

UNIVERSITE PAUL SABATIER

FACULTE DE MEDECINE

Toulouse Ranguel

REDUCATION DE L'ANTICIPATION POSTURALE PAR  
L'INTERMEDIAIRE DE L'OUTIL « KINECT » AU  
TRAVERS D'UNE ETUDE DE CAS UNIQUES A LIGNE  
DE BASE MULTIPLE CHEZ QUATRE ENFANTS  
PORTEURS DE TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE

**INSTITUT DE FORMATION EN  
PSYCHOMOTRICITE**

Mémoire en vue de l'obtention du  
Diplôme d'Etat de Psychomotricien

## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 7  |
| I) Partie Théorique.....   | 9  |
| A- L'autisme.....  | 10 |
| 1- Définition de l'autisme.....  | 10 |
| 2- Critères diagnostiques de l'autisme.....  | 10 |
| 3- Les signes précoces de l'autisme.....   | 11 |
| 4- Epidémiologie de l'autisme.....   | 13 |
| 5- Etiologie de l'autisme.....   | 13 |
| a) L'approche génétique.....   | 13 |
| b) L'approche neurobiologique.....   | 14 |
| c) L'approche environnementale.....  | 15 |
| 6- Les déficits fréquemment associés au syndrome autistique.....                   | 15 |
| a) Retard et hétérogénéité du développement.....                                   | 15 |
| b) Les troubles moteurs.....   | 16 |
| - Les troubles du tonus et de la posture.....                                      | 16 |
| - Les troubles de l'équilibre et de la marche.....                                 | 16 |
| - Les troubles du mouvement.....   | 16 |
| c) Les troubles du schéma corporel.....  | 17 |
| d) Les troubles sensoriels.....  | 17 |
| e) Les troubles de l'imitation.....  | 18 |
| f) Les troubles cognitifs.....   | 19 |
| - Le retard mental.....  | 19 |
| - Les fonctions exécutives.....  | 19 |
| - La cohérence centrale.....   | 21 |
| g) Les troubles du comportement.....   | 22 |
| h) Les troubles psychiatriques.....  | 23 |
| B- Le mouvement intentionnel dans l'autisme.....                                   | 23 |
| 1- Rappels sur la réalisation d'un mouvement intentionnel (Modèle de Wolpert)..... | 24 |
| 2- La prise d'information.....   | 25 |
| a) Les afférences sensorielles.....  | 25 |
| b) Les récepteurs sensoriels.....  | 25 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| c)  | Le traitement sensoriel.....  | 26 |
| d)  | L'estimation de l'état.....   | 27 |
| 3-  | Sélection et programmation motrice.....                             | 29 |
| a)  | La planification et le temps de réaction.....                       | 29 |
| b)  | Des anomalies dans le transfert des connaissances du mouvement..... | 30 |
| c)  | Des anomalies de l'organisation séquentielle de l'action.....       | 30 |
| 4-  | Contrôle postural et anticipation motrice.....                      | 32 |
| a)  | Les ajustements posturaux consécutifs (feedback).....               | 32 |
| b)  | Les ajustements posturaux anticipés (feedforward).....              | 33 |
| C-  | Perspectives de traitement par les nouvelles technologies.....      | 34 |
| 1-  | Le potentiel éducatif et thérapeutique des jeux vidéo.....          | 34 |
| 2-  | Nouvelles technologies et Trouble du Spectre Autistique.....        | 35 |
| 3-  | Le potentiel de la Kinect.....                                      | 36 |
| a)  | Perspectives pédagogiques et thérapeutiques de la Kinect.....       | 37 |
| b)  | Perspectives de la Kinect dans l'Autisme.....                       | 37 |
| II) | Partie pratique.....  | 38 |
|     | Introduction.....   | 39 |
| A-  | Les objectifs de l'étude.....                                       | 39 |
| B-  | La Méthodologie.....  | 40 |
| 1-  | Le protocole de cas unique à ligne de base multiple.....            | 40 |
| 2-  | Le traitement local (TL).....                                       | 42 |
| 3-  | Le traitement par KINECT seule (TKS).....                           | 43 |
| 4-  | Le traitement par KINECT et guidage du psychomotricien (TKG).....   | 44 |
| C-  | Présentation du jeu utilisé au cours de la « KINECT-Thérapie »..... | 46 |
| D-  | Présentation des sujets.....  | 47 |
| 1-  | Les données développementales.....                                  | 47 |
| 2-  | L'évaluation initiale.....  | 48 |
| a)  | L'échelle clinique des compétences d'anticipation posturale.....    | 48 |
| b)  | Les résultats de l'évaluation initiale.....                         | 49 |
| E-  | Présentation des résultats.....                                     | 50 |
| 1-  | Evolution des compétences d'anticipation posturale.....             | 51 |
| 2-  | Evolution de la participation des sujets à la tâche.....            | 59 |
| 3-  | Evolution de l'activité fonctionnelle des sujets.....               | 66 |

|  |    |
|--|----|
| 4- Impact de l'état émotionnel sur la performance..... | 68 |
| 5- Evaluation finale : le retest des compétences.....  | 68 |
| F- Synthèse des résultats obtenus et conclusion.....   | 71 |
| <br>   |    |
| BIBLIOGRAPHIE.....                                     | 73 |
| <br>   |    |
| ANNEXES.....   | 76 |

# INTRODUCTION

Le potentiel des jeux vidéo sur la sphère des apprentissages est promu positivement depuis ces dernières années. Outre leur valeur de divertissement, ils ont un succès considérable quand ils sont conçus pour répondre à un problème spécifique ou encore lorsqu'il s'agit d'enseigner à l'enfant une habilité particulière.

Depuis le début de ma formation, je m'intéresse grandement à ce potentiel encore insuffisamment exploité dans la rééducation des troubles psychomoteurs. L'occasion d'en expérimenter quelques aspects s'est présentée dans le cadre de mon stage de fin de formation au Centre de Ressource Autisme Midi-Pyrénées au sein de l'Unité d'Evaluation des Troubles Envahissants du Développement.

Les sujets porteurs de troubles du spectre autistique possèdent des caractéristiques développementales très particulières puisque l'ensemble des compétences se trouvent entravées par ce syndrome. De plus, l'hétérogénéité des profils implique la mise en œuvre de prises en charge individualisées. Néanmoins, la nature des troubles autistiques rend parfois difficile la compliance du sujet qui en est porteur à la prise en charge rééducative. En effet, la prise en charge psychomotrice des enfants porteurs de Troubles du Spectre Autistique apparait fortement dépendante de l'état émotionnel et de l'intérêt porté à l'activité proposée. Le psychomotricien doit donc continuellement s'adapter à l'enfant et posséder de réelles capacités d'anticipation et d'adaptation pour conserver la motivation et le degré de participation suffisant pour que la séance puisse être menée à son terme.

L'objectif de ce mémoire a été d'accompagner une enquête préliminaire visant à mesurer les effets de l'utilisation d'un jeu KINECT sur X-BOX 360 sur les capacités d'anticipation posturale, la participation des enfants dans les séances de psychomotricité et l'activité fonctionnelle du sujet vis-à-vis du logiciel proposé. Nous nous sommes également penchés sur l'effet que pouvaient avoir différents types de guidage du psychomotricien sur le niveau de performance de l'enfant.

Un protocole de cas unique à ligne de base multiple a donc été élaboré. Ce dernier est composé de trois temps de traitement différents encadrés par une évaluation des compétences

en début de protocole et d'une réévaluation de ces mêmes compétences en fin de protocole. L'enjeu étant de comparer l'évolution des performances en situation écologique à l'évolution des performances de l'enfant au cours des phases de traitement avec KINECT.

La partie théorique de ce mémoire a pour objectif de définir dans un premier temps ce qu'est l'autisme. Dans un second temps, nous nous intéressons aux particularités repérées dans la réalisation d'un mouvement intentionnel chez les sujets qui en sont porteurs. Dans un troisième temps, nous nous attardons sur l'utilisation des nouvelles technologies dans l'autisme en guise de transition avec la partie pratique de ce mémoire.

La partie pratique de ce mémoire définit dans un premier temps les objectifs et la méthodologie employée au cours de notre recherche. La seconde partie est réservée à la présentation des sujets ayant participé à l'étude. La troisième partie est consacrée au recueil et à l'analyse des résultats obtenus.

# PARTIE THEORIQUE

# **A- L'Autisme**

## **1- Définition de l'autisme**

L'autisme est la forme la plus sévère des « troubles envahissants du développement » (TED), terme qui tend à disparaître de la littérature pour se voir remplacé par celui de « troubles du spectre autistique » (TSA). Rogé en 2008 définit cette notion comme « un ensemble de désordres d'apparition précoce (anomalie de l'organisation et du fonctionnement cérébral) qui viennent perturber l'évolution du jeune enfant et qui induisent des déficits et des anomalies qualitatives dans le fonctionnement intellectuel, sensoriel, moteur et langagier ». Actuellement, on sait qu'il s'agit d'un trouble affectant le développement de l'individu d'un point de vue global. Son diagnostic est clinique et est basé sur trois domaines comportementaux relatifs à la communication et aux interactions sociales, aux comportements répétitifs et stéréotypés, et aux intérêts ou activités du sujet.

Au-delà de cette définition unique, on constate qu'il existe une hétérogénéité clinique considérable dans la littérature. L'autisme peut être associé à de nombreux autres signes cliniques de différents degrés : retard développemental, anomalies motrices (motricité fine, globale ou faciale), perturbations dans les acquisitions de l'autonomie (alimentation, propreté, sommeil), particularités dans la sensorialité, difficultés d'imitation (Imiter pour grandir, J.Nadel, 2011), etc... Par ailleurs, de nombreux autres troubles peuvent être associés à l'autisme tels que : épilepsie, maladie X fragile, incapacité d'apprentissage non verbal, troubles du développement intellectuel, troubles médicaux, troubles psychiatriques (dépression, anxiété, troubles obsessionnels compulsifs...) (C.Gillberg, IMFAR 2013).

## **2- Critères diagnostiques de l'autisme**

La Classification Internationale des Maladies (CIM 10) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est recommandée pour le diagnostic d'autisme par la Haute Autorité de santé dans la publication des « Recommandations pour la pratique professionnelle du diagnostic de l'autisme » de 2005. Ces recommandations suggèrent une évaluation pluridisciplinaire du sujet par un ensemble de professionnels formés et expérimentés complétée par les observations parentales recueillies lors d'un entretien structuré.



Selon la CIM 10, l'autisme est caractérisé par la présence, avant l'âge de 3 ans, des symptômes suivants :

- Altération qualitative des interactions sociales réciproques (2 items au minimum);
- Altération qualitative de la communication (1 item au minimum) ;
- Comportement, intérêts et activités restreints, répétitifs et stéréotypés (1 item au minimum) ;

De plus, il y a présence d'anomalies ou d'altérations du développement dans au moins un des domaines suivants :

- Langage ;
- Attachements sociaux sélectifs et interactions sociales ;
- Jeu symbolique ou fonctionnel.

L'autisme est donc un trouble neuro-développemental caractérisé par une triade symptomatique qui affecte de façon plus ou moins sévère les interactions, les intérêts et la communication de l'enfant qui en est porteur.

### **3- Les signes précoces de l'autisme**

Ces signes sont actuellement considérés comme des signaux d'alerte présents avant l'âge de 2 ans. Les signes prédictifs de l'autisme sont importants à prendre en compte afin d'assurer un diagnostic et une prise en charge précoce du sujet. Leur recherche ne fait pas référence aux différents critères énoncés dans la CIM 10 ou le DSM IV. Il faut noter que ces signes servent d'indicateurs mais qu'ils ne sont pas tous présents simultanément au cours du développement. Dans certains cas, ils peuvent apparaître tardivement, vers l'âge de deux ans. Comme l'a énoncé B.Rogé lors d'une conférence « Il ne faut pas rechercher le papillon mais la chenille du syndrome autistique » (2012). Ainsi, les parents peuvent décrire des difficultés à entrer en relation ou encore des difficultés à gérer certains troubles du comportement dans les premières années de vie de leur enfant.

Quelques exemples de l'évolution de la symptomatologie autistique au cours du développement :

De 0 à 6 mois, on relèverait par exemple une impression d'anormalité, un enfant trop calme ou trop agité, une impression d'indifférence à l'environnement ou de surdité, des anomalies motrices...

De 6 à 12 mois, on relèverait un défaut d'attitude anticipatrice, une fuite du regard, un peu de vocalisations...

De 1 à 2 ans, on relèverait une absence ou une stagnation du développement du langage, une absence d'attention conjointe et de pointage déclaratif, présence d'attitudes contemplatives, stéréotypies...

Tableau récapitulatif des signes précoces principalement retrouvés dans le cadre de la symptomatologie autistique (faculté de médecine Pierre et Marie Curie) :

| Catégorie de signes                  | Symptômes  |
|--------------------------------------|--|
| Troubles des conduites sociales      | Aversion pour le contact corporel,<br>Défaut d'attitude anticipatrice.               |
| Troubles pré-langagiers              | Babillage monotone   |
| Retard de développement psychomoteur | Hypotonie<br>Diminution du contrôle postural   |
| Trouble du comportement              | Indifférence par rapport au monde extérieur,<br>Inactivité,<br>Stéréotypies,<br>Cris |
| Troubles fonctionnels                | Vomissement,<br>Anorexie,<br>Insomnie  |
| Absence des organisateurs de Spitz   | Absence de sourire au visage,<br>Absence d'angoisse devant l'étranger                |

#### **4- Epidémiologie de l'autisme**

Selon les études, l'autisme aurait un taux de prévalence de 1.7 à 6 enfants sur 1000 (méta analyse Fombonne de 2009) et toucherait plus fréquemment les garçons avec un sex-ratio de 4 garçons pour 1 fille (Etat des connaissances, Haute Autorité de Santé, 2010). Ces chiffres seraient aujourd'hui en augmentation si on considère les dernières enquêtes épidémiologiques actuelles (Lamontagne, 2011). Des questions se sont alors portées sur les raisons de cette augmentation. Lors des conférences IMFAR 2013 (International Meeting For Autism Research), le docteur C. Gillberg a affirmé lors d'une session sur la sévérité de l'autisme qu'une partie de ces réponses se trouveraient dans l'utilisation de meilleurs outils diagnostics associés à une perspective d'inclusion plus large. Par ailleurs, cette accentuation de la prévalence serait également liée à la présence ou non de certains facteurs socio-environnementaux (toxine, dépression ou cholestérol maternels, insecticides...).

#### **5- Etiologie de l'autisme**

Concernant l'étiologie de l'autisme, on distingue dans la littérature trois approches principales relatives à la génétique, à la neurobiologie et au contexte socio-environnemental du sujet. L'hétérogénéité des différentes approches et des différentes notions qui s'y réfèrent ainsi que l'hétérogénéité retrouvée dans l'expression du syndrome autistique lui-même confirment une étiologie plurifactorielle.

##### **a) L'approche génétique :**

Une origine génétique de l'autisme a été fortement suspectée dès les premières descriptions du syndrome avec L.Kanner en 1943. Ceci est actuellement confirmé grâce aux études portant sur l'héritabilité de l'autisme qui explorent entre autre la généalogie familiale et les cas de jumeaux. Les analyses épidémiologiques montrent que le risque d'avoir un deuxième enfant atteint, dans les familles ayant déjà eu un enfant avec autisme, est environ 45 fois plus important que pour la population générale. Les études sur les jumeaux montrent que si l'un des jumeaux est porteur d'autisme, l'autre a plus de 80% de risques de l'être également.

Des mutations concernant un ou plusieurs gènes seraient considérées comme étant des marqueurs de prédisposition à l'autisme. Par exemple, des mutations altérant deux gènes du chromosome X codant pour des neuroligines 3 et 4 (protéines impliquées dans le fonctionnement synaptique) ont été découvertes en 2003, des mutations sur les chromosomes 16, 15, 7 et 13 seraient également impliquées et retrouvées fréquemment chez les familles ayant au moins deux enfants porteurs d'autisme, etc... Plus de 1000 gènes seraient en cause si on considère les données actuelles.

D'autres études montrent que la présence de Troubles du Spectre Autistique est souvent associée à d'autres syndromes génétiques connus comme le syndrome du X fragile, le syndrome de Rett ou encore la sclérose tubéreuse de Bourneville.

Malgré ces observations, pour la plus grande majorité des personnes porteuses de TSA, les gènes impliqués dans le syndrome autistique ne sont toujours pas clairement identifiés. De plus, il est difficile d'affirmer que l'altération d'un gène en particulier peut avoir un rôle prépondérant dans la survenue du syndrome autistique puisque, si l'on considère les données épi-génétiques, les gènes interagissent entre eux et avec l'environnement.

La découverte des gènes de prédisposition à l'autisme et la poursuite des recherches dans ce domaine permettront néanmoins d'identifier les bases moléculaires impliquées dans l'apparition de ce syndrome. Ces informations seront cruciales pour mieux caractériser l'hétérogénéité du syndrome, cibler les études thérapeutiques et, dans un second temps, contribuer au diagnostic.

## **b) L'approche neurobiologique :**

Cette approche favorise l'idée d'une anomalie de la maturation cérébrale dans l'autisme. Aucune lésion spécifique n'a été identifiée à l'heure actuelle mais différentes études mettent en évidence l'existence de signes de dysfonctionnement cérébral. L'imagerie cérébrale par exemple, montre des différences structurelles de matières au niveau du cervelet, du tronc cérébral, du système limbique et du cortex associatif. Les études neuropathologiques post-mortem (Bailey et al. 1998 Brain ; Kemper et Bauman 2002 Mol. Psychiatry) révèlent des différences de densité neuronale, des anomalies de la migration neuronale et une croissance cérébrale postnatale inhabituelle avec certains cas de macrocéphalie. Certaines de ces

différences peuvent apparaître très précocement ou, au contraire, plus tardivement dans le développement.

On relève également des anomalies neurochimiques comme l'hyperserotoninémie qui semblent corrélées aux troubles neurologiques (Hérault et coll., 1996).

### **c) L'approche environnementale :**

L'approche environnementale se justifie en considérant que l'accroissement de la prévalence relative à l'autisme en moins d'une génération ne peut s'expliquer par les facteurs génétiques de prédisposition. Il apparaît alors nécessaire de considérer les facteurs environnementaux qui, eux, ont considérablement changés. Différentes enquêtes, en grand nombre, ont donc été entreprises par les chercheurs. On peut citer ici les pistes microbiennes (infections), les vaccins, les pistes alimentaires (caséine : protéine du lait), les toxines, les allergies alimentaires, l'analyse urinaire etc...

## **6- Les déficits fréquemment associés au syndrome autistique**

### **a) Retard et hétérogénéité du développement**

Plusieurs études se sont intéressées aux différentes déviances qui concernent les étapes d'acquisition motrices et psychomotrices chez les enfants porteurs d'autisme (Adrien et coll. 1993, Hauck et Dewey 2001, Goldstein et Siegel 1997). Ces dernières sont convergentes dans l'idée qu'il existe des déficits significatifs du fonctionnement moteur et psychomoteur liés à l'autisme qui peuvent être présents dès la première année de vie. Cependant, ces déficits ne sont pas systématiques, même s'ils ont une prévalence non négligeable (Rogé, 2003). Par ailleurs, le développement de l'enfant présentant une symptomatologie autistique présente une grande hétérogénéité. Tous les domaines ne sont pas atteints. Le sujet peut donc posséder des compétences correspondant à son âge réel ou des capacités supérieures à ce qui est attendu à son âge. Ces îlots de compétence sont, dans la plupart des cas, en corrélation directe avec intérêt particulier.

