



# **Les impacts à long terme de la méthode mère kangourou sur le fonctionnement cognitif et attentionnel de jeunes adultes de faible poids de naissance**

**Mémoire doctoral**

**Stéphanie Ropars**

**Docteur en psychologie**  
(D. Psy.)

Québec, Canada

© Stéphanie Ropars, 2015



## Résumé

Parmi les conséquences associées aux naissances de faibles poids ( $\leq 2500$  g) et à la prématurité ( $< 37$  semaines gestationnelles), les atteintes cognitives et attentionnelles sont aujourd'hui l'une des plus importantes. En effet, la diminution du taux de mortalité infantile et de l'incidence des handicaps majeurs grâce aux avancées médicales récentes, ont contribué à augmenter l'occurrence des déficits cognitifs et attentionnels chez ces enfants. Afin de pallier à cette nouvelle réalité, des interventions périnatales centrées sur l'importance du contact maternel comme agent protecteur du développement neurocognitif ont été développées. Parmi celles-ci, la méthode mère kangourou (MK) a démontré des bienfaits quant au fonctionnement cognitif global de jeunes enfants. Ce mémoire doctoral a permis de démontrer que les bienfaits cognitifs sont encore observables au début de l'âge adulte, en plus de favoriser le processus d'attention soutenue. Toutefois, la MK bénéficierait seulement aux adultes qui présentaient une vulnérabilité neurologique au moment de son application.



## **Abstract**

Cognitive and attentional impairments are now known to be among some of the most important consequences associated with low birth weight ( $\leq 2500$  g) and preterm birth ( $< 37$  gestational weeks). Indeed, due to recent medical advances, lower rates in infant mortality and major physical handicaps have led to the increased prevalence of cognitive and attention deficits in low birth weight children. To overcome this new reality, perinatal interventions focused on promoting maternal contact as a protective agent of neurocognitive development were developed. The kangaroo mother care method (KMC), for instance, has demonstrated important benefits on the overall cognitive functioning of infants. This thesis demonstrated that such cognitive benefits remain evident in early adulthood, in addition to promoting the process of sustained attention. However, KMC was found to only benefit adults who exhibited neurological vulnerability at the time of its application.



# Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures.....	xi
Liste des abréviations.....	xiii
Remerciements.....	xv
Avant-Propos.....	xvii
<b>Chapitre 1</b> Introduction.....	1
1.1 Sévérité de la prématurité : faible poids de naissance et âge gestationnel.....	2
1.2 Retard de croissance.....	3
1.3 Mortalité.....	4
1.4 Complications néonatales et différences neurologiques.....	5
1.4.1 Altérations neurologiques induites par la prématurité.....	5
1.4.1.1 Complications néonatales majeures.....	6
1.5 Altérations neuropsychologiques subséquentes.....	8
1.5.1 Fonctionnement cognitif global.....	9
1.5.2 Fonctions attentionnelles.....	10
1.5.2.1 Attention soutenue.....	12
1.5.2.2 Attention sélective.....	13
1.5.2.3 Flexibilité attentionnelle.....	14
1.6 Influence de l'environnement post-natal sur le développement cognitif.....	16
1.6.1 Contact maternel.....	17
1.6.2 Origine et fondements de la méthode mère kangourou.....	19
1.7 Problématique et objectifs.....	23
<b>Chapitre 2</b> Article.....	26
2.1 Résumé.....	27
2.2 Introduction.....	27
2.3 Participants et méthode.....	31
2.3.1 Participants.....	31
2.3.2 Recrutement.....	31
2.3.2.1 Recrutement initial (1993).....	31

2.3.2.2 Recrutement pour la présente étude (2013).....	32
2.4 Intervention.....	34
2.5 Matériel.....	35
2.5.1 Tests neuropsychologiques administrés à l'âge adulte .....	35
2.5.2 Outil d'évaluation clinique du statut neurologique administré à l'enfance .....	37
2.6 Procédure .....	38
2.7 Variables d'intérêts.....	38
2.7.1 Variables dépendantes .....	38
2.7.2 Variables indépendantes .....	39
2.7.3 Variables contrôles.....	39
2.8 Analyses statistiques.....	39
2.9 Résultats.....	40
2.9.1 Efficience cognitive globale (QI).....	45
2.9.2 Attention soutenue .....	45
2.10 Discussion.....	46
2.11 References .....	52
<b>Chapitre 3 Conclusion générale.....</b>	<b>58</b>
3.1 Impacts à long terme.....	58
3.2 Facteurs de vulnérabilités néonataux .....	59
<b>Bibliographie.....</b>	<b>62</b>
Annexe 1 : Diagramme d'attrition de l'échantillon expérimental.....	74
Annexe 2 : Composition des échantillons normatifs des sous-tests du TAP 2.3 .....	76

# Liste des tableaux

## Chapitre 2

**Tableau 1** Comparaison des caractéristiques sociodémographiques et néonatales des nourrissons et leur famille selon le type d'intervention (méthode MK ou ST) ..... 34

**Tableau 2** Effets uniques du Groupe de traitement, du Statut neurologique à 6 mois et du Déficit pondéral à la naissance sur la performance des participants aux tests mesurant le fonctionnement cognitif et attentionnel ..... 42

**Tableau 3** Effet d'interaction du Groupe de traitement et du Statut neurologique à 6 mois sur la performance des participants aux tests mesurant le fonctionnement cognitif et attentionnel ..... 45



# Liste des figures

## Chapitre 2

**Figure 1** Regroupement des processus attentionnel selon les deux axes fonctionnels ..... 12

**Figure 2** Résultats de QI en fonction du Groupe de traitement (MK vs ST) et du Statut neurologique à 6 mois..... 46

**Figure 3** Valeur T de la performance au test d'attention soutenue en fonction du Groupe de traitement (MK vs ST) et du Statut neurologique à 6 mois ..... 47



## Liste des abréviations

AG	Âge gestationnel
CNT	<i>Contingency Naming Test</i>
CPT	<i>Continuous Performance Test</i>
EFPN	Extrêmement faible poids de naissance
FPN	Faible poids de naissance
HPA	Axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien
ICD	Classification internationale des maladies
INFANIB	<i>International neurological battery</i>
KMC	<i>Kangaroo Mother Care</i>
Leiter-R	<i>Leiter International Performance Scale - Revided</i>
MK	Mère kangourou (méthode)
NEPSY	<i>Developmental Neuropsychological Assessment Battery</i>
NIDCAP	<i>Newborn Individualized Developmental Care And Assessment Program</i>
OMS	Organisation mondiale de la santé
PAG	Bébé de faible poids pour son âge gestationnel
PVL	Leucomalacie périventriculaire
QI	Quotient intellectuel
RCIU	Retard de croissance intra-utérin
SNC	Système nerveux central
ST	Santé traditionnels (soins)
TAP 2.3	<i>Test of Attentional Performance – Version 2.3</i>
TFPN	Très faible poids de naissance
TMT	<i>Trail Making Test</i>
WASI-II	<i>Weschler Abbreviated Scale of Intelligence© – Second Edition</i>



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire doctoral, monsieur Réjean Tessier, de m'avoir fait confiance depuis mon baccalauréat jusqu'à la toute fin de mon doctorat. Merci pour ta grande disponibilité, ta rapidité à répondre à mes demandes et surtout pour m'avoir offert d'aussi belles opportunités d'apprendre et d'améliorer mes connaissances en recherche. Je désire également remercier monsieur George Tarabulsy, membre de mon comité d'encadrement, pour ses commentaires avisés qui m'ont permis d'améliorer ce travail, mais aussi pour ces nombreux encouragements qui m'ont donné confiance en mes capacités de chercheur. Par ailleurs je remercie toute l'équipe de recherche de Bogota qui ont travaillé assidument à la création de la banque de données qui m'a permis de réaliser cette étude.

Je souhaite aussi remercier mes trois futures neuropsychologues préférées, Annabelle Denis, Béatrice Tousignant et Jackie Mercier, sans qui ce long parcours doctoral parfois sinueux n'aurait jamais été aussi amusant et enrichissant. Merci pour ces innombrables fous rires, mais surtout pour votre amitié et votre support constant. Je ne pourrais souhaiter de collègues et amies plus extraordinaires que vous !

Finalement, je remercie mes amis de toujours et ma famille qui m'ont supporté, encouragé et qui ont su trouver les mots et les gestes pour m'aider à décrocher lorsque cela était nécessaire. Maman et papa, merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir soutenue inconditionnellement tout au long de mon cheminement scolaire des plus éclectique. Votre présence est inestimable à mes yeux. Un merci spécial du fond de mon cœur à mon amoureux Michel-Pierre, qui a su m'aider à relativiser les tracasseries quotidiens, me pousser à grandir à travers les épreuves tout en améliorant constamment mon travail. Ton soutien et ta compréhension durant ces dernières années m'ont été très précieux et je me considère choyée de partager ma vie avec toi !



## **Avant-Propos**

Ce mémoire doctoral a été réalisé en réponse aux exigences du programme de doctorat en psychologie (D. Psy) de l'École de psychologie de l'Université Laval. Monsieur Réjean Tessier (Ph. D.), professeur titulaire à l'Université Laval, a agi en tant que directeur du mémoire doctoral.

Ce manuscrit est organisé en trois chapitres. Le premier et le dernier représentent respectivement l'introduction et la conclusion générale du mémoire doctoral, tandis que le deuxième est présenté sous forme d'article scientifique. En tant qu'auteure principale de l'article, j'ai énoncé la problématique du projet, élaboré les objectifs de recherche, effectué les analyses statistiques et rédigé l'ensemble du manuscrit. Réjean Tessier m'a supervisé dans l'ensemble des étapes de la réalisation de l'article. Quant aux co-auteurs, ils ont fourni une contribution intellectuelle d'une ampleur justifiant l'ordre octroyé à chacun.

L'article n'a pas encore fait l'objet d'une publication, mais il sera prochainement traduit en anglais et soumis à une revue scientifique avec les coauteurs suivants :

N.Charpak M.D<sup>1</sup>, R.Tessier PhD<sup>2</sup>, J.G.Ruiz M.D, MSc<sup>3</sup>, J.T.Hernandez PhD<sup>4</sup>,  
F.Uriza M.D, MSc<sup>5</sup>, L.Nadeau PhD<sup>2</sup>, C.Mercier PhD<sup>2</sup>, F.Maheu PhD<sup>6</sup>, J.Marin  
M.D<sup>7</sup>., D.Cortes PhD<sup>8</sup>, J.M.Gallego PhD<sup>8</sup>. D.Maldonado PhD<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Fundación Canguro, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Université Laval, Quebec, Canada

<sup>3</sup>Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

<sup>4</sup>Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

<sup>5</sup>Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia

<sup>6</sup>Université de Montreal, Canada

<sup>7</sup>Hospital Universitario Infantil San José, Bogotá, Colombia

<sup>8</sup>Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Ce projet n'aurait pas pu être possible sans l'accès privilégié à la banque de données issue d'une recherche longitudinale réalisée à Bogota en Colombie. Cette équipe, dirigée par Nathalie Charpak (pédiatre) et codirigée par Réjean Tessier (psychologie), Juan Gabriel Ruiz Pelaez (épidémiologiste) et Tiberio Hernandez (ingénieur informatique) a assuré le suivi des enfants jusqu'au début de l'âge adulte. La réalisation de ce projet longitudinal a été possible grâce aux fonds suivants :

Canada: Grand Challenge Canada en collaboration avec Bill & Melinda Gates foundation et les Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC), Université Laval et Université de Montreal.

Colombia: COLCIENCIAS, Kangaroo Foundation, HUSI, IMAGINE (Los Andes University), Rosario University, Javeriana University

# Chapitre 1 Introduction

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2015), la prématurité réfère à une naissance qui survient avant 37 semaines révolues de gestation in-utéro. La prévalence mondiale de ce phénomène est estimée à 15 millions de naissances prématurées chaque année, ce qui représente plus d'un bébé sur dix. De plus, avec les progrès de la médecine, il est désormais possible d'assurer leur survie malgré des durées de gestation de plus en plus courtes, entraînant une augmentation constante de la prévalence des naissances prématurées avec survie. En maintenant en vie des bébés de plus en plus immatures, parfois même à la limite de la viabilité, les spécialistes de la santé sont confrontés à une augmentation de l'occurrence des déficits cognitifs et attentionnels chez ces enfants. L'impact de ces altérations est considérable puisqu'elles sont reconnues pour interférer avec la réussite scolaire et professionnelle des enfants prématurés et/ou de faible poids (Markestad et al., 2005; Saigal et Doyle, 2008 ; Walsh et al., 2005). Ainsi, la hausse de la prévalence de ce phénomène au cours des dernières années a motivé plusieurs équipes de recherche à tenter de mieux comprendre l'influence de la prématurité sur le fonctionnement cognitif et attentionnel afin de mettre en place des programmes d'interventions périnatales visant à diminuer l'impact de celles-ci sur le développement à long terme de l'enfant.

C'est dans ce contexte que le présent mémoire doctoral s'inscrit. Il vise à évaluer les effets de la méthode mère kangourou (MK), un programme d'interventions périnatales, sur le fonctionnement cognitif et attentionnel d'enfants de faibles poids de naissance ayant atteint le début de l'âge adulte. À cette fin, les notions importantes pour l'étude de la prématurité seront d'abord définies, puis une revue de la littérature des impacts de celle-ci sur le développement cérébral et le fonctionnement cognitif sera présentée au chapitre 1. Le chapitre 2 présente l'article découlant de ce mémoire doctoral, incluant la méthode, les résultats de l'étude expérimentale ainsi qu'une discussion abordant l'impact de ces résultats sur l'intervention clinique et les recherches futures. Finalement, le chapitre 3 clôt le manuscrit par une conclusion générale.

## **1.1 Sévérité de la prématurité : faible poids de naissance et âge gestationnel**

Il existe deux critères couramment utilisés par les chercheurs et les cliniciens afin de décrire et de catégoriser le degré de sévérité des naissances prématurées. Il s'agit du poids de naissance et de l'âge gestationnel (AG). Le premier indice réfère à la qualité de la croissance intra-utérine, alors que le second réfère davantage à la maturité biologique du nourrisson. Selon le premier indice, un enfant prématuré peut naître avec un faible poids de naissance (FPN ;  $\leq 2\ 500$  g), un très faible poids de naissance (TFPN ;  $\leq 1\ 500$  g) ou un extrêmement faible poids de naissance (EFPN ;  $\leq 1\ 000$  g ; Subramanian, Yoon et Toral, 2002). La notion d'AG inclut également différentes catégories, soit les enfants prématurés ( $< 37$  semaines), très prématurés ( $\leq 32$  semaines), très grands prématurés ( $\leq 29$  semaines) et extrêmement prématurés ( $\leq 26$  semaines). L'utilisation de l'AG pour décrire la sévérité de la prématurité présente toutefois certains problèmes. Tout d'abord, il y a absence de consensus quant à une classification précise du degré de sévérité de la prématurité à partir de l'AG. De plus, l'estimation de cette mesure est parfois effectuée à partir des dernières menstruations de la mère et peut manquer de précision (Seidman et al., 2010). Ainsi, le poids de naissance est habituellement privilégié comme critère d'inclusion dans les études. À cet égard, le manuel de classification internationale des maladies (ICD-10 ; *International Classification of Diseases*), indique que lorsque les données sur le poids de naissance et l'AG sont disponibles, la classification des individus dans un contexte de recherche devrait être basée sur le critère du poids de naissance (ICD-10, 2015). Toutefois, malgré les critiques adressées à l'indice de l'AG, cette variable s'est avérée au cours des dernières années être un critère valide, entre autres grâce à l'avènement de l'utilisation de techniques d'ultrasons pour déterminer avec davantage de précision l'AG. De plus, plusieurs décisions médicales sont prises en fonction de celle-ci plutôt que du poids du bébé (Campbell, Warsof, Little et Cooper, 1985). Finalement, en raison des limitations inhérentes à l'utilisation indépendante de ces deux indices, certains

auteurs suggèrent d'établir le degré de sévérité de la prématurité en combinant l'AG au poids de naissance du nourrisson (Aylward, 2002, 2005). Des courbes de croissance sont d'ailleurs disponibles afin de situer l'enfant par rapport à un groupe normatif et ainsi mieux décrire le degré de prématurité (OMS, 2014; Société canadienne de pédiatrie et Les diététistes du Canada, 2010).

## **1.2 Retard de croissance**

Bien que l'AG du nourrisson soit généralement fortement corrélé à la taille du bébé et indirectement à son poids, il arrive que certains enfants aient un poids inhabituellement faible pour leur âge gestationnel. Si ces derniers présentent une masse pondérale en dessous du 10<sup>e</sup> percentile pour leur AG selon des courbes normatives, ils seront alors qualifiés d'enfants de faible poids pour leur AG (PAG). Dans la littérature scientifique, cet écart est souvent considéré comme un indice de retard de croissance et s'avère associé à davantage de complications périnatales ainsi qu'à des effets adverses au cours de la vie adulte (Barker, 1997 ; Jarvis et al., 2003). Ce terme doit cependant être employé avec prudence puisqu'il englobe également une forte proportion d'enfants en bonne santé, mais simplement physiologiquement de petite conformation (Gardosi, 2006 ; Ross, Mansano, 2013). Par ailleurs, il est également important de distinguer le concept de PAG de celui de retard de croissance intra-utérin (RCIU) puisque même si ces deux conditions sont généralement associées à des taux de mortalité et de morbidités plus élevés, elles diffèrent en termes de moment de survenue et de sévérité. En effet, contrairement au PAG qui est constaté chez le nouveau-né, le RCIU réfère à une complication de grossesse (c.-à-d., en période prénatale) définie par une croissance insuffisante du fœtus par rapport à son potentiel génétique préalablement déterminé. Les causes des RCIU sont diverses, mais dans la majorité des cas cette condition s'avère liée à la malnutrition maternelle ou à un apport insuffisant d'oxygène au fœtus. On estime que de 3 à 10 % des grossesses sont affectées par un RCIU, engendrant un taux de mortalité infantile de quatre à huit fois plus élevé que dans la population générale ainsi qu'un taux de morbidité touchant jusqu'à 50% des nourrissons survivants (Bernstein et al., 2000). En ce qui concerne les enfants PAG, dans la majorité

des cas, ils auront rattrapé leur retard pondéral (c.-à-d., > de deux écarts-types de la moyenne) avant l'âge de deux ans, présentant ainsi un pronostic développemental plus favorable que celui de leurs pairs présentant un RCIU (Lee, Chernausek, Hokken-Koelega et Czernichow, 2003).

### **1.3 Mortalité**

Le taux de mortalité infantile est décrit comme étant le rapport entre le nombre d'enfants décédés de moins de un an et l'ensemble des enfants nés vivants (INSEE, 2015; UNICEF, 2015). Le calcul de cet indice permet notamment d'évaluer la qualité des soins pédiatriques offerts par un État (Beck et al., 2010). Selon les conclusions d'une récente méta-analyse, les conséquences associées à la prématurité et aux naissances de faible poids sont depuis plusieurs années les principales causes de décès chez les nouveau-nés (Black et al., 2008; OMS, 2015). Comme la précarité de l'état de santé des nourrissons, le taux de mortalité est inversement proportionnel au poids de naissance et à l'âge gestationnel (Callaghan, MacDorman, Rasmussen, Qin et Lackritz, 2006; World Health Organisation, 2012). De plus, les causes de décès varient selon le degré de prématurité. Effectivement, chez les nourrissons de plus petits âges gestationnels, la mortalité serait due à l'extrême prématurité et à ses complications les plus courantes (c.-à-d., détresse respiratoire, hémorragie intraventriculaire, septicémie) tandis qu'avec l'augmentation de l'AG les causes de décès seraient davantage tributaires d'encéphalopathies hypoxique-ischémiques ou à des anomalies structurales et génétiques (Jacob, Kamitsuka, Clark, Kelleher et Spitzer, 2015).

Toutefois, au cours des dernières décennies le taux de mortalité infantile a considérablement diminué (Beck et al., 2010). Ce phénomène s'explique par plusieurs facteurs dont, notamment, l'essor des connaissances dans le domaine de la médecine pédiatrique néonatale qui ont permis d'offrir de meilleurs suivis de grossesse et de sensibiliser les mères aux facteurs environnementaux et personnels pouvant influencer le développement du fœtus (Davidoff et al., 2006; Stanton, Lawn, Rahman, Wilczynska-Ketende et Hill, 2006). Les avancées réalisées au sein des techniques

d'interventions médicales et par les recherches biomédicales au cours des années 1980 ont également largement contribué à augmenter le taux de survie de ces enfants, entre autres grâce à l'utilisation des corticostéroïdes anténataux permettant d'accélérer la maturation pulmonaire in-utéro et des surfactants reconnus pour mieux contrôler le syndrome de détresse respiratoire chez les nourrissons (Crowley, 1996; Doyle et al., 1986; Hack et Fanaroff, 1999, Vohr et al., 2000; Wright et al., 1995). Ces médicaments font aujourd'hui intégralement partie des soins de base prodigués aux nourrissons de très faible poids de naissance favorisant ainsi grandement leur survie.

