

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES GLOBALES  
CHEZ LES ENFANTS AYANT ÉTÉ ATTEINT DE LA  
LEUCÉMIE AIGUE LYMPHOBLASTIQUE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR

PIERRE VIRET

28 SEPTEMBRE 2012

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [a] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les personnes m'ayant aidé à la réalisation de ce mémoire de maîtrise. Merci à mes directeurs de thèse, Dr. Mario Leone et Dr. Alain-Steve Comtois, qui m'ont introduit au monde de la recherche puis donné l'opportunité d'y porter mon empreinte par leur soutien quotidien. Merci au Dr. Nicole Chevalier, qui m'a permis de développer l'autonomie nécessaire me permettant de mener à bien cette thèse. Merci aux Dr. Albert Moghrabi et Caroline Laverdière du CHU Sainte-Justine, qui ont cru en moi et à l'équipe de recherche puis pris le pari d'investir dans la réalisation de ce projet. Merci à toute l'équipe d'infirmières du CHU Sainte-Justine m'ayant aidé lors de ma collecte de données : Yves-Line Delva, Manon Laviolette, Martine Lafond et Nancy Cloutier. Merci à mes deux amis et confrères d'université, Ralph et Clément, sans qui ces années d'études n'auraient jamais été aussi agréables. Merci à tous mes amis, qui à chacun leur façon, m'ont permis d'oublier de temps à autre les moins bons côtés d'être étudiant. Merci à mes parents, mon frère et ma sœur, qui ont fait partie de mon quotidien pendant des années et sans qui je ne serais pas en train d'écrire ces quelques lignes. Merci à ma femme, Zina, qui accompagne chacune de mes journées et sans qui tout ceci n'aurait plus la même valeur.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	v
<b>CHAPITRE I</b>	
<b>PROBLÉMATIQUE</b> .....	<b>1</b>
1.1 La leucémie aigue lymphoblastique et ses nouvelles problématiques.....	1
1.2 Le développement des habiletés motrices globales chez enfants.....	2
1.3 La leucémie aigue lymphoblastique et les habiletés motrices globales.....	2
1.4 L'évaluation des habiletés motrices globales.....	3
1.5 Les troubles d'acquisition de la coordination.....	4
1.6 L'approche du kinésiologue face à la problématique des habiletés motrices globales chez les leucémique.....	5
<b>CHAPITRE 2</b>	
<b>REVUE DE LITTÉRATURE</b> .....	<b>6</b>
2.1 Habiletés motrices globales.....	6
2.1.1 Définition.....	6
2.1.2 Développement des habiletés motrices globales.....	7
2.1.3 Retard : développement des habiletés motrices globales.....	10
2.2 Leucémie aigue lymphoblastique.....	14
2.2.1 Définition.....	14
2.2.2 La recherche et la leucémie aigue lymphoblastique.....	16
2.2.3 L'impact de la maladie sur les habiletés motrices globales.....	18
2.3 Batterie de tests d'évaluation des habiletés motrices globales.....	22
2.3.1 Historique et présentation des batteries de tests.....	22
<b>CHAPITRE 3</b>	
<b>MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>29</b>
3.1 Sujets.....	29
3.1.1 Description des sujets .....	39
3.1.2 Recrutement des participants.....	30
3.2 Procédures.....	30
3.3 Variables indépendantes.....	32
3.4 Variables dépendantes.....	32

3.5	Analyse.....	32
CHAPITRE 4		
L'ARTICLE.....		33
CHAPITRE 5		
DISCUSSION.....		57
4.1	Analyse des résultats.....	57
4.2	Impact social de l'étude.....	58
4.3	Limites de l'étude.....	61
CHAPITRE 6		
CONCLUSION.....		62
RÉFÉRENCES.....		73

## LISTE DES FIGURES

FIGURES	PAGES
2.1 Évolution du taux local de consommation cérébrale de glucose.....	15
2.2 Début et fin du processus de myélinisation chez l'Homme.....	16
2.3 Effet de la maturation et de l'environnement sur le développement moteur.....	17
2.4 Distribution de l'âge d'acquisition de la marche.....	19
2.5 Les cinq étapes du développement de la LAL.....	23

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

BOT	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
BOT-2	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2
CHUM	Centre hospitalier universitaire de Montréal
HM	Habilité motrice
HMG	Habilité motrice globale
HMF	Habilité motrice fine
INCC	Institut national du cancer du Canada
LAL	Leucémie Aigue Lymphoblastique
M-ABC	Movement assessment battery for children
M-BPS	Modèle bio-psycho-social
M-CM	Modèle cognitif de la motricité
SCC	Société du cancer du Canada
TAC	Trouble d'acquisition de la coordination
TGMD-2	Test of Gross Motor Development 2
UQÀM	Université du Québec à Montréal
UQÀC	Université du Québec à Chicoutimi
UU-06	Batterie de tests UQAM-UQAC 2006
VCR	Vincristine

# CHAPITRE I

## PROBLÉMATIQUE

### **1.1 La leucémie aigue lymphoblastique et ses nouvelles problématiques.**

La leucémie aigue lymphoblastique (LAL) est la forme de cancer la plus répandue chez les enfants. Au Canada, 1380 nouveaux cas ont été recensés chez les enfants de 0 à 14 ans entre les années 2000 et 2004 inclusivement, soit 33 pour cent des cancers recensés durant cette période pour cette même population (SCC & INCC, 2008). Selon ce rapport, le taux de mortalité pour les enfants de 0 à 14 ans se chiffre aux alentours de 7 pour cent pour l'année 2005, alors qu'il était de près de 20 pour cent en 1985. L'amélioration du taux de survie des dernières années amène la communauté scientifique à se pencher de plus en plus sur d'autres problématiques que celle de la guérison de la maladie. Parmi les problématiques soulignées, celle des séquelles engendrées par la maladie et ses conditions auprès des enfants ressort particulièrement dans la littérature (Blake et al., 1998; Van Der Sluis et al., 2000; Oeffinger et al., 2001; Van Brussel et al., 2006; Asner et al., 2008), pour ne citer que ceux-là. Comme en témoigne ces études, par séquelles nous entendons l'ensemble des problèmes qui surviennent après la fin des traitements et qui ont des répercussions à court, moyen et long terme. Bon nombre de séquelles ont déjà été identifiées par la communauté scientifique et les études semblent s'accorder sur l'existence de plusieurs d'entre elles. Néanmoins, certaines séquelles, bien qu'étudiées par la communauté scientifique, nécessitent davantage de recherches pour être clairement associées à la LAL. Parmi celles-ci, se trouvent les déficits reliés aux habiletés motrices globales (HMG) de l'enfant (i.e. en anglais « *gross motor skills* »). Les HMG étant l'une des composantes de la motricité impliquant la participation simultanée de la plupart des parties du corps, comme dans la marche, la course et les sauts (Rigal, 2003). À notre connaissance, la première étude portant partiellement sur le développement des HMG chez des

enfants atteints de LAL a été menée par Reinders-Messelink et al. (1996). Depuis, seule une poignée d'études sur ce sujet ont été entreprises (Wright et al., 1998; Reinders-Messelink *et al.*, 1999; Galea et al., 2004; Wright et al., 2005; Hartman et al., 2006). Bien que, globalement, ces études laissent entrevoir un probable déficit moteur chez les enfants atteints ou ayant été atteints de la LAL, le nombre de déterminants évalués est plutôt limité. Par conséquent, il est difficile d'établir un portrait global du développement des HMG auprès de cette population.

## **1.2 Le développement des habiletés motrices globales chez l'enfant.**

L'enfance constitue une période critique pour le développement harmonieux des HMG. En effet, la plupart des évidences scientifiques situent le niveau de développement optimal des HMG entre l'âge de 6 et 12 ans (Haywood, 1986; Hahn, 1987; Nishijima et al., 2003). Ensuite, les effets de l'entraînement sur le développement moteur tendent à diminuer avec le temps. Cette réalité impose donc une période de temps limite pour s'assurer du développement des HMG. Par conséquent, toute forme de retard au niveau du développement des HMG se doit d'être identifiée ainsi que traitée le plus rapidement possible.

## **1.3 La leucémie aigue lymphoblastique et les habiletés motrices globales.**

Chez les enfants leucémiques, le contexte relié à la LAL ainsi que les effets de la maladie elle-même, laissent penser que le développement des HMG pourrait être ralenti. Par contexte de la maladie, il faut penser à une sédentarité anormalement élevée pour des enfants en bas âge. Sachant que l'interaction avec le milieu constitue l'un des principaux facteurs pour le développement moteur (Rigal, 2003), la faible exposition des enfants atteints de LAL à des stimuli n'aide en rien au développement de leur HMG. D'autant que cette faible stimulation tend à continuer même une fois la maladie terminée (Hay, 1992; Wright, 2003; Wright, 2005). Par effets de la maladie, il faut penser à l'impact que peut avoir la

médication sur le développement moteur des enfants atteints de la LAL. En effet, la toxicité de certains médicaments ou types de traitement pourrait être reliée à des déficits moteurs. À titre d'exemple, la vincristine (VCR) est le médicament le plus souvent pointé du doigt. Plusieurs études considèrent la VCR comme l'une des causes relatives au problème d'acquisition des HMG (Reinders-Messelink, 1999; Wright, 2005; Van Brussel, 2006), toutefois cette conclusion fut récemment remise en cause (Hartmann, 2006).

#### **1.4 L'évaluation des habiletés motrices globales.**

Actuellement, plusieurs batteries de tests reconnus par la communauté scientifique évaluent les HMG des jeunes enfants. Parmi celles-ci, voici les trois plus utilisées, le « Bruinninks-Oseretsky Test of Motor Proficiency » ou BOT-2 (Bruinink, 2005), le « Mouvement Assessment Battery Test for Children (Henderson et Sugden, 1992) » et le « Test of Gross Motor Development » ou TGMD-2 (Ulrich, 2000). Bien qu'intéressantes, ces trois batteries de tests comportent un inconvénient majeur. Celui de ne pas avoir de valeurs normatives spécifiques à la population québécoise. En effet, comme le suggère Ruiz et al. (2003), lorsque l'on désire évaluer le développement moteur d'une population, il est important de s'assurer que les résultats soient comparés à des normes locales. La culture et les modes de vie propres à chaque localité ont une influence directe sur les qualités motrices que l'on retrouve auprès de sa population.

En 2005-2006, un groupe de chercheurs de L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) ont construit une batterie de tests mesurant les HMG qu'ils ont administrés à plus de 500 enfants québécois âgés de 6 à 12 ans dans le cadre d'un projet pilote (Leone et al., 2006). Depuis, près de 3000 enfants provenant des plusieurs régions du Québec ont été évalués. Les 13 épreuves retenues dans cette batterie sont reconnues comme

étant valides, fidèles et objectives, comme en font foi les travaux desquels elles ont été tirées (Barrow et McGee, 1971; Fleishman, 1964; Strand et Wilson, 1993). Ainsi, il existe donc pour la première fois des valeurs normatives par groupe d'âge et par genre qui décrit le comportement moteur des enfants québécois. Ces données normatives pourront être d'une grande utilité afin de repérer les individus qui dérogent de manière significative aux valeurs attendues selon leur âge et leur genre.

### **1.5 Les troubles d'acquisition de la coordination.**

Bien qu'ayant des données normatives sur les HMG mesurées, comment les résultats obtenus doivent-ils être interprétés ? À partir d'où doit-on diagnostiquer un retard ? Le modèle d'évaluation du trouble d'acquisition de la coordination (TAC) propose qu'un retard soit dépisté lorsque la performance motrice de l'enfant se situe à deux écarts types au-dessous du score moyen pour l'âge chronologique (DSM-IV, 2003). Les personnes présentant un TAC le manifeste par une faible performance dans les activités de la vie quotidienne requérant de la coordination motrice (Rigal, 2003). Le TAC, qui atteint 5 % des enfants de 5 à 11 ans, prend son origine parmi les causes suivantes : déficiences sensorielles et sensorimotrices, limites biomécaniques et énergétiques, manque d'entraînement, anomalies de développement cérébral sans étiologie pathologique précise, troubles perceptivomoteurs, prématurité (Rigal, 2003, Geuz, 2005). Le TAC, tout comme les déficits reliés au HMG, est caractérisé par un retard du développement moteur entraînant une diminution de la performance motrice chez l'enfant. Les similitudes entre les deux problématiques nous permettront d'emprunter le modèle de diagnostic du TAC pour analyser les résultats obtenus lors de la présente recherche.

## **1.6 L'approche du kinésologue face à la problématique des habiletés motrices globales chez les enfants leucémiques.**

En tant que kinésologue et inconditionnel de l'activité physique, mes convictions personnelles m'amènent à promouvoir l'activité physique par tous les moyens. Les bénéfices d'une telle pratique pourrait aider cette population, c'est pourquoi mes connaissances ainsi que mon expérience me portent à cheminer vers l'intégration de l'activité physique dans le milieu hospitalier. Par expérience personnelle, je tiens à préciser qu'ayant moi-même été atteint de la LAL au cours de mon enfance, je considère pouvoir donner non seulement une approche scientifique à cette problématique mais aussi une approche humaine. La réalité des enfants atteints de la LAL ne s'arrêtera pas avec la fin des traitements, de nombreuses conséquences reliées à leur maladie les attendront au cours des années à venir. Le kinésologue peut, par son approche innovatrice reliée à l'activité physique, aider à diminuer l'impact de la maladie sur les jeunes survivants de la LAL. Son rôle face à la problématique des HMG serait de développer des techniques d'évaluation permettant d'identifier quels déterminants de la motricité globale sont les plus affectés (sujet de cette étude), et ainsi mettre sur pied un programme d'entraînement qui saura corriger les lacunes déjà existantes (sujet d'une étude planifiée).

## CHAPITRE II

### REVUE DE LITTÉRATURE

#### 2.1 Habiletés motrices globales

##### 2.1.1 Définition

Le terme habileté motrice (HM) est utilisé pour désigner une activité dans laquelle une ou plusieurs composantes de la motricité sont impliquées. Pour être qualifiée d'HM, l'activité doit s'assurer que le déterminant primaire du succès est la composante motrice elle-même (Schmidt, 1999). Lorsque l'HM implique d'importants mouvements sollicitant la participation simultanée de plusieurs parties du corps, il est alors question de motricité globale (Rigal, 2003) et le terme HM s'en suit du qualificatif « globale » (HMG) (i.e. en anglais « *gross motor skills* »). Nous sommes conscients que toute activité humaine implique des déterminants indissociables de par leurs nombreuses interactions : physiologique, neurologique, mécanique. C'est pourquoi nous insistons sur la notion de déterminant primaire dans le cadre de la définition de Schmidt des HM. Pour situer les HMG, il faut comprendre que la motricité est divisée en deux grandes catégories. Les HMG caractérisent l'une d'entre elles : la motricité globale. Son pendant, les habiletés motrices fines (HMF), caractérise la motricité fine, l'autre des deux grandes catégories de la motricité. À titre de comparaison, Rigal (2003) qualifie les HMG et les HMF à l'aide d'exemples : marcher, ramper, courir, sauter ainsi que lancer et attraper un objet pour les HMG et boutonner un vêtement, lacer un soulier, dessiner, écrire ainsi que jouer d'un instrument de musique pour les HMF. La présente recherche portera exclusivement sur les HMG.

### 2.1.2 Développement des habiletés motrices globales

Le développement des HMG ne s'effectue pas au même rythme tout au long de la vie. En effet, il existe des périodes plus sensibles au développement des HMG. Néanmoins il importe de garder en tête que leur développement reste possible tout au long de la vie bien que les effets de la pratique tendent à diminuer considérablement une fois l'âge adulte atteint (Paoletti, 1999). Comme mentionné auparavant, plusieurs études s'entendent pour situer le développement optimal des HMG entre l'âge de 6 et 12 ans (Haywood, 1986; Hahn, 1987; Nishijima *et al.*, 2003). À partir de 13 ans, la plupart des déterminants reliés aux HMG perdent de leur sensibilité face aux effets de l'entraînement, pour atteindre un plateau vers l'âge de 17 ou 18 ans, voire même plus tôt en ce qui a trait à certains déterminants comme l'équilibre et le temps de réaction par exemple (Branta *et al.*, 1984; Hahn, 1987). Cette situation fait en sorte que, contrairement aux déterminants de la condition physique qui peuvent être entraînés avec efficacité une fois l'âge adulte atteint, on ne dispose que d'une période de temps limitée afin de s'assurer que le développement intégral et efficient des HMG soit accompli.

Les limites du développement moteur reliées à l'âge s'expliquent par l'interaction de deux facteurs : la maturation du système nerveux et les sollicitations de l'environnement (Piek, 2006). L'acquisition de nouvelles HM est possible lorsque le système nerveux atteint un certain niveau de maturation. C'est l'action motrice stimulée par l'environnement qui permet ensuite de maintenir et de renforcer les connexions (synapses) désormais possibles (Rigal, 2003). Chugani (1998), a fait ressortir l'importance des modifications, la myélinisation (processus par lequel la gaine de myéline se forme autour de l'axone) et la synaptogénèse (processus permettant la création de nouvelles connexions synaptiques), présentes au niveau cérébral durant l'enfance en analysant la consommation cérébrale de glucose. La consommation cérébrale de glucose relevée est deux fois plus élevée chez un enfant de 8 ans que chez l'adulte (figure 1, p.31 Rigal). Chugani affirme

que l'enfance est une période au cours de laquelle la stimulation (motrice dans le cas présent) s'avère très importante afin de conserver le plus grand nombre possible de synapses actives. Chugani conclut en soulignant l'existence de périodes sensibles, moments où un apprentissage est plus facile et efficace. Une étude sur la myélinisation des fibres nerveuses (voir figure 2, p.32 Rigal) indique que la plupart d'entre elles terminent leur processus de maturation avant l'âge de 15 ans (Yakovlev et Lecours, 1967). Selon ces mêmes auteurs, la non-utilisation du système nerveux au cours des périodes caractérisées par d'importants mécanismes de maturation (myélinisation et synaptogénèse) pourrait limiter ses possibilités fonctionnelles ultérieures.