## **b) Les troubles moteurs**

### **Les troubles du tonus et de la posture :**

En ce qui concerne la posture, le sujet porteur d'autisme s'adapte difficilement aux différents facteurs environnementaux qui impliquent des réajustements posturaux tels que les obstacles ou les surfaces instables. Ceci s'explique souvent par un manque d'anticipation posturale et des anomalies liées à la posture elle-même qui concernent soit un segment corporel, soit l'ensemble du corps.

Concernant le tonus, nous savons que dès le plus jeune âge, le sujet porteur d'autisme peut présenter différentes anomalies toniques telles qu'une hypotonie ou une l'hypertonie axiale ou segmentaire, des irrégularités dans le dialogue tonique entre l'enfant et le milieu (tonico-émotionnel ou tonico-sensoriel) ou encore des irrégularités toniques dans l'exécution du mouvement.

### **Les troubles de l'équilibre et de la marche :**

La pathologie autistique s'accompagne parfois de troubles de la locomotion et de l'équilibre. Ces troubles sont en lien avec le niveau d'activité du sujet, la régulation tonique et des difficultés dans le choix d'un référentiel stable ou de la maîtrise progressive des degrés de liberté des articulations du corps (Assainte et Amblard, 1995). Teitelbaum et al (1998) ont rapporté que l'acquisition de la marche bipède n'était pas complète avant l'âge de deux ans chez certains enfants avec autisme. De manière assez générale, on peut observer des caractéristiques déviantes telles qu'une asymétrie anormale entre les mouvements des bras et ceux des jambes, une démarche sur la pointe des pieds, des stéréotypies motrices rythmant la marche.

Les troubles fréquemment retrouvés au niveau de la marche et de l'équilibre seraient liés à une atteinte du cervelet (Hallett et al 1993, Vernazza-Martin et al 2005).

### **Les troubles du mouvement :**

Les coordinations motrices sont fréquemment entravées par des mouvements anormaux et non fonctionnels par rapport à l'activité motrice considérée. D'après les études, les capacités motrices simples sont mieux préservées que les conduites motrices complexes qui impliquent de bonnes capacités de planification et de séquençage de l'action (Roger et coll, 1996). Par

exemple, si l'on considère les coordinations bi-manuelles, on remarque que les personnes avec autisme présentent des difficultés d'organisation praxique qui se traduisent entre autres par des difficultés à coordonner deux actions motrices différentes mais complémentaires.

Ces troubles repérés dans les coordinations manuelles sont également marquées par une perturbation du contrôle et du soutien visuels de l'action. L'étude de Green et al (2009) montre d'ailleurs que les sujets avec autisme présentent des scores de dégradation au M-ABC plus importants dans le domaine des coordinations oculo-manuelles.

### **c) Les troubles du schéma corporel**

Julian de Ajuriaguerra en 1970 propose la définition suivante du schéma corporel : « édifié sur la base des impressions tactiles, kinesthésiques, labyrinthiques et visuelles, le schéma corporel se réalise dans une construction active constamment remaniée par des données actuelles et du passé, la synthèse dynamique, qui fournit à nos actes, comme à nos perceptions, le cadre spatial de référence où ils prennent leur signification ».

En se basant sur cette définition, on comprend que la construction de la représentation du corps est basée sur l'intégration et la synthèse de données plurisensorielles. Ceci suggère également l'intégrité des systèmes de perception et de traitement des informations perçues plus ou moins consciemment. Or, les personnes avec autisme présentent souvent des troubles perceptifs et sensoriels associés entraînant des particularités dans le traitement des informations et freinant le développement sensori-moteur et cognitif du sujet ainsi que la construction des représentations de l'action (C. Assaiante, C. Schmitz-Enfance, 2009-Neoplus). Plusieurs études ont rapporté des liens entre les perturbations du schéma corporel et les comportements de déambulation (manque de repères temporo-spatiaux), la douleur et les conduites auto-agressives (automutilation) ou encore les troubles de la posture et du mouvement.

### **d) Les troubles sensoriels**

Les troubles sensoriels relatifs à l'autisme ont longtemps été ignorés. Cependant, ils sont aujourd'hui reconnus, mieux identifiés et ils font partie intégrante du bilan diagnostique. Une

citation de Temple Grandin en résume bien les conséquences «*Une anomalie dans les systèmes qui traitent les informations sensorielles à leur entrée fait que l'enfant réagit trop à certains stimuli et pas assez à d'autres. Pour contenir l'assaut des stimulations extérieures, l'enfant autiste se replie sur lui-même...* ». Ils sont importants à prendre puisqu'un dysfonctionnement sensoriel entrave les capacités du sujet à donner du sens au monde environnant, ce qui peut entraîner des réponses comportementales inadaptées.

Selon Laurent Mottron, le déficit de base de l'autisme concernerait un traitement perceptif dit de « bas niveau ». Ainsi les sujets avec autisme traiteraient spontanément les propriétés élémentaires de ce qu'ils perçoivent notamment dans les domaines visuel et auditif. D'autres auteurs suggèrent un déficit dans le traitement des informations complexes uniquement.

Les particularités sensorielles repérées peuvent s'expliquer par la notion de « seuil perceptif ». Ainsi, un seuil perceptif trop bas entraîne une hyperstimulation sensorielle. A l'inverse, un seuil perceptif trop élevé entraîne une hypostimulation sensorielle. Par ailleurs, la personne avec autisme possède souvent une certaine hétérogénéité dans ses compétences perceptivo-sensorielles. Sur le plan comportemental, ceci se traduit notamment par une recherche active de stimulations (stéréotypies), par des conduites d'évitement face à certaines sensations désagréables ou encore par des manifestations anxieuses qui permettent de contrebalancer ces variations.

Concernant le diagnostic, le profil sensoriel peut être utilisé. Il s'agit d'un questionnaire que les parents peuvent remplir afin de fournir des renseignements précieux relatifs à différentes modalités sensorielles. Il s'agit d'une « photographie » actualisée de l'enfant faisant référence à différentes situations liées à un domaine perceptivo-sensoriel particulier.

### **e) Les troubles de l'imitation**

La plupart des auteurs décrivent un déficit qualitatif au quantitatif de l'imitation gestuelle chez les enfants avec autisme. Cependant, Jacqueline Nadel souligne le fait que toutes les évaluations relatives à l'imitation ne se font qu'à partir de tâches où l'on demande au sujet d'imiter des actions qui n'ont pas d'objectif immédiat et intéressant. En situation d'interaction avec d'autres enfants, elle observe des comportements d'imitation spontanée chez certains enfants avec autisme, ce qui permet de constituer un socle d'interaction avec le partenaire. Selon elle, le déficit imitatif repéré porterait principalement sur l'imitation



différée, qui fait intervenir les fonctions exécutives et les capacités de représentation que l'on sait déficientes dans l'autisme.

## **f) Les troubles cognitifs**

### **Le retard mental :**

Le retard mental est très fréquemment retrouvé dans le cadre de la pathologie autistique. Il concernerait selon les études 70 à 75% des cas (40% de retard mental profond et 30% de retard mental léger). De manière générale, les sujets porteurs d'autisme auraient un QI performance supérieur au QI verbal. Une exception concernerait les sujets atteints du syndrome d'Asperger qui présentent un QI verbal supérieur au QI performance notamment dans l'enfance.

### **Fonctions exécutives :**

Plumet, Hugues, Tardif, Mouren-Siméoni (1998) considèrent les fonctions exécutives comme étant « un ensemble d'opérations mentales permettant le contrôle et l'exécution d'activités finalisées. Celles-ci comprennent : la planification stratégique de séquences d'actions en fonction d'un but représenté et maintenu en mémoire de travail, l'inhibition des réponses prépondérantes ou routinières qui entrent en compétition avec l'atteinte du but, la flexibilité et l'ajustement attentionnel sélectif au contexte. »

#### **■ Les troubles attentionnels**

Les sujets avec autisme présentent des difficultés dans les différentes modalités attentionnelles. *William James définit l'attention comme* « la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles [...] Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres ». Dans cette définition William James fait également référence aux mécanismes de contrôle attentionnel qui sont régis par d'autres fonctions exécutives tels que les capacités d'inhibition et de flexibilité mentale qui seront traitées par la suite.

Dans le cadre de la pathologie autistique, on retrouve un déficit d'attention sélective. Les sujets éprouvent des difficultés à mobiliser leur attention sur un stimulus précis tout en inhibant la perception des stimuli environnants. Ceci a notamment été démontré par l'étude de

Burack (1994) portant sur l'impact de la charge perceptive dans les capacités de filtrage attentionnel.

On relève également des difficultés dans l'attention soutenue. En effet, les sujets avec autisme éprouvent des difficultés à maintenir leur niveau d'éveil qui s'expliquerait par une distractibilité sensorielle, par des difficultés à hiérarchiser les informations perçues, par un état d'indifférence.

Pour finir, on relève également des difficultés dans le domaine de l'attention divisée, qui est la capacité à traiter simultanément plusieurs sources de stimuli, et dans le domaine de l'attention conjointe qui peut être définie comme le désir à attirer l'attention d'autrui sur un objet, une activité ou un état particulier.

### ■ Les troubles de l'anticipation

L'anticipation consiste à prévoir les conséquences d'une action orientée vers soi ou dirigée vers le milieu tout en contribuant à son contrôle et sa régulation. Cette fonction est particulièrement déficitaire chez les enfants porteurs de TSA. Elle se caractériserait entre autre par une altération dans la construction des représentations de l'action ce qui altérerait la motricité intentionnelle. Schmitz et Forssberg (2005) soulignent que « des représentations mentales, difficiles à élaborer ou mal utilisées, pourraient expliquer les déficits dans les interactions avec l'environnement, caractéristiques de l'autisme. Il se pourrait qu'un mécanisme commun limite ou perturbe la construction des représentations de l'action et par là même des représentations sociales ».

### ■ Les troubles de la planification et de l'organisation

Les troubles de l'organisation et de la planification font référence à des déficits présents dans les processus de hiérarchisation temporel d'une séquence d'actions à mettre en œuvre pour atteindre un but. Cette capacité est étroitement liée aux processus attentionnels et à la mémoire de travail qui doivent se focaliser sur l'action en cours mais également sur le but à atteindre. Comme le souligne Mesibov (1995), cette double capacité pose particulièrement problème aux sujets porteurs de TSA. Selon certains auteurs, cette capacité implique également des stratégies de régulation émotionnelle.

Sur le plan moteur, ceci se traduit par des difficultés à séquencer, organiser, planifier et anticiper les conséquences probables d'une action motrice (Hugues, 1994).

## ■ Les troubles de la flexibilité mentale

Cette habileté permet au sujet de s'adapter aux contraintes imposées par l'environnement et de faire face à une situation nouvelle, imprévue.

Dans le cadre de la pathologie autistique, ces troubles de la « souplesse cognitive » sont prépondérants et se traduisent au niveau comportemental par des persévérations et des défauts de régulation émotionnelle face à une situation non anticipée. Ces particularités retrouvées chez la plupart des personnes avec autisme entravent d'un point de vue thérapeutique la généralisation des apprentissages. Ainsi, le sujet porteur de TSA attribue un mode opératoire particulier à un contexte spécifique. Il est par ailleurs difficile pour ce dernier de procéder à des modifications dans les stratégies préalablement établies en fonction d'une information nouvelle ou de passer aisément d'une tâche à un autre.

## ■ Les troubles de l'inhibition

L'inhibition fait référence à la capacité du sujet à annihiler une réponse, une action ou une stratégie automatique et spontanée lorsqu'elle n'est plus adéquate au contexte. Elle permet également de faire abstraction des stimuli non pertinents par rapport à la réalisation d'une tâche spécifique.

Concernant les déficits observés, les résultats diffèrent selon les tests utilisés et les études. Par exemple, des difficultés d'inhibition sont retrouvées avec l'utilisation du Trail Making Test (Goldstein et al 2001) alors qu'avec le Stroop (Ozenoff et Jensen 1999), le Go no Go (Happé et al. 2006), la statue de la NEPSY (EM Mahone, SK Powell, CW Loftis et al 2006) ne relèvent pas de particularités spécifiques à l'autisme. On peut donc supposer que les mécanismes d'inhibition ne sont que partiellement altérés.

## **La cohérence centrale**

On parle souvent de « faiblesse de cohérence centrale » pour les personnes avec TSA. Cette théorie développée par Uta Frith (1989) fait référence à la capacité du sujet à regrouper différentes informations pour en faire la synthèse et les lier en un ensemble cohérent et corrélable à un contexte donné. Selon cette théorie, les sujets avec autisme auraient des difficultés d'intégration fonctionnelle de l'information. Ils percevraient le monde de façon plus fragmentée en intégrant les informations perçues par des processus de catégorisation moins cohérents. S'ajouteraient à cela des difficultés à percevoir la signification qui lie une

perception donnée à un contexte de référence. On comprend alors que l'intégration et la généralisation d'une information perceptive nouvelle à un contexte plus général sont également déficitaires chez les sujets porteurs de TSA. Par ailleurs, cette hypothèse permettrait en outre d'établir un corrélat avec les comportements restreints et l'attachement au détail qui sont souvent observés dans le cadre de la pathologie autistique.

### **g) Les troubles du comportement**

Les troubles comportementaux observés chez les sujets avec autisme relèvent principalement de déficits dans les domaines de la communication et de l'interaction sociale. Il compense donc ses difficultés langagières au moyen « d'outils comportementaux » qui lui sont accessibles tels que le repli, l'agressivité, les cris, les comportements d'automutilation... Les troubles comportementaux principalement retrouvés sont :

- L'inconscience du danger : le sujet porteur de TSA ne perçoit pas les dangers qui l'entourent. La connaissance du sujet n'est pas fondée sur l'expérience. Ainsi, un acte dangereux peut être reproduit quelques instants plus tard.
- Les troubles alimentaires : Le sujet porteur de TSA peut par exemple refuser certains aliments (tri alimentaire), manger sans tenir compte de la régularité des repas ou de l'état de satiété. Par ailleurs des troubles de la déglutition sont fréquemment relevés.
- Les troubles du sommeil : Les insomnies sont fréquentes. On note qu'il existe également des difficultés à attribuer le lit comme étant un espace pour dormir. Le sujet peut donc vouloir dormir dans un lieu inadéquat.
- Les troubles de la propreté : Ils sont rencontrés fréquemment chez l'enfant porteur de TSA. Certains par exemple aiment jouer avec leurs excréments ou n'ont qu'une acquisition tardive de la propreté diurne et nocturne. La propreté ou la saleté n'auraient qu'une valeur sociale dont l'enfant n'a pas conscience. Les troubles repérés dans ce domaine peuvent constituer un véritable frein aux apprentissages et à la prise en charge.

## **h) Les troubles psychiatriques**

Les troubles psychiatriques associés à l'autisme sont courants (10% à 70% selon les études) et multiples. Ils sont à corrélés avec le développement socio-émotionnel de l'enfant et ils se caractérisent par des manifestations anxieuses, des phobies ou des obsessions diverses qui peuvent s'installer de façon durable dans l'enfance pour s'amplifier à l'adolescence. Ghaziuddin et col. (2005) soulignent le fait que ces troubles psychiatriques pourraient être à l'origine des troubles comportementaux retrouvés chez les sujets avec autisme ayant un niveau très déficitaire.

## **B-Le mouvement intentionnel dans l'autisme**

L'analyse quantitative des performances motrices chez les personnes porteuses de troubles du spectre autistique à l'aide d'épreuves standardisées révèlent des déficits et des caractéristiques spécifiques par rapport à la norme. Ces anomalies peuvent être observées dans la petite enfance (Brian et al 2008; Provost et al 2007; Teitelbaum et al 1998), l'enfance et l'âge adulte (Fournier et al 2010). Leur prévalence varie selon les études entre 21% et 100% (Ghaziuddin et al 1994; Green et al 2002; Manjiviona et Prior 1995), soulignant ainsi que la déficience motrice, bien qu'elle soit potentiellement variable, est un aspect important à prendre en compte dans le cadre de la pathologie autistique.

En effet, le développement de l'enfant, quel que soit le domaine considéré (moteur, cognitif, affectif), résulte de la maturation cérébrale et de l'interaction avec l'environnement. La motricité, la cognition, les affects agissent également comme catalyseurs développementaux en permettant au sujet de multiplier ses expériences sensori-motrices dans le milieu, constituant alors la base de l'autonomie et de la socialisation.

Cependant, la compréhension actuelle du fonctionnement moteur dans le cadre de la pathologie autistique se voit limitée notamment par le fait qu'il est difficile de savoir si les troubles moteurs observés sont spécifiques à l'autisme ou s'ils sont attribuables voire similaires aux nombreuses pathologies neuro-développementales associées. Par ailleurs, l'approche quantitative de ces déficits moteurs ne permet pas d'explorer les processus sous-jacents de la motricité tels que la sensorialité du mouvement, la planification du mouvement ou encore les différents aspects du contrôle moteur. Par conséquent, il est difficile de savoir quels

sont les processus spécifiquement atteints dans le cadre de la pathologie autistique. Cela nécessite donc une approche qualitative des troubles moteurs.

## **1- Rappels la réalisation d'un mouvement intentionnel (Modèle de Wolpert)**

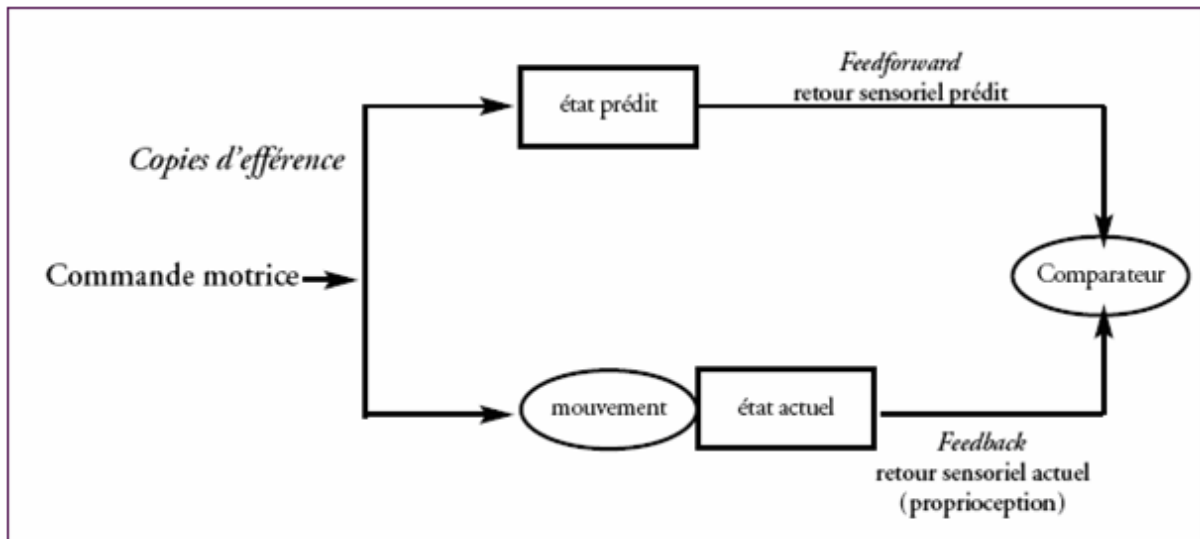
La réalisation d'un mouvement intentionnel implique une succession d'étapes de traitement de l'information :

- L'identification du stimulus se fait par la sélection et l'intégration des informations provenant des organes des sens.
- Vient ensuite la sélection d'une réponse motrice (programme moteur généralisé) corrélée au contexte et au but à atteindre avec en parallèle, la construction d'une représentation des conséquences sensorielles du mouvement appelée « copie d'efférence ».

Le programme moteur généralisé constitue une catégorie particulière de mouvements. Il contient des informations relatives à l'organisation générale du mouvement en termes de trajectoire, d'amplitude ou d'effecteur à mobiliser. Il contient également des informations spécifiques à la tâche comme la vitesse ou la force qu'il semble falloir pour atteindre le but recherché.

