait au détriment de leur école.



**FIGURE 3.** Enjoyment of recreational (**left panel**) and academic (**right panel**) activities across preschool. Montessori children ( $n = 55$ , blue beans, on right side of each panel) were relatively more favorable to academic tasks than control children ( $n = 63$ , gray beans). Dots represent children, bars represent means, and shaded areas represent 95% confidence intervals.

## La créativité

Les enfants des deux échantillons étaient équivalents tout au long de l'étude en ce qui concerne leur créativité; les scores moyens d'utilisation non standard allaient de 0,31 à 1,55 sur les 4 points temporels. Une ANCOVA dans le temps 4 La créativité contrôlant le temps 1 La créativité comparant les échantillons de Montessori et de contrôle était non significative  $F(1,94) = 0,96$   $p = 0,33$ ,  $\eta^2_p$

$= 0,01$ , et la différence de groupe n'était significative à aucun moment avec des tests t d'échantillons indépendants.

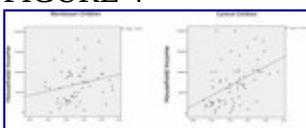
## Comparaison des sous-groupes dans les écoles Montessori par rapport aux écoles d'affaires

Nous avons examiné deux ensembles de sous-groupes. D'abord, nous avons examiné l'association de la réussite avec le revenu du ménage dans Montessori vs écoles de contrôle. Parce que cette lacune de réalisation a été historiquement très intéressante dans le pays, nous présentons plusieurs analyses de cette question, avant d'examiner l'influence des différents niveaux de la fonction exécutive dans chaque échantillon.

## Niveaux de réalisation pour les enfants de différents niveaux de revenu

Le revenu est généralement associé à la réussite scolaire. C'était le cas dans l'échantillon de contrôle, comme indiqué sur le côté droit de la figure 4 en utilisant les données du point de test final (temps 4). Le côté gauche montre cette relation pour l'échantillon de Montessori. Chez les enfants de Montessori, la corrélation entre le rendement scolaire et le revenu du ménage dans l'ensemble de l'étude était de 0,23, alors qu'elle était deux fois plus élevée dans l'échantillon témoin: 0,46. En utilisant la transformation de Fisher, cette différence de corrélation était significative,  $Z = 2,46$ ,  $p = 0,01$ . Pour examiner cela plus en détail, 1000 échantillons bootstrap ont été générés; les intervalles de confiance bootstrap à 95% de  $\Delta r$  étaient (0,04, 0,39), ce qui confirme que les corrélations entre le revenu et la réussite scolaire dans les deux échantillons sont significativement différentes. La plus petite corrélation entre les enfants Montessori pourrait être une simple fonction de leur présence dans les écoles aimantées, puisque c'est essentiellement le point des écoles aimantées [bien que leur succès soit mixte (Ballou, 2009)]. Cependant, pour le sous-groupe de 15 enfants témoins qui fréquentaient d'autres écoles, la corrélation entre le rendement scolaire et le revenu du ménage était encore plus forte, suggérant que la corrélation entre le rendement et le revenu des enfants Montessori n'était pas simplement attribuable aux écoles.

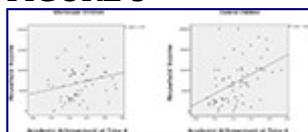
**FIGURE 4**



**FIGURE 4.** Relation between academic achievement and household income in Montessori and control children at the end of the kindergarten year. The relation is significantly smaller in Montessori children ( $n = 58$ , **left panel**) than in control children ( $n = 66$ , **right panel**).

La mesure dans laquelle les gains en matière de réussite scolaire ne sont que parmi les enfants à faible revenu est également intéressante, en raison de l'écart de revenu. Bien que l'éventail des revenus était très large, il n'y avait pas un sous-échantillon suffisamment important pour examiner uniquement les personnes vivant sous le seuil de pauvreté. Nous avons donc examiné le sous-échantillon de l'étude avec un revenu du ménage inférieur au partage médian. Pour cette moitié de l'échantillon ( $n = 67$ ), le revenu moyen du ménage était de 32 627 \$;  $SD = 18\,443$ ; le seuil de pauvreté fédéral pour une famille de 4 dans le Connecticut était de 24 600 \$. Au temps 1, une ANCOVA sur le rendement scolaire contrôlant l'âge (parce qu'il y avait une légère différence d'âge dans les sous-échantillons), n'a montré aucune différence entre les sous-échantillons Montessori et contrôle inférieur, tandis que le sous-échantillon Montessori la réussite que le sous-échantillon de contrôle du revenu inférieur,  $F(1,62) = 6,86$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2p = 0,10$ ; voir la figure 5. Ce résultat a également été retenu pour contrôler le rendement scolaire du temps 1:  $F(1,61) = 7,25$ ,  $p = 0,009$ ,  $\eta^2p = 0,11$ .

FIGURE 5



**FIGURE 5.** Academic achievement across four time points by school condition and income group. Although equal to the lower income control children at Time 1, by Time 4 the lower income children in Montessori showed a strong positive trajectory towards closing the achievement gap with the higher income children in control and Montessori schools. Standard error bars are shown.

De plus, l'éducation Montessori a grandement réduit l'écart de rendement entre les années préscolaires. Une série de quatre tests  $t$  a comparé les enfants Montessori à faible revenu avec les enfants ayant un revenu plus élevé à chaque moment. Pour la moitié du revenu supérieur ( $n = 74$ , dont 7 au revenu médian de 70 000), le revenu moyen du ménage était de 105 804 \$;  $SD = 33\,123$ . Les enfants ayant un revenu plus élevé ont surpassé les enfants Montessori à faible revenu aux temps 1 et 2,  $t(64) = 2,47$ ,  $p = 0,02$ ,  $Cohen = 0,61$  et  $t(61) = 2,43$ ,  $p = 0,02$ ,  $Cohen = 0,61$ , respectivement. Au temps 3, la différence était réduite d'un tiers en termes de taille de l'effet et n'était plus significative,  $t(62) = 1,59$ ,  $p = 0,12$ ,  $d$  de  $Cohen = 0,40$ , et à la fin du jardin d'enfants (temps 4), la différence a été réduite par un autre tiers,  $t(62) = 1,59$ ,  $p = 0,41$ ,  $Cohen d = 0,21$ . Ainsi, l'ampleur de l'effet de l'écart de rendement est passée de 3/5 d'un écart-type à 3 ans à 2/5 à 4 ans et enfin à 1/5 à la fin de la 3e année à Montessori. Dans l'échantillon de Montessori, la même série de tests a montré des tendances ( $p = 0,06$  à l'instant 1) ou des différences significatives de rendement scolaire entre les trois premiers temps, mais pas à la dernière,  $t(56) = 1,41$ ,  $p = 0,16$ , bien que la différence soit encore le tiers d'un écart-type,  $Cohen d = 0,37$ . En revanche, dans l'échantillon témoin, le sous-groupe à revenu élevé a mieux fait un écart-type complet que le sous-groupe à faible revenu,  $Cohen d = 0,98$ . Les enfants Montessori les plus performants étaient les plus performants à la fin du jardin d'enfants (Temps 4, voir Figure 5), mais les enfants à faible revenu se débrouillaient beaucoup mieux dans les salles de classe Montessori que dans les écoles témoins à ce dernier moment.