FIGURE 2.1

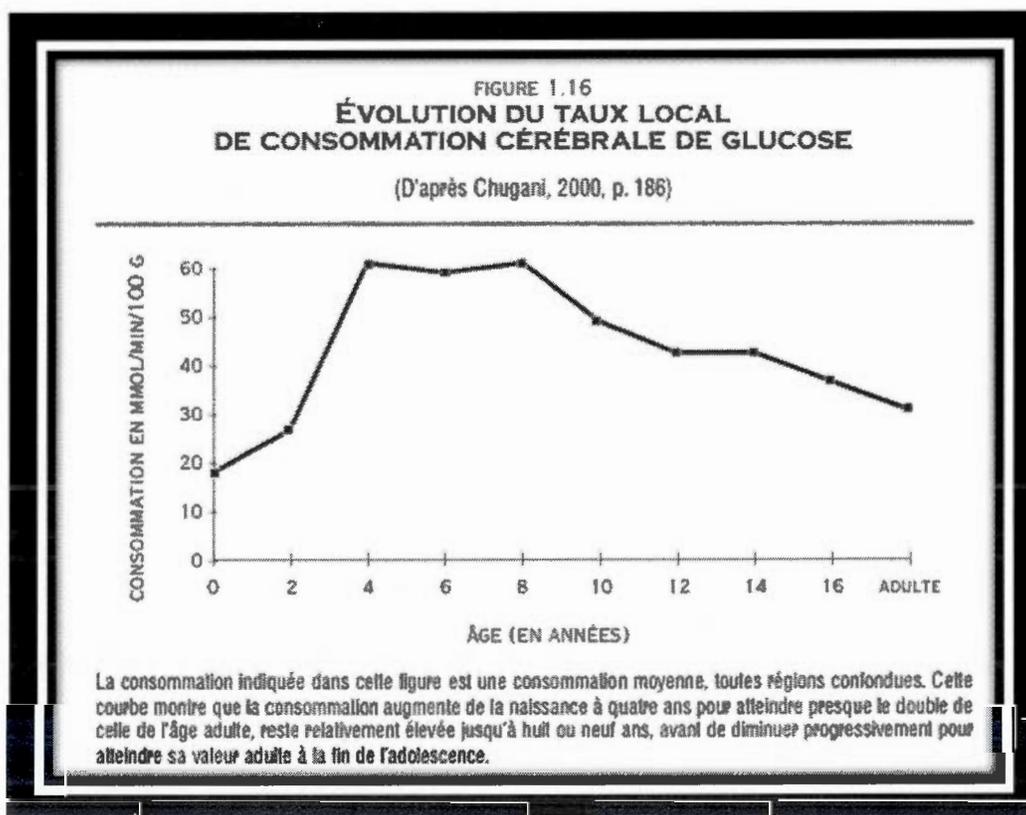
Fig. 2.1 Évolution du taux local de consommation cérébrale de glucose. D'après Chugani <sup>10</sup>.

FIGURE 2.2

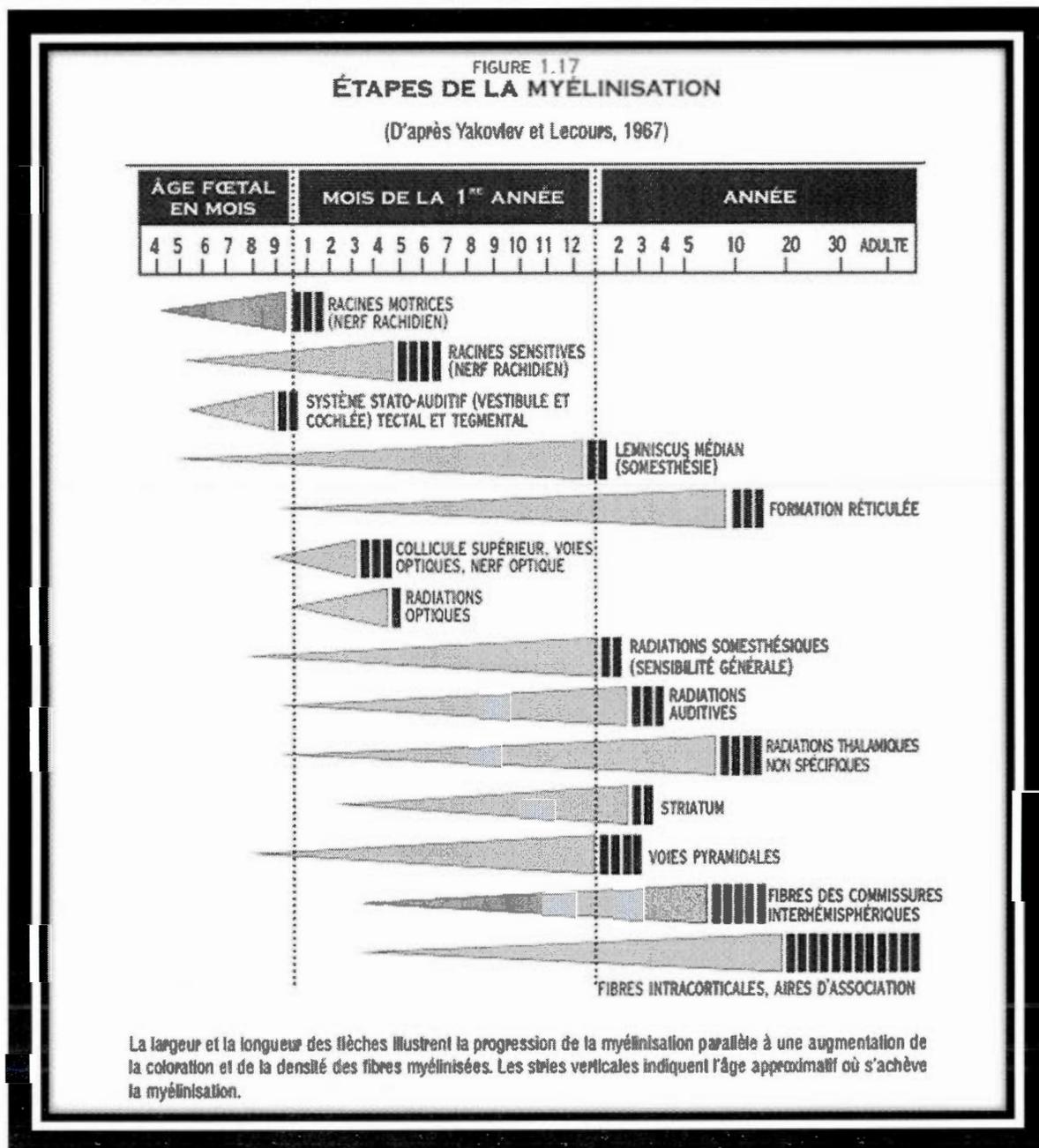


Fig. 2.2 Début et fin du processus de myélinisation chez l'Homme. D'après Yakovlev et Lecours<sup>63</sup>.

Le développement des HMG se voit donc grandement influencé par l'interaction entre les processus de maturation présents chez l'enfant et l'environnement dans lequel ce dernier évolue. Un environnement propice aux stimulations motrices et ce particulièrement pendant les périodes critiques

caractérisées par d'importants processus de maturation du système nerveux se veut favorable au développement des HMG. La figure 3 résume les concepts entourant la relation entre la maturation, l'environnement et le développement moteur d'un individu. L'origine de ces concepts qui semble faire l'unanimité au sein de la communauté scientifique provient d'anciens travaux basés sur la sous-stimulation et la sur-stimulation auprès d'animaux : Spalding, 1873; Bird, 1925; Carmichael, 1926; Lorenz, 1967.

FIGURE 2.3

	ENVIRONNEMENT PEU STIMULANT	ENVIRONNEMENT STIMULANT	ENVIRONNEMENT TRÈS STIMULANT
PROCESSUS DE MATURATION ACTIF	Développement minimal	Développement classique	Développement optimal
PROCESSUS DE MATURATION INACTIF	Aucun effet	Aucun effet	Aucun effet

Fig. 2.3 Effet de la maturation et de l'environnement sur le développement moteur d'un individu.  
D'après Spalding<sup>53</sup>, Bird<sup>5</sup>, Carmichael<sup>9</sup> et Lorenz<sup>35</sup>.

### 2.1.3 Retard : développement des habiletés motrices globales

Souvent qualifié de maladresse, le retard moteur se définit par un manque de coordination et ce malgré l'absence de dysfonction neurologique notable (Le Camus, 1982; Henderson, 1994). Vous comprendrez toutefois que pour être qualifié de retard moteur la nature neurologiques restent sous-jacentes au problème en question.

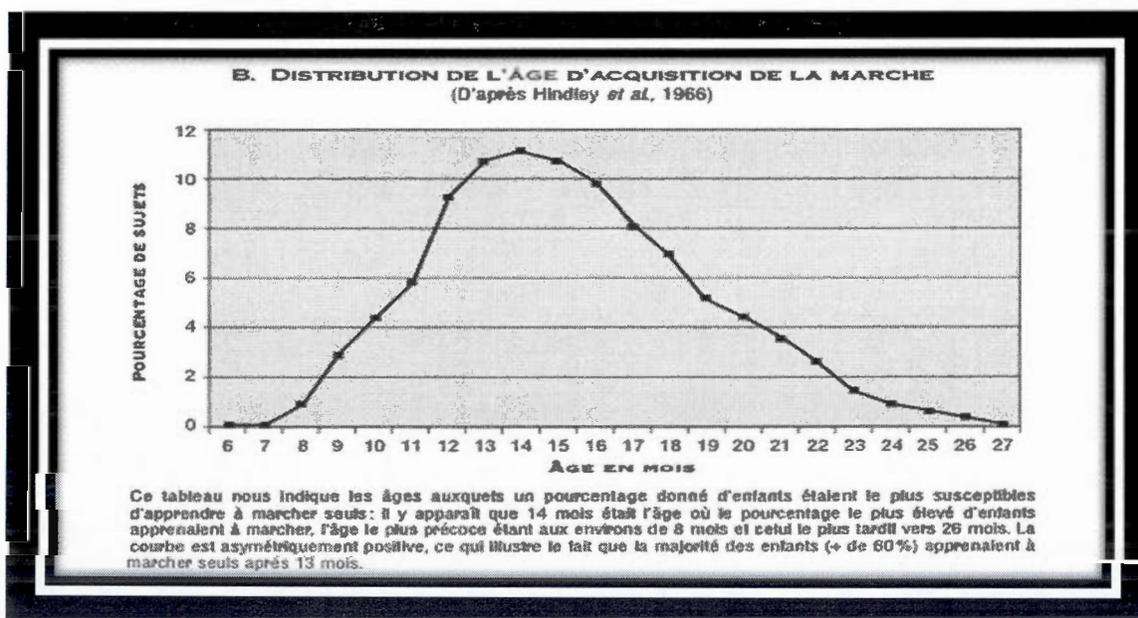
Il existe de nombreuses expressions pouvant se raccorder à la définition d'un retard moteur : incoordination, dysfonction perceptivomotrice, débilité motrice, dyspraxie de développement. Afin de qualifier cette difficulté motrice, la classification mondiale de la santé a proposé l'expression *trouble spécifique du développement moteur* (TSDM) (CIM-10, 1994) tandis que l'organisation mondiale de la santé lui a préféré *trouble de l'acquisition de la coordination* (TAC) (DSM-IV, 2003). Par souci de clarté, le terme utilisé sera celui proposé par l'organisation mondiale de la santé, le TAC (i.e. en anglais « *developmental coordination disorder* »).

Le TAC est diagnostiqué lorsque, suite à une évaluation de la motricité, le ou les scores du participant se situent à deux écarts-types au dessous de la moyenne correspondant à son âge chronologique (DSM-IV, 2003). Un enfant présentant un TAC aura pour principal symptôme une difficulté anormale à apprendre ou à maîtriser une action motrice, qu'elle soit simple ou complexe. Toutefois, ces difficultés motrices ne s'étendent pas à toutes les activités. L'enfant atteint du TAC peut très bien performer dans certaines activités et non dans d'autres (Missiuna, 1994).

Le TAC touche de 5 à 10 % des enfants et peut persister jusqu'à l'âge adulte si aucune action n'est entreprise pour remédier à la situation (Henderson et Hall, 1982 ; Van Dellen et Geuze, 1988 ; Kaplan et al., 1998 ; Corraze, 1999 ; Kadesjo et Gillberg, 1999). Il s'avère donc primordial de détecter, et ce le plus rapidement possible, les retards moteurs afin de mettre en place un plan d'action visant à corriger les déficits en question. D'autant plus que comme mentionné précédemment à la section 2.1.2, les effets de l'entraînement sur les qualités motrices tendent à diminuer avec l'âge. Pour ce faire, il faut que des processus et des procédures d'évaluation soient en place. Cela afin d'obtenir des mesures systématiques auprès de la population concernée et de détecter rapidement les

retards moteurs. Il ne faut toutefois pas tomber dans l'excès concernant l'interprétation des résultats suite à l'évaluation des HM. Il est normal de constater des différences interindividuelles quant au développement moteur. En effet, prenons pour exemple l'acquisition de la marche. Comme en témoigne la figure 2 il est possible de constater que l'acquisition de la marche se fait principalement entre 8 et 18 mois. L'acquisition de la marche requiert le contrôle de plusieurs éléments autres que la maturation du système nerveux, soient des éléments musculaires (force, co-contraction, élasticité musculaire) ainsi que des éléments anatomiques (allongement des membres, déplacement du centre de gravité) (Rigal, 2003). L'enfant qui commence à marcher vers 18 mois, la tendance étant 14 mois, ne présente pas forcément un retard moteur. Un facteur de nature musculaire ou anatomique pourrait expliquer cette acquisition plus tardive. Afin d'éviter des diagnostics trop précoces, il est important que les évaluateurs du développement moteur relativisent les résultats obtenus suite aux évaluations, en s'assurant de bien comprendre les nombreux concepts entourant le développement moteur de l'humain.

FIGURE 2.4

Fig. 2.4 Distribution de l'âge d'acquisition de la marche. D'après Hindley *et al.*, 1966.

L'urgence de l'intervention fait référence au principe de période critique (voir 2.1.2, développement des habiletés motrices globales). Une fois cette période terminée, il se révélera beaucoup plus difficile de développer les habiletés présentant un retard. L'exemple le plus éloquent illustrant ce phénomène est celui énuméré par Malson (1964), *Les enfants sauvages : mythe et réalité*. Dans son livre, Malson reprend toute une série de faits concernant les enfants sauvages, soit les enfants ayant été retrouvés après une période de temps considérable sans aucun contact avec l'humain. Vers 1797, en France, Victor, un enfant âgé de neuf ans n'a jamais réussi à apprendre à parler et ce malgré le fait qu'il ait développé les structures nécessaires à la parole. Le manque de stimulation durant la période critique n'aura pas permis à la fonction de se développer. Bien qu'il ne s'agisse pas de motricité globale dans le cas mentionné, l'exemple s'étend aux développements des fonctions nerveuses et peut donc s'y appliquer. Cet exemple représente toutefois un cas extrême et sa valeur scientifique est minime de par son unicité.

Bien que la nature du trouble n'ait pas encore été identifiée avec précision, il existe deux principaux modèles pouvant expliquer l'origine du TAC : le modèle bio-psycho-social (M-BPS) et le modèle cognitif de la motricité (M-CM) (Geuze, 2005). Comme son nom l'indique, le M-BPS explique le TAC par l'entremise d'un concept multifactoriel : biologique (héréditaire, anomalie cérébrale), psychologique (motivation de l'enfant) et social (absence de stimulation). Le M-CM quant à lui, présente le TAC comme étant un trouble trouvant son origine dans le traitement de l'information. L'information pourrait être mal perçue (perception visuelle, kinesthésique) ou bien mal programmée (sélection de la réponse) et provoquerait une mauvaise exécution du geste. Bien que différents, ces deux modèles sont selon Albaret (2007), complémentaires et témoignent par leur association de toute la complexité du phénomène. Les causes amenant au TAC peuvent être nombreuses. Afin d'établir un portrait global du phénomène, la recherche se doit d'être vaste. La présente étude portera exclusivement sur l'impact d'une pathologie chronique sur le développement des HMG.

Les enfants atteints de pathologies chroniques durant l'enfance ont souvent à relever un double défi. Le premier est bien entendu le combat que ces jeunes patients ont à livrer à leur maladie. Le deuxième est de limiter les dommages secondaires qui peuvent entraver la marche normale de leur développement. Plusieurs évidences semblent pointer vers l'acquisition d'un déficit moteur chez les enfants atteints de maladies chroniques, même si celles-ci ne sont pas d'origine neurologique ou musculaire comme le VIH, l'obésité, les maladies rénales et le cancer par exemple (Eijsermans et al., 2004; Korsten-Reck et al., 2007; Lundberg et al., 1979; Mond et al., 2007; Smith et al., 2002; Stieh et al., 1999). Il est à noter que malgré le nombre relativement important de pathologies investiguées, il y a peu d'études par maladie. Vu de cet angle, il est donc possible d'affirmer que ce domaine de recherche est relativement peu documenté. C'est pourquoi la prochaine section portera sur l'impact que peut avoir la leucémie aigue lymphoblastique (LAL) sur le développement des HMG des jeunes survivants.

## **2.2 La leucémie aigue lymphoblastique**

### **2.2.1 Définition**

Le terme « Leucémie » fait référence à un problème relié aux cellules de la moelle osseuse. La moelle osseuse est le tissu situé dans les os qui est responsable de produire toutes les cellules du sang. Le terme « Lymphoblastique » fait quant à lui référence aux cellules impliquées dans la maladie, les Lymphoblastes. Finalement, le terme « Aiguë » signifie que la maladie se développe très rapidement (Société Française d'Hématologie, 2009).