- L'exécution du programme moteur généralisé par les effecteurs est ensuite soumise à différents modes de contrôle liés à la vitesse du mouvement :

Dans le cas de mouvements lents, les rétrocontrôles sont effectués à partir des feedback sensoriels alors que pour les mouvements rapides, les ajustements sont effectués à partir des variations repérées entre les conséquences sensorielles perçues et les conséquences sensorielles anticipées sur la base de la copie d'efférence (Albaret et Soppelsa, 2007).



Il faut noter que les systèmes de contrôle moteur ne sont pas fixés dès la naissance. Leur mise en place résulte des multiples expériences sensori-motrices du sujet en lien avec l'environnement. Par ailleurs, ces apprentissages ne sont pas fixés. Ils évoluent continuellement afin que le sujet puisse s'adapter aux différents changements qui surviennent dans le milieu.

## 2- La prise d'information

### a) Les afférences sensorielles

Les afférences sensorielles comprennent l'ensemble des informations perceptives détectées par les organes des sens qui sont transmises au cerveau. Elles ont pour but d'identifier les stimuli relatifs à l'environnement et à la position de notre corps dans le milieu. D'autres permettent de détecter la position relative des différents segments corporels.

### b) Les récepteurs sensoriels

Les récepteurs visuels (photorécepteurs) sont situés dans la rétine. Les récepteurs de la vision centrale situés dans la fovéa permettent la prise d'indices ciblés dans le milieu tandis que les récepteurs de la vision périphériques contribuent la perception de mouvement. La vision

contribue au positionnement ou à l'orientation des différents segments corporels en fonction de ce qui est perçu de l'environnement.

Les récepteurs vestibulaires sont localisés dans l'oreille interne. Ils sont sensibles à la position de la tête par rapport à la verticale ainsi qu'aux différents mouvements de la tête. Ces récepteurs contribuent au maintien constant du champ visuel et de l'équilibre.

Les récepteurs somesthésiques incluent les récepteurs tactiles, proprioceptifs, musculaires et tendineux ainsi que les récepteurs articulaires. Ils renseignent le sujet des caractéristiques du milieu ou du corps en dehors de toute afférence visuelle.

### **c) Le traitement sensoriel**

Le traitement des informations sensorielles requiert l'intervention de différentes structures (moelle épinière, tronc cérébral, cortex) selon le degré de complexité de la réponse à fournir.

Les données relatives au traitement sensoriel de base chez les sujets avec autisme sont controversées. Les études décrivent des cas d'hypo ou d'hypersensibilité relatifs à certains domaines de la sensorialité. Par exemple, le sujet peut être hypersensible aux stimuli visuels ou tactiles entraînant chez ce dernier des comportements d'évitement. Il existe cependant une grande variabilité inter et intra individuelle (Baranek et al. 2006; Crane et al. 2009).

Néanmoins, des études plus quantitatives sur la perception visuelle, tactile et proprioceptive chez les sujets porteurs de TSA n'indiquent aucun déficit significatif par rapport à la norme concernant le traitement sensoriel de base (Bertone et al. 2005; de Jonge et al. 2007; Pellicano et Gibson 2008; O'Riordan et Passetti 2006). Certains sujets seraient même plus performants dans la détection de certains stimuli (Blakemore et al 2006; Cascio et al. 2008; Tommerdahl et al. 2007).

La différence se trouverait au niveau de l'interprétation et de l'intégration des différentes informations perçues (Jolliffe et Baron-Cohen 1997; Shah et Frith, 1993). Ainsi, l'hypersensibilité visuelle, la capacité accrue à se focaliser sur le détail (par opposition à un style perceptif global) (Joseph et al 2009; Kemner et al. 1998) associées à la faiblesse de cohérence centrale pourraient contribuer aux déficits moteurs observés dans le cadre de la pathologie autistique. Ce lien entre les informations perceptives et le contrôle du mouvement



a été étudié par Milne et al. (2006) qui montrent qu'il existe bien une corrélation entre le sens qui est attribué au mouvement et le niveau de performance motrice.

#### **d) L'estimation de l'état**

En général, pour créer ou actualiser un schéma moteur, le cerveau a recourt à une estimation de la localisation du corps dans le milieu ainsi que d'une représentation sensorielle prédictive de l'emplacement, du poids, de la vitesse ou de la direction d'une cible particulière.

*Par exemple, lorsque je dois rattraper une balle de tennis, je dois estimer la distance et l'unité de temps qui séparent la position mon corps dans l'espace de la position finale de la balle que je prédis. Pour ce faire, j'ai besoin d'analyser visuellement la trajectoire et la vitesse de la balle afin de calculer la zone dans laquelle j'aurai le plus de chance de réceptionner la balle.*

La vision seule a donc un rôle majeur dans le ciblage des indices du milieu tandis que la vision, couplée aux entrées proprioceptives et tactiles permet de déterminer l'emplacement et la posture du corps dans le milieu. Par ailleurs, la représentation sensorielle prédite de la cible peut également faire appel aux souvenirs sensori-moteurs préalablement acquis par l'expérience répétée de la tâche. Ceci fait référence à la notion « expert-novice » qui s'observe notamment dans le cas de mouvements rapides.

*Prenons pour exemple le cas où l'on place un sujet expérimenté à la pratique du baseball et un sujet n'ayant jamais ou peu pratiqué ce sport devant un lanceur de balle. On remarque que plus la vitesse des lancers est importante, plus l'écart de performance entre l'expert et le novice se creuse. Ceci s'explique par le fait que l'expert a acquis au préalable les schémas moteurs adéquats (patterns) pour répondre efficacement à ce type de tâche.*

Le fait de rassembler tous ces différents signaux perceptifs est une forme d'intégration multi-sensorielle. Les enjeux relatifs à cette notion sont de deux ordres :

- Le premier est de savoir quels signaux peuvent être intégrés pour être cohérents avec ce qui est présenté. *Exemple : « Est-ce que dans un souci de cohérence, le son métallique que je perçois peut être attribué à la sonnerie du téléphone ou plutôt à la cuillère qui frappe les bords de ma tasse ? ».*

- Le deuxième est de savoir comment pondérer les différentes sources d'informations de façon appropriée pour utiliser au mieux les données disponibles. *Exemple : « Quand le téléphone sonne pendant la journée, j'utilise la localisation visuelle pour être efficace. Cependant, quand le téléphone sonne et que je n'allume pas la lumière, mes afférences visuelles sont limitées. Je privilégie donc mes afférences proprioceptives, tactiles et sonores pour m'orienter. »*

A ce jour, il existe peu d'études quantitatives relatives à l'intégration multi-sensorielle chez les sujets avec autisme. Il semble néanmoins que les sujets porteurs de TSA intègrent les différents stimuli (notamment sonores et visuels) sur un laps de temps plus long que les sujets normaux (FossFeig et al. 2010; Kwakye et al. 2011).

L'expérience de l'illusion de la main en caoutchouc a été employée par Cascio et al. (2012) afin d'analyser les liens existant entre la vision, le tact et la proprioception. *Dans cette expérience, le sujet pose les mains sur la table. L'une est masquée par un écran afin de couper toutes les afférences visuelles qui lui sont relatives. Une main en caoutchouc est alors déposée sur la table en face du sujet à côté de la main masquée. L'examineur caresse ensuite de façon synchrone la main non masquée du sujet et la main en caoutchouc. Au bout d'un certain temps, l'examineur plante une aiguille dans la main en caoutchouc sans prévenir le sujet, ce qui engendre des comportements de retrait.* On peut déduire de cette expérience que les informations visuelles supplantent les informations tactiles et proprioceptives. Cependant, ces comportements sont observés plus tardivement chez les sujets porteurs de TSA. Ceci suggère que chez ces derniers, les informations proprioceptives et tactiles sont relativement indépendantes des informations visuelles si l'on considère la norme.

Par ailleurs, des études récentes portant sur des sujets « neurotypiques » uniquement, ont révélé l'importance des liens existant entre l'intégration multi-sensorielle, la perception et le contrôle moteur (Binda et coll.2007; Shams et coll.2011; Wozny Shams et coll. 2011). Ainsi, malgré le manque d'études relatives à ce sujet chez les individus avec autisme, on peut émettre l'hypothèse qu'une pondération sensorielle inappropriée pourrait éventuellement conduire aux inexactitudes repérées dans le contrôle de mouvements lents.

### **3- Sélection et programmation motrice**

#### **a) La planification et le temps de réaction**

La planification motrice consiste à convertir l'état actuel (*Exemple : La paume de ma main est orientée dans un plan frontal*) et l'état désiré (*Exemple : Je souhaiterais mettre la paume de ma main dans un plan horizontal*) en une séquence de commandes motrices. Dans le langage informatique, il s'agit là d'un « problème inverse » qui est géré par un « modèle inverse ». De manière générale, la planification a lieu avant que le mouvement ne soit initié. Cependant, le modèle inverse est présent afin de poursuivre le contrôle de l'action et de corriger les éventuelles erreurs qui surviendraient lors de l'exécution du mouvement.

On considère souvent la planification comme une sorte de hiérarchisation du mouvement. Par exemple : si l'on considère le but abstrait « attraper une balle », il est nécessaire de décomposer le but à atteindre en sous-unités d'actions, de les ordonner selon une chronologie bien précise tout en considérant l'ensemble des particularités liées à chaque sous-unité d'action.

Les fonctions exécutives telles que la mémoire ou l'attention permettent le maintien de l'ordre séquentiel de chaque sous-unité d'action à effectuer, tout en maintenant le niveau d'éveil requis pour atteindre le but recherché.

Actuellement, nous savons que les personnes avec autisme présentent entre autre des anomalies liées aux fonctions exécutives (Corbett et al 2009). Il convient donc de s'intéresser aux contrôles moteurs exigeant un faible degré de planification pour limiter les biais de son étude.

Afin d'évaluer le plus précisément possible les capacités de planification motrice, les chercheurs se sont intéressés au temps de réaction présent avant tout mouvement. Ce dernier fournit des informations précieuses sur le temps de formulation du plan moteur adéquat pour atteindre le but recherché. Selon les études, les sujets avec autisme présenteraient un temps de réaction significativement plus important que les groupes contrôles (Glazebrook. et al. 2008, 2009, Mari et al. 2003; Nazarali et al. 2009; Rinehart et al.2001). Cependant, les études portant sur les temps de réaction en saccades ne montrent pas de différences particulières entre les groupes porteurs de TSA et le groupe témoins (D'Cruz et al 2009;. 2002 Goldberg et al.; Luna et al. 2007; Mosconi et al. 2009).

## **b) Des anomalies dans le transfert des connaissances du mouvement**

Un premier enjeu relatif à la planification motrice concerne le stockage et le déploiement de la connaissance du programme moteur approprié afin de compléter l'objectif recherché de façon efficace. *Par exemple, il s'agit de la connaissance de la manière dont on doit orienter la main pour un mouvement de réception de balle.*

On attribue le terme de « dyspraxie » à la perte de cette connaissance de l'action. Les études montrent que les sujets porteurs de TSA présentent des performances significativement plus faibles que les groupes contrôles lorsqu'on leur ordonne d'exécuter un geste (« *Secoue les bras* ») ou lorsqu'on leur demande de mimer un geste de la vie quotidienne en l'absence de l'objet (« *Brosses toi les dents* ») (Dewey et al 2007; Dowell et al 2009; Green et al. 2002). Il en est de même lorsque les batteries de tests sont utilisées.

Les études font donc l'hypothèse de déficits spécifiquement liés à l'organisation des connaissances motrices impliquées dans la réalisation du mouvement. Les erreurs les plus communément retrouvées chez les sujets porteurs de TSA porteraient sur les délais de réponse, la force, la séquence du mouvement à produire ou encore sur l'utilisation d'une partie du corps de façon instrumentale (*Utiliser son doigt pour « se brosser les dents »*) (Mostofsky et al. 2006). Les personnes avec autisme étant en capacité de reconnaître l'objet à mimer ou le geste symbolique à effectuer, il s'agirait bien-là d'une anomalie survenant lors du transfert des connaissances motrices en mouvement.

## **c) Des anomalies de l'organisation séquentielle de l'action**

Planifier consiste également à sélectionner et à ordonner une séquence d'actions de façon à ce qu'elle soit peu coûteuse pour le sujet mais tout aussi efficace pour atteindre l'objectif fixé.

De nombreuses recherches se sont intéressées aux processus de planification de l'action chez les personnes avec autisme. Hughes (1996) notamment, mène une étude visant à étudier la planification des mouvements de préhension chez les sujets porteurs d'autisme. Les résultats indiquent que ces sujets ont tendance à employer, dans un premier temps, les actions les plus confortables d'un point de vue postural pour ensuite terminer la tâche par les actions les plus contraignantes. Ces résultats suggèrent que les sujets avec autisme ne prennent pas en compte la fin de la tâche à accomplir quand il s'agit de planifier une séquence d'actions.

Cependant, des études plus récentes, notamment celle de Hamilton et al. (2007) qui porte sur des tâches de préhension similaires, ne montrent pas de différences significatives entre le groupe de sujet avec autisme et le groupe témoin.

En comparant ces deux études, les auteurs se sont accordés pour dire que ce type de tâche reflèterait plus l'expérience motrice des sujets plutôt que la planification du mouvement elle-même. Ainsi, les sujets ayant eu d'avantage d'expériences sensori-motrices dans ce domaine reproduiraient des mouvements plus adéquats. Ceci suggère que les sujets ayant participé à l'étude de Hughes (1996) sont éventuellement plus jeunes que ceux ayant participé à l'étude de Hamilton et al. (2007) ou que les sujets de Hughes possédaient un niveau moteur plus déficitaire.

#### Les types de séquence :

Une approche alternative à la compréhension du séquençage de l'action concerne la façon dont les différentes sous-unités d'action sont liées entre elles. Cette approche fait référence aux notions de « chevauchement » ou de « chainage » des différentes sous-unités d'action (Berstein1967; Gobetetal.2001).

Certaines études suggèrent que les enfants avec autisme ont des difficultés dans les tâches impliquant des actions en chaîne. L'expérience électromyographique de Cattaneo et al. (2007) montre que, sur une tâche de prise alimentaire, les sujets « neurotypiques » mobilisent les muscles de la sphère orale avant que la main n'atteigne l'aliment. Cependant, l'électromyogramme des enfants avec autisme enregistre un début d'activité musculaire au niveau de la bouche seulement lorsque l'aliment a été saisi.

Fabbri-Destro et al. (2009) s'intéressent à la cinétique d'exécution de la séquence motrice sur une tâche de chainage qui consiste à ramasser un objet pour le placer ensuite dans un récipient ayant une fente plus ou moins large. Les résultats de cette étude montrent que le groupe de sujets témoins a tendance à ralentir l'action finale de la séquence motrice (loi de Fitts 1954), contrairement au groupe avec autisme, lorsque la fente du récipient est étroite. Les sujets porteurs de TSA ne prendraient pas en compte l'action finale qui consiste ici à insérer l'objet dans la fente du récipient. Par ailleurs, ceci pourrait résulter d'une surestimation de la faible taille de la zone d'insertion du récipient tout en faisant abstraction des variables cinétiques que ce type de tâche exige.

Pour finir, le comportement moteur de certains sujets peut être corrélé avec le niveau de quotient intellectuel (QI). Plus le QI du sujet est déficitaire, plus son organisation motrice se révèle désynchronisée. Ainsi, le niveau d'élaboration, de générativité cognitive, entrerait en ligne de compte pour expliquer certains déficits de planification. Il existe cependant une hétérogénéité importante des performances selon les sujets considérés.

#### **4- Contrôle postural et anticipation motrice**

Ces deux notions que sont le contrôle postural et l'anticipation motrice, ont un rôle clé dans le développement psychomoteur de l'enfant. En effet, le mouvement est par nature, déséquilibrant puisqu'il change l'organisation spatiale et temporelle des différents segments corporels et par conséquent, la position du centre de gravité. Or, le contrôle postural et l'anticipation du mouvement permettent de fournir les stratégies nécessaires au maintien antigravitaire et à l'élaboration d'un système de repérage stable. Ces notions apparaissent alors comme fondamentales pour l'acquisition d'habiletés motrices complexes et pour l'adaptation de l'individu aux contraintes environnementales.

Les ajustements posturaux retardés dépendent des informations sensorielles rétroactives (feedback). Ils permettent de réagir à un déséquilibre induit par l'environnement. Ils sont à distinguer des ajustements posturaux anticipés qui permettent, lors d'un mouvement volontaire déséquilibrant, de minimiser les perturbations de l'équilibre et de la posture liées à l'action de l'individu sur l'environnement (feed forward).

##### **a) Les ajustements posturaux consécutifs (feedback)**

Le maintien de la posture est possible en raison de processus de modulation tonique et de l'intégration d'un ensemble d'informations sensorielles qui contribuent à la stabilité du corps en situation dynamique ou statique. Selon Marianne Jover (2000), le développement de l'enfant suivrait une trajectoire non linéaire concernant les capacités de contrôle postural. Par ailleurs, elle souligne le fait qu'il existerait une prédominance de l'intégration des informations visuelles jusqu'à l'âge de 4 ans qui ne se coupleraient que dans un second temps aux informations vestibulaires et somato-sensorielles.

Concernant les sujets avec autisme, les études posturo-métriques ont relevé l'existence de nombreuses variations relatives au maintien de la station debout et aux transferts du poids du corps lors de la mise en mouvement. Ces particularités repérées seraient expliquées en partie par un défaut présent dans l'intégration des feedback sensoriels en lien avec la prédominance du traitement focal des informations perceptives (Happé et Frith, 2006). Ceci est confirmé par les études qui montrent que les sujets avec autisme ont une plus grande dépendance aux informations visuelles statiques (Molloy et al. 2003). Par complémentarité, les travaux de Gepner et al. (1995) suggèrent que les sujets porteurs d'autisme présentent une moins grande sensibilité au mouvement (informations visuelles dynamiques) qui peut être en partie compensée si on ralentit les afférences visuelles (Lainé, 2011). Ainsi, l'intégration d'informations visuelles complexes liées au mouvement impliquerait un temps de traitement plus important entraînant une plus faible réactivité posturale.

### **b) Les ajustements posturaux anticipés (feedforward)**

Les perturbations de l'équilibre liées aux mouvements volontaires de l'individu impliquent la mise en œuvre d'adaptations toniques anticipées et coordonnées. Ces adaptations sont élaborées à partir de la représentation des conséquences sensorielles de l'action acquise au cours du développement et lors des diverses expériences sensori-motrices de l'enfant (copie d'efférence). Les ajustements posturaux anticipés sont compris dans le programme moteur à l'origine de l'action. Comme ce dernier, ils sont donc régis par les contraintes du milieu, les objectifs du sujet et des systèmes de représentation de l'action.

Schmitz et al. (2003) se sont penchés sur l'étude des ajustements posturaux anticipés en élaborant une expérience à partir d'une tâche de délestage bi-manuelle connue sous le terme de « paradigme du garçon de café ». *Ainsi, chaque groupe d'enfants devait soulever de la main droite un poids préalablement posé sur un plateau maintenu à l'horizontale par la main gauche. L'activité électrique des muscles de l'avant-bras est mesurée par électromyographie.* Les résultats de cette étude ne montrent pas de différence significative en termes de performance parmi les deux groupes. Cependant, les sujets avec autisme emploieraient une stratégie d'exécution différente de celle employée par le groupe témoin. En effet, Schmitz et al. observent que les enfants avec TSA ont tendance à ralentir significativement le délestage afin de majorer les afférences proprioceptives provenant du bras gauche. Par ailleurs le schéma de contraction employé par le groupe avec autisme semble plus instable que le

schéma de contraction employé par le groupe témoin. D'après cette expérience, il semblerait que les sujets avec autisme corrigent les variations à postériori plus qu'ils ne les anticipent.