## Résultats pour les enfants ayant différents niveaux de fonction exécutive

Deuxièmement, nous avons examiné le pouvoir prédictif de la fonction exécutive pour la réalisation. Pour les enfants Montessori et les enfants témoins, la fonction exécutive supérieure prédit la réussite scolaire au moment 1 (l'interception). Dans l'échantillon de contrôle, comme prévu de nombreuses études, la fonction exécutive a également prédit la pente de la réussite scolaire dans le modèle de courbe de croissance latente,  $\Delta B = -0,067$ ,  $SE = 0,03$ ,  $p = 0,05$ . En revanche, les niveaux initiaux de la fonction exécutive n'ont eu aucune influence sur la

pente du rendement scolaire des enfants dans les programmes Montessori,  $\Delta B = 0,009$ ,  $SE = 0,03$ ,  $p = 0,76$ . Ainsi, en termes de résultats scolaires, dans les classes Montessori, les enfants ayant une fonction exécutive faible font aussi bien que les enfants avec une fonction exécutive élevée. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire d'élaborer des programmes d'études supplémentaires spécifiques ciblant la fonction exécutive pour égaliser les résultats des enfants dans les programmes Montessori; le rendement scolaire était globalement plus élevé et les enfants ayant une fonction exécutive inférieure n'étaient pas désavantagés.

## Montessori vs affaires publiques ou privées-As-Usuel

Parce que les enfants témoins étaient dans des écoles privées et publiques, nous avons examiné comment les enfants Montessori comparaient les deux groupes à la réussite scolaire, à la théorie de l'esprit et à la fonction exécutive. En ce qui concerne le rendement scolaire au premier moment, il y avait un effet important sur le rendement scolaire au moment de l'évaluation finale,  $F(2, 122) = 3,94$ ,  $p = 0,022$ ,  $\eta^2_p = 0,06$ . Les tests post hoc ont montré une différence moyenne significative (favorisant Montessori, pour tous les résultats décrits ici) entre les écoles publiques Montessori et contrôle public ( $p = 0,012$ ) et une tendance entre les écoles publiques Montessori et privées ( $p = 0,055$ ). Il n'y avait pas de différence entre les écoles de contrôle publiques et privées ( $p = 0,42$ ). Pour la théorie de l'esprit, les mêmes analyses indiquaient une différence de groupe,  $F(2, 114) = 4,30$ ,  $p = 0,016$ ,  $\eta^2_p = 0,07$ , que les tests post hoc révélaient à la fois entre les écoles publiques Montessori et publiques ( $p = 0,004$ ) et publiques et Écoles privées de contrôle (favorisant le privé,  $p = 0,048$ ), mais pas entre écoles publiques Montessori et privées ( $p = 0,40$ ). La fonction exécutive au moment final contrôlant pour le premier point temporel a approché une tendance sur le test omnibus  $F(2, 117) = 2,27$ ,  $p = 0,11$ ,  $\eta^2_p = 0,04$  attribuable à une différence significative dans la croissance des enfants dans le public Montessori vs public écoles témoins ( $p = 0,04$ ).

## Discussion

Assister le développement des jeunes enfants est une tâche sociétale essentielle; le cerveau humain subit un développement considérable au cours des premières années scolaires, mettant en place des modèles qui prédisent les trajectoires de vie (Moffitt et al., 2011). Pourtant, aux États-Unis, les méthodes par lesquelles nous essayons d'aider les jeunes enfants oscillent entre des approches didactiques académiques et d'apprentissage par la découverte pure, qui ne favorisent pas le développement de l'enfant de manière optimale (Fisher et al., 2011). L'éducation Montessori adopte une approche différente, impliquant l'ensemble de l'enfant, et pourrait être mise en œuvre à grande échelle, mais il n'y a pas eu d'études sérieuses sur ses résultats.

Profitant d'une loterie aléatoire informatisée pour le placement dans deux écoles maternelles pour enfants Montessori, cette étude a comparé 70 enfants d'âge préscolaire qui ont participé à Montessori avec 71 qui ne l'ont pas fait. C'est à notre connaissance la première étude couvrant trois années d'éducation Montessori, et la deuxième étude Montessori à utiliser une conception de contrôle de loterie-perdant; la présente étude avait une taille d'échantillon beaucoup plus grande et utilisait de nouvelles mesures.

L'éducation Montessori a élevé la performance de tous les enfants sur plusieurs mesures, et a rendu la performance des groupes qui font généralement moins bien égal. Premièrement, la performance scolaire des enfants dans les programmes Montessori était significativement plus forte au fil du temps. Ils ont légèrement amélioré (mais pas de manière significative) au premier moment, peut-être parce que les enfants avaient en moyenne près de deux mois d'expérience du programme scolaire au premier test, certains enfants ayant un total de trois mois et demi. Aux troisième et quatrième points, les différences dans les résultats scolaires étaient significatives.

En outre, l'éducation Montessori a fait des progrès substantiels dans la réduction de l'écart de revenu dans la réussite au cours des années préscolaires. Alors qu'à la fin du préscolaire, les enfants ayant un faible revenu avaient un écart-type inférieur à celui des enfants ayant un revenu plus élevé, la différence entre les groupes de revenu de Montessori représentait seulement un tiers de l'écart-type. Statistiquement, les enfants Montessori à faible revenu ne différaient pas des enfants à revenu plus élevé de l'un ou l'autre groupe scolaire au quatrième point. Dans ce contexte, la corrélation entre le revenu et le rendement était significativement plus faible chez les enfants de Montessori que chez les enfants du groupe de contrôle. C'est une découverte très importante et

impressionnante dans notre recherche nationale de moyens de mieux aider les enfants nés dans une situation économique désavantageuse.

Fait important, la plus grande réussite de Montessori n'était pas au détriment des compétences sociales ou d'aimer l'école. Les enfants qui se sont retrouvés à la loterie dans les programmes Montessori ont mieux réussi les tests de cognition sociale, ont été plus orientés vers la maîtrise et ont exprimé plus de sympathie pour les tâches académiques que pour les tâches récréatives. Toutes ces variables ont prédit de meilleurs résultats dans d'autres études, citées précédemment. Les enfants Montessori réussissaient aussi bien aux tests de résolution de problèmes sociaux et de créativité, et avaient une meilleure fonction exécutive à l'âge de 4 ans.

Enfin, de nombreuses études ont montré de meilleurs résultats académiques et de vie pour les enfants avec une fonction exécutive supérieure ou le contrôle de soi. Alors que pour les enfants témoins dans cette étude aussi, la fonction exécutive prédit la réussite scolaire, ce n'était pas le cas pour les enfants de Montessori. Dans les salles de classe Montessori, avoir une fonction exécutive inférieure ou supérieure n'a pas d'importance pour l'accomplissement; les enfants ayant une fonction exécutive inférieure ont aussi bien performé que les enfants ayant une fonction exécutive supérieure à Montessori en ce qui concerne le rendement scolaire, ce qui est impressionnant étant donné que les résultats scolaires dans l'échantillon de Montessori étaient globalement plus élevés. Nous spéculons ensuite sur quelques raisons possibles de ces résultats, en considérant les différences de résultats intrinsèques du programme, suivies par la possibilité que les enseignants Montessori soient supérieurs.

