



## **Importance du développement des jeunes enfants**

### **Table des matières**

**(Dernière mise à jour: 10-06-2010)**

Investir chez les très jeunes enfants <i>James J. Heckman</i> .....	1-2
Capital humain, développement des jeunes enfants et croissance économique <i>David Dodge</i> .....	1-2
Investir dans le développement des jeunes enfants pour établir les bases d'une société prospère et durable <i>Jack P. Shonkoff</i> .....	1-6
Développement du cerveau dans la petite enfance et développement humain <i>J. Fraser Mustard</i> .....	1-6



## Investir chez les très jeunes enfants<sup>1</sup>

*JAMES J. HECKMAN, Ph.D.*

*Lauréat du prix Nobel 2000 en sciences économiques*

*Henry Schultz, professeur à titre personnel en économie  
University of Chicago, ÉTATS-UNIS*

*(Publication sur Internet le 17 novembre 2004)*

### **Thème**

*Importance du développement des jeunes enfants*

L'apprentissage commence dès la petite enfance, bien avant le début de l'éducation formelle, et se poursuit pendant toute la vie. L'apprentissage précoce engendre des apprentissages ultérieurs et la réussite précoce entraîne d'autres réussites, tout comme les échecs précoces causent des échecs plus tard. À cette étape, le succès ou l'échec bâtit les fondations de la réussite ou de l'échec scolaire, qui à son tour conduit à la réussite ou à l'échec dans les apprentissages postsecondaires. Des études récentes sur les investissements en petite enfance ont montré des réussites remarquables et indiquent que les premières années sont importantes pour l'apprentissage précoce. De plus, les interventions de grande qualité pendant la prime enfance ont des effets durables sur l'apprentissage et sur la motivation. En tant que société, nous ne pouvons attendre que les jeunes atteignent l'âge adulte ou l'âge scolaire pour investir dans leur développement, l'intervention serait trop tardive.

Cependant, les politiques actuelles sur l'éducation et la formation professionnelle sont basées sur des opinions erronées sur la façon dont se bâtissent les habiletés sociales. En tenant surtout compte des habiletés cognitives telles que mesurées par les tests de QI, on exclut souvent l'importance cruciale des habiletés sociales, de l'autodiscipline et une variété d'habiletés non cognitives connues pour déterminer la réussite dans la vie. De plus, cette préoccupation de l'habileté cognitive et des « personnes intelligentes » telles que mesurées par des résultats à des tests en excluant l'adaptabilité sociale et la motivation entraîne une sérieuse discrimination dans l'évaluation du capital humain.

Une autre erreur courante présente dans l'analyse des politiques sur le capital humain est l'hypothèse selon laquelle les habiletés sont déterminées à un très jeune âge. Cette conception statique des habiletés va à l'encontre d'une importante série de recherches que l'on trouve dans la documentation sur le développement de l'enfant. Plus précisément, la recherche a démontré que dans les premières années de la vie, les habiletés de base

---

<sup>1</sup> Adapté à partir de l'article *The real question is how to use the available funds wisely. The best evidence supports the policy prescription: Invest in the very young*, publié par Ounce of Prevention Fund et University of Chicago Harris School of Public Studies. 2000. Cet article a été approuvé par le Dr Heckman.

peuvent être modifiées. Une vision plus correctrice de l'habileté (ou plutôt des habiletés) est qu'elles se développent dans plusieurs situations d'apprentissage et que les habiletés précoces favorisent ensuite les apprentissages futurs.

Les discussions sur les politiques actuelles en matière d'éducation et de formation ont tendance à ne pas tenir compte des priorités ou manquent de reconnaître la nécessité d'en établir. Malheureusement, à une époque où les budgets gouvernementaux sont restreints, on peut difficilement envisager des programmes d'investissement actif pour tous. La vraie question est comment faire un sage usage des fonds disponibles. Les meilleures preuves soutiennent la prescription politique suivante : investir chez les très jeunes et améliorer les habiletés d'apprentissage et de socialisation de base.

Pour citer ce document :

Heckman JJ. Investir chez les très jeunes enfants. In: Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, eds. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [sur Internet]. Montréal, Québec: Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants; 2004:1-2. Disponible sur le site: <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/HeckmanFRxp.pdf>. Page consultée le [insérer la date].

Copyright © 2004



## Capital humain, développement des jeunes enfants et croissance économique<sup>2</sup>

*DAVID DODGE, Ph.D.*

*Ottawa, CANADA*

*(Publication sur Internet le 1<sup>er</sup> décembre 2004)*

### **Thème**

*Importance du développement des jeunes enfants*

Bien que les parents ainsi que certains psychologues, sociologues et experts en santé publique aient depuis longtemps compris intuitivement l'importance du développement des jeunes enfants (DJE), c'est seulement au cours des 25 dernières années que les scientifiques, les médecins et les scientifiques sociaux en sont venus à reconnaître le rôle crucial du DJE. Et, c'est tout récemment que le DJE a commencé à occuper une place dans la documentation économique, au même titre que la scolarisation, la formation continue, la santé publique et l'apprentissage informel.