## **C- Les perspectives de traitement par les nouvelles technologies**

### **Introduction :**

Par le passé, de nombreux groupes de recherche se sont essentiellement focalisés sur le caractère néfaste que pouvait avoir l'emploi excessif des écrans ou de certains jeux vidéo sur le développement sociocognitif et émotionnel de l'enfant (Griffiths, M. 2002). Cependant, on constate actuellement que l'utilisation des nouvelles technologies dans les sphères éducatives, thérapeutiques et cliniques connaît un essor considérable. Par conséquent, de nombreux travaux se sont intéressés aux potentialités multiples que pourrait apporter l'emploi des vidéos/DVD, de l'ordinateur, des tablettes tactiles, de la télécommunication, des consoles ou encore des robots dans le champ du handicap et plus particulièrement dans la prise en charge clinique voire diagnostique de l'autisme (Goodwin, 2008 ; Bölte, 2010 ; Firth, 2012).

### **1- Le potentiel éducatif et thérapeutique des Jeux Vidéo**

De manière générale, le système numérique employé propose au sujet une situation virtuelle associée à un objectif bien particulier et plusieurs possibilités de réponse. Après une analyse de la situation, le sujet agit sur le système afin de « matérialiser » un choix. En cas de succès, la réponse du sujet est renforcée positivement par une animation sonore et/ou visuelle. Le système propose alors une situation nouvelle associée à de nouveaux objectifs. Dans le cas d'un échec face à la situation proposée, le sujet est amené à rejouer le niveau.

Le potentiel des jeux vidéo résulte de leur accessibilité, de leurs situations relativement intuitives et ludiques, de leur système de progression par essai-erreur et de la perception immédiate du degré de performance du sujet par le score affiché (Stora 2004 ; Virole 2005).

Afin de se voir octroyer les termes de « thérapeutique » ou d'« éducatif », le jeu vidéo considéré doit établir un lien clair entre les compétences qu'il mobilise, et les connaissances



théoriques du thérapeute ou de l'enseignant relatives au développement de ces mêmes compétences, mais également aux processus cognitifs qui les sous-tendent.

Ces notions, relatives aux champs thérapeutiques et éducatifs, sont donc indissociables de la notion d'« apprentissage ». Qu'il soit cognitif ou moteur, un apprentissage se définit comme étant « l'ensemble des processus de mémorisation mis en œuvre par l'animal ou l'homme pour élaborer ou modifier des schèmes comportementaux spécifiques sous l'influence de son environnement et de son expérience » (Larousse).

Dans le domaine de l'éducation, de nombreux logiciels visant à développer des compétences scolaires sont employés à des fins de « divertissement éducatif » (Griffiths, M. (2002). Les études semblent indiquer que les enfants préfèrent clairement cette approche de l'apprentissage qui se caractérise par leur aspect ludique (Blechman et al, 1986; Okolo, 1992). Ce type d'approche augmenterait donc le degré de participation et de motivation du sujet tout en l'incitant, de façon implicite, à apprendre ou à stimuler des compétences.

Dans le domaine clinique, on relève de la part de nombreux praticiens, la mise en place d'ateliers thérapeutiques collectifs ou individuels liés à l'utilisation des nouvelles technologies. Ils ont pour but de proposer notamment une alternative à la situation duelle patient-thérapeute, ce qui peut être confortant pour le sujet. En effet, l'échec face à la machine se fait sans jugement de valeur ce qui peut limiter les sentiments de dévalorisation du sujet.

Par ailleurs, les jeux vidéo permettent de fournir un cadre contenant à la prise en charge par un ensemble de règles et de limites liées au « gameplay ». De nombreux travaux se sont également attachés à évaluer leurs effets sur différents types de handicap (Pearson & Bailey, 2007 ; Bailey, 2006 ; Gotsis, 2010).

## **2- Nouvelles technologies et Troubles du Spectre Autistique**

Ces dernières années ont été marquées par un accroissement considérable des études relatives à l'innovation technologique au service de l'autisme. Ceci est notamment confirmé par Bölte (2010) qui montre que lors des conférences IMFAR (International Meeting For Autism Research), le nombre de présentations portant sur les nouvelles technologies et l'autisme, est passé de huit en 2004 à plus de trente en 2008. Une rubrique leur a donc été spécialement dédiée.

Ces recherches portent notamment sur les habiletés sociales (Golan, & Baron-Cohen 2006 ; Costentin et coll, 2013), la poursuite oculaire, la reconnaissance et la gestion des émotions (Adams et Robinson, 2013), la reconnaissance vocale, la motivation et l'attention (Moore et Calvert, 2000)... Tous ces travaux relèvent de constats préalables relatifs à l'attrait « naturel » de l'enfant pour les écrans et la possibilité de répéter la tâche de façon intensive en limitant les effets de fatigue (Cromby et all. 1996). Par ailleurs, ces études ont été réalisées par l'expérimentation de diverses modalités technologiques telles que les applications relatives aux tablettes tactiles (Kagohara et coll. 2012, Herrera et coll. 2013), les robots (Adams et Robinson, 2013), la création d'environnements virtuels 3D sur ordinateur (Serret et coll 2012) ou encore les consoles de jeux « dernière génération » (Nintendo Wii, Microsoft Kinect, Playstation 3 de Sony) (Fortin 2010, Simpson 2010, Wurmser 2010).

Bien que les résultats obtenus soient encourageants, il apparaît nécessaire de cataloguer et d'ordonner ces modalités techniques afin d'aider les cliniciens et les familles à sélectionner au mieux celles qui conviendraient au patient ou à l'enfant, chacun ayant des particularités qui leur sont propres. Dans un second temps, des validations de ces technologies et la mise en place de formations pour les praticiens devront être envisagées.

### **3- Le potentiel de la console KINECT**

La Kinect Xbox 360 de Microsoft fait partie de cette nouvelle génération de consoles disponibles sur le marché tout comme la Wii de Nintendo ou la Playstation 3 move de Sony. Ces consoles se caractérisent notamment par leur système de fonctionnement innovant lié à l'intégration d'une caméra (Kinect et Playstation) chargée de détecter les mouvements du sujet pour ensuite appliquer les caractéristiques de l'action réelle en un acte virtuel par l'intermédiaire d'un avatar. Ainsi, la manipulation de l'interface ne requiert aucune manette extérieure, la rendant de ce fait beaucoup plus accessible. Ces potentialités nouvelles qu'elles représentent ont donc suscité la curiosité des chercheurs quant à leurs applications dans les différents champs de l'éducation (Hsu, 2011 ; DePriest, 2011), du handicap (Wurmser 2010, Chang 2011) et notamment celui de l'autisme (Simpson 2010) qui fera l'objet de notre étude en seconde partie.

### **a) Perspectives pédagogiques et thérapeutiques de la KINECT**

Les perspectives pédagogiques et thérapeutiques liées exclusivement à la Kinect résultent principalement de sa technologie innovante qui permet de capter les stimuli visuels, kinesthésiques et sonores. Des auteurs comme DePriest (2011) ou Hsu (2011) soulignent notamment son intérêt pour les apprentissages qui pourraient se faire selon un mode de construction multimodal et par conséquent renforcer l'acquisition verbale ou visuelle habituelle par une composante kinesthésique.

D'autres recherches se sont axées sur l'application de la Kinect dans le domaine médical, notamment dans les champs de la déficience motrice (Chang, 2011 ; Garrido, 2012 ; Pastor , 2012, Straker 2011) , de la déficience visuelle ou auditive, de la déficience cognitive (Barbas, 2011) ou de l'éducation médicale. De nombreux projets multidisciplinaires sont encore en cours d'élaboration.

### **b) Perspectives de la KINECT dans l'Autisme**

Malgré une littérature assez pauvre sur le sujet, Firth (2012), souligne le fait que cette technologie pourrait contribuer à repérer certaines caractéristiques de l'autisme (niveau d'activité, exploration visuelle). D'autres auteurs comme Casas (2012) ou Nottingham (2011) se sont penchés sur certaines compétences psychomotrices au sens large du terme (imitation, « tennis », « bowling »). Par ailleurs, les témoignages des patients ou de leur famille semblent rendre compte du potentiel que cette option technologique pourrait représenter (Simpson, 2010).

C'est donc dans ce cadre que se situe notre présente étude. Dans cette dernière, il s'agira notamment d'étudier la fonction d'anticipation posturale auprès de quatre enfants porteurs de TSA, le caractère motivant que pourrait avoir la « Kinect thérapie » au sein d'une prise en charge psychomotrice ainsi que l'activité fonctionnelle des sujets vis-à-vis du logiciel de jeu proposé.

# Partie Pratique

## **Introduction:**

Comme nous l'abordions précédemment, l'autisme est un trouble neuro-développemental qui se caractérise par un ensemble de déficits ou d'anomalies qualitatives altérant le fonctionnement intellectuel, sensoriel, moteur et langagier. Nous discutons également d'une importante hétérogénéité inter et/ou intra-individuelle relative à l'intensité des troubles observés. Par conséquent, la prise en charge psychomotrice des individus avec autisme doit revêtir à la fois un caractère global, en considérant le sujet et l'ensemble de ses particularités, mais également un caractère plus spécifique et adapté à la nature des troubles considérés. Cependant, les enfants porteurs de troubles du spectre autistique (TSA) d'intensité sévère ou ayant une déficience intellectuelle importante associée, présentent généralement des difficultés de participation qui peuvent limiter l'impact de ces rééducations.

Ainsi, tout en considérant les données actuelles relatives au développement croissant et à l'utilisation des nouvelles technologies dans le champ du handicap et plus particulièrement dans le domaine de l'autisme, nous nous sommes demandé si la technologie KINECT pouvait avoir un intérêt thérapeutique pour les enfants porteurs de TSA. Dans un premier temps, nous avons donc tenté de spécifier certains de ces intérêts puis, dans un second temps, d'en définir les modalités d'utilisation.

### **A-Les objectifs de l'étude :**

Au cours de cette recherche exploratoire, nous avons donc tenté de mesurer l'intérêt de la KINECT dans la prise en charge psychomotrice de quatre enfants porteurs de TSA avec déficience intellectuelle associée. Plus précisément, cette étude a eu pour objectif de déterminer:

- Si la KINECT constitue un moyen d'apprentissage motivant pour les sujets ;
- Si la KINECT constitue une modalité efficace pour la rééducation de l'anticipation posturale par comparaison à une intervention classique ;
- Quelles sont les conditions d'utilisation optimales de la KINECT (individu seul ou guidage du psychomotricien).
- Si le sujet parvient à comprendre les objectifs fixés par le jeu, ce que nous avons qualifié sous le terme de « participation fonctionnelle ».
- Si l'état émotionnel du sujet influence sa performance.

## **B- Méthodologie**

### **1- Le protocole de cas unique à ligne de base multiple**

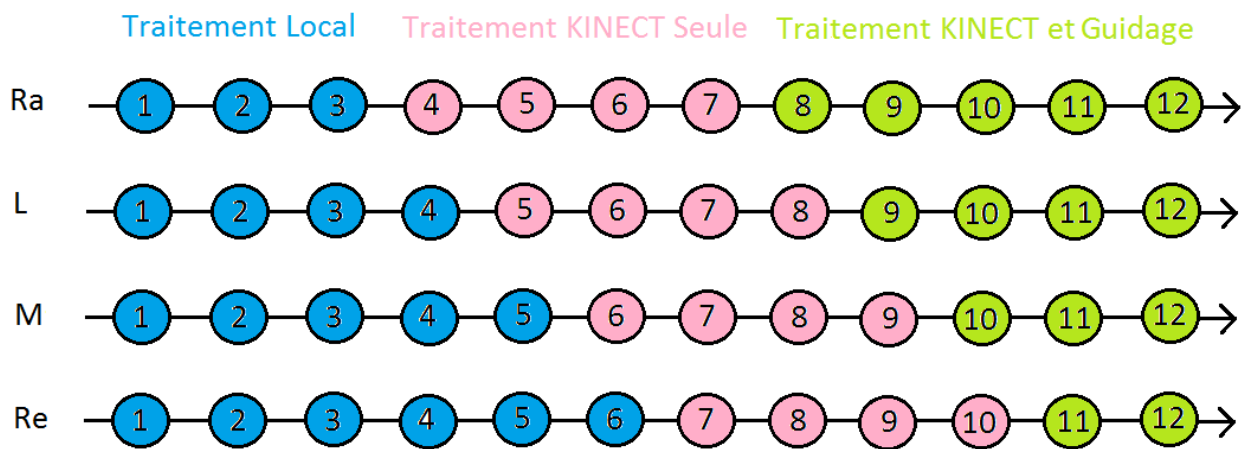
Pour mettre en œuvre cette enquête exploratoire, nous nous sommes appuyés sur la base d'un protocole de cas unique à ligne de base multiple. Cette démarche scientifique allie une démarche quantitative à une démarche qualitative destinées à étudier le fonctionnement des sujets au cours de différentes périodes de traitement introduites à des temps différents. La démarche quantitative consiste à mesurer régulièrement le comportement étudié alors que la démarche qualitative consiste à apprécier de façon plus subjective l'évolution du sujet lui-même. L'introduction du traitement à des temps différents du protocole permet d'objectiver l'efficacité ou non de la variable ajoutée (Albaret 2012).

Ainsi, après une évaluation initiale des capacités d'anticipation posturale de chacun des sujets, nous avons déterminé trois temps de mesure distincts :

- Le traitement local : il correspond à ce que le psychomotricien pourrait mettre en œuvre dans une prise en charge classique afin de travailler sur l'anticipation posturale.
- Le traitement par KINECT seule : il consiste à placer le sujet face au jeu employé sans intervention extérieure.
- Le traitement par KINECT et guidage du psychomotricien : il consiste à placer le sujet face au jeu employé avec intervention du psychomotricien.

A la suite de ces trois périodes de traitement, une évaluation finale des capacités d'anticipation posturale a été proposée à chacun des sujets.

Schéma récapitulatif de la durée des périodes de traitement au cours du protocole:



*Commentaires :*

Quatre sujets porteurs de TSA associés à une déficience intellectuelle moyenne ou sévère ont participé à cette étude : Ra., L., M., Re.

Le protocole mis en place au cours de cette étude s'est déroulé sur 12 séances à raison d'une séance de traitement par semaine pour chacun des sujets. Au niveau du schéma présenté ci-dessus, chaque séance est caractérisée par un numéro.

Au cours de ces séances, la tâche à accomplir a été proposée trois fois afin de ne considérer que la moyenne des performances de chaque sujet. Ceci a permis de pondérer les écarts de performance trop importants.

Afin d'objectiver l'efficacité du traitement appliqué, chaque période de traitement a été administrée à des temps différents. Néanmoins, la ligne de base (moyenne des performances du sujet sur 3 séances consécutives au minimum) du sujet considéré devait être stable afin de passer d'une phase de traitement à l'autre.

*Exemple : Considérons le sujet Ra. On constate que 3 séances de traitement local lui ont été administrées. Les performances du sujet étant relativement similaires au cours de ces 3 séances, le traitement avec KINECT seule lui a été administré dès la séance numéro 4. C'est avec la même logique en termes de procédure que nous lui avons administré le traitement avec KINECT et guidage.*

## **2- Le traitement local (TL)**

Le traitement local a consisté à proposer aux sujets une tâche de réception de ballons dans des conditions standardisées à raison de 3 séries de lancers par séance. Ce type de tâche consistait à jouer sur la notion de « surcharge perceptive visuelle ». L'individu devait donc focaliser son attention sur les informations pertinentes du milieu (ballons) afin de répondre au critère de réussite suivant : « se déplacer pour réceptionner les ballons ».

Les sujets ont alors été placés à 3 mètres de l'examineur sur un repère au sol. Une fois en place, l'examineur a effectué aléatoirement 13 lancers de ballons :

- 2 lancers sur un repère situé à 1 mètre à gauche du sujet ;
- 2 lancers sur un repère situé à 1 mètre à droite du sujet ;
- 6 lancers sur un repère situé au niveau des pieds du sujet ;
- 3 lancers sur un repère situé à 0.5 mètre au-dessus du sujet ;





Par ailleurs, des grilles de cotation ont été élaborées afin de mesurer :

- L'état émotionnel de l'enfant en début de séance ;
- La participation de l'enfant en considérant d'une part le nombre de retrait et le temps de retrait attentionnel total par rapport à la tâche ;
- L'anticipation posturale en considérant :
  - ➔ une réussite comme étant un déplacement associé à la réception du ballon ;
  - ➔ une émergence comme étant un déplacement sans réception du ballon ;
  - ➔ un échec comme étant une absence de déplacement et une absence de réception du ballon.

Afin de faciliter le traitement des données, toutes les séances ont été filmées à l'aide d'une caméra fixe. Ces données ont ensuite été traitées à posteriori afin de faciliter le travail de l'examineur tout en objectivant la mesure des performances du sujet.

### **3- Le traitement par KINECT seule (TKS)**

Le traitement par KINECT seule a consisté à placer le sujet sans intervention extérieure devant l'activité « un max de réflexes » extraite du jeu « Kinect Adventure© » de Microsoft pour X-BOX 360 à raison de 3 séries par séance. Il s'agissait comme précédemment d'une tâche influençant la charge perceptive visuelle du sujet. Ce dernier devait donc focaliser son attention sur les éléments pertinents (obstacles) de l'environnement virtuel proposé par le jeu afin de répondre au critère de réussite suivant : « se déplacer en évitant l'obstacle ».

Les sujets ont alors été placés à 3 mètres de l'écran sur un repère au sol. Une fois le jeu en cours, 25 obstacles sont à éviter:

- 4 obstacles à droite du sujet ;
- 4 obstacles à gauche du sujet ;
- 5 obstacles au sol ;
- 12 obstacles en hauteur.



Par ailleurs, des grilles de cotation ont été élaborées afin de mesurer :

- L'état émotionnel de l'enfant en début de séance ;
- La participation de l'enfant en considérant d'une part le nombre de retrait et le temps de retrait attentionnel total par rapport à la tâche ;
- L'anticipation posturale en considérant :
  - ➔ une réussite comme étant un déplacement associé à l'évitement de l'obstacle ;
  - ➔ une émergence comme étant un déplacement sans évitement de l'obstacle ;
  - ➔ un échec comme étant une absence de déplacement et une absence d'évitement de l'obstacle.
- La participation fonctionnelle de l'enfant vis-à-vis du jeu en considérant le score du sujet. Le score se traduit par le nombre de pièces récoltées au cours du parcours.

Afin de faciliter le traitement des données, toutes les séances ont été filmées à l'aide d'une caméra fixe. Ces données ont ensuite été traitées à posteriori afin de faciliter le travail de l'examineur tout en objectivant la mesure des performances du sujet.

#### **4- Le traitement par KINECT et guidage du psychomotricien (TKG)**

Le traitement par KINECT et guidage du psychomotricien ont consisté à placer le sujet devant la même activité que précédemment. Ce dernier devait donc focaliser son attention sur les éléments pertinents (obstacles) de l'environnement virtuel proposé par le jeu afin de répondre au critère de réussite suivant : « se déplacer en évitant l'obstacle ».

Les sujets ont alors été placés à 3 mètres de l'écran sur un repère au sol. Une fois le jeu en cours, 25 obstacles sont à éviter:

- 4 obstacles à droite du sujet ;
- 4 obstacles à gauche du sujet ;
- 5 obstacles au sol ;
- 12 obstacles en hauteur.