## Réalisation académique

Les enfants des programmes Montessori ont excellé dans la réussite scolaire. Les matériaux et les présentations Montessori sont une raison possible. Les matériaux capitalisent sur l'incarnation de la cognition, par exemple en faisant en sorte que les enfants tracent des lettres lorsqu'ils disent que la lettre sonne, et qu'ils associent des cartes avec des mots à de petits objets. Une recherche abondante suggère que c'est une façon plus efficace d'apprendre que de s'asseoir et d'écouter (Lillard, 2017) comme le font souvent les enfants dans les environnements préscolaires conventionnels (Bassok et al., 2016). En outre, le contenu via lequel les sujets pédagogiques sont abordés dans Montessori pourrait être utile. Par exemple, dans les environnements Montessori, les enfants s'approchent des mathématiques grâce à l'apprentissage spatial, lorsque les Red Rods dont la longueur varie systématiquement sont transformés en Number Rods qui nomment des segments alternativement colorés avec des nombres unitaires (Montessori, 1914/1965, 1994b). Le but des mathématiques est de mesurer le monde physique, et les compétences spatiales et mathématiques sont corrélées (Verdine et al., 2017). L'éducation conventionnelle commence généralement l'éducation mathématique avec le comptage des objets discrets; peut-être en commençant par les relations spatiales comme cela est fait dans Montessori est plus utile. En outre, les programmes et les matériels Montessori sont très logiques et très intéressants (par exemple, Montessori, 2016), ce qui pourrait aussi expliquer la différence. Une autre différence de programme intrinsèque qui pourrait entraîner de meilleurs résultats d'apprentissage est l'ordre. L'environnement et les matériaux Montessori sont également très ordonnés, et des environnements plus ordonnés sont également associés à de meilleurs résultats cognitifs et scolaires (Fisher et al., 2014). Ce ne sont que quelques-unes des nombreuses raisons possibles pour les résultats scolaires plus forts pour les enfants dans les salles de classe Montessori.

## Théorie de l'esprit

Cette étude s'accorde avec deux études antérieures montrant que les enfants dans des environnements Montessori authentiques (dans ce cas, AMI) sont plus performants sur la théorie de l'esprit que les autres enfants (Lillard et Else-Quest, 2006, Lillard, 2012). Une raison possible à cela est que les salles de classe Montessori combinent les enfants de trois âges. En Chine, dans le cadre de la politique de l'enfant unique, les enfants des classes multi-âge ont de meilleurs résultats aux tests de théorie de l'esprit que les enfants des classes d'âge unique (Wang et Su, 2009). D'autres études ont montré que les enfants ayant des frères et sœurs plus âgés font aussi mieux sur la théorie de l'esprit (Ruffman et al., 1998, Peterson, 2000). On pense que ces avantages découlent de la nécessité de tenir compte des états mentaux des autres lors de conflits qui surviennent plus souvent avec des frères et sœurs ou des pairs d'âge similaire (Lillard et Eisen, 2017). Un environnement Montessori peut présenter encore plus de conflits qu'une classe préscolaire typique, car il n'y a qu'un seul type de matériel Montessori - un ensemble de blocs «Pink Tower» et un ensemble de cloches musicales, par

exemple. Cette rareté dans le contexte des groupes d'âge de trois ans pourrait créer des défis qui conduisent à un développement plus rapide de la théorie de l'esprit. Alternativement, le Dr Montessori a noté des changements de personnalité qui ont accompagné une profonde concentration sur le travail dans les classes préscolaires; l'un de ces changements devait devenir plus compétent socialement (Montessori, 1917/1965), qui est associé à la théorie de l'esprit; Notons toutefois que la mesure la plus directe de la compétence sociale (Social Problem Solving) n'a pas montré de différences dans cette étude.

## **Orientation de la maîtrise**

Les enfants des programmes Montessori étaient plus axés sur la maîtrise à 4 et 5 ans que les enfants de l'échantillon témoin. Une raison possible à cela est le manque de récompenses extrinsèques dans les programmes Montessori. Les systèmes de récompense utilisés dans les programmes scolaires conventionnels ont tendance à conduire à des théories axées sur la capacité de chacun (Ames, 1992), qui tendent à aller de pair avec les objectifs de performance. Les personnes ayant des objectifs de performance ont tendance à choisir des tâches plus faciles qui leur donneront une belle apparence (Dweck, 1999). Les programmes Montessori encouragent la répétition des exercices jusqu'à la maîtrise, et les commentaires proviennent des ressources plutôt que d'un enseignant. Ces différences pourraient expliquer les résultats obtenus ici en ce qui concerne l'orientation de la maîtrise.

## **Aimer le plaisir scolaire**

Bien que les enfants de cette étude aient tous beaucoup aimé les activités récréatives comme regarder la télévision et les films et jouer, les enfants de Montessori ont montré relativement plus de goût pour les tâches académiques comme lire et recevoir des leçons d'un enseignant. Une raison possible à cela est que les enfants ont des choix sur la façon dont ils ont passé leur temps à Montessori; ce choix est de plus en plus rare dans les programmes préscolaires en général (Bassok et al., 2016). Les gens sont généralement plus heureux lorsqu'ils ont des choix, ce qui procure un sentiment d'autodétermination (Deci et Ryan, 2011). D'autres raisons possibles pour plus d'école aimant la queue d'aronde avec ceux donnés pour l'accomplissement et l'orientation de la maîtrise.

## **Fonction exécutive**

Contrairement à d'autres études (Lillard et Else-Quest, 2006, Lillard, 2012, Kayılı, 2016), cette étude n'a pas montré de développement significativement plus important de la fonction exécutive globale chez les enfants de Montessori; leur fonction exécutive n'était significativement plus élevée qu'à l'âge de 4 ans. Il se peut que les enfants dont les parents les inscrivent dans des aimants de loterie soient différents; C'est la première étude de l'aimant Montessori préscolaires. Alternativement, il se pourrait que les écoles maternelles traditionnelles s'améliorent dans ces domaines en raison des programmes d'apprentissage socio-émotionnel (Ursache et al., 2012). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour démêler ces possibilités.