La LAL est une pathologie cancéreuse. Elle résulte d'une multiplication anormale des lymphoblastes au sein de la moelle osseuse. Ce qui engendre un dysfonctionnement dans la production des cellules sanguines et par conséquent une diminution du système immunitaire. Les principaux symptômes reliés à la maladie

sont : anémie (diminution du taux de globules rouges dans le sang), pâleur, fatigue, essoufflement, palpitation, risques d'infection accrus (en raison d'une baisse des globules blancs), saignements (problème de plaquettes), douleurs osseuses ainsi que troubles de la rate. À noter que tous ces symptômes ne sont pas systématiques (Fauci et al., 2008). Les causes de la maladie n'ont pas encore été identifiées. La LAL n'est ni contagieuse, ni héréditaire. Bien que cette pathologie puisse survenir à tous les âges, la LAL est la forme de cancer le plus répandu chez les enfants (voir point 1.1 de la problématique). Aucune littérature recensée n'explique la raison de ce fait.

Le diagnostic de la maladie se fait par le biais d'une analyse des composantes de la moelle osseuse. Généralement, une ponction de moelle osseuse est effectuée au niveau du sternum (os situé sur la portion ventrale médiale de la cage thoracique) suite à une anesthésie locale. L'analyse révélera la concentration de lymphoblastes ainsi que des informations relatives aux chromosomes et aux gènes. À noter que le diagnostic de la maladie est toujours accompagné d'une ponction lombaire afin de prélever le liquide céphalo-rachidien de la moelle épinière (des cas extrême de LAL peuvent affecter les nerfs ainsi que les méninges) (Fauci et al., 2008).

Le traitement varie en fonction de plusieurs facteurs, l'âge du patient, ses antécédents médicaux ainsi que les résultats obtenus suite aux analyses. Généralement, le traitement est divisé en cinq phases (voir figure 5). La première, la *Pré-phase* (1 semaine), est comme son nom l'indique, une période pendant laquelle le patient suit des examens approfondis afin de s'assurer que les traitements proposés soient tolérés par le patient. La phase suivante, l'*Induction* (1 mois), résulte à administrer une première dose de chimiothérapie (thérapie par traitement chimique) afin d'obtenir une rémission. La *Consolidation* (plusieurs mois), suit l'Induction et consiste à répéter de petites doses de chimiothérapie afin

de prévenir les risques de rechute. La phase *Prévention de l'atteinte neuro-méningée* se déroule en parallèle aux traitements de chimiothérapie et vise à empêcher la maladie de s'étendre au niveau du système nerveux, par le biais de ponctions lombaires (prévention) et de radiothérapies (thérapie par radiation, au besoin). Finalement, la phase d'*Entretien* se fait tout au long du traitement et concerne la prise de médication par voie orale en milieu extra-hospitalier.

FIGURE 2.5

LES ÉTAPES DU TRAITEMENT DE LA LAL		
<b>Pré-phase</b> (Phase 1)		
<b>Induction</b> (Phase 2)	<b>Prévention de l'atteinte neuro-méningée</b> (Phase 4)	<b>Entretien</b> (Phase 5)
<b>Consolidation</b> (Phase 3)		

Fig. 2.5 Les 5 étapes du traitement de le LAL.

### 2.2.2 La recherche et la leucémie aiguë Lymphoblastique

Au Canada, depuis des années, la recherche a permis la réalisation d'importants progrès dans la lutte contre la LAL auprès des enfants, surtout en ce qui concerne le taux de survie (voir point 1.1 de la problématique, la LAL et ses nouvelles problématiques). Cette réussite est le fruit de nombreux essais cliniques coordonnés par les dix-sept centres d'oncologie à travers le pays et le National Cancer Institute des États-Unis (SCC & INCC, 2008). En effet, depuis les années 50, la collaboration entre le Canada et les États-Unis dans la recherche contre les cancers pédiatriques a permis d'accélérer les processus de recherche en recueillant un nombre suffisant de cas pour l'obtention d'essais cliniques. Cette collaboration est toujours d'actualité et se reflète par le nombre important (80% pour l'ensemble des cancers pédiatriques et 60 % pour la LAL) d'enfants cancéreux participant à des essais cliniques ou étant traités par des protocoles issus d'essais cliniques (SCC

& INCC, 2008). Ces nombreux essais cliniques portent sur différents aspects s'inscrivant dans le continuum de la maladie, de la prévention aux soins palliatifs, en passant par la détection précoce, le diagnostic, le traitement et la survie après le traitement. Néanmoins, ce sont les traitements qui ont le plus évolué par le biais des essais cliniques effectués.

Les études entourant les traitements médicaux consistent généralement à comparer l'efficacité de plusieurs traitements, l'objectif final étant d'améliorer le taux de survie tout en diminuant les effets secondaires dus aux traitements (Blatt et al., 1997). En 2004, au Canada, plus de 82 pour cent des enfants atteints de cancer survivent au moins cinq ans après le diagnostic (Ellison et al., 2007), en limitant le même raisonnement à la LAL, le taux de survie dépasse même les 90 % (voir point 1.1 de la problématique, la LAL et ses nouvelles problématiques). Étant donné le nombre croissant de survivants chez les jeunes cancéreux, la communauté scientifique se penche de plus en plus sur la problématique de séquelles engendrées par la maladie et ses contraintes. Les séquelles désignant les problèmes qui apparaissent après la fin des traitements. L'importance d'étudier les séquelles engendrées par la maladie provient d'un souci d'améliorer la qualité de vie des jeunes survivants. Chez ces derniers, l'existence de risques accrus reliés à des problèmes physiques, neurocognitifs et psychologiques, est amplement discutée au sein de la communauté scientifique (Blatt et al., 1997). Toutefois, il est flagrant de constater la nouveauté de ce phénomène de recherche par l'absence d'études longitudinales. En effet, à titre d'exemple, il existe très peu, voire presque aucune information sur les effets des traitements à long terme auprès des survivants ayant été atteints d'un cancer durant l'enfance.

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'apparition de séquelles : l'âge, l'exposition à la chimiothérapie et à la radiothérapie, les prédispositions biologiques ainsi que la gravité de la maladie (Blatt et al., 1997). Certaines

séquelles se développent très tôt après la fin des traitements, une action rapide permet habituellement de corriger le ou les troubles. D'autres par contre, se manifestent des années plus tard. Pour cette deuxième catégorie, il est souvent plus difficile de corriger la situation en raison de symptômes apparents tardifs mais non absents, les complications ayant donc le temps de se développer davantage. Selon le Rapport Statistique sur le Cancer au Canada de 2008 (SCC & INCC), les traitements anticancéreux entraînent auprès des deux tiers des survivants au moins une séquelle, ainsi que chez le tiers d'entre eux, une complication importante pouvant aller jusqu'à causer la mort. Par ordre de fréquence, voici les séquelles les plus souvent relatées auprès de jeunes survivants d'un cancer au Canada : complication endocrinienne ou métabolique, troubles sensoriels, déficits neurocognitifs, dysfonction cardio-pulmonaire, troubles gastro-intestinaux ainsi que des néoplasmes malins secondaires (Sklar, 1999).

Dans le cadre de cette étude, nous nous attarderons sur l'impact que peut avoir la maladie et son contexte sur le développement des HMG chez les jeunes survivants de la LAL. Ce sujet pourrait éventuellement être associé aux séquelles d'ordre neurocognitive ou troubles sensoriels énumérés plus haut.

### **2.2.3 L'impact de la maladie sur les habiletés motrices**

Très peu d'études se sont penchées sur le développement moteur des jeunes leucémiques. En 1996, Reinders-Messelink et al. furent les premiers à publier sur l'impact que peut avoir la LAL sur la motricité globale. L'étude consistait à évaluer la motricité globale et fine de 18 enfants atteints de la LAL par le biais de la batterie de tests M-ABC. Les évaluations motrices ont eu lieu à trois reprises, deux fois pendant la maladie et une fois après la maladie. Les deux premières évaluations permirent d'identifier plusieurs problèmes moteurs qui furent à nouveau observés lors de la dernière évaluation (après deux ans de traitement).

Toutefois, les auteurs mentionnèrent que les problèmes moteurs les plus prononcés provenaient de la motricité fine (écriture). Ce sont ces mêmes auteurs qui, en 1999, ont à nouveau observé un déficit moteur (motricité globale et fine) chez les jeunes enfants atteints de la LAL. Lors de cette étude, le manque d'équilibre (composante de la motricité globale) fut le trouble le plus frappant parmi ceux observés. Afin d'établir ces résultats, 17 enfants âgés entre 4 et 12 ans furent évalués par la même batterie que lors de la première étude (M-ABC), puis comparés à un groupe témoin ayant la même moyenne d'âge et le même ratio garçons-filles. Les évaluations (4 évaluations) eurent lieu pendant les traitements de chimiothérapie, puis 6 mois après la fin de ces mêmes traitements. Un fait intéressant en relation avec les troubles moteurs présents chez les participants fut observé. Lors de la dernière évaluation, les troubles reliés à l'équilibre furent moins prononcés tandis que les troubles reliés à la motricité fine le furent davantage. Les auteurs avancent l'hypothèse d'une possible relation entre les troubles reliés à la motricité globale et la neurotoxicité engendrée par certains médicaments comme la Vincristine, le Methotrexate et l'Asparaginase. Bien qu'aucune donnée statistique n'appuie cette hypothèse, plusieurs autres études témoignent des effets toxiques que peut avoir la médication réservée au traitement de la LAL ou de toute autre forme de cancer (Hussain et al., 1993; Ricardi et al., 1998; Harila-Saari et al., 2001). Toutes s'entendent sur l'impact néfaste que peut avoir la toxicité de cette médication sur la qualité de vie des patients.

En 2003, une équipe de chercheurs canadiens, Galea et al., s'est penché spécifiquement sur la condition de l'équilibre chez les jeunes survivants de la LAL. Afin d'y parvenir, 79 enfants ayant terminé les traitements depuis au moins un an furent évalués par le biais de six tests d'équilibre. Les résultats furent comparés avec ceux obtenus auprès d'un groupe témoin composé de 83 enfants ayant la même moyenne d'âge que le groupe initial. L'analyse révéla une différence considérable entre les deux groupes et les auteurs conclurent qu'un retard de développement des fonctions motrices auprès des survivants de la LAL, influençait

négalement l'équilibre de cette même population. Concernant la cause des troubles, les auteurs avancent à leur tour l'hypothèse des effets secondaires reliés à la chimiothérapie mais aussi ceux reliés à la radiothérapie. À cet égard, en 2005, une étude (Wright et al.) cibra la radiothérapie comme étant l'un des facteurs pouvant augmenter le risque de problèmes d'équilibre. Le tout fut observé à partir des sous-tests d'équilibre de la batterie Bruininks-Oseretsky (BOT). L'échantillon de l'étude permet de comparer le score de 99 participants âgés entre 5 et 25 ans (moyenne 12,1 ans) ayant été traités pour la LAL à ceux de 89 participants (moyenne d'âge, 12,2 ans) n'ayant eu aucune pathologie. Sur les 20 participants du groupe LAL ayant obtenu un score inférieur à 5 (deux écarts type en dessous de la moyenne), 19 d'entre eux avaient reçu des traitements de radiothérapie. Il faut toutefois comprendre que les participants ayant reçu de la radiothérapie furent ceux qui étaient considérés comme étant les plus à risque de rechute. Le faible score relié au contrôle postural pourrait donc trouver son explication de différentes façons, et non exclusivement reliées aux traitements de radiothérapie. De façon générale, le groupe LAL a obtenu un score significativement inférieur à celui du groupe témoin. Le contrôle postural étant régi par plusieurs systèmes à la fois, il est difficile de cibler de façon précise l'origine du trouble. Toutefois, les résultats obtenus lors cette étude témoignent d'un réel impact de la maladie ou de son contexte sur le développement moteur des survivants de la LAL.

Pour en revenir à l'étude de Galea et al., les auteurs proposent deux façons d'interpréter l'apparition des problèmes d'équilibre. L'une présentant l'existence de dommages permanents au niveau des systèmes de contrôle postural. Les participants ayant développé des stratégies compensatoires mais non optimales, se reflétant en fonction du degré de difficulté de la tâche. L'autre interprétation propose une atteinte plus périphérique nécessitant une plus longue période de réparation afin de retrouver les capacités maximales. Finalement les auteurs prônent la mise en place d'un programme d'activité physique pendant et après les

traitements, axé sur le développement du contrôle postural. Le tout afin de diminuer les troubles d'équilibre observés de façon objective lors de cette étude.

Bien que les études citées précédemment s'entendent sur l'hypothèse que la chimiothérapie et la radiothérapie pourraient être à l'origine de troubles moteurs chez les jeunes survivants de la LAL, une étude récente réfute une partie de cette affirmation. En effet, en 2006, Hartman et al. ont publié une étude sur le fait que les troubles moteurs des jeunes cancéreux étaient indépendants des doses de Vincristine, de Méthotrexate ou de Corticostéroïde absorbées lors de la maladie. Pour parvenir à cette conclusion, 128 enfants (dont 57 ayant eu la LAL) âgés entre 4 et 12 ans furent évalués par le biais de la batterie de tests M-ABC, Tous avaient complété les traitements depuis au moins 1 an. Les scores obtenus furent comparés aux normes de la batterie de tests. L'analyse des dossiers médicaux permit de classer les participants en fonction des doses de médication reçues. Aucune corrélation ne fut établie entre les doses des différents médicaments et les performances motrices des participants. À noter que les performances motrices des jeunes survivants de la LAL furent significativement inférieures lorsque comparées aux normes de la batterie de tests. Malgré l'absence de corrélation, les auteurs affirment leur volonté de poursuivre d'éventuelles recherches sur le sujet, mais cette fois dans l'optique d'identifier les conséquences précises que peuvent avoir les différentes médications sur l'organisme. Cela afin de tenter d'expliquer les importantes variations de performances motrices observées, au sein même du groupe des jeunes survivants du cancer.

Malgré le peu d'études s'étant penché sur le développement des HMG auprès des jeunes survivants de la LAL, la communauté scientifique s'accorde sur la présence de retard moteur chez cette population. Les effets neurotoxiques engendrés par la médication sont systématiquement soulevés afin d'expliquer la nature des troubles observés. Toutefois, aucun facteur ne fut identifié avec

certitude. Il est tout à fait réaliste d'envisager que la recherche concernant les déficits moteurs découle sur d'autres intérêts de recherche : sociaux, cognitifs et affectifs. L'intérêt récent pour le sujet laisse présager beaucoup d'espoir quant aux conditions post-pathologiques des jeunes survivants de la LAL.

## **2.3 Batterie de tests d'évaluation des habiletés motrices globales**

### **2.3.1 Historique et présentation de batteries de tests**

Les premiers efforts sérieux afin de valider et de standardiser l'évaluation de certains déterminants moteurs sont venus des États-Unis vers le début des années 1960, grâce notamment aux travaux de Edwin Fleishman qui publia une étude exhaustive considérée encore aujourd'hui comme un classique (Fleishman, 1964). À quelques variantes près, on peut facilement remarquer l'influence importante qu'ont eue les travaux de Fleishman sur le développement des tests moteurs qui ont suivi. Les travaux de Fleishman ont servi de point d'ancrage concernant l'évaluation de la motricité. C'est-à-dire qu'un certain nombre de déterminants furent établis comme étant le reflet d'une évaluation globale de la motricité d'un individu. Depuis, la complexité des fonctions motrices chez l'humain a fait en sorte que les conceptions se sont diversifiées au sein de la communauté scientifique. C'est d'ailleurs à cause de cette diversité qu'il est aujourd'hui difficile d'identifier clairement l'ensemble des composantes et des déterminants qualifiant la motricité chez l'humain. Toutefois, lorsque le tout est observé dans sa globalité, les principaux déterminants énumérés autrefois par Fleishman comme étant la conception motrice de l'humain, refont surface. Il est alors question d'agilité, de coordination, d'équilibre, de vitesse et de temps de réaction. De là, découle une multitude de sous déterminants qualifiant chacune des catégories énumérées. À noter que cette conception s'attarde uniquement à la motricité globale d'un individu. D'autres déterminants s'appliquent de façon spécifique à la motricité fine, la dextérité par exemple.

Entre aujourd'hui et les travaux de Fleishman, un nombre considérable de batteries de tests furent créées. De ce nombre, deux se démarquent de par leur popularité au sein des études scientifiques : « *The Bruinninks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, second edition* » ou plus familièrement le BOT-2 (Bruininks, 2005) et la seconde « *Movement Assessment Battery for Children* » ou M-ABC (Henderson and Sugden, 1992).

Le BOT-2 (Bruininks, 2005) est une batterie de tests mesurant le développement moteur d'enfants âgés de 4 ans et 6 mois à 14 ans et 6 mois. Le BOT-2 est constitué de 46 items divisés en huit sous-tests : cinq sous-tests de motricité globale (vitesse de course et agilité, équilibre, coordination bilatérale, coordination des membres supérieurs et force) et 3 sous-tests de motricité fine (temps de réaction, contrôle visuomoteur ainsi que vitesse et dextérité des membres supérieurs). Le BOT-2 est une référence incontournable pour l'évaluation motrice des enfants d'âge scolaire, particulièrement pour les capacités d'équilibre. Les données normatives proviennent d'un échantillon de 765 enfants américains et l'analyse des résultats des sujets s'est faite suite à une transformation de leur score brut en score standardisé puis en percentile. Le temps de passation du test est de 75 à 90 minutes. À noter que le BOT-2 a un taux de fiabilité inter-évaluateur se situant entre .90 et .98.