Par ailleurs, des grilles de cotation ont été élaborées afin de mesurer :

- L'état émotionnel de l'enfant en début de séance ;
- La participation de l'enfant en considérant d'une part le nombre de retraits et le temps de retrait attentionnel total par rapport à la tâche ;
- L'anticipation posturale en considérant :
  - ➔ une réussite comme étant un déplacement associé à l'évitement de l'obstacle ;
  - ➔ une émergence comme étant un déplacement sans évitement de l'obstacle ;
  - ➔ un échec comme étant une absence de déplacement et une absence de réception du ballon.
- La participation fonctionnelle de l'enfant vis-à-vis du jeu en considérant le score du sujet. Le score se traduit par le nombre de pièces récoltées au cours du parcours.

Afin de faciliter le traitement des données, toutes les séances ont été filmées à l'aide d'une caméra fixe. Ces données ont ensuite été traitées à posteriori afin de faciliter le travail de l'examineur tout en objectivant la mesure des performances du sujet.

A la fin du protocole, un re-test des compétences d'anticipation posturale a été administré par l'intermédiaire de l'échelle clinique employée en début de protocole.

### **C-Présentation du jeu utilisé au cours de la « KINECT-Thérapie »**

Au cours des périodes de traitement KINECT seule et KINECT avec guidage, l'activité « un max de réflexes » (parcours 1) issue du jeu « Kinect Adventures » de Microsoft pour X-BOX 360 a été employée. Lors de cette tâche, l'avatar de l'enfant est placé sur un chariot roulant. Le but de ce jeu consiste à éviter les obstacles qui se présentent sur le parcours tout en adoptant les postures qui permettent de récupérer un maximum de pièces dans le temps imparti (soit 90 secondes pour le parcours choisi).



L'ordre d'apparition des obstacles est immuable. Ils sont au nombre de 25 :

- 4 obstacles survenant à gauche du sujet impliquant un déplacement de ce dernier vers la droite de l'écran ;
- 4 obstacles survenant à droite du sujet impliquant un déplacement de ce dernier vers la gauche de l'écran ;
- 5 obstacles survenant au sol impliquant un saut de la part du sujet ;
- 12 obstacles survenant en hauteur impliquant au sujet de se baisser.

## **D-Présentation des sujets**

### **1- Les données développementales**

Afin d'avoir un aperçu global du niveau de développement des quatre sujets ayant participé à cette étude, nous avons considéré :

- L'âge du sujet en mois
- Le code diagnostic du sujet issu de la CIM 10. Le code diagnostic F84.0 correspond à l'autisme typique.
- Les scores de dégradation ADOS (*Autism Diagnosis Observation Schedule*)
- Les scores obtenus au PEP-III ou PEP-R (*Psycho-Educational Profile*)
  - PEP-R : Motricité globale, cognition, communication
  - PEP-III : Motricité globale, imitation oculo-motrice (IOM), cognition verbale et préverbale (CV/CPV), langage expressif (LE), langage réceptif (LR).

L'objectif premier de ce travail a été de recueillir certaines données afin de s'assurer que l'échantillon sélectionné était globalement homogène en termes de compétences.

Le tableau présenté ci-dessous permet d'établir la synthèse du recueil des données développementales de chacun des participants :

| Sujets | Age | CIM X | ADOS (points) | PEP-R (Réussite) en mois   |                   |           |               |     |    |
|--------|-----|-------|---------------|----------------------------|-------------------|-----------|---------------|-----|----|
|        |     |       |               | Date                       | Motricité Globale | Cognition | Communication |     |    |
| Ra     | 102 | F84.0 | 19            | 01.2010                    | 36                | 20        | 8             |     |    |
|        |     |       |               | PEP-III (Réussite) en mois |                   |           |               |     |    |
|        |     |       |               | Date                       | Motricité globale | IOM       | CV/CPV        | LE  | LR |
| L      | 72  | F84.0 | 17            | 2012                       | 42                | 30        | 44            | 21  | 25 |
| M      | 50  | F84.0 | 15            | 02.2012                    | 28                | 18        | 18            | <12 | 15 |
| Re     | 41  | F84.0 | 17            | 10.2012                    | 24                | 28        | 27            | 13  | 20 |

## 2- L'évaluation initiale

### a) L'échelle clinique des compétences d'anticipation posturale

Afin d'apprécier les compétences d'anticipation posturale de chacun des sujets, une échelle d'observation clinique a été élaborée en se basant sur le questionnaire du M-ABC.

Cette dernière est composée de deux domaines :

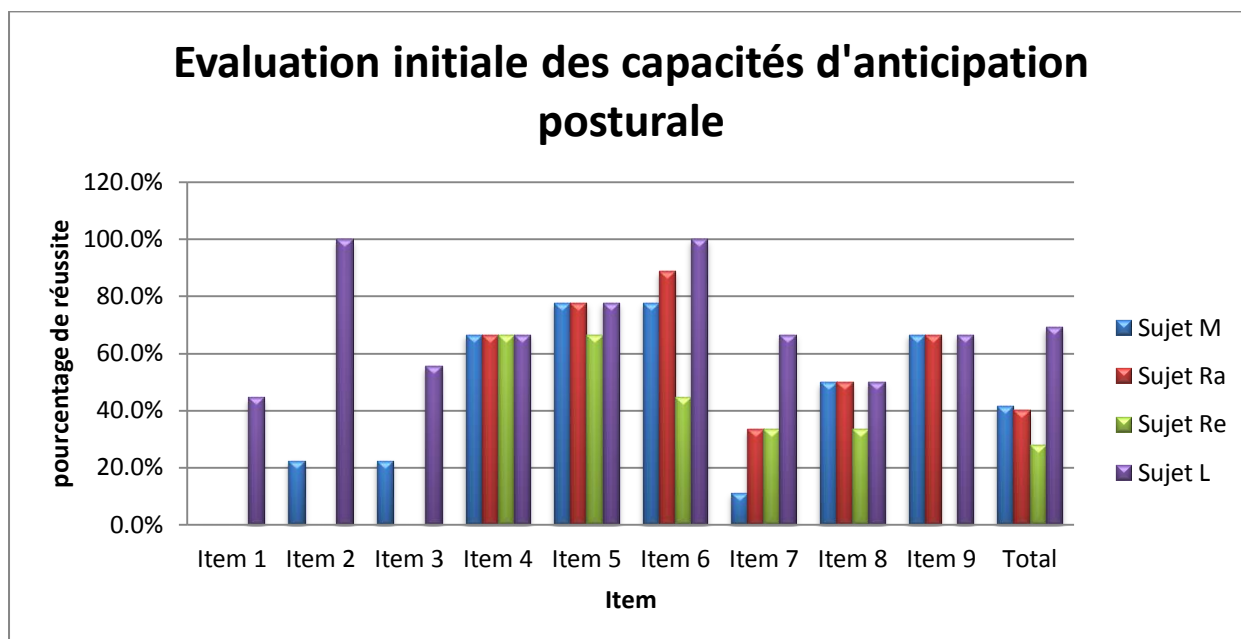
- « Enfant immobile et environnement en mouvement » : 3 épreuves relatives à des tâches de réception d'objets ;
- « Enfant en mouvement et environnement en mouvement » : 6 épreuves relatives à des tâches de sauts ou de franchissements d'obstacles.

Le tableau ci-dessous résume la cotation des différents items de l'échelle employée:

| Item   | Note |
|--|------|
| Enfant immobile, Environnement en mouvement          |      |
| 1 : Attraper un sac lesté                            | /9   |
| 2 : Shoot dans une balle en mouvement                | /9   |
| 3 : Attraper une balle avec un rebond                | /9   |
| Total domaine  | /27  |
| Enfant en mouvement, Environnement en mouvement      |      |
| 4 : Sauter dans un cerceau pieds joints              | /6   |
| 5 : Enchaîner des sauts pieds joints dans 5 cerceaux | /9   |
| 6 : Enjamber 3 barres de hauteur variable            | /9   |
| 7 : Sauter 3 barres de hauteur variable pieds joints | /9   |
| 8 : Sauter de côté pieds joints                      | /12  |
| 9 : Exécuter un slalom à 5 barres                    | /3   |
| Total domaine  | /48  |
| Total Echelle  | /75  |

## b) Les résultats de l'évaluation initiale

Le graphique présent ci-dessous permet de rapporter les résultats obtenus par chacun des sujets lors de l'évaluation initiale des compétences d'anticipation posturale. Ces résultats traduisent le pourcentage de réussite du sujet en fonction de l'item considéré.

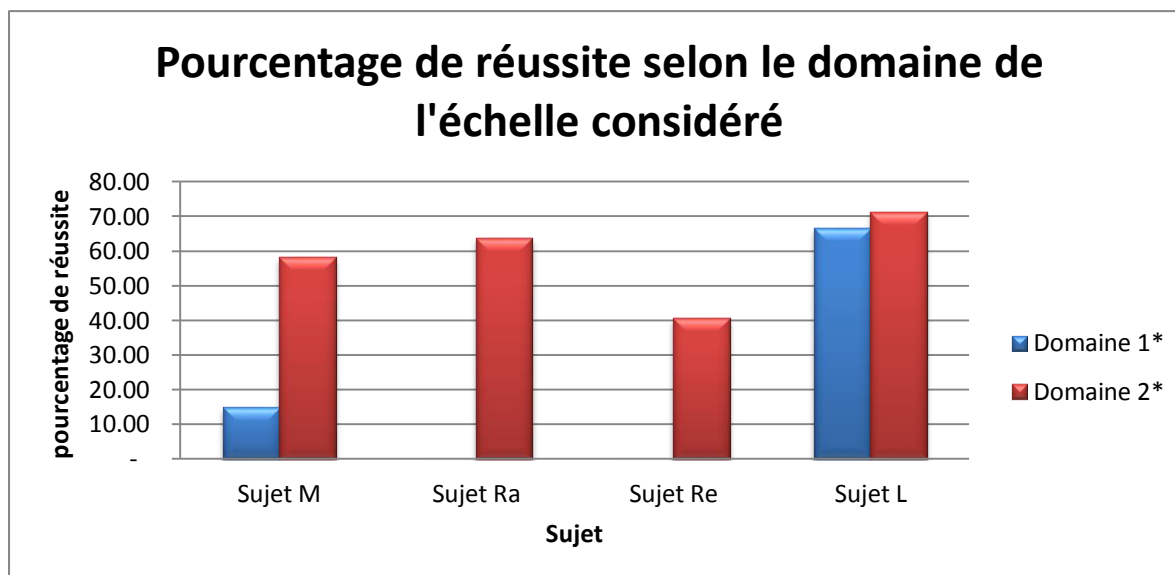


Ce graphique présente plusieurs caractéristiques intéressantes :

On remarque ici une certaine hétérogénéité parmi les participants. En effet, le sujet L. présente des performances significativement supérieures aux trois autres sujets.

Cependant, on constate également une certaine homogénéité selon le domaine de l'échelle considéré. En effet, chacun des participants présente un meilleur taux de réussite sur le domaine « Enfant en mouvement, Environnement en mouvement ».

Le graphique ci-dessous permet de synthétiser les résultats obtenus par chacun des sujets lors de l'évaluation initiale selon le domaine de l'échelle que l'on considère :



*\*Domaine 1 : Enfant immobile, Environnement en mouvement.*

*\*Domaine 2 : Enfant en mouvement, Environnement en mouvement.*

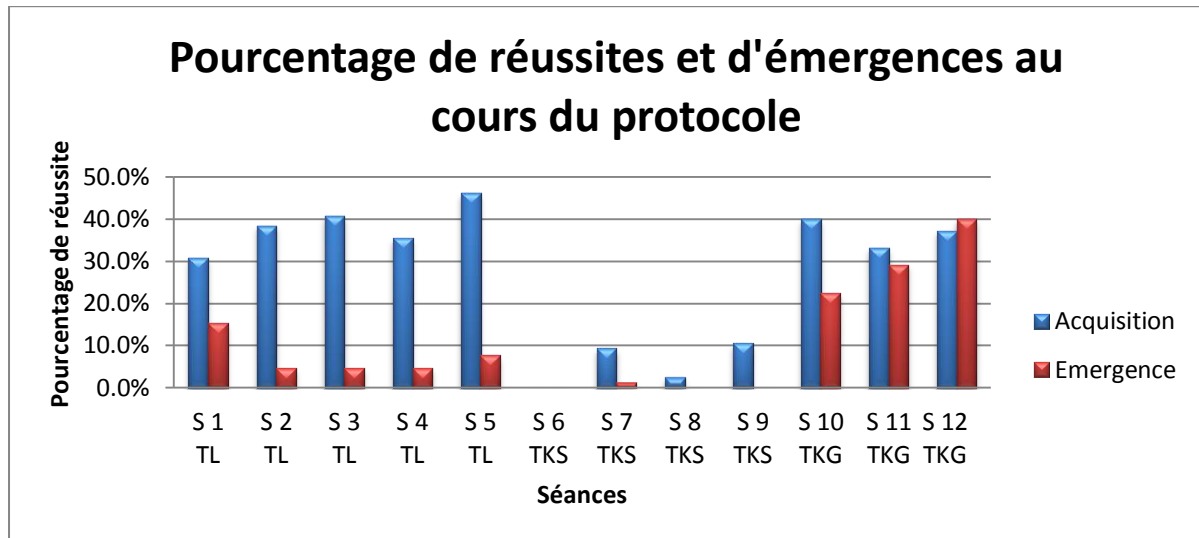
## **E- Présentation des résultats**

Dans cette partie figure le recueil des performances de chacun des sujets sur l'ensemble du protocole. Dans un premier temps, nous nous intéressons aux compétences d'anticipation posturale en termes de pourcentage de réussite à la tâche et en termes de quantité de déplacements réussis ou émergents. Dans un second temps, nous présentons le recueil de performance lié à la participation des sujets en termes de temps et de quantité de retraits attentionnels à la tâche. Dans un troisième temps, nous nous intéressons à l'activité fonctionnelle du sujet au cours de la « Kinect-thérapie ». Pour finir, nous présentons les conclusions relatives à l'impact de l'état émotionnel des sujets sur les performances présentées.



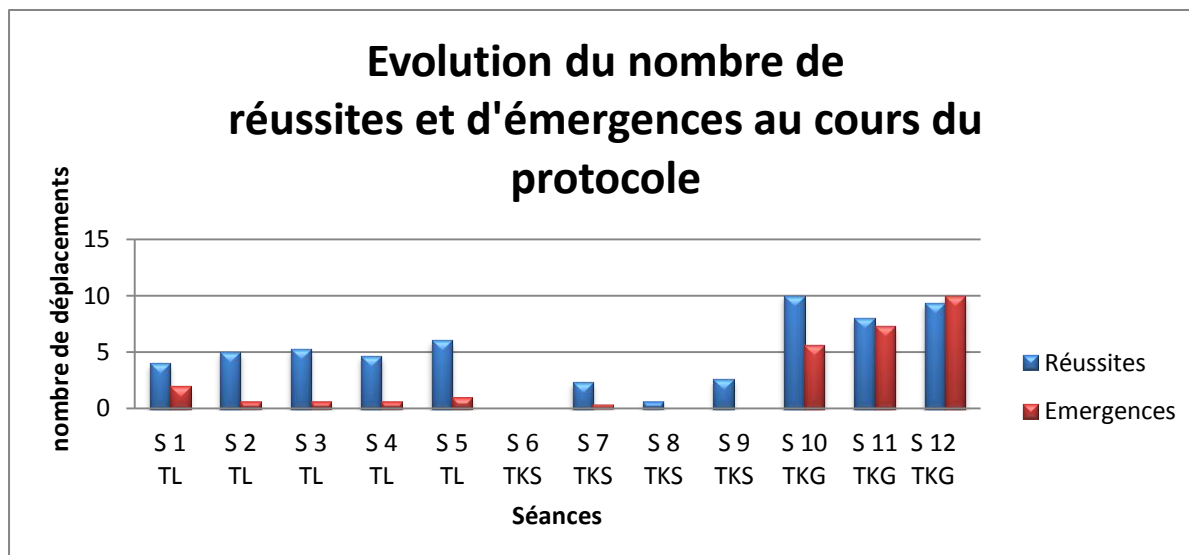
## 1- Evolution des compétences d'anticipation posturale

### Sujet M. :



### Observations :

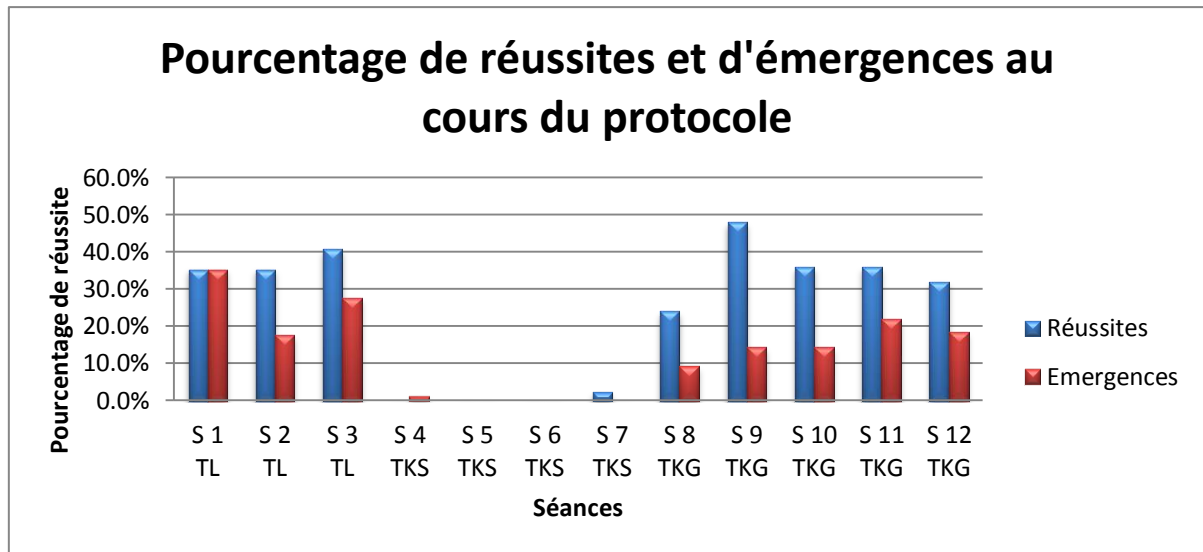
- Les performances du sujet M. en termes de de pourcentage de réussite à la tâche sont équivalentes pour la phase de traitement local (TL) et la phase de traitement par Kinect et guidage (TKG).
- Les performances présentées par le sujet M. en phase de traitement par Kinect seule (TKS) sont faibles.
- La phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) est caractérisée par d'avantage d'émergences.



Observations :

- Les performances du sujet M. en termes de rendement (nombres de déplacements réussis et émergents sur la séance) sont supérieures en phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) si on les compare aux phases de traitement local (TL) et de traitement par Kinect sans guidage (TKS).
- Les performances du sujet M. en phase de traitement local (TL) sont relativement stables sur la durée.
- Les performances du sujet M. en phase de traitement par Kinect et guidage évoluent positivement si l'on considère les émergences.

