



Mise en place d'un apprentissage de type
écologique pour améliorer les capacités
d'équilibre chez des adolescents atteints de
déficience intellectuelle



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Psychomotricienne

POIRIER Rosalie

Juin 2022

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION..... | 6 |
| PARTIE 1 : THEORIE..... | 7 |
| I. <u>Équilibre dans la déficience intellectuelle</u> | 7 |
| 1. Impact de la déficience intellectuelle sur l'équilibre..... | 7 |
| A) <i>Spécificités de la déficience intellectuelle</i> | 7 |
| B) <i>Conséquences sur l'équilibre statique</i> | 11 |
| C) <i>Conséquences sur l'équilibre dynamique</i> | 13 |
| 2. Conséquences des difficultés d'équilibre sur la trajectoire de vie des personnes avec une déficience intellectuelle..... | 14 |
| A) <i>Risques liés au déficit des capacités d'équilibre tout au long de la vie</i> | 14 |
| B) <i>Modèle conceptuel</i> | 15 |
| C) <i>Risque de chute</i> | 16 |
| D) <i>Prévention des risques</i> | 18 |
| 3. Travail de l'équilibre dans la déficience intellectuelle..... | 19 |
| A) <i>Généralités à propos des programmes d'amélioration de l'équilibre</i> | 19 |
| B) <i>Programme améliorant les capacités d'équilibre statique</i> | 21 |
| a) <i>Exercice physique et renforcement musculaire</i> | 21 |
| b) <i>Exercices ciblés sur l'équilibre sur le long terme</i> | 21 |
| c) <i>Utilisation de surfaces instables</i> | 22 |
| d) <i>Utilisation de stimuli tactiles</i> | 24 |
| C) <i>Programme améliorant les capacités d'équilibre dynamique</i> | 27 |
| a) <i>Exercice physique</i> | 27 |

| | |
|--|----|
| b) <i>Renforcement musculaire</i> | 28 |
| c) <i>Exercices ciblés sur l'équilibre sur le long terme</i> | 30 |
| d) <i>Utilisation de stimuli tactiles</i> | 30 |
| e) <i>Programmes alternatifs</i> | 31 |
| D) <i>Éléments à prendre en compte dans le cadre des programmes établis</i> | 31 |
| | |
| II. Apprentissage dans la déficience intellectuelle | 32 |
| 1. Particularités d'apprentissage dans la déficience intellectuelle | 32 |
| 2. Grands principes de l'apprentissage écologique et implicite | 34 |
| 3. Apprentissage moteur dans le cadre de la déficience intellectuelle | 37 |
| | |
| PARTIE 2 : PRATIQUE | 40 |
| | |
| I. Démarche | 40 |
| | |
| II. Présentation du groupe | 40 |
| 1. Constitution du groupe | 40 |
| 2. Présentation de Dorian – 13 ans 8 mois | 41 |
| A) <i>Anamnèse</i> | 41 |
| B) <i>Bilan scolaire</i> | 42 |
| C) <i>Bilan psychologique</i> | 42 |
| D) <i>Bilan éducatif</i> | 43 |
| E) <i>Bilan psychomoteur</i> | 44 |
| a) <i>Contexte du bilan</i> | 44 |
| b) <i>Domaine relationnel</i> | 45 |
| c) <i>Domaine moteur</i> | 45 |
| d) <i>Domaine exécutif</i> | 46 |
| e) <i>Conclusion et objectifs de prise en charge</i> | 47 |
| 3. Présentation de Sacha – 12 ans 10 mois | 47 |

| | |
|--|----|
| A) <i>Anamnèse</i> | 47 |
| B) <i>Bilan psychomoteur</i> | 48 |
| a) <i>Domaine moteur</i> | 48 |
| b) <i>Domaine spatio-temporel</i> | 49 |
| c) <i>Domaine attentionnel</i> | 50 |
| d) <i>Conclusion et objectifs de prise en charge</i> | 50 |
| III. <u>Protocole</u> | 50 |
| 1. Objectifs | 50 |
| A) <i>Objectifs globaux</i> | 50 |
| B) <i>Axes de travail</i> | 51 |
| 2. Mise en place | 52 |
| A) <i>Contexte pratique</i> | 52 |
| B) <i>Mesures</i> | 53 |
| 3. Déroulement des séances | 54 |
| A) <i>Séance n°1</i> | 54 |
| B) <i>Séance n°2</i> | 57 |
| C) <i>Séance n°3</i> | 59 |
| D) <i>Séance n°4</i> | 61 |
| E) <i>Séance n°5</i> | 63 |
| F) <i>Séance n°6</i> | 65 |
| G) <i>Séance n°7</i> | 67 |
| H) <i>Séance n°8</i> | 68 |
| IV. <u>Résultats et analyse des données</u> | 70 |
| 1. Présentation des résultats | 70 |
| 2. Comparaison des mesures | 71 |
| A) <i>Comparaison des mesures de la séance n°1 et de la séance n°5</i> | 71 |
| B) <i>Comparaison des mesures de la séance n°5 et de la séance</i> | |

| | |
|--|----|
| <i>n°8</i> | 72 |
| C) Comparaison des mesures de la séance n°1 et de la séance | |
| <i>n°8</i> | 73 |
| DISCUSSION | 73 |
| CONCLUSION | 75 |
| BIBLIOGRAPHIE | 76 |
| REMERCIEMENT | 79 |

INTRODUCTION

La déficience intellectuelle est souvent représentée par les difficultés cognitives et exécutives qu'elle engendre. Les difficultés motrices sont très fréquentes cependant, avec des spécificités résultant du trouble. Leurs retentissements sur l'autonomie et la vie quotidienne peuvent être majeurs avec des répercussions possibles sur la santé. Malgré la pluralité des profils que j'ai rencontré lors de mon stage en IME, les difficultés de gestion de l'équilibre m'ont semblé similaires chez plusieurs personnes. Si ces difficultés ne font pas toujours obstacle aux activités quotidiennes, certains jeunes peuvent être mis à mal lors de situations plus exigeantes (monter des escaliers, gérer un déséquilibre). Certains sont dans l'incapacité de faire des activités de loisir comme le vélo, or ce type d'apprentissage revêt une grande importance pour eux.

Dans la littérature, l'intrication de la déficience intellectuelle avec des troubles de l'équilibre est souvent abordée. Les protocoles d'entraînement des capacités d'équilibre d'enfants et adolescents atteints de déficience intellectuelle permettent des améliorations significatives des compétences. Une approche implicite dans le cadre d'un apprentissage moteur serait favorable, à condition de bien sélectionner le mode d'apprentissage utilisé.

Riche des constats faits sur le terrain et des apports de la littérature, je me suis cette année intéressée à la prise en charge de l'équilibre auprès de deux jeunes de l'IME avec un objectif fonctionnel à long terme de faire du vélo. J'ai envisagé ce travail dans le cadre d'un apprentissage écologique, du fait du niveau intellectuel des jeunes concernés. J'ai supposé qu'une intervention implicite serait efficace pour améliorer leur équilibre. Ainsi j'ai construit mon travail autour de la problématique suivante :

Un apprentissage de type écologique est-il efficace pour améliorer les capacités d'équilibre dans le cadre d'une déficience intellectuelle ?

Pour répondre à ce questionnement, je vais présenter une partie théorique qui fait d'abord le point sur les particularités d'équilibre dues à la déficience intellectuelle. Je parlerai de l'impact de ce trouble sur cette aptitude motrice, mais aussi des conséquences sur le long terme et de la façon de prendre en charge ces difficultés. J'aborderai dans un second temps les apprentissages et leurs spécificités au sein de cette population. Je présenterai ensuite les caractéristiques de l'approche écologique et implicite, avant de

terminer par un point sur les apprentissages moteurs dans le cadre de la déficience intellectuelle. Enfin, une partie pratique expliquera ma démarche au cours de cette année de stage. Je décrirai les profils des deux jeunes que j'ai pris en charge, le contexte de mon intervention, ainsi que le protocole que j'ai construit et que je leur ai proposé. Je terminerai par une présentation des mesures obtenues afin d'évaluer l'efficacité de la prise en charge et une analyse des résultats.

PARTIE THEORIQUE

I. Équilibre dans la déficience intellectuelle

1. Impact de la déficience intellectuelle sur l'équilibre

A) Spécificités de la déficience intellectuelle

La déficience intellectuelle est envisagée dans l'Inserm (2016) par le biais de trois concepts : l'intelligence, le comportement adaptatif et la notion de développement. Il s'agit d'un développement stoppé ou incomplet à l'origine de déficits dans les fonctions motrices, cognitives, langagières et sociales, qui sont associés à des difficultés conceptuelles, d'apprentissages, de comportements et d'habiletés. Les limitations des capacités intellectuelles (significativement inférieures à la moyenne, soit $QI \leq 70$) et le déficit des comportements adaptatifs sont caractéristiques de ce trouble. Un décalage par rapport aux pairs du même âge est constaté dès la période développementale, et cela a un impact au niveau fonctionnel dans plusieurs domaines de la vie de la personne. La déficience intellectuelle est considérée comme un trouble neuro-développemental, et peut être isolée ou associée à d'autres troubles. Le diagnostic doit être établi par une évaluation individuelle standardisée et une évaluation clinique.

La déficience intellectuelle entraîne donc un retard de développement à tous les niveaux : la motricité est notamment touchée, autant la performance que l'apprentissage de nouvelles séquences motrices (Almuhtaseb et col., 2014). Du fait des fonctions

impactées, notamment aux niveaux cognitif et moteur, les problèmes de motricité sont fréquents au sein de cette population (Giagazoglou et col., 2013). Almuhtaseb (2014) souligne le fait que les capacités motrices sont impactées, que la cause de la déficience intellectuelle soit génétique et/ou identifiée, ou bien inconnue. Parmi les causes génétiques connues, les conséquences sur les compétences motrices sont identifiées, notamment des retards d'acquisitions et des difficultés motrices dans le cadre des syndromes de Down, de Williams, de X fragile ou encore le syndrome de Prader-Willi.

Enkelaar (2012) a identifié des caractéristiques de la déficience intellectuelle qui pourraient avoir un effet négatif sur l'équilibre : un développement incomplet voire stoppé ; un vieillissement précoce ; un mode de vie sédentaire qui pénalise le niveau moteur vis-à-vis de la norme. L'explication des difficultés d'équilibre par le biais du retard cognitif et du mode de vie inactif a aussi été alimentée par d'autres auteurs (Maïano et col., 2019). La littérature atteste en effet d'un lien significatif entre le niveau de développement cognitif d'un individu et ses capacités en équilibre. Lathinen (2007) ainsi qu'Almuhtaseb (2014) ont relevé une corrélation entre les capacités cognitives et la motricité, plus particulièrement pour l'équilibre statique.

D'autre part, la sédentarité est un facteur environnemental pouvant aggraver les déficits moteurs déjà existants chez les personnes atteintes d'une déficience intellectuelle (Kachouri et col., 2016). Giagazoglou (2013) a relevé qu'un mode de vie inactif donne moins d'occasion de faire de l'exercice physique, ce qui amplifie d'autant plus les difficultés déjà englobées dans la déficience intellectuelle. En effet, cette population présente des résultats aux tests de motricité inférieurs à ceux de la population générale : parmi les facteurs influençant, on peut retrouver une prévalence de surpoids, d'obésité, et une tendance à la sédentarité (Mikolajczyk et col., 2015). La forte prévalence d'obésité, mais également d'hypotonie et de problèmes orthopédiques, augmente notamment le retard de développement de l'équilibre (Fotiadou et col., 2009). Le déficit moteur vis-à-vis de la norme persiste tout au long de la vie (Giagazoglou et col., 2013).

Il existe également des caractéristiques sensorielles associées à la déficience intellectuelle qui altèrent les capacités motrices, et plus particulièrement l'équilibre.

Le contrôle de l'équilibre nécessite le traitement d'informations, qui peuvent provenir de trois modes d'entrées possibles : les systèmes sensoriels visuel, vestibulaire et

somato-sensoriel (Assaiante, 1998). L'intégration des informations de différentes modalités sensorielles est donc nécessaire, notamment au maintien de l'équilibre postural (Roll et col., 2002). Roll (2002) précise que la part d'informations venant de chaque modalité varie selon les caractéristiques environnementales, corporelles et contextuelles. Le contrôle postural nécessite, entre autre, l'intégration d'informations proprioceptives mais aussi tactiles, notamment fournies par le traitement des afférences cutanées plantaires qui indiquent la position de l'axe du corps en référence à la verticale. Roll (2002) a par ailleurs démontré que les informations tactiles sont utiles pour la stabilité posturale, la conscience posturale et la mise en place de réponses posturales adaptatives.