## **1.4 Complications néonatales et différences neurologiques**

En contrepartie, la diminution de la mortalité infantile grâce aux avancées médicales combinée au taux de naissances prématurées ou de faible poids à la hausse à travers le monde a contribué à l'émergence d'une nouvelle réalité préoccupante. Effectivement, en dispensant des soins à des enfants de plus en plus prématurés, parfois même à la limite de la viabilité, les spécialistes du domaine médical sont parvenus à réduire l'incidence des handicaps majeurs associés à cette condition (p. ex., malformations létales, détresse respiratoire, paralysie cérébrale, retard mental). Cependant, une grande partie de ces survivants « indemnes » seront davantage exposés à d'autres types de problèmes neurodéveloppementaux tout autant préoccupants (Markestad et al., 2005; Walsh et al., 2005). En effet, malgré l'amélioration apparente de la condition physique des nourrissons prématurés lors de leur sortie de l'hôpital, leur devenir au long terme suscite encore de multiples discussions et interrogations parmi le corps médical et les chercheurs en périnatalité. Effectivement, plusieurs enfants et adolescents sans problème physique ou intellectuel majeur sont aux prises avec des déficits cognitifs plus « subtils », mais parfois tout aussi handicapants au plan social, scolaire et ultimement professionnel lors de l'âge adulte (Taylor, Klein, Minich et Hack, 2000).

### **1.4.1 Altérations neurologiques induites par la prématurité**

Une naissance prématurée interrompt le développement normal du cerveau au cours de la deuxième moitié de la gestation, soit une période charnière dans le développement physiologique et neurologique du nourrisson. Ce dernier est alors contraint à poursuivre sa croissance dans un incubateur plutôt que dans le ventre de sa mère, l'exposant ainsi continuellement à des bruits environnants, de la lumière et un plus grand risque d'être exposé à des événements adverses (p.ex., interventions médicales, etc.). Dû à leur immaturité et leur fragilité, les systèmes sensoriels du nourrisson sont incapables de traiter cette surstimulation, engendrant des perturbations au niveau cérébral susceptibles d'altérer le cours du développement normal et d'entraîner des difficultés cognitives et attentionnelles, d'où la nécessité de soins périnataux adaptés à leur condition (Marret, 2007; Peterson et al., 2000 ; Saigal et Doyle, 2008). En soi, la prématurité n'est pas associée à une symptomatologie fixe. Elle doit plutôt être abordée comme une condition présentant un risque accru de complications à court, moyen et long terme.

#### **1.4.1.1 Complications néonatales majeures**

Les complications néonatales majeures chez les nourrissons prématurés comprennent notamment des atteintes cérébrales, des problèmes pulmonaires (syndrome de détresse respiratoire, dysplasie bronchopulmonaire), des septicémies, une persistance du canal artériel (défaut cardiaque congénital), des entérocolites nécrosantes (urgence médicale d'origine gastro-intestinale) et autres. Cependant, même en l'absence de complication majeure, l'altération du développement cérébral normal induite par le passage *ex utero* prématuré du nourrisson l'expose à un risque considérablement accru d'atteintes périnatales (Marret, 2007).

En effet, le passage précoce vers le monde extérieur survient généralement durant la deuxième moitié de la gestation, une période critique du développement cérébral coïncidant notamment avec une phase très active dans la maturation de la substance blanche. L'enfant est alors plus vulnérable à certaines pathologies neurologiques, dont la leucomalacie périventriculaire (PVL), l'une des neuropathologies les plus

fréquemment rencontrées chez les enfants nés prématurément (Ment, Hirtz et Hüppi, 2009). La PVL est reconnue pour augmenter le risque de lésion de la matière blanche durant la période post-natale, induisant par conséquent un plus grand nombre de séquelles neurologiques à long terme (Volpe, 2001), dont la paralysie cérébrale. L'occurrence plus élevée de ces atteintes chez les prématurés est due à la rapidité des changements cérébraux s'opérant simultanément à partir de la 28<sup>e</sup> semaine de gestation, les rendant ainsi plus vulnérables que leurs pairs qui sont encore dans le ventre de leur mère lors de ce moment charnière. Effectivement, c'est lors de cette période que s'enclenche le processus de myélinisation des axones. Ce processus consiste en la formation d'une gaine isolante de substance grasse (c.-à-d., la myéline) le long des axones assurant une conduction plus rapide des influx nerveux, permettant ainsi une transmission plus efficace des informations dans le cerveau (Lederman, 2012). Les dommages neuronaux diffus souvent associés à cette neuropathologie déterminent les altérations de la myélinisation ainsi que la formation et la stabilisation des circuits neuronaux. Ces altérations sont ultérieurement objectivées par des anomalies volumétriques et fonctionnelles de la substance grise et blanche (Peterson, 2003). À cet effet, Volpe (2009) souligne l'étroit lien existant entre ces deux types de substances cérébrales, puisque l'organisation corticale et le développement synaptique dépendent de la maturation des axones. En effet, ces dernières assurent l'établissement des liens fonctionnels entre les structures cérébrales profondes et le cortex (de Kieviet, Zoetebier, Van Elburg, Vermeulen et Oosterlaan, 2012). Certaines régions sous-corticales seraient particulièrement vulnérables lors d'une naissance prématurée entre autres en raison de la vulnérabilité accrue des neurones immatures au phénomène d'apoptose (c.-à-d., processus biologique de mort cellulaire) en période périnatale (Bhutta et Anand, 2001 ; Bhutta, Cleves, Casey, Craddock et Anand, 2002). C'est le cas du thalamus dont l'établissement des connexions vers les zones corticales, notamment les zones fronto-temporales, s'opère spécifiquement durant la période de vulnérabilité accrue engendrée par une naissance avant terme (Allendoerfer et Shatz, 1994 ; Kostovic et Judas, 2010 ; Judaš, Radoš, Jovanov-Milošević, Hrabac et Kostović, 2005). Selon une récente méta-analyse réalisée par de Kieviet et collaborateurs (2012), le réseau de connexions fronto-thalamo-striées serait grandement impliqué dans l'intégrité

des fonctions cognitives et attentionnelles (voir section *Altérations neuropsychologiques subséquentes* pour une définition de ces fonctions). Effectivement, plusieurs études utilisant l'imagerie par résonance magnétique ainsi que la tomodensitométrie ont permis d'associer la présence d'altérations fronto-thalamo-corticales à des répercussions cognitives et attentionnelles (Boardman et al., 2010 ; Nagy, 2003 ; Volpe, 2009 ; Kostovic et Judas). De manière générale, la gravité de ces altérations neurologiques serait inversement liée à l'âge gestationnel ainsi qu'au poids à la naissance (Anjari et al., 2007 ; Ball et al., 2010 ; Ball et al., 2012 ; Counsell et al., 2006 ; Krishnan et al., 2007 ; Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow, 2009; Nosartri et al., 2002).

En somme, plusieurs études suggèrent que le manque de maturation cérébrale lié à une naissance prématurée ou de faible poids entraîne des anomalies neurologiques structurelles et fonctionnelles qui perdurent dans le temps. La prévalence et l'ampleur de ces altérations augmentent en fonction du déficit pondéral et de l'immaturation du nourrisson à la naissance. De plus, même en l'absence de complications néonatales majeures ou de lésions cérébrales visibles, des différences neuro anatomiques sont observables en imagerie cérébrale chez les enfants nés prématurément par rapport à leurs pairs nés à terme. Ce sont ces atteintes neurologiques, reconnues pour persister dans le temps, qui semblent être à l'origine des difficultés cognitives et attentionnelles vécues par de nombreux enfants et adultes nés prématurément.

## **1.5 Altérations neuropsychologiques subséquentes**

La présence de déficits cognitifs chez plusieurs enfants et adultes nés prématurément serait principalement associée aux altérations neurologiques périnatales qui influenceraient de manière durable la trajectoire développementale du cerveau immature de l'enfant. Ici, les atteintes cognitives globales et plus précisément celles de nature attentionnelles seront abordées puisqu'elles font spécifiquement l'objet du présent mémoire.

### 1.5.1 Fonctionnement cognitif global

La *cognition* réfère à un ensemble de processus mentaux nous permettant notamment de percevoir, d'analyser, de comprendre, de se souvenir et d'accumuler des connaissances sur le monde qui nous entoure (Stuss, 1992 ; Zelazo, Muller, Frye et Marcovitch, 2003). Le terme général **fonctions cognitives** peut être divisé en plusieurs processus d'ordre mnésique, langagier, visuo-spatial, exécutif, attentionnel et autres. Le développement des fonctions cognitives est influencé par un éventail de facteurs de nature génétique, neurologique et environnementale (Lussier et Flessas, 2009; Seron et Van der Linden, 2000). Le *quotient intellectuel (QI)* constitue la mesure de l'efficacité cognitive globale. Il réfère à un ensemble d'habiletés incluant les compétences verbales de conceptualisation et d'abstraction ainsi que celles visuelles d'analyse, de synthèse, de représentation mentale et de raisonnement logique. Dès l'âge de deux ans et six mois, il est possible de mesurer le QI grâce à des échelles d'intelligence permettant de situer les gens par rapport à un groupe normatif (Wechsler, 2013). Des déficits quant au fonctionnement cognitif global des enfants prématurés et de faible poids sont couramment rapportés dans les études, particulièrement chez ceux de très petit poids de naissance (Bhutta, Cleves, Casey, Craddock et Anand, 2002; Vohr et al., 2000, 2004). Plusieurs chercheurs ont en effet étudié la prématurité en lien avec l'efficacité intellectuelle, de l'enfance jusqu'au début de l'âge adulte. Dans leur méta-analyse, de Jong et ses collaborateurs (2012) concluent que la prématurité augmente le risque de présenter des performances inférieures aux tests mesurant le QI et ce, de l'enfance à l'âge adulte. Selon eux, ces difficultés cognitives découleraient en grande partie des déficits attentionnels fréquemment mesurés chez ces enfants (Landry, 1995; Rose, Feldman et Jankowski, 2001). Une seconde méta-analyse effectuée avec des études incluant des adolescents de faible poids de naissance (< 2500 g) âgés de 13 ans est arrivée sensiblement aux mêmes conclusions (Kormos, Wilkinson, Davey et Cunningham, 2014). Hack et ses collaborateurs (2002) ont également mesuré des QI inférieurs chez un groupe de jeunes adultes de très faible poids de naissance (< 1500 g) âgés de 20 ans. De plus, il y avait davantage d'adultes présentant une déficience intellectuelle (QI < 70) ainsi qu'un QI à la frontière de la déficience (QI entre 70 et 84)

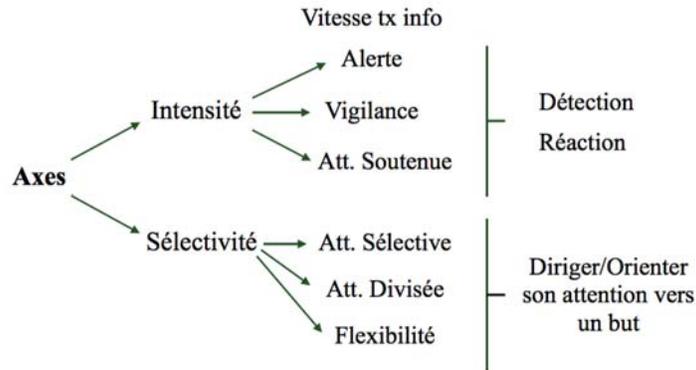
dans le groupe de très faible poids de naissance en comparaison à un groupe contrôle. Cependant, il existe certaines inconsistances entre les résultats des études à ce sujet. Au moins deux études menées auprès d'enfants prématurés âgés entre cinq et huit ans n'ont observé aucune différence dans la performance à des tests mesurant l'intelligence en comparaison à des enfants nés à terme (Adams-Chapman, 2006; Van Baar, Vermaas, Knots, de Kleine et Soons, 2009). Ces résultats contradictoires pourraient s'expliquer en partie par le fait que certains chercheurs ne tiennent pas compte des facteurs de vulnérabilité physiologique que présentaient les nourrissons en période néonatale (p.ex., recours aux soins intensifs néonataux, statut neurologique instable, etc.) ou excluent ces nourrissons plus vulnérables de leur étude. Pourtant, une vulnérabilité physiologique accrue chez les nourrissons prématurés âgés de trois à dix ans a été associée à des performances cognitives significativement inférieures à leurs pairs nés à terme (Baron, Erickson, Ahronovich, Litman et Brandt, 2010; Gurka, LoCasale-Crouch et Blackman, 2010 ; Schermann et Sedin, 2004). De plus, dans l'étude de Baron et ses collaborateurs (2011), des performances inférieures étaient uniquement observées chez les enfants prématurés présentant un haut risque médical et non chez ceux à faible risque. Par ailleurs, l'efficacité cognitive globale est largement corrélée à la réussite scolaire ainsi qu'à l'intégration professionnelle et sociale plus tard au cours de la vie adulte (Moster, Lie et Markestad, 2008 ; Sandman, Davis, Buss et Glynn, 2011). Par exemple, selon Chaikind et Corman (1991), les enfants de faible poids de naissance nécessiteraient beaucoup plus de services d'éducation spécialisée que les enfants nés à terme. Étant donné l'accès limité à ces ressources en raison des coûts sociaux qu'elles impliquent, seulement un nombre restreint d'enfants peuvent en bénéficier et ainsi minimiser les conséquences à long terme de leurs difficultés cognitives (Aarnoudse-Moens, Weisglas-Kuperus, van Goudoever et Oosterlaan, 2009; Mackay, Smith, Dobbie et Pell, 2010).

### **1.5.2 Fonctions attentionnelles**

Les **fonctions attentionnelles** réfèrent quant à elles à un sous-groupe de processus cognitifs. Depuis les dizaines d'années, elles ont suscité énormément d'intérêt dans les

recherches en prématurité. Au plan neuropsychologique, ce regroupement de processus attentionnels et de fonctions hautement spécifiques que chapeaute le terme « attention » est d'un grand intérêt puisqu'il contribue à notre perception et ultimement notre adaptation au monde dans lequel nous nous développons. Les systèmes attentionnels permettent entre autres d'éviter un traitement approfondi de l'ensemble des stimuli provenant du monde extérieur et ainsi discriminer les éléments essentiels à notre fonctionnement quotidien (Seron et Van der Linden, 2000). L'intégrité de ces fonctions constitue donc un préalable essentiel au développement cognitif global de l'enfant ainsi qu'à son fonctionnement social et professionnel plus tard au cours de sa vie (de Jong, Verhoeven et van Baar, 2012; Posner et Rothbart, 2007 ; Ruff et Rothbart, 2001 ; Zimmermann et Leclercq, 2002).

L'ensemble des processus attentionnels peuvent être regroupés selon deux axes ayant des fonctions complémentaires, soit l'axe de l'intensité et celui de la sélectivité (voir figure 1; Corbetta et Shulman, 2002 ; Zomerén et Brouwer, 1994). L'axe d'intensité attentionnelle renvoie à la capacité à détecter et à réagir de manière adéquate aux exigences de l'environnement auxquelles l'individu est confronté. Il comprend les processus d'alerte, de vitesse de traitement de l'information, de vigilance et d'attention soutenue. L'axe de la sélectivité réfère quant à lui à la capacité d'orienter ou de diriger son attention vers un but et permet de se concentrer sur une action spécifique. Il regroupe les fonctions de focalisation et de flexibilité ainsi que celles nécessaires au traitement des stimuli soit l'attention sélective et divisée. Les lobes cérébraux frontaux sont reconnus pour leur implication dans l'efficacité de l'ensemble des fonctions attentionnelles et plus particulièrement au niveau de l'axe de la sélectivité étant donné le niveau de contrôle cognitif plus élevé que requièrent ces processus (Corbetta et Shulman; Miller et Cohen, 2001). Puisque l'intégrité de ces réseaux neuronaux frontaux dépend largement du processus de myélinisation et des atteintes de la matière blanche fréquemment observées chez les enfants prématurés, cette condition pourrait compromettre l'efficacité de ces réseaux (Alvarez et Emory, 2006 ; Nagy, 2003).



**Figure 1** Regroupement des processus attentionnel selon les deux axes fonctionnels

Chez les enfants prématurés et de faible poids de naissance des difficultés au sein de fonctions attentionnelles ont été largement répertoriées (Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow, 2009; Rose, Feldman et Jankowski, 2001). Parmi l'ensemble des processus attentionnels, ce sont ceux d'*attention soutenue*, d'*attention sélective* et de *flexibilité attentionnelle* qui semblent les plus vulnérables aux impacts de la prématurité et qui feront donc l'objet de ce mémoire doctoral. Cependant, d'autres processus attentionnels semblent également être altérés par la prématurité mais ne seront pas abordés ici (voir Arpino et al., 2010 et Baron et Rey-Casserly, 2010 pour des revues de la littérature).

### 1.5.2.1 Attention soutenue

Le processus *d'attention soutenue* réfère à la capacité de maintenir un niveau d'efficacité attentionnelle adéquat et stable au cours d'une activité d'une durée prolongée sollicitant un traitement de l'information actif et ininterrompu. Généralement, les épreuves psychométriques conçues pour mesurer ce processus sont d'une durée minimale de 10 minutes, afin d'être en mesure d'apprécier les fluctuations de la performance sur une longue période (Conners, 1895 ; Zimmermann et Fimm, 2002). Concernant ce processus, Lezak (2004) souligne qu'un déficit d'attention soutenue altère l'efficacité cognitive globale, et ce, même si d'autres fonctions cognitives sont préservées. À ce sujet, plusieurs études démontrent que la performance des enfants de faible poids est inférieure à celle de ceux nés à terme dans ce type de

tâche. Effectivement, en plus de présenter une diminution progressive de leur efficacité attentionnelle au fil des tâches (c.-à-d., une élévation significative des temps de réaction), ces derniers font considérablement plus d'erreurs d'omissions dans les tests (Katz et al., 1996). En effet, dans l'étude menée par Cavale et ses collaborateurs (2005), les enfants prématurés (30-34 AG) âgés entre trois et quatre ans ont commis significativement plus d'erreurs dans le barrage de cibles au sous-test *Attention sustained test* du *Leiter International Performance Scale - Revised* (Leiter-R ; Sullivan, 1998) s'échelonnant sur une période de 25 à 50 minutes continue. Une autre équipe de chercheurs ont également testé l'attention soutenue chez un groupe d'enfants de huit ans nés prématurément (34-36 AG). Leurs résultats ont montré que ces derniers étaient significativement plus lents que le groupe témoin au test de Bourdon-Vos, une tâche consistant à produire rapidement une grande quantité de figures en reliant des séries de points (Van Baar, Vermaas, Knots, de Kleine et Soons, 2009). Enfin, les difficultés d'attention soutenue semblent se maintenir dans le temps puisque certains déficits ont également été répertoriés à l'adolescence. Dans une étude menée par Elgen et ses collaborateurs (2004), les adolescents de faible poids de naissance (< 2000 g.) âgés de 11 ans commettaient significativement plus d'erreurs d'omission que ceux nés à terme au *Continuous Performance Test* (CPT ; Conners, 1985). C'est également le cas d'un autre groupe d'adolescents nés prématurément (<33 AG) et âgés entre 13 et 20 ans lors de l'évaluation, qui ont obtenu des temps de réaction significativement plus élevés ainsi qu'un nombre plus important de lapsus attentionnels (c.-à-d., incapacité à produire une réponse dans les délais exigés par la tâche ou erreur d'omission) au *Psychomotor Vigilance Task* (Hall et al., 2008).

### **1.5.2.2 Attention sélective**

Le processus d'*attention sélective* réfère quant à lui à la capacité de diriger volontairement son attention vers des éléments spécifiques tout en ignorant d'autres éléments présents dans l'environnement susceptibles de nous distraire. Ce processus est habituellement mesuré par des tâches visuelles ou auditives exigeant d'identifier des cibles parmi plusieurs distracteurs (p.ex., test de barrage). Chez les enfants, la

capacité de déplacer volontairement son foyer attentionnel semble s'acquérir durant les quatre premiers mois de leur vie (Hunnus et Geuze, 2004 ; Johnson, Posner et Rothbart, 1991) et rester relativement stable au cours du développement et de la vie adulte (Goldberg, Maurer et Lewis, 2001 ; Rueda et al., 2004). En comparaison à leurs pairs nés à terme, les enfants prématurés et de faible poids de naissance présentent une performance significativement inférieure aux tâches mesurant l'attention sélective. À ce sujet, des études menées chez des enfants extrêmement prématurés ( $\leq 25$  AG) de six ans (Marlow, Hennessy, Bracewell et Wolke, 2007) et de très faibles poids de naissance ( $\leq 1500$  g) de cinq ans et demi (Böhm, Smedler et Forssberg, 2004), ont démontré que ces derniers commettaient plus d'erreurs que leurs pairs non prématurés au sous-test *attention sélective* de la *Developmental Neuropsychological Assessment Battery* (NEPSY ; Korkman, Kirk et Kemp, 1998). Des résultats similaires ont également été rapportés chez un groupe d'enfants prématurés ( $< 32$  AG) à l'âge de six ans (Atkinson et Braddick, 2007). Par ailleurs, Pasma et ses collaborateurs (1998) suggèrent que le degré d'altération du processus d'attention sélective chez les enfants prématurés varie selon leur sexe. Dans leur étude, les garçons prématurés performaient moins bien que les filles à une tâche de recherche visuelle, tandis que dans le groupe d'enfants nés à terme les performances étaient équivalentes entre les sexes. Finalement, Taylor et ses collaborateurs (2000) précisent que l'ampleur des déficits d'attention sélective tend à augmenter avec la diminution du poids de l'enfant à la naissance.