La conclusion concernant la fonction exécutive et la prédiction du rendement scolaire est remarquable. De nombreuses études ont montré que la fonction exécutive dans les premières années scolaires prédit la réussite scolaire (Blair et Razza, 2007, Duncan et al., 2007, Fuhs et al., 2014, Cameron et al., 2015), probablement parce que pour les enfants Pour apprendre à l'école conventionnelle, ils doivent se comporter de manière à exercer la fonction exécutive: Ils doivent rester assis, écouter, suivre les instructions et inhiber la participation à d'autres activités. Mais les enfants de tous les niveaux de la fonction exécutive qui étaient dans les salles de classe Montessori ont augmenté de manière égale dans la réussite scolaire, et dans l'ensemble le niveau de réussite scolaire des enfants Montessori était plus élevé que celui des contrôles. Ceci suggère que le fait d'avoir une faible fonction exécutive n'est pas un désavantage pour les enfants dans ce type de programme scolaire. Que cela se traduise par une fonction exécutive moins prédictive de résultats ultérieurs (comme l'école élémentaire) pour les enfants qui ont fréquenté Montessori préscolaire est sujet à des recherches plus approfondies.

Une raison possible pour laquelle la fonction exécutive ne prédisait pas les résultats au sein du programme préscolaire Montessori est que Montessori est une forme d'enseignement différencié. Les enfants ne sont pas

tous traités de la même manière; un enfant qui a besoin de plus de structure peut être donné par l'enseignant. Par exemple, un enfant qui n'a pas acquis la capacité de faire des choix constructifs peut recevoir un choix limité, voire nul, de l'enseignant, alors qu'un enfant qui fait de bons choix (par exemple, choisit un travail stimulant) peut faire ses propres choix les choix. Un examen plus approfondi des processus en classe, notant que les enseignants, en fait, étaient plus efficacement la fonction exécutive inférieure dans les programmes Montessori, permettrait de faire la lumière là-dessus.

On peut se demander si la fonction exécutive au moment de l'entrée à l'école qui ne prédisait pas la réussite scolaire est problématique. Cela ne semble pas être le cas puisque la fonction exécutive s'est développée de manière similaire dans les deux groupes et que la réussite scolaire était globalement plus élevée dans le groupe non prédictif (Montessori).

## **Enseignants Montessori**

En plus des différences de programme intrinsèques, une autre raison possible de meilleurs résultats Montessori est que les enseignants Montessori pourraient être de meilleurs enseignants; si c'est le cas, les enfants dans leurs classes pourraient peut-être exceller quel que soit le programme d'éducation mis en œuvre par les enseignants. Les enseignants n'étaient pas l'objet d'étude ici, mais les recherches futures devraient envisager cette possibilité. Il est à noter que dans l'une des deux écoles, trois enseignants sur six avaient enseigné de manière conventionnelle avant 2008 et ont opté pour le recyclage lorsque l'école a adopté un programme Montessori.

Considérant la possibilité que l'étude révèle des effets d'enseignant plutôt que de programme, nous notons deux points sur lesquels les enseignants Montessori pourraient être devenus de meilleurs enseignants: avant leur formation, ou pendant (et à la suite de) la formation des enseignants.

## **Différences préexistantes possibles chez les enseignants**

Tout d'abord, on peut se demander si les normes d'entrée dans un programme pour être un enseignant Montessori sont plus élevées. La plupart des enseignants Montessori de cette étude ont été formés au centre de formation des enseignants de l'AMI à Hartford. Jusqu'à la date de cette étude, les cours du centre de formation étaient généralement sous-inscrits, de sorte que le centre a pris presque tous les candidats (Hall, communication personnelle, juin 2017). En outre, pratiquement tous ceux qui suivent le cours de neuf mois obtiennent un diplôme. Cependant, il est possible que les personnes attirées par la formation des enseignants Montessori interagissent différemment avec les enfants, et cette différence pourrait être responsable des résultats obtenus. D'autres études ont montré des effets non négligeables chez les enseignants au préscolaire. Par exemple, une vaste étude des classes préscolaires dans les États qui soutiennent le pré-K (comme le Connecticut) a révélé deux variables qui prédisent le mieux le rendement des enfants (Mashburn et al., 2008): (1) soutien émotionnel des enseignants, qui prédit résultats sociaux et (2) le soutien pédagogique des enseignants (poser des questions de haut niveau, échafaudage de la pensée des enfants), qui soutient les résultats scolaires. Il est possible que les enseignants Montessori étaient plus élevés sur ces variables avant même leur formation d'enseignant Montessori. D'autres recherches devraient examiner cette question, peut-être à travers des questionnaires remis aux personnes qui commencent le programme Montessori par rapport aux programmes conventionnels de formation des enseignants.

## **Formation des enseignants causant des différences entre les enseignants**

Deuxièmement, la formation des enseignants pour Montessori pourrait créer de meilleurs enseignants. En termes de temps et d'intensité de cours, la formation sur l'IMA semble comparable à la formation requise pour un certificat d'enseignement de la petite enfance. Il comprend 9 mois de cours magistraux et d'enseignement pratique, la création d'un jeu de notes expliquant la théorie et le programme Montessori, et un examen final. Les «professeurs» de l'IMA - les personnes qui enseignent aux enseignants-stagiaires - avaient généralement au moins cinq ans d'expérience en tant qu'enseignant certifié par l'AMI, suivis d'environ sept années

d'apprentissage chez un autre formateur. Cependant, une différence par rapport à l'éducation de la petite enfance est que dans les cours de formation des enseignants Montessori, on se concentre sur un seul système et une seule théorie (Cossentino, 2005). En revanche, les enseignants des programmes conventionnels de formation des enseignants apprennent généralement beaucoup de théories et de méthodes. Que l'apprentissage d'une théorie unique ou de plusieurs crée de meilleurs enseignants est une question empirique.

Une autre possibilité, qui doit également être étudiée, est que la formation des enseignants Montessori change les enseignants, peut-être en les rendant plus sensibles aux besoins ou en leur apportant un soutien pédagogique plus important. Si tel est le cas, les enseignants Montessori sont différents mais pour une raison générique de l'éducation Montessori. Tout au long des livres du Dr. Montessori, une attitude chaleureuse et aimante envers les enfants est exprimée, et les enseignants Montessori sont supposés venir incarner cette attitude (Lillard, 2017). De plus, les enseignants de Montessori adoptent de grandes attentes à l'égard des enfants, par exemple en s'attendant à ce qu'ils atteignent l'indépendance d'une manière que les gens attendent rarement au moins dans la culture américaine aujourd'hui. Même avant l'âge de 3 ans, les enfants Montessori doivent préparer la table, préparer un repas et nettoyer, par exemple. Les enfants de cinq ans se multiplient et divisent les nombres à quatre chiffres [voir la figure 6; Montessori (2016) décrit comment cela est réalisé dans les salles de classe Montessori haute-fidélité], et réalise d'autres tâches complexes par leurs propres moyens. La combinaison de la chaleur, de la confiance et des attentes élevées qui sont transmises aux enseignants pendant la formation des enseignants Montessori pourrait les modifier de manière à ce que leurs élèves obtiennent de meilleurs résultats même si les enseignants ne mettent pas en place un programme Montessori.

FIGURE 6



**FIGURE 6.** Two children working with Montessori decimal materials, with which preschool children perform multiplication and division of 4-digit numbers. Photograph by Laura Joyce-Hubbard, provided by courtesy of Forest Bluff School.