Le succès du DJE dépend de l'interaction d'un certain nombre de facteurs. Tout comme le développement du capital humain plus tard, les divers facteurs qui influencent le DJE interagissent de façon multiplicative afin de produire des « réussites », telles que mesurées par la maturité scolaire lors de l'entrée à l'école primaire. Une bonne santé (de la mère et de l'enfant), une bonne alimentation, un parentage adéquat, de solides soutiens sociaux et l'interaction stimulante avec les autres en dehors du foyer se combinent pour procurer de meilleures chances de réussite. Comme le manque d'investissement dans la plupart de ces domaines réduit la valeur de l'investissement dans les autres, l'investissement visant à améliorer la santé pré et post conceptionnelle de la future mère est un intrant important pour le DJE. Ainsi, tout type de soutien visant à améliorer les capacités parentales pendant cette période est crucial. Ce soutien comprend le développement d'habiletés de parentage, le soutien social, celui de l'employeur et du gouvernement pour augmenter le temps que les parents peuvent passer avec leurs enfants, et dans certains cas, un soutien direct sous forme de revenu.

La recherche démontre clairement que pendant la dernière période du DJE — de l'âge de trois à cinq ans environ — une certaine forme de DJE en dehors du foyer contribue de façon notable au développement de l'enfant. Cette forme d'intervention, combinée à un parentage efficace, semble augmenter considérablement les chances de devenir un enfant « prêt à apprendre » au moment d'entrer à l'école primaire.

---

<sup>2</sup> Tiré de la conférence du Dr Dodge « Capital humain, développement des jeunes enfants et croissance économique : le point de vue d'un économiste » tenue au *Sparrow Lake Alliance's Annual Meeting*, en mai 2003. Dr Dodge, qui a participé à cet événement à titre personnel, a approuvé cet extrait.

Se pose alors la question du financement public (et privé) adéquat pour la formation du capital humain. Afin de générer un retour total sur l'investissement en capital humain, il est important d'allouer efficacement le nouvel investissement à la marge — comme c'est le cas du capital physique. Ainsi, il est crucial de tenter de s'assurer d'obtenir un retour à la marge pour différents types d'investissement dans le capital humain — un exercice très difficile. Et nous ne devrions pas être surpris si la recherche empirique ne produit pas de données numériques définitives. Alors qu'il semble clair qu'à la base, l'investissement dans le capital humain devrait être orienté vers les très jeunes, on sait moins clairement comment rendre ces investissements productifs.

Pour citer ce document :

Dodge D. Capital humain, développement des jeunes enfants et croissance économique. In: Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, eds. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [sur Internet]. Montréal, Québec: Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants; 2004:1-2. Disponible sur le site: <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/DodgeDFRxp.pdf>. Page consultée le [insérer la date].

Copyright © 2004



## **Investir dans le développement des jeunes enfants pour établir les bases d'une société prospère et durable**

***JACK P. SHONKOFF, MD***

*Titulaire de la chaire de recherche Julius B. Richmond FAMRI  
sur la santé et le développement de l'enfant,  
Harvard School of Public Health, Harvard Graduate School of Education,  
Harvard Medical School, Children's Hospital Boston et Center on the  
Developing Child, Harvard University, ÉTATS-UNIS*

*(Publié sur Internet le 6 janvier 2010)*

### ***Thème***

*Importance du développement des jeunes enfants*

Les premières années sont d'une grande importance puisque ce qui survient pendant la petite enfance peut influencer tout le reste de la vie. La science nous montre ce dont les enfants ont besoin et de quoi ils doivent être protégés pour se développer sainement. Les relations stables, bienveillantes et empreintes de tendresse ainsi que les expériences enrichissantes vécues pendant les premières années ont des bienfaits durant toute la vie sur l'apprentissage, le comportement et la santé physique et mentale.<sup>1</sup> À l'inverse, la recherche sur la biologie du stress chez les jeunes enfants révèle comment le stress chronique causé par d'importantes conditions néfastes, telles que la pauvreté extrême, les mauvais traitements ou la négligence, peut compromettre le développement de l'architecture du cerveau et solliciter et en permanence le système qui régit la réaction au stress et ainsi augmenter le risque de développer diverses maladies chroniques.<sup>2</sup>

Établis au cours de plusieurs décennies d'études comportementales et de recherche en neuroscience, les concepts fondamentaux suivants aident à illustrer la raison pour laquelle le développement sain chez l'enfant, depuis sa naissance jusqu'à l'âge de cinq ans, établit les bases d'une société prospère et durable.<sup>3,4</sup>