### **1.5.2.3 Flexibilité attentionnelle**

La *flexibilité attentionnelle* réfère à la capacité de détourner intentionnellement son focus attentionnel d'un stimulus à un autre, en fonction des exigences de l'environnement. Un manque de flexibilité peut être à l'origine de comportements persévératifs et inadaptés entraînant des difficultés fonctionnelles importantes (Lezak, 2004). Plusieurs auteurs rapportent que les enfants prématurés et de faible poids sont plus lents et moins précis dans leurs réponses lors de tâches d'alternance exigeant de s'adapter rapidement à différentes consignes qui s'alternent au cours de l'exercice. À

ce sujet, Taylor et ses collaborateurs (2000) ont observé que les enfants de très faibles poids de naissance (<750 g) étaient significativement plus lents à réaliser le *Contingency Naming Test* (CNT ; Taylor, Albo, Phebus, Sachs et Bierl, 1987), que le groupe d'enfants de faible poids de naissance (entre 750 et 1499 g) et le groupe d'enfants nés à terme. Dans leur méta-analyse réalisée auprès d'enfants de six ans nés très prématurément (< 33 AG), Aarnoudse-Moens et ses collaborateurs (2009) ont également observé que ceux-ci obtenaient des résultats significativement inférieurs à ceux du groupe témoin au *Trail Making Test* partie B (TMT), qui consistait à relier en ordre croissant et alphabétique des chiffres et des lettres en alternance. Ces résultats ont également été répliqués chez un groupe d'enfants âgés entre sept et neuf ans très prématurés ( $\leq 1000$  g) qui nécessitaient davantage de temps que les enfants nés à terme pour compléter la tâche du TMT (Shum, Neulinger, O'Callaghan et Mohay, 2008).

Une étude longitudinale conduite chez une cohorte d'adolescents nés prématurément a non seulement permis de documenter des déficits de flexibilité plus tard dans le développement de l'enfant, mais a également aidé à décrire ces déficits selon l'ampleur du retard pondéral à la naissance (Taylor, Minich, Bangert, Filipek et Hack, 2004). Ces auteurs sont arrivés à la conclusion que les déficits de flexibilité mesurés par le CNT persistent jusqu'à l'adolescence, mais uniquement chez les adolescents de très faible poids de naissance (< 700 g). Comparativement au groupe né à terme, 64% de ces adolescents présentaient des déficits tandis que le groupe d'adolescents de faibles poids de naissance (750-1499 g) ne différait pas du groupe témoin. Ces résultats soulignent encore une fois l'importance de prendre en considération l'ampleur de déficit pondéral à la naissance lorsqu'il s'agit d'évaluer le fonctionnement attentionnel plus tard dans le développement.

En résumé, la prématurité et les naissances de faible poids sont associées à des performances cognitives et attentionnelles inférieures à celles des enfants nés à terme. Ces difficultés sont abondamment répertoriées chez les enfants et plusieurs études suggèrent qu'elles persistent à l'adolescence et à l'âge adulte (Allin et al., 2011; Bhutta,

Cleves, Casey, Cradock et Anand, 2002 ; Stewart et al., 1999). Comme pour les atteintes cérébrales, l'ampleur de ces déficits semble inversement proportionnelle au poids de naissance et à l'âge gestationnel, mettant ainsi en évidence la vulnérabilité développementale associée au degré d'immaturation cérébrale lors de la naissance (Aarnoudse-Moens, Weisglas-Kuperus, van Goudoever et Oosterlaan, 2009; Saigal et Doyle, 2008; Salt et Redshaw, 2006; Taylor, Klein, Minich et Hack, 2000). L'ampleur des conséquences négatives sur les plans scolaire, professionnel, social et économique que sont susceptibles d'engendrer les atteintes cognitives et attentionnelles liées à la prématurité témoigne de l'importance d'appliquer des interventions préventives efficaces chez ces enfants (McCarton et al., 1997 ; Moster, Lie et Markestad, 2008 ; Petrou, 2005; Petrou et al., 2003).

## **1.6 Influence de l'environnement post-natal sur le développement cognitif**

Les déficits cognitifs associés à la prématurité semblent intimement liés à la qualité de l'environnement post-natal du nourrisson ainsi qu'aux événements adverses plus susceptibles de survenir lors de cette période (p.ex., interventions médicales, instabilité neurologique et physiologique, séparation physique de la mère) (Bhutta, Cleves, Casey, Cradock et Anand, 2002; Feldman, Rosenthal et Eidelman, 2014; Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow, 2009). De surcroît à la vulnérabilité induite par une naissance de faible poids, l'exposition à des événements adverses peut altérer de manière durable le développement du cerveau et ultimement contribuer aux altérations cognitives décrites précédemment (Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow). Cependant, même en l'absence d'expériences adverses, c'est par le biais de ses interactions avec le monde extérieur que le cerveau de l'enfant poursuit son développement et que ses habiletés cognitives se construisent. La nature, la qualité ainsi que la fréquence de ces interactions constituent donc des variables incontournables dans la compréhension du fonctionnement cognitif et attentionnel subséquent des enfants prématurés et de faible poids.

### 1.6.1 Contact maternel

La relation étroite de proximité physique entre la mère et son nourrisson est une caractéristique déterminante des mammifères, qui favorise la croissance du nouveau-né (Bowlby, 1969 ; Harlow, 1958). Au moment de la naissance, le cerveau des mammifères est encore en pleine croissance et différentes caractéristiques de la relation mère-enfant, comme le toucher, les odeurs ainsi que la chaleur corporelle semblent influencer de manière durable l'organisation cérébrale de la progéniture. À ce sujet, les modèles animaux ont permis de mieux comprendre le rôle de la proximité maternelle en période post-natale sur l'intégrité des processus neurophysiologiques sous-tendant le développement comportemental et l'adaptation sociale de la progéniture (Hofer, 1987 ; Meaney, 2001). Deux phénomènes neurobiologiques seraient principalement à la base des altérations associées à la privation du contact maternel. Premièrement, la séparation maternelle accentuerait le phénomène d'apoptose (c.-à-d., processus biologique de mort cellulaire) auquel les neurones en développement sont particulièrement vulnérables en période post-natale (Bhutta et Anand, 2001 ; Bhutta, Cleves, Casey, Cradock et Anand, 2002 ; Mitani, Watanabe et Kataoka, 1998). Deuxièmement, l'exposition à des événements douloureux (p.ex., les interventions médicales de routines) causerait chez les prématurés une activation excessive des *aminos acides* (type d'acide dans le cerveau) entraînant une toxicité cérébrale et causant des dommages neuronaux (Anand et Scalzo, 2000). Au plan comportemental, ces phénomènes se traduisent par un dérèglement du cycle d'activation physiologique (c.-à-d., activation cérébrale liée au niveau d'alerte psychophysiologique), une altération de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HPA) ainsi que des difficultés d'auto-régulation. Dans son étude, Levine (2005) a démontré que le fait de priver des jeunes primates du contact maternel immédiatement après leur naissance altérerait de manière durable leurs réponses comportementales et endocriniennes au stress. Par ailleurs, l'application à de jeunes rats d'une intervention offrant davantage de proximité maternelle par le biais de la chaleur corporelle et de contacts maternels fréquents a permis d'améliorer la régulation de leur axe HPA, le fonctionnement de leur système rénine-angiotensine (système impliqué dans le fonctionnement

attentionnel) et à augmenter le nombre de comportements d'exploration (Laviola et Terranova, 1998).

Bien que les besoins de proximité maternelle tendent à varier d'une espèce à l'autre, des résultats similaires ont été observés chez les humains, supposant que des processus neurobiologiques semblables seraient en cause. Dans leur étude, Feldman et ses collaborateurs (2002) ont démontré que les enfants ayant été maintenus peau à peau contre leur mère peu de temps après la naissance avaient une organisation cérébrale plus mature, des cycles d'activation physiologique plus réguliers, une meilleure régulation émotionnelle et s'engageaient davantage dans des comportements d'exploration au cours de leur première année de vie. Chez les enfants prématurés, l'intégrité de ces processus neurophysiologiques et comportementaux est fondamentale puisqu'ils représentent des prédictors de leur fonctionnement cognitif plus tard au cours de l'enfance et possiblement de l'adolescence (Feldman, Greenbaum et Yirmiya, 1999; Feldman et Mayes, 1999).

La séparation physique de la mère et de son enfant lors d'une naissance avant terme est également reconnue pour altérer la régularité des cycles d'activation et de repos du nourrisson. Effectivement, les nouveau-nés évoluant dans un environnement de soins intensifs sont partiellement privés de la stimulation issue du contact maternel (p.ex., touchers, contacts visuels, étreintes, etc.) altérant la relation mère-enfant et entraînant un dérèglement de l'horloge biologique de l'enfant. Ce dérèglement altérerait à son tour l'activation physiologique ainsi que les capacités attentionnelles et d'auto-régulation du bébé mesurées lors d'une tâche d'interactions face-à-face avec la mère (Wright et Harding, 1992). Ce manque d'adéquation entre la mère et son enfant entraverait la formation du lien mère-enfant (Feldman, 2007) et engendrerait des taux plus élevés de stress, d'anxiété ainsi que de dépression chez les mères (Chapieski et Evankovich, 1997). À son tour, la réceptivité du bébé à sa mère s'en trouve diminuée. Les mères des enfants prématurés rapportent que leur enfant est moins adapté à son environnement, adopte des habitudes moins régulières et présente davantage de retrait social (Feldman ; Laganière, Tessier et Nadeau, 2003). Ceci les rendrait moins

motivées à stimuler leurs nourrissons. Finalement, le stress relié à la prise en charge d'un nouveau-né prématuré amène les parents à adopter un style parental plus distant ou trop intrusif contribuant ainsi à l'altération du développement cognitif de ceux-ci par le biais d'un manque d'encadrement et de stimulations physiques, émotionnelles et cognitives adéquates (Chapieski et Evankovich ; Evans, Whittingham et Boyd, 2012 ; Laganière, Tessier et Nadeau).

### **1.6.2 Origine et fondements de la méthode mère kangourou**

À la lumière de ces constatations, certains chercheurs se sont questionnés à savoir si les interventions néonatales précoces agissant directement sur l'environnement extra-utérin des nourrissons seraient en mesure de prévenir l'apparition des altérations cognitives largement répertoriées chez ces enfants. C'est le cas de l'équipe de chercheurs ayant travaillé à la création de la méthode MK, un modèle d'intervention néonatale dont l'efficacité quant aux avenues cognitivo-développementales est de plus en plus appuyée par des données probantes (Charpak, Ruiz-Peláez et Charpak, 1994, 2001; Conde-Agudelo et Díaz-Rossello, 2014 ; Schneider, Charpak, Ruiz Peláez et Tessier, 2012 ; Tessier et al., 2003). La méthode MK est une technique simple et peu coûteuse consistant à porter le nourrisson en position verticale 24 heures par jour, directement peau contre peau sur la poitrine de la mère. La position kangourou est appliquée dans les premières semaines suivant la naissance et permet au nourrisson de maintenir une température corporelle aussi stable que s'il était en incubateur en plus de diminuer les risques d'apnées et de reflux gastro-oesophagiens grâce la verticalité de la position. La mère et l'enfant sont libérés de l'hôpital dès que possible, selon certains critères assurant la sécurité du nourrisson et sont étroitement suivis par une équipe médicale lors d'un suivi ambulatoire d'abord quotidien puis hebdomadaire jusqu'à 40 semaines d'âge conceptionnel. La méthode MK fut implantée à Bogota en Colombie afin de pallier aux déficits en équipement médical (p. ex., incubateurs) et de soutenir le personnel soignant dans la prise en charge des nouveau-nés de très faible poids de naissance et/ou prématuré. À l'époque, la méthode MK visait prioritairement à augmenter le taux de survie de ces enfants à risque. Aujourd'hui, l'efficacité de la

méthode MK dans ce domaine n'est plus à démontrer. Au même titre que les couveuses conventionnelles, une récente revue de littérature publiée par le groupe Cochrane a démontré que la méthode MK était associée à une réduction du risque de mortalité, d'infections périnatales, d'hypothermie et de la durée du séjour à l'hôpital à 3 mois d'âge corrigé (Conde-Agudelo et Díaz-Rossello, 2014).

Au-delà de ses bienfaits directs sur l'état de santé du nourrisson, la méthode MK vise à combler l'ensemble des besoins de celui-ci incluant l'alimentation par allaitement, le besoin de protection physique, de chaleur humaine, de stimulation tactile ainsi que celui de sécurité et d'amour parental afin de favoriser son développement cognitif. L'action simultanée de la méthode MK sur l'ensemble de ces modalités semble influencer positivement la maturation cérébrale du nourrisson entre autres en raison du moment de son application. L'intervention est appliquée lors du troisième trimestre (soit entre la 24<sup>e</sup> et 40<sup>e</sup> sem. de gestation) correspondant spécifiquement à une période de vulnérabilité accrue du système nerveux central (SNC) où s'opèrent les processus de myélinisation ainsi que la création des circuits neuronaux largement impliqués dans l'efficacité cognitive et attentionnelle ultérieure. Lors de cette période hautement sensible, l'application d'interventions même mineures serait susceptible d'influencer de manière significative et durable le fonctionnement du SNC (Schore, 1996). Des études réalisées grâce au programme NIDCAP (*Newborn Individualized Developmental Care And Assessment Program* ; Als et Gilkerson, 1997), une pionnière dans le domaine des interventions néonatales dont s'est inspiré la méthode MK, a démontré que l'application d'un programme préventif lors de la période néo-natale réduisait les dommages iatrogènes engendrés par l'environnement des soins intensifs en favorisant une régulation plus efficace de l'axe HPA (Als et al., 2012). Cet axe se trouve à être affaibli chez les nourrissons nés prématurément en raison de la douleur engendrée par les événements stressants liés à l'environnement hospitalier (interventions médicales, exposition excessive aux bruits et à la lumière, etc.). Ce dysfonctionnement contribuerait aux altérations neurologiques associées à la prématurité et abaisserait le seuil de douleur du nourrisson résultant en une hyperréactivité ainsi qu'une hypersensibilité de leur système nerveux. C'est pour cette

raison que le moment de l'application de la méthode MK, soit immédiatement après la stabilisation de l'état physiologique du nourrisson, constitue une composante essentielle de l'intervention. Le nourrisson requiert un environnement calme et sécurisant lui permettant une stimulation adaptée à l'hypersensibilité de ses systèmes sensoriels encore immatures afin de compenser à l'interruption précoce de son développement in-utéro. La mère agirait alors comme un catalyseur de cette sollicitation sensorielle excédant les capacités du nouveau-né prématuré.

Le contact peau contre peau constant de l'enfant sur la poitrine de sa mère ainsi que le degré d'implication élevé que la position kangourou entraîne chez les parents sont deux autres composantes majeures de la méthode MK. Comme décrit précédemment, la proximité physique de la mère permettrait une meilleure régulation du rythme d'éveil et de repos du bébé, assurant à son tour une meilleure régulation du cycle d'activation physiologique (Hofer, 1984 ; Sander, 1987 ; Wright et Harding, 1992). Au plan comportemental, la stabilité de ces micro rythmes se traduirait par une meilleure capacité d'autorégulations ainsi que davantage de comportement d'explorations chez l'enfant (Feldman, Greenbaum et Yirmiya, 1999; Feldman et Mayes, 1999). Par ailleurs, l'importance de procurer au bébé une stimulation multisensorielles via la position kangourou a été inspirée d'études démontrant que ce type d'interventions multimodales favorisaient la maturation cérébrale chez les enfants prématurés (Feldman, Weller, Sirota et Eidelman, 2002). Par sa verticalité, la position kangourou permet au bébé de bien voir le visage de sa mère et son environnement sollicitant ainsi ses capacités visuelles. En plus de stimuler l'audition de son bébé par la constante proximité de sa voix, le corps de la mère permet d'absorber une partie des sons de l'environnement, procurant ainsi au bébé une stimulation auditive atténuée et mieux adaptée à ses systèmes. De plus, le contact peau à peau ainsi que les caresses qui lui sont prodiguées lui procurent une stimulation tactile continue. Finalement ses sens du goût et de l'odorat sont également sollicités par l'odeur corporelle omniprésente de la mère et par l'allaitement qu'elle lui procure. Par ailleurs, le contact peau à peau tend à apaiser le nourrisson, facilitant l'établissement d'une relation d'attachement positive avec sa mère. Ceci procure chez les parents un sentiment de compétence par rapport

aux soins qu'ils prodiguent à leur enfant. Les parents sont alors davantage impliqués et alertes tant par rapport aux besoins de l'enfant que dans leurs recherches de soutien médical lorsque la condition physique de l'enfant le requiert. Ainsi, la méthode MK joue un rôle préventif décisif dans le cas d'enfants dont la vulnérabilité est déjà accentuée par la prématurité et dont l'intégrité cérébrale ainsi que cognitive est plus susceptible d'être sévèrement atteinte en présence de complications médicales.

De plus en plus d'études démontrent les effets bénéfiques des interventions néonatales précoces au plan cognitif. À ce sujet, Als et Gilkerson (1997), ont démontré que l'application de soins néonataux adaptés durant les dernières semaines de gestations, extra-utérine dans le cas des enfants prématurés, influence positivement le développement neurologique et préviendrait les déficits cognitifs de type frontaux et attentionnels (Buehler, Als, Duffy, McAnulty et Liederman, 1995 ; Gale et VandenBerg, 1998). De plus, une étude menée chez des enfants de faible poids de naissance ayant été maternés selon la méthode MK a démontré qu'à 12 mois (âge corrigé pour la prématurité), ils obtenaient une performance supérieure à un test de fonctionnement cognitif global pour enfant que leurs pairs ayant reçu des soins de santé traditionnels (Tessier et al., 2003). Par ailleurs, les bienfaits de la méthode MK se sont avérés plus grands chez les nourrissons dont l'état de santé et le statut neurologique étaient précaires (déterminé par l'INFANIB ; Ellison, Horn et Browing, 1985). Des résultats similaires ont également été observés par Schneider et ses collaborateurs (2012) plus tard au cours du développement d'individus nés très prématurément (< 33 AG), âgés de 14 et 15 ans. À l'aide de stimulations magnétiques transcrâniennes, ils ont observé que le groupe d'adolescents ayant reçu la méthode MK à la naissance présentaient une meilleure synchronisation de leurs réseaux cérébraux, une vitesse de conduction des influx nerveux plus élevée ainsi qu'une meilleure connectivité de la voie cortico-motrice par rapport au groupe témoin. Ces résultats appuient l'hypothèse selon laquelle l'application de la méthode MK au cours de la première année de vie de l'enfant influence positivement son développement cérébral de manière durable.

En résumé, l'application de la méthode MK lors d'un moment charnière du développement cérébral de l'enfant semble agir comme un facteur de protection neuro-développemental en procurant au nourrisson une stimulation multimodale adaptée à la vulnérabilité des systèmes due à la naissance avant terme. Les effets bénéfiques de l'intervention sur l'environnement post-natal de l'enfant ainsi que sur l'implication des parents dans les soins favoriseraient indirectement le développement de son fonctionnement cognitif global et plus spécifiquement de ses fonctions attentionnelles. Enfin, puisque les bienfaits de la méthode MK persistent de l'enfance jusqu'à l'adolescence, il est possible d'envisager que ceux-ci soient encore présents à l'âge adulte. Cependant, à ce jour très peu d'études portant sur la MK ont effectué des suivis longitudinaux avec des échantillons suffisamment grands (Charpak, Ruiz-Palaez et Calume, 1996). Cette lacune dans la littérature appuie la nécessité de conduire ce type d'étude afin de documenter les effets de l'intervention plus tard dans la vie, soit au début de l'âge adulte.

## **1.7 Problématique et objectifs**

En somme, l'ensemble des résultats obtenus par le biais d'évaluations neuropsychologiques et corroborés par des techniques novatrices d'imageries cérébrales convergent pour souligner que la prématurité et les naissances de faible poids altèrent le développement cérébral du nourrisson lors d'une période charnière. Ces altérations induiraient des atteintes neurologiques de nature structurelle et fonctionnelle qui persistent au cours de la vie et engendraient des performances cognitives inférieures à celles d'enfants nés à terme. Ce serait les altérations observées au niveau des circuits neuronaux fronto-thalamo-striés qui auraient, sur le plan théorique, des effets néfastes quant au fonctionnement attentionnel et cognitif. Comme la réussite scolaire ainsi que l'intégration socioprofessionnelle reposent en grande partie sur les capacités cognitives et attentionnelles, la prématurité augmenterait donc les risques d'exposer ces enfants à des difficultés d'adaptation tout au long de leur vie, et ce même jusqu'à l'âge adulte. Afin de pallier aux conséquences de la prématurité sur l'intégrité neuro développementale des enfants, des programmes néonataux incitant les

mères à porter leur nourrisson prématuré peau-contre-peau tels que la méthode MK ont été implantés dans certains services d'obstétrique et démontrent à ce jour des bienfaits à court et moyen terme sur les performances cognitives et intellectuelles de cette population à risque. Toutefois, étant donné les barrières méthodologiques associées aux suivis longitudinaux (Narang, Rosenthal, Cremonesini, Silverman et Bush, 2008), très peu d'études existent à ce jour quant à leur efficacité à long terme, soit lorsque ces enfants atteignent l'âge adulte. Par ailleurs, des lacunes quant à l'identification de caractéristiques propres à l'enfant favorisant l'efficacité de ce type de programmes existent également dans la littérature. Conceptualisée comme un moyen d'optimiser l'environnement post-natal du nourrisson afin que ce dernier tire profit d'une stimulation adaptée à ses besoins et ainsi « protéger » son cerveau en développement, la méthode MK semble bénéficier davantage aux nourrissons les plus vulnérables (Tessier et al., 2003). La vulnérabilité du nourrisson peut être décrite selon plusieurs variables. Parmi ces indicateurs, l'ampleur du déficit pondéral à la naissance ainsi que la précarité du statut neurologique du nourrisson sont deux variables couramment utilisés dans les recherches cliniques. Davantage d'études sont toutefois nécessaires afin de documenter si ces indicateurs de vulnérabilité propres au nourrisson modulent les effets de la méthode MK à long terme.