Parmi les études s'étant penché en partie sur l'évaluation de la motricité globale d'enfants ayant été atteints de la LAL, trois ont utilisé le BOT-2 comme outil d'évaluation (Habib et al., 1998; Wright et al., 1998; Wright et al., 2005). Aucun article en question n'a toutefois appliqué la version complète du BOT-2. Seulement trois des huit sous-tests ont été recensés pour l'évaluation des sujets : vitesse de course et agilité, équilibre et force. Une seule des trois études recensées a expliqué son choix des items utilisés. Habib et Westcott (1998), mentionnent avoir

choisi les sous-tests *vitesse de course et agilité* ainsi qu'*équilibre* en raison de l'aspect fonctionnel sur les capacités de contrôle postural qu'ils présentaient. Cette étude avait pour sujet le rôle des facteurs anthropométriques sur l'équilibre des enfants atteints de LAL. À noter que deux des trois études prônent les mérites du sous-test réservé à l'équilibre (Habib et al., 1998; Wright et al., 2005). Le BOT-2 est selon la littérature une référence pour l'évaluation de l'équilibre auprès des enfants d'âge scolaire.

Le BOT-2 est une batterie très complète de par ses 46 items qui évaluent la motricité de l'enfant. Bien que la validité, la fidélité ainsi que l'objectivité de certains items soient discutables, le BOT-2 reste dans sa globalité un outil fiable permettant d'avoir des données reflétant la condition motrice des sujets évalués. Sa popularité auprès des recherches scientifiques fait aussi du BOT-2 un outil très pratique pour la comparaison de données inter études. Pour ce qui concerne l'évaluation de sujets LAL, le BOT-2 a démontré une bonne sensibilité en observant des performances inférieures à la moyenne standardisée suite aux évaluations effectuées auprès des sujets LAL. Il est toutefois impossible de témoigner de la valeur réelle du BOT-2 (version complète) auprès des LAL puisque aucune recherche n'a évalué une telle population avec l'ensemble des items qui composent cette batterie.

Le M-ABC (Henderson et Sugden, 1992) est destiné à évaluer les capacités psychomotrices des enfants âgés de 4 à 12 ans et de spécifier le contexte dans lequel elles apparaissent. Cet outil est qualifié par la littérature de sensible aux faibles performances, mais de peu discriminatif pour les performances moyennes ou élevées (Albaret et al., 2004). Le M-ABC se veut donc un indice de comparaison afin de distinguer les enfants présentant des capacités normales de ceux qui ont un déficit. Cette batterie comporte d'une part des items évaluant les capacités motrices des sujets et d'une autre part un questionnaire adressé aux proches de l'enfant

décrivant ses activités motrices du quotidien. Le M-ABC est divisé en quatre catégories d'âge : 4-6 ans, 7-8 ans, 9-10 ans ainsi que 11 ans et plus. Huit items regroupés en trois catégories (dextérité manuelle, maîtrise de balle ainsi que l'équilibre statique et dynamique) évaluent les capacités motrices de chaque catégorie d'âge. Les items diffèrent selon les tranches d'âges mais mesurent les mêmes capacités. La *dextérité manuelle* est mesurée à l'aide de trois items : la vitesse-précision unimanuelle, la coordination bimanuelle et la coordination oculomanuelle (contrôle graphique). La catégorie *maîtrise de balle* comprend deux items : réception de balle et lancer de balle. La catégorie *équilibre* est évaluée à l'aide de trois items : équilibre statique, équilibre dynamique avec mouvements rapides et équilibre dynamique avec mouvements lents. Chaque catégorie d'âge comporte ses propres barèmes d'évaluation qui eux varient aussi en fonction des items (temps pour accomplir la tâche, nombre d'essais réussis, etc.). Le score total brut au M-ABC est transformé en score percentile suite à des normes standardisées en fonction de l'âge. Un score en dessous du 5<sup>ème</sup> percentile témoigne d'un problème moteur, un score entre le 5<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> percentile est considéré à risque et un score supérieur au 15<sup>ème</sup> percentile reflète une condition normale. À noter que l'évaluation comporte une partie qualitative dans laquelle l'évaluateur précise comment l'enfant réalise les consignes en termes de contrôle du corps, de posture et d'adaptation aux exigences des tests. La durée totale d'évaluation est de 25 à 40 minutes. En ce qui concerne le questionnaire, il comporte dans un premier temps 48 questions cotées de 0 à 3 points, réparties en quatre sections relatives au type d'interaction avec l'enfant (mobile ou immobile) et à l'environnement (changeant ou stable). Le questionnaire comprend aussi 12 questions cotées de 0 à 2 points, relatives aux problèmes comportementaux en lien avec des difficultés motrices. Le M-ABC fut initialement standardisé suite à la comptabilisation des données de 1234 enfants âgés de 4 à 12 ans et provenant de différentes régions des États-Unis. Un étalonnage plus récent (Soppelsa et Albaret, 2005) porte sur plus de 585 enfants d'origine française.

Parmi les études s'étant penché en partie sur l'évaluation de la motricité globale d'enfants ayant été atteints de la LAL, trois ont utilisé le M-ABC comme outil d'évaluation (Hartmann et al., 2006; Reinders-Messelink, 1999; Van Brussel et al., 2006). La batterie M-ABC fut en mesure de témoigner dans chacune des études mentionnées d'un taux plus élevé de déficit moteur en comparaison à la population générale.

Le M-ABC est un outil bien adapté pour les LAL puisqu'il a été démontré à plusieurs reprises assez sensible auprès de cette population. L'aspect qualitatif relatif à l'évaluation permet d'obtenir des informations pertinentes sur la condition motrice des sujets, information qui n'est pas toujours observable à travers les scores de performance obtenus. Le questionnaire se veut aussi un outil intéressant pouvant aider à cibler certains facteurs reliés aux déficits moteurs observés. Néanmoins, le M-ABC n'évalue que certaines variables de la motricité des sujets. Le développement moteur d'un individu se divise en de nombreuses classifications communément reconnues. Seulement une trop petite partie des variables (dextérité manuelle, maîtrise de balle, équilibre statique et dynamique) qui composent l'évaluation motrice est représentée dans le M-ABC. Une batterie regroupant des items couvrant d'avantage l'ensemble des composantes de la motricité globale serait donc plus significative du développement moteur des sujets évalués.

Bien qu'intéressantes, les deux batteries présentées ci-haut présentent deux principaux problèmes reliés à leur utilisation dans le cas de la présente recherche. Le premier est qu'aucune des deux batteries n'est exclusivement dédiée à l'évaluation des composantes globales de la motricité. Leur analyse complète tiendra donc compte d'une partie reliée à la motricité fine. L'autre problème est relié aux normes des batteries. Ruiz et al. (2003) suggère que lorsque le développement moteur d'une population est évalué, il est important de se baser sur des normes représentant le plus fidèlement possible les sujets évalués. En d'autres

termes, les normes doivent dans le meilleur des cas provenir de la même localité que la population évaluée ainsi qu'être des plus récentes possibles. Le but étant de diminuer les effets de l'environnement sur le développement moteur d'une population. Récemment (2006), une équipe de chercheurs provenant de deux universités locales, l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), a mis sur pied une batterie évaluant la motricité globale.

La batterie UQAM-UQAC (UU-06) est le fruit d'un projet pilote de recherche visant à établir des valeurs normatives, relatives aux habiletés motrices globales d'enfants Québécois âgés de six à douze ans. L'idée d'un tel projet provient d'une absence de données locales provinciales, voire même nationales, à titre de comparaison pour déterminer le développement moteur des jeunes Québécois. Cette batterie constitue un amalgame de plusieurs items provenant de batteries déjà validées au sein de la communauté scientifique (Barrow et McGee, 1971; Fleishman, 1964; Strand et Wilson, 1993). Les auteurs ont donc réuni plusieurs tâches qui leurs semblaient des plus pertinentes pour l'évaluation des HMG des enfants. Les HM évaluées dans cette batterie se divisent en cinq sous-tests : la vitesse de segments, l'agilité, l'équilibre statique et dynamique, le temps de réaction ainsi que la coordination. L'ensemble des sous-tests regroupe un total de 12 items. Cette batterie fut standardisée suite à une collecte de données (2005-2010) auprès de plus de 3000 enfants Québécois provenant de trois régions différentes (Montréal, Chicoutimi et Québec) de la province. L'utilisation de la batterie UU-06 auprès d'une population pathologique n'a encore jamais été effectuée. Par conséquent, aucune analyse critique en lien avec l'utilisation d'une telle batterie auprès de sujets LAL ne peut être faite. Néanmoins, il est important de retenir que cette batterie dispose de normes établies reflétant la population locale (province du Québec). Cet aspect apporte à la batterie UU-06 une valeur incontestable. La validation de la sensibilité d'une telle batterie auprès de sujets

pathologiques offrirait donc une nouvelle opportunité de faire évoluer la recherche sur les conditions motrices des LAL.

# CHAPITRE III

## MÉTHODOLOGIE

### 3.1 Sujets

#### 3.1.1 Description des sujets

Vingt enfants de 9 à 11 ans participent à cette recherche. Le nombre de sujet évalués lors de cette recherche s'apparente à d'autres études qui évaluait le développement des habiletés motrices globales (HMG) d'enfants ayant été atteints de la LAL (Reinders-Messelink, 1999; San Juan, 2008; Wright, 2005). De plus, en se basant sur la méthode de Cohen, il suffit d'un nombre de participants se situant entre 14 et 19, dépendamment des tâches (variables dépendantes), afin d'obtenir une puissance supérieure à 0,85 ( $d = 1$  à  $1,2$ ). L'idée de sélectionner des enfants âgés entre 9 et 11 ans repose sur le rationnel suivant : l'évolution des HMG étant en partie fonction de l'âge, une étendue plus large des groupes d'âge (par exemple 6-11 ans) augmenterait considérablement la variance, rendant ainsi l'interprétation des résultats plus difficile. De plus, puisque la LAL est une maladie qui se développe principalement chez les enfants, nous pensons qu'il sera plus facile de trouver des participants en rémission depuis au moins un an en sélectionnant cette tranche d'âge (9-11 ans). Outre l'âge, les critères d'inclusion reliés à la sélection des participants sont les suivants : avoir eu la LAL, être en rémission depuis au moins 1 an, ainsi qu'avoir suivi l'un des protocoles de médication suivant : Boston 95-001 ou Boston 2000-001. Ces deux protocoles sont basés sur des traitements de chimiothérapie et/ou radiothérapie.

### **3.1.2 Recrutement des participants**

La première étape pour repérer les participants éligibles à participer à la recherche s'effectue avec la collaboration de l'équipe d'infirmières de recherche de la clinique d'oncologie du Centre hospitalier de Montréal (CHUM) Sainte-Justine. Cette étape consiste, suite à l'étude des dossiers médicaux, à cibler les enfants répondant aux critères d'inclusion de l'étude.

La prise de contact avec la famille des participants éligibles à l'étude donne suite à l'étape de repérage. Le contact se fait par téléphone ou lors des rencontres médicales réservées au suivi des enfants en rémission. Une infirmière se charge de présenter l'étude ainsi que d'expliquer le formulaire de consentement aux parents intéressés. L'infirmière en question s'occupe ensuite du suivi relatif à l'évaluation du participant : fixer une date avec les parents, réserver le local pour l'évaluation, puis prévenir l'équipe de recherche responsable d'évaluer les enfants.

## **3.2 Procédures**

Suite au recrutement des participants, la passation de la batterie de tests s'effectue dans un local de la clinique d'oncologie du CHUM Sainte-Justine. Le local (B-1252) attitré répond aux besoins de l'étude. Cette recherche comprend un seul temps d'évaluation des HMG des enfants. La durée maximale de cette rencontre est de 60 minutes. Précisons ici que nous suivons minutieusement les procédures détaillées dans le document explicatif de la batterie de tests (Leone et al, 2005, voir annexe 1). Les séances d'évaluation ne sont pas filmées afin de préserver la confidentialité et l'anonymat des patients. Les parents peuvent, s'ils le désirent, assister à l'évaluation, sans toutefois intervenir (observateurs silencieux).

Dans le cadre de cette recherche nous utilisons la batterie de tests UQAM-UQAC (UU-06) pour mesurer les HMG des participants. Dans cette batterie, cinq déterminants moteurs (vitesse de segment, agilité, équilibre, temps de réaction et coordination) sont évalués par le biais de treize tâches (voir point 1.5 de la méthodologie et annexe 1). Cette batterie sert à mesurer le développement des HMG d'enfants dont l'âge se situe entre 6 et 12 ans. L'ensemble des tâches présentes dans la batterie UU-06 proviennent de travaux dont la validité, la fidélité et l'objectivité ont déjà été démontrées (Barrow and McGee, 1971; Fleishman, 1964; Strand and Wilson, 1993). Des normes furent calculées pour la tranche d'âge 9 à 11 ans à partir de données collectées auprès d'environ 500 enfants âgés entre 6 et 12 ans (Leone et al, 2010, données non publiées). Le matériel nécessaire pour la passation des tests est le suivant : un ballon de volley-ball, une balle de tennis, un ruban à mesurer (10 mètres), une cible, une poutre d'équilibre, une planche d'équilibre instable, un compteur de frappes, un logiciel de temps de réaction, un ordinateur, 12 cônes, un chronomètre, du ruban à coller, une feuille de résultats ainsi qu'un crayon à papier. Précisons que dans le cadre de cette recherche le matériel est entreposé dans le bureau d'une des infirmières impliquées dans le projet. La passation de la batterie de tests se fait sous la supervision du chercheur principal.

### **3.3 Variables indépendantes**

Dans cette recherche, les données collectées auprès des 20 participants ayant été atteints de la LAL ainsi que des enfants ayant servi à bâtir les normes de la batterie constituent les variables indépendantes.

### **3.4 Variables dépendantes**

Dans cette recherche, les variables dépendantes comprennent l'ensemble des tâches (moyenne des percentiles) permettant d'évaluer le développement des HMG auprès des enfants ayant été atteints de la LAL. Ces variables dépendantes sont (voir annexe 1) : vitesse de bras, vitesse de jambe, course navette (5 mètres), course en cercle, course en pas chassés, course en slalom, équilibre statique yeux ouverts et yeux fermés, équilibre sur surface instable, équilibre du ballon, temps de réaction simple (ordinateur), coordination mains-pieds, coordination œil-main (précision).

### **3.5 Analyse**

Suite à l'évaluation des enfants ayant été atteints de la LAL, des mesures de tendances centrales et de dispersions (moyenne et écart-type) seront calculées. Nous pourrons ensuite comparer les moyennes obtenues au cours de cette étude à celles obtenues à partir des normes de la batterie UU-06. Pour les comparaisons des moyennes, un seuil de  $p \leq 0,05$  sera considéré comme significatif. Individuellement, les participants pourront aussi être comparés en fonction des valeurs normatives pour chacune des épreuves de la batterie de tests. Un score inférieur au 20<sup>e</sup> percentile (1.5 écart-type et plus de la moyenne) sera considéré comme un retard de développement moteur important pour le déterminant moteur concerné. Finalement, un test de corrélation nous permettra d'établir d'éventuelles interactions entre les variables dépendantes (12 tâches de l'évaluation). L'ensemble des analyses statistiques se fera avec l'aide des logiciels informatiques : Microsoft Excel 2007 et SPSS version 15.0.

# ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES GLOBALES CHEZ LES ENFANTS AYANT ÉTÉ ATTEINTS DE LA LEUCÉMIE AIGUE LYMPHOBLASTIQUE

Mario Leone<sup>2</sup>, Pierre Viret<sup>1</sup>, Alain-Steve Comtois<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kinanthropology Department, University of Quebec in Montreal (UQAM), Montreal  
(QC), Canada H3C 3P8, <sup>2</sup>Kinesiology and Health Sciences Department, University of  
Quebec in Chicoutimi (UQAC), Saguenay (QC), Canada G7H 2B1.

**Adresse de correspondance** : Alain Steve Comtois, Ph.D.

Département de kinanthropologie

Université du Québec à Montréal

C.P. 8888, succ. Centre-ville

Montréal, Qc. Canada

H3C 3P8

Tel: 514 987 3000 ext. 1083

Fax: 514 987 6616

E-Mail: [comtois.alain-steve@uqam.ca](mailto:comtois.alain-steve@uqam.ca)

## RÉSUMÉ

### Introduction

Le but de cette étude est d'évaluer le développement des habiletés motrices globales (HMG) auprès d'enfants ayant été atteints de la leucémie aiguë lymphoblastique (LAL). Vingt enfants âgés de 9 à 11 ans sont évalués par la batterie de tests UQAM-UQAC 2006, puis comparés à des normes locales et récentes. Cette étude est aussi une opportunité de valider la sensibilité de la batterie de tests UQAM-UQAC 2006 afin d'en faire un outil fiable pour d'éventuelles recherches.

### Résultats

L'ensemble des déterminants évalués (vitesse, agilité, équilibre, coordination, temps de réaction) présentèrent au moins un test témoignant d'une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les moyennes obtenues auprès des enfants ayant été atteints de la LAL et les normes de la batterie. Au total, dix des douze tests présentèrent une différence significative. Une analyse discriminante a aussi réduit à cinq le nombre de tests suffisant pour déterminer dans quel groupe un sujet se situe. Cela avec un taux de réussite supérieur à 89 %.

### Conclusion

Le développement des habiletés motrices globales semble affecté auprès des jeunes ayant été atteints de la LAL. La batterie de tests UQAM-UQAM 2006 est suffisamment sensible pour ce type de population et d'éventuelles recherches visant à évaluer un plus grand nombre de sujets seraient pertinentes afin de dresser un portrait des plus fidèles du problème. Cela afin d'en établir les causes et de proposer des interventions visant à rattraper les retards moteurs.