Le développement moteur peut être impacté dans la déficience intellectuelle par certaines anomalies de fonctionnement du système nerveux central, fréquentes parmi cette population (Fotiadou et col., 2009). Kachouri (2016) indique que l'intégration des données sensorielles peut également être perturbée à cause de ces dysfonctionnements du système nerveux central. L'équilibre peut donc être indirectement touché.

Des déficits sensoriels aux niveaux visuel, somesthésique et vestibulaire au sein de la population atteinte de déficience intellectuelle pourraient être à l'origine de déficits dans les capacités d'équilibre (Kachouri et col., 2016). Jankowicz-Szymanska (2012) a cité plusieurs hypothèses de la littérature sur la cause des fréquents déficits de stabilité de contrôle postural : cela pourrait être dû à un ralentissement des réactions de contrôle postural, un dysfonctionnement du système vestibulaire ou bien une déficience visuelle et/ou auditive comorbide.

Par ailleurs, chez les personnes atteintes de déficience intellectuelle, les sensations proprioceptives sont déficitaires : cela serait lié aux difficultés de performance motrice sur des surfaces instables (Mikolajczyk et col., 2015). En effet, assurer un contrôle postural adapté et réaliser la tâche motrice sur une surface instable simultanément met la personne en situation de double tâche. Jankowicz-Szymanska (2012) a par ailleurs montré que la double tâche dans le cadre d'une activité motrice dont l'exécution nécessite donc de combiner deux activités, les performances des individus ayant une déficience intellectuelle sont inférieures à la moyenne. Mikolajczyk (2015) précise que la double tâche, dans le cadre d'une rééquilibration sur une surface instable, nécessite des interactions efficaces entre différents systèmes sensoriels (visuel, somatosensoriel et vestibulaire) pour permettre le contrôle des positions des différentes parties du corps dans

l'environnement. Le déficit de retours proprioceptifs ne permettrait donc pas des interactions optimales entre ces différents systèmes, et serait donc lié aux difficultés de performance en équilibre sur les surfaces instables. Il existe également un temps de latence dans la mise en place de réflexes vestibulaires, ce qui amplifie le retard de développement de l'équilibre au sein de cette population (Fotiadou et col., 2009).

De plus, les perturbations dans le domaine sensoriel associées à des difficultés d'orientation spatiale majorent indirectement la maladresse motrice et le risques de chutes, car elles affectent négativement le niveau des équilibres statique et dynamique (Jankowicz-Szymanska et col., 2012). La littérature indique d'ailleurs que l'amplitude et la variabilité de balancement durant les situations d'équilibre sont plus importantes dans le cadre d'une déficience intellectuelle (Giagazoglou et col., 2012).

Les risques de douleur chronique, d'obésité, d'instabilité posturale et de chutes sont majorés dans le cadre de la déficience intellectuelle, et provoque une gêne fonctionnelle générale (Carmeli et col., 2001).

Enkelaar (2012) a conclu que la littérature relève systématiquement que les capacités de marche et d'équilibre sont affectées dans la déficience intellectuelle : l'instabilité est plus marquée en station debout et dans la marche. Dans l'exécution de ces deux tâches, une certaine rigidité est amenée par la contraction simultanée des muscles agonistes et antagonistes (Enkelaar et col., 2012).

Maïano (2019) caractérise les personnes atteintes de déficience intellectuelle comme ayant un niveau de forme physique, des capacités d'équilibre et de contrôle postural inférieurs à ceux de personnes ayant un développement typique. Le niveau de force musculaire est également diminué vis-à-vis de la norme (Kachouri et col., 2016).

Malgré toutes les caractéristiques de la déficience intellectuelle qui impactent le développement de l'équilibre, celui-ci se produit bel et bien et se poursuit au cours du temps, mais sans pouvoir atteindre un niveau équivalent à celui de la population au développement standard. Giagazoglou (2013) souligne le risque de perte de fonctionnalité et d'autonomie au quotidien pour les personnes atteintes de déficience intellectuelle, du

aux déficits en équilibre et dans la motricité qui sont d'autant plus marqués que la personne concernée est inactive. Giagazoglou a notamment identifié qu'une faible motivation peut s'ajouter à un mode de vie inactif, et pénaliser le domaine moteur. Les déficits de contrôle et de stabilité de la posture affectent non seulement la motricité, mais également le fonctionnement mental de la personne car ils provoquent de l'incertitude et la peur de tomber, de se blesser (Jankowicz-Szymanska et col., 2012).

B) Conséquences sur l'équilibre statique

L'impact de la condition de déficience intellectuelle sur l'équilibre statique des personnes concernées a été étudié dans la littérature.

Blomqvist (2013) a comparé dans son étude les performances en équilibre postural et les performances musculaires des adolescents entre 16 et 20 ans atteints d'une déficience intellectuelle légère à modérée, avec les performances de la population générale. Les tests proposés aux participants ont été le test étendu chronométré et opérationnel, le test de portée fonctionnelle modifiée, la position dynamique sur une jambe, la position sur une jambe et l'essai de plate-forme de force pour mesurer les paramètres de l'équilibre postural ; le saut de contre-mouvement, le test d'abdominaux et le test d'endurance des extenseurs du tronc Biering-Sørensen ont permis d'évaluer la force musculaire. Les scores obtenus aux tests d'équilibre et de force musculaire par les adolescents ayant une déficience intellectuelle sont significativement inférieurs à la norme. Il n'a pas été trouvé de liens significatifs entre la taille, l'IMC et la force musculaire avec les capacités en équilibre postural des participants.

Plusieurs autres auteurs ont relevé que le fait de tenir une posture corporelle stable est une difficulté notable pour les personnes atteintes de déficience intellectuelle (Jankowicz-Szymanska et col., 2012). Or le contrôle et la stabilité posturale sont nécessaires pour l'acquisition de la marche notamment : un déficit entraîne donc un impact au niveau fonctionnel, et diminue l'autonomie de déplacement (Lee et col., 2016).

Lorsque les individus atteints de déficience intellectuelle se tiennent debout, le maintien de la posture et l'équilibre sont extrêmement difficiles (Lee et col., 2016). Enklaar (2012) relève des balancements dont l'amplitude et la variabilité sont supérieures à celles de la population générale, d'après des mesures en station debout calme. Le

schéma de balancement est significativement plus important dans l'axe antéro-postérieur que dans l'axe médio-latéral.

L'intégration des informations de différentes modalités sensorielles est primordiale pour le maintien de l'équilibre postural. Selon les caractéristiques de la situation et de l'environnement, la part d'informations de chaque modalité utilisée est susceptible de varier (Roll et col., 2002). L'intégration des données et le fonctionnement de certains systèmes au niveau sensoriel sont cependant perturbés chez les personnes atteintes de déficience intellectuelle.

Kachouri (2016) souligne notamment les difficultés marquées en équilibre postural dans le cadre de la déficience intellectuelle, qui pourraient être dues aux déficits visuels, somesthésiques ou encore vestibulaires, explicités précédemment. Il n'existe cependant pas de consensus dans la littérature sur la dépendance ou l'indépendance au champ visuel dans cette population, les corrélations trouvées n'étant pas significatives dans tous les études sur la question (Enkelaar et col., 2012).

D'autre part, les personnes atteintes de déficience intellectuelle présentent des anomalies dans l'activation des muscles agonistes et antagonistes : afin de stabiliser la posture, une co-activation de ces groupes musculaires agonistes se fait au niveau des jambes (Kachouri et col., 2016). Cette co-activation des antagonistes diminue avec l'augmentation de la force musculaire : le faible niveau de force physique des personnes avec une déficience intellectuelle a donc un impact sur l'équilibre postural.

Chez les sujets sains, le contrôle postural est influencé par différents facteurs : les capacités attentionnelles, l'état psychologique, ou encore le niveau d'anxiété qui assure le contrôle de l'équilibre dans l'axe antéro-postérieur notamment (Kushiro et col., 2010). Kushiro (2010) souligne le fait que l'état émotionnel des sujets peut impacter les ajustements posturaux anticipés ainsi que le contrôle adaptatif. Or, les difficultés associées à la déficience intellectuelle peuvent majorer les difficultés surajoutées qui, lorsqu'elles sont présentes, peuvent impacter les capacités en équilibre postural.

C) Conséquences sur l'équilibre dynamique

Les personnes atteintes de déficience intellectuelle souffrent fréquemment d'une mobilité limitée, de problèmes d'équilibre et des difficultés de marche et de déplacement (Enkelaar et col., 2012). Almuhtaseb (2014) indique que les performances motrices et les coordinations dynamiques générales (sauter, courir...) sont impactées. Un retard de l'âge d'acquisition de la marche est généralement notable vis-à-vis de la population générale au développement typique (Almuhtaseb et col., 2014).

Une étude spécifique sur la marche des personnes ayant une déficience intellectuelle a été menée : des anomalies évidentes existent dans cette population, qu'il y est ou non une étiologie (Almuhtaseb et col., 2014). La littérature relève notamment le fort coût énergétique de la marche pour les personnes concernées. Almuhtaseb (2014) montre par l'étude de la déficience intellectuelle sans étiologie que la marche serait liée à la cognition : les variables spatiales de la marche (largeur, longueur du pas...) dépendraient des fonctions exécutives tandis que les caractéristiques temporelles (durée d'appui, d'oscillation...) seraient liées à la vitesse de traitement des informations. Les coordinations nécessitant des capacités d'équilibre dynamique serait donc impactées par le déficit cognitif associé à la déficience intellectuelle.

La littérature relève des particularités spécifiques dans l'équilibre dynamique des personnes ayant une déficience intellectuelle. Enkelaar (2012) souligne notamment un temps de latence plus important que la moyenne avant la réaction à un événement imprévu. Il relève également la nécessité d'un temps plus important pour anticiper le fait de franchir un obstacle, en partie du aux difficultés d'ajustement postural. Une étude de posturographie dynamique a montré que les réponses dans l'ajustement de l'équilibre des personnes atteintes de déficience intellectuelle profonde face à une perturbation de l'équilibre sont retardées par rapport à la norme (Enkelaar et col., 2012).

Une autre particularité dans cette population concerne le niveau d'activation volontaire de leur unités motrices des quadriceps : un déficit significatif existe, 65% seulement des unités motrices du quadriceps peuvent être activées, contre 85% dans la population générale (Kachouri et col., 2016).

2. Conséquences des difficultés d'équilibre sur la trajectoire de vie des personnes avec une déficience intellectuelle

A) Risques liés au déficit des capacités d'équilibre tout au long de la vie

Parmi les risques liés aux déficits d'équilibre dans la déficience intellectuelle, le plus rapporté par la littérature est la chute, ainsi que ses conséquences. En effet, les faibles capacités d'équilibre et les difficultés de marche des personnes ayant une déficience intellectuelle constituent un important facteur de risque de chutes (Enkelaar et col., 2012). Ces deux éléments constitueraient même un des facteurs de risque de chute les plus établis dans la littérature (Kachouri et col., 2016). Le déficit en équilibre, marqueur d'un développement incomplet, participe aussi à la forte fréquence de chutes parmi cette population (Dehghani et col., 2015). Les troubles de l'équilibre postural, fréquents dans cette population, amplifient également ce risque et affectent également la marche (Mikolajczyk et col., 2015).

Dehghani (2015) signale que douter de la sûreté de sa marche et de sa stabilité posturale associé à une peur de la chute et de ses conséquences amplifierait la tendance à la sédentarité dans cette population. Kachouri (2016) cite d'autre part le mode de vie inactif comme un facteur de risque environnemental influençant positivement le risque de chutes dans cette population. L'impact sur la santé peut également majorer ces risques.

Giagazoglou (2013) indique que les chutes à l'origine de blessures sont très fréquentes, notamment à cause des mauvaises capacités d'équilibre. Enkelaar (2012) souligne les risques de blessures graves, ainsi que le taux important d'hospitalisation pour une blessure (souvent due à une chute) qui est deux fois supérieur à celui de la population générale. Les chutes sont reconnues comme la cause principale de blessures des individus atteints de déficience intellectuelle (Almuhtaseb et col., 2014). Dans une étude auprès d'enfants, d'adolescents et d'adultes avec une déficience intellectuelle, 60% des blessures étaient dues à des chutes (Kachouri et col., 2016). Lee (2016) précise que les blessures suite aux chutes sont plus fréquentes et plus graves dans le cadre de la déficience intellectuelle, avec plus de risques de fractures du fait d'une faible masse osseuse. La population concernées a un taux de complications suite à une blessure due à

une chute deux fois supérieur à celui de la population générale.