À la lumière de ces constatations, l'objectif principal du mémoire doctoral est de mesurer les effets à long terme de la méthode MK sur le fonctionnement cognitif et attentionnel d'adultes de faible poids de naissance majoritairement prématurés, en la comparant aux soins de santé périnataux traditionnels. Plus précisément, deux objectifs spécifiques seront abordés :

Le premier objectif consiste à déterminer si les enfants de faible poids de naissance ayant reçu la méthode MK présentent une meilleure efficacité cognitive globale et attentionnelle que leurs pairs ayant reçu des soins traditionnels, et ce au début de l'âge adulte (entre 19 et 21 ans). En se référant aux données de la littérature ainsi qu'au premier temps de mesure effectué à l'enfance chez le même groupe de participants, il est attendu que les bénéfices au plan cognitif mesurés à l'âge de 12 mois persistent dans

le temps en raison d'une modification durable de leur trajectoire neuro développementale et soient encore observables au début de l'âge adulte. Dans le cadre de la présente étude, il est donc supposé que les jeunes adultes ayant reçu la méthode MK à la naissance auront une meilleure performance à des tests psychométriques mesurant leurs habiletés cognitives globales et attentionnelles, comparativement à ceux ayant reçu des soins de santé traditionnels.

Le deuxième objectif de l'étude est de mesurer les impacts de la méthode MK au plan cognitif et attentionnel selon certains facteurs de vulnérabilités périnatales tels que mesurés par l'ampleur du déficit pondéral et la précarité du statut neurologique à l'âge de 6 mois. En se référant à la littérature, il est postulé que la méthode MK bénéficiera davantage aux nourrissons les plus vulnérables, soit ceux présentant un déficit pondérable plus important et/ou un statut neurologique jugé anormal.

## **Chapitre 2 Article**

**Les impacts à long terme de la méthode mère kangourou  
sur le fonctionnement cognitif et attentionnel de jeunes  
adultes de faible poids de naissance**

## 2.1 Résumé

**Objectif :** Cette étude vise à documenter les effets à long terme de la méthode mère kangourou (MK) quant au fonctionnement cognitif et attentionnel de jeunes adultes (19-21 ans) de faible poids de naissance. Pour réaliser ce projet, 746 nourrissons de faible poids ( $\leq 2000$  g) ont été assignés aléatoirement à leur naissance à deux types de soins, soit la méthode MK ou des soins de santé traditionnels (ST). Parmi l'échantillon initial recruté en 1993, 300 (160 MK ; 140 ST) d'entre eux ont complétés le temps de mesure à l'âge adulte, incluant la passation du WASI-II et du TAP 2,3 mesurant respectivement l'efficacité cognitive globale (QI) et les processus d'attention soutenue, partagée et de flexibilité attentionnelle. **Résultats :** Les deux groupes sont équivalents quant aux caractéristiques sociodémographiques et néonatales associées à l'accouchement. Après avoir contrôlé pour le sexe et la présence de retard de croissance à la naissance, les adultes kangourou présentant une vulnérabilité neurologique (établie par un score anormal ou douteux à l'INFANIB mesuré à 6 mois) obtiennent des résultats aux tests de QI et d'attention soutenue significativement supérieurs à leurs pairs du groupe ST présentant le même facteur de vulnérabilité et équivalents à ceux dont le statut neurologique fut jugé normal à l'intérieur des groupes MK et ST. **Conclusion :** Ces résultats démontrent l'efficacité à long terme de la MK en tant qu'intervention néonatale visant à protéger l'intégrité du développement cognitif et attentionnel des enfants de faible poids de naissance. Toutefois, ce serait uniquement les nourrissons les plus vulnérables au moment de l'application de la MK qui bénéficieraient de ses bienfaits à long terme.

## 2.2 Introduction

Les naissances de faible poids ( $\leq 2500$  g) et/ou prématurées ( $< 37$  semaines gestationnelles) sont encore aujourd'hui une problématique prioritaire de santé publique puisque selon l'Organisation mondiale de la santé une naissance sur dix répondrait à ces critères (OMS, 2015). La diminution de la mortalité infantile grâce aux

avancées biomédicales récentes combinée au taux de naissances prématurées ou de faible poids à la hausse à travers le monde a contribué à l'émergence d'une nouvelle réalité préoccupante (Beck et al., 2010; Davidoff et al., 2006; Vohr et al., 2000). Effectivement, en dispensant des soins à des enfants de plus en plus immatures, parfois même à la limite de la viabilité, les spécialistes du domaine médical sont parvenus à réduire l'incidence des handicaps majeurs associés à cette condition (p. ex., malformations létales, détresse respiratoire, paralysie cérébrale, retard mental), cependant une grande partie de ces survivants en apparence indemnes présenteront des déficits cognitifs et attentionnels au cours de l'enfance et de l'adolescence susceptibles d'interférer avec leur réussite scolaire et professionnelle (Markestad, 2005; Saigal et Doyle, 2008 ; Walsh et al., 2005). La prévalence ainsi que la sévérité des altérations cognitives sont inversement proportionnelles à l'ampleur du déficit pondéral à la naissance (Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow, 2009; Nosartri et al., 2002). Parmi les processus cognitifs les plus fréquemment altérés par la prématurité, les habiletés cognitives globales (c.-à-d., le quotient intellectuel, QI), les processus d'attention soutenue, sélective et de flexibilité attentionnelle sont largement répertoriés dans la littérature et leur altération semble perdurer dans le temps (De Jong, Verhoeven et Baar, 2012; Kormos, Wilkinson, Davey et Cunningham, 2014 ; Mulder, Pitchford, Hagger et Marlow, 2009; Rose, Feldman et Jankowski, 2001).

Ces déficits cognitifs seraient en partie causés par l'interruption précoce du développement cérébral in utero au cours de la deuxième moitié de la gestation, une période charnière où plusieurs phénomènes neurobiologiques s'opèrent. L'intégrité structurelle et fonctionnelle de certaines structures cérébrales (corticales et sous-corticales) ainsi que l'élaboration et la stabilisation de circuits neuronaux, particulièrement ceux fronto-thalamo-striés largement impliqués dans le fonctionnement cognitif et attentionnel serait alors compromise (De Kieviet et al., 2012 ; Judaš, Radoš, Jovanov-Milošević, Hrabac, et Kostović, 2005). De plus, les soins périnataux administrés aux nouveau-nés prématurés les privant de la proximité physique de leur mère engendreraient également d'autres types d'altérations biophysiques contribuant aux difficultés cognitives subséquentes. Premièrement,

la séparation maternelle accentuerait le phénomène d'apoptose (c.-à-d., processus biologique de mort cellulaire) auquel les neurones en développement sont particulièrement vulnérables en période post-natale (Bhutta, Cleves, Casey, Craddock et Anand, 2002). Deuxièmement, l'exposition à des événements douloureux (p.ex., interventions médicales, expositions excessives aux bruits et à la lumière) causerait chez les prématurés une activation excessive des *amino-acides* (type d'acide dans le cerveau) entraînant une toxicité cérébrale et causant des dommages neuronaux (Anand et Scalzo, 2000). Au plan comportemental, ces phénomènes se traduisent par un dérèglement du cycle d'activation physiologique (c.-à-d., activation cérébrale liée au niveau d'alerte psychophysiologique), une altération de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HPA) ainsi que des difficultés d'autorégulation. Dans leur étude, Feldman et ses collaborateurs (2002) ont démontrés que les enfants ayant été maintenus peau à peau contre leur mère peu de temps après la naissance avaient une organisation cérébrale plus mature, des cycles d'activation physiologique plus réguliers, une meilleure régulation émotionnelle et s'engageaient davantage dans des comportements d'exploration au cours de leur première année de vie. La proximité physique de la mère jouerait un rôle important dans la régulation du rythme d'activité et de repos de l'enfant, reconnu pour favoriser à son tour la régulation du cycle d'activation physiologique (Hofer, 1984 ; Sander, 1987 ; Wright et Harding, 1992). Chez les enfants prématurés, l'intégrité de ces processus neurophysiologiques et comportementaux est fondamentale puisqu'ils représentent des prédictors de leur fonctionnement cognitif plus tard au cours de l'enfance et possiblement de l'adolescence (Feldman, Greenbaum, et Yirmiya, 1999; Feldman, et Mayes, 1999).

La méthode mère kangourou (MK) représente un modèle d'intervention périnatale prometteur centré sur l'importance du contact maternel afin de protéger l'intégrité du développement neurocognitif de l'enfant. Le moment d'application de la méthode MK serait critique quant aux avenues neurocognitives puisqu'il correspond précisément au troisième trimestre, une période de sensibilité accrue du système nerveux central de l'enfant où l'application d'interventions même mineures est susceptible d'influencer de manière significative et durable son fonctionnement cognitif (Als et al., 2012;

Kaffashi, Scher, Ludington-Hoe et Loparo, 2013; Schore, 1996). C'est également à ce moment que s'opèrent massivement des processus neurobiologiques impliqués dans l'intégrité ultérieure des processus cognitifs, comme l'établissement des circuits neuronaux cortico-frontaux mentionnés précédemment. Immédiatement après la stabilisation initiale de l'état de santé du nouveau-né, ce dernier est placé peau contre peau contre la poitrine de sa mère grâce à un bandeau circulaire qui le tient en contact permanent. Ils sont alors libérés de l'hôpital selon certains critères et reçoivent un suivi ambulatoire d'abord quotidien puis hebdomadaire jusqu'à environ 40 semaines d'âge conceptionnel. L'alimentation du bébé kangourou est quasi exclusivement assurée par l'allaitement maternel et la position est maintenue aussi longtemps que la dyade mère-enfant la tolère. En plus de combler les besoins d'alimentation, de protection et d'amour de l'enfant, la méthode MK favoriserait son développement neurocognitif en lui procurant des stimulations multi sensorielles (tactile, auditive, visuelle, olfactive) adaptées à la sensibilité de ses systèmes tout en catalysant l'intensité excessive des stimulations environnantes. La méthode MK favoriserait la maturation cérébrale des nourrissons prématurés, leur permettant de poursuivre leur développement cognitif extra-utérin dans des conditions similaires à leurs pairs nés à terme. Cette hypothèse a récemment été appuyée par le groupe de recherche Cochrane, avançant l'idée que par l'activation de processus neuro-psycho-biologiques, la méthode MK favoriserait la qualité ainsi que rapidité des réponses aux besoins de l'enfant accélérant sa maturation physiologique et prévenant ainsi l'apparition de déficits cognitifs (Conde-Agudelo, et Diaz-Rossello, 2014).

Lors d'un premier temps de mesure effectué parmi les participants de la présente étude à l'âge de 12 mois (âge corrigé pour la prématurité), les enfants de faible poids de naissance ayant été maternés selon la méthode MK obtenaient une performance supérieure au Griffiths, un test mesurant le fonctionnement cognitif global, que leurs pairs ayant reçu des soins de santé traditionnels (Tessier et al., 2003). Par ailleurs, les bienfaits de la méthode MK s'avéraient plus marqués chez les nourrissons dont l'état de santé et le statut neurologique étaient précaires (déterminer par l'INFANIB ; Ellison, Horn et Browning, 1985). De récentes études ont permis de mesurer des bénéfices

similaires au plan neurocognitif plus tard au cours du développement, soit à l'âge de 8 (McAnulty et al., 2010), de 10 (Feldman, Rosenthal et Eidelman, 2014) et de 15 ans (Schneider, Charpak, Ruiz Peláez et Tessier, 2012) suite à l'application d'interventions périnatales semblables à la MK. Ces résultats laissent croire que les bénéfices au plan cognitif de la méthode MK pourraient être présents jusqu'au début de l'âge adulte. Toutefois, en raison des contraintes méthodologiques inhérentes aux études longitudinales, peu d'études ont réussi à documenter ses effets à aussi long terme.

## **2.3 Participants et méthode**

### **2.3.1 Participants**

Un groupe de 300 jeunes adultes nés prématurément (poids de naissance moyen = 1720,23 g, ET = 256,08, données comprises entre 920-2000 g ; âge gestationnel moyen = 33,73 sem., ET = 2,6, données comprises entre 26 et 40 sem. ; âge moyen = 19,64 ans, ET = 0,46, données comprises entre 19,04 et 21,01 années) ont été aléatoirement assignés à deux groupes expérimentaux au moment de leur naissance. Parmi eux, 160 ont reçu la méthode mère kangourou (MK) et 140 contrôles ont reçu des soins de santé traditionnels (ST). La randomisation initiale fut effectuée à l'aveugle par les membres de l'équipe de recherche.

### **2.3.2 Recrutement**

#### **2.3.2.1 Recrutement initial (1993)**

La présente étude s'inscrit dans la continuité d'un projet longitudinal d'envergure portant sur 1084 nourrissons (poids de naissance  $\leq 2000$  g) nés entre 1993 et 1994 à la Clínica San Pedro Claver à Bogotá, un hôpital de niveau trois affilié au département de la sécurité sociale en Colombie (Charpak, Ruiz-Peláez et Charpak, 1994, 2001; Charpak, Ruiz-Peláez, Zita Figueroa et Charpak, 1997; Tessier et al., 2003). Les critères d'inclusion des dyades mère-enfants impliquaient que la mère (ou

un proche vivant dans le même ménage) soit en mesure de comprendre et de suivre les recommandations de la méthode MK, que le nourrisson ait surmonté les principaux problèmes d'adaptation au milieu extra-utérin, qu'il ait présenté un gain de poids satisfaisant et qu'il soit en mesure de sucer et d'avaler adéquatement. Les nouveau-nés ayant été transférés dans un autre hôpital, ceux dont les parents envisageaient de quitter Bogotá dans un futur proche, d'abandonner ou de donner en adoption leur enfant ont été exclus. De plus, les nourrissons présentant des anomalies létales, des malformations majeures ou des séquelles liées à des complications périnatales majeures (p. ex., encéphalopathie hypoxique-ischémique sévère, hypertension pulmonaire, etc.) à l'intérieur des deux semaines suivant leur admissibilité à l'étude ont également été exclus.

Parmi les 3350 naissances de faible poids ( $\leq 2500$  g) répertoriées, 1084 nouveau-nés pesants 2000 g ou moins, ont été évalués et suivis afin de déterminer leur admissibilité aux études à court et moyen terme. Les 746 dyades mère-enfant éligibles, dont plus de 80% des enfants étaient également prématurés, ont été randomisées selon une procédure de stratification préalablement établie en fonction du poids de naissance. Tous les participants ont été randomisés à l'intérieur d'un groupe d'intervention (382 dans le groupe MK ; 364 dans le groupe ST) selon quatre niveaux de stratification: (1)  $< 1200$  g, (2) 1200 à 1499 g, (3) 1500 à 1800 g et (4) 1 801 à 2 000 g. Pour une description plus exhaustive de la méthodologie initiale, se référer aux publications précédentes (Charpak, Ruiz-Peláez et Charpak, 1994; Charpak, Ruiz-Peláez, Zita Figueroa et Charpak, 1997).

### **2.3.2.2 Recrutement pour la présente étude (2013)**

Afin de procéder à la réévaluation de la population initiale d'enfants de faible poids de naissance ayant atteint l'âge adulte, une nouvelle cueillette de données fut entamée en septembre 2013. Deux principaux canaux ont été utilisés, soit (1) les médias de masse (télévision, radio et journaux locaux) et (2) des appels téléphoniques au domicile des anciens participants. Une base de données contenant des informations relatives à

chaque famille avait été maintenue à jour depuis 1993 par un coordonnateur de recherche. Des 494 participants retracés, 441 (89%) ont accepté de poursuivre l'étude (228 MK ; 213 ST). Parmi ceux-ci, 66 (15%, 36 MK ; 30 ST) ont été exclus en raison d'atteintes neurosensorielles bilatérales et/ou d'un retard intellectuel sévère (QI < 70, équivalent à une déficience intellectuelle). 75 (17%, 32 MK; 43 ST) autres ont été exclus des analyses statistiques en raison de donnée(s) manquante(s) à l'une des variables dépendantes et/ou à l'INFANIB (outil de mesure du statut neurologique) pour un total de 300 participants (160 MK ; 140 ST; voir Annexe 1 pour un diagramme d'attrition de l'échantillon). La sévérité de ces deux types d'atteintes aurait biaisé la mesure des processus attentionnels puisque la performance aux tests psychométriques aurait dans le premier cas traduit un déficit sensoriel et non cognitif et dans le second cas une incapacité à comprendre les exigences des tâches. Les caractéristiques démographiques et néonatales des participants sont décrites au Tableau 1. Des tests-*t* et de Khi-carré pour échantillons indépendants ont été conduits afin de s'assurer de l'équivalence des groupes quant à certaines caractéristiques périnatales susceptibles d'influencer le développement cognitif et attentionnel de l'enfant, soit les caractéristiques sociodémographiques des familles, celles liées à l'accouchement ou celles relatives à l'état du nourrisson peu de temps après sa naissance. Les résultats de ces analyses ont démontré que les groupe méthode MK et ST étaient similaires pour l'ensemble des caractéristiques périnatales testées.

**Tableau 1**

Comparaison des caractéristiques sociodémographiques et néonatales des nourrissons et leur famille selon le type d'intervention (méthode MK ou ST)

Variables	MK	ST	<i>p</i>
<b>Caractéristiques sociodémographiques</b>			
Âge de la mère (années; moyenne ± ET)	27,7 ± 5,8	28,3 ± 5,8	ns
Statut civil (nombre et %)			ns
Couple stable	134 (84)	118 (84)	
Couple instable / monoparentalité	26 (16)	22 (16)	
Niveau d'éducation des parents (nombre et %)			ns
Scolarisation primaire ou moindre	32 (21)	37 (27)	
Scolarisation secondaire	94 (61)	79 (57)	
Scolarisation post-secondaire	28 (18)	23 (16)	

**Caractéristiques liés à l'accouchement** (nombre et %)

Détresse fœtale	84 (53)	79 (56)	ns
Primipare	76 (48)	63 (45)	ns
<b>Caractéristiques liés aux nouveau-nés</b>			
Poids à la naissance (g ; moyenne ± ET)	1711 ± 257	1730 ± 256	ns
Poids à la naissance (nombre et %)			ns
≤ 1800 g	98 (61)	82 (59)	
1801 à 2000 g	62 (39)	58 (41)	
Taille (moyenne ± ET)	422 ± 29	421 ± 29	ns
Circonférence crânienne (moyenne ± ET)	307 ± 16	305 ± 16	ns
Âge gestationnelle (moyenne ± ET)	34 ± 2	34 ± 3	ns
Retard de croissance (nombre et %)	56 (35)	51 (36)	ns
Apgar à 1 min (nombre et %)			ns
Aucun étouffement	83 (52)	80 (57)	
Léger	46 (29)	30 (21)	
Modéré	9 (6)	4 (3)	
Sévère	2 (1)	5 (4)	
Statut neurologique à 6 mois (nombre et %)			ns
Normal	127 (79)	110 (79)	
Précaire	33 (21)	30 (21)	

## 2.4 Intervention

La méthode MK repose sur trois composantes centrales, soit la position dans laquelle l'enfant est maintenu, son mode d'alimentation ainsi que le suivi clinique postnatal de l'enfant. La *position kangourou* consiste à porter le nourrisson, en posture verticale et peau contre peau sur la poitrine de sa mère grâce à un tissu circulaire élastique qui maintient le bébé en position quasi verticale (environ 60 degrés). Le nourrisson est maintenu dans cette position continuellement, 24 heures par jour (dans la mesure du possible), jusqu'à ce que l'enfant en demande la cessation en suant et protestant une fois sa régulation thermique acquise physiologiquement. D'autres membres de la famille, comme le père ou les grands-parents, peuvent alterner avec la mère afin de maintenir l'enfant en position kangourou. Dès que le personnel médical juge que le bébé s'est adapté à la méthode MK, lui et sa mère sont libérés de l'hôpital, indépendamment du poids ou de l'AG de ce dernier. Bien que *l'alimentation* du bébé kangourou soit quasi exclusivement assurée par l'allaitement maternel offert en fonction d'un horaire préétabli plutôt que lorsqu'il demande le sein, des suppléments alimentaires (c.-à-d., une formule vitaminée conçue pour les enfants prématurés) sont donnés au besoin. Cette orientation vise à favoriser un contrôle nutritionnel strict afin de compenser l'écart pondéral. Finalement, *le suivi clinique* des nouveau-nés

s'effectue en mode ambulatoire à l'hôpital. Les nourrissons sont quotidiennement évalués par l'équipe médicale jusqu'à ce qu'ils récupèrent leur poids de naissance ou atteignent au moins un gain pondéral de 15 à 20g/kg/jour. Par la suite, des visites hebdomadaires sont prévues jusqu'à 40 semaines d'AG.