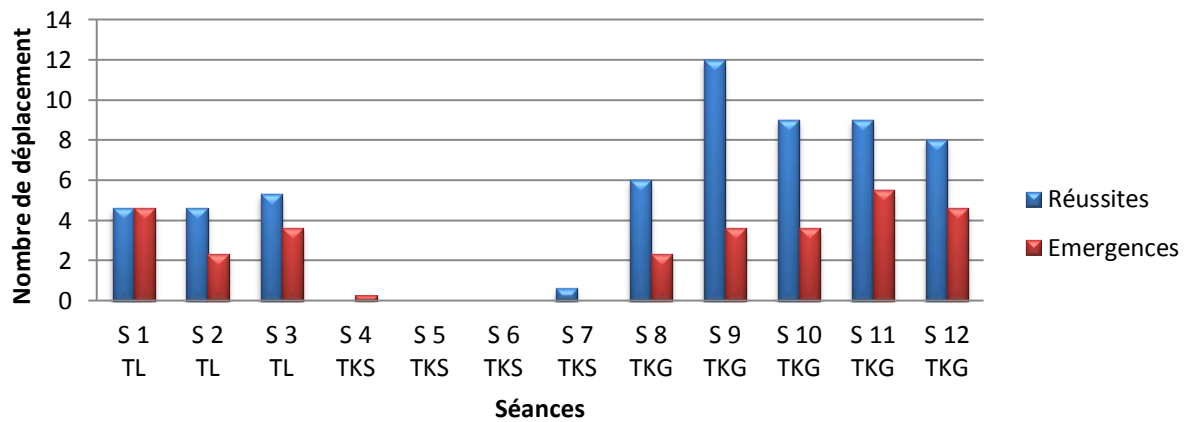
## Sujet Ra. :



### Observations :

- Les performances du sujet Ra. en termes de pourcentage de réussite à la tâche sont équivalentes pour la phase de traitement local (TL) et la phase de traitement par Kinect et guidage (TKG).
- Les performances présentées par le sujet Ra. en phase de traitement par Kinect seule (TKS) sont quasiment nulles.
- La phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) est caractérisée par une évolution positive des émergences sur la durée.

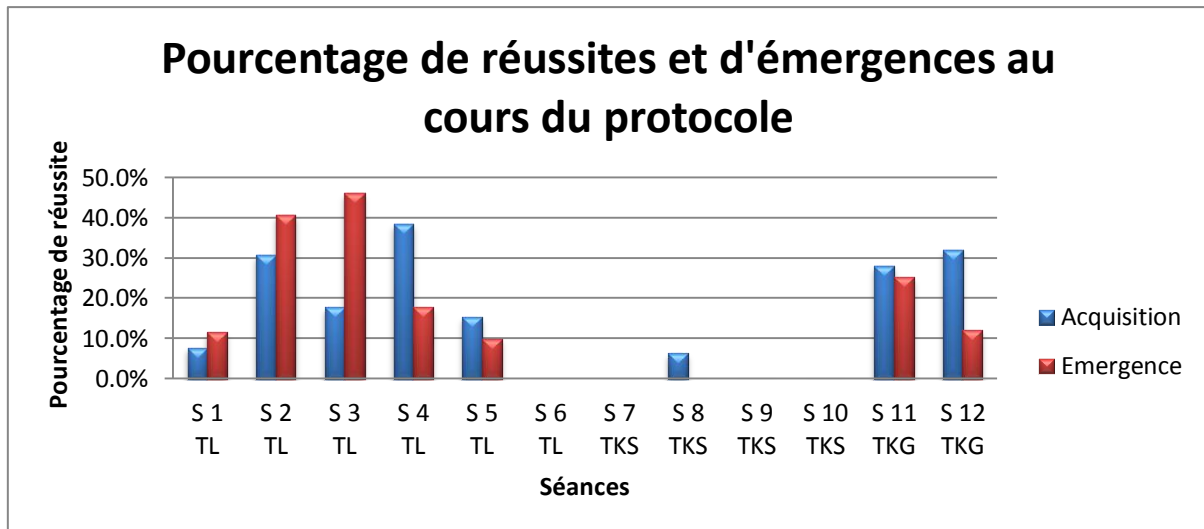
## Evolution du nombre de réussites et d'émergences au cours du protocole



### Observations :

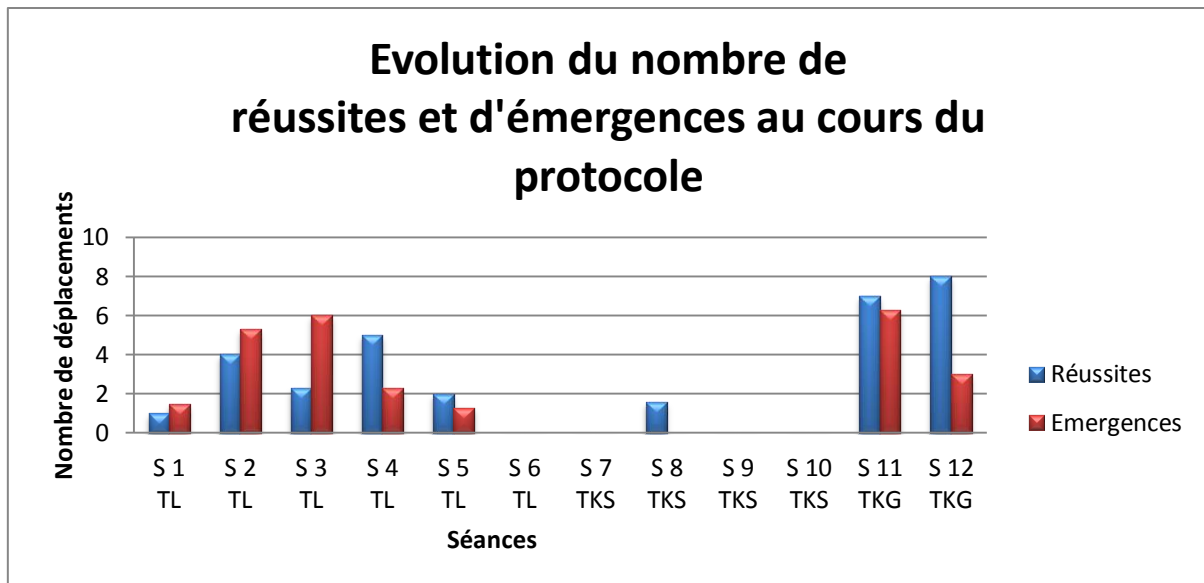
- Les performances du sujet Ra. en termes de rendement (nombres de déplacements réussis et émergents sur la séance) sont supérieures en phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) si on les compare aux phases de traitement local (TL) et de traitement par Kinect sans guidage (TKS).
- Les performances du sujet Ra. en phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) évoluent positivement si l'on considère les émergences.

## Sujet Re. :



### Observations :

- Les performances du sujet Re. en termes de pourcentage de réussite à la tâche sont fluctuantes d'une séance à l'autre en phase de traitement local (TL).
- Les performances du sujet Re. en phase de traitement par Kinect et guidage semblent plus stables (TKG). Il est cependant difficile d'objectiver cette observation sur deux séances.
- Les performances présentées par le sujet Re. en phase de traitement par Kinect seule (TKS) sont faibles.

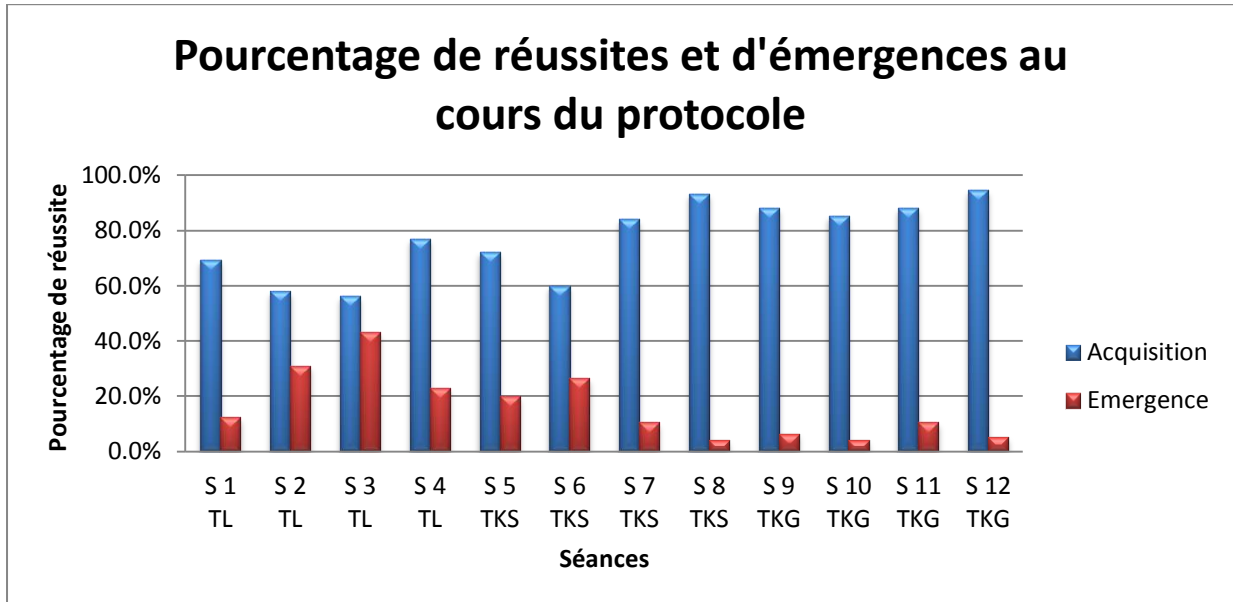


Observations :

- Les performances du sujet Re. en termes de rendement (nombres de déplacements réussis et émergents sur la séance) sont supérieures en phase de traitement par Kinect et guidage (TKG) si on les compare aux phases de traitement local (TL) et de traitement par Kinect sans guidage (TKS).
- Les performances du sujet Re. semblent évoluer positivement en phase de traitement par Kinect et guidage (TKG). Il est cependant difficile d'objectiver cette observation sur deux séances.

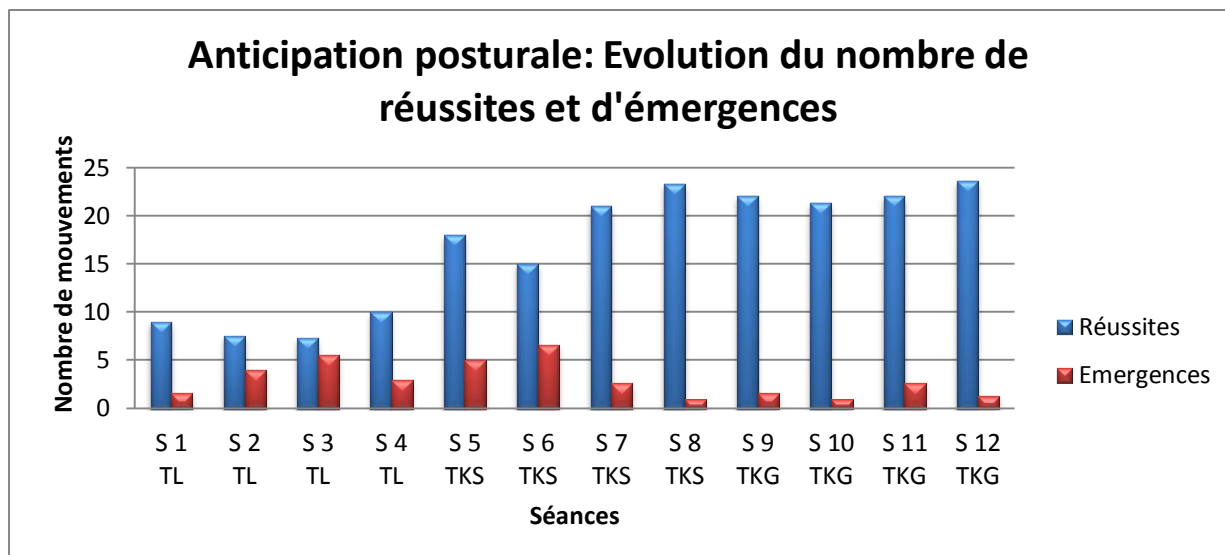
## Sujet L. :

*Note : Le sujet L. se différencie des autres participants par sa pratique antérieure au protocole du logiciel de jeu employé.*



Observations :

- Les performances du sujet L. en termes de de pourcentage de réussite à la tâche sont en progression constante lors des phases de traitement par Kinect avec et sans guidage (TKG et TKS).
- Les performances du sujet L. sont supérieures lors de la « Kinect-thérapie » et tendent vers un « effet plafond » si on les compare aux performances relevées lors de la phase de traitement local (TL).



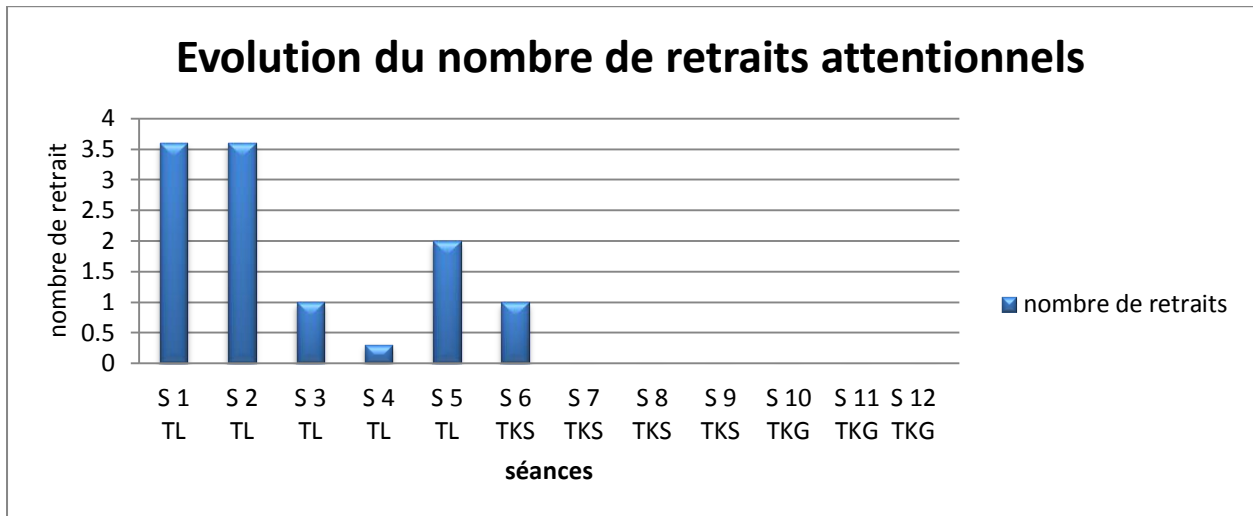
Observations :

- Les performances du sujet L. en termes de rendement (nombres de déplacements réussis et émergents sur la séance) sont supérieures en phase de traitement par Kinect (TKS et TKG) si on les compare aux performances relevées lors du traitement local (TL).
- Le nombre de déplacements émergents décroît au profit d'un accroissement du nombre de déplacements réussis.



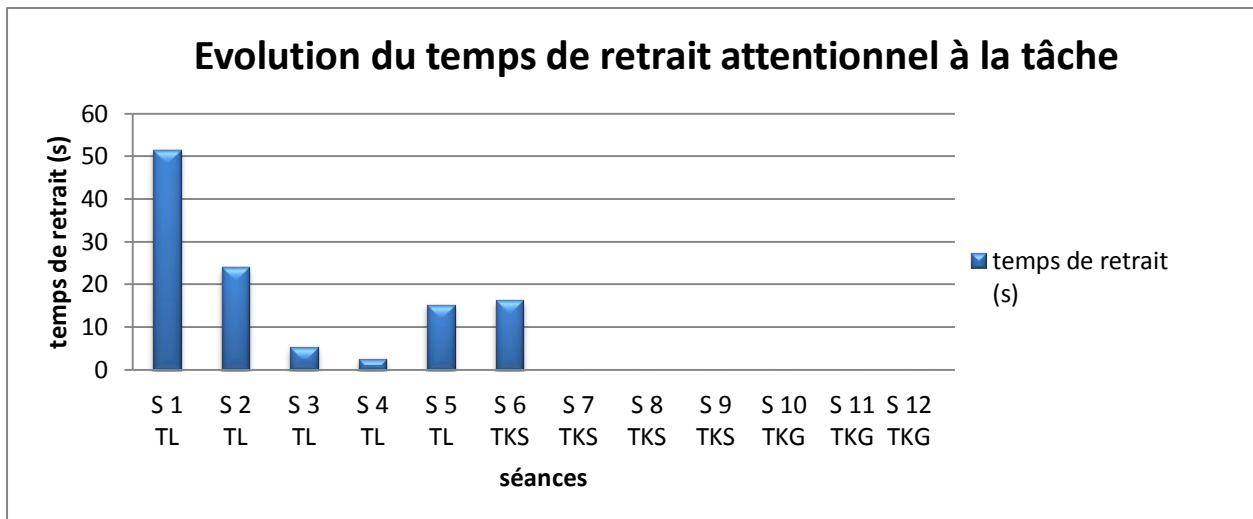
## 2- Evolution de la participation des sujets à la tâche

### Sujet M. :



#### Observations :

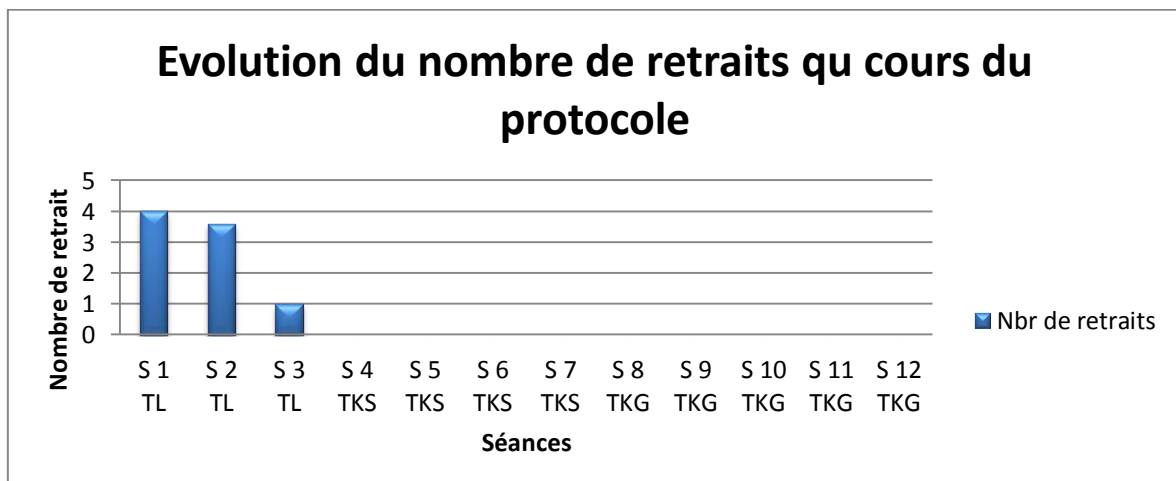
- Le nombre de retraits attentionnels est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Le nombre de retraits attentionnels est faible voire nul lors de la « Kinect-thérapie » (TKS et TKG) si on le compare au nombre de retraits attentionnels relevés lors de la phase de traitement local (TL).



Observations :

- Le temps de retrait attentionnel à la tâche est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Les résultats obtenus pour le nombre de retraits attentionnels et le temps de retraits attentionnels à la tâche suivent la même tendance générale. Cependant, ces résultats ne sont pas superposables.