Le cerveau se construit continuellement au fil du temps. L'architecture de base du cerveau prend forme au cours d'un processus qui commence avant la naissance et se poursuit à l'âge adulte. Les expériences de la petite enfance influent sur la qualité de cette structure, car elles déterminent si les fondations de l'apprentissage, de la santé et du comportement seront solides ou fragiles.<sup>3</sup> Dans les toutes premières années de la vie, il se forme chaque seconde 700 nouvelles connexions neurales (appelées *synapses*).<sup>5,6</sup> Une fois cette période de prolifération rapide terminée, ces connexions sont soumises à un processus nommé *élagage*, qui permettra d'accroître l'efficacité des circuits du cerveau.<sup>7</sup> Les voies sensorielles, comme celles liées aux facultés élémentaires de la vue et de l'ouïe,

sont les premières à se développer, suivies des habiletés langagières précoces, et plus tard, des fonctions cognitives supérieures. Les connexions se multiplient et sont élaguées dans un ordre précis; de nouveaux circuits plus complexes viennent s'ajouter aux premiers.<sup>8,9,10,11</sup>

L'interaction entre l'influence des gènes et celle de l'expérience structure le développement du cerveau. Les scientifiques connaissent aujourd'hui un élément déterminant dans ce processus : la relation de réciprocité établie entre le bébé et ses parents, de même qu'avec les autres personnes qui s'occupent de lui au sein de la famille ou de la collectivité. Le jeune enfant recherche naturellement à interagir au moyen du babillage, de l'expression faciale et des gestes, et les adultes lui répondent par des sons ou des signes similaires.<sup>3</sup> Lorsqu'il y a absence de réaction – ou que celle-ci est imprévisible ou inappropriée – l'architecture du cerveau ne se forme pas convenablement, ce qui peut entraîner des écarts d'apprentissage et de comportement.<sup>12</sup>

La capacité du cerveau à s'habituer aux changements diminue avec l'âge. Au tout début de la vie, le cerveau est souple, ou « plastique », pour être en mesure de s'accommoder à un vaste éventail de milieux et d'interactions. Or, au fur et à mesure que le cerveau vieillit et se spécialise pour assumer des fonctions plus complexes, son aptitude à se réorganiser et à s'adapter à des situations nouvelles ou inattendues s'affaiblit. Par exemple, avant la fin de la première année, les zones du cerveau qui différencient les sons commencent à se spécialiser en fonction de la langue à laquelle le bébé est exposé. Au même moment, le cerveau commence déjà à perdre son habileté à reconnaître des sons provenant d'autres langues. Bien que demeurent ouvertes les « fenêtres » par lesquelles s'assimilent les connaissances complexes de la langue et s'acquièrent d'autres aptitudes, ces circuits du cerveau se modifieront de plus en plus difficilement au fil du temps. La plasticité du jeune cerveau signifie qu'il est plus facile et plus efficace d'influencer le développement de l'architecture du cerveau d'un bébé que de reconfigurer certains de ses circuits à l'adolescence ou à l'âge adulte.<sup>7</sup>

Les aptitudes cognitives, affectives et sociales s'entremêlent inextricablement au cours de la vie. Le cerveau est un organe hautement intégré et ses multiples fonctions s'exécutent d'une manière intensément coordonnée. Le bien-être affectif et les habiletés sociales constituent une solide base pour les aptitudes cognitives qui se manifesteront par la suite; ensemble, ces compétences représentent les briques et le mortier qui composent les fondations du développement humain. La santé affective et physique, les habiletés sociales et les capacités cognitives et langagières qui se manifestent dans les premières années sont toutes d'importants préalables à la réussite scolaire, et plus tard, au succès sur les plans professionnel et communautaire.<sup>11,13,14</sup>

Bien qu'il soit important qu'un enfant apprenne à composer avec l'adversité pour se développer sainement, le stress excessif ou prolongé peut avoir des effets néfastes sur la formation du cerveau. Sous la menace, le corps a des réactions physiologiques diverses comme l'augmentation du rythme cardiaque, de la pression artérielle et des hormones du stress, telles que le *cortisol*. Lorsque le jeune enfant bénéficie du soutien des adultes, il apprend à s'adapter aux difficultés de tous les jours et son système qui régit la réaction au

stress revient à la normale. Les experts qualifient de positif ce type de stress. Le stress tolérable, quant à lui, se manifeste quand surviennent des problèmes plus graves, notamment la perte d'un être cher, une catastrophe naturelle ou un accident traumatisant dont les répercussions sont amoindries par des adultes attentionnés qui aident l'enfant à s'adapter, ce qui peut atténuer les éventuels effets néfastes causés par un taux anormal d'hormones du stress. Si l'enfant doit surmonter sans l'aide d'un adulte des expériences défavorables intenses, fréquentes ou prolongées, telles que l'extrême pauvreté ou les mauvais traitements répétés, le stress devient toxique et perturbe le développement des circuits du cerveau. Un tel stress survenant en bas âge peut aussi entraîner des conséquences dommageables cumulatives sur la capacité d'apprentissage, de même que sur la santé physique et mentale. Les risques que le développement soit perturbé ou que d'autres problèmes surviennent sont étroitement liés à la gravité des épreuves vécues dans l'enfance. En outre, les adultes ayant connu des expériences défavorables lorsqu'ils étaient enfants tendent à souffrir davantage de problèmes de santé chroniques, y compris l'alcoolisme, la dépression, les maladies cardiaques et le diabète.<sup>15</sup>