Le groupe de référence a reçu des soins de ST consistant à placer le nourrisson dans un incubateur jusqu'à ce qu'il soit en mesure d'autoréguler sa température corporelle et de maintenir un gain pondéral satisfaisant. Par la suite, le nourrisson est libéré de l'hôpital lorsqu'il a atteint un poids d'approximativement 1 800 g. Les enfants du groupe témoin reçoivent exactement les mêmes soins externes (c.-à-d., visites ambulatoires, support à l'allaitement, médication) que ceux dans le groupe méthode MK jusqu'à ce qu'ils atteignent 40 semaines d'AG. Au-delà de cet âge, les deux groupes ont reçu exactement le même suivi jusqu'à un an (âge corrigé).

## **2.5 Matériel**

### **2.5.1 Tests neuropsychologiques administrés à l'âge adulte**

*Weschler Abbreviated Scale of Intelligence*© – *Second Edition* (WASI-II; Pearson, Texas, États-Unis). Le fonctionnement cognitif et intellectuel des participants au début de l'âge adulte a été mesuré en utilisant la version abrégée du *Weschler Adult Intelligence Scale - (WAIS)*, reconnue comme étant la référence psychométrique mondiale dans la mesure du quotient intellectuel (QI). En plus de présenter de bonnes qualités psychométriques (Ryan et Brown, 2005), le WASI-II permet de réduire le temps de passation des épreuves et d'obtenir une estimation du QI global. Les quatre sous-tests du WASI-II constituant respectivement les index de Compréhension verbale (c.-à-d., Vocabulaire et Similitudes) et de Raisonnement perceptif (c.-à-d., Blocs et Matrices) ont été administrés par trois cliniciens d'expérience et aveugle quant à l'assignation aux groupes expérimentaux.

*Test of Attentional Performance – Version 2.3 (TAP-2.3;* Vera Fimm, Psychologisches Testsysteme, Herzogenrath, Allemagne). Cet outil psychométrique est une batterie de tests neuropsychologiques entièrement informatisée mesurant un ensemble d'aspects spécifiques à l'attention (Zimmerman et Fimm, 2002). Le TAP permet une analyse objective de la performance attentionnelle et sa validité clinique chez les enfants ainsi que chez les jeunes adultes a été démontrées dans plusieurs études récentes (voir Drechsler, Brandeis, Földényi, Imhof et Steinhausen, 2005; Tucha et al., 2006 ; Catale, Marique, Closset et Meulemans, 2009). Les résultats aux sous-tests sont comparés à des données normatives établies indépendamment pour chacun des sous-tests selon l'âge, le sexe et le niveau d'éducation des participants (voir Annexe). De plus, ce test présente une bonne validité transculturelle étant donné l'absence de composantes langagière des épreuves. Pour les besoins de la présente étude, trois sous-tests ont été administrés afin d'évaluer les fonctions attentionnelles ciblées précédemment selon les données de la littérature : Attention soutenue, Attention sélective et Flexibilité. Les instructions étaient données oralement par le clinicien. Les instructions fournies stipulaient de produire des réponses à la tâche le plus rapidement possible tout en maintenant le maximum d'exactitude dans les réponses. Des séquences de pratique étaient présentées préalablement à chaque sous-test.

*Attention soutenue.* La condition « couleur ou forme » du sous-test a été administrée. Dans cette condition, une séquence de stimuli variant selon différents paramètres (couleur, forme, taille et contenu) est présentée à l'écran. Le statut de cible est déterminé par le fait que le stimulus apparaissant à l'écran possède au moins une dimension propre à celui qui le précède (p.ex., la même forme ou la couleur, mais le contenu et la taille est différent). Un total de 450 stimuli est présentés à intervalles réguliers, dont 54 cibles (18 par intervalle de 5 minutes). La performance est établie en fonction du nombre d'omissions commises (c.-à-d., une absence de réponse lorsqu'une réponse devait être produite).

*Attention sélective.* La sélectivité attentionnelle en modalité auditive et visuelle a été évaluée par la passation de deux conditions du sous-test « Attention partagée ». En

modalité visuelle, le participant doit appuyer sur un bouton lorsque quatre « X » apparaissent à l'écran et forment un carré à l'intérieur d'une matrice (format 4 x 4). Un total de 100 stimuli est présenté, dont 17 cibles visuelles. En modalité auditive, le participant doit appuyer sur un bouton lorsque les séquences de signaux sonores composés de « bips » aigus (2,000-Hz) et graves (1,000-Hz) présentent des irrégularités. Un total de 200 stimuli est présenté, dont 16 cibles auditives. La performance est établie en fonction des temps de réaction.

***Flexibilité.*** Cette tâche est basée sur une procédure de type changement de catégorie/registre (« set shifting »). Selon la modalité évaluée, soit une lettre et un chiffre (modalité verbale) ou des figures angulaires et arrondies (modalité non-verbale) sont simultanément présentés à droite et à gauche du centre de l'écran. Le participant doit réagir en alternance à un type de stimuli puis à l'autre (p.ex., dans la condition verbale : lettre – chiffre – lettre – chiffre, etc.). Deux boutons réponse sont disposés face au participant et ce dernier doit appuyer sur le bouton situé du côté qu'apparaît le stimulus cible à l'écran. La performance est mesurée en fonction du nombre réponses erronées et de la médiane des temps de réaction.

### **2.5.2 Outil d'évaluation clinique du statut neurologique administré à l'enfance**

***The international neurological battery (INFANIB).*** La précarité du statut neurologique des participants a été évaluée peu de temps après leur naissance à l'aide de l'Infanib. Cet outil de mesure clinique comprend 20 items évalués par un médecin selon une échelle de Likert à trois niveaux (Ellison, Horn et Browning, 1985). Des analyses factorielles permettent de catégoriser les items en cinq sous-échelles dont la fiabilité varie de 0.72 à 0.89 : spasticité, fonctions vestibulaires, tête et tronc, jambes. Le résultat total des sous-échelles permet de situer l'état neurologique du nourrisson selon trois catégories en fonction de son âge soit : normal, douteux ou anormal. La catégorie « douteux » signifie que le fonctionnement neurologique du nourrisson lors du test était suffisamment incertain pour engendrer des risques neuro

développementaux. Dans la présente étude, les catégories ont été regroupées en deux niveaux : Normal ou Précaire (incluant les statuts douteux et anormaux).

## **2.6 Procédure**

Tous les participants ont été rencontrés individuellement et sensiblement à la même période de la journée (entre 9 h et midi) afin d'assurer que leur performance cognitive et attentionnelle ne soit pas affectée par le moment de l'évaluation. L'ensemble de l'évaluation neuropsychologique a été réalisé en une seule séance d'environ 1,5 h débutant par l'explication et la signature du formulaire de consentement. La séance se déroulait dans des locaux de recherche spécialement aménagés pour l'étude à Bogota. Le port de verres correcteurs ou d'appareils auditifs était obligatoire pour tous les participants présentant un déficit visuel ou auditif. L'ordre de passation des tests débutait par le WASI-II, suivi par un ordre de passation pré établi des trois sous-tests du TAP.

## **2.7 Variables d'intérêts**

### **2.7.1 Variables dépendantes**

Quatre variables distinctes issues de l'évaluation clinique ont permis d'établir le fonctionnement cognitif et attentionnel de chacun des participants. (1) La performance cognitive a été estimée au prorata de la performance aux quatre sous-tests de la WASI-II en fonction de tables normatives, donnant un QI global. Les trois variables relatives aux fonctions attentionnelles ont été calculées à partir : (2) du nombre d'erreurs d'omissions au sous-test attention soutenue, (3) de la moyenne des temps de réaction aux sous-tests mesurant l'attention sélective et (4) selon un index de performance tenant compte du nombre de réponses erronées et de la médiane des temps de réaction au sous-test mesurant la flexibilité attentionnelle. L'index de flexibilité attentionnelle était calculé selon la formule suivante :  $[(\text{score } T \text{ nb erreurs total} - \text{score } T \text{ médiane des TR}) * 0.707]$ . Les résultats ont tous été convertis en données normatives.

### **2.7.2 Variables indépendantes**

La performance cognitive et attentionnelle des participants a été analysée en fonction du groupe de traitement et de deux facteurs de vulnérabilité néonatale propre au nourrisson susceptibles de moduler l'effet de la méthode MK (Baron, Erickson, Ahronovich, Baker et Litman, 2011; Taylor, Minich, Bangert, Filipek et Hack, 2004). Ces deux facteurs de vulnérabilité sont l'ampleur du déficit pondéral à la naissance et le statut neurologique du nourrisson à 6 mois.

### **2.7.3 Variables contrôles**

Le *sexe* des participants ainsi que l'identification lors de la naissance d'un *retard de croissance*, selon que le poids du nourrisson était situé en dessous du 10<sup>e</sup> percentile pour son AG, ont été introduits en tant que co-variables dans les analyses statistiques afin de minimiser leur influence sur les effets étudiés. En effet, des différences quant aux performances attentionnelles, particulièrement le processus d'attention sélective, en fonction du sexe des participants ont été observées dans la littérature (Pasman, Rotteveel et Maassen, 1998; Klenberg Korkman et Lahti-Nuuttila, 2001). Par ailleurs, les retards de croissance représentent en soit un facteur de vulnérabilité cognitive en lien avec le taux de morbidité accru qu'ils engendrent et auraient été susceptibles d'introduire de la variabilité au sein des analyses (Bernstein et al., 2000 ; Jarvis et al., 2003).

## **2.8 Analyses statistiques**

L'ensemble des analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel IBM SPSS statistiques pour Macintosh, version 21 (IBM corp., Armonk, NY). Un seuil de signification statistique de  $p < 0.05$  a été utilisé.

Une analyse multivariée de la covariance (MANCOVA) selon les facteurs inter-sujets Groupe de traitement (MK, ST), Statut neurologique à 6 mois (Normal, Précaire) et Déficit pondéral à la naissance ( $\leq 1800$  g, 1800-2000 g) ( $2 \times 2 \times 2$ ) a été effectuée sur la performance à trois sous-tests du TAP et l'estimation du quotient intellectuel global (QI) des participants à l'âge adulte. Le sexe des participants et l'identification de retard de croissance à la naissance ont été introduits comme covariables afin de contrôler pour les disparités associées à ces variables. Aucune donnée aberrante n'a été identifiée et les résultats quant aux postulats de normalité, d'homogénéité de la variance-covariance ont été jugés satisfaisants.

## 2.9 Résultats

La combinaison de l'ensemble des VDs est uniquement influencée de manière significative par l'effet d'interaction entre le Groupe de traitement et le Statut neurologique à 6 mois, [ $F(7, 292) = 2.62$  ;  $p = .035$ ,  $\eta^2 = .035$ ]. Leur effet unique respectif, [ $F(7, 292) = 1.23$  ;  $p = .297$ ,  $\eta^2 = .017$ ] et [ $F(7, 292) = 0.36$  ;  $p = .840$ ,  $\eta^2 = .005$ ], ainsi que celui du Déficit pondéral à la naissance, [ $F(7, 292) = 0.26$  ;  $p = .903$ ,  $\eta^2 = .004$ ] s'avèrent quant à eux non significatifs (voir Tableau 2). Les autres effets d'interactions entre les variables indépendantes se sont également avérés non significatifs (Déficit pondéral x Groupe de traitement [ $F(7, 292) = 0.21$  ;  $p = .800$ ,  $\eta^2 = .006$ ]; Déficit pondéral x Statut neurologique [ $F(7, 292) = 0.27$  ;  $p = .898$ ,  $\eta^2 = .004$ ]; Déficit pondéral x Groupe de traitement x Statut neurologique [ $F(7, 292) = 0.36$  ;  $p = .839$ ,  $\eta^2 = .005$ ]).

**Tableau 2**

Effets uniques du Groupe de traitement, du Statut neurologique à 6 mois et du Déficit pondéral à la naissance sur la performance des participants aux tests mesurant le fonctionnement cognitif et attentionnel

<b>Groupe de traitement</b>		<b>MK</b>	<b>ST</b>
Efficienc	Moyenne ± ET	92.5 ± 14.6	89.3 ± 13.0
globale (QI)	IC à 95%	(90.2 ; 94.7)	(87.2 ; 91.5)
Attention soutenue		41.2 ± 14.5	40.2 ± 13.0
(Valeur T)		(38.9 ; 43.4)	(38.0 ; 42.4)
Attention sélective		46.6 ± 9.6	46.6 ± 8.6
(Valeur T)		(45.2 ; 48.1)	(45.1 ; 48.0)
Flexibilité attentionnelle		11.0 ± 10.4	9.7 ± 9.4
(Index de performance)		(9.4 ; 12.6)	(8.1 ; 11.2)
<b>Statut neurologique</b>		<b>Précaire</b>	<b>Normal</b>
Efficienc	Moyenne ± ET	90.1 ± 11.4	91.7 ± 10.9
globale (QI)	IC à 95%	(87.3 ; 92.9)	(90.3 ; 93.1)
Attention soutenue		40.0 ± 11.4	41.4 ± 10.9
(Valeur T)		(37.2 ; 42.8)	(40.0 ; 42.8)
Attention sélective		46.4 ± 7.5	46.8 ± 7.2
(Valeur T)		(44.6 ; 48.3)	(45.9 ; 47.7)

Flexibilité attentionnelle (Index de performance)		10.5 ± 8.2 (8.5 ; 12.5)	10.2 ± 7.8 (9.2 ; 11.2)
<b>Déficit pondéral</b>		<b>≤ 1800 g</b>	<b>1800 à 2000 g</b>
Efficiences cognitive globale (QI)	Moyenne ± ET IC à 95%	90.9 ± 13.3 (89.0 ; 92.9)	90.9 ± 13.8 (88.4 ; 93.3)
Attention soutenue (Valeur T)		40.7 ± 13.2 (38.7 ; 42.6)	40.7 ± 13.7 (38.2 ; 43.2)
Attention sélective (Valeur T)		47.0 ± 8.8 (45.7 ; 48.3)	46.2 ± 9.1 (44.6 ; 47.8)
Flexibilité attentionnelle (Index de performance)		10.1 ± 9.5 (8.7 ; 11.5)	10.6 ± 9.9 (8.8 ; 12.4)

L'effet d'interaction significatif entre le Groupe de traitement et le Statut neurologique à 6 mois a été observé pour le QI global, [ $F(1, 290) = 7.49 ; p = .007, \eta^2 = .025$ ], et l'Attention soutenue [ $F(1, 290) = 4.12 ; p = .043, \eta^2 = .014$ ] tandis qu'il s'est avéré non significatif pour les processus d'attention sélective [ $F(1, 290) = 1.080 ; p = .300, \eta^2 = .004$ ] et de flexibilité attentionnelle [ $F(1, 290) = 2.697 ; p = .102, \eta^2 = .009$ ] (voir Tableau 3). Les résultats des effets univariés démontrent que les bénéfices de la méthode MK sur l'Efficiencce cognitive globale (mesuré par le QI) et les Fonctions attentionnelles des des jeunes adultes de faible poids de naissance sont modulés par un facteur de vulnérabilité périnatal, soit la précarité de leur statut neurologique à l'âge de 6 mois.

**Tableau 3**

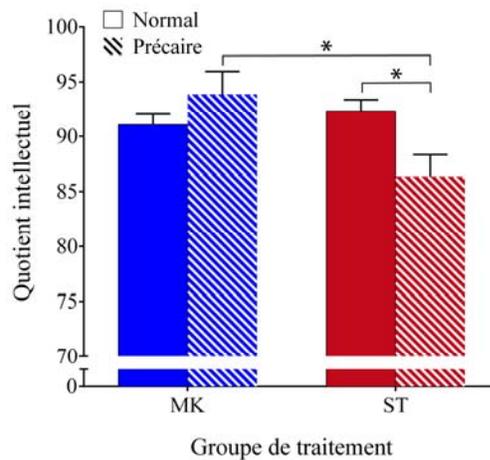
Effet d'interaction du Groupe de traitement et du Statut neurologique à 6 mois sur la performance des participants aux tests mesurant le fonctionnement cognitif et attentionnel

Effet d'interaction Groupe X Statut neuro		MK		ST	
		<i>Statut neuro</i>		<i>Statut neuro</i>	
		Normal	Précaire	Normal	Précaire
Efficience cognitive globale (QI)	Moyenne ± ET	91.1 ± 10.81 (89.2 ; 92.9)	93.9 ± 12.06 (89.7 ; 97.9)	92.3 ± 10.90 (90.3 ; 94.4)	86.4 ± 10.68 (82.5 ; 90.2)
	<i>p (d)</i>	.230		.008 (0.551) *	
Attention soutenue (Valeur T)	Moyenne ± ET	40.2 ± 10.78 (38.4 ; 42.1)	42.1 ± 12.02 (37.9 ; 46.2)	42.5 ± 10.88 (40.4 ; 44.5)	37.9 ± 10.65 (34.1 ; 41.7)
	<i>p (d)</i>	.422		.038 (0.427) *	
Attention sélective (Valeur T)	Moyenne ± ET	46.3 ± 7.14 (45.0 ; 47.5)	47.0 ± 7.96 (44.3 ; 49.8)	47.3 ± 7.20 (45.9 ; 48.6)	45.9 ± 7.05 (43.3 ; 48.4)
	<i>p (d)</i>	.616		.332	
Flexibilité attentionnelle (Index de performance)	Moyenne ± ET	9.9 ± 7.78 (8.5 ; 11.2)	12.1 ± 8.62 (9.1 ; 15.0)	10.5 ± 7.87 (9.0 ; 11.9)	8.9 ± 7.67 (6.2 ; 11.7)
	<i>p (d)</i>	.188		.326	

Note. Les résultats rapportés ont été ajustés pour l'effet du sexe des participants ainsi que la présence de retard de croissance.

### 2.9.1 Efficience cognitive globale (QI)

Des analyses de comparaisons multiples par paires effectuées à postériori ont été utilisées afin de comparer l'effet de la méthode MK selon le niveau de vulnérabilité neurologique de l'enfant à la naissance (voir Figure 1). Les résultats indiquent que les enfants au statut neurologique Précaire ayant bénéficié de la méthode MK présentent, à l'âge adulte, une Efficience cognitive globale équivalente à leurs pairs dont le statut neurologique était Normal ( $p = .230$ ,  $d = 0.243$ ). Contrairement au groupe MK, les enfants du groupe ST ayant un statut neurologique Précaire obtiennent des résultats significativement inférieurs à ceux de leurs pairs ayant un statut neurologique Normal (0,4 écart-type inférieur;  $p = .008$ ,  $d = 0.551$ ). Enfin, parmi les adultes dont le statut neurologique était précaire, ceux du groupe MK obtiennent des résultats significativement supérieurs à ceux du groupe ST (0,5 écart-type supérieur;  $p = .009$ ,  $d = 0.657$ ).

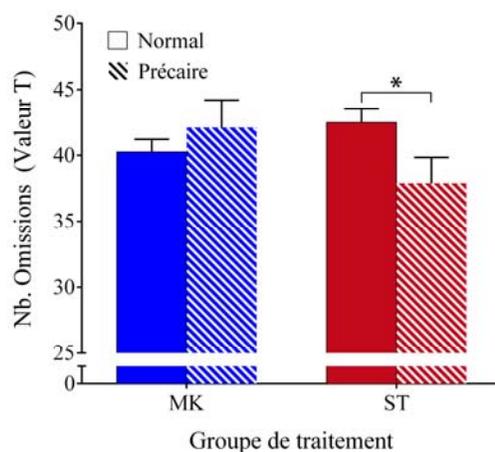


**Figure 2** Scores de QI en fonction du Groupe de traitement (MK, ST) et du Statut neurologique à 6 mois (Normal, Précaire)

### 2.9.2 Attention soutenue

Au sein du groupe MK, les analyses de comparaisons multiples par paires effectuées à postériori ne démontrent aucune différence quant à la performance au sous-test

mesurant l'attention soutenue selon le Statut neurologique à 6 mois ( $p = .422$ ,  $d = 0.162$ ). Parmi les adultes du groupe ST, ceux dont le statut neurologique était Précaire à l'enfance obtiennent des performances significativement inférieures à leurs pairs dont le statut neurologique était normal ( $p = .038$ ,  $d = 0.427$  ; voir Figure 2). Aucune différence inter groupe n'est observée selon l'état du statut neurologique à la naissance (Précaire ou Normal).