**Mots clés :** Gross Motor Skills; Habiletés Motrices Globales; Lymphoblastic Acute Leukemia; Children; Cancer

## Introduction

La leucémie aigue lymphoblastique (LAL) est la forme de cancer la plus répandue chez les enfants. Au Canada, 1380 nouveaux cas ont été recensés chez les enfants de 0 à 14 ans entre les années 2000 et 2004 inclusivement, soit 33 pour cent des cancers recensés durant cette période pour cette même population (SCC & INCC, 2008). Selon ce rapport, le taux de mortalité pour les enfants de 0 à 14 ans se chiffre aux alentours de 9 pour cent pour l'année 2005, alors qu'il était de près de 20 pour cent en 1985. L'amélioration du taux de survie des dernières années amène la communauté scientifique à se pencher de plus en plus sur d'autres problématiques que celle de la guérison de la maladie. Parmi les problématiques soulignées, celle des séquelles engendrées par la maladie ressort particulièrement (Blake et al., 1998; Van Der Sluis et al., 2000; Oeffinger et al., 2001; Van Brussel et al., 2006; Asner et al., 2008). Par séquelles nous entendons l'ensemble des problèmes qui surviennent après la fin des traitements et qui ont des répercussions à long terme. Plusieurs séquelles ont déjà été identifiées par la communauté scientifique et les études semblent s'accorder sur l'existence de plusieurs d'entre elles. Certaines d'entre elles nécessitent toutefois davantage de recherches pour être clairement associées à la LAL. Parmi celles-ci, se trouvent les déficits reliés aux habiletés motrices globales (HMG) de l'enfant. Les HMG étant l'une des composantes de la motricité impliquant la participation simultanée de la plupart des parties du corps, comme dans la marche, la course et les sauts (Rigal, 2003). La première étude portant partiellement sur le développement des HMG chez des enfants atteints de LAL a été menée par Reinders-Messelink et al. (1996). Depuis, seule une poignée d'études sur ce sujet ont été entreprises (Wright et al., 1998; Reinders-Messelink et al., 1999; Galea et al., 2004; Wright et al., 2005; Hartman et al., 2006). Ces études laissent entrevoir un déficit moteur chez les enfants atteints ou ayant été atteints de la LAL. Toutefois, le nombre de déterminants moteurs évalués étant plutôt limité, il est difficile d'établir un portrait global du développement des HMG auprès de cette population.

## **Le développement des habiletés motrices globales**

Plusieurs auteurs s'entendent pour situer le développement optimal des HMG entre l'âge de 6 et 12 ans (Haywood, 1986; Hahn, 1987; Nishijima et al., 2003). À partir de 13 ans, la plupart des déterminants reliés aux HMG perdent de leur sensibilité face aux effets de l'entraînement, pour atteindre un plateau vers l'âge de 17 ou 18 ans, voire même plus tôt en ce qui a trait à certains déterminants comme l'équilibre et le temps de réaction par exemple (Branta et al., 1984; Hahn, 1987). Contrairement aux déterminants de la condition physique qui peuvent être entraînés avec efficacité en tout temps, on ne dispose que d'une période de temps limitée afin de s'assurer que le développement intégral des HMG soit accompli. Ses limites s'expliquent par l'interaction de deux facteurs : la maturation du système nerveux et les sollicitations de l'environnement (Piek, 2006). L'acquisition de nouvelles HM est possible lorsque le système nerveux atteint un certain niveau de maturation. C'est l'action motrice stimulée par l'environnement qui permet ensuite de maintenir et de renforcer les connexions (synapses) désormais possibles (Rigal, 2003).

## **La leucémie aigue lymphoblastique et les habiletés motrices globales**

Chez les enfants leucémiques, le contexte relié à la LAL ainsi que les effets de la maladie laissent à penser que le développement des HMG pourrait être ralenti. Par contexte de la maladie, nous pensons à une sédentarité anormalement élevée pour des enfants en bas âge. L'interaction avec le milieu constitue l'un des principaux facteurs pour le développement moteur (Rigal, 2003). D'autant que cette faible stimulation tend à continuer même une fois la maladie terminée (Hay, 1992; Wright, 2003; Wright, 2005). Par effets de la maladie, nous pensons à l'impact que peut avoir la médication sur le développement moteur des enfants atteints de la LAL. La toxicité de certains médicaments ou types de traitement pourrait être reliée à des déficits moteurs. La vincristine (VCR) est le médicament le plus souvent pointé du doigt. Plusieurs études considèrent la VCR comme l'une des causes relatives au problème d'acquisition des HMG (Reinders-Messelink, 1999;

Wright, 2005; Van Brussel, 2006), toutefois cette conclusion fut récemment remise en cause (Hartmann, 2006).

### **L'outil de mesure.**

Bien qu'il existe des batteries de tests évaluant le développement moteur des enfants, nous jugeons préférable d'utiliser une nouvelle batterie de tests pour deux raisons. Parmi les batteries de tests les plus utilisées, aucune n'évalue exclusivement les HMG. L'analyse complète tiendra donc compte d'une partie reliée à la motricité fine. De plus, comme le suggère Ruiz et al. (2003), lorsque le développement moteur d'une population est évalué, il est important de se baser sur des normes représentant le plus fidèlement possible les sujets évalués. Les normes doivent dans le meilleur des cas provenir de la même localité que la population évaluée ainsi qu'être des plus récentes possible. Le but étant de diminuer les effets de l'environnement sur le développement moteur d'une population. Donc, l'objectif de la présente étude était de comparer le résultat des tests HMG obtenus chez des participants atteints de LAL à des résultats récemment (2006), recueillis par une équipe de chercheurs provenant de deux universités locales, l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), qui a mis sur pied une batterie évaluant la motricité globale. Ces normes récentes et locales seront utilisées à titre de comparaison.

## **MÉTHODOLOGIE**

### **Description des sujets**

Vingt enfants de 9 à 11 ans ont participé à cette recherche. Le nombre de sujets évalués lors de cette recherche s'apparente à d'autres études qui évaluaient le développement des HMG d'enfants ayant été atteints de la LAL (Reinders-Messelink, 1999; San Juan, 2008; Wright, 2005). En se basant sur la méthode de Cohen, il suffit d'un nombre de participants se situant entre 14 et 19, dépendamment des tâches (variables dépendantes), afin d'obtenir une puissance supérieure à 0,85 ( $d = 1$  à 1,2). L'idée de sélectionner des enfants âgés entre 9 et 11 ans repose sur le rationnel suivant : l'évolution des HMG étant en partie fonction de l'âge, une étendue plus large des groupes d'âge (par exemple 6-11 ans) augmentait considérablement la variance, rendant ainsi l'interprétation des résultats plus difficile. Puisque la LAL est une maladie qui se développe principalement chez les enfants, nous avons pensé qu'il était plus facile de trouver des participants en rémission depuis au moins un an en sélectionnant cette tranche d'âge (9-11 ans). Outre l'âge, les critères d'inclusion reliés à la sélection des participants ont été les suivants : avoir eu la LAL, être en rémission depuis au moins 1 an, ainsi qu'avoir suivi l'un des protocoles de médication suivant : Boston 95-001 ou Boston 2000-001. Succinctement, ces deux protocoles font l'objet de traitement en utilisant la chimiothérapie et dans certains cas la radiothérapie.

### **Recrutement des participants**

Les participants furent recrutés avec l'aide de l'équipe d'infirmières de recherche de la clinique d'oncologie du Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) Sainte-Justine. Le recrutement s'effectuait, suite à l'étude des dossiers médicaux, à cibler les enfants répondant aux critères d'inclusion de l'étude.

La prise de contact initiale s'est fait par téléphone ou lors des rencontres médicales réservées au suivi des enfants en rémission. Une infirmière s'est chargée de présenter l'étude ainsi que d'expliquer le formulaire de consentement aux parents intéressés. L'infirmière en question s'est occupée ensuite du suivi relatif à l'évaluation du participant : fixer une date avec les parents, réserver le local pour l'évaluation, puis prévenir l'équipe de recherche responsable d'évaluer les enfants.

## **Procédure**

Suite au recrutement des participants, la passation de la batterie de tests s'est effectuée dans un local de la clinique d'oncologie du CHUM Sainte-Justine. Cette recherche comprenait un seul temps d'évaluation des HMG des enfants. La durée maximale de cette rencontre était de 60 minutes. Les procédures détaillées dans le document explicatif de la batterie de tests (Leone et al, 2006) ont été suivies. Les séances d'évaluation n'ont pas été filmées afin de préserver la confidentialité et l'anonymat des patients. Les parents pouvaient, s'ils le désiraient, assister à l'évaluation, sans toutefois intervenir (observateurs silencieux).

Dans le cadre de cette recherche nous avons utilisé la batterie de tests UQAM-UQAC (UU-06) pour mesurer les HMG des participants. Dans cette batterie, cinq déterminants moteurs (vitesse de segment, agilité, équilibre, temps de réaction et coordination) ont été évalués par le biais de treize tâches (voir point 1.5 de la méthodologie et annexe 1). Cette batterie sert à mesurer le développement des HMG d'enfants dont l'âge se situe entre 6 et 12 ans. L'ensemble des tâches présentes dans la batterie UU-06 proviennent de travaux dont la validité, la fidélité et l'objectivité ont déjà été démontrées (Barrow et McGee, 1971; Fleishman, 1964; Strand et Wilson, 1993). Des normes furent calculées pour la tranche d'âge 9 à 11 ans ( $n=829$ ) à partir de données collectées auprès de 3045 enfants âgés entre 6 et 12 ans (Leone et al, 2010). Le matériel nécessaire pour la passation de ce test est le suivant : un ballon de volley-ball, une balle de tennis, un ruban à mesurer (10 mètres), une cible, une poutre d'équilibre, une planche d'équilibre instable, un

compteur de frappes, un logiciel de temps de réaction, un ordinateur, 12 cônes, un chronomètre, du ruban à coller, une feuille de résultats ainsi qu'un crayon à papier. La passation de la batterie de tests s'est faite sous la supervision du chercheur principal.

### **Variables indépendantes**

Dans cette recherche, les données collectées auprès des 20 participants ayant été atteints de la LAL ainsi que des enfants ayant servi à bâtir les normes de la batterie constituent les variables indépendantes.

### **Variables dépendantes**

Dans cette recherche, les variables dépendantes comprennent l'ensemble des tâches (moyenne des percentiles) ayant permis d'évaluer le développement des HMG auprès des enfants ayant été atteints de la LAL. Ces variables dépendantes sont : vitesse de bras, vitesse de jambe, course navette (5 mètres), course en cercle, course en pas chassés, course en slalom, équilibre statique yeux ouverts et yeux fermés, équilibre sur surface instable, équilibre du ballon, temps de réaction simple (ordinateur), coordination mains-pieds, coordination œil-main (précision).

### **Analyse**

Des mesures de tendances centrales et de dispersions (moyenne et écart-type) ont été calculées. Les moyennes obtenues au cours de cette étude ont été comparées à celles obtenues à partir des normes de la batterie UU-06. Pour les comparaisons des moyennes, un seuil de  $p \leq 0,05$  a été considéré comme significatif. Une analyse discriminante a aussi été établie afin d'identifier les tests à considérer dans l'optique d'un allègement de la batterie de tests. L'ensemble des analyses statistiques ont été faites avec l'aide des logiciels informatiques : Microsoft Excel 2007 et SPSS version 15.0.

## RÉSULTATS

### Caractéristiques des sujets

Les valeurs anthropométriques des sujets sont présentées dans le tableau 1. Y sont présentés : l'âge, la taille (cm), le poids (kg) et l'indice de masse corporelle ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) où aucune différence significative ne fut décelée entre les deux groupes.

### Vitesse de segment

Les résultats moyens du groupe LAL pour les tests de vitesse de bras (n) et de vitesse de jambe (n) sont :  $63,36 \pm 10,58$  (bras),  $16,80 \pm 2,46$  (jambes). Pour les sujets sains les moyennes sont :  $72,31 \pm 10,40$  (bras),  $24,04 \pm 3,80$  (jambes). Comme indiqué au tableau 2, les personnes atteintes de LAL, lorsque comparées au groupe sain, démontrent une diminution significative de la vitesse de bras ( $p < 0,0001$ ) et des jambes ( $p < 0,0001$ ).

### Agilité

Les résultats moyens du groupe LAL pour les tests de course navette (s), course en cercle (s), pas chassé (s) et slalom (s) sont :  $11,73 \pm 1,12$  (navette),  $23,73 \pm 2,22$  (cercle),  $13,30 \pm 1,34$  (pas chassé),  $21,44 \pm 2,42$  (slalom). Pour les sujets sains les moyennes sont :  $11,04 \pm 1,22$  (navette),  $21,78 \pm 2,56$  (cercle),  $10,99 \pm 1,72$  (pas chassé),  $18,84 \pm 2,62$  (slalom). Comme indiqué au tableau 3, les personnes atteintes de LAL, lorsque comparées au groupe sain, démontrent une diminution significative de l'agilité dans le test de course navette ( $p < 0,012$ ), de course en cercle ( $p < 0,001$ ), de pas chassé ( $p < 0,0001$ ) et de course en slalom ( $p < 0,0001$ ).

### Équilibre

Les résultats moyens du groupe LAL pour les tests d'équilibre yeux ouverts (s), équilibre yeux fermés (s) et équilibre instable (s) sont :  $16,79 \pm 9,96$  (yeux ouverts),  $3,99 \pm 1,95$  (yeux fermés),  $18,79 \pm 10,75$  (instable). Pour les sujets

sains les moyennes sont :  $20,65 \pm 9,94$  (yeux ouverts),  $17,78 \pm 9,86$  (yeux fermés),  $13,10 \pm 10,95$  (instable). Comme indiqué au tableau 4, les personnes atteintes de LAL, lorsque comparées au groupe sain, démontrent une diminution significative de l'équilibre dans le test d'équilibre yeux fermés ( $p < 0,0001$ ) et le test d'équilibre instable ( $p < 0,021$ ).

### **Coordination**

Les résultats moyens du groupe LAL pour les tests de coordination (s) et de précision (p) sont :  $14,48 \pm 7,50$  (coordination),  $3,95 \pm 2,28$  (précision). Pour les sujets sains les moyennes sont :  $10,85 \pm 4,43$  (coordination),  $4,79 \pm 2,68$  (précision). Comme indiqué au tableau 5, les personnes atteintes de la LAL, lorsque comparées au groupe sain, démontrent une diminution significative de la coordination pour le test de coordination ( $p < 0,044$ ). Aucune diminution significative ne fut établie pour le test de précision.

### **Temps de réaction**

Le résultat moyen du groupe LAL pour le test de temps de réaction (ms) est :  $303,25 \pm 10,86$ . Pour les sujets sains la moyenne est :  $277,62 \pm 19,33$ . Comme indiqué au tableau 6, les personnes atteintes de la LAL, lorsque comparées au groupe sain, démontrent une diminution significative du temps de réaction ( $p < 0,0001$ ).

### **Analyse discriminante**

L'analyse discriminante a retenu les 5 tests suivants : vitesse de jambe, équilibre yeux fermés, temps de réaction, équilibre yeux ouverts et pas chassés. L'analyse discriminante révèle que les sujets du groupe LAL sont classés à 95 % dans le bon groupe (19 sur 20). Cette même analyse révèle que les sujets du groupe sain sont classés à 89,3 % dans le bon groupe (740 sur 829).

## DISCUSSION

Plusieurs points intéressants ressortent de cette étude. La présence de déficits moteurs auprès du groupe LAL lorsque comparé au groupe sain. La validation de la sensibilité de la batterie UU-06 pour évaluer les HMG des jeunes atteints de la LAL. Ainsi que l'apparition d'éventuelles pistes de recherche suite à l'interprétation de certaines données.

### Déficits moteurs chez les LAL

Sur les cinq déterminants moteurs évalués lors de l'étude, tous contiennent au moins un test présentant une différence significative entre le groupe LAL et le groupe sain. Cela représente une première au sein de la littérature scientifique. En effet, uniquement l'équilibre et la motricité fine avaient été pointés du doigt comme étant affectés par la LAL et ses séquelles (Reinders-Messelink et al. 1996; Galea et al. 2003; Wright et al. 2005). Concernant la vitesse de segment, les deux tests (membres supérieurs et membres inférieurs) présentent des différences significatives. Une diminution de la vitesse d'exécution fut donc constatée auprès des sujets LAL.

Concernant l'agilité, les résultats présentent une différence significative pour l'ensemble des tests qui la composent. Outre l'aspect quantitatif révélé par la batterie de tests, plusieurs aspects qualitatifs furent notés lors des évaluations. En effet, auprès de plusieurs sujets LAL, des problèmes de coordination entre le mouvement des membres inférieurs et supérieurs étaient perceptibles à l'œil nu. Lors de l'évolution normale de l'enfant, la coordination des membres supérieurs en opposition avec les membres inférieurs constitue le dernier stade d'évolution de la course et s'acquiert généralement entre l'âge de 6 et 7 ans (Brian et al. 2006). Ce stade ne semblait pas acquis chez certains sujets LAL.

Concernant l'équilibre, deux des trois tests présentent une différence significative entre les deux groupes. Toutefois, dans l'un des deux tests en question (équilibre instable), ce sont les sujets LAL qui ont mieux performé que

les sujets sains. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que pendant la maladie ainsi que la période de rémission, les sujets LAL avaient au quotidien des séances avec un physiothérapeute. Il a été confirmé que l'équilibre instable (exercice similaire à celui de la batterie de tests) constituait une priorité lors de ces séances. Cette hypothèse confirmerait l'un des principes fondamentaux impliqués dans le développement moteur de l'enfant, soit la corrélation entre la stimulation après maturation et le développement des qualités motrices (Charles, 2008; Geuz, 2005). Ceci renforcerait l'intérêt porté par la présente étude concernant la validation d'une batterie de tests permettant la détection précoce de déficit moteur dans l'optique de stimuler davantage les enfants concernés et de créer un phénomène de rattrapage. Ce phénomène consiste à combler les retards moteurs suite à une stimulation prononcée d'un déterminant précis (Foulder-Hughes et Cook, 2003; Flegel et Kolobe, 2002; Rodger et al. 2003).