Une intervention menée dans les premières années peut prévenir les conséquences qui découlent des conditions défavorables vécues durant l'enfance. Des études indiquent qu'il est moins – et parfois même aucunement – efficace d'intervenir ultérieurement. Par exemple, lorsque des enfants victimes de négligence extrême sont envoyés dans des familles d'accueil avant l'âge de deux ans, leur quotient intellectuel augmente considérablement; de même, leur activité cérébrale et leurs relations d'attachement sont plus enclines à redevenir normales que s'ils sont placés en foyer après cet âge.<sup>16</sup> Bien qu'il n'y ait pas « d'âge parfait » pour intervenir, il reste évident que, dans la plupart des cas, procéder à une intervention dès qu'il est possible de le faire est nettement plus efficace que d'attendre à plus tard.<sup>7</sup>

Les relations stables et empreintes de bienveillance sont essentielles à un sain développement. Les enfants grandissent dans un environnement où ils tissent des liens d'abord avec les parents, puis avec les membres de la famille élargie, du personnel des services de garde et de la pré maternelle, et de la collectivité.<sup>1</sup> Des études montrent que, lorsque confrontés à une situation déstabilisante, les jeunes enfants bénéficiant de relations sécurisantes et fiables avec leurs parents ou les personnes qui prennent soin d'eux sécrètent une quantité minimale d'hormones du stress, alors que ceux qui connaissent des relations d'attachement non sécurisant voient leur système de réaction au stress s'activer considérablement.<sup>2</sup> D'après de nombreux travaux scientifiques, favoriser des relations empreintes de réconfort et d'attention dès le plus jeune âge peut prévenir ou annuler les effets dommageables du stress toxique.<sup>2</sup>

### **Conclusion**

Les principes de base de la neuroscience indiquent qu'il est plus efficace et moins coûteux d'assurer des conditions favorables au développement des jeunes enfants que de tenter de remédier ultérieurement aux conséquences qui découlent d'une enfance difficile.<sup>4</sup> C'est pourquoi une démarche qui accorde tout autant d'importance au développement affectif, social, cognitif et langagier est à privilégier pour préparer adéquatement tous les enfants à réussir sur les plans scolaire, professionnel et

communautaire. Les enfants victimes de stress toxique nécessitent sans délai des interventions spécialisées qui s'attaqueront à la cause de leur angoisse et les protégeront des conséquences qui s'ensuivent.<sup>15</sup>

Pendant la grossesse et les premières années de l'enfance, tous les milieux dans lesquels vivent et apprennent les enfants ainsi que la qualité de leurs relations avec les adultes et les personnes qui s'occupent d'eux influencent grandement leur développement cognitif, affectif et social. Un large éventail de politiques, y compris celles liées aux services à la petite enfance et à l'enseignement préscolaire, aux soins de santé primaires, aux services de protection à l'enfance, à la santé mentale des adultes et au soutien économique apporté aux familles, peuvent contribuer à créer des environnements sécuritaires et favorables ainsi que des relations stables et empreintes de bienveillance dont les enfants ont besoin.

## RÉFÉRENCES

1. National Scientific Council on the Developing Child. *Young children develop in an environment of relationships*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child; 2004. Working Paper No. 1. Available at: [http://developingchild.harvard.edu/library/reports\\_and\\_working\\_papers/wp1/](http://developingchild.harvard.edu/library/reports_and_working_papers/wp1/). Accessed December 1, 2009.
2. National Scientific Council on the Developing Child. *Excessive stress disrupts the architecture of the developing brain*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child; 2005. Working Paper No. 3. Available at: [http://developingchild.harvard.edu/library/reports\\_and\\_working\\_papers/wp3/](http://developingchild.harvard.edu/library/reports_and_working_papers/wp3/). Accessed December 1, 2009.
3. Center on the Developing Child at Harvard University. *A science-based framework for early childhood policy: Using evidence to improve outcomes in learning, behavior, and health for vulnerable children*. Cambridge, MA: Center on the Developing Child at Harvard University; 2007. Available at: [http://developingchild.harvard.edu/library/reports\\_and\\_working\\_papers/policy\\_framework/](http://developingchild.harvard.edu/library/reports_and_working_papers/policy_framework/). Accessed December 1, 2009.
4. Knudsen EI, Heckman JJ, Cameron JL, Shonkoff JP. Economic, neurobiological, and behavioral perspectives on building America's future workforce. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2006;103(27):10155-10162.
5. Bourgeois JP. Synaptogenesis, heterochrony and epigenesis in the mammalian neocortex. *Acta Paediatrica Supplement* 1997;422:27-33.
6. Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *The Journal of Comparative Neurology* 1997;387(2):167-178.
7. National Scientific Council on the Developing Child. *The timing and quality of early experiences combine to shape brain architecture*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child; 2007. Working Paper No. 5. Available at:

[http://developingchild.harvard.edu/library/reports\\_and\\_working\\_papers/wp5/](http://developingchild.harvard.edu/library/reports_and_working_papers/wp5/).

Accessed December 1, 2009.

8. Dawson G, Fischer K, eds. *Human behavior and the developing brain*. New York, NY: Guilford Press; 1994.
9. Nelson CA. The neurobiological bases of early intervention. In: Shonkoff JP, Meisels SJ, eds. *Handbook of early childhood intervention*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Cambridge University Press; 2000: 204-227.
10. Nelson C, Bloom F. Child development and neuroscience. *Child Development* 1997; 68(5):970-987.
11. Shonkoff J, Phillips D, Committee on Integrating the Science of Early Childhood Development, eds. *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
12. National Scientific Council on the Developing Child, the National Forum on Early Childhood Program Evaluation. *Maternal depression can undermine the development of young children*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child. Working Paper No. 8. In press.
13. Emde R, Robinson J. Guiding principles for a theory of early intervention: A developmental-psychoanalytic perspective. In: Shonkoff JP, Meisels SJ, eds. *Handbook of early childhood intervention*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Cambridge University Press; 2000:160-178.
14. McCartney K, Phillips D, eds. *Blackwell handbook of early childhood development*. Oxford, UK: Blackwell Pub.; 2006.
15. Shonkoff JP, Boyce WT, McEwen BS. Neuroscience, molecular biology, and the childhood roots of health disparities: Building a new framework for health promotion and disease prevention. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 2009;301(21):2252-2259.
16. Nelson CA, Zeanah CH, Fox NA, Marshall PJ, Smyke A, Guthrie D. Cognitive recovery in socially deprived young children: The Bucharest Early Intervention Project. *Science* 2007;318(5858): 1937-1940.

Pour citer ce document :

Shonkoff JP. Investir dans le développement des jeunes enfants pour établir les bases d'une société prospère et durable. In: Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, Boivin M, eds. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [sur Internet]. Montréal, Québec: Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants; 2010:1-6 Disponible sur le site: <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/ShonkoffFRxp.pdf>. Page consultée le [insérer la date].

Copyright © 2010

**Cet article est financé par le Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants (CEDJE) et le Réseau stratégique de connaissances sur le développement des jeunes enfants (RSC-DJE).**



CENTRES D'EXCELLENCE POUR LE BIEN-ÊTRE DES ENFANTS

Le développement des jeunes enfants

RÉSEAU STRATÉGIQUE  
DE CONNAISSANCES  
SUR LE DÉVELOPPEMENT DES

*jeunes enfants*



## Développement du cerveau dans la petite enfance et développement humain

*J. FRASER MUSTARD, Ph.D.*

*Président fondateur du Founders' Network  
Council for Early Child Development, Toronto, CANADA*

*(Publié sur Internet le 11 mai 2010)*

### **Thème**

*Importance du développement des jeunes enfants*

C'est au cours des premières années du développement humain que l'architecture et les fonctions de base du cerveau prennent forme.<sup>1</sup> La période de développement au début de l'enfance (de la conception à l'âge de 6 à 8 ans) a une incidence sur le stade suivant du développement humain ainsi que sur les étapes ultérieures. Grâce à la neurobiologie du développement, nous comprenons maintenant mieux la façon dont l'expérience des premières années de vie influe sur les différents stades du développement.<sup>1</sup> Les retards développementaux au cours des premières années ont des conséquences sur la santé (physique et mentale), le comportement et l'apprentissage à long terme.

L'architecture et les fonctions du cerveau sont façonnées par les expériences vécues tout au long de la vie, celles-ci ayant une incidence sur la structure et le rôle des voies neurobiologiques.<sup>1,2</sup> Les stimuli transmis au cerveau par les voies sensorielles avant et après la naissance de même que pendant les étapes ultérieures de la vie, permettent de différencier les fonctions des neurones et des voies nerveuses.