**Figure 3** Performance au test d'attention soutenue en fonction du Groupe de traitement (MK, ST) et du Statut neurologique à 6 mois (Normal, Précaire)

## 2.10 Discussion

La présente étude visait à documenter les effets à long terme de la méthode MK sur le fonctionnement cognitif et attentionnel d'enfants de faible poids de naissance rendu au début de l'âge adulte (19-21 ans). Pour ce faire, leur performance à des tests psychométriques mesurant l'efficacité cognitive globale (QI) ainsi que trois processus attentionnels fréquemment altérés lors d'une naissance de faible poids (c.-à-d., le processus d'attention soutenue, sélective et de flexibilité attentionnelle) a été comparée à celle d'adultes de faibles poids de naissance ayant reçu des soins de santé traditionnels (ST).

Les résultats démontrent que l'écart entre le fonctionnement cognitif mesuré à l'âge de 12 mois entre des enfants de faible poids de naissance ayant été maternés selon la

méthode MK en comparaison à ceux ayant reçus des ST (Tessier et al., 2003) est encore observable au début de l'âge adulte. Les résultats démontrent que l'application de la MK lors d'un moment charnière du développement cérébral des nourrissons semble exercer un effet protecteur à long terme sur l'intégrité de leur fonctionnement cognitif et attentionnel. L'influence de la méthode MK sur ces variables s'avèrerait toutefois modulée par un facteur de vulnérabilité périnatal, soit l'intégrité du statut neurologique du nourrisson lors de la période d'application de la méthode. Effectivement, les jeunes adultes anciennement prématurés dont le statut neurologique fut jugé précaire à 6 mois et ayant reçu la méthode MK présentent à l'âge adulte une efficacité cognitive globale significativement supérieure à leurs pairs ayant reçu des ST. Contrairement au groupe ST, ces derniers obtiennent des résultats de QI équivalents aux jeunes adultes kangourous dont le statut neurologique était jugé normal à 6 mois. De plus, leurs résultats se situent dans la norme par rapport à la courbe normative de la classification des quotients intellectuels (Roussy, Lane, Bérubé et Labelle, 2007). Ces résultats semblent démontrer un phénomène de « rattrapage » développemental où la méthode MK bénéficierait aux nourrissons les plus vulnérables au plan neurologique en leur offrant un environnement mieux adapté à l'hypersensibilité de leurs systèmes et à la fois stimulant, leur permettant d'atteindre un niveau de fonctionnement cognitif équivalent à leurs pairs. Le degré de sévérité de l'altération des processus neurophysiologiques impliqués dans le développement des fonctions cognitives et attentionnelles pourrait expliquer en partie pourquoi la méthode MK ne semble pas avoir autant bénéficié aux adultes qui ne présentaient pas de vulnérabilité neurologique à l'âge de 6 mois. L'outil employé afin de déterminer le degré de vulnérabilité neurologique des nourrissons se veut une mesure clinique de ces altérations neurophysiologiques (Ellison, Horn et Browing, 1985 ; Soleimani, Vameghi, Hemmati et Salman-Roghani, 2009). Il est donc possible de croire que les nourrissons dont le statut neurologique fut jugé normal selon l'INFANIB présenteraient une altération moindre des processus neurophysiologiques impliqués dans le développement des fonctions cognitives et attentionnelles. Leurs systèmes sensoriels seraient donc moins sensibles à l'environnement extra-utérin et ils seraient davantage en mesure de s'autoréguler. Ces prédispositions neurophysiologiques plus favorables en

comparaison à leurs pairs neurologiquement vulnérables leur permettraient ainsi de rattraper naturellement le fonctionnement cognitif d'un enfant né à terme sans nécessairement avoir recouru à une intervention périnatale. À ce sujet, Ruff (1986) a constaté qu'à l'âge de six mois, soit l'âge auquel l'enfant acquiert la capacité de maintenir son attention suffisamment longtemps pour lui permettre de fixer un objet, les enfants prématurés, peu importe leur niveau de vulnérabilité, passaient significativement moins de temps à fixer les objets qu'étaient en mesure de le faire ceux nés à terme. À l'âge de neuf mois, la performance des enfants prématurés s'était normalisée, à l'exception du groupe d'enfants prématurés présentant une vulnérabilité au plan physiologique qui obtenait des performances encore significativement inférieures à leurs pairs. Ce phénomène de rattrapage spontané en bas âges au plan cognitif chez les prématurés ne présentant pas de facteur de vulnérabilité physiologique a également été observé par d'autres chercheurs (Rose, 1983 ; Rose, Feldman, McCarton, et Wolfson, 1988).

Des résultats semblables ont également été observés quant au processus d'attention soutenue où la performance des jeunes adultes ayant été maternés selon la méthode MK est équivalente, peu importe l'état de leur statut neurologique. En revanche, les enfants du groupe ST qui présentaient une vulnérabilité neurologique obtiennent à l'âge adulte des performances significativement inférieures à leurs pairs qui ne présentaient pas ce facteur de vulnérabilité. Par ailleurs, l'absence d'écart significatif entre les groupes quant à la performance aux tests mesurant les processus d'attention sélective et de flexibilité attentionnelle amène à se questionner quant aux mécanismes d'actions sous-tendant la méthode MK. Premièrement, ces processus diffèrent selon le type de fonctions qu'elles remplissent au plan attentionnel ainsi que par rapport aux zones cérébrales qui les sous-tendent. Contrairement au processus de sélectivité et de flexibilité permettant d'orienter ou de diriger son attention vers un but, le processus d'attention soutenue renvoie à l'intensité attentionnelle permettant de détecter et de réagir adéquatement aux exigences de son environnement. Selon le modèle hiérarchique du fonctionnement cognitif proposé par Luria (1976), l'attention soutenue dépendrait principalement du cycle d'activation physiologique associé aux régions

cérébrales sous-corticales tandis que l'orientation attentionnelle (incluant l'attention sélective et la flexibilité attentionnelle) impliquerait davantage les lobes frontaux. Il est donc possible de croire que la méthode MK agit de manière plus directe sur l'intégrité du processus d'attention soutenue étant donné que la proximité physique de la mère en période post-natale chez les enfants prématurés est reconnue pour permettre une meilleure régulation du cycle d'activation physiologique de l'enfant (Wolff, 1987; Wright et Harding, 1992). De plus, lors du moment d'application de la méthode MK (c.-à-d., au cours de la première année de vie) le processus d'attention soutenue serait déjà fonctionnel et sollicité. En effet, contrairement au développement des processus de sélectivité et de flexibilité attentionnelle dont la maturation fonctionnelle survient vers cinq ans et se poursuit activement au cours de l'adolescent en lien avec la maturation des lobes frontaux, le processus d'attention soutenue serait mature peu de temps après la naissance (Booth et al., 2003; Plude, Enns, et Brodeur, 1994; Richards, et Casey, 1992 ; Welsh, Pennington, et Groisser, 1991). La méthode MK n'agirait donc pas directement sur les réseaux neuronaux frontaux sous-tendant la sélectivité et la flexibilité attentionnelle encore immatures à ce moment, mais davantage comme un agent protecteur du développement des structures sous-corticales associées au processus d'attention soutenue davantage sollicité en période post-natale. L'action protectrice de la méthode MK en bas âge sur le processus d'attention soutenue modifierait donc de manière durable son efficacité.

Il faut toutefois rester vigilant quant à l'interprétation de ces résultats. Premièrement, étant donné que la majorité des situations sollicitent l'action simultanée de plusieurs processus attentionnels, l'évaluation pure d'un seul processus est quasi impossible (Halperin, Sharma, Greenblatt, et Schwartz, 1991 ; McKay, Halperin, Schwartz, et Sharma, 1994). Les tests neuropsychologiques utilisés pour la présente étude en sont donc également affectés. Par ailleurs, il aurait été intéressant d'évaluer le fonctionnement cognitif et attentionnel des enfants entre l'âge de 12 mois et de 21 ans. Ces temps de mesures intermédiaires auraient permis de documenter avec davantage de précision la trajectoire développementale de ces processus et savoir si les effets de la méthode MK varient selon les stades développementaux. Malgré ces limites, cette

étude demeure d'une grande qualité méthodologique d'abord en raison de l'ampleur de l'échantillon permettant une meilleure généralisation des effets à long terme de la méthode MK. De plus, la richesse des caractéristiques néonatales liées aux participants, à leur famille ainsi qu'aux conditions de leur naissance ont permis d'assurer l'équivalence des groupes expérimentaux et de mieux isoler les effets de la méthode MK sur le fonctionnement cognitif et attentionnel des jeunes adultes de faibles poids de naissance.

En conclusion, les résultats de cette étude démontrent que les effets positifs de la méthode MK sur le fonctionnement cognitif d'enfants de faible poids de naissance persistent jusqu'au début de l'âge adulte. Ces bénéfices encore observables 21 ans plus tard chez les adultes de faible poids de naissance qui présentaient une vulnérabilité neurologique en bas âge soulignent encore une fois l'importance d'offrir de manière précoce des programmes d'interventions périnatales, surtout à ces nourrissons à haut risque de présenter des déficits cognitifs au cours de leur vie. Puisque l'intégrité du fonctionnement cognitif et attentionnel représente un prérequis aux apprentissages de l'enfant et au fonctionnement professionnel de l'adulte, la nécessité de travailler à prévenir l'apparition de ce type de déficits en bas âge n'est plus à démontrer. En effet, les altérations des fonctions cognitives et/ou attentionnelles sont largement reconnues pour entraver la réussite scolaire entraînant fréquemment des difficultés comportementales ainsi que psychologiques chez l'enfant (Bhutta, Cleves, Casey, Craddock et Anand, 2002; MacKay, Smith, Dobbie et Pell, 2010; McCarton, 1997). Plus tard au cours de la vie, ces déficits sont également reconnus pour entraîner des difficultés d'intégration professionnelle, engendrant des coûts individuels et de société non négligeables (Moster, Lie et Markestad, 2008 ; Sandman, Davis, Buss et Glynn, 2011).

Finalement, de manière à poursuivre les avancées dans le domaine, les recherches futures devraient s'intéresser à préciser davantage les facteurs néonataux de vulnérabilité neurologique. En raffinant la compréhension de ces facteurs, des outils de dépistages encore plus ciblés pourraient être élaborés permettant aux professionnels de

la santé d'identifier plus précocement les nourrissons les plus susceptibles de bénéficier de la méthode MK. Par ailleurs, des devis de recherche plus écologiques utilisant par exemple des questionnaires visant à documenter l'impact au quotidien des bénéfices au plan cognitif et attentionnel de la méthode MK, seraient très pertinents. Ces études permettraient une meilleure compréhension et documentation de l'étendue et des limites de l'intervention. Enfin, il serait également pertinent de tester séparément les différentes composantes de la méthode MK (c.-à-d., le moment d'application de la méthode, le type de stimulation tactile : uniquement le toucher, toucher plus massage, etc.) afin de mieux comprendre les mécanismes d'actions favorisant un développement cognitif et attentionnel sain.

## 2.11 References

- Als, H., Duffy, F. H., McAnulty, G., Butler, S. C., Lightbody, L., Kosta, S., ... Warfield, S. K. (2012). NIDCAP improves brain function and structure in preterm infants with severe intrauterine growth restriction. *Journal of Perinatology*, 32(10), 797-803.
- Anand, K. J. S. et Scalzo, F. M. (2000). Can adverse neonatal experiences alter brain development and subsequent behavior?. *Neonatology*, 77(2), 69-82.
- Baron, I. S., Erickson, K., Ahronovich, M. D., Baker, R. et Litman, F. R. (2011). Cognitive deficit in preschoolers born late-preterm. *Early human development*, 87(2), 115-119.
- Beck, S., Wojdyla, D., Say, L., Betran, A. P., Merialdi, M., Requejo, J. H., ... Van Look, P. F. (2010). The worldwide incidence of preterm birth: a systematic review of maternal mortality and morbidity. *Bulletin of the World Health Organization*, 88(1), 31-38.
- Bernstein, I. M., Horbar, J. D., Badger, G. J., Ohlsson, A., Golan, A. et Vermont Oxford Network. (2000). Morbidity and mortality among very-low-birth-weight neonates with intrauterine growth restriction. *American journal of obstetrics and gynecology*, 182(1), 198-206.
- Bhutta, A. T., Cleves, M. A., Casey, P. H., Cradock, M. M. et Anand, K. J. S. (2002). Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta-analysis. *Jama*, 288(6), 728-737.
- Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Lei, Z., Trommer, B. L., Davenport, N. D., ... Mesulam, M. M. (2003). Neural development of selective attention and response inhibition. *Neuroimage*, 20(2), 737-751.
- Catale, C., Marique, P., Closset, A. et Meulemans, T. (2009). Attentional and executive functioning following mild traumatic brain injury in children using the Test for Attentional Performance (TAP) battery. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(3), 331-338.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G. et Charpak, Y. (1994). Rey-Martinez Kangaroo Mother Program: an alternative way of caring for low birth weight infants? One year mortality in a two cohort study. *Pediatrics*, 94(6), 804-810.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G. et Charpak, Y. (2001). A randomized, controlled trial of kangaroo mother care: results of follow-up at 1 year of corrected age. *Pediatrics*, 108(5), 1072-1079.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G., Zita Figueroa de C, M. D. et Charpak, Y. (1997). Kangaroo mother versus traditional care for newborn infants  $\leq$  2000 grams: a randomized, controlled trial. *Pediatrics*, 100(4), 682-688.
- Conde-Agudelo, A. et Diaz-Rossello, J. L. (2014). Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *The Cochrane Library*, 4. doi : 10.1002/14651858.CD002771.pub3
- Davidoff, M. J., Dias, T., Damus, K., Russell, R., Bettegowda, V. R., Dolan, S., ... Petrini, J. (2006, February). Changes in the gestational age distribution among US singleton births: impact on rates of late preterm birth, 1992 to 2002. *Seminars in perinatology* (Vol. 30, No. 1, pp. 8-15). WB Saunders.

- De Jong, M., Verhoeven, M. et van Baar, A. L. (2012, June). School outcome, cognitive functioning, and behaviour problems in moderate and late preterm children and adults: a review. *In Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* (Vol. 17, No. 3, pp. 163-169). WB Saunders.
- Drechsler, R., Brandeis, D., Földényi, M., Imhof, K. et Steinhausen, H. C. (2005). The course of neuropsychological functions in children with attention deficit hyperactivity disorder from late childhood to early adolescence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(8), 824-836.
- Ellison, P. H., Horn, J. L. et Browning, C. A. (1985). Construction of an Infant Neurological International Battery (INFANIB) for the assessment of neurological integrity in infancy. *Physical therapy*, 65(9), 1326-1331.
- Feldman, R., Greenbaum, C. W. et Yirmiya, N. (1999). Mother–infant affect synchrony as an antecedent of the emergence of self-control. *Developmental psychology*, 35(1), 223.
- Feldman, R. et Mayes, L. C. (1999). The cyclic organization of attention during habituation is related to infants' information processing. *Infant Behavior and Development*, 22(1), 37-49.
- Feldman, R., Rosenthal, Z. et Eidelman, A. I. (2014). Maternal-preterm skin-to-skin contact enhances child physiologic organization and cognitive control across the first 10 years of life. *Biological psychiatry*, 75(1), 56-64.
- Feldman, R., Weller, A., Sirota, L. et Eidelman, A. I. (2002). Skin-to-Skin contact (Kangaroo care) promotes self-regulation in premature infants: sleep-wake cyclicality, arousal modulation, and sustained exploration. *Developmental Psychology*, 38(2), 194.
- Halperin, J. M., Sharma, V., Greenblatt, E. et Schwartz, S. T. (1991). Assessment of the continuous performance test: reliability and validity in a nonreferred sample. *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 3(4), 603.
- Hofer, M. A. (1984). Relationships as Regulators: A Psychobiologic Perspective on Bereavement. *Psychosomatic medicine*, 46(3), 183-197.
- Jarvis, S., Glinianaia, S. V., Torrioli, M. G., Platt, M. J., Miceli, M., Jouk, P. S. et Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) collaboration of European Cerebral Palsy Registers. (2003). Cerebral palsy and intrauterine growth in single births: European collaborative study. *The Lancet*, 362(9390), 1106-1111.
- Judaš, M., Radoš, M., Jovanov-Milošević, N., Hrabac, P. et Kostović, I. (2005). Structural, immunocytochemical, and MR imaging properties of periventricular crossroads of growing cortical pathways in preterm infants. *American journal of neuroradiology*, 26(10), 2671-2684.
- Kaffashi, F., Scher, M. S., Ludington-Hoe, S. M. et Loparo, K. A. (2013). An analysis of the kangaroo care intervention using neonatal EEG complexity: a preliminary study. *Clinical Neurophysiology*, 124(2), 238-246.
- Klenberg, L., Korkman, M. et Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3-to 12-year-old Finnish children. *Developmental neuropsychology*, 20(1), 407-428.

- Kormos, C. E., Wilkinson, A. J., Davey, C. J. et Cunningham, A. J. (2014). Low birth weight and intelligence in adolescence and early adulthood: a meta-analysis. *Journal of Public Health*, 36(2), 213-224.
- Luria, A. R. (1976). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. Basic Books.
- McKay, K. E., Halperin, J. M., Schwartz, S. T. et Sharma, V. (1994). Developmental analysis of three aspects of information processing: Sustained attention, selective attention, and response organization. *Developmental Neuropsychology*, 10(2), 121-132.
- MacKay, D. F., Smith, G. C., Dobbie, R. et Pell, J. P. (2010). Gestational age at delivery and special educational need: retrospective cohort study of 407,503 schoolchildren. *PLoS medicine*, 7(6), e1000289.
- Markestad, T., Kaarensen, P. I., Rønnestad, A., Reigstad, H., Lossius, K., Medbø, S., ... Irgens, L. M. (2005). Early death, morbidity, and need of treatment among extremely premature infants. *Pediatrics*, 115(5), 1289-1298.
- McCarton, C. M., Brooks-Gunn, J., Wallace, I. F., Bauer, C. R., Bennett, F. C., Bernbaum, J. C., ... Meinen, C. L. (1997). Results at age 8 years of early intervention for low-birth-weight premature infants: The Infant Health and Development Program. *Jama*, 277(2), 126-132.
- Moster, D., Lie, R. T. et Markestad, T. (2008). Long-term medical and social consequences of preterm birth. *New England Journal of Medicine*, 359(3), 262-273.
- Mulder, H., Pitchford, N. J., Hagger, M. S. et Marlow, N. (2009). Development of executive function and attention in preterm children: a systematic review. *Developmental neuropsychology*, 34(4), 393-421.
- Nosarti, C., Al-Asady, M. H., Frangou, S., Stewart, A. L., Rifkin, L. et Murray, R. M. (2002). Adolescents who were born very preterm have decreased brain volumes. *Brain*, 125(7), 1616-1623.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). Le portail de la Santé de la mère, du nouveau-né, de l'enfant et de l'adolescent : soins du nouveau-né prématuré et/ou de faible poids à la naissance. Repéré à [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/newborn/care\\_of\\_preterm/fr/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/newborn/care_of_preterm/fr/)
- Pasman, J. W., Rotteveel, J. J. et Maassen, B. (1998). Neurodevelopmental profile in low-risk preterm infants at 5 years of age. *European Journal of Paediatric Neurology*, 2(1), 7-17.
- Plude, D. J., Enns, J. T. et Brodeur, D. (1994). The development of selective attention: A life-span overview. *Acta psychologica*, 86(2), 227-272.
- Richards, J. E. et Casey, B. J. (1992). Development of sustained visual attention in the human infant. *Attention and information processing in infants and adults: Perspectives from human and animal research*, 30-60.
- Rose, S. A. (1983). Differential rates of visual information processing in full-term and preterm infants. *Child development*, 1189-1198.
- Rose, S. A., Feldman, J. F. et Jankowski, J. J. (2001). Attention and recognition memory in the 1st year of life: a longitudinal study of preterm and full-term infants. *Developmental psychology*, 37(1), 135.