Concernant le déficit moteur constaté pour le test de coordination, les sujets devaient apprendre puis effectuer une routine corporelle dans un ordre précis, cela le plus rapidement possible. Les sujets LAL ont été considérablement plus lents que les sujets sains. Dans l'ensemble, les sujets LAL avaient du mal à automatiser la tâche et devaient conscientiser chaque mouvement avant de l'effectuer. Ce test témoigne aussi de la capacité réduite d'apprentissage moteur à très court terme, auprès du groupe LAL. En effet, l'apprentissage moteur étant le passage de la conscientisation d'une tâche jusqu'à son automatisation (Leslie et al. 2003).

Le temps de réaction a lui aussi été considérablement plus lent auprès du groupe LAL que du groupe sain. Ce test mesure la capacité de réaction à un stimulus. À noter que mis à part un fonctionnement du système neuromusculaire plus lent, plusieurs facteurs peuvent aussi influencer le temps de réaction : le nombre de stimulus à analyser, le nombre de réponses à fournir, l'éveil ainsi que la capacité de concentration (Klapp, 1995). L'éveil et la capacité d'attention, étant des facteurs variables, auraient pu influencer les résultats des sujets LAL.

## **Batterie UU-06 valide**

Les résultats de l'étude permettent de constater que la batterie de tests UU-06 est suffisamment sensible pour détecter des déficits moteurs auprès de la population évaluée et s'avère donc un outil précieux pour la détection de déficit moteur concernant les HMG. Cette batterie pourrait éventuellement être réduite à quelques tests. Une analyse discriminante a réduit l'analyse des résultats aux cinq tests suivants : vitesse de jambe, temps de réaction, pas chassés, équilibre yeux ouverts et équilibre yeux fermés. L'analyse révèle que 740 des 829 sujets (89,3%) du groupe contrôle sont classés dans le bon groupe et que 19 des 20 sujets (95%) du groupe LAL sont eux aussi classés dans le bon groupe. Ces résultats pourraient éventuellement permettre d'alléger la collecte des données et faciliter l'utilisation de la batterie dans les milieux hospitaliers.

Dans la littérature, la batterie UU-06 est la 4<sup>ème</sup> batterie de tests évaluant les HMG qui témoigne d'un déficit moteur auprès des jeunes LAL. En comparaison avec les trois autres batteries de tests qui furent recensées: Time Up and Go Test (TUG; Podsiadlo, 1991), Movement Assessment Battery Test for Children (M-ABC; Henderson et Sugden, 1992), Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP; Bruininks, 1978), la batterie UU-06 est la première qui témoigne d'un déficit moteur sur plusieurs déterminants de la motricité globale. Ce constat est logique puisque les autres études se basaient uniquement sur un ou quelques déterminants et non sur l'ensemble des HMG (Galea, 2004; Hartman, 2006; Wright 2005; Mahone, 2007).

## **L'apparition de pistes de recherche**

La présence de déficit des HMG chez les LAL ouvre de nombreuses pistes de recherche. Que ce soit sur la nature de ces déficits ou alors sur la façon de les corriger. La validation d'une batterie simple d'utilisation était en soi la première étape. La recherche de la cause peut être longue et fastidieuse, il serait préférable pour le moment de se concentrer sur le rattrapage des déficits moteurs. En se penchant sur les notions fondant le développement et l'apprentissage moteur, il

est envisageable de mettre en place des programmes de rattrapage valide auprès des jeunes LAL. Outre pour la population LAL, la batterie UU-06 pourrait aussi avoir son utilité auprès d'autres populations pathologiques qui touchent les jeunes. L'opportunité d'avoir des normes actuelles et locales quant aux HMG des jeunes apporte une valeur certaine aux études scientifiques, il est donc important de profiter de cet avantage et d'élargir les horizons de ce nouvel outil, la batterie UU-06.

## **CONCLUSION**

L'évaluation des HMG auprès des jeunes ayant été atteints de la LAL démontre de façon significative un retard du développement de ces habiletés. Ces résultats valident par la même occasion le fait que la batterie UU-06 est suffisamment sensible pour détecter des retards d'ordre moteur auprès de la population évaluée. Ayant un outil fiable pour mesurer le développement des HMG auprès des LAL, il est envisageable de considérer une étude à plus grande envergure permettant l'évaluation d'un plus grand nombre de sujets. Le but étant de dresser un portrait plus fiable du développement moteur des jeunes LAL afin d'investiguer les causes du problème et de proposer des interventions correctionnelles. Pour ce faire, l'allègement de la batterie (réduire le nombre de tests) pourrait aussi être considéré suite aux résultats obtenus lors de l'analyse discriminante.

**Tableau 1** Valeurs anthropométriques

	LAL	Sains
Âge	10,56 ± 0,65	10,67 ± 0,72
Taille (cm)	140,87 ± 5,26	144,16 ± 8,74
Poids (kg)	37,17 ± 7,18	37,69 ± 10,25
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,66 ± 2,84	17,93 ± 3,61
Moy. ± É.T.		

**Tableau 2** Vitesse de segment

	LAL	Sains
Vitesse de bras (n)	63,36* ± 10,58	72,31 ± 10,40
Vitesse de jambe (n)	16,80* ± 2,46	24,04 ± 3,80

Moy. ± É.T.; \* p < 0,05;

**Tableau 3** Agilité

	LAL	Sains
Course Navette (s)	11,73* $\pm$ 1,12	11,04 $\pm$ 1,22
Course en Cercle (s)	23,73* $\pm$ 2,22	21,78 $\pm$ 2,56
Pas Chassé (s)	13,30* $\pm$ 1,34	10,99 $\pm$ 1,72
Slalom (s)	21,44* $\pm$ 2,42	18,84 $\pm$ 2,62

Moy.  $\pm$  É.T.; \* p < 0,05;

**Tableau 4** Équilibre

	LAL	Sains
Équilibre yeux ouverts (s)	16,79 ± 9,96	20,65 ± 9,94
Équilibre yeux fermés (s)	3,99* ± 1,95	17,78 ± 9,86
Équilibre instable (s)	18,79* ± 10,75	13,10 ± 10,95

Moy. ± É.T.; \* p < 0,05;

**Tableau 5** Coordination

	LAL	Sains
Coordination (s)	14,48* $\pm$ 7,50	10,85 $\pm$ 4,43
Précision (p)	3,95 $\pm$ 2,28	4,79 $\pm$ 2,68

Moy.  $\pm$  É.T.; \* p < 0,05;

## RÉFÉRENCES

1. **Asner S, Ammann RA, Ozsahin H, Beck-Popovic M, Von Der Weid NX** (2008) Obesity in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia *Pediatric Blood and Cancer* **51 (1)** 118-22.
2. **Barrow HM, McGee R** Approach to measurement in physical education (1971). *Lea and Febiger*. Philadelphia, 84-112.
3. **Branta G, Haubenstricker J, Seefeld V** (1984) Age changes in motor skills during childhood and adolescence *Exercise and Sport Sciences Reviews* **12** 467-520.
4. **Bruininks RH** (1978) Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency *Circle Pines American Service Guide*.
5. **Brian H, Wrotniak PT, Leonard HE, Joan MD, Katherine EJ, Valerie AK** (2006) The relationship between motor proficiency and physical activity in children *Pediatrics* **118** 58-65.
6. **Charles MS** (2008) Environmental effects on motor development: the case of African infant precocity *Developmental Medicine and Child Neurology* **18** 561-567.
7. **Flegel J, Kolobe THA** (2002) Predictive validity of the test of infant motor performance as measured by the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency at school age *Physical Therapy* **82**.
8. **Fleishman EA** The structure and measurement of physical fitness (1964). *Prentice-Hall Edition*. Englewood Cliffs, New Jersey, 188-199.

9. **Foulder-Hughes LA, Cook RWI** (2003) Motor, cognitive, and behavioural disorders in children born very preterm *Developmental Medicine and Child Neurology* **45** 97-103.
10. **Galea V, Wright MJ, Barr RD** (2004) Measurement of balance in survivors of acute lymphoblastic leukemia in childhood *Gait and Posture* **19** 1-10.
11. **Geuz RH** Le trouble de l'acquisition de la coordination : évaluation et rééducation de la maladresse chez l'enfant (2005). *Edition Solal*. Marseille, 240p.
12. **Hahn E** L'entraînement sportif des enfants (1987). *Édition Vigo*. Paris, 166p.
13. **Hartmann AC, Van Den Bos T, Stijnen R** (2006) Decrease in motor performance in children with cancer is independent of the cumulative dose of Vincristine *Pediatric Blood Cancer* **50** (4) 833-7.
14. **Haywood KM** (1986) Life span motor development *Human Kinetics Publishers Illinois*.
15. **Henderson S, Sugden D** (1992) The Movement Assessment Battery for Children *Psychological Corporation*.
16. **Klapp ST** (1995) Motor response programming during simple choice reaction time: the role of practice *Journal of Experimental Psychology* **21** 1015-1027.
17. **Leone M, Bordeleau C, Boucher J, Kalinova E** (2006) Projet pilote d'évaluation des habiletés motrices chez les enfants québécois âgés de 6 à 12 ans *Université du Québec à Montréal et Université du Québec à Chicoutimi*.

18. **Leslie GU, Doyon J, Karni A** (2003) Imaging brain plasticity during motor skill learning *Neurobiology of learning memory* **78** 553-564.
19. **Mahone E** (2007) Motor and perceptual timing deficits among survivors of childhood leukemia *Journal of Pediatric Psychology* **8** 918-925.
20. **Nishijima T, Kokudo S, Ohasawa S** (2003) Changes over years in physical and motor ability in Japanese youth in 1964-97 *International Journal of Sport and Health Science* **1** 164-170.
21. **Oeffinger KC, Buchanan GR, Eshelman DA, Denke MA, Andrews TC, Germak JA, Tomlinson GE, Snell LE, Foster BM** (2001) Cardiovascular risk factors in young adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia *Journal of Pediatric Hematology Oncology* **23** (7).
22. **Piek JP** Infant motor development (2006). *Human Kinetics*. Australie, 344p.
23. **Podsiadlo D, Richardson S** (1991) The Time "Up and Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons *Journal of the American Geriatrics Society* **2** 142-148.
24. **Reinders-Messelink HA, Schoemaker MM, Hofte M, Göeken LN, Kingma A, Van Den Briel MM, Kamps WA** (1996) Fine motor and handwriting problems after treatment for childhood acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **27** 551-555.
25. **Reinders-Messelink H** (1999) Motor performance of children during treatment for acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **33** 545-550.

26. **Rigal R** Motricité humaine fondements et application pédagogiques : Tome 2 Développement moteur (2003). *Presses de l'Université du Québec Sainte-Foy*. Québec, 823.
27. **Rodger S, Ziviani J, Watter P, Ozanne A, Woodyatt G, Springfield E** (2003) Motor and functional skills of children with developmental coordination disorder: a pilot investigation of measurement issues *Human Movement Science* 461-478.
28. **Ruiz LM, Graupera JL, Gutiérrez M, Miyahara M** (2003) The assessment of motor coordination in children with the movement ABC test: a comparative study among Japan, USA and Spain *International Journal of Applied Sport en Sciences* 15 (1) 22-35.
29. **San Juan AF, Chamorro-Vina C, Maté-Munoz JN, Fernandez Del Valle M, Cardona C, Hernandez M, Madero L, Pérez M, Ramirez M, Lucia A** (2008) Functional capacity of children with Leukemia *International journal of sports medicine* 29 163-167.
30. **Société Canadienne du cancer et Institut national du cancer du Canada** (2008). *Statistiques canadiennes sur le cancer 2008*. Canada.
31. **Strand BN, Wilson R** (1993) Assessing sport skills *Human Kinetics Publishers Illinois*.
32. **Van Brussel, M., Takken T, Van Der Net J, Engelbert RHH, Bierings M, Shoenmakers MAGC, Helder PJM** (2006) Physical function and fitness in long-term survivors of childhood leukemia *Pediatric Rehabilitation* 9 (3) 267-274.
33. **Van Der Sluis IM, Van Den Heuvel-Eibrink MM, Hählen K, Krenning EP, Keizer-Schrama SM** (2000) Bone Mineral density body composition and height in long-term survivor of acute lymphoblastic leukemia in childhood *Medical and Pediatric Oncology* 35 415-420.

34. **Wright MJ, Galea V, Barr RD** (2005) Proficiency of balance in children and youth who have had acute lymphoblastic leukemia *Physical Therapy* **85** 782-790.
  
35. **Wright MJ, Galea V, Barr RD** (2003) Self-perception of physical activity in survivors of acute lymphoblastic leukemia *Pediatric Exercise Sciences* **15** 191-201.
  
36. **Wright MJ, Halton JM, Martin RF, Barr RD** (1998) Long-term gross motor performance following treatment for acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **31** 86-90.

# CHAPITRE V

## DISCUSSION

### 5.1 Analyse des résultats

Il faut rappeler que le but premier de cette étude est d'identifier la présence ou non d'un déficit de la motricité globale auprès des jeunes LAL et d'évaluer si l'outil d'évaluation (la batterie UQAM-UQAC 06) est adéquat pour cette tâche. Sur les cinq déterminants de la motricité globale évalués, tous présentent au moins un test dont les performances des sujets LAL sont significativement inférieures à celles des sujets sains. Sur les onze tests qu'englobent les cinq déterminants évalués, neuf témoignent d'une différence significative en défaveur des sujets LAL (voir pages 56-60). Ces résultats confirment la présence d'un déficit moteur auprès des sujets LAL. De nombreuses pistes pourraient être investiguées afin de déterminer les facteurs qui ont amené aux résultats de cette étude. Concernant la présence d'un déficit moteur chez des LAL, la réponse est oui. Il semble apparent que la maladie et son contexte ont retardé le développement moteur des LAL. Il faut insister sur l'adjectif retardé car comme expliqué au point 2.1.3 de la revue de littérature, le développement de l'enfant est très modelable et ce jusqu'à la fin de l'adolescence. Il est donc envisageable d'entreprendre des démarches visant à développer les qualités motrices et rattraper les retards notés. Cela par le biais d'une stimulation faite de façon réfléchie. Il n'est donc pas question ici de cerner les causes du retard moteur mais davantage d'établir des solutions. Par solutions il est entendu d'annuler tout impact que peut avoir la maladie sur le développement moteur et par conséquent d'annuler toute présence de déficit une fois l'âge adulte atteint. Âge où le système nerveux réagit beaucoup moins face aux effets de la stimulation (Henderson et Hall, 1982 ; Van Dellen et Geuze, 1988 ; Kaplan et al., 1998 ; Corraze, 1999 ; Kadesjo et Gillberg, 1999). L'établissement de solution afin de combler les déficits moteurs sera davantage traité dans la section 4.2 de la discussion.

Outre la présence de retard au niveau des HMG, les résultats témoignent de la pertinence de la batterie de test UQAM-UQAC 06. En effet, cette batterie se révèle être en mesure d'évaluer le développement de la motricité globale d'une population précise et d'en détecter les déficits présents. Les résultats de l'analyse discriminante démontrent que même en réduisant la batterie à cinq tests (vitesse de jambe, équilibre yeux fermés, temps de réaction, équilibre yeux ouverts et pas chassés), cette dernière se veut fiable en classant 95 % pourcent des sujets LAL et 89,3 % des sujets sains dans le bon groupe. D'un point de vue pratique, cela donne un atout considérable à son utilisation. Comme vécu durant la collecte de donnée, il n'est pas toujours évident de trouver un local disponible en milieu hospitalier. Tout facteur simplifiant la passation de tests d'un point de vue pratique sera toujours bien vu de la part des services de santé et par conséquent facilitera l'implantation de nouvelles mesures d'évaluation. Le budget et les ressources humaines étant deux des cinq principaux facteurs considérés dans le développement de services de santé (Ministère de la santé et des services sociaux, 2010).

Cette étude a donc détecté la présence de déficits moteurs auprès des LAL et validé l'utilité scientifique et pratique d'un nouvel outil d'évaluation pour le développement des HMG auprès d'une population ciblée.

## **5.2 Impact social de l'étude**

L'impact que peut avoir cette étude sur les jeunes ayant été, étant ou allant être atteints de la LAL ne se restreint pas uniquement à leur développement moteur. Certes, l'idée première suite à l'identification rapide de retards moteurs est de permettre la mise en place d'une prise en charge systématique, faite par des professionnels ayant une expertise dans le développement moteur de l'enfant, cela dans l'optique de combler les retards notés. Il faut toutefois comprendre que les

bienfaits pour les jeunes concernées ne se résument pas seulement à leur développement moteur. En effet, la mise en place de telles mesures aurait un impact positif sur la santé en générale des jeunes. Ce raisonnement prend naissance avec la célèbre phrase « un esprit sain dans un corps sain ». Plusieurs études concernant la motivation auprès des jeunes témoignent des tendances qu'ils ont à se diriger vers des activités dans lesquelles ils performant, ou à l'inverse à éviter des activités dans lesquelles ils ont connu l'échec (Deci et Ryan, 1985; Karsenti, 2001). La logique veut que le jeune présentant des déficits moteurs ait de la difficulté à s'épanouir au travers d'activités physiques. Ce phénomène a pour conséquence d'engendrer un phénomène de sédentarité particulièrement présent chez les jeunes ayant été atteints de la LAL et se traduisant, en outre, par des problèmes d'obésité (Reilly, 2009). L'amalgame entre l'obésité, l'estime de soi et autres concepts pourrait être presque sans fin. L'idée est que les déficits moteurs chez les jeunes peuvent être à l'origine de plusieurs phénomènes aux impacts négatifs pour l'enfant. À la lumière de cette réflexion, poursuivre la recherche et développer des services visant l'optimisation du développement moteur des jeunes LAL s'avère tout à fait pertinent et justifié. Le rôle du système de santé étant de donner un maximum d'outils aux jeunes une fois la maladie vaincue.