Les milliards de neurones qui se trouvent dans le cerveau d'un individu ont tous le même code génétique (ADN). C'est l'épigénétique qui est responsable de la différenciation des fonctions neuronales (p. ex. la vue, l'ouïe, le toucher, le comportement).<sup>1,3,4,2</sup> L'épigénétique est le processus moléculaire et cellulaire qui gouverne la fonction des gènes. La *méthylation de l'ADN*, les changements dans la *structure de la chromatine*, les *ARN* non codants et *l'édition de l'ARN* en sont des exemples.<sup>3,4,5</sup> Les chercheurs qui travaillent en épigénétique estiment que la compréhension des mécanismes qui régulent la différenciation et les fonctions des gènes constituera un élément essentiel de la recherche au XXI<sup>e</sup> siècle.<sup>3,4,2</sup> Les modifications épigénétiques des fonctions neurologiques ont une incidence sur les voies neurobiologiques qui influent sur la santé (physique et mentale), le comportement et l'apprentissage.<sup>2,6,4</sup> Les effets de l'épigénétique sur la fonction des gènes commencent dès la conception et se poursuivent pendant le développement intra-utérin et après la naissance.

Les expériences qui agissent sur le développement du cerveau par l'intermédiaire des voies sensorielles comprennent les perceptions auditives, tactiles, visuelles et olfactives, la nourriture, les pensées, les drogues, les blessures, les maladies et d'autres facteurs.<sup>2,4</sup>

Les jumeaux monozygotes ont un ADN (*génotype*) identique, mais ils ne vivent pas les mêmes expériences, ce qui entraîne, grâce à l'épigénétique, des différences sur le plan de l'expression de leurs gènes (*phénotype*). Les comportements des jumeaux identiques à l'âge adulte (phénotype) peuvent différer dans une proportion de 20 à 30%.<sup>7</sup> Cette différence est probablement due à l'effet de l'épigénétique sur les fonctions neuronales pendant les premières années du développement. Les résultats des études de jumeaux ont créé un intérêt croissant de la communauté scientifique en ce qui concerne la contribution de l'épigénétique à la schizophrénie, aux troubles bipolaires et d'autres affections comme le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) ainsi que son impact sur la santé physique à l'âge adulte.<sup>2,8,6,9</sup> Des études ont révélé une *hyperméthylation* de la *zone promotrice de l'ADN* dans *l'hippocampe* chez les victimes de mauvais traitements et de négligence au cours des premières années de l'enfance qui se sont enlevé la vie<sup>10</sup>, mais pas chez les victimes de suicide qui n'ont pas été maltraités ou négligés lorsqu'ils étaient petits.

Des études sur des animaux ont montré que l'épigénétique a un effet sur la fonction des gènes. Chez la souris, le *gène agouti* normal donne un pelage pigmenté brun et un corps de taille normale. La forme variante de ce gène est considérée comme dominante par rapport à la forme normale et donne des souris obèses au pelage jaune.<sup>11</sup> Des chercheurs ont constaté que, lorsque des mères porteuses de la forme variante de *l'allèle* agouti reçoivent pendant la gestation des suppléments alimentaires de donneurs de méthyle en vue de favoriser la méthylation intra-utérine du gène régulateur de la variante agouti, les petits démontrent une méthylation importante du gène, présentent une coloration normale et ne sont pas obèses. La couleur du pelage et la taille des souriceaux nouveau-nés étaient corrélées au degré de méthylation de la variante du gène agouti.

Chez le rat, les réactions en situation de stress sont liées au nombre de récepteurs de *glucocorticoïdes* dans la région hippocampique du cerveau.<sup>4</sup> Plus les récepteurs de glucocorticoïdes sont nombreux, mieux se fait la régulation des hormones glucocorticoïdes et du stress chez l'adulte. Les rats qui ont été léchés abondamment par leur mère et ont reçu de bons soins de sa part après la naissance, ont perdu la méthylation du gène codant pour le récepteur des glucocorticoïdes, ce qui a pour effet de stimuler la formation de bons récepteurs dans l'hippocampe. Les animaux qui ont de nombreux récepteurs de qualité gèrent mieux le stress et se laissent manipuler sans difficulté, tandis que ceux qui comptent peu de récepteurs de glucocorticoïdes sont facilement stressés. Dans ces études, les chercheurs ont constaté que l'administration d'un composé (*trichostatine A*) élimine l'effet épigénétique et normalise la réponse au stress chez le rat.<sup>4</sup>

Des études rétrospectives sur des humains ont révélé que le développement intra-utérin et durant la petite enfance a une incidence sur les risques de contracter certaines maladies à l'âge adulte (*diabète de type 2*, hypertension artérielle, crise cardiaque, obésité, cancer et sur le vieillissement).<sup>2,6,12</sup> Les études du Kaiser Permanente en Californie<sup>13</sup> ont révélé que

les personnes souffrant de problèmes de santé mentale, de toxicomanie, d'obésité, de diabète de type 2, de coronaropathie et d'autres affections à l'âge adulte avaient eu un développement limité pendant leurs premières années de vie.