D'un point de vue plus global, les capacités physiques sont impactées par les perturbations de l'attention, de la concentration, de la planification mais aussi par la désorganisation des mouvements et le déficit proprioceptif cité précédemment (Mikolajczyk et col., 2015). Dans le fonctionnement quotidien et dans l'exécution de tâches complexes, les personnes atteintes de déficience intellectuelle sont donc limitées dans leur vie (Mikolajczyk et col., 2015).

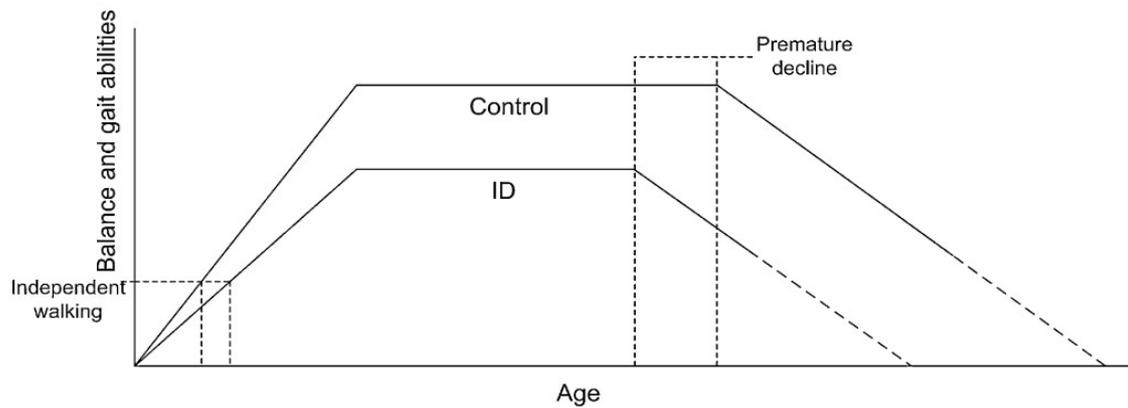
Le développement moteur inférieur à la population générale s'accompagne de difficultés dans les coordinations visuo-motrices, la précision des mouvements, l'inhibition et l'apprentissage de nouvelles activités (Jankowicz-Szymanska et col., 2012). Les différents domaines de la vie de l'individu sont alors impactés : risque de stigmatisation (traits spécifiques, niveau intellectuel faible...), de difficultés d'auto-gestion, de relations interpersonnelles avec les pairs, mauvaise estime de soi, perte de motivation (Jankowicz-Szymanska et col., 2012). L'isolement et la discrimination sociale dont les personnes atteintes de déficience intellectuelle sont parfois victimes peuvent être à l'origine d'une tendance à se rabaisser (Carmeli et col., 2005). Jankowicz-Szymanska (2012) indique également que les chances d'obtenir un emploi adapté dans ces conditions sont affaiblies.

Pour conclure, les troubles de l'équilibre et de la motricité ont un impact négatif avéré sur l'autonomie de la personnes atteinte d'une déficience intellectuelle, et ce dans tous les aspects de sa vie quotidienne (Giagazoglou et col., 2013).

B) Modèle conceptuel

Enkelaar (2012) a établi un modèle conceptuel au cours d'un examen de toute la littérature au sujet des caractéristiques de l'équilibre et de la marche dans la déficience intellectuelle. Ce modèle compare les capacités d'équilibre et de marche de la population atteinte de déficience intellectuelle avec celles de la population générale.

Le modèle conceptuel proposé effectue une comparaison entre les capacités réceptives en équilibre et en marche de ces deux populations tout au long de la vie.



Ce modèle reprend différents constats de la littérature : l'acquisition tardive de la marche, un développement de l'équilibre et la marche suivant la courbe de la norme sans pour autant l'atteindre, un niveau de maturation des capacités d'équilibre et de marche inférieur à la population générale, un vieillissement et un déclin des capacités précoces.

C) Risque de chute

Tout au long de leur vie, les personnes atteintes de déficience intellectuelle sont confrontées à un risque accru de chutes par rapport à la population générale. Tout au long de leur développement, les personnes atteintes de déficience intellectuelle ont un risque de chute supérieur à la norme, du aux difficultés d'équilibre et aux particularités associés aux différentes étapes du développement.

Dès le départ, les capacités d'équilibration sont retardées par rapport à la norme, et ce retard persiste tout au long du développement et à tous les âges. Les acquisitions des capacités d'équilibre et de marche dans l'enfance sont plus tardives par rapport à la norme (Enkelaar et col., 2012). Cependant, elles se font selon un schéma similaire à celui du développement normal : les étapes d'apprentissage sont les mêmes, mais se font à un âge plus avancé. Enkelaar (2012) et Kachouri (2016) précisent que la maturation de ces capacités ne pourra pas atteindre le même niveau que celle de la population générale. Le niveau de développement des capacités ne dépendrait pas de l'âge chronologique dans la déficience intellectuelle, mais serait plutôt lié à l'âge de développement, au quotient intellectuel ou à l'expérience relative à la capacité à acquérir (Enkelaar et col., 2012).

Lathinen (2007) a mené une étude sur les performances physiques de 77 adolescents finlandais âgés de 11 à 16 ans ayant un niveau de QI entre 30 et 70, avec une moyenne de 46, sur une période de 30 ans. Les participants disponibles ont été rencontrés 4 fois : la première fois en 1973, puis en 1979 (moyenne d'âge de 19,5 ans), 17 ans plus tard en 1996 (moyenne d'âge de 36,5), et enfin en 2003 (moyenne d'âge de 43,5). Durant les deux premières sessions d'évaluation, 29 items de tests ont été passés, puis 13 items pour les deux autres évaluations. Les périodes considérées dans cette partie sont 1973 (début de l'adolescence) et 1979 (fin de l'adolescence). Les résultats ont montré un niveau de compétence en équilibre statique significativement inférieur à celui de la population générale au début de l'adolescence (Lathinen et col., 2007). Les compétences se sont cependant améliorées entre le début et la fin de l'adolescence (1973-1979). L'influence du niveau de QI sur l'équilibre statique a été mise en évidence : plus la déficience intellectuelle est importante, plus la performance est pénalisée.

Les caractéristiques de marche et des compétences en équilibre de la population adulte ayant une déficience intellectuelle ont des similitudes avec les enfants de la population générale, du fait du décalage significatif avec la norme (Enkelaar et col., 2012).

Le déficit en équilibre est un facteur de risque de chute majoritaire, que ce soit durant l'enfance, l'adolescence, l'âge adulte ou au cours du vieillissement.

Le déficit d'équilibre postural présent chez les enfants et les adolescents est un facteur de risque de chute majoritaire (Kachouri et col., 2016). Chez les adolescents, le balancement postural plus important que la norme et impacte les capacités d'équilibre statique, d'équilibre dynamique, et indirectement les coordinations dynamiques (Lee et col., 2016). Selon Lee, une intégration insuffisante des informations visuelles et proprioceptives à cette période explique ces difficultés.

Le déclin lié à l'âge des capacités locomotrices et d'équilibre dynamique est plus important dans cette population à l'âge adulte que dans la population générale (Lee et col., 2016). Lathinen (2007) a d'autre part relevé au cours de son étude sur 30 ans qu'à l'âge adulte, des différences sexuelles significatives sont présentes : les compétences en équilibre des hommes sont supérieures à celles des femmes. Au test d'équilibre unipodal, un tiers des participants adultes atteints de déficience intellectuelle n'est pas arrivé à tenir durant une seconde, ce qui illustre les difficultés rencontrées face aux épreuves d'équilibre dans cette population à l'âge adulte.

L'impact du vieillissement sur les capacités d'équilibration et de marche est majoré dans le cadre de la déficience intellectuelle, et arrive plus précocement (Enkelaar et col., 2012). Leur niveau de performance motrice est plus faible, en partie à cause de la détérioration précoce des capacités. Enkelaar indique en effet que les personnes âgées de cette population ont des résultats inférieurs à ceux de la population générale sur les tests d'équilibre et de marche. Cela peut être à l'origine de la restriction de la mobilité qui touche fréquemment les personnes âgées ayant une déficience intellectuelle (Enkelaar et col., 2012). Les capacités fonctionnelles et les activités de la vie quotidienne en sont pénalisées (Carmeli et col., 2001). Les difficultés en équilibre et lors de la marche sont par ailleurs reconnues comme le facteur de risque principal de chutes chez les personnes âgées au sein de cette population (Enkelaar et col., 2012).

Les particularités rattachées à chaque période de développement des personnes atteintes de déficience intellectuelle sont à l'origine de difficultés en équilibre, et donc accentue l'importance de ce facteur de risque. Le risque de chute est ainsi majoré dans le cadre de la déficience intellectuelle, mais également les conséquences qui peuvent résulter des chutes (blessures, peur de la chute, inactivité...).

D) Prévention des risques

Les recherches sur la prévention des chutes des personnes atteintes de déficience intellectuelle restent rares, bien que le risque soit significativement plus élevé que dans la population générale (Kachouri et col., 2016). Cependant, des études permettent d'identifier des éléments efficaces pour la prévention.

Travailler les compétences en équilibre, en marche, et augmenter la force musculaire est un moyen efficace de prévention (Lee et col., 2016). Par ailleurs, l'amélioration de l'équilibre a non seulement des bénéfices dans la prévention des chutes, mais favorise aussi le fait que des personnes atteintes de déficience intellectuelle fassent de l'exercice physique (Maïano et col., 2019). Des compétences plus solides en équilibre sont susceptibles d'améliorer la confiance en leur capacité, de se sentir capable de faire une activité physique et donc de plus facilement la pratiquer.

3. Travail de l'équilibre dans la déficience intellectuelle

A) Généralités à propos des programmes d'amélioration de l'équilibre

La littérature a identifié la participation à des programmes d'intervention comme un moyen significativement efficace pour augmenter les capacités en équilibre de personnes atteintes de déficience intellectuelle (Giagazoglou et col., 2013).

Enkelaar (2012) a effectué une revue de littérature sur tous les articles à propos des caractéristiques de marche et d'équilibre dans le cadre de la déficience intellectuelle dont une partie consiste à examiner les effets de l'entraînement de l'équilibre au sein de cette population. Des résultats significatifs à des tests d'équilibre ont permis d'attester dans plusieurs études de l'efficacité de programmes pour améliorer les performances en équilibre. En effet, des interventions comprenant des exercices d'entraînement au saut sur 6 semaines, de danse créative sur 8 semaines, ou encore d'entraînement de l'équilibre et de la force à la fois sur 3 à 6 mois ont toutes eu des bénéfices sur les capacités en équilibre et sur la force musculaire des participants. L'entraînement des capacités d'équilibre par le biais de programmes spécifiques a donc un effet positif reconnu sur les capacités en équilibre des personnes atteintes de déficience intellectuelle.

Les effets de ces interventions sur la diminution du nombre de chutes dans le cadre de la déficience intellectuelle n'ont pas été examinés. Cependant, un parallèle est fait entre la population atteinte de déficience intellectuelle et les personnes âgées de la population générale dans cette étude (Enkelaar et col., 2012). Une étude effectuée auprès de personnes âgées de la population générale a montré que le moyen le plus efficace de prévention de chutes est la participation à un programme d'exercices, surtout si celui-ci travaille au moins deux modalités parmi : l'équilibre, la force, la flexibilité et l'endurance. Il est possible qu'une intervention multimodale dans le cadre de la déficience intellectuelle soit également bénéfique sur les capacités en équilibre et la prévention des chutes.

Maïano (2019) a fait une méta-analyse dans le but d'identifier les programmes d'exercices efficaces pour améliorer les capacités d'équilibre chez des personnes atteintes

de déficience intellectuelle sans étiologies entre 5 et 22 ans. Sa revue a concerné 937 articles et 15 études, dont l'objectif était spécifiquement centré sur les capacités d'équilibre statique, dynamique et/ou les deux à la fois. Maïano invite cependant à la prudence face au nombre réduit d'études et à leurs limites, malgré les bénéfices identifiés.

Au cours de cette méta-analyse, il a été constaté que deux types d'interventions sont efficaces : celles ciblant spécifiquement l'équilibre, et celles concernant le travail de la force musculaire. Les bénéfices des interventions sur l'équilibre se trouvent au niveau postural (stabilité, contrôle, stratégie...). Les exercices de développement de la force musculaire, au niveau des membres inférieurs notamment, sont bénéfiques au maintien de l'équilibre (Maïano et col., 2019).