Divers moyens devraient être utilisés dans les études futures pour examiner dans quelle mesure les enseignants pourraient être responsables de meilleurs résultats dans l'éducation Montessori. Premièrement, on pourrait examiner les attitudes et les interactions avec les enfants avant, pendant et après les cours de formation des enseignants, en comparant ceux de la formation Montessori et conventionnelle, pour voir comment chaque type de formation des enseignants change les gens. Deuxièmement, les mesures de l'interaction enseignant-enfant pourraient être utilisées dans des études comme celle-ci, et introduites comme prédicteurs distincts dans les modèles de régression, pour voir si le style d'interaction des enseignants dans Montessori est plus important que dans les études classiques. exemple utilisant la CLASSE (Pianta et al., 2012).

## **Valeur ajoutée des matériaux et méthodes Montessori**

Même si les enseignants Montessori diffèrent à certains égards des autres enseignants qui entraînent de meilleurs résultats pour les enfants, les matériaux Montessori et les méthodes avec lesquelles les matériaux sont utilisés ont probablement aussi une valeur ajoutée. Deux études traitent de cette question, capitalisant sur le fait que de nombreuses salles de classe Montessori n'offrent pas exclusivement des matériaux Montessori. Dans une

étude, parmi les 14 salles de classe Montessori, les élèves ont progressé davantage au cours d'une année scolaire dans des salles de classe Montessori que dans les salles de classe «Montessori» qui mélangeaient des matériaux conventionnels comme des puzzles commerciaux (Lillard, 2012). Dans une autre étude, des matériaux conventionnels ont été retirés de deux des trois salles de classe Montessori en milieu d'année, et les enfants de ces deux classes ont enregistré des gains significativement plus élevés au cours des quatre mois suivants (Lillard et Heise, 2016). Parce que tous les professeurs Montessori de ces études étaient formés à Montessori, ces études suggèrent qu'il pourrait y avoir quelque chose dans les matériaux Montessori et les méthodes avec lesquelles ils sont utilisés qui permettent une croissance plus rapide.

## Limites

Une force majeure de cette étude est également une limitation majeure: Elle est basée sur une loterie pour l'admission à deux écoles sursouscrites. Les participants à la loterie ne pouvaient pas tous être localisés (certains avaient déménagé et n'avaient laissé aucune adresse d'expédition) et tous ceux qui avaient été contactés n'étaient pas d'accord pour s'inscrire. Les participants à la loterie scolaire ne sont pas représentatifs de tous les enfants, et les écoles sursouscrites diffèrent des écoles sous-inscrites. Dans le monde réel, les dessins de loterie sont souvent les meilleurs disponibles; les études longitudinales de loterie sont suprêmes. Cependant, une étude de loterie n'est pas aussi bien qu'un véritable essai de contrôle randomisé, où tout le monde est assigné au hasard et est fait pour rester dans leur groupe assigné.

Une autre force majeure qui est également une limitation est que l'étude a utilisé des écoles Montessori de haute fidélité. Les résultats de Montessori semblent dépendre de la qualité du programme Montessori (Lillard, 2012); les résultats des écoles Montessori de moindre fidélité pourraient ne pas être les mêmes. Les programmes Montessori de cette étude ont été reconnus par l'AMI, et nous ne savons pas si des écoles Montessori non reconnues, ou associées à d'autres organisations Montessori et formations d'enseignants, ou même d'autres écoles AMI Montessori, auraient des résultats similaires. Une autre limite est que les écoles Montessori et de contrôle varient sur de nombreuses dimensions, et il n'est pas clair si des dimensions spécifiques pourraient avoir contribué aux résultats, ou si les programmes Montessori doivent être pleinement mis en œuvre pour avoir des avantages. Cette étude suggère que des programmes préscolaires Montessori très rigoureux affectent de manière significative les résultats par rapport au business as usual, mais les programmes Montessori moins rigoureux pourraient ne pas l'être. Une autre limite est que les personnes qui choisissent de devenir enseignants Montessori peuvent être différentes et peuvent enseigner plus efficacement, quel que soit le type de programme. Idéalement, on pourrait assigner au hasard les futurs enseignants à la formation Montessori ou à la formation conventionnelle des enseignants, mais au lieu de cela, d'autres stratégies de recherche devraient être entreprises.

## Conclusions et orientations futures

Gardant à l'esprit ces limites, la présente étude montre que les programmes préscolaires Montessori haute fidélité sont plus efficaces que les autres programmes scolaires ordinaires pour améliorer les performances de tous les enfants, tout en égalisant les résultats pour les sous-groupes d'enfants qui ont généralement de moins bons résultats. Premièrement, les programmes Montessori ont réduit l'écart de rendement, ce qui a permis d'accroître le rendement des enfants à faible revenu bien au-delà des niveaux atteints par les contrôles sur liste d'attente à faible revenu. En outre, les programmes Montessori semblaient fonctionner aussi bien pour les enfants qui avaient une fonction exécutive inférieure au début que pour les enfants qui avaient une fonction exécutive supérieure au départ. Puisque la réussite préscolaire prédit des accomplissements ultérieurs (Duncan et al., 2007), ces bénéfices pourraient s'étendre vers le haut, mais il reste à vérifier s'ils le font. Il est important de noter que ces gains au préscolaire ne se faisaient pas au détriment des «compétences générales» qui sont les principaux prédicteurs des résultats de la vie (Heckman et Kautz, 2012).

La mise en œuvre généralisée des programmes Montessori serait prématurée avant de poursuivre les recherches pour examiner la validité externe de cette étude. Il y a plus de 450 écoles publiques aux États-Unis qui offrent une éducation Montessori (Centre national pour Montessori dans le secteur public, 2014), et beaucoup d'entre elles admettent par loterie. (Il y a aussi plus de 4000 écoles Montessori privées, mais l'admission aléatoire à la loterie est peu probable). Une étude à grande échelle devrait examiner les résultats dans beaucoup plus d'écoles

publiques Montessori, en tenant compte de la fidélité à la mise en œuvre de Montessori, ainsi que des enseignants et de leur formation. La présente étude soutient la légitimité d'une telle étude pour déterminer plus définitivement si l'éducation Montessori devrait être mise en œuvre à grande échelle.

## Déclaration d'éthique

L'étude a été réalisée en conformité avec les recommandations dans les lignes directrices pour la recherche humaine de l'Institutional Review Board pour les sciences sociales et comportementales à l'Université de Virginie, qui a approuvé le protocole d'étude. Les parents ou tuteurs ont donné leur consentement écrit à la participation de tous les enfants conformément à la Déclaration d'Helsinki.