Ce raisonnement ne se restreint pas uniquement au contexte de la LAL. Les autres formes de maladie chronique touchant les enfants pourraient elles aussi en tirer des bienfaits. Pour ce faire, la batterie de test UU-06 utilisée dans le cadre de cette étude pourrait s'avérer fort utile. L'idée d'avoir une même batterie de tests pour l'évaluation des HMG, que ce soit pour une population spécifique ou pour la population en générale, laisse entrevoir une multitude de possibilités quant au suivi du développement moteur de la population Québécoise. La recherche de corrélation entre le développement moteur et divers phénomènes offrirait des perspectives d'études phénoménales. À l'échelle nationale voir mondiale, le

Québec se verrait attribuer un statut de pionnier, considérant le peu de données sur le sujet.

### 5.3 Limites de l'étude

Étant donné le faible nombre de sujets, il est important de diminuer le plus de facteurs pouvant influencer la performance des jeunes lors des tests. Lors des évaluations, l'effort fut mis sur le respect du protocole d'évaluation. Toutefois, il est important de souligner qu'aucun outil ne permettait d'évaluer la forme des sujets le jour de l'évaluation. Plusieurs facteurs peuvent influencer la forme d'une personne à un moment donné bien précis : maladie, sommeil, alimentation, etc. L'intégration d'un questionnaire ou d'un test permettant de collecter l'information suffisante afin de standardiser l'état de forme des sujets aurait ajouté une valeur certaine à la fiabilité des données recueillies. À titre d'exemple le SF-36 Health Survey (O'Connor, 2004) aurait très bien remplis cette tâche.

D'un point de vue pratique, il aurait été plus facile d'avoir accès à un local d'évaluation plus adéquat. Les tests avaient lieu dans une salle de conférence. Il était donc nécessaire avant chacune des évaluations de vider la pièce. Le plus important était de s'assurer que le plancher était propre. En effet, la surface du plancher était quelque peu glissante. Il était donc nécessaire de passer le ballet avant les séances d'évaluation afin d'augmenter la friction entre les chaussures et le plancher. Aussi, les échéanciers parfois courts en raison d'un horaire chargé concernant la réservation de la salle précipitaient quelque peu les évaluations. Il fallait s'assurer que l'enfant collabore et comprenne rapidement les tâches qu'il avait à effectuer. Dans le cadre de l'étude, les installations étaient juste suffisantes mais dans l'éventualité d'une étude de plus grande envergure avec davantage de sujets à évaluer, il est impératif d'avoir accès à des installations plus adaptées aux

besoins de la batterie de tests. Cette réalité témoigne parfaitement de la valeur de l'analyse discriminante qui permet d'alléger la batterie à seulement cinq tests.

## CHAPITRE VI

### CONCLUSION

Cette étude témoigne principalement de deux faits : la présence de déficits moteurs auprès des jeunes ayant été atteints de la LAL ainsi que la pertinence de la batterie UU-06 pour évaluer le développement moteur d'une population présentant une pathologie chronique. Cette étude ne prétend pas cibler les causes des retards moteurs, bien que la revue de littérature témoigne de certaines tendances scientifiques pour expliquer l'apparence des retards moteurs, identifiés comme des troubles d'acquisition de la coordination (TAC) par la communauté scientifique. La solution proposée afin de pallier aux TAC présents auprès des jeunes LAL est de les encadrer par des professionnels possédant une expertise dans le développement moteur de l'enfant. L'encadrement en question prendrait la forme de séances de rattrapage qui reposeraient sur la relation entre la maturation nerveuse et la stimulation externe. Les déterminants moteurs faisant défaut étant les principaux ciblés. Dans un second ordre d'idées, l'étude témoigne du rôle que pourrait avoir la batterie UU-06 dans la société québécoise. Plus précisément au sein du système de santé. Le développement moteur d'un enfant jouant un rôle important sur de multiples autres facettes de la santé des individus, des données permettant un suivi du développement moteur de sa population offrirait non seulement des perspectives de recherches intéressantes mais permettrait la mise en place de mesures concrètes envers les 5 à 10% de la population présentant un TAC (Henderson et Hall, 1982 ; Van Dellen et Geuze, 1988 ; Kaplan et al., 1998 ; Corraze, 1999 ; Kadesjo et Gillberg, 1999).

## ANNEXE 1

### **Batterie de tests d'habileté motrice UQAC-UQAM (Leone, Bordeleau, Boucher, Kalinova)**

La batterie de tests qui est proposée a été construite de manière à rencontrer aussi bien des impératifs scientifiques (validité) que pratique (accessibilité). Voici les conditions de départ qui devaient être rencontrées. D'un point de vue scientifique :

1. Les tests choisis doivent mesurer ce qu'ils prétendent mesurer (validité);
2. Les mesures doivent être reproductibles (fidélité);
3. L'ensemble des 5 principaux déterminants moteurs doivent être représentés.

D'un point de vue pratique, les tests proposés doivent :

1. Être faciles à administrer de la part des intervenants et facile à réaliser pour les enfants;
2. Nécessiter peu d'équipement;
3. Être peu coûteux;
4. Être rapidement administrable;
5. Être simples à comprendre et à interpréter.

Ainsi, les 13 tests qui ont été retenus comprennent tous les caractéristiques énumérées ci-dessus (Barrow and McGee, 1971; Fleishman, 1964; Strand and Wilson, 1993). Par conséquent, il a été entendu de procéder à la passation des épreuves afin de vérifier la logistique pratique de cette batterie d'épreuves motrices. Les 5 déterminants moteurs des HMG, qui doivent être représentés dans la batterie de tests sont les suivants: 1) La vitesse de segments; 2) La vitesse de réaction; 3) L'équilibre; 4) La coordination; 5) L'agilité. Les tests ont été administrés à plus de 500 enfants âgés de 6 à 12 ans. Les données proviennent de la région de Montréal et du Saguenay. Des valeurs normatives (moyennes écarts-types et percentiles) ont été compilées par groupe d'âge et par genre.

### **Corrélations entre les épreuves**

Les premières analyses ont permis de constater que les coefficients de corrélation entre les différentes épreuves sont plutôt faibles, se situant généralement à moins de 0.55 (variance commune moyenne à moins de 30%). On peut donc conclure que les tests sont peu reliés entre eux et qu'ils mesurent bien des dimensions des HMG différentes. Cette constatation est importante puisqu'elle permet de confirmer qu'il y a peu de redondance entre les épreuves

### **Comparaisons entre les genres**

L'analyse préliminaire des résultats permet de constater que pour un même âge chronologique, il y a peu de différence entre les garçons et les filles du primaire. D'une part, nous n'avons pas relevés de différences significatives au niveau des mesures anthropométriques (poids, taille, IMC), ce qui n'est pas inhabituel dans ses groupes d'âges. Le même phénomène a été observé pour les tests d'HMG sauf en ce qui a trait à la coordination œil-main (lancé de précision) où l'on observe un meilleur score pour les garçons. Cette tendance s'explique probablement en partie par des différences de niveau d'expérience pour ce type d'activité (baseball par exemple).

### **Comparaisons entre le statut (athlètes vs non athlètes)**

Lorsque l'on compare les enfants selon leur niveau de participation à des activités physiques (athlètes et non athlètes), on remarque que les enfants exposés tôt à un niveau de sollicitation moteur élevé (athlètes), réussissent beaucoup mieux que les autres enfants. Dans le cas présent, les jeunes athlètes (garçons et filles) ont réussis les 6 épreuves motrices communes aux deux groupes avec beaucoup plus de succès que leurs pairs non athlètes (course en cercle, vitesse de bras, vitesse de jambes, course navette de 5m, course en pas chassés et lancé de précision;  $p \leq 0.01$ ). Ces données semblent confirmer qu'une sollicitation précoce et régulière permet d'améliorer substantiellement le développement des HMG.

### **Définitions des catégories de déterminants moteurs**

Afin d'obtenir un portrait complet de la personne évaluée, il est important de s'assurer que les déterminants qui contribuent au développement des habiletés motrices soient considérés. Puisque cinq (5) grandes catégories de déterminants moteurs ont été retenues, il apparaît important à ce moment-ci de définir ce que chacun de ces déterminants représente concrètement.

## **1. Équilibre**

L'équilibre statique représente la capacité d'une personne de maintenir son corps en position debout droite. La plupart des tests qui mesurent cette habileté exigent que la personne garde son équilibre soit en se maintenant en équilibre sur une poutre ou au sol, généralement sur une seule jambe. Ce déterminant peut être mesuré alors que la personne a les yeux ouverts ou fermés. Dans la vie quotidienne, l'équilibre est un facteur important qui est continuellement sollicité. Une bonne capacité d'équilibre permet d'éviter les chutes tout en facilitant la plupart des tâches journalières.

## **2. Vitesse de réaction**

La vitesse de réaction représente l'habileté d'une personne d'initier une réponse motrice le plus rapidement possible suite à un stimulus (signal) visuel ou sonore. La façon la plus usuelle de mesurer ce déterminant est de présenter un signal visuel (stimulus) auquel doit répondre le participant en appuyant sur un bouton (réponse). Plus la réponse est rapide, plus petit sera le temps qui sépare le stimulus de la réponse motrice. Pour les besoins de l'étude nous avons développé un logiciel qui permet de mesurer en millisecondes, le temps de réponse des participants. Dans la vie de tous les jours, nous avons régulièrement à mettre à profit notre vitesse de réaction : éviter un objet qui avance dans notre direction, récupérer d'un faux pas sans chuter, saisir au vol un objet que l'on a renversé et ainsi de suite.

## **3. Vitesse segmentaire**

La vitesse segmentaire représente la capacité d'une personne de réaliser des gestes le plus rapidement possible. Les mouvements d'abduction, d'adduction, de circonvolution, de flexion et d'extension des bras ou des jambes (segments) sont certainement les plus pertinents. Parmi les tests les plus utilisés se trouvent notamment la vitesse pour le déplacement latéral (gauche-droite) du bras. Cette épreuve fait partie de la batterie de tests « Eurofit » et elle a été utilisée autant chez les enfants que chez les adultes. La vitesse de mouvements segmentaires est un déterminant important de la capacité motrice.

#### **4. La coordination**

On entend par coordination, la capacité d'un individu à réaliser de façon harmonieuse, des mouvements complexes et simultanés impliquant différentes parties du corps. Une bonne coordination est essentielle afin de réaliser des mouvements avec fluidité et précision. La plupart des activités physique ouvertes sollicitent fortement cette qualité.

#### **5. L'agilité**

On entend par agilité, la capacité d'un individu de mouvoir son corps et/ou une partie de son corps par des changements de directions rapides et précis. Cette qualité est l'une des plus importantes car elle est impliquée dans presque toutes les situations où le corps est en mouvement. En situation sportive, ce déterminant est fortement tributaire du succès ou de l'échec.

## DESCRIPTIONS DES 13 ÉPREUVES D'ÉVALUATION DES HABILÉTÉS MOTRICES GLOBALES.

Avant le début de la passation des épreuves d'habileté motrice, chaque sujet sera pesé (masse) et mesuré (taille).

### *1. Vitesse de bras gauche-droite : Vitesse segmentaire supérieure (Figure 1)*

Ce test mesure la vitesse à laquelle la personne peut faire des mouvements d'abductions et d'adductions latéralement avec le bras dominant. Le sujet est assis à une table sur laquelle sont dessinés deux cercles de 20 cm de diamètre qui sont séparés de 60 cm. La main non dominante est placée entre les deux cercles et est immobile. Au signal, les doigts de la main dominante doivent frapper le centre du cercle de droite puis immédiatement après, celui de gauche. Le but du test est de réaliser le maximum de touches en 20 secondes. Pour faciliter le décompte, calculer 1 cycle = 2 touches d'où le nombre de cycles X 2 = résultat final.

### *2. Vitesse de jambes : Vitesse segmentaire inférieure (Figure 2)*

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à fléchir et d'étirer l'articulation de la hanche, le plus rapidement possible. Le sujet se tient debout face à un mur sur lequel est dessiné un carré de 30 cm<sup>2</sup> placé à 40 cm du sol. Au signal, l'enfant doit fléchir la hanche droite de manière à ce que l'angle cuisse-mollet soit d'environ 90°. De cette position, il s'agit alors de frapper du bout du pied, le centre du carré deux fois consécutivement pour ensuite répéter le même geste avec la jambe gauche. Le but du test est de réaliser un maximum de doubles touches en 20 secondes. Encore ici, il est possible de procéder par cycles ( 1 cycle = une double touches du pied droit et une double touches du pied gauche) et de multiplier par 2.

### *3. Course navette de 5 mètres : Agilité (Figure 3)*

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant à changer abruptement et complètement la direction de son corps en mouvement, le plus rapidement possible. Deux lignes parallèles séparées de 5 mètres sont tracées au sol. Au signal, le sujet doit couvrir le plus rapidement possible la distance de 5 mètres, traverser complètement la

ligne (les deux pieds), exécuter un virage abrupte de 180° et revenir à la ligne de départ. L'enfant doit franchir ainsi une distance de 25 mètres (5 X 5 mètres). Le parcours est chronométré et le temps noté avec une précision de 0.1

#### *4. Course en cercle : Agilité (Figure 4)*

L'objectif de ce test est de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la direction de son corps en mouvement, de manière continue. Il s'agit d'abord de tracer au sol un cercle de 3.5 mètres de diamètre (un alignement de petits cônes pour délimiter le cercle est préférable). Identifier un point de départ en traçant une ligne au sol. Au signal, le sujet doit réaliser le plus rapidement possible, 5 fois consécutivement le tour du cercle (sens horaire). Le résultat consiste à chronométrer le temps total afin de compléter l'épreuve. Une pénalité de 0.5 seconde est imposée chaque fois que l'enfant touche ou traverse la ligne qui délimite le cercle. La précision recherchée est 0.1 seconde.

#### *5. Course en pas chassés : Agilité (Figure 5)*

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant à déplacer son corps en mouvement latéralement, le plus rapidement possible. Il s'agit d'abord de tracer 2 lignes parallèles séparées par 4 mètres de distance. Le sujet prend position les deux pieds derrière la ligne à sa gauche. Au signal, l'enfant doit se déplacer d'une ligne à l'autre en pas chassés et franchir les 4 mètres 5 fois consécutivement pour une distance totale de 20 mètres (figure 8). Aux extrémités, le sujet doit toucher la ligne avec le pied le plus rapproché avant de redémarrer en direction opposée. De plus, les croisements de jambes ne sont pas permis et le corps de l'enfant doit toujours être orienté face à l'évaluateur (placé directement devant le sujet). Le temps est chronométré et inscrit avec une précision de 0.1 seconde.

#### *6. Course en slalom : Agilité (Figure 6)*

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la position de son corps en mouvement lorsqu'il court le plus rapidement en contournant des obstacles. Il s'agit d'abord d'installer 6 cônes selon la disposition présentée à la figure 6. Ainsi, deux rangées de cônes placées parallèlement sont séparées par une distance de 2 mètres (en largeur). Dans le sens de la longueur du parcours, 2.5 mètres séparent la ligne de départ du premier cône. La distance entre les deux cônes suivants est de 2.0 mètres chacun. Au signal, le sujet doit courir le plus rapidement possible vers sa droite et contourner chacun des obstacles (slalom). Une fois le parcours complété et sans s'arrêter, l'enfant

recommence de nouveau (en suivant la trajectoire A) puis termine sa course en franchissant la ligne de départ. Noter le temps chronométré avec une précision de 0.1 seconde.

### *7. Équilibre statique sur une jambe : Équilibre (Figure 7)*

Le but de cette épreuve est de mesurer l'habileté de l'enfant à maintenir son équilibre en appui sur sa jambe dominante. Le sujet est placé debout sur un rail de bois de 5 cm de hauteur, 2 cm de largeur et 60 cm de longueur. L'évaluateur aide le sujet à maintenir son équilibre en le tenant sous le bras jusqu'au début du test. La tâche consiste à se maintenir en équilibre sur la jambe dominante le plus longtemps possible. Les mains sont placées sur les hanches. Le test prend fin lorsque l'enfant touche le sol ou si les mains quittent les hanches. Ce test doit être également les yeux fermés. Le résultat consiste à chronométrer le temps total durant lequel l'enfant a maintenu son équilibre (maximum 30 secondes). La précision désirée est de 0.1 seconde.

### *8. Équilibre statique sur surface instable : Équilibre (Figure 8)*

Ce test permet de mesurer l'habileté de l'enfant de maintenir son équilibre sur une surface instable. La plateforme mesure 60 cm de largeur par 30 cm de longueur et 2.5 cm d'épaisseur. Au centre et sous la plate-forme est fixé un rail de bois de 30 cm de longueur par 5 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Avec l'aide de l'évaluateur, le sujet doit trouver son point d'équilibre. Une fois le point d'équilibre atteint, l'évaluateur démarre le chronomètre et l'enfant doit maintenir son équilibre le plus longtemps possible. Le test prend fin lorsque le sujet ou une des extrémités de la plateforme touchent le sol. La durée maximale du test est de 30 secondes et le temps est noté avec une précision de 0.1 seconde.

### *9. Équilibre du ballon : Équilibre (Figure 9)*

Cette épreuve a pour objectif de mesurer l'habileté de l'enfant à ajuster harmonieusement ses extrémités segmentaires supérieures de manière à contrôler l'équilibre d'un objet. Ce test consiste à maintenir en équilibre, un ballon (soccer ou volley) placé sur le dessus du poignet de la main dominante alors que le bras est maintenu tendu à hauteur d'épaule. Le déplacement des pieds est en tout temps interdit. Le test prend fin si : 1. Le ballon tombe au sol; 2. Le ballon touche à une autre partie du corps; 3. Le poignet n'est pas en extension (dans le prolongement de l'avant-bras et du bras); 4. Les deux pieds ne sont pas immobiles au sol; 5. L'enfant a maintenu

l'équilibre du ballon 30 secondes. Le résultat correspond au temps durant lequel le ballon est maintenu en équilibre. Le score est noté avec une précision de 0.1 seconde.