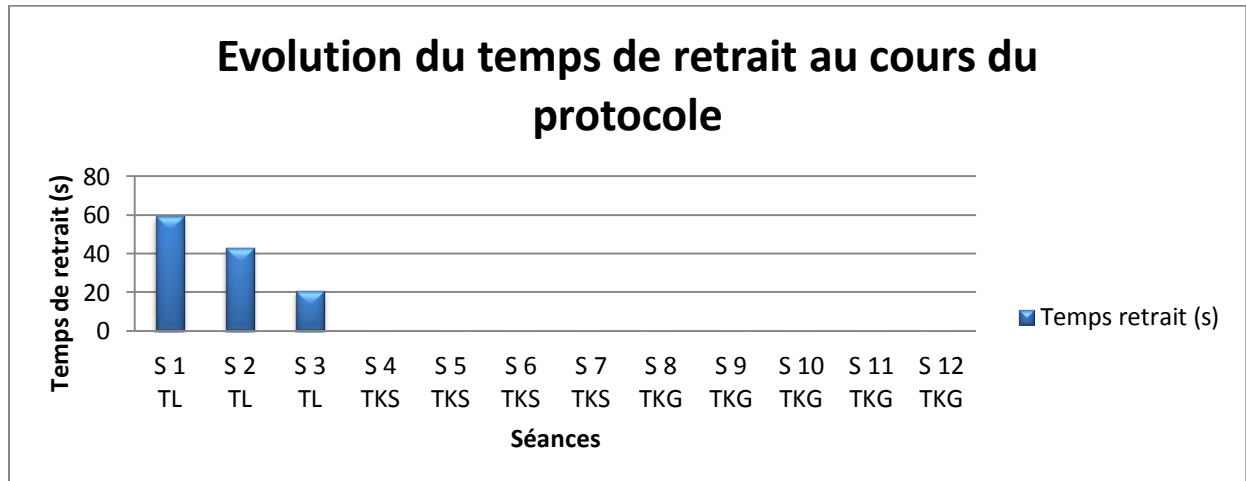
### Sujet Ra. :



Observations :

- Le nombre de retraits attentionnels décroît si l'on considère l'ensemble du protocole.

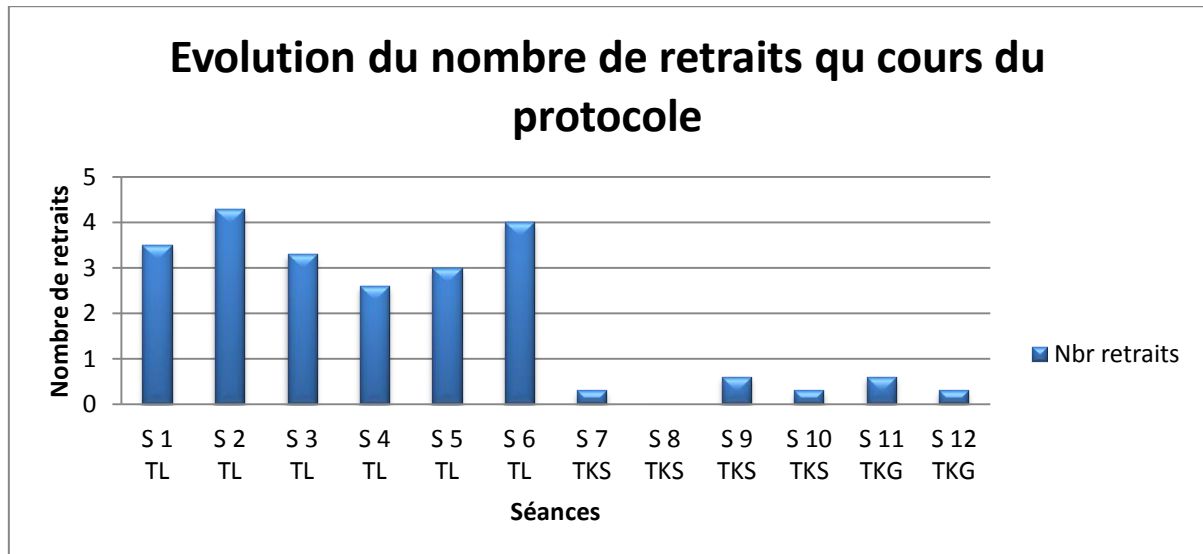
- Le nombre de retraits attentionnels est nul lors de la « Kinect-thérapie » (TKS et TKG) contrairement au nombre de retraits attentionnels relevés lors de la phase de traitement local (TL).



Observations :

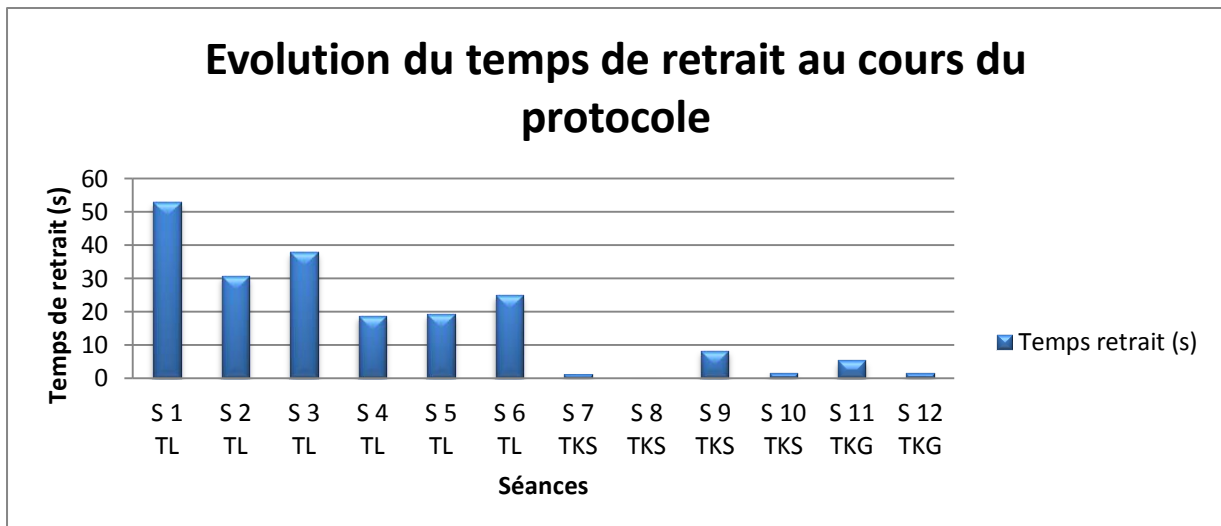
- Le temps de retrait attentionnel à la tâche est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Les résultats obtenus pour le nombre de retraits attentionnels et le temps de retraits attentionnels à la tâche suivent la même tendance générale et sont superposables entre eux pour le sujet Ra.

## Sujet Re. :



### Observations :

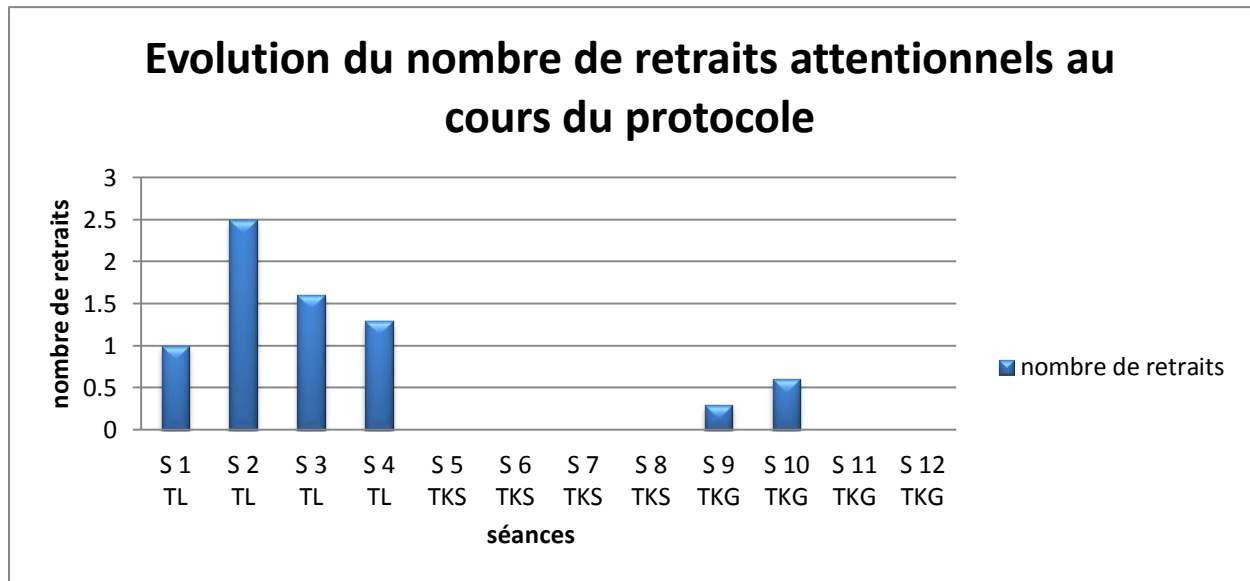
- Le nombre de retraits attentionnels est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Le nombre de retraits attentionnels est faible voire nul lors de la « Kinect-thérapie » (TKS et TKG) si on le compare au nombre de retraits attentionnels relevés lors de la phase de traitement local (TL).



Observations :

- Le temps de retrait attentionnel à la tâche est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Les résultats obtenus pour le nombre de retraits attentionnels et le temps de retraits attentionnels à la tâche suivent la même tendance générale. Cependant, ces résultats ne sont pas superposables.

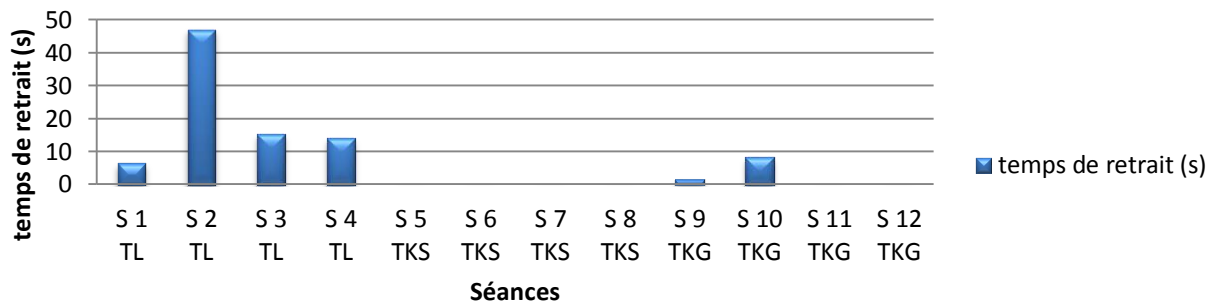
## Sujet L. :



### Observations :

- Le nombre de retraits attentionnels est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).
- Le nombre de retraits attentionnels est faible voire nul lors de la « Kinect-thérapie » (TKS et TKG) si on le compare au nombre de retraits attentionnels relevés lors de la phase de traitement local (TL).

## Evolution du temps de retrait attentionnel au cours du protocole



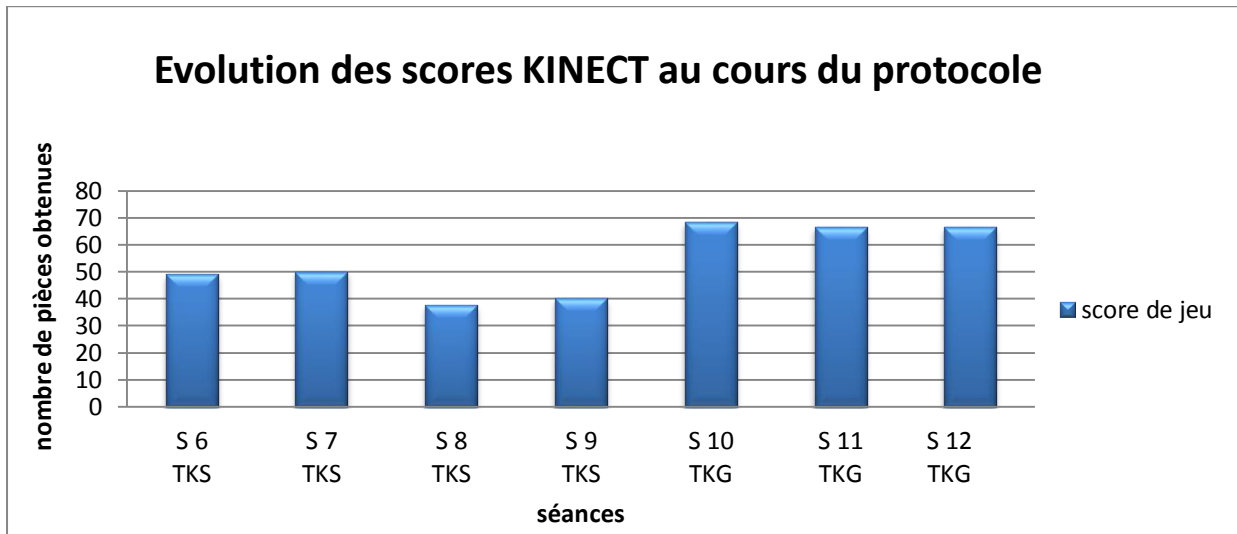
Observations :

- Le temps de retrait attentionnel à la tâche est fluctuant durant la phase de traitement local (TL).

Les résultats obtenus pour le nombre de retraits attentionnels et le temps de retraits attentionnels à la tâche suivent la même tendance générale et sont superposables entre eux pour le sujet L.

### 3- Evolution de l'activité fonctionnelle des sujets

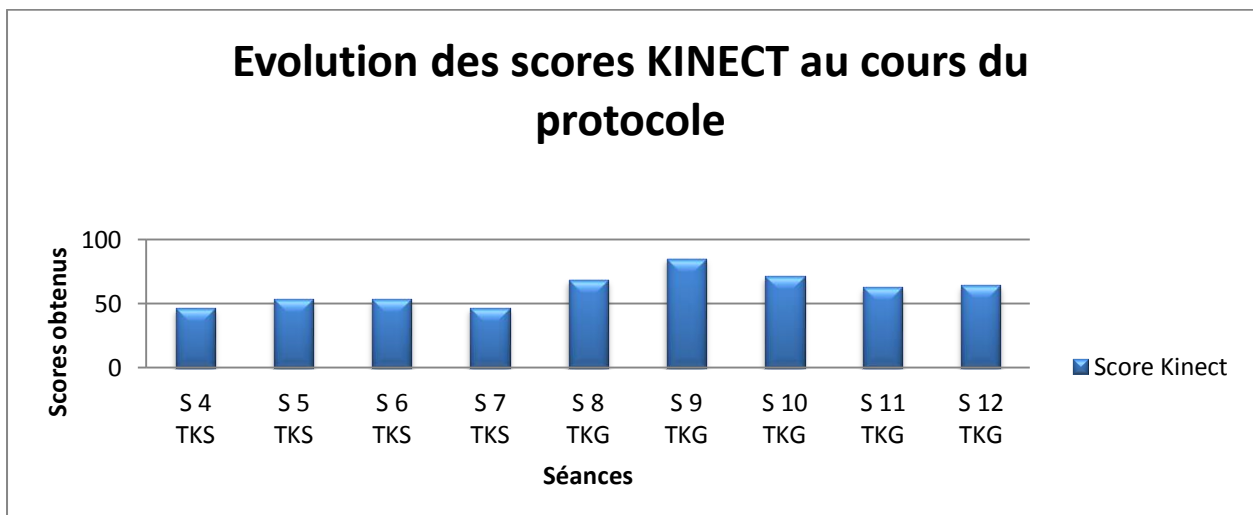
#### Sujet M. :



Observation :

Lors de la « Kinect-thérapie », les scores obtenus sont supérieurs lorsque le guidage du psychomotricien est présent pour le sujet M.

#### Sujet Ra. :

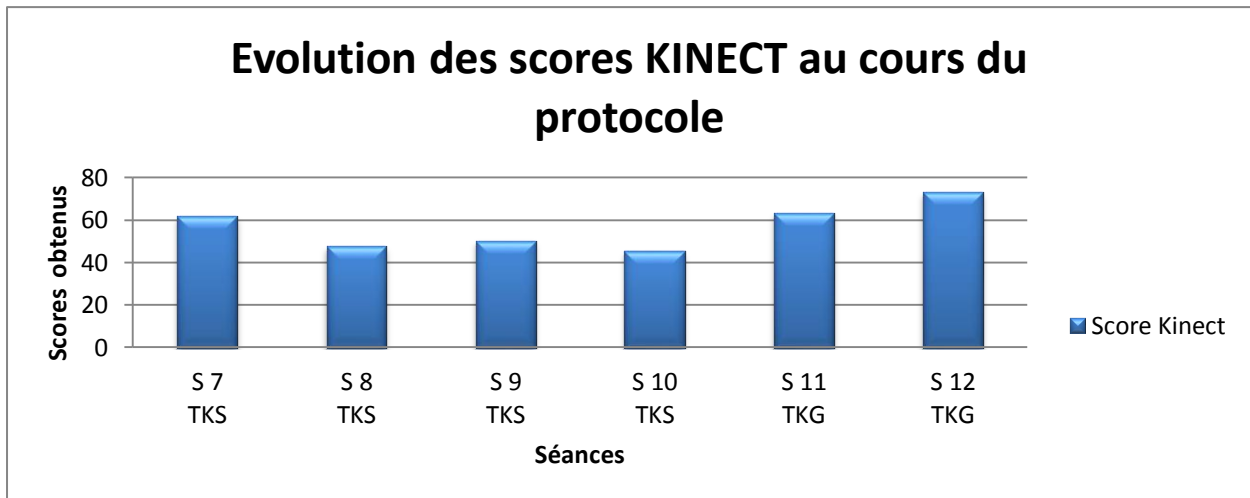


Observation :

Lors de la « Kinect-thérapie », les scores obtenus sont supérieurs lorsque le guidage du psychomotricien est présent pour le sujet Ra.



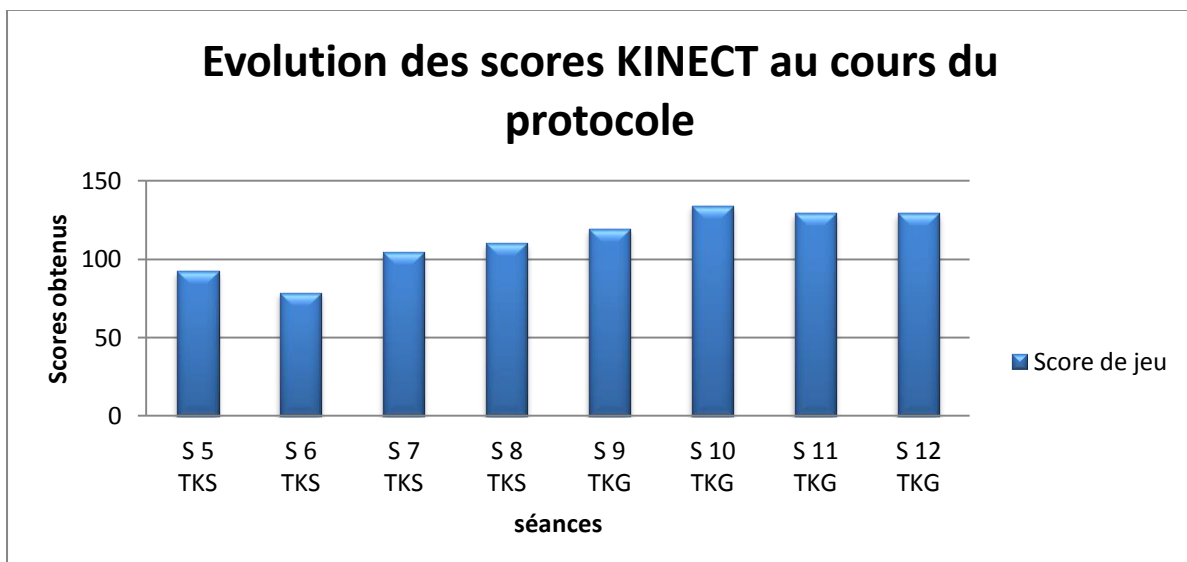
### Sujet Re. :



Observation :

Lors de la « Kinect-thérapie », les scores obtenus sont supérieurs lorsque le guidage du psychomotricien est présent pour le sujet Re.

### Sujet L. :



Observation :

Lors de la « Kinect-thérapie », les scores obtenus sont supérieurs lorsque le guidage du psychomotricien est présent pour le sujet L.