Les bénéfices résultant des interventions spécifiques ont été avérés sur les capacités d'équilibre, mais il existe peu d'éléments dans la littérature qui permettent d'évaluer quels programmes favoriseraient le plus l'autonomie au quotidien (Mikolajczyk et col., 2015). Pourtant, comme nous l'avons vu précédemment, les déficits en équilibre sont liés à des difficultés d'indépendance et d'autonomie dans différents domaines de la vie. Dehghani (2015) a cependant relevé qu'une intervention ciblée sur l'équilibre aurait des bénéfices pour la réalisation de leurs activités quotidiennes, de part l'amélioration de la stabilité durant l'action et la diminution du risque de chutes.

Il a cependant été relevé par des études des bénéfices surajoutés de ces interventions ciblées sur l'équilibre. Le développement moteur a en effet des liens forts avec le domaine cognitif, les domaines émotionnels et motivationnels, ainsi qu'avec le domaine social (Puszczalkowska-Lizis et col., 2010). La participation à un programme d'amélioration des capacités d'équilibre développe également les capacités d'autogestion et améliore l'humeur chez des enfants atteints d'une déficience intellectuelle et d'un handicap moteur (Jankowicz-Szymanska et col., 2012).

Ainsi, que les programmes soient destinés à améliorer les capacités d'équilibre statique et/ou dynamique des participants, leurs bénéfices sont multiples. La participation à ces interventions est conseillée le plus tôt possible afin de favoriser l'autonomie des personnes atteintes de déficience intellectuelle.

B) Programme améliorant les capacités d'équilibre statique

a) Exercice physique et renforcement musculaire

L'activité physique de façon générale aurait des bénéfices sur les performances en équilibre postural des personnes atteintes de déficience intellectuelle, notamment entre 18 et 45 ans (Blomqvist et col., 2013). Les capacités d'équilibre statique peuvent être significativement améliorées chez des personnes atteintes de déficience intellectuelle qui suivent un entraînement sportifs (Guidetti et col., 2010).

Dans la littérature, des améliorations de l'équilibre postural de personnes atteintes de déficiences intellectuelles ont déjà été constatées suite à des programmes de musculation. Les programmes incluant des exercices de renforcement musculaire influencent positivement la stabilité posturale, parce qu'ils entraînent une diminution de la co-activation des antagonistes présente dans le cadre de la déficience intellectuelle, comme expliqué précédemment (Kachouri et col., 2016).

Puszczalkowska-Lizis (2010) a proposé au cours d'une étude auprès de jeune âgés entre 8 et 23 ans atteints de déficience intellectuelle légère, modérée et profonde, un programme thérapeutique qui comprenait des cours d'activité physique, inspirés de la thérapie Sherbore (thérapie du mouvement accompagné par un enchaînement précis d'exercices moteurs proposés par le thérapeute). Cette étude a mis en évidence une influence très positive des cours d'activités physiques sur le développement émotionnel, social et cognitif des participants, ainsi qu'une réduction des réactions au toucher et une amélioration des connaissance sur les parties du corps et des capacités de détente.

b) Exercices ciblés sur l'équilibre sur le long terme

Une étude de Lee (2016) a été réalisée dans l'objectif de mesurer les bénéfices sur les capacités d'équilibre postural, de marche et de force fonctionnelle d'un entraînement spécifique à l'équilibre. Le programme a été proposé à des adolescents âgés de 14 à 19 ans atteints de déficience intellectuelle légère (QI entre 50 et 70) sur 8 semaines.

L'intervention comprenait des exercices d'équilibre, d'équilibre et de mobilité à la fois, avec une activité progressive : mouvements d'échauffement ; mouvements d'étirements ; entraînement à l'équilibre statique avec des élévations des talons et des orteils ; levée des pieds droit et gauche en alternance ; tandem debout ; déplacement du poids du corps en avant, en arrière, sur les côtés, en diagonale avec les yeux ouverts ou fermés ; marche pieds nus pied-à-pied ; marche le long du gymnase et sur différentes épaisseurs de mousse ; marche latéral, ou arrière ; saut unipodal ; utilisation de balles et de ballons, avec des passes en cercle, lancer/attraper une ou plusieurs balles, rouler et botter un ballon ; enjamber des obstacles. Un pré-test et des tests d'évolution ont été faits pour mesurer l'équilibre statique (plateforme de force pour le balancement postural, test de position sur une jambe – OLS), l'équilibre dynamique (test du chronomètre aller-retour, test de marche de 10 m) et la force fonctionnelle (test assis-debout). A la fin des 8 semaines de l'intervention, une amélioration significative a été constatée au niveau des résultats pour les variables relatives au balancement postural, l'équilibre statique unipodal ainsi que la force fonctionnelle. Il n'y a pas eu d'amélioration significative sur la vitesse de marche. Le type d'exercices choisi par Lee (2016) permet donc d'améliorer les capacités d'équilibre postural et statique, mais aussi d'augmenter la force fonctionnelle.

Les bénéfices de l'entraînement spécifique à l'équilibre associé à des exercices posturaux sur le niveau fonctionnel des personnes atteintes de déficience intellectuelle a été relevé par d'autres études (Giagazoglou et col., 2013).

c) Utilisation de surfaces instables

Parmi les programmes dont le but est d'améliorer les capacités d'équilibre statique de sujets atteints de déficience intellectuelle, plusieurs comprennent des exercices sur des surfaces instables. Les surfaces rigides et instables stimulent notamment les récepteurs proprioceptifs, visuels et vestibulaires (Doumas et col., 2019). Or les informations proprioceptives sont primordiales dans le contrôle postural.

Mikolajczyk (2015) a souligné dans son étude que le travail sur un support instable a des bénéfices sur l'équilibre, comme cela a été confirmé par la littérature. La sensibilité profonde bénéficie également de l'utilisation de ce type de support, dans le cadre d'un retard léger (Dehghani et col., 2015). En effet, ces supports amène le sujet à avoir des

réactions de ré-équilibration, à l'origine de nombreuses informations proprioceptives qui se diffusent ensuite jusqu'aux différents muscles posturaux, y compris du dos (Mikolajczyk et col., 2015).

Mikolajczyk (2015) a mené une étude auprès de jeunes ayant une déficience intellectuelle modérée (QI moyen d'environ 45) âgés de 14 à 16 ans. Il a établi un programme basé sur des exercices de double-tâche : des tâches connues de la vie quotidienne doivent être réalisées tout en maintenant son équilibre sur une surface instable. Un exercice exigeant à la fois la réussite d'une activité fonctionnelle et le maintien d'une posture adaptée est par exemple « mettre et enlever ses chaussures en étant assis sur un ballon sensoriel » (Mikolajczyk et col., 2015). Une séance de ce programme comprend une partie d'échauffement avant les exercices. Des consignes verbales sont données par un thérapeute pour compenser les déficits attentionnels et aider le sujet à rester concentré sur la réalisation de la tâche. Un pré-test a été réalisé avec une plateforme stabilométrique ; les données récupérées ont été traitées pour évaluer différents paramètres de l'équilibre statique. Après 12 semaines d'intervention, les auteurs ont constaté une amélioration des résultats aux tests d'équilibre statique par rapport aux tests préliminaires. Des mesures réalisées à 24 semaines d'intervention ont montré des progrès encore plus significatifs pour les paramètres de l'équilibre statique des participants. Les effets bénéfiques de l'intervention se maintiennent 8 semaines après son arrêt. L'utilisation de la double-tâche sur des surfaces instables serait donc bénéfique pour améliorer les capacités d'équilibre statique dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Dans la littérature, l'amélioration de la sensibilité profonde des individus atteints de déficience intellectuelle suite à une intervention utilisant des surfaces instables durant les exercices a par ailleurs déjà été relevée (Giagazoglou et col., 2013). Kachouri (2016) précise que, du fait de l'amélioration de la sensibilité profonde, l'utilisation de surfaces instables développerait indirectement l'intégration d'informations proprioceptives.

Rogers (2001) a d'autre part constaté que lors du maintien en position debout sur une surface en mousse, les balancements posturaux étaient moins importants que sur un support rigide pour des populations de jeunes adultes sains, de sujets diabétiques avec une neuropathie sensorielle et de sujets âgés sains. L'utilisation de supports en mousse plutôt que rigides peut donc être pertinente dans le cadre de la déficience intellectuelle.

d) Utilisation de stimuli tactiles

L'utilisation de stimuli tactiles à différents endroits du corps pour améliorer l'équilibre statique a été évaluée par plusieurs auteurs dans la littérature.

Rogers (2001) a mené une étude pour mesurer l'effet de signaux tactiles passifs au niveau des épaules et/ou en dessous des genoux sur la stabilité posturale en position debout auprès d'un groupe de jeunes adultes sains, de sujets diabétiques avec une neuropathie sensorielle et de sujets âgés sains. Quatorze essais expérimentaux ont été réalisés aléatoirement avec des situations variées : sol rigide ou mou, yeux ouverts ou fermés, stimuli tactile absent, sur l'épaule, en dessous de genou ou les deux. Le matériel choisi ne permettait pas au sujet de savoir si un stimuli tactile était présent ou non. Les balancements posturaux ont été mesuré avec un dispositif de déplacement optique.

Les résultats ont montré que la présence d'un stimulus tactile au moins provoquait une diminution des balancements posturaux de $24,8 \pm 1,5\%$ pour toutes les conditions, avec une réduction des oscillations en comparaison avec l'absence de stimulus. Pour diminuer les balancements, la stimulation au niveau de l'épaule s'est avérée plus efficace ($28,8 \pm 2,3\%$ de réduction des balancements) qu'au niveau du genou ($21,6 \% \pm 2,3$). Lorsque les deux zones sont stimulées uniquement lorsque les yeux des sujets sont fermés. L'efficacité est significativement supérieure que lorsqu'il n'y a qu'un seul stimulus : les balancements ont été réduits de $41,9 \pm 2,9\%$.

Rogers (2001) a conclu de cette étude que le traitement de stimuli tactiles passifs est autant efficace pour diminuer le balancement postural que la vision ou les entrées sensorielles plantaires. Les stimuli tactiles passifs utilisés ici ne donnent pas de repère spatial fixe ; la force de frottement sur la peau donne des informations similaires à celles du système proprioceptif au niveau des membres inférieurs. Les informations provenant d'une entrée tactile supplémentaire permettent la stabilisation du corps durant l'action.

Afin de compléter les travaux de Rogers (2001), une étude menée par Menz (2006) auprès de jeunes témoins sains, de personnes âgées saines et de personnes atteintes de neuropathie périphérique diabétique a cherché à évaluer les effets de stimuli tactiles de la jambe sur la stabilité posturale. Un dispositif de déplacement optique a permis de mesurer le balancement postural des sujets yeux fermés et ouverts pour chaque situation. Des bandes de Velcro ont été posées sur la cheville, le mollet ou le genou pour stimuler

légèrement ces zones, sans pour autant permettre au sujet de se stabiliser.

Les résultats ont montré que chaque stimulus quelque soit sa position a permis une diminution des balancements. En comparaison avec l'absence de stimulus tactile, le stimulus au niveau du genou est le plus efficace (20,1% de réduction de balancement), suivi du stimulus au mollet (13,5%) et à la cheville (7,6%) : plus le stimulus est effectué de façon proximale, plus l'effet augmente. Menz (2006) précise que des bandages, des chevillères ou encore des chaussures hautes peuvent faire office de stimulus tactile. Un stimulus passif tactile sur la jambe fournit donc des informations sur les mouvements du corps, et permet de ce fait de réduire les balancements en position debout.

Le maintien d'un équilibre postural par rapport à l'axe vertical dépend en partie de l'intégration d'informations proprioceptives et également des afférences cutanées plantaires (Roll et col., 2002).

Roll (2002) a mené une étude auprès de 10 volontaires âgés de 25 à 50 ans pour apprécier l'utilité des afférences cutanées plantaires dans la conscience de la posture du corps. Les personnes sont debout sur une matrice avec 60 micro-vibrateurs pour les stimulations tactiles, avec les yeux bandés, et retenus au niveau des hanches et des épaules. Un joystick permet d'évaluer les effets kinesthésiques des stimulations plantaires sur 5 zones plantaires différentes aléatoirement.

Les vibrations appliquées sur la plante du pied provoquent des illusions de perception de l'orientation du corps : lors d'une stimulation de la partie antérieure des deux semelles, les sujets ont senti leur corps pencher doucement en avant ; et lorsque les deux talons étaient stimulés, ils ont senti leur corps partir en arrière. Lorsque les vibrations sont produites sur le pied droit ou sur le pied gauche, le sujet a l'illusion que son corps s'incline respectivement à droite ou à gauche.