- Rose, S. A., Feldman, J. F., McCarton, C. M. et Wolfson, J. (1988). Information processing in seven-month-old infants as a function of risk status. *Child Development*, 589-603.
- Roussy, É., Lane, C., Bérubé, H. et Labelle, F. (2007). *Terminologie relative à la classification des quotients intellectuels*. Montréal, Québec : Hors collection – Intervenants.
- Ruff, H. A. (1986). Attention and organization of behavior in high-risk infants. *Journal of Developmental et Behavioral Pediatrics*, 7(5), 298-301.
- Ryan, J. J. et Brown, K. I. (2005). Enhancing the clinical utility of the WASI: Reliabilities of discrepancy scores and supplemental tables for profile analysis. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 23(2), 140-145.
- Saigal, S. et Doyle, L. W. (2008). An overview of mortality and sequelae of preterm birth from infancy to adulthood. *The Lancet*, 371(9608), 261-269.
- Sander, L. W. (1987). Awareness of inner experience: A systems perspective on self-regulatory process in early development. *Child abuse & neglect*, 11(3), 339-346.
- Sandman, C. A., Davis, E. P., Buss, C. et Glynn, L. M. (2011). Prenatal programming of human neurological function. *International Journal of Peptides*, 2011, 9. doi : 10.1155/2011/837596
- Schneider, C., Charpak, N., Ruiz Peláez, J. G. et Tessier, R. (2012). Cerebral motor function in very premature at birth adolescents: a brain stimulation exploration of kangaroo mother care effects. *Acta Paediatrica*, 101(10), 1045-1053.
- Schore, A. N. (1996). The experience-dependent maturation of a regulatory system in the orbital prefrontal cortex and the origin of developmental psychopathology. *Development and Psychopathology*, 8(01), 59-87.
- Soleimani, F., Vameghi, R., Hemmati, S. et Salman-Roghani, R. (2009). Perinatal and neonatal risk factors for neurodevelopmental outcome in infants in Karaj. *Arch Iranian Med*, 12(2), 135-9.
- Taylor, H. G., Minich, N., Bangert, B., Filipek, P. A. et Hack, M. (2004). Long-term neuropsychological outcomes of very low birth weight: associations with early risks for periventricular brain insults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(07), 987-1004.
- Tessier, R., Cristo, M. B., Velez, S., Giron, M., Nadeau, L., de Calume, Z. F., ... Charpak, N. (2003). Kangaroo Mother Care: A method for protecting high-risk low-birth-weight and premature infants against developmental delay. *Infant Behavior and Development*, 26(3), 384-397.
- Tucha, O., Prell, S., Mecklinger, L., Bormann-Kischkel, C., Küber, S., Linder, M., ... Lange, K. W. (2006). Effects of methylphenidate on multiple components of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychopharmacology*, 185(3), 315-326.
- Vohr, B. R., Wright, L. L., Dusick, A. M., Mele, L., Verter, J., Steichen, J. J. et Kaplan, M. D. (2000). Neurodevelopmental and functional outcomes of extremely low birth weight infants in the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, 1993–1994. *Pediatrics*, 105(6), 1216-1226.
- Walsh, M. C., Morris, B. H., Wrage, L. A., Vohr, B. R., Poole, W. K., Tyson, J. E., ... Fanaroff, A. A. (2005). Extremely low birthweight neonates with protracted

- ventilation: mortality and 18-month neurodevelopmental outcomes. *The Journal of pediatrics*, 146(6), 798-804.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F. et Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7(2), 131-149.
- Wolff, P. H. (1987). *The development of behavioral states and the expression of emotions in early infancy: New proposals for investigation*. University of Chicago Press.
- Wright, J. W. et Harding, J. W. (1992). Regulatory role of brain angiotensins in the control of physiological and behavioral responses. *Brain Research Reviews*, 17(3), 227-262.
- Zimmermann, P. et Fimm, B. (2002). A test battery for attentional performance. *Applied neuropsychology of attention. Theory, diagnosis and rehabilitation*, 110-151.



## **Chapitre 3 Conclusion générale**

Ce mémoire doctoral visait d'abord à documenter les impacts à long terme de la méthode MK sur le fonctionnement cognitif et attentionnel de jeunes adultes de faible poids de naissance, en la comparant à des soins de santé périnataux traditionnels.

Afin de mieux comprendre les mécanismes d'actions de la méthode MK ainsi que les caractéristiques propres au nourrisson permettant d'optimiser son efficacité, le deuxième objectif visait à mesurer ses impacts selon certains facteurs de vulnérabilité périnataux. À partir des données de la littérature, deux facteurs de vulnérabilité périnataux ont été ciblés, soit l'ampleur du déficit pondéral à la naissance et la précarité du statut neurologique à l'âge de 6 mois. Ces deux facteurs de vulnérabilité sont reconnus pour augmenter l'ampleur des atteintes cognitives et attentionnelles mesurées au cours de l'enfance et de l'adolescence chez les enfants prématurés et/ou de faible poids de naissance (de Kieviet, Zoetebier, Van Elburg, Vermeulen et Oosterlaan, 2012, Nosartri et al., 2002 ; Schermann et Sedin, 2004 ; Taylor, Minich, Bangert, Filipek et Hack, 2004).

### **3.1 Impacts à long terme**

Les résultats obtenus ont permis de démontrer qu'en comparaison à des enfants de faible poids de naissance ayant reçu des ST, ceux ayant été materné selon la méthode MK présentent une efficacité cognitive globale (QI) ainsi qu'une capacité d'attention soutenue supérieure en début de l'âge adulte. Toutefois, ces gains sont uniquement observables chez les nourrissons qui présentaient une vulnérabilité neurologique lors de l'application de l'intervention. Cette étude réalisée à partir d'un large groupe d'enfants suivis depuis plus de 19 ans est l'une des premières à démontrer des bénéfices quant au fonctionnement cognitif et attentionnel d'une intervention néonatale centrée sur la proximité maternelle aussi tard dans la vie. Ainsi, il semble que les bénéfices de plus en plus rapportés par les chercheurs au cours de l'enfance et de l'adolescence persistent dans le temps et soient encore observables au début de l'âge adulte. Ces résultats soulignent encore une fois l'importance d'offrir de manière précoce des

programmes d'interventions périnatales, surtout aux nourrissons les plus vulnérables neurologiquement puisqu'ils sont plus à risques de présenter des déficits cognitifs au cours de leur vie.

À partir de ces résultats, d'autres implications en recherche sont envisageables. En effet, les contraintes temporelles liées aux exigences du présent mémoire doctoral ont permis de tester l'impact à long terme de la méthode MK uniquement quant à certains aspects du fonctionnement cognitif et attentionnel des participants. Toutefois, comme les altérations cognitives associées aux naissances prématurées et de faible poids semblent s'étendre à d'autres processus (p.ex., les fonctions exécutives, la mémoire de travail, la vitesse de traitement de l'information, etc. ; voir Arpino et al., 2010 et Baron et Rey-Casserly, 2010 pour des revues de la littérature), les études à venir devraient s'intéresser à évaluer de manière plus exhaustive l'ensemble de ces processus, et ce, au début de l'âge adulte. Ceci permettrait d'établir avec davantage de précisions les gains qu'il est possible d'envisager à long terme quant au fonctionnement cognitif des enfants de faible poids ayant bénéficié de la méthode MK ou d'une autre intervention néonatale semblable. Par ailleurs, l'ajout de mesures plus écologiques comme des questionnaires auto-rapportés et/ou rempli par un proche de la personne permettrait de mesurer l'impact au plan fonctionnel des gains objectivés par les tests psychométriques. La combinaison de ces deux avenues contribuerait donc non seulement à préciser les impacts de ces interventions sur le fonctionnement cognitif des individus de faible poids de naissance, mais permettrait également d'objectiver et de vulgariser pour la population générale leurs manifestations au plan fonctionnel.

### **3.2 Facteurs de vulnérabilités néonatales**

Selon les résultats obtenus, un seul des facteurs de vulnérabilité néonatale s'avérait décisif quant à l'efficacité de la méthode MK à long terme, soit la précarité du statut neurologique du nourrisson à l'âge de 6 mois. Ces résultats corroborent ceux d'une étude précédemment menée par notre équipe de recherche chez le même groupe

d'enfants de faible poids de naissance âgés à l'époque de 12 mois (Tessier et al., 2003). Lors des deux temps de mesure, les enfants présentant une vulnérabilité neurologique et ayant été maternés selon la méthode MK performaient significativement mieux aux tests mesurant l'efficacité cognitive globale (chronologiquement le Griffith et le WASI-II) que leurs pairs ayant reçu des ST. Ces résultats appuient l'hypothèse que la séparation maternelle précoce, comme dans le cas des ST, accentuerait les processus neurobiologiques adverses liés à la prématurité, engendrant ainsi davantage d'altérations cognitives chez l'enfant (Anand et Scalzo, 2000 ; Hofer, 1987 ; Meaney, 2001). Au contraire, la proximité physique de la mère dans la méthode MK favoriserait une meilleure stabilité de ces processus neurobiologiques du nourrisson en atténuant l'intensité excessive des stimuli environnants (p.ex., bruits, lumière, etc.) et en lui procurant ainsi une stimulation mieux adaptée à la sensibilité accrue ses systèmes sensoriels (Als et al., 2012 ; Feldman, Weller, Sirota et Eidelman, 2002; Wright et Harding, 1992).

Bien que dans le cas des naissances prématurées et de faible poids, l'ampleur du déficit pondéral soit fréquemment associée à la sévérité des atteintes cognitives subséquentes, cet indice s'avère parfois trompeur. En effet, un déficit pondéral au moment de la naissance ne traduit pas nécessairement l'occurrence de complications de grossesse ou d'altérations neurobiologiques compromettant le pronostic neurodéveloppemental du nourrisson. Parmi les enfants de faible poids, il existe une forte proportion qui sont en bonne santé, mais simplement physiologiquement de petite conformation (Gardosi, 2006 ; Ross et Mansano, 2013). La majorité de ces enfants de faible poids pour leur AG auront rattrapé leur retard pondéral avant l'âge de deux ans, réduisant ainsi grandement les risques d'altérations cognitives et attentionnelles (Lee, Chernausek, Hokken-Koelega et Czernichow, 2003). Puisque la progression de la courbe pondérale des enfants au cours de leurs premières années de vie n'a pas été tenue en compte dans création du facteur de vulnérabilité lié au déficit pondéral, il est possible de supposer qu'une variabilité intersujets à l'intérieur des niveaux de vulnérabilité associée à la variable ait pu biaisé les résultats. Ainsi, l'efficacité de la méthode MK pourrait avoir

différé selon la vulnérabilité réelle des enfants à l'intérieur de chacun des groupes. Par ailleurs, la division dichotomique des niveaux de vulnérabilité effectuée pour la présente étude n'était peut-être pas suffisamment précise pour permettre de cerner l'impact actuel de cette variable. De futures études tenant compte de la courbe pondérale des nourrissons au cours des deux premières années de vie afin de créer des degrés de vulnérabilité pondérale plus précis seraient pertinentes afin d'investiguer davantage l'influence de cette variable quant aux bénéfices de la méthode MK.

En résumé, l'application précoce d'interventions périnatales comme la méthode MK est particulièrement déterminante chez les nourrissons de faible poids de naissance les plus vulnérables au plan neurologique, puisqu'elle semble être une voie prometteuse et peu coûteuse permettant de prévenir l'occurrence d'altérations cognitives et attentionnelles de manière durable. Cette étude représente un maillon de plus dans la compréhension des mécanismes d'actions et des effets à long terme de la méthode MK. Bien qu'elle ait permis de démontrer qu'au-delà de 19 ans suivant son application, certains de ses bienfaits sont encore observables, elle a également soulevé de nouveaux questionnements qui serviront à stimuler les recherches futures et à poursuivre le raffinement de notre compréhension.

## Bibliographie

- Aarnoudse-Moens, C. S. H., Weisglas-Kuperus, N., van Goudoever, J. B. et Oosterlaan, J. (2009). Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics*, 124(2), 717-728.
- Adams-Chapman, I. (2006). Neurodevelopmental outcome of the late preterm infant. *Clinics in perinatology*, 33(4), 947-964.
- Allendoerfer, K. L. et Shatz, C. J. (1994). The subplate, a transient neocortical structure: its role in the development of connections between thalamus and cortex. *Annual review of neuroscience*, 17(1), 185-218.
- Allin, M. P., Kontis, D., Walshe, M., Wyatt, J., Barker, G. J., Kanaan, R. A., ... Nosarti, C. (2011). White matter and cognition in adults who were born preterm. *PLoS One*, 6(10), e24525.
- Als, H., Duffy, F. H., McAnulty, G., Butler, S. C., Lightbody, L., Kosta, S., ... Warfield, S. K. (2012). NICCAP improves brain function and structure in preterm infants with severe intrauterine growth restriction. *Journal of Perinatology*, 32(10), 797-803.
- Als, H. et Gilkerson, L. (1997). The role of relationship-based developmentally supportive newborn intensive care in strengthening outcome of preterm infants. *Seminars in perinatology*, 21(3), 178-189.
- Alvarez, J. A. et Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology review*, 16(1), 17-42.
- Anand, K. J. S. et Scalzo, F. M. (2000). Can adverse neonatal experiences alter brain development and subsequent behavior?. *Neonatology*, 77(2), 69-82.
- Anjari, M., Srinivasan, L., Allsop, J. M., Hajnal, J. V., Rutherford, M. A., Edwards, A. D. et Counsell, S. J. (2007). Diffusion tensor imaging with tract-based spatial statistics reveals local white matter abnormalities in preterm infants. *Neuroimage*, 35(3), 1021-1027.
- Arpino, C., Compagnone, E., Montanaro, M. L., Cacciatore, D., De Luca, A., Cerulli, A., ... Curatolo, P. (2010). Preterm birth and neurodevelopmental outcome: a review. *Child's Nervous System*, 26(9), 1139-1149.
- Atkinson, J. et Braddick, O. (2007). Visual and visuocognitive development in children born very prematurely. *Progress in brain research*, 164, 123-149.
- Aylward, G. P. (2002). Cognitive and neuropsychological outcomes: more than IQ scores. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 8(4), 234-240.
- Aylward, G. P. (2005). Neurodevelopmental outcomes of infants born prematurely. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 26(6), 427-440.
- Ball, G., Boardman, J. P., Rueckert, D., Aljabar, P., Arichi, T., Merchant, N., ... Counsell, S. J. (2012). The effect of preterm birth on thalamic and cortical development. *Cerebral Cortex*, 22(5), 1016-1024.
- Ball, G., Counsell, S. J., Anjari, M., Merchant, N., Arichi, T., Doria, V., ... Boardman, J. P. (2010). An optimised tract-based spatial statistics protocol for neonates: applications to prematurity and chronic lung disease. *Neuroimage*, 53(1), 94-102.

- Barker, D. J. (1997). The long-term outcome of retarded fetal growth. *Clinical obstetrics and gynecology*, 40(4), 853-863.
- Baron, I. S., Erickson, K., Ahronovich, M. D., Baker, R. et Litman, F. R. (2011). Cognitive deficit in preschoolers born late-preterm. *Early human development*, 87(2), 115-119.
- Baron, I. S., Erickson, K., Ahronovich, M. D., Litman, F. R. et Brandt, J. (2010). Spatial location memory discriminates children born at extremely low birth weight and late-preterm at age three. *Neuropsychology*, 24(6), 787.
- Baron, I. S. et Rey-Casserly, C. (2010). Extremely preterm birth outcome: a review of four decades of cognitive research. *Neuropsychology review*, 20(4), 430-452.
- Beck, S., Wojdyla, D., Say, L., Betran, A. P., Merialdi, M., Requejo, J. H., ... Van Look, P. F. (2010). The worldwide incidence of preterm birth: a systematic review of maternal mortality and morbidity. *Bulletin of the World Health Organization*, 88(1), 31-38.
- Bernstein, I. M., Horbar, J. D., Badger, G. J., Ohlsson, A., Golan, A. et Vermont Oxford Network. (2000). Morbidity and mortality among very-low-birth-weight neonates with intrauterine growth restriction. *American journal of obstetrics and gynecology*, 182(1), 198-206.
- Bhutta, A. T. et Anand, K. J. S. (2001). Abnormal cognition and behavior in preterm neonates linked to smaller brain volumes. *TRENDS in Neurosciences*, 24(3), 129-130.
- Bhutta, A. T., Cleves, M. A., Casey, P. H., Cradock, M. M. et Anand, K. J. S. (2002). Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta-analysis. *Jama*, 288(6), 728-737.
- Black, R. E., Cousens, S., Johnson, H. L., Lawn, J. E., Rudan, I., Bassani, D. G., ... Child Health Epidemiology Reference Group of WHO and UNICEF. (2010). Global, regional, and national causes of child mortality in 2008: a systematic analysis. *The lancet*, 375(9730), 1969-1987.
- Boardman, J. P., Craven, C., Valappil, S., Counsell, S. J., Dyet, L. E., Rueckert, D., ... Edwards, A. D. (2010). A common neonatal image phenotype predicts adverse neurodevelopmental outcome in children born preterm. *Neuroimage*, 52(2), 409-414.
- Böhm, B., Smedler, A. C. et Forsberg, H. (2004). Impulse control, working memory and other executive functions in preterm children when starting school. *Acta Paediatrica*, 93(10), 1363-1371.
- Bowlby, J. (1969). Attachment. Attachment and Loss Vol. I. *London: Hogarth*.
- Buehler, D. M., Als, H., Duffy, F. H., McAnulty, G. B. et Liederman, J. (1995). Effectiveness of individualized developmental care for low-risk preterm infants: behavioral and electrophysiologic evidence. *Pediatrics*, 96(5), 923-932.
- Callaghan, W. M., MacDorman, M. F., Rasmussen, S. A., Qin, C. et Lackritz, E. M. (2006). The contribution of preterm birth to infant mortality rates in the United States. *Pediatrics*, 118(4), 1566-1573.
- Campbell, S., Warsof, S. L., Little, D. et Cooper, D. J. (1985). Routine ultrasound screening for the prediction of gestational age. *Obstetrics and Gynecology*, 65(5), 613-620.

- Caravale, B., Tozzi, C., Albino, G. et Vicari, S. (2005). Cognitive development in low risk preterm infants at 3–4 years of life. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 90(6), F474-F479.
- Catale, C., Marique, P., Closset, A. et Meulemans, T. (2009). Attentional and executive functioning following mild traumatic brain injury in children using the Test for Attentional Performance (TAP) battery. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(3), 331-338.
- Chaikind, S. et Corman, H. (1991). The impact of low birthweight on special education costs. *Journal of Health Economics*, 10(3), 291-311.
- Chapieski, M. L. et Evankovich, K. D. (1997). Behavioral effects of prematurity. *Seminars in perinatology*, 21(3), pp. 221-239. Repéré à <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9205977>
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G. et de Calume, Z. F. (1996). Current knowledge of kangaroo mother intervention. *Current opinion in pediatrics*, 8(2), 108-132.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G. et Charpak, Y. (1994). Rey-Martinez Kangaroo Mother Program: an alternative way of caring for low birth weight infants? One year mortality in a two cohort study. *Pediatrics*, 94(6), 804-810.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G. et Charpak, Y. (2001). A randomized, controlled trial of kangaroo mother care: results of follow-up at 1 year of corrected age. *Pediatrics*, 108(5), 1072-1079.
- Charpak, N., Ruiz-Peláez, J. G., Zita Figueroa de C, M. D. et Charpak, Y. (1997). Kangaroo mother versus traditional care for newborn infants  $\leq$  2000 grams: a randomized, controlled trial. *Pediatrics*, 100(4), 682-688.
- Conde-Agudelo, A. et Diaz-Rossello, J. L. (2014). Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *The Cochrane Library*, 4. doi : 10.1002/14651858.CD002771.pub3
- Conners, C. K. (1985). The computerized continuous performance test. *Psychopharmacology Bulletin*, 21(4), 891.
- Corbetta, M. et Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Counsell, S. J., Shen, Y., Boardman, J. P., Larkman, D. J., Kapellou, O., Ward, P., ... Rutherford, M. A. (2006). Axial and radial diffusivity in preterm infants who have diffuse white matter changes on magnetic resonance imaging at term-equivalent age. *Pediatrics*, 117(2), 376-386.
- Crowley, P. (1996). Prophylactic corticosteroids for preterm birth. *The Cochrane Library*. DOI: 10.1002/14651858.CD000065
- Davidoff, M. J., Dias, T., Damus, K., Russell, R., Bettgowda, V. R., Dolan, S., ... Petrini, J. (2006, February). Changes in the gestational age distribution among US singleton births: impact on rates of late preterm birth, 1992 to 2002. *Seminars in perinatology* (Vol. 30, No. 1, pp. 8-15). WB Saunders.
- de Jong, M., Verhoeven, M. et van Baar, A. L. (2012, June). School outcome, cognitive functioning, and behaviour problems in moderate and late preterm children and adults: a review. In *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* (Vol. 17, No. 3, pp. 163-169). WB Saunders.
- de Kieviet, J. F., Zoetebier, L., Van Elburg, R. M., Vermeulen, R. J. et Oosterlaan, J. (2012). Brain development of very preterm and very low-birthweight children in

- childhood and adolescence: a meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(4), 313-323.
- Doyle, L. W., Kitchen, W. H., Ford, G. W., Rickards, A. L., Lissenden, J. V. et Ryan, M. M. (1986). Effects of antenatal steroid therapy on mortality and morbidity in very low birth weight infants. *The Journal of pediatrics*, 108(2), 287-292.
- Elgen, I., Lundervold, A. J. et Sommerfelt, K. (2004). Aspects of inattention in low birth weight children. *Pediatric neurology*, 30(2), 92-98.
- Ellison, P. H., Horn, J. L. et Browning, C. A. (1985). Construction of an Infant Neurological International Battery (INFANIB) for the assessment of neurological integrity in infancy. *Physical therapy*, 65(9), 1326-1331.
- Evans, T., Whittingham, K. et Boyd, R. (2012). What helps the mother of a preterm infant become securely attached, responsive and well-adjusted ? *Infant Behavior & Development*, 35(1), 1-11. doi : 10.1016/j.infbeh.2011.10.002
- Feldman, R. (2007). Maternal-infant contact and child development: Insights from the kangaroo Intervention. In *Low-Cost Approaches to Promote Physical and Mental Health* (pp. 323-351). Springer New York.
- Feldman, R., Greenbaum, C. W. et Yirmiya, N. (1999). Mother–infant affect synchrony as an antecedent of the emergence of self-control. *Developmental psychology*, 35(1), 223.
- Feldman, R. et Mayes, L. C. (1999). The cyclic organization of attention during habituation is related to infants' information processing. *Infant Behavior and Development*, 22(1), 37-49.
- Feldman, R., Rosenthal, Z. et Eidelman, A. I. (2014). Maternal-preterm skin-to-skin contact enhances child physiologic organization and cognitive control across the first 10 years of life. *Biological psychiatry*, 75(1), 56-64.
- Feldman, R., Weller, A., Sirota, L. et Eidelman, A. I. (2002). Skin-to-Skin contact (Kangaroo care) promotes self-regulation in premature infants: sleep-wake cyclicality, arousal modulation, and sustained exploration. *Developmental Psychology*, 38(2), 194.
- Gale, G. et VandenBerg, K. A. (1998). Kangaroo care. *Neonatal network: NN*, 17(5), 69-71.
- Gardosi, J. (2006). New definition of small for gestational age based on fetal growth potential. *Hormone research*, 65(3), 15-18.
- Goldberg, M. C., Maurer, D. et Lewis, T. L. (2001). Developmental changes in attention: The effects of endogenous cueing and of distractors. *Developmental Science*, 4(2), 209-219.
- Gurka, M. J., LoCasale-Crouch, J. et Blackman, J. A. (2010). Long-term cognition, achievement, socioemotional, and behavioral development of healthy late-preterm infants. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 164(6), 525-532.
- Hack, M. et Fanaroff, A. A. (1999). Outcomes of children of extremely low birthweight and gestational age in the 1990's. *Early human development*, 53(3), 193-218.
- Hack, M., Flannery, D. J., Schluchter, M., Cartar, L., Borawski, E. et Klein, N. (2002). Outcomes in young adulthood for very-low-birth-weight infants. *New England Journal of Medicine*, 346(3), 149-157.