#### **4- Impact de l'état émotionnel sur la performance**

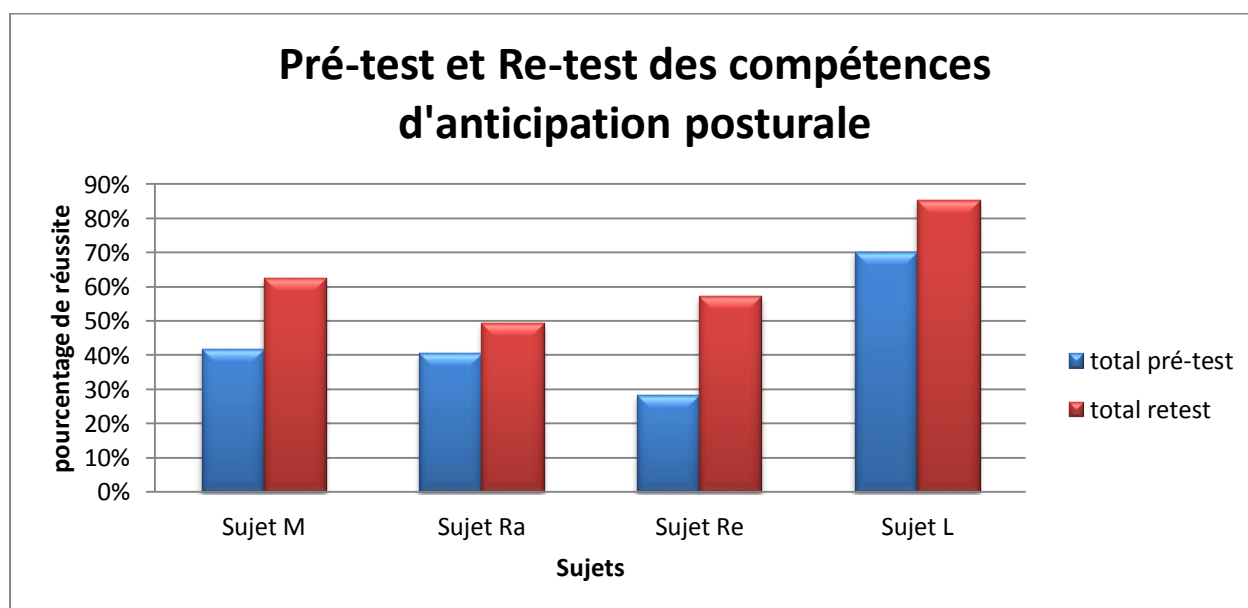
L'état émotionnel de chacun des participants a été mesuré au début de chaque séance et sur l'ensemble du protocole à partir d'une grille de cotation rapide. Cependant, aucune corrélation entre l'état émotionnel et la performance des sujets n'a pu être observée.

#### **5- Evaluation finale : le retest des compétences**

Lors de l'évaluation finale, l'échelle clinique d'appréciation des compétences d'anticipation posturale a été de nouveau administrée à l'ensemble des participants.

Les résultats obtenus ont été synthétisés dans les graphiques ci-dessous :

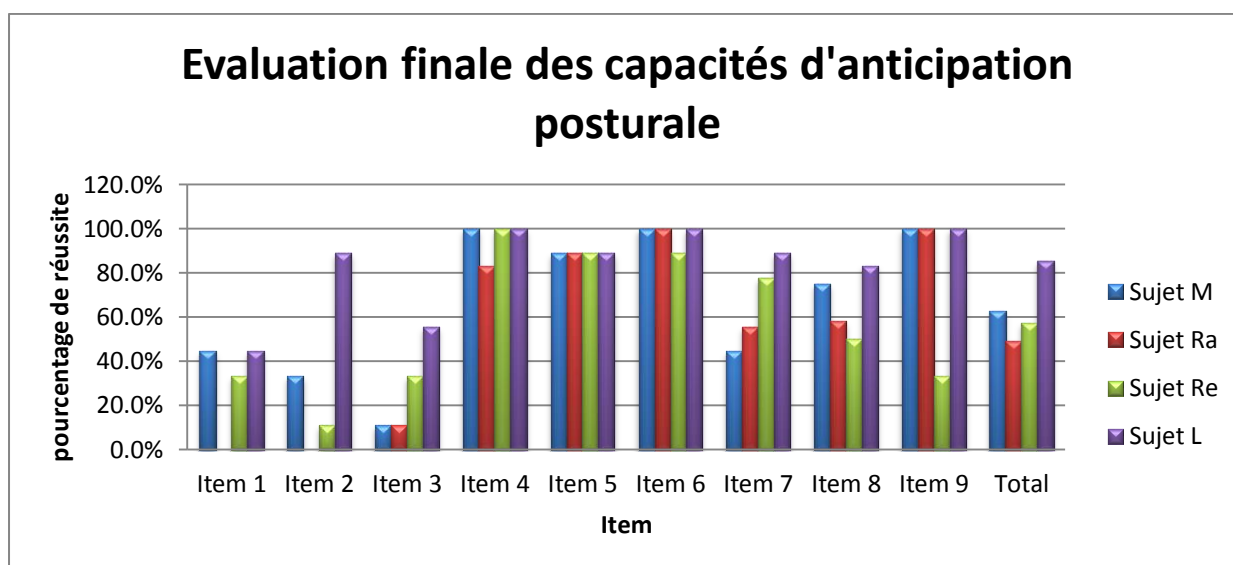
Comparaison des scores totaux initiaux et finaux obtenus sur l'ensemble de l'échelle :



Observation :

L'ensemble des participants ont obtenu des scores totaux supérieurs lors de la phase de retest.

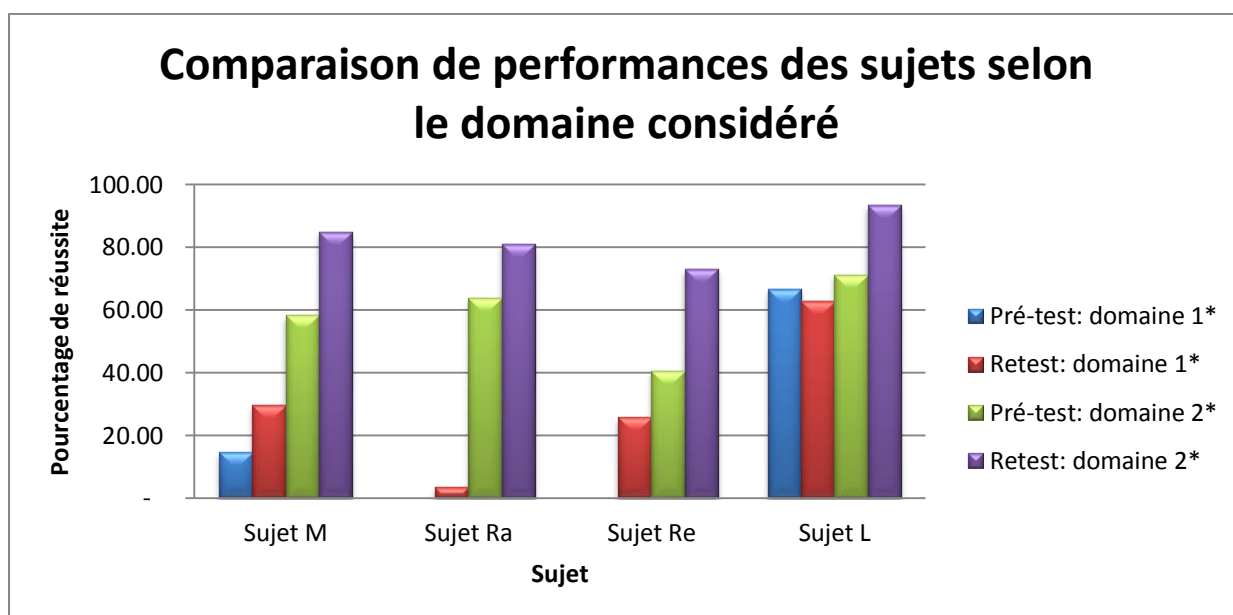
Recueil des scores finaux obtenus par item pour chaque participant :



Observation :

L'analyse de ce graphique, en comparaison à celui obtenu lors de la passation initiale, montre que les participants ont progressé mais de manière hétérogène en fonction de l'item que l'on considère.

Comparaison des scores initiaux et finaux selon le domaine considéré.



*\*Domaine 1 : Enfant immobile, Environnement en mouvement.*

*\*Domaine 2 : Enfant en mouvement, Environnement en mouvement.*

Observation :

L'ensemble des participants obtiennent de meilleurs scores de progression sur le domaine 2 de l'échelle administrée (« Enfant en mouvement, Environnement en mouvement »).

Le tableau ci-dessous synthétise la progression de chacun des participants :

|           | Sujet M | Sujet Ra | Sujet Re | Sujet L |
|-----------|---------|----------|----------|---------|
| domaine 1 | 14.80%  | 3.70%    | 25.90%   | -3.70%  |
| domaine 2 | 26.35%  | 17.11%   | 32.45%   | 22.20%  |

## **F- Synthèse des résultats obtenus et conclusion**

La démarche scientifique de cas uniques à ligne de base multiple a permis de mettre en évidence certaines tendances intéressantes liées à l'utilisation de la Kinect dans la prise en charge des enfants avec autisme si on la compare à une intervention rééducative classique.

Les résultats indiquent que la participation des sujets à une prise en charge classique est fluctuante d'une séance à l'autre. De plus, les modalités de retraits attentionnels sont hétérogènes. Ces derniers peuvent être nombreux et longs, nombreux et courts, peu nombreux mais longs ou encore peu nombreux et courts. Ils ont pour caractéristique commune de limiter le degré d'investissement du sujet à la rééducation psychomotrice. Ils peuvent se traduire par des comportements d'opposition ou d'autres conduites d'évitement de la tâche.

L'emploi de la Kinect a permis de renforcer la motivation, l'intérêt et l'investissement de l'enfant tout au long des séances. Ceci se traduit notamment par une diminution significative de nombre de retraits et du temps de retrait total observés durant les différentes phases de traitement par Kinect.

Par ailleurs, l'utilisation de la Kinect à des fins thérapeutiques semble intéressante. En effet, l'écart de performance obtenu lors de l'évaluation initiale et finale indique que cette modalité technologique permet à l'enfant de faire des apprentissages, notamment dans le domaine de l'anticipation posturale.

En phase de traitement local, le nombre de réussites reste limité et ne suscite que peu d'émergences. La plupart des sujets éprouvent des difficultés à maintenir un niveau de vigilance suffisant pour analyser et anticiper la trajectoire des balles à réceptionner. Ces difficultés sont majorées par des troubles de la compréhension associés à des réactions de protection ou d'indifférence survenant lors de la phase de préparation au mouvement.

En phase de traitement par Kinect seule, on relève des comportements « néo-phobiques » pour la plupart des sujets. Ces derniers se tiennent debout et immobiles face à l'écran lorsque le jeu défile. Par ailleurs, la majorité des sujets ne perçoivent pas le but du jeu, qualifié sous le terme « d'activité fonctionnelle », qui consiste à récolter un maximum de pièces afin d'accroître le score.

En phase de traitement par Kinect et guidage du psychomotricien, le nombre de réussites et d'émergences progresse de façon significative pour l'ensemble des sujets. Ces derniers

parviennent alors à mobiliser leur attention sur les éléments pertinents de la tâche et à réagir en conséquence. Lorsque les séances sont renouvelées régulièrement, les modalités de l'action à mettre en œuvre ainsi que le sens du jeu sont renforcés et les performances du sujet en termes de rendement et d'activité fonctionnelle sont améliorées.

Le guidage du psychomotricien et la structuration de la séance de manière adaptée aux difficultés de l'enfant sont donc indispensables pour permettre à ce dernier de faire des apprentissages. Cependant, nous ne possédons pas encore les éléments qui permettraient de confirmer la généralisation de ces apprentissages à un autre contexte. Par ailleurs, l'accessibilité de l'interface Kinect et son utilisation implicite en font un outil particulièrement adapté aux enfants avec autisme et déficience intellectuelle associée. Néanmoins, une utilisation ritualisée de cette modalité technologique à des fins thérapeutiques par les différents praticiens ne peut s'envisager sans formation spécialisée. Pour finir, il semble nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches concernant ce domaine afin d'explorer de nouvelles pistes thérapeutiques.

## BIBLIOGRAPHIE

### **Articles et ouvrages:**

Bayley, C. Pearson, E., Gkatzidou, S., and Green, S. (2006). Using video games to develop social, collaborative and communication skills. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypoermedia and Telecommunications 2006 (pp.1154-1161). Chesapeake, VA: AACE.

Bölte, S., Golan, O., Goodwin, M.S., & Zwaigenbaum, L. (2010). What can innovative technologies do for autism spectrum disorders? *Autism*, 14(3), 155-159.

Casas, X., Herrera, G., Coma, I., & Fernández, M. (2012). A Kinect-based augmented reality system for individuals with autism spectrum disorders. *GRAPP/IVAPP, SciTePresS*, 440-446.

Chang, Y.-J., Chen, S.-F., & Huang, J.-D. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2566-2570.

DePriest, D. & Barilovits, K. (2011). Live: Xbox Kinects virtual realities to learning game. *TCC Proceedings*.

Firth N. (2012). Watch over me. *New scientist*, 214(2863). 17-17.

Fortin, C.A. 2010. Workout, virtual world: Autistic students take to Nintendo Sports at Paterson Mill Middle/H.S. Retrieved April 8, 2013 from the World Wide Web: [http://www.cafemon.com/journals/read/1283399/Wii\\_said\\_to\\_build\\_social\\_skills\\_fitness\\_in\\_children\\_with\\_autism](http://www.cafemon.com/journals/read/1283399/Wii_said_to_build_social_skills_fitness_in_children_with_autism)

Garrido, J. E., V, M., R. Penichet, Maria, D., & Sanchez, L. A. (2012). Mobility and memory training through movement interaction. Preprints of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, pp. 911-917.

Goodwin, M.S. (2008). Enhancing and accelerating the pace of autism research and treatment: The promise of developing innovative technology. *Focus on autism and other developmental disabilities*, 23(2), 125-128.

Gotsis, M., Piggot, J., Hughes, D., & Stone, W. (2010). SMART-games: A video game intervention for children with autism spectrum disorders. *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children, Barcelona, Spain*, 194-197.

Griffiths, M. (2002). The educational benefits of videogames. *Education and Health*, 20(3), 47-51.

Hsu, H.-M J. (2011). The potential of Kinect in education. *International Journal of Information and Education Technology*, 1(5), 365-370.

Nottingham Trent University. (July 2011). Computer games could help people with learning difficulties to master everyday tasks. Nottingham Trent University Website. Available: [http://www.ntu.ac.uk/apps/news/109137-22/Computer\\_games\\_could\\_help\\_people\\_with\\_learning\\_difficulties\\_to\\_master\\_every.aspx](http://www.ntu.ac.uk/apps/news/109137-22/Computer_games_could_help_people_with_learning_difficulties_to_master_every.aspx).

Pearson, E., & Bailey, C. (2007). Evaluating the potential of the Nintendo Wii to support disabled students in education. In ICT: Providing choices for learners and learning. Proceedings ascilite Singapore. <http://www.ascilite.org.au/conferences/singapore07/procs/pearson-poster.pdf>

Williams, C. (2013). Xbox Kinect system helps autistic children play music. The telegraph <http://www.telegraph.co.uk/technology/microsoft/9571365/Xbox-Kinect-system-helps-autistic-children-play-music.html>

Wurmser, M.T. (2010). Consider the Nintendo Wii for kids with autism. Retrieved April 8, 2013 from the World Wide Web: <http://bellaonline.com/articles/art58580.asp>.

Nadel, J. (2011). Imiter pour grandir. Développement du bébé et de l'enfant avec autisme. Paris. Dunod.

Gepner, B. (2005). Malvoyance du mouvement dans l'autisme: de la clinique à la recherche et à la rééducation. In L'Autisme : de la recherche à la pratique.

Viel S, Vaugoyeau, Assainte C. (2010) Postural adaptation of the spatial reference frames to microgravity: back to the egocentric reference frame.

Hughes (1996) Planning problems in autism at the level of motor control.

Wolpert DM, Diedrichsen J, Flanagan JR. (2011) Principles of sensorimotor learning. Nature Review Neuroscience. 2011 Oct 27;12(12):739-51. doi: 10.1038/nrn3112.

Gowen & Hamilton (2012) Motor abilities in autism A review using a computational context.

Assainte & Schmitz (2009) Construction des représentations de l'action.

Gepner B. & Tardif C. (2006). Autism, movement, time and thought. E-motion mis-sight and other temporo-spatial processing disorders in autism. In: M. Vanchevsky (ed). Frontiers in Cognitive Psychology. New York : Nova Science Publishers (pp. 1-30).

Schmitz C., Martineau J., Barthélémy C. & Assaiante C. (2003). Motor control and children with autism : deficit of anticipatory function ? Neuroscience Letters, 348, 17-20.

Jézéquel A. (2011). Rééducation de la motricité globale chez un adolescent autiste et déficient auditif. Mémoire de psychomotricité, Toulouse.

Harbelot, I. (2011). La place du jeu dans la rééducation : psychomotrice, jouer à apprendre ou apprendre à jouer ? Mémoire de psychomotricité, Toulouse.



Devos C. (2012) Travail de l'adaptation posturale au travers d'un parcours de franchissement chez deux enfants porteurs d'autisme. Mémoire de psychomotricité. Toulouse.

### **Cours et conférences :**

Conférences IMFAR/INSAR 2013.

Conférences Autisme Gers 2013.

Conférences Journée Bourguignonne des Dys 2013.

Perrin J. (2012). Enseignement de psychomotricité. Toulouse.

Aubert, E. (2012). Enseignement de psychomotricité. Toulouse.

Albaret, JM (2012). Enseignement de psychomotricité. Toulouse.

### **Site web :**

[http://www.lscp.net/persons/ramus/docs/20121018Autisme\\_Ramus.pdf](http://www.lscp.net/persons/ramus/docs/20121018Autisme_Ramus.pdf)

<http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/165/?sequence=15>

<http://www.autisme.qc.ca/TED/recherche/etiologie/particularites-neurobiologiques-et-cognitives-des-autistes.html>

<http://www.cairn.info/revue-enfance-2002-1-page-63.htm>

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/enfan\\_0013-7545\\_2000\\_num\\_53\\_2\\_3174](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/enfan_0013-7545_2000_num_53_2_3174)

<http://www.posturodoc.org/conferences/conference-Assaiante-26-11-2010/Developpement%20et%20trouble%20de%20la%20marche%20chez%20l'enfant.pdf>

<http://www.necplus.eu/action/displayFulltext?fromPage=online&type=6&fid=S0013754509001141&aid=2425336&previous=true&jid=ENF&volumeId=2009&issueId=01&prev=Y>

## **Résumé :**

L'objectif de cette recherche exploratoire est d'évaluer l'intérêt de la Kinect dans la rééducation psychomotrice auprès d'enfants avec autisme et déficience intellectuelle associée. Plus précisément, il s'agit de déterminer si la Kinect constitue un moyen d'apprentissage motivant, quelles sont les conditions d'utilisations optimales de la Kinect et si la Kinect constitue une modalité de rééducation de l'anticipation posturale efficace par rapport à une intervention plus classique.

**Mots Clés :** Autisme, Kinect, Rééducation psychomotrice, Anticipation posturale.

## **Summary :**

The objective of this exploratory study is to evaluate the interest of the Kinect in psychomotor rehabilitation for children with autism and intellectual impairment associated. More specifically, it is to determine if the Kinect is a means of motivating learning, what are the conditions for an optimal use of the Kinect and if the Kinect is a form of effective rehabilitation for postural anticipation compared with a conventional intervention.

**Keywords:** Autism, Kinect, Psychomotor rehabilitation, Postural anticipation