Les afférences cutanées plantaires participent donc à la conscience posturale et au maintien de la verticalité du corps, tout en informant sur sa position (Roll et col., 2002). En effet, le système nerveux central utilise les informations fournies par les entrées tactiles de la plante des pieds pour évaluer l'inclinaison du corps par rapport à la verticale. Les contrastes de stimulations entre les deux pieds ou encore les changements ressentis au niveau des semelles permettent de déclencher des ajustements nécessaires au maintien de la posture. Au quotidien, cela se traduit par la mise en place de réponses posturales compensatoires dès que la position du sujet est menacée afin d'éviter une chute, alors

que l'activation sensorielle spontanée est bien plus faible en l'absence de stimulations.

Roll (2002) affirme d'autre part dans son article que, quelques soient les parties du corps humain, les informations tactiles ont une influence sur la stabilité et la posture. Les travaux de Rogers (2001) sur l'effet de stimuli tactiles passifs au niveau du genou et de l'épaule vont dans ce sens également.

Jeka (1994) a également rédigé une étude pour évaluer les effets de la force d'un toucher actif avec un doigt sur le balancement corporel. La situation proposée aux 5 participants, âgés de 20 à 50 ans, consiste à rester debout avec un pied devant l'autre, sur une plateforme de force qui évalue les oscillations antéro-postérieures et latérales du sujet, et à côté d'une barre métallique située à droite du sujet. Deux situations visuelles sont proposées (yeux ouverts ou fermés) ainsi que trois possibilités de toucher : pas de contact, un contact léger de l'index posé sur le milieu de la barre métallique, ou un contact fort de l'index avec le milieu de la barre. Le contact léger ne permet pas de stabilisation physique et le toucher fort stabilise physiquement le sujet.

De cette étude, Jeka (1994) conclue que lorsque les yeux sont fermés, le contact de l'index sur la barre fixe, qu'il soit léger ou fort, entraîne une diminution du balancement postural en position debout avec un pied devant l'autre. Les contacts tactiles avec un doigt sont aussi efficaces que le fait d'avoir les yeux ouverts par rapport à la condition des yeux fermés sans contact. Le toucher actif avec un doigt donnerait des informations permettant l'anticipation de l'innervation des muscles et ainsi la diminution du balancement postural.

Cela a d'autre part été montré par Norrsell (2001) à propos des informations tactiles récoltées par les capteurs de la peau des avant-bras ayant des poils. Lorsque les sujets ont la possibilité de toucher le dessous d'un objet fixe (sans possibilité de soutien physique) avec leur avant bras, cela diminue les balancements et mouvements du corps du sujet. Les informations tactiles fournies par les récepteurs de la peau velue des bras améliorent le contrôle postural des sujets.

Pour conclure, de nombreuses preuves dans la littérature atteste des bénéfices des stimuli tactiles passifs sur l'équilibre postural. Il s'agit en effet d'une entrée sensorielle supplémentaire qui aide à détecter le balancement du corps et à le contrôler par le biais de la rétroaction tactile (Kouzaki et col., 2008). Le maintien de la stabilité posturale en position debout est donc facilité grâce à l'application de stimuli passifs sur différentes

zones de la jambe, du pieds, du bras ou encore des épaules grâce aux apports somato-sensoriels que cela permet.

Ainsi, l'équilibre statique des personnes ayant une déficience intellectuelle peut être amélioré efficacement par des interventions spécifiques adaptées (Maïano et col., 2019).

C) Programme améliorant les capacités d'équilibre dynamique

Maïano (2019) liste dans sa méta-analyse les programmes efficaces pour améliorer l'équilibre dynamique. Les améliorations les plus importantes se font dans le cadre d'interventions centrées sur l'équilibre, la force et également sur plusieurs composants en simultané (Maïano et col., 2019). Lorsque l'action musculaire est ciblée, la performance en équilibre dynamique est influencée positivement. L'analyse des études a permis de conclure que les exercices de force, de tai-chi, de saut à la corde et le jeu d'équilibre Wii Fit sont les plus efficaces au niveau statistique, avec une taille d'effet $g > 0,80$, comme dans le cadre de l'amélioration de l'équilibre statique. Maïano (2019) précise que les progrès sont plus importants lorsque la déficience est légère ($g = 1,82$) que dans le cadre d'une déficience légère à modérée ($g = 0,48$). Cela souligne les possibles variations des capacités de contrôle et de régulation de la posture notamment, existantes du fait des différents niveaux intellectuels.

a) Renforcement musculaire

Le renforcement musculaire est travaillé dans de nombreuses études dont le but est d'améliorer les capacités en équilibre des participants. Les exercices de l'intervention sont soit centrés sur la force musculaire, soit inclus dans une approche multimodale.

Une étude de Kachouri (2016) a évalué l'amélioration des capacités d'équilibre postural d'enfants âgés de 9 à 13 ans atteints de déficience intellectuelle légère (QI entre

50 et 70) après leur participation à une intervention multimodale pour travailler à la fois la force musculaire et la proprioception. Les séances ont eu lieu 3 fois par semaine durant 45-60 minutes pendant 8 semaines. Les enfants ont fait du renforcement musculaire sur des surfaces dures et molles, avec une augmentation progressive de l'intensité des exercices au cours du temps. La force des participants a été mesurée grâce à un dynamomètre (mesure du MVC, soit la tension maximale du muscle) ; pour évaluer les compétences en équilibre, une plate-forme stabilométrique statique a été utilisée.

Les tests finaux ont montré une amélioration de l'équilibre postural, une moindre dépendance aux informations visuelles et une plus grande utilisation des informations proprioceptives des participants à la fin de ce programme d'exercices combinés de force et de proprioception. Le travail de la force musculaire au cours d'un entraînement permet de plus de diminuer la co-contraction des muscles antagonistes (Kachouri et col., 2016).

Plusieurs études ont donc montré les bénéfices des exercices de force sur les performances en équilibre des adultes ayant une déficience intellectuelle (Kachouri et col., 2016). En effet, le renforcement musculaire améliore l'innervation et la sensibilité d'activation au niveau musculaire, ce qui permettrait de favoriser indirectement l'intégration des informations proprioceptives.

b) Exercice physique

La littérature contient plusieurs preuves des bénéfices d'exercices physiques sur les capacités d'équilibre (Dehghani et col., 2015).

Les bénéfices de l'utilisation d'un tapis roulant dans l'équilibre ont été relevés par plusieurs études, notamment chez les enfants pour le schéma de marche, la réduction du double-appui et le début de la marche chez les tout-petits (Enkelaar et col., 2012).

Un programme utilisant comme activité physique le trampoline a été proposé par Giagazoglou (2013) à des enfants d'une moyenne d'âge de $10,3 \pm 1,6$ ans ayant une déficience intellectuelle modérée. Cette intervention est proposée sur 12 semaines, avec

des séances quotidiennes individuelles de 20 minutes, et a pour but d'améliorer les capacités motrices et d'équilibre des participants. Les tests utilisés ont été le test de saut en longueur debout, le test de saut vertical, le test « assis et atteint », et un test d'équilibre sur une plate-forme de pression. L'auteur a conclu que l'entraînement au trampoline permet une amélioration significative de performances en motricité et en équilibre, et serait une intervention efficace pour l'amélioration du niveau de compétences fonctionnelles.

Le trampoline est très apprécié par les enfants atteints de déficience intellectuelle. Le fait de proposer un support agréable et motivant pour les participants permet de maintenir leur intérêt et leur participation au long terme, de les rendre actifs, de leur faire pratiquer une activité physique et de ce fait, d'influencer positivement le développement global. D'autre part, le trampoline constitue un support instable qui stimule la motricité et l'ajustement postural des participants pour maintenir leur équilibre.

Fotiadou (2009) a mené une étude auprès d'adultes âgés entre 22 et 35 ans ayant une déficience intellectuelle légère à modérée auxquels il a été proposé un programme de gymnastique rythmique durant 12 semaines afin d'améliorer leurs capacités d'équilibre. Les séances ont eu lieu 3 fois par semaine durant 45 minutes. Les résultats montrent une amélioration significative des capacités d'équilibre ($p = 0,05$).

La gymnastique rythmique nécessite des coordinations complexes entre les mouvements du corps, le matériel et le rythme, qui amènent de nombreuses stimulations aux niveaux visuels, kinesthésiques, auditifs et tactiles. Cependant, en adaptant le programme, cela permet aux participants de bénéficier des avantages de cette pratique. Proposer un programme adaptatif permet également de diminuer l'ennui et de contourner les déficits attentionnels.

Des interventions de gymnastique rythmique, mais également de danse grecque, peuvent donc avoir des bénéfices sur les capacités d'équilibre dynamique d'adultes ayant une déficience intellectuelle (Kachouri et col., 2016).

Les programmes d'exercice physique augmentent la force musculaire, les capacités d'agilité et les coordinations des participants (Dehghani et col., 2015). Cela permet une meilleure stabilité lors de l'exécution d'actions et diminue indirectement le risque de chutes.

c) Exercices ciblés sur l'équilibre sur le long terme

Dehghani (2015) a proposé à des enfants de 8 à 13 ans atteints de déficience intellectuelle légère un programme d'entraînement à l'équilibre ayant pour but d'améliorer les compétences en équilibre statique et dynamique. L'entraînement s'est déroulé sur 10 semaines avec 2 séances hebdomadaires de 40 minutes comprenant trois temps : un échauffement de 10 minutes (marche, étirement...), une phase d'exercices avec des tâches d'équilibre répétées et de la marche sur le sol ou sur des coussins avec les yeux fermés ou ouverts, et enfin une phase de « refroidissement » comprenant les mêmes exercices d'étirement que ceux de la phase d'échauffement. Les données somatiques des participants ont été évaluées durant cette étude, ainsi que les capacités en équilibre à partir du test de compétence motrice de Bruininks-Oseretsky. Le traitement de ces différentes mesures a permis de mettre en évidence une amélioration significative des capacités en équilibre des participants.

d) Utilisation de stimuli tactiles

Au cours de mouvement dynamique, des modifications de la pression cutanée au niveau des semelles se produisent. Des ajustements posturaux se mettent en place en fonction des informations fournies sur le contact entre le sol et le pied. Ce fonctionnement qui permet le maintien de l'équilibre dynamique peut être renforcé par l'ajout de stimuli tactiles au niveau des membres inférieurs ou encore des épaules (Roll et col., 2002).

L'étude de Menz (2006) citée précédemment a montré que l'utilisation de stimuli tactiles améliore non seulement l'équilibre postural, mais a également des effets positifs sur l'équilibre dans le cadre d'un mouvement dynamique. Le contrôle postural durant l'action ou encore les changements non-anticipés au niveau de la surface d'appui est en effet favorisé par l'apport d'informations sensorielles supplémentaires.

e) Programmes alternatifs

Le fait de proposer des programmes utilisant des moyens alternatifs permet de maintenir la motivation et la participation sur le long terme, qui font parfois défaut dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Giagazoglou (2012) a dans cette idée proposé une intervention sensori-motrice complexe par le moyen de l'équithérapie sur 10 semaines à des adolescents d'une moyenne d'âge de 15,3 ans \pm 2,1 ans ayant une déficience intellectuelle modérée. Les capacités en équilibre ont été évaluées avec une plate-forme de pression EPS qui mesure les caractéristiques du maintien en posture debout bipodale et unipodale les yeux fermés puis ouverts. Les résultats ont montré une amélioration des capacités d'équilibre et de force musculaire, mais pas uniquement. L'intervention a eu des bénéfices au niveau thérapeutique mais aussi du plaisir : les participants sont restés actifs et motivés tout au long du programme, avec un sentiment de satisfaction renforcé. Ce sentiment est possiblement favorisé par le contact physique et l'interaction des mouvements entre l'humain et le cheval, qui provoquent des émotions chez les participants.

D) Éléments à prendre en compte dans le cadre des programmes établis

La littérature à propos des programmes d'amélioration des capacités d'équilibre permet d'identifier des effets supplémentaires des interventions, mais également des recommandations et conseils pour adapter au mieux les exercices proposés dans le cadre d'une déficience intellectuelle.

Tout d'abord, une des stratégies les plus efficaces pour améliorer les capacités d'équilibre est de proposer de l'exercice physique. En effet, l'activité physique est un élément indispensable dans la prévention secondaire des conséquences de la sédentarité (Giagazoglou et col., 2013). Cela compense également l'inactivité courante dans le cadre de la déficience intellectuelle. Jankowicz-Szymanska (2012) en a souligné les bénéfices sur la force musculaire, l'agilité et également sur les coordinations des personnes ayant

une déficience intellectuelle.

Enfin, Giagazoglou (2012) indique qu'en plus d'améliorer les performances motrices, l'activité physique a un effet positif sur la réalisation des activités de la vie quotidienne et la qualité de vie.