## Contributions des auteurs

AL a conçu et obtenu le financement de l'étude, a organisé avec les sites, soumis les IRB initiaux, a choisi les stimuli, a supervisé tous les aspects de la course, a dirigé les efforts d'écriture et les analyses statistiques et les soumissions. MH a organisé et fait la collecte de données au cours de l'année d'étude finale, a entré et nettoyé les données, maintenu les contacts familiaux, aidé à l'analyse et à la rédaction. ER a organisé et collecté des données en 5ème année, a entré des données et a maintenu des contacts familiaux pendant 4 ans. XT a réalisé des analyses de courbe de croissance et de bootstrapping ainsi que la conceptualisation de données, assistées avec des manuscrits. AH a créé des manuels de procédures et des ensembles de matériels, entretenu des contacts familiaux et des bases de données, formé et entretenu des contacts avec les autorités responsables sur place et organisé des visites de collecte de données au cours des premières années d'étude. PB a supervisé les AR sur place à Hartford, stocké des ensembles de matériel, facilité les contacts locaux, fourni de l'information sur l'école de Hartford et aidé avec le manuscrit.

## Financement

Le financement de ce projet a été fourni par la Brady Education Foundation.  
Déclaration de conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent que la recherche a été menée en l'absence de toute relation commerciale ou financière qui pourrait être interprétée comme un conflit d'intérêts potentiel.

Remerciements

Les auteurs remercient les enfants, les parents et les administrateurs scolaires ainsi que le Regional School Choice Office de Hartford pour leur participation; Tim Nee pour avoir facilité le projet; et Hedy L. Azarhooshang, Mme Samantha Cusak, Mme Theresa Heinz, Mme Erin Kenney, Mme Sheila Morely, Mme Ariel Rodriguez, Mme Carmen Trainer et Mme Ashley Wodzicki pour avoir recueilli des données.

## Les références

Ames, C. (1992). Classrooms: goals, structures, and student motivation. *J. Educ. Psychol.* 84, 261–271. doi: 10.1037/0022-0663.84.3.261

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Ballou, D. (2009). "Magnet school outcomes," in *Handbook of Research on School Choice*, eds M. Berends, M. G. Springer, D. D. Ballou, and H. J. Walberg (New York, NY: Routledge), 409–426.

[Google Scholar](#)

Bassok, D., Latham, S., and Roem, A. (2016). Is kindergarten the new first grade? *AERA Open* 1, 1–31. doi: 10.1177/2332858415616358

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Besançon, M., and Lubart, T. (2008). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learn. Individ. Dif.* 18, 381–389. doi: 10.1016/j.lindif.2007.11.009

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Blair, C., and Raver, C. C. (2016). Poverty, stress, and brain development: new directions for prevention and intervention. *Acad. Pediatr.* 16, S30–S36. doi: 10.1016/j.acap.2016.01.010

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Blair, C., and Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev.* 78, 647–663. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Brooks-Gunn, J., and Duncan, G. J. (1997). The effects of poverty on children. *Future Child* 7, 55–71. doi: 10.2307/1602387

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Cameron, C. E., Brock, L. L., Hatfield, B. E., Cottone, E. A., Rubinstein, E., LoCasale-Crouch, J., et al. (2015). Visuomotor integration and inhibitory control compensate for each other in school readiness. *Dev. Psychol.* 51, 1529–1543. doi: 10.1037/a0039740

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., et al. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Dev.* 83, 1229–1244. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01768.x

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Campbell, F. A., Ramey, C. T., Pungello, E., Sparling, J., and Miller-Johnson, S. (2002). Early childhood education: young adult outcomes from the abecedarian project. *Appl. Dev. Sci.* 6, 42–57. doi: 10.1037/a0026644

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Carlson, S. M., and Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Dev.* 72, 1032–1053. doi: 10.1037/0012-1649.40.6.1105

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Cossentino, J. (2005). Ritualizing expertise: a non-montessorian view of the Montessori method. *Am. J. Educ.* 111, 211–244. doi: 10.1086/426838

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Deci, E. L., and Ryan, R. M. (2011). “Self-determination theory,” in *Handbook of Theories of Social Psychology*, Vol. 1, eds P. A. M. V. Lange, A. W. Kruglanski, and E. T. Higgins (London: Sage), 416–433.

[Google Scholar](#)

Dennett, D. (1987). *The Intentional Stance*. Cambridge, MA: MIT Press.

[Google Scholar](#)

DeVries, R., and Gonçu, A. (1987). Interpersonal relations in four-year dyads from constructivist and Montessori programs. *J. Appl. Dev. Psychol.* 8, 481–501. doi: 10.1016/0193-3973(87)90035-9

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.* 64, 135–168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Diamond, A., Barnett, W., Thomas, J., and Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science* 318, 1387–1388. doi: 10.1126/science.1151148

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Duncan, G., Dowsett, C., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A., Klebanov, P., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Dev. Psychol.* 43, 1428–1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Dweck, C. S. (1999). *Self-Theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development*. Philadelphia, PA: Psychology Press.

[Google Scholar](#)

Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York, NY: Random House.

[Google Scholar](#)

Dweck, C. S. (2017). The journey to children’s mindsets—and beyond. *Child Dev. Perspect.* 11, 139–144. doi: 10.1111/cdep.12225

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Fisher, A. V., Godwin, K. E., and Seltman, H. (2014). Visual environment, attention allocation, and learning in young children when too much of a good thing may be bad. *Psychol. Sci.* 25, 1362–1370. doi: 10.1177/0956797614533801

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Fisher, K., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R., Singer, D., and Berk, L. W. (2011). “Playing around in school: implications for learning and education policy,” in *Oxford Handbook of the Development of Play*, ed. A. Pellegrini (New York, NY: Oxford University Press), 341–362.

[PubMed Abstract](#) | [Google Scholar](#)

Fuhs, M. W., Nesbitt, K. T., Farran, D. C., and Dong, N. (2014). Longitudinal associations between executive functioning and academic skills across content areas. *Dev. Psychol.* 50, 1698–1709. doi: 10.1037/a0036633

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Gaylord, C. (2012). *Maria Montessori and 10 Famous Graduates from Her Schools*. *The Christian Science Monitor*. Available at: <http://www.csmonitor.com/Technology/Tech-Culture/2012/0831/Maria-Montessori-and-10-famous-graduates-from-her-schools/Google-founders-Larry-Page-and-Sergey-Brin> [accessed November 10, 2015]

[Google Scholar](#)

Grissmer, D., Grimm, K. J., Aiyer, S. M., Murrah, W. M., and Steele, J. S. (2010). Fine motor skills and early comprehension of the world: two new school readiness indicators. *Dev. Psychol.* 46, 1008–1017. doi: 10.1037/a0020104

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Guilford, J., and Christensen, P. R. (1973). The one-way relation between creative potential and IQ. *J. Creat. Behav.* 7, 247–252. doi: 10.1002/j.2162-6057.1973.tb01096.x

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Haskins, R., and Brooks-Gunn, J. (2016). *Trouble in the land of early childhood education? The Future of Children*. Princeton, NJ: Brookings.

[Google Scholar](#)

Heckman, J. J. (2006). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science* 312, 1900–1902. doi: 10.1126/science.1128898

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Heckman, J. J., and Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Econ.* 19, 451–464. doi: 10.1016/j.labeco.2012.05.014

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Karnes, M., Shewedel, A., and Williams, M. (1983). “A comparison of five approaches for educating young children from low-income homes,” in *As the Twig is Bent: Lasting Effects of Preschool Programs*, ed. Consortium for Longitudinal Studies (Hillsdale, NJ: Lawrence Elbaum), 133–171.