Si les effets de l'épigénétique dans les premières années de vie contribuent aux affections mentionnées précédemment et à d'autres problèmes liés au développement, une intervention précoce pourrait-elle prévenir ou même renverser les processus?

Les travaux de Grantham-McGregor et de ses collaborateurs ont montré que si les enfants dont le développement accusait un retard à la naissance étaient bien nourris et stimulés, ils pouvaient presque atteindre de meilleurs résultats que les enfants du groupe témoin à l'âge de 24 mois.<sup>14</sup> Ces études appuient l'hypothèse selon laquelle il est possible de prévenir ou de renverser les effets de l'épigénétique enclenchés tôt dans le développement par une bonne nutrition et de la stimulation. Les études sur les orphelinats en Roumanie révèlent que des enfants placés dans des familles de classe moyenne au Royaume-Uni, au Canada et aux États-Unis après avoir vécu dans un orphelinat pendant au moins huit mois avaient, à 11 ans, un cerveau moins bien développé (plus petit), des électroencéphalogrammes (EEG) montrant un tracé anormal et une activité métabolique réduite comparativement aux enfants qui avaient été adoptés quatre mois après leur naissance.<sup>15</sup> À 11 ans, les enfants qui avaient été adoptés tard affichaient un comportement anormal (TDAH, agressivité, état de quasi-autisme) et accusaient un retard sur le plan du développement cognitif (QI faible). Quelques enfants ont été choisis aléatoirement et placés dans des familles d'accueil en Roumanie, puis comparés aux enfants restés à l'orphelinat.<sup>16</sup> À l'époque où cette étude a été réalisée, la majorité des enfants avaient passé au moins deux ans à l'orphelinat. Le QI moyen des enfants de l'orphelinat était de 71; celui des enfants placés en famille d'accueil, de 81 et celui des enfants élevés par leurs parents biologiques, de 110.<sup>16</sup> Le développement des enfants confiés à une famille d'accueil alors qu'ils étaient encore petits était presque normal, ce qui n'était pas le cas pour les enfants placés après l'âge de deux ans.

Dans l'étude Abecedarian, réalisée en Caroline du Nord, des enfants afro-américains de quatre mois ont été divisés de manière aléatoire en deux groupes : ceux qu'on inscrivait à un programme annuel préscolaire intensif et ceux qui ne participaient à aucun programme particulier.<sup>17</sup> Lorsqu'ils ont commencé l'école, les enfants de ces deux groupes ont été placés aléatoirement, soit dans un programme scolaire spécial de trois ans, soit dans une classe du programme régulier. Le programme spécial de trois ans a permis aux enfants n'ayant pas pris part à un programme préscolaire d'améliorer leurs compétences en lecture, en écriture et en arithmétique, mais les effets ont été modestes et se sont estompés avec le temps. Les enfants qui avaient suivi le programme préscolaire, puis le programme régulier à l'école ont obtenu de bien meilleurs résultats scolaires mais, à 21 ans, ces effets positifs avaient diminué. Les enfants ayant pris part à la fois au programme préscolaire et au programme triennal d'éducation ont réalisé des progrès plus considérables et plus durables.

Nous savons maintenant que la qualité du développement de l'enfant mesurée au moment où il commence l'école permet de prédire son rendement scolaire.<sup>18,19</sup>

Les études en neurobiologie du développement et les travaux de recherche sur les animaux et les humains fournissent des données probantes qui permettent de conclure que le développement neurobiologique dans les premières années a une incidence sur la santé (physique et mentale), le comportement et l'apprentissage plus tard dans la vie. Les pays qui offrent aux familles ayant de jeunes enfants des programmes universels de qualité dont le but est de favoriser le développement des petits obtiennent en général de meilleurs résultats que ceux où les services de ce genre sont désorganisés.<sup>1</sup>

Au milieu des années 1970, Cuba a instauré un réseau de polycliniques pour les soins périnataux (nutrition, développement sain et stimulation). L'amélioration remarquable de l'état de santé des Cubains comparativement aux habitants des Antilles et des autres pays d'Amérique latine découle possiblement de la qualité supérieure du programme de développement précoce offert dans ces polycliniques (d'après une conversation avec A. Tinajero en 2009). Il est fort probable que ce programme, qui commence dès la grossesse, compte pour beaucoup dans le fait que les Cubains ont surclassé les autres Latino-Américains dans les études de l'UNESCO sur le langage et les compétences en lecture, en écriture et en arithmétique en troisième et en sixième année.

Nous savons maintenant que le milieu joue un rôle tout aussi essentiel que le bagage génétique dont hérite un enfant dans les premières années de son développement et que les soins prodigués durant cette période ont des répercussions importantes sur l'apprentissage à l'école et sur la santé physique et mentale tout au long de la vie.