Les exercices proposés dans ces programmes doivent aussi être suffisamment variés (exercices moteurs, sensori-moteurs...). En effet, la diversité des activités facilite la prise d'initiative et favorise les apprentissages (Jankowicz-Szymanska et col., 2012).

D'autre part, les apprentissages faits doivent avoir du sens et s'inscrire dans leur quotidien : il doit y avoir une utilité identifiée pour mettre du sens dans ce qui est fait. S'inspirer de situations réelles et d'activités de la vie quotidienne favorise les progrès moteurs (Jankowicz-Szymanska et col., 2012).

II. Apprentissage dans la déficience intellectuelle

1. Particularités d'apprentissage dans la déficience intellectuelle

La déficience intellectuelle amène, comme cela a été développé en première partie de ce mémoire, une limitation des capacités intellectuelles et un retard de développement. Les déficits de traitement cognitif entraînent entre autres des difficultés attentionnelles, de planification, de mémoire de travail ou encore une absence de métacognition. Cela impacte notamment l'apprentissage dans les domaines cognitif, affectif et social, avec des déficits relevés au niveau fonctionnel (Lee et col., 2016).

Les techniques d'apprentissage classiques se basent sur la capacité de l'apprenant à pouvoir utiliser et accumuler consciemment les erreurs faites, dans le but de corriger le résultat pour améliorer la compétence (Capio et col., 2013). Cependant, la déficience intellectuelle étant associée à des difficultés de traitement cognitif, les méthodes d'apprentissage nécessitant l'utilisation des capacités de mémoire de travail ne sont pas pertinentes (Masters et col., 2013). Ces difficultés cognitives et exécutives exigent une

adaptation des processus d'apprentissage proposés. De ce fait, les techniques d'apprentissage faisant appel aux ressources cognitives, méta-cognitives et/ou exécutives ne sont donc pas adaptées pour les personnes atteintes de déficience intellectuelle du fait de ces limitations.

Des études ont contourné ces difficultés en adaptant l'enseignement aux particularités des participants. Fotiadou (2009) a par exemple proposé aux adultes atteints de déficience intellectuelle de l'étude des démonstrations et des répétitions pour chaque exercice jusqu'à ce qu'il soit faisable en autonomie. L'apport d'un support d'explication visuel aux participants permet de contourner les difficultés cognitives en s'appuyant sur les capacités d'imitation, ce qui permet de déclencher l'action sans la réfléchir avant. Chaque tâche a aussi été adaptée aux niveaux moteur et de compréhension de chacun : le choix d'une communication totale lors de chaque exercice, de l'ajout de renforcements positifs et d'un feedback sur l'action a été fait au cours de ce programme (Fotiadou et col., 2009).

Cependant, le fait de connaître les éléments nécessaires à la réalisation de l'apprentissage n'est pas utile dans toutes les méthodes (Capio et col., 2013). Le concept d'apprentissage implicite ne nécessite pas une conscience des éléments sous-jacents à l'objectif de l'apprentissage (Capio et col., 2013). Parmi les différentes techniques d'apprentissage, l'apprentissage implicite est par ailleurs reconnu comme indépendant du niveau intellectuel et n'est pas impacté par les déficits mnésiques ou les troubles de l'apprentissage (Masters et col., 2013). Une étude auprès d'étudiants de premier cycle a montré que la performance pour une tâche implicite d'apprentissage de grammaire artificielle n'était pas liée au QI, contrairement à ceux d'une tâche de résolution de problème explicite. Masters (2013) a également relevé que l'apprentissage implicite ne dépend pas de l'âge ni du niveau de développement. D'autre part, ce type d'apprentissage ne sollicite pas de compétences en mémoire de travail, ce qui est essentiel pour mener à bien des apprentissages dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Les particularités cognitives associées à la déficience intellectuelle demandent d'adapter la façon dont sont amenés les apprentissages. En effet, les déficits exécutifs et l'absence de métacognition rendent les apprentissages de type explicites ou CO-OP impertinent à utiliser. Des méthodes d'apprentissage de type perceptivo-motrice ou

implicites sont donc plus adaptées pour cette population.

2. Grands principes de l'apprentissage écologique et implicite

Le concept d'apprentissage implicite s'appuie sur l'adaptation constante de l'individu face à la variabilité de l'environnement par un ensemble de processus inconscients et involontaires construits avec la répétition d'expériences, sans demande ou indication explicite ni déclarative venant de l'extérieur (Masters et col., 2013).

L'environnement permet de structurer l'apprentissage par ses caractéristiques et au contexte qu'il amène. Le fait de structurer et d'utiliser les spécificités de l'environnement pour mener à bien un apprentissage correspond à une approche écologique.

Broadhead et Davis (2007) ont rédigé un ouvrage pour expliquer le modèle d'analyse des tâches écologiques (ETA). Le modèle de l'ETA comprend deux sous-modèles : une partie théorique globale et une partie appliquée.

Le modèle théorique global permet d'illustrer la dynamique du mouvement en considérant les contraintes imposées par l'individu, l'environnement et la tâche. Quelques principes sous-jacents à cette partie sont à considérer. Tout d'abord, le mouvement attendu pour résoudre une tâche est envisagé comme une indication sur la dynamique entre l'action et la personne. Ensuite, les tâches sont considérées d'après la fonction et l'intention qu'elles demandent, car l'action nécessaire pour les réaliser est perçue comme un ensemble de « relations ». Les tâches proposées dans ce cadre sont composées de variables essentielles qui sont les caractéristiques fixes et propres à la tâche, comme le but qui est constant, et de variables non-essentielles qui englobent toutes les variations au cours de la tâche. Les caractéristiques et contraintes propres à l'individu, à la tâche et à l'environnement sont envisagées en système.

Le modèle appliqué comprend quant à lui des éléments plus pratiques tels que la mesure des capacités motrices, et la mise en place d'un enseignement répondant aux principes du modèle théorique exposé précédemment.

Le terme « écologique » provient de la théorie de Gibson sur les liens entre la

perception et l'action ainsi que du concept d'affordance, et a été appliqué à l'analyse des tâches dans le cadre de l'ETA. La théorie des systèmes dynamiques a aussi participé à l'émergence de l'ETA.

Le modèle de l'ETA comprend quatre procédures fondamentales décrites par les auteurs. Tout d'abord, l'objectif de la tâche doit être identifié de façon évidente grâce à l'organisation de l'environnement : le contexte doit donc être structuré avant le début de la tâche. Ce contexte est ensuite proposé à un individu qui va choisir le mouvement de résolution de la tâche en fonction de la tâche et de l'environnement proposé, qui doivent orienter l'individu vers la résolution voulue de part leurs caractéristiques. L'individu se trouve alors dans une dynamique d'apprentissage et d'expérience, guidé par une certaine auto-détermination. C'est alors que, au cours de la troisième étape, des variables vont être modifiées par l'instructeur pour simplifier ou compliquer la tâche, et ainsi amener d'autres réponses chez l'individu. Enfin, l'instructeur peut choisir d'ajouter ou non des instructions en fonction des caractéristiques du mouvement résultant.

La notion de contrainte est primordiale dans le concept écologique de la perception et de l'action. En effet, les contraintes limitent mes actions possibles et permettent de diriger la résolution de la tâche. La notion de contrainte est ainsi associée à la notion d'auto-organisation, propre à l'apprentissage écologique et moteur, pour mener à bien le mouvement nécessaire.

Dans l'ETA, on considère l'ensemble que forment l'environnement, la tâche et l'organisme comme un système. Les contraintes s'appliquent à tous les domaines caractéristiques de ce système. Celles liées à l'action peuvent être structurelles, c'est-à-dire indépendantes du temps comme l'anatomie par exemple, ou fonctionnelles, avec des variations au cours du temps comme la fréquence cardiaque. Les contraintes relatives à l'organisme concernent ses caractéristiques biochimiques, morphologiques, neurologiques ou encore comportementales. Au niveau environnemental, il s'agit de tous les éléments extérieurs à l'individu. Enfin, les contraintes de la tâche englobent son objectif et les règles qui orientent le mouvement nécessaire pour atteindre l'objectif. Des interactions entre les contraintes de ces différents domaines structurent la dynamique du système pour permettre l'apprentissage, notamment moteur.

La théorie de l'apprentissage écologique au niveau moteur considère donc l'influence de la tâche et des contraintes qui y sont associées sur le mouvement réalisé

par un individu au cours de l'action. Dans le cadre de l'ETA, l'action est décrite comme intentionnelle avec une sélection d'un moyen parmi d'autres pour atteindre un but, tout cela en tenant compte des différentes contraintes intrinsèques à la tâche. Pour que la mise en place du mouvement soit complètement possible, la tâche proposée doit être suffisamment riche tout en restant précise, avec un but constant malgré les variations.

Les principes de l'ETA ont également été étudiés par rapport au contrôle postural et la locomotion. Broadhead et Davis ont ainsi relevé que la variabilité posturale est utile pour développer chez l'individu ses capacités de perception, d'exploration et d'adaptation. Elle n'est en aucun cas péjorative quant aux capacités posturales et aux performances du système. En effet, la variabilité est présente constamment dans l'environnement, autant les schémas moteurs sélectionnés que dans les rythmes de marche par exemple, et tient un rôle dans la réalisation des mouvements. Dans le cadre du vieillissement et du handicap, la variabilité est plus faible que dans la population générale, ce qui serait lié selon les auteurs à l'instabilité posturale plus importante au sein de ces populations.

Le respect des différents principes énoncés précédemment et l'utilisation de la variabilité posturale durant l'intervention sont primordiaux selon Broadhead et Davis dans le cadre de la prise en charge de personnes âgées ou atteintes de déficience physique et/ou intellectuelle.

Un autre élément à prendre en compte dans le cadre de l'ETA est la possibilité de l'individu de faire des choix : l'environnement est structuré mais l'individu est décisionnaire dans le moyen utilisé pour résoudre la tâche, même si celui-ci est suggéré. Cela entre particulièrement dans la seconde étape du modèle de l'ETA, exposée précédemment. Le fait de faire des choix a notamment une influence sur la motivation des personnes, mais aussi sur leur autonomie. Le choix nécessite entre autre une volonté qui correspond à l'objectif, une situation propice fournie par le contexte de la tâche et également des capacités, qui dépendent des caractéristiques de l'individu, pour être fait. Dans le cadre de la déficience intellectuelle, les possibilités de faire des choix sont très souvent limitées en prise en charge. Cependant, des preuves dans la littérature montrent que les personnes atteintes de handicap sont aptes à prendre des décisions, et appuient la pertinence du fait de leur laisser le choix autant qu'aux personnes de la population générale. En favorisant les comportements exploratoires, la découverte de l'affordance et les expériences,

l'individu fait des liens entre ses propres perceptions et son environnement. Des affects entrent aussi en jeu lors de la résolution : ils entretiennent la motivation ainsi que la productivité, et valorisent de la performance de la personne.

La question de la découverte par soi-même est également très présente dans le modèle de l'ETA, du fait de l'influence de la théorie des systèmes dynamiques. L'objectif de la tâche est clairement établi, l'environnement et le contexte sont structurés, mais la personne ne reçoit aucune indication sur le mouvement à réaliser. Le choix du moyen est libre, bien qu'il soit guidé par les contraintes du système. La possibilité de découvrir par soi-même et de prendre des décisions à travers les choix doit précéder une démonstration ou une consigne de la part de l'instructeur, celles-ci n'étant pas toujours nécessaire pour l'apprentissage se fasse.

En pratique, Broadhead et Davis soulignent la difficulté pour les instructeurs de mettre en place les quatre principes de l'ETA en respectant toutes les indications du sous-modèle théorique général. Il existe cependant de nombreuses possibilités d'adaptation de ce modèle. L'ETA peut se décliner dans le cadre de l'éducation physique, pour l'accompagnement de trouble des apprentissages, auprès de personnes âgées, de personnes handicapées et auprès de toute population pour qui les approches cognitives ne sont pas pertinentes.

3. Apprentissage moteur dans le cadre de la déficience intellectuelle

Dans le cadre de la théorie écologique présentée précédemment, l'apprentissage moteur chez les personnes présentant une déficience intellectuelle doit s'envisager à travers les liens entre la perception et l'action, dans une approche implicite. Les acquisitions motrices issues d'un apprentissage implicite sont plus durables dans le temps et moins impactés par le stress ou la fatigue physique (Capiro et col., 2013).