[Google Scholar](#)

Kayılı, G. (2016). The effect of Montessori method on cognitive tempo of kindergarten children. *Early Child Dev. Care*. doi: 10.1080/03004430.2016.1217849

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Kenney, D. A. (2015). *Measuring Model Fit*. Available at: <http://davidakenny.net/cm/fit.htm> [accessed September 13, 2017].

[Google Scholar](#)

Korkman, M., Kirk, U., and Kemp, S. (2007). *Nepsy-II: Clinical and Interpretive Manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

[Google Scholar](#)

Koster-Hale, J., and Saxe, R. (2013). “Functional neuroimaging of theory of mind,” in *Understanding Other Minds: Perspectives from Developmental Social Neuroscience*, 3rd Edn, eds S. Baron-Cohen, M. Lombardo, and H. Tager-Flusberg (New York, NY: Oxford University Press), 132–163.

[Google Scholar](#)

Ladd, G. W., Buhs, E. S., and Seid, M. (2000). Children’s initial sentiments about kindergarten: Is school liking an antecedent of early classroom participation and achievement? *Merrill Palmer Q.* 46, 255–279.

[Google Scholar](#)

Lillard, A. S. (2012). Preschool children’s development in classic Montessori, supplemented Montessori, and conventional programs. *J. Sch. Psychol.* 50, 379–401. doi: 10.1016/j.jsp.2012.01.001

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Lillard, A. S. (2017). *Montessori: The Science behind the Genius*, 3rd Edn. New York, NY: Oxford University Press.

[Google Scholar](#)

Lillard, A. S., and Eisen, S. (2017). “Why Montessori is a facilitative environment for theory of mind: three speculations,” in *Theory of Mind Development in Context*, eds V. Slaughter and M. de Rosnay (London: Routledge), 57–70.

[Google Scholar](#)

Lillard, A. S., and Else-Quest, N. (2006). Evaluating Montessori education. *Science* 313, 1893–1894. doi: 10.1126/science.1132362

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Lillard, A. S., and Heise, M. J. (2016). Removing supplementary materials from Montessori classrooms changed child outcomes. *J. Montessori Res.* 2, 17–27. doi: 10.17161/jomr.v2i1.5678

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Lipsey, M. W., Farran, D. C., and Hofer, K. G. (2015). *A Randomized Control Trial of a Statewide Voluntary Prekindergarten Program on Children’s Skills and Behaviors through Third Grade*. Research Report. Nashville, TN: Peabody Research Institute.

[Google Scholar](#)

Lipsey, M. W., Nesbitt, K. T., Farran, D. C., Dong, N., Fuhs, M. W., and Wilson, S. J. (2017). Learning-related cognitive self-regulation measures for prekindergarten children: a comparative evaluation of the educational relevance of selected measures. *J. Educ. Psychol.* doi: 10.1037/edu0000203

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Mashburn, A., Pianta, R., Hamre, B., Downer, J., Barbarin, O., Bryant, D., et al. (2008). Measures of classroom quality in prekindergarten and children’s development of academic, language, and social skills. *Child Dev.* 79, 732–749. doi: 10.1111/j.1467-8624.2008.01154.x

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

McAfee, A. (2011). Montessori builds innovators. *Harvard Bus. Rev.* Available at:

<https://hbr.org/2011/07/montessori-builds-innovators>

[Google Scholar](#)

McArdle, J. J., and Nesselroade, J. R. (2014). *Longitudinal Data Analysis Using Structural Equation Models*. Washington, DC: American Psychological Association.

[Google Scholar](#)

McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., and Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers’ literacy, vocabulary, and math skills. *Dev. Psychol.* 43, 947–959. doi: 10.1037/0012-1649.43.4.947

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Merzenich, M. M. (2001). "Cortical plasticity contributing to child development," in *Mechanisms of Cognitive Development: Behavioral and Neural Perspectives. Carnegie Mellon Symposia on Cognition*, eds J. L. McClelland and R. S. Siegler (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum), 67–95.

[Google Scholar](#)

Miller, L. B., and Bizzell, R. P. (1984). Long-term effects of four preschool programs: ninth- and tenth-grade results. *Child Dev.* 55, 1570–1587. doi: 10.2307/1130027

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Minervino, J., and Pianta, R. (2014). "Early learning: the new fact base and cost sustainability," in *Lessons from Research and the Classroom*, ed. J. Minervino (Washington, DC: Bill & Melinda Gates Foundation).

[Google Scholar](#)

Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H. L., et al. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108, 2693–2698. doi: 10.1073/pnas.1010076108

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Montessori, M. (1914/1965). *Dr. Montessori's Own Handbook*. New York, NY: Schocken.

[Google Scholar](#)

Montessori, M. (1917/1965). *Spontaneous Activity in Education: The Advanced Montessori Method*, trans. F. Simmonds. New York, NY: Schocken.

[Google Scholar](#)

Montessori, M. (1994a). *Creative Development in the Child I*, trans. R. Ramachandran. Madras: Kalakshetra Press.

[Google Scholar](#)

Montessori, M. (1994b). *Creative Development in the Child II*, trans. R. Ramachandran. Madras: Kalakshetra Press.

[Google Scholar](#)

Montessori, M. (2016). *Psychoarithmetic*, Vol. 20. Amsterdam: Montessori-Pierson Publishing.

[Google Scholar](#)

National Center for Montessori in the Public Sector (2014). *2014 Census Data Snapshot*. Available at: <http://www.public-montessori.org/public-montessori-censussnapshot-2014>

[Google Scholar](#)

National Early Childcare Research Network (2005). Early child care and children's development in the primary grades: follow-up results from the NICHD study of early child care. *Am. Educ. Res. J.* 42, 537–570. doi: 10.3102/00028312042003537

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Peng, H.-H., and Md-Yunus, S. (2014). Do children in Montessori schools perform better in the achievement test? A Taiwanese perspective. *Int. J. Early Child.* 46, 299–311. doi: 10.1007/s13158-014-0108-7

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Peterson, C. C. (2000). Kindred spirits: influences of siblings' perspectives on theory of mind. *Cogn. Dev.* 15, 435–455. doi: 10.1016/S0885-2014(01)00040-5

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Pianta, R. C., Hamre, B. K., and Allen, J. P. (2012). “Teacher-student relationships and engagement: conceptualizing, measuring, and improving the capacity of classroom interactions,” in *Handbook of Research on Student Engagement*, ed. C. M. Christensen (New York, NY: Springer), 365–386.