*10. Temps de réaction simple (ordinateur) : Vitesse de réaction (Figure 10)*

Ce test mesure la capacité de la personne à réagir rapidement à un signal visuel. À l'aide d'un programme informatique, il s'agit pour le sujet de réagir le plus rapidement possible à l'apparition d'un signal visuel (triangle qui apparaît à l'écran) en appuyant sur la barre d'espace. Le sujet doit réaliser 50 essais dont le temps de réaction se situe entre 100 et 350 ms. Le résultat est calculé à partir de la moyenne des 50 essais.

*11. Coordination mains-pieds : Coordination (Figure 11)*

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à mouvoir alternativement et le plus rapidement possible, ses membres supérieurs et inférieurs avec synchronisme. Le test se déroule selon la séquence suivante (figure 4) : 1. Toucher le pied gauche avec la main droite par une flexion de la jambe vers l'avant (A); 2. Même mouvement, pied droit et main gauche (B); 3. Toucher le pied droit avec la main gauche par une flexion de la jambe vers l'arrière (C); 4. Même mouvement, pied gauche et main droite (D). Cette séquence (A à D) représente un cycle. Le résultat consiste à chronométrer le temps requis pour réaliser 4 cycles consécutifs. La précision recherchée est de 0.1 seconde.

*12. Coordination œil-main (précision) : Coordination (Figure 12)*

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à réaliser un mouvement balistique à partir du bras dominant dans un geste nécessitant une coordination œil-main lors d'un lancer de précision. Le sujet se place debout derrière une ligne située à 6 mètres d'une cible de 60 cm de diamètre (centre 20 cm de diamètre) et placée à 120 cm du sol. L'enfant doit lancer une balle de tennis vers la cible par un mouvement au dessus de l'épaule. L'enfant a droit à 10 essais. Un point est accordé si la cible est atteinte. Un point boni supplémentaire est alloué si le lancer atteint le centre de la cible. Le résultat est le nombre de points accumulé (maximum de 20 points). Ce test est réalisé une fois (10 balles).

## ILLUSTRATION DES ÉPREUVES



Figure 1. Vitesse de bras



Figure 2. Vitesse de jambes

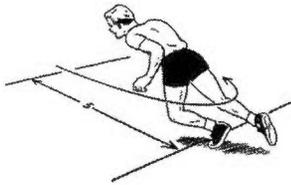


Figure 3. Course navette de 5m

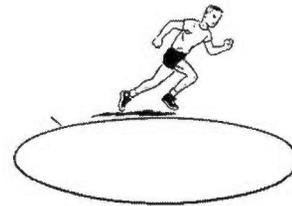


Figure 4. Course en cercle

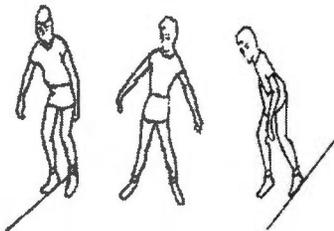


Figure 5. Course en pas chassés

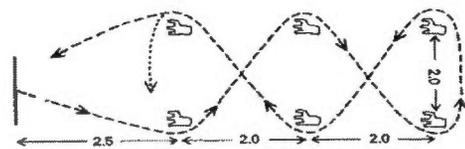


Figure 6. Course en slalom



Figure 7. Équilibre statique



Figure 8. Équilibre surface instable

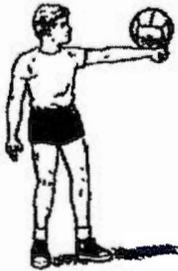


Figure 9. Équilibre du ballon



Figure 10. Temps de réaction simple

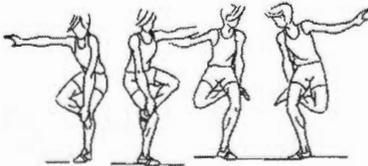


Figure 11. Coordination mains-pieds

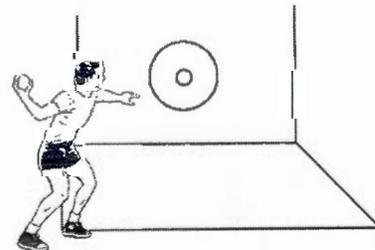


Figure 12. Coordination oeil-main

## RÉFÉRENCES

1. **Albaret JM** (2004) Évaluation des troubles du mouvement intentionnel et des fonctions non-verbales *CENOP-FL* 41-51
  
2. **Albaret JM** (2007) Psychomotricité et trouble de l'acquisition de la coordination (TAC). *Laboratoire « Adaptation perceptivo-motrice et apprentissage », Université de Toulouse*
  
3. **Asner S, Ammann RA, Ozsahin H, Beck-Popovic M, Von Der Weid NX** (2008) Obesity in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia *Pediatric Blood and Cancer* **51 (1)** 118-22
  
4. **Barrow HM, McGee R** (1971) Approach to measurement in physical education *Lea and Febiger, Philadelphia* 560.
  
5. **Bird C** (1925) The relative importance of maturation and Habit in the development of an instinct *Pedagogical Seminary* **32** 68-91
  
6. **Blatt J, Copeland DR, Bleyer WA** (1997) Late effects of childhood cancer and its Treatment *Principles and Practices of Pediatric Oncology 2<sup>nd</sup> Edition*, Philadelphia 1114.
  
7. **Branta G, Haubenstricker J, Seefeld V** (1984) Age changes in motor skills during childhood and adolescence *Exercice and Sport Sciences Reviews* **12** 467-520.
  
8. **Brian H, Wrotniak PT, Leonard HE, Joan MD, Katherine EJ, Valerie AK** (2006) The relationship between motor proficiency and physical activity in children *Pediatrics* **118** 58-65.

9. **Bruininks R.H** (2005) The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2  
*Circles Pine American Guidance Service, Minneapolis.*
  
10. **Carmichael L** (1926) The development fo behaviour in vertebrates  
experimentally removed from the influence of external stimulation  
*Psychological Review* **33** 51-58.
  
11. **Charles MS** (2008) Environmental effects on motor development: the  
case of African infant precocity *Developmental Medicine and Child  
Neurology* **18** 561-567.
  
12. **Chugani HT** (1998) A critical period of brain developement : studies of  
cerebral glucose utilization with PET *Preventive Medicine* **27** 184-188.
  
13. **CIM-10** (1994) Classification Internationale des Maladies : troubles  
mentaux et troubles du comportement *Masson 10<sup>e</sup> révision* Paris, 218.
  
14. **Corazze J** (1999) Les troubles psychomoteurs *Solal* Marseille, 197.
  
15. **Deci EL, Ryan RM** (1985) Intrinsic motivation and self-determination in  
humain behavior *Plenum* New York, 371.
  
16. **DSM-IV** (2003) Manuel diagnostique des troubles mentaux *Masson* Paris,  
1064.
  
17. **Eijssermans RM, Creemers DG, Helders PJ, Schröder CH** (2004)  
Motor performance, exercise tolerance, and health-related quality of life  
in children on dialysis *Pediatric Nephrology* **19** 1262-1266.
  
18. **Ellison LF, Pogany L, Mery LS** (2007) Survie au cancer chez l'enfant  
et l'adolescent : analyse par période des données du Registre canadien  
du cancer. *European Journal of Cancer* **43** 1967-1975.

19. **Fauci SA, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J** (2008) *Harrison's : Principles of internal medicine McGraw Hill 17<sup>th</sup> edition* Bethesda, 2958.
20. **Flegel J, Kolobe THA** (2002) Predictive validity of the test of infant motor performance as measured by the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency at school age *Physical Therapy* **82**.
21. **Fleishman E.A** (1964) *The structure and measurement of physical fitness Prentice-Hall Edition*, Harvard, 207.
22. **Foulder-Hughes LA, Cook RWI** (2003) Motor, cognitive, and behavioural disorders in children born very preterm *Developmental Medicine and Child Neurology* **45** 97-103.
23. **Galea, V, Wright MJ, Barr RD** (2004) Measurement of balance in survivors of acute lymphoblastic leukemia in childhood *Gait and Posture* **19** 1-10.
24. **Geuz RH** (2005) *Le trouble de l'acquisition de la coordination : évaluation et rééducation de la maladresse chez l'enfant Edition Solal Marseille*, 311.
25. **Habib Z, Westcott S** (1998) Assessment of anthropometric factors on balance tests in children *Pediatric Physical Therapy* **10** 101-109.
26. **Hahn E** (1987) *L'entraînement sportif des enfants Édition Vigo Paris*, 186.
27. **Harila-Saari AH, Huuskonen UE, Tolonen U, Vainionpää LK, Lanning BM** (2001) Motor nervous pathway function is impaired after

treatment of childhood acute lymphoblastic leukemia : a study with motor evoked potentials *Medical Pediatric Oncology* **36** (3) 345-51.

28. **Hartmann AC, Van Den Bos T, Stijnen R** (2006) Decrease in motor performance in children with cancer is independent of the cumulative dose of Vincristine *Pediatric Blood Cancer* **50** (4) 833-7.
29. **Hay JA** (1992) Adequacy in and predilection for physical activity in children *Clinical Journal of Sport Medicine* **2** 192-202.
30. **Haywood KM** (1986) Life span motor development *Human Kinetics Publishers* Illinois, 408.
31. **Henderson SE, Sugden DA** (1992) Movement assessment battery for children *Psychological Corporation* London.
32. **Henderson SE, Hall D** (1982) Concomitants of clumsiness in young school children *Developmental Medicine and Child Neurology* **24** 448-460.
33. **Henderson SE** (1994) Developmental coordination disorder editorial *Adapted Physical Activity Quarterly* **11** 111-114.
34. **Hussain M, Wozniak AJ, Edelstein MB** (1993) Neurotoxicity of antineoplastic agents *Critical Reviews in Oncology Hematology* **14** 61-75.
35. **Kasdejo B, Gillberg C** (1999) Developmental coordination disorder in Swedish 7 years old children *Journal of the American of Child and Adolescent Psychiatry* **38** (7) 820-828.
36. **Kaplan BJ, Wilson BN, Dewey D, Crawford SG** (1998) DCD may not be a discrete disorder *Human Movement Science* **17** 471-490.

37. **Karsenti T** (2001) Favoriser la motivation et la réussite en contexte scolaire : les TIC feront-elles mouche ? *Vie pédagogique* **127** 27-32.
38. **Klapp ST** (1995) Motor response programming during simple choice reaction time: the role of practice *Journal of Experimental Psychology* **21** 1015-1027.
39. **Korsten-Reck U, Kaspar T, Korsten K, Kromeyr-Hauschild K, Bös K, Berg A, Dickhuth HH** (2007) Motor abilities and aerobic fitness of obese children *Internal Journal of Sports Medicine* **28** 762-767.
40. **Le Camus J** (1982) L'enfant maladroît *Presses universitaires de France* Paris, 188.
41. **Leone M, Bordeleau C, Boucher J, Kalinova E** (2006) Projet pilote d'évaluation des habiletés motrices chez les enfants québécois âgés de 6 à 12 ans *Université du Québec à Montréal et Université du Québec à Chicoutimi*.
42. **Leslie GU, Doyon J, Karni A** (2003) Imaging brain plasticity during motor skill learning *Neurobiology of learning memory* **78** 553-564.
43. **Lorenz K** (1967) Évolution et modification du comportement l'inné et l'acquis *Payot* Paris, 152.
44. **Lundberg A, Eriksson BO, Jansson G** (1979) Muscle abnormalities in corliac disease: studies on gross motor development and muscle fibre composition size and metabolic substrates *European Journal of Pediatric* **130** 92-103.
45. **Mahone E** (2007) Motor and perceptual timing deficits among survivors of childhood leukemia *Journal of Pediatric Psychology* **8** 918-925.

46. **Ministère de la santé et des services sociaux** (2010) Plan stratégique 2010-2015 *Gouvernement du Québec* ISBN 978-2-550-58701-6.
47. **Missiuna C** (1994) Motor Skill Acquisition in Children with Development Coordination Disorder *Adapted Physical Activity Quarterly* **11** 214-235.
48. **Mond JM, Stich H, Hay PJ, Kraemer A, Baune BT** (2007) Associations between obesity and developmental functioning in pre-school children a population-based study *Internal Journal of Obesity* **31** 1068-1073.
49. **Nishijima T, Kokudo S, Ohasawa S** (2003) Changes over years in physical and motor ability in Japanese youth in 1964-97 *International Journal of Sport and Health Science* **1** 164-170.
50. **O'Connor PJ** (2004) An evaluation of the four most commonly used measures of the moods of energy and fatigue *Psychosom* **57** 435-441.
51. **Oeffinger KC, Buchanan GR, Eshelman DA, Denke MA, Andrews TC, Germak JA, Tomlinson GE, Snell LE, Foster BM** (2001) Cardiovascular risk factors in young adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia *Journal of Pediatric Hematology Oncology* **23** (7).
52. **Paoletti R** (1999) Éducation et motricité de l'enfant de deux à huit ans *Gaëtan Morin Éditeur* Boucherville, 230.
53. **Piek JP** (2006) Infant motor development *Human Kinetics* Australie, 344.
54. **Podsiadlo D, Richardson S** (1991) The Time "Up and Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons *Journal of the American Geriatrics Society* **2** 142-148.

55. **Reily JJ** (2009) Obesity during and after treatment for childhood cancer *Endocrine Development* **15** 40-58.
  
56. **Reinders-Messelink HA, Schoemaker MM, Hofte M, Göeken LN, Kingma A, Van Den Briel MM, Kamps WA** (1996) Fine motor and handwriting problems after treatment for childhood acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **27** 551-555.
  
57. **Reinders-Messelink H** (1999) Motor performance of children during treatment for acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **33** 545-550.
  
58. **Riccardi R, Lasorella A, Mastrangelo R** (1998) Principles of cancer therapy in children *4th Edition Oxford University Press* 44-59.
  
59. **Rigal R** (2003) Motricité humaine fondements et application pédagogiques : Tome 2 Développement moteur *Presses de l'Université du Québec Sainte-Foy*, 835.
  
60. **Rodger S, Ziviani J, Watter P, Ozanne A, Woodyatt G, Springfield E** (2003) Motor and functional skills of children with developmental coordination disorder: a pilot investigation of measurement issues *Human Movement Science* 461-478.
  
61. **Ruiz LM, Graupera JL, Gutiérrez M, Miyahara M** (2003) The assessment of motor coordination in children with the movement ABC test: a comparative study among Japan, USA and Spain *International Journal of Applied Sport en Sciences* **15** (1) 22-35.
  
62. **San Juan AF, Chamorro-Vina C, Maté-Munoz JN, Fernandez Del Valle M, Cardona C, Hernandez M, Madero L, Pérez M, Ramirez M, Lucia A** (2008) Functional capacity of children with Leukemia *International journal of sports medicine* **29** 163-167.

63. **Sklar CA** (1999) Overview of the effects of cancer therapies: the nature, scale and breadth of the problem *Acta Paediatrica Supplement* **88 (433)** 1-4.
64. **Smith MR, Danoff JV, Parks RA** (2002) Motor skill development of children with HIV infection measured with the Peabody development motor scales *Pediatric Physical Therapy* **14** 74-84.
65. **Société Canadienne du cancer et Institut national du cancer du Canada** (2008) Statistiques canadiennes sur le cancer 2008 *Canada*.
66. **Soppelsa R, Albaret JM** (2005) La batterie d'évaluation du mouvement chez l'enfant (M-ABC) : étalonnage sur une population d'enfants de 4 à 12 ans *Entretiens de Psychomotricité* 195-200.
67. **Spalding DA** (1873) Instinct with original observations on young animals *Mac Millan's Magazine* **27** 282-293.
68. **Stieh J, Kramer HH, Harding P, Fischer G** (1999) Gross and fine motor development is impaired in children with cyanotic congenital heart disease *Neuropediatrics* **30** 77-82.
69. **Strand BN, Wilson R** (1993) Assessing sport skills *Human Kinetics Publishers Illinois*.
70. **Ulrich DA** (2000) Test of Gross Motor Development-2 *Austin PRO-ED inc* Chicago.
71. **Van Brussel, M., Takken T, Van Der Net J, Engelbert RHH, Bierings M, Shoenmakers MAGC, Helders PJM** (2006) Physical function and fitness in long-term survivors of childhood leukemia *Pediatric Rehabilitation* **9 (3)** 267-274.

72. **Van Dellen T, Geuze RH** (1988) Motor response processing in clumsy children *Journal of Child Psychology and Psychiatry* **29** 489-500.
73. **Van Der Sluis IM, Van Den Heuvel-Eibrink MM, Hählen K, Krenning EP, Keizer-Schrama SM** (2000) Bone Mineral density body composition and height in long-term survivor of acute lymphoblastic leukemia in childhood *Medical and Pediatric Oncology* **35** 415-420.
74. **Wright MJ, Galea V, Barr RD** (2005) Proficiency of balance in children and youth who have had acute lymphoblastic leukemia *Physical Therapy* **85** 782-790.
75. **Wright MJ, Galea V, Barr RD** (2003) Self-perception of physical activity in survivors of acute lymphoblastic leukemia *Pediatric Exercise Sciences* **15** 191-201.
76. **Wright MJ, Halton JM, Martin RF, Barr RD** (1998) Long-term gross motor performance following treatment for acute lymphoblastic leukemia *Medical and Pediatric Oncology* **31** 86-90.
77. **Yakovlev PI, Lecours AR** (1967) Regional development of the brain in early life *Blackwell scientific publication* 30-70.
- <http://sfh.hematologie.net/pages/?all=accueil> (société française d'hématologie)