## RÉFÉRENCES

1. McCain MN, Mustard JF, Shanker S. *Early years study 2: Putting science into action*. Toronto, ON: Council for Early Child Development; 2007.
2. Gilbert SF, Epel D. *Ecological developmental biology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates; 2009.
3. Mehler MF. Epigenetics and the nervous system. *Annals of Neurology* 2008;64(6):602-617.
4. Szyf M, McGowan P, Meaney MJ. The social environment and the epigenome. *Environmental & Molecular Mutagenesis* 2008;49(1):46-60.
5. Fabian MR, Mathonnet G, Sundermeier T, Mathys H, Zipprich JT, Svitkin YV, Rivas F, Jinek M, Wohlschlegel J, Doudna JA, Chen CY, Shyu AB, Yates JR 3rd, Hannon GJ, Filipowicz W, Duchaine TF, Sonenberg N. Mammalian miRNA RISC recruits CAF1 and PABP to affect PABP-dependent deadenylation. *Molecular Cell* 2009;35(6):868-880.
6. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. Effect of in utero and early life conditions on adult health and disease. *New England Journal of Medicine* 2008;359(1):61-73.
7. Caspi A, Moffitt TE, Morgan J, Rutter M, Taylor A, Arseneault L, Tully L, Jacobs C, Kim-Cohen J, Polo-Tomas M. Maternal expressed emotion predicts

- children's antisocial behaviour problems: using monozygotic twin differences to identify environmental effects on behavioural development. *Developmental Psychology* 2004;40(2):149-161.
8. Mill J, Petronis A. Pre- and peri-natal environmental risks for attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): the potential role of epigenetic processes in mediating susceptibility. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2008;49(10):1020-1030.
  9. Fraga MF, Ballestar E, Paz MF, Ropero S, Setien F, Ballestar ML, Heine-Suner D, Cigudosa JC, Urioste M, Benitez J, Boix-Chornet M, Sanchez-Aguilera A, Ling C, Carlsson E, Poulsen P, Vaag A, Stephan Z, Spector TD, Wu YZ, Plass C, Esteller M. Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2005;102(30):10604-10609.
  10. McGowan PO, Sasaki A, D'Alessio AC, Dymov S, Labonte B, Szyf M, Turecki G, Meaney MJ. Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse. *Nature Neuroscience* 2009;12(3):342-348.
  11. Waterland RA, Jirtle RL. Transposable elements: targets for early nutritional effects of epigenetic gene regulation. *Molecular & Cellular Biology* 2003;28:5293-5300.
  12. Barker DJP. Mothers, babies and disease in later life. London, UK: BMJ Publishing Group; 1994.
  13. Felitti VJ, Anda RF, Nordenberg D, Williamson DF, Spitz AM, Edwards V, Koss MP, Marks JS. Relationship of childhood abuse and household dysfunction to many of the leading causes of death in adults: the Adverse Childhood Experiences (ACE) study. *American Journal of Preventive Medicine* 1998;14(4): 245-258.
  14. Grantham-McGregor SM, Powell CA, Walker SP, Himes JH. Nutritional supplementation psychosocial stimulation and mental development of stunted children: the Jamaican study. *The Lancet* 1991;338(8758):1-5.
  15. Ames EW. The development of Romanian orphanage children adopted to Canada: *Final report to the National Welfare Grants Program: Human Resources Development Canada.* Burnaby, BC: Simon Fraser University; 1997.
  16. Nelson CA 3<sup>rd</sup>, Zeanah CH, Fox NA, Marshall PJ, Smyke AT, Guthrie D. Cognitive recovery in socially deprived young children: The Bucharest Early Intervention Project. *Science* 2007;318(5858):1937-1940.
  17. Campbell FA, Ramey CT, Pungello E, Sparling J, Miller-Johnson S. Early childhood education: Young adult outcomes from the Abecedarian Project. *Applied Developmental Science* 2002;6(1):42-57.
  18. Lloyd J, Hertzman C. From kindergarten readiness to fourth-grade assessment: Longitudinal analysis with linked population data. *Social Science & Medicine* 2009;68:111-123.
  19. Wylie C, Ferral H, Hodgen E, Thompson J. Competencies at age 14 and competency development for the Competent Learners study sample. Wellington, NZ: New Zealand Council for Educational Research; 2006.

Pour citer ce document :

Mustard JF. Développement du cerveau dans la petite enfance et développement humain. In: Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, Boivin M, eds. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [sur Internet]. Montréal, Québec: Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants; 2010:1-6  
Disponible sur le site : <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/MustardFRxp.pdf>. Page consultée le [insérer la date].

Copyright © 2010

**Cet article est financé par le Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants (CEDJE) et le Réseau stratégique de connaissances sur le développement des jeunes enfants (RSC-DJE).**



RÉSEAU STRATÉGIQUE  
DE CONNAISSANCES  
SUR LE DÉVELOPPEMENT DES  
*jeunes enfants*