[Google Scholar](#)

Ponitz, C. C., McClelland, M. M., Jewkes, A. M., Connor, C. M., Farris, C. L., and Morrison, F. J. (2008). Touch your toes! Developing a direct measure of behavioral regulation in early childhood. *Early Child. Res. Q.* 23, 141–158. doi: 10.1016/j.ecresq.2007.01.004

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Ponitz, C. C., McClelland, M. M., Matthews, J. S., and Morrison, F. J. (2009). A structured observation of behavioral self-regulation and its contribution to kindergarten outcomes. *Dev. Psychol.* 45, 605–619. doi: 10.1037/a0015365

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Powell, L. J., and Carey, S. (2017). Executive function depletion in children and its impact on theory of mind. *Cognition* 164, 150–162. doi: 10.1016/j.cognition.2017.03.022

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Rathunde, K. R., and Csikszentmihalyi, M. (2005). Middle school students' motivation and quality of experience: a comparison of Montessori and traditional school environments. *Am. J. Educ.* 111, 341–371. doi: 10.1086/428885

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K., and Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' preacademic skills: self-regulation as a mediating mechanism. *Child Dev.* 82, 362–378. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01561.x

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Reardon, S. F. (2011). “The widening academic achievement gap between the rich and the poor: new evidence and possible explanations,” in *Whither Opportunity; Rising Inequality, Schools, and Children's Life Chances*, eds G. Duncan and R. Murnane (New York, NY: Russell Sage Foundation), 91–116.

[Google Scholar](#)

Rubin, K. H. (1988). *The Social Problem-Solving Test-Revised*. Waterloo, ON: University of Waterloo.

[Google Scholar](#)

Ruffman, T., Perner, J., Naito, M., Parkin, L., and Clements, W. (1998). Older (but not younger) siblings facilitate false belief understanding. *Dev. Psychol.* 34, 161–174. doi: 10.1037//0012-1649.34.1.161

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Schweinhart, L. J., Montie, J., Xiang, Z., Barnett, W. S., Belfield, C. R., and Nores, M. (2005). *Lifetime Effects: The High/Scope Perry Preschool Study through Age 40*. Ypsilanti, MI: High/Scope.

[Google Scholar](#)

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: a meta-analytic review of research. *Rev. Educ. Res.* 75, 417–453. doi: 10.3102/00346543075003417

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Smiley, P. A., and Dweck, C. S. (1994). Individual differences in achievement goals among young children. *Child Dev.* 65, 1723–1743. doi: 10.2307/1131290

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Tomlinson, C. A. (2014). *Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners*, 2nd Edn. Alexandria, VA: ASCD.

[Google Scholar](#)

Ursache, A., Blair, C., and Raver, C. C. (2012). The promotion of self-regulation as a means of enhancing school readiness and early achievement in children at risk for school failure. *Child Dev. Perspect.* 6, 122–128. doi: 10.1111/j.1750-8606.2011.00209.x

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Verdine, B., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., and Newcombe, N. (2017). Links between spatial and mathematical skills across the preschool years. *Soc. Res. Child Dev. Monogr.* 82, 1–150.

[Google Scholar](#)

Vernon-Feagans, L., Willoughby, M., Garrett-Peters, P., and Project, T. F. L. (2016). Predictors of behavioral regulation in kindergarten: household chaos, parenting, and early executive functions. *Dev. Psychol.* 52, 430–441. doi: 10.1037/dev0000087

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Wang, Y., and Su, Y. (2009). False belief understanding: children catch it from classmates of different ages. *Int. J. Behav. Dev.* 33, 331–337. doi: 10.1177/0165025409104525

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Wellman, H. M. (2014). *Making Minds: How Theory of Mind Develops*. New York, NY: Oxford University Press.

[Google Scholar](#)

Wellman, H. M., and Liu, D. (2004). Scaling of theory-of-mind tasks. *Child Dev.* 75, 523–541. doi: 10.1111/j.1467-8624.2004.00691.x

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Willoughby, M. T., Wirth, R., and Blair, C. B. (2011). Contributions of modern measurement theory to measuring executive function in early childhood: an empirical demonstration. *J. Exp. Child Psychol.* 108, 414–435. doi: 10.1016/j.jecp.2010.04.007

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Woodcock, R. W., McGrew, K. S., and Mather, N. (2001). *Woodcock-Johnson III Tests of Achievement*. Rolling Meadows, IL: Riverside Publishing.

[Google Scholar](#)

Yoshikawa, H., Aber, J. L., and Beardslee, W. R. (2012). The effects of poverty on the mental, emotional, and behavioral health of children and youth: implications for prevention. *Am. Psychol.* 67, 272–284. doi: 10.1037/a0028015

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Zhang, T., and Meaney, M. (2010). Epigenetics and the environmental regulation of the genome and its function. *Annu. Rev. Psychol.* 61, 439–466. doi: 10.1146/annurev.psych.60.110707.163625

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

## Appendix

The following factor model was fitted separately at each time point:

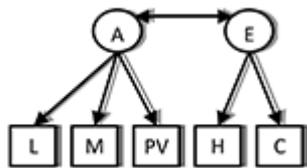


Table [A1](#) below shows the factor loadings and fit indices with factor loadings freely estimated. All models show excellent fit (from [Kenney, 2015](#): for CFI, values over 0.9 are considered good; for RMSEA, 0.10 is the cut-off; for SRMR, less than 0.08 indicates good fit).

TABLE A1

	Time 1	Time 2	Time 3	Time 4
Model fit indices				
CFI	0.98	0.98	0.98	0.98
RMSEA	0.05	0.05	0.05	0.05
SRMR	0.03	0.03	0.03	0.03
Chi-square	1.2	1.2	1.2	1.2
df	1	1	1	1
p	0.27	0.27	0.27	0.27

**TABLE A1.** Factor loadings and fit indices for academic achievement and executive function.

A further analysis was done to determine fit with factors constrained to be equal; these results are shown in Table [A2](#).

TABLE A2

	Time 1	Time 2	Time 3	Time 4
Model fit indices				
CFI	0.98	0.98	0.98	0.98
RMSEA	0.05	0.05	0.05	0.05
SRMR	0.03	0.03	0.03	0.03
Chi-square	1.2	1.2	1.2	1.2
df	1	1	1	1
p	0.27	0.27	0.27	0.27

**TABLE A2.** Factor loadings and fit indices for academic achievement and executive function.

In this analysis, for Time 1, when factors are constrained to be equal, model fit is more than adequate by two indices (CFI and SRMR) but by the RMSEA model fit is not good initially, when children are younger and there is more error (some very young children might not understand test instructions, for example); it becomes acceptable by Times 3 and 4.

Keywords: early childhood education, preschool, Montessori, cognitive development, social development, theory of mind, mastery orientation, academic achievement

Citation: Lillard AS, Heise MJ, Richey EM, Tong X, Hart A and Bray PM (2017) Montessori Preschool Elevates and Equalizes Child Outcomes: A Longitudinal Study. *Front. Psychol.* 8:1783. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01783

Received: 13 July 2017; Accepted: 25 September 2017;

Published: 30 October 2017.

Edited by:

[Michael S. Dempsey](#), Boston University, United States

Reviewed by:

[Jennifer M. Zosh](#), Pennsylvania State University, United States

[Anna V. Fisher](#), Carnegie Mellon University, United States

Copyright © 2017 Lillard, Heise, Richey, Tong, Hart and Bray. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

\*Correspondence: Angeline S. Lillard, [lillard@virginia.edu](mailto:lillard@virginia.edu)