Parmi les nombreuses approches existantes dans l'apprentissage implicite, le paradigme de l'apprentissage sans erreurs est souvent étudié dans la littérature à propos de l'apprentissage dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Capio (2013) a mené une étude auprès de 39 enfants âgés de 4 à 11 ans atteints de déficience intellectuelle légère dans le but d'évaluer les effets d'une manipulation des erreurs durant un entraînement pour l'apprentissage du lancer par-dessus de sacs de haricots sur des cibles murales. Pour cela, un groupe d'enfant a participé à un programme d'entraînement avec une réduction d'erreurs, et un autre groupe à un programme classique rendant les erreurs plus fréquentes. Le programme a eu lieu sur 6 semaines à raison d'une séance de 50 minutes hebdomadaire. La première séance a été un pré-test de précision, suivie de 4 séances d'entraînement, et enfin d'une 6ème et dernière séance de post-test en associant une tâche secondaire aux lancers. Les séances d'entraînement différaient entre les deux groupes : le groupe avec réduction d'erreur a eu une complication croissante des lances, avec la réduction progressive de la taille de la cible ; le groupe classique a eu une condition inverse, c'est-à-dire que la taille de la cible a augmenté au fur et à mesure des séances.

Les résultats ont montré que l'apprentissage est facilité dans le cadre du programme avec réduction d'erreur, avec des améliorations significatives de la forme du mouvement et une absence de modification de l'exécution des lancers lors de l'ajout d'une tâche secondaire plus cognitive. L'apprentissage moteur sans erreurs utilise peu les processus de contrôle de mouvement, ce qui libère donc des capacités cognitives et permet la réalisation de la tâche secondaire sans impact sur la performance de lancer. Cette intervention a pu également avoir des effets bénéfiques sur le sentiment d'auto-efficacité des participants et sur la motivation. Dans le cadre de la déficience intellectuelle, les limitations cognitives rendent complexes et inefficaces la correction des erreurs et un contrôle moins efficace du mouvement. L'absence de recours aux traitements cognitifs rend cette approche pertinente à utiliser dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Capio (2013) a conclu de cette étude que la mise en place d'un apprentissage moteur doit être adapté pour assurer la réussite pendant le début de l'entraînement et maintenir la motivation sur le long terme. En début d'apprentissage, un nombre limité d'erreur favorise l'acquisition de la compétence travaillée et évite de recourir aux processus cognitifs de correction des erreurs en cours de pratique. L'absence d'engagement cognitif durant l'apprentissage permet aux personnes atteintes de déficience de pouvoir réutiliser les acquisitions dans d'autres contextes, sans que celles-ci ne soient impactées par des imprévus courants dans la vie quotidienne.

Une autre étude de Maxwell (2016) a aussi eu recours au paradigme sans erreurs pour évaluer les liens entre les habiletés motrices chez des enfants et les apprentissages explicites et implicites du lancer au golf. Deux conditions ont été proposées : un groupe bénéficiant d'un apprentissage sans erreurs, dit implicite, et un groupe bénéficiant d'un apprentissage avec erreurs, dit explicite, aucun n'ayant reçu d'informations sur la technique à employer pour réussir. La condition implicite consistait à commencer par le trou de golf le plus proche puis de finir par le plus éloigné, et la condition explicite était l'inverse. Les capacités motrices d'enfants ont été mesurées, et les participants à l'étude ont été les 25% d'enfants ayant eu les scores supérieurs et inférieurs. Quatre groupes ont été formés : l'apprentissage sans erreurs avec de faibles ou de bonnes capacités et l'apprentissage avec erreurs avec de faibles ou de bonnes capacités.

Cette étude a mis en évidence que l'apprentissage sans erreurs (implicite) est bénéfique aux enfants ayant des capacités motrices faibles. Les apprenants du processus implicite sont globalement moins capables de citer les mécanismes qui permettent de progresser dans l'acquisition de l'habileté, ou d'identifier des corrections à apporter en cas d'erreur. Les enfants ayant de faibles capacités motrices ayant reçu un apprentissage avec erreur ont rencontré une baisse de la performance lors de l'ajout d'une tâche secondaire cognitive (comptage), associée à une surcharge de la mémoire de travail. Les apprenants sans erreurs ont donc acquis l'habileté sans avoir eu recours de façon importante aux capacités de mémoire de travail. D'autre part, l'auteur indique que l'exposition à des erreurs au cours de la pratique rend moins stable le schéma moteur acquis, notamment dans le cadre de la déficience intellectuelle.

Dans le cadre d'un apprentissage moteur destiné aux personnes atteintes de déficience intellectuelle, les apprentissages implicites sont à privilégier. Le paradigme sans erreurs, également présent dans le modèle écologique qui met en avant l'importance de la réussite, est un moyen de limiter le coût cognitif de l'apprentissage et de favoriser la solidité des acquisitions.

Le thérapeute (ou tout autre personne proposant un apprentissage) doit structurer l'environnement pour que la personne puisse envisager toutes les possibilités d'action. Dans le cadre de la déficience intellectuelle, les difficultés à percevoir les possibilités d'action sont majorées : cela demande des modifications de l'environnement adaptées à la personne et à ses capacités, afin de l'amener à la réussite. En effet, même de petits

changements dans l'installation initiale de la tâche peuvent être à l'origine du déclenchement d'un nouveau mouvement, comme l'indique Broadhead et Davis (2007). Pour cela, l'environnement doit fournir suffisamment d'éléments et d'indices à l'individu.

PARTIE PRATIQUE

I. Démarche

Au sein de l'IME, des tricycles et bicyclettes sont mis à disposition des jeunes sur des temps de loisir. Cependant, de nombreux jeunes ne savent pas en faire, du fait de leurs difficultés de coordination, en plus des capacités d'équilibre requises.

Ma démarche pratique s'inscrit dans un projet à long terme d'apprentissage du vélo. J'ai d'abord cherché à identifier les éléments et pré-requis nécessaires pour le permettre. Le renforcement des compétences en équilibre déjà existantes me semblait essentiel. Les mouvements de propulsion et de pédalage nécessitent une certaine force musculaire des membres inférieurs : mettre en place des exercices de renforcement musculaire en amont m'a semblé pertinent.

Mon protocole est donc centré sur le travail du domaine de l'équilibre de façon globale : l'équilibre statique et dynamique. Dans cet objectif, et conformément à mes recherches, j'ai décidé de mettre en place une intervention multimodale, en travaillant à la fois l'équilibre et la force musculaire.

Plusieurs fonctionnalités sont rattachées à ce protocole : la facilitation de la montée des marches d'escaliers et le travail des pré-requis pour faire du vélo.

II. Présentation du groupe

1. Constitution du groupe

Le protocole a été proposé à Dorian et Sacha, accueillis en journée sur le même

veillant à ce que des postures déviantes ne s'installent pas, et à travailler la conscience corporelle et la diminution de l'impulsivité motrice. Un travail au niveau social est aussi réalisé avec la prise en charge en binôme, pour favoriser et valoriser les comportements socialement adaptés.

b) Domaine relationnel

Au cours du bilan, des facteurs comportementaux ont pu influencer la performance de Dorian, du fait de sa désorganisation, son impulsivité et sa distractibilité. Il agit sans même comprendre la consigne. Il est volontaire et sensible aux renforcements sociaux, mais il lui est difficile de modifier sa façon de faire.

Spontanément, Dorian manipule beaucoup le matériel mais ne construit pas de jeu. Il recherche l'interaction avec l'autre. Il effectue des contacts visuels brefs et ne pose pas toujours son regard de façon adaptée. La communication passe par des onomatopées et des communications non-verbales. Les consignes simples sont comprises, et si besoin, Dorian est capable de s'appuyer sur le contexte.

c) Domaine moteur

La motricité globale, le tonus, la représentation corporelle, l'imitation et la motricité manuelle ont été évalués. La plupart des tests standardisés sont inappropriés pour Dorian, des observations cliniques sont donc rapportées.

- **TONUS** : L'examen tonique a mis en évidence une hypotonie de fond. Le tonus d'action est à peu près adapté.
- **REPRESENTATION CORPORELLE ET IMITATION** : La perception corporelle est grossière. Ses capacités d'imitation sont un appui solide pour les apprentissages.
- **MOTRICITE GLOBALE** : Malgré une posture hypotonique, ses appuis sont bons et permettent un équilibre statique correct. Il est autonome dans les changements de position et les déplacements. L'équilibre dynamique et les coordinations globales n'entravent pas ses activités au quotidien. Les capacités d'équilibre sont inévaluables.
- **MOTRICITE MANUELLE** : Les prises sont grossières, mais lorsque la tâche l'exige, Dorian peut être plus précis. Les coordinations bi-manuelles sont imprécises.

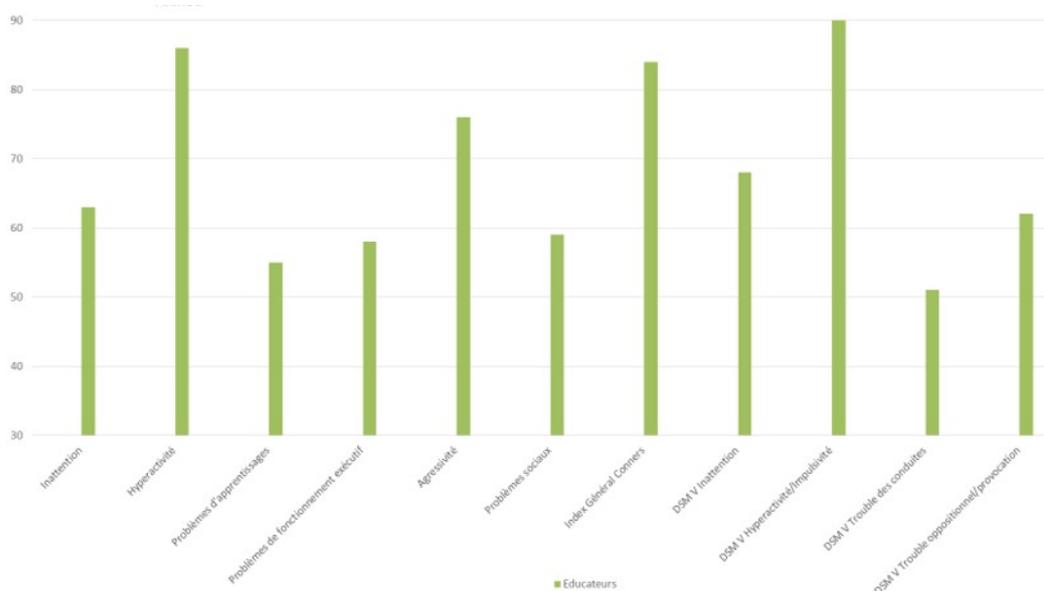
M-ABC2 - groupe d'âge 3 :

| | 2020 | | 2021 | |
|------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | Notes Brutes | Notes Standards | Notes Brutes | Notes Standards |
| DM1 - MD | 87" | 1 | 47" | 1 |
| DM1 – MND | 125" | 1 | 97" | 1 |
| DM2 | Inapproprié | 1 | 232" | 1 |
| DM3 | Inapproprié | / | Inapproprié | / |
| VA1 – MD | 0 | 4 | 0 | 2 |
| VA1 – MND | Inapproprié | / | Inapproprié | / |
| VA2 | 2 | 6 | 1 | 5 |
| Eq1 | Inapproprié | / | Inapproprié | / |
| Eq2 | Inapproprié | / | Inapproprié | / |
| Eq3 | Inapproprié | / | Inapproprié | / |

La motricité est en décalage par rapport à sa classe d'âge. On constate des progrès au niveau des données brutes récoltées : les temps en motricité manuelle ont tous favorablement diminué, et un item inapproprié en 2020 a pu être réalisé en 2021. L'équilibre n'est pas évaluable ; cela nécessite des observations cliniques. Le domaine moteur reste cependant un point fort ainsi qu'un appui dans le profil de Dorian.

d) Domaine exécutif

Questionnaire
de
Conners :



REPRESENTATION CORPORELLE / IMITATION : Sacha sait imiter. La perception corporelle est correcte. Il semble hypersensible au niveau tactile. Les principales parties du corps sont connues, pas les plus précises (poignet, hanche).

MOTRICITE MANUELLE : Les différentes prises sont acquises mais pas toujours adaptées à l'objet. Les praxies sont acquises ; il utilise la 2nd main si nécessaire.

- NEPSY II – Imitation de position des mains : Note totale étalonnée = **4**. Sacha ne réussit pas les positions les plus complexes (doigts croisés).
- NEPSY II – Précision visuo-motrice : Note totale étalonnée = **1**. Un manque de contrôle graphique est à l'origine de nombreuses erreurs.
- NEPSY II – Tapping : NE Dominante = **9** ; NE Non-dominante = **9** ; NE Répétitions = **11** ; NE Séquences = **7**. L'enchaînement de séquences est plus difficile pour Sacha. Les résultats restent globalement dans la norme.