- Hall, R. W., Huitt, T. W., Thapa, R., Williams, D. K., Anand, K. J. S. et Garcia-Rill, E. (2008). Long-term deficits of preterm birth: Evidence for arousal and attentional disturbances. *Clinical Neurophysiology*, 119(6), 1281-1291.
- Harlow, H. F. (1958). The nature of love. *American psychologist*, 13(12), 673.
- Hofer, M. A. (1984). Relationships as Regulators: A Psychobiologic Perspective on Bereavement. *Psychosomatic medicine*, 46(3), 183-197.
- Hofer, M. A. (1987). Early social relationships: A psychobiologist's view. *Child Development*, 633-647.
- Hunnius, S. et Geuze, R. H. (2004). Gaze shifting in infancy: A longitudinal study using dynamic faces and abstract stimuli. *Infant Behavior and Development*, 27(3), 397-416.
- International Classification of Diseases, Tenth Revision (ICD-10). (2015). Section P07 : Disorders related to short gestation and low birth weight, not elsewhere classified. Repéré à <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2015/en#/P05.9>
- Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE). (2015) Portail définitions et méthodes : Taux de mortalité infantile. Repéré à <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/taux-mortalite-infantile.htm>
- Jacob, J., Kamitsuka, M., Clark, R. H., Kelleher, A. S. et Spitzer, A. R. (2015). Etiologies of NICU Deaths. *Pediatrics*, 135(1), e59-e65.
- Jarvis, S., Glinianaia, S. V., Torrioli, M. G., Platt, M. J., Miceli, M., Jouk, P. S. et Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) collaboration of European Cerebral Palsy Registers. (2003). Cerebral palsy and intrauterine growth in single births: European collaborative study. *The Lancet*, 362(9390), 1106-1111.
- Johnson, M. H., Posner, M. et Rothbart, M. (1991). Components of visual orienting in early infancy: Contingency learning, anticipatory looking, and disengaging. *Cognitive Neuroscience Journal*, 3(4), 335-344.
- Judaš, M., Radoš, M., Jovanov-Milošević, N., Hrabac, P. et Kostović, I. (2005). Structural, immunocytochemical, and MR imaging properties of periventricular crossroads of growing cortical pathways in preterm infants. *American journal of neuroradiology*, 26(10), 2671-2684.
- Katz, K. S., Dubowitz, L. M., Henderson, S., Jongmans, M., Kay, G. G., Nolte, C. A. et de Vries, L. (1996). Effect of cerebral lesions on continuous performance test responses of school age children born prematurely. *Journal of pediatric psychology*, 21(6), 841-855.
- Korkman, M., Kirk, U. et Kemp, S. (1998). *NEPSY: A developmental neuropsychological assessment*. Psychological Corporation.
- Kormos, C. E., Wilkinson, A. J., Davey, C. J. et Cunningham, A. J. (2014). Low birth weight and intelligence in adolescence and early adulthood: a meta-analysis. *Journal of Public Health*, 36(2), 213-224.
- Kostović, I. et Judaš, M. (2010). The development of the subplate and thalamocortical connections in the human foetal brain. *Acta Paediatrica*, 99(8), 1119-1127.
- Krishnan, M. L., Dyet, L. E., Boardman, J. P., Kapellou, O., Allsop, J. M., Cowan, F., ... Counsell, S. J. (2007). Relationship between white matter apparent diffusion coefficients in preterm infants at term-equivalent age and developmental outcome at 2 years. *Pediatrics*, 120(3), e604-e609.

- Laganière, J., Tessier, R. et Nadeau, L. (2003). Attachement dans le cas de prématurité: un lien médiatisé par les prescriptions maternelles. *Enfance*, 55, 101-117.
- Landry, S. H. (1995). The development of joint attention in premature low birth weight infants: Effects of early medical complications and maternal attention-directing behaviors.
- Laviola, G. et Terranova, M. L. (1998). The developmental psychobiology of behavioural plasticity in mice: the role of social experiences in the family unit. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(2), 197-213.
- Lederman, R. J. (2012). Bradley's neurology in clinical practice. *JAMA*, 308(16), 1694-1694.
- Lee, P. A., Chernausk, S. D., Hokken-Koelega, A. C. et Czernichow, P. (2003). International Small for Gestational Age Advisory Board consensus development conference statement: management of short children born small for gestational age, April 24–October 1, 2001. *Pediatrics*, 111(6), 1253-1261.
- Levine, S. (2005). Developmental determinants of sensitivity and resistance to stress. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 939-946.
- Lezak, M. D. (Ed.). (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford university press.
- Lussier, F. et Flessas, J. (2009). *Neuropsychologie de l'enfant: troubles développementaux et de l'apprentissage*. Dunod.
- Markestad, T., Kaarensen, P. I., Rønnestad, A., Reigstad, H., Lossius, K., Medbø, S., ... Irgens, L. M. (2005). Early death, morbidity, and need of treatment among extremely premature infants. *Pediatrics*, 115(5), 1289-1298.
- Marlow, N., Hennessy, E. M., Bracewell, M. A. et Wolke, D. (2007). Motor and executive function at 6 years of age after extremely preterm birth. *Pediatrics*, 120(4), 793-804.
- Marret, S. (2007). Brain plasticity in preterm infant. *Archives of Pediatrics Journal*, 14, 19-21.
- McCarton, C. M., Brooks-Gunn, J., Wallace, I. F., Bauer, C. R., Bennett, F. C., Bernbaum, J. C., ... Meinen, C. L. (1997). Results at age 8 years of early intervention for low-birth-weight premature infants: The Infant Health and Development Program. *Jama*, 277(2), 126-132.
- Meaney, M. J. (2001). Maternal care, gene expression, and the transmission of individual differences in stress reactivity across generations. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 1161-1192.
- Ment, L. R., Hirtz, D. et Hüppi, P. S. (2009). Imaging biomarkers of outcome in the developing preterm brain. *The Lancet Neurology*, 8(11), 1042-1055.
- Miller, E. K. et Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202. Doi : 10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- Mitani, A., Watanabe, M. et Kataoka, K. (1998). Functional change of NMDA receptors related to enhancement of susceptibility to neurotoxicity in the developing pontine nucleus. *The Journal of neuroscience*, 18(19), 7941-7952.
- Moster, D., Lie, R. T. et Markestad, T. (2008). Long-term medical and social consequences of preterm birth. *New England Journal of Medicine*, 359(3), 262-273.

- Mulder, H., Pitchford, N. J., Hagger, M. S. et Marlow, N. (2009). Development of executive function and attention in preterm children: a systematic review. *Developmental neuropsychology*, 34(4), 393-421.
- Nagy, Z., Westerberg, H., Skare, S., Andersson, J. L., Lilja, A., Flodmark, O., ... Klingberg, T. (2003). Preterm children have disturbances of white matter at 11 years of age as shown by diffusion tensor imaging. *Pediatric Research*, 54(5), 672-679.
- Narang, I., Rosenthal, M., Cremonesini, D., Silverman, M. et Bush, A. (2008). Longitudinal evaluation of airway function 21 years after preterm birth. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 178(1), 74-80.
- Nosarti, C., Al-Asady, M. H., Frangou, S., Stewart, A. L., Rifkin, L. et Murray, R. M. (2002). Adolescents who were born very preterm have decreased brain volumes. *Brain*, 125(7), 1616-1623.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2014). Résumé des modifications apportées aux courbes de croissance 2010 de l'OMS adaptées pour le Canada – mars 2014. Repéré à <http://www.whogrowthcharts.ca>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). Le portail de la Santé de la mère, du nouveau-né, de l'enfant et de l'adolescent : soins du nouveau-né prématuré et/ou de faible poids à la naissance. Repéré à [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/newborn/care\\_of\\_preterm/fr/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/newborn/care_of_preterm/fr/)
- Pasman, J. W., Rotteveel, J. J. et Maassen, B. (1998). Neurodevelopmental profile in low-risk preterm infants at 5 years of age. *European Journal of Paediatric Neurology*, 2(1), 7-17.
- Peterson, B. S. (2003). Brain imaging studies of the anatomical and functional consequences of preterm birth for human brain development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008(1), 219-237.
- Peterson, B. S., Vohr, B., Staib, L. H., Cannistraci, C. J., Dolberg, A., Schneider, K. C., ... Ment, L. R. (2000). Regional brain volume abnormalities and long-term cognitive outcome in preterm infants. *Jama*, 284(15), 1939-1947.
- Petrou, S. (2005). The economic consequences of preterm birth during the first 10 years of life. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 112(s1), 10-15.
- Petrou, S., Mehta, Z., Hockley, C., Cook-Mozaffari, P., Henderson, J. et Goldacre, M. (2003). The impact of preterm birth on hospital inpatient admissions and costs during the first 5 years of life. *Pediatrics*, 112(6), 1290-1297.
- Posner, M. I. et Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58(9), 1-23. doi : 10.1146/annurev.psych.58.110405.085516
- Rose, S. A., Feldman, J. F. et Jankowski, J. J. (2001). Attention and recognition memory in the 1st year of life: a longitudinal study of preterm and full-term infants. *Developmental psychology*, 37(1), 135.
- Ross, M., J. et Mansano, R., Z. (2013). Medscape Drugs & Diseases : Fetal growth restriction. Repéré à <http://emedicine.medscape.com/article/261226-overview>

- Roussy, É., Lane, C., Bérubé, H. et Labelle, F. (2007). *Terminologie relative à la classification des quotients intellectuels*. Montréal, Québec : Hors collection – Intervenants.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P. et Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42(8), 1029-1040.
- Ruff, H. A. et Rothbart, M. K. (2001). *Attention in the early development, themes and variations* (2<sup>nd</sup> ed.). New York, NY : Oxford University Press.
- Saigal, S. et Doyle, L. W. (2008). An overview of mortality and sequelae of preterm birth from infancy to adulthood. *The Lancet*, 371(9608), 261-269.
- Salt, A. et Redshaw, M. (2006). Neurodevelopmental follow-up after preterm birth: follow up after two years. *Early Human Development*, 82(3), 185-197.
- Sander, L. W. (1987). Awareness of inner experience: A systems perspective on self-regulatory process in early development. *Child abuse & neglect*, 11(3), 339-346.
- Sandman, C. A., Davis, E. P., Buss, C. et Glynn, L. M. (2011). Prenatal programming of human neurological function. *International Journal of Peptides*, 2011, 9. doi : 10.1155/2011/837596
- Schermann, L. et Sedin, G. (2004). Cognitive function at 10 years of age in children who have required neonatal intensive care. *Acta Paediatrica*, 93(12), 1619-1629.
- Schneider, C., Charpak, N., Ruiz Peláez, J. G. et Tessier, R. (2012). Cerebral motor function in very premature at birth adolescents: a brain stimulation exploration of kangaroo mother care effects. *Acta Paediatrica*, 101(10), 1045-1053.
- Schore, A. N. (1996). The experience-dependent maturation of a regulatory system in the orbital prefrontal cortex and the origin of developmental psychopathology. *Development and Psychopathology*, 8(01), 59-87.
- Seidman, L. J., Buka, S. L., Goldstein, J. M., Horton, N. J., Rieder, R. O. et Tsuang, M. T. (2000). The relationship of prenatal and perinatal complications to cognitive functioning at age 7 in the New England Cohorts of the National Collaborative Perinatal Project. *Schizophrenia Bulletin*, 26(2), 309-320.
- Seron, X. et Van der Linden, M. (2000). *Traité de neuropsychologie clinique*. Solal éd.
- Shum, D., Neulinger, K., O'Callaghan, M. et Mohay, H. (2008). Attentional problems in children born very preterm or with extremely low birth weight at 7-9 years. *Archives of clinical Neuropsychology*, 23(1), 103-112.
- Société canadienne de pédiatrie et Les diététistes du Canada. (2010). Le guide d'utilisation des nouvelles courbes de croissance de l'OMS à l'intention du professionnel de la santé. Repéré à [http://www.dietitians.ca/Downloads/Public/DC\\_HealthProGrowthGuideFR.aspx](http://www.dietitians.ca/Downloads/Public/DC_HealthProGrowthGuideFR.aspx)
- Stanton, C., Lawn, J. E., Rahman, H., Wilczynska-Ketende, K. et Hill, K. (2006). Stillbirth rates: delivering estimates in 190 countries. *The Lancet*, 367(9521), 1487-1494.
- Stewart, A. L., Rifkin, L., Amess, P. N., Kirkbride, V., Townsend, J. P., Miller, D. H., ... Murray, R. M. (1999). Brain structure and neurocognitive and behavioural function in adolescents who were born very preterm. *The lancet*, 353(9165), 1653-1657.

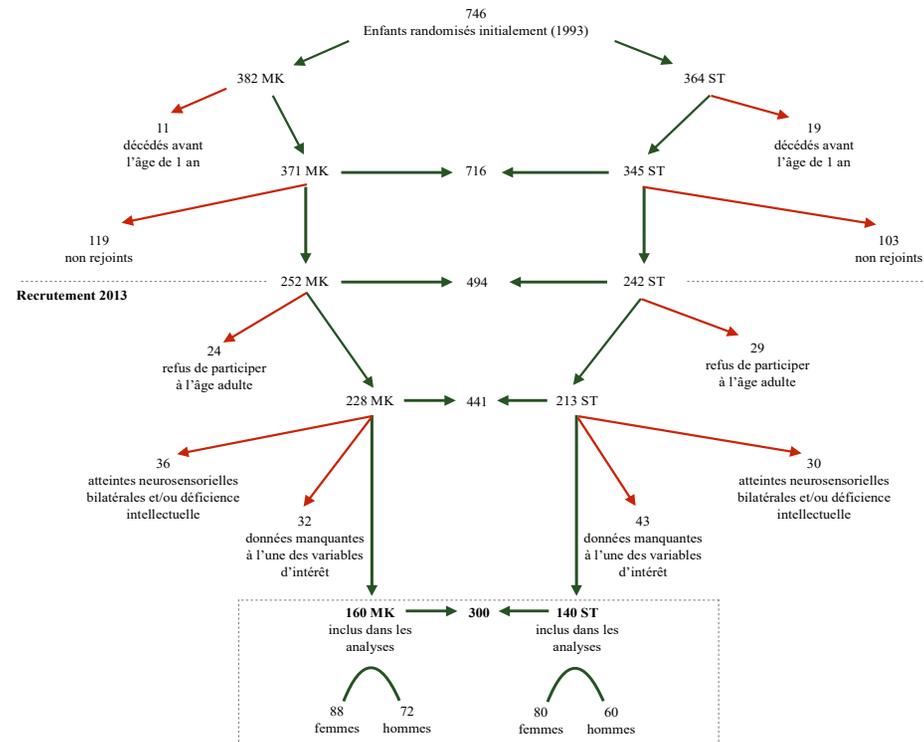
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20(1), 8-23. doi : 10.1016/0278-2626(92)90059-U
- Subramanian, S., Yoon, H. et Toral, J. C. (2002). Extremely low birth weight infant. *Emedicine Journal*, 10(3).
- Sullivan, S. A. (1998). Leiter International Performance Scale–Revised. *Psychology in the Schools*, 35(2), 195-197.
- Taylor, H. G., Albo, V. C., Phebus, C. K., Sachs, B. R. et Bierl, P. G. (1987). Post irradiation treatment outcomes for children with acute lymphocytic leukemia: Clarification of risks. *Journal of Pediatric Psychology*, 12(3), 395-411.
- Taylor, H. G., Klein, N., Minich, N. M. et Hack, M. (2000). Middle-school-age outcomes in children with very low birthweight. *Child development*, 71(6), 1495-1511.
- Taylor, H. G., Minich, N., Bangert, B., Filipek, P. A. et Hack, M. (2004). Long-term neuropsychological outcomes of very low birth weight: associations with early risks for periventricular brain insults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(07), 987-1004.
- Tessier, R., Cristo, M. B., Velez, S., Giron, M., Nadeau, L., de Calume, Z. F., ... Charpak, N. (2003). Kangaroo Mother Care: A method for protecting high-risk low-birth-weight and premature infants against developmental delay. *Infant Behavior and Development*, 26(3), 384-397.
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2015). Portail : Definitions, Basic indicators. Repéré à [http://www.unicef.org/infobycountry/stats\\_popup1.html](http://www.unicef.org/infobycountry/stats_popup1.html)
- Van Baar, A. L., Vermaas, J., Knots, E., de Kleine, M. J. et Soons, P. (2009). Functioning at school age of moderately preterm children born at 32 to 36 weeks' gestational age. *Pediatrics*, 124(1), 251-257.
- Vohr, B. R., Wright, L. L., Dusick, A. M., Mele, L., Verter, J., Steichen, J. J. et Kaplan, M. D. (2000). Neurodevelopmental and functional outcomes of extremely low birth weight infants in the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, 1993–1994. *Pediatrics*, 105(6), 1216-1226.
- Vohr, B. R., Wright, L. L., Dusick, A. M., Perritt, R., Poole, W. K., Tyson, J. E. et Mayes, L. C. (2004). Center differences and outcomes of extremely low birth weight infants. *Pediatrics*, 113(4), 781-789.
- Volpe, J. J. (2001). Neurobiology of periventricular leukomalacia in the premature infant. *Pediatric research*, 50(5), 553-562.
- Volpe, J. J. (2009). Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *The Lancet Neurology*, 8(1), 110-124.
- Walsh, M. C., Morris, B. H., Wrage, L. A., Vohr, B. R., Poole, W. K., Tyson, J. E., ... Fanaroff, A. A. (2005). Extremely low birthweight neonates with protracted ventilation: mortality and 18-month neurodevelopmental outcomes. *The Journal of pediatrics*, 146(6), 798-804.
- Wechsler, D. (2013). *WPPSI-IV: Échelle D'intelligence de Wechsler Pour la Période Préscolaire Et Primaire*. Montreuil : ECPA-Pearson (XV-336 p.).
- World Health Organisation. (2012). *Born Too Soon – The Global Report on Preterm Birth*. Genève. Repéré à <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23911366>

- Wright, J. W. et Harding, J. W. (1992). Regulatory role of brain angiotensins in the control of physiological and behavioral responses. *Brain Research Reviews*, 17(3), 227-262.
- Wright, L. L., Horbar, J. D., Gunkel, H., Verter, J., Younes, N., Andrews, E. B. et Long, W. (1995). Evidence from multicenter networks on the current use and effectiveness of antenatal corticosteroids in low birth weight infants. *American journal of obstetrics and gynecology*, 173(1), 263-269.
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D. et Marcovitch, S. (2003). The development of executive function: Cognitive complexity and control-revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 93-119. Repéré à <http://ca.wiley.com/WileyCDA/Section/index.html>
- Zimmermann, P. et Fimm, B. (2002). A test battery for attentional performance. *Applied neuropsychology of attention. Theory, diagnosis and rehabilitation*, 110-151.
- Zimmermann, P. et Leclercq, M. (2002). Neuropsychological aspects of attentional functions and disturbances. *Applied neuropsychology of attention. Theory, diagnosis and rehabilitation*, 3-55.
- Zomerén, A. H. et Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford University Press.

## **Annexes**



## Annexe 1 : Diagramme d'attrition de l'échantillon expérimental





**Annexe 2 :** Composition des échantillons normatifs des sous-tests du TAP 2.3

Sous-tests	Âge	Sexe				Total
		Femme		Homme		
		Éducation		Éducation		
		< 12 ans	≥ 12 ans	< 12 ans	≥ 12 ans	
<i>Attention soutenue Couleurs et formes</i>	19 à 90 ans	32	62	31	63	188
<i>Attention sélective Asynchrone – Double tâche</i>	20 à 90 ans	46	37	36	38	157
<i>Flexibilité Alternance chiffres et lettres</i>	19 à 90 ans	208	133	269	201	811

*\*Informations tirées du Supplementary manual TAP 2.3 Part 2 – Norm tables (Zimmermann et Fimm, 2012)*