GRAPHISME : Sacha est gaucher, tient son stylo avec 5 doigts tendus mais hypotoniques. Le bras est en suspens. Sacha peut produire des lignes dans différentes directions. Il comprend la forme du cercle mais contrôle mal le geste pour la réalisation. L'écriture du prénom n'est pas acquise. Les pré-requis de l'écriture ne sont pas acquis.

Les capacités de Sacha sont en décalage avec la norme de sa classe d'âge. Des difficultés de coordination, de graphisme (contrôle graphique, pré-requis de l'écriture), d'équilibre sont relevées. Il est réticent face aux exercices moteurs, avec une forte appréhension et une grande prudence (besoin d'aide, de tenir la main ou autre).

b) Domaine spatio-temporel

L'organisation spatiale chez Sacha est déficitaire.

- NEPSY II – Copie de figures : Note totale étalonnée = **1**.
- NEPSY II – Cubes : Note totale étalonnée = **1**.
- NEPSY II – Puzzles d'images : Note totale étalonnée = **1**.

c) Domaine attentionnel

- NEPSY II – Attention auditive et Réponses Associées : Note totale étalonnée = **1**. Sacha fait beaucoup d'erreurs. Sa concentration faiblit au cours de la tâche.
- NEPSY II – Catégorisation: Note totale étalonnée = **4**. Sacha propose plusieurs tris de carte ; ses capacités de flexibilité mentale restent faibles.
- NEPSY II – Inhibition : Note totale étalonnée = **1**. Sacha atteint la note plancher du fait de sa grande lenteur et d'un trop grand nombre d'erreurs.
- NEPSY I – Attention visuelle : Note totale étalonnée = 1. Une erreur est commise sur l'item des chats ; le temps de réalisation est trop long.

Les fonctions exécutives sont en décalage avec la norme. On relève toutefois la possibilité de Sacha d'utiliser des capacités d'inhibition et de flexibilité.

d) Conclusion et objectifs de prise en charge

Sacha possède des compétences en motricité manuelle et fonctions exécutives. Cependant, des difficultés majeures sont repérées au niveau du graphisme, des coordinations globales, de l'organisation spatiale et la représentation corporelle. La poursuite de la psychomotricité est pertinente. Les axes de travail cette année sont la représentation corporelle, la motricité globale, l'équilibre, et à plus long terme le vélo.

III. Protocole

1. Objectifs

A) Objectifs globaux

L'objectif principal à court et moyen terme est d'améliorer les capacités d'équilibre statique et dynamique des patients, et de développer les pré-requis nécessaires à

l'apprentissage du vélo, qui est l'objectif à plus long terme.

B) Axes de travail

La prise en charge dans le cadre de ce protocole s'articule autour de quatre axes principaux : les pré-requis de l'équilibre et du vélo, l'attention perceptive, les ajustements posturaux anticipés et le renforcement musculaire.

Les pré-requis de l'équilibre et du vélo englobent un travail de posture (orientation du regard, verticalité), de transfert de poids, de mobilité des hanches, d'alternance des jambes, d'appui unipodal, de rythmicité et mobilité articulaire (stimulation proprioceptive, mobilisations passive et active).

L'attention perceptive est développée dans les situations d'équilibre statique et dynamique. En équilibre statique, cela passe par des stimulations avec des balles à picots et des pressions profondes pour renforcer les feed-back proprioceptifs et sensoriels des parties du corps stimulées (plante des pieds, chevilles, arrière des jambes, genoux, haut du dos) qui sont nommées et identifiées, ce qui travaille également la connaissance sémantique du corps. Des exercices de maintien sur des surface à reliefs et/ou instables sont également réalisés. Lors des exercices dynamiques, l'attention perceptive est augmentée par le biais de stimuli tactiles : déplacements avec des objets en équilibre sur soi (sac lesté sur la tête / les épaules) et renforcement des feed-back proprioceptifs (bandes compressives au niveau des articulations des chevilles). Des feed-back auditifs sont aussi fournis par des bracelets à clochettes pour la notion de rythme.

Le travail sur les ajustements posturaux anticipés se fait dans le cadre des exercices en équilibre statique : tenir des objets en équilibre sur la tête, maintenir l'équilibre sur des surfaces instables, effectuer des actions sur un support stable/instable. Ce travail s'effectue également dans des exercices plus dynamiques : transporter ou tenir des objets en équilibre pendant un déplacement ou une tâche d'équilibre, ou encore faire un parcours sur des surfaces instables.

Le renforcement musculaire est ciblé sur les membres inférieurs avec des exercices à vélo travaillant l'alternance des jambes pour pédaler, les mouvements de flexion et d'extension (poussée) ou encore les mouvements circulaires. Les coordinations globales,

l'équilibre et le renforcement musculaire sont aussi travaillés grâce à l'utilisation du trampoline, démontrée bénéfique par Giagazoglou (2013).

Ce protocole s'inscrit dans le cadre d'un apprentissage écologique et implicite. L'accompagnement des différentes séances est donc pensé dans le respect des principes théoriques de cette approche. Ainsi, une attention particulière est accordée à l'installation et au choix du matériel. Par exemple, sur un tapis au sol sont installés un ballon cacahuète, des objets autour et un sceau vide. Une fois le jeune installé, la seule consigne est de mettre tous les objets dans le sceau. Aucune indication n'est donnée sur la façon de maintenir l'équilibre tout en réalisant la tâche.

Dans la continuité de mon protocole, les séances de groupe du vendredi auxquelles participent les deux jeunes ont été réorientées avec l'accord de ma maître de stage. Y sont inclus des exercices de maintien de l'équilibre statique sur un support instable (bloc de mousse renversé et pouvant balancer) en tenant un objet, et en effectuant des passages avec des sacs lestés à maintenir sur les épaules. Un escalier de trois marches attelé à un banc pour un exercice de monter/descendre est utilisé avec les mêmes contraintes (objet tenu, sacs lestés, grelots). Des exercices de déplacements et de lancer de balles, puis de tâches plus fines (jetons/tirelire) sont réalisés en aller-retour sur le banc.

Au cours des parcours moteurs, des supports de textures et densités variables sont installés. Des foulards sont positionnés en hauteur accessible, sur des supports stables puis instables. Des exercices d'initiation au vélo ont été proposés en extérieur.

2. Mise en place

A) Contexte pratique

Le protocole prévu sur 10 séances a une intensité et des objectifs progressifs. Je me suis inspirée de différents protocoles de la littérature en lien avec mes objectifs proposant des interventions de 8 à 12 semaines.

Les séances se déroulent les lundis de 11h00 à 12h00, de façon hebdomadaire et

aussi régulièrement que possible (contexte sanitaire, clusters, vacances). Le volume d'1h par séance prend en compte la fatigabilité importante des jeunes : la durée de chaque type d'exercice est progressive, possibilité de pauses lors de moments assis grâce au tour de rôle (observation du passage de l'autre jeune) ou au repos musculaire pendant des exercices assis (travail des domaines type attention perceptive et sensibilité podotactile).

B) Mesures

Dorian et Sacha n'ont pas les mêmes capacités cognitives. Si Sacha est en capacité de réaliser de nombreux tests psychomoteurs, Dorian a plus de difficultés : très peu de tests lui sont appropriés. J'ai souhaité qu'ils effectuent les mêmes tests afin d'établir des comparaisons. J'ai mis en place deux situations reproductibles pour évaluer leurs capacités d'équilibration dans une situation dynamique.

La première situation met en jeu les capacités d'équilibre postural et dynamique, ainsi que de l'équilibre unipodal. Un banc horizontal est installé perpendiculairement à un espalier accroché au mur, et deux cerceaux sont placés : le cerceau de départ au bout du banc et celui d'arrivée à l'autre bout sur la gauche à côté de l'espalier.

La seconde situation ajoute en difficultés, nécessite plus de capacités de contrôle postural et de force musculaire. Le banc est incliné par un enclenchement sur l'espalier. À l'arrivée, une marche intermédiaire a été ajoutée sur la gauche, l'arrivée a lieu dans un cerceau. Le banc est placé contre l'espalier dans les deux situations : cela inclut le temps pris pour se tenir lors de la descente, et limite ainsi les perturbations des mesures.

Trois séries de mesures sont réalisées : une initiale avec la séance n°1, une en milieu de protocole avant la séance n°5 et une finale une semaine après la dernière séance. Chaque jeune passe une fois pour chaque situation lors des mesures. Chaque passage est filmé. En cas de mise d'un pied à terre, la mesure est annulée et une nouvelle passation est effectuée. Des renforcements positifs sont apportés en cas d'arrêt, afin de ne pas fausser la mesure du fait d'un décrochage attentionnel.

Deux mesures de temps ont été réalisées : une du temps complet et une du temps de traversée du banc. Ces mesures sont établies précisément et sont les mêmes pour

chaque situation. Pour la première, le chronomètre démarre lorsqu'un premier pied touche le banc et s'arrête lorsque les deux pieds touchent le cerceau final. La mesure du temps de traversée commence lorsque le second pied est posé sur le banc et s'arrête lorsqu'un pied quitte le banc pour amorcer la descente. Ces données peuvent être traitées et comparées dans le temps en donnant un aperçu quantitatif de la progression des jeunes.

Les observations cliniques réalisées permettent d'obtenir des données qualitatives sur la progression. Les aides nécessaires pour la réussite, le nombre d'arrêts ou encore les comportements des jeunes peuvent être décrits pour évaluer leur progrès.

3. Déroulement des séances

A ce jour, huit séances sont réalisées sur la totalité du protocole (contexte sanitaire). Les résultats finaux seront présentés lors de la soutenance de ce mémoire.

Les séances ont été construites selon un raisonnement adapté au cadre de la déficience intellectuelle et aux problématiques spécifiques des jeunes. Ainsi, une même séance propose quatre exercices différents pour contrer le défaut de persévérance, tout en favorisant l'apprentissage et la prise d'initiative. Les exercices proposés sont repris tout au long du protocole, afin de soutenir l'apprentissage en tenant compte du besoin de répétition dans le cadre de la déficience intellectuelle.

La difficulté d'intensité des exercices sélectionnés suit une logique de progression. Le travail des pré-requis est mis en avant durant les 4 premières séances, pour être ensuite remplacé par des objectifs plus exigeants. Les exercices de renforcement musculaire plus intensifs sont proposés à partir de la quatrième séance. Le but de cette progression est de faire des exercices exigeants sur le plan de la mobilisation de l'équilibre et de la motricité sur un temps de plus en plus important sur la séance.

A) Séance n°1

La première séance débute par les mesures initiales des temps pour chaque jeune.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- Les pré-requis de l'équilibre et du vélo : par un travail sur la posture et la

mobilité articulaire avec la verticalité et l'orientation du regard, un travail sur le transfert du poids et l'appui unipodal, mais également la mobilisation de l'articulation de la cheville.

- L'attention perceptive : par des stimulations de la sensibilité podotactile par le biais de stimulations plantaires, de la jambe, du dos, des épaules par de l'auto-toucher, de l'imitation et des massages (pressions profondes).
- Les ajustements posturaux anticipés : par des déplacements du centre de gravité, des exercices d'équilibre statique sur des surfaces stables / instables et des exercices d'équilibre dynamique de ré-équilibration durant l'action.
- Le renforcement musculaire : à travers des mouvements de flexion-extension par un exercice incitant le patient à se baisser en se relever.

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre, du transfert de poids, des ajustements posturaux anticipés, de la proprioception, de l'équilibre bipodal et unipodal.

La séance se déroule en quatre temps. Hormis la phase d'échauffement, les exercices sont effectués individuellement pour permettre l'observation de l'autre.

- 1) L'échauffement : cette première phase du programme comprend un temps de mobilisation passive de l'articulation de la cheville, fait par le thérapeute et/ou le jeune. L'utilisation d'objets de médiation permet ensuite la stimulation sensorielle : les jeunes peuvent se faire rouler des balles sous la voûte plantaire en étant assis (texture et tailles variables). Ils pratiquent aussi l'auto-toucher par imitation du thérapeute ou bénéficient de massages.

Durant l'échauffement, Dorian et Sacha sont très disponibles et dans l'imitation. Chacun avec une balle choisie, ils imitent mes gestes et font ainsi passer la balle le long de leurs jambes, au niveau des chevilles, des pieds et également du haut du dos. Pendant qu'ils font rouler des balles sous leurs pieds, ma maître de stage et moi-même stimulons le haut du dos avec des balles et des pressions profondes.

Dorian est très volontaire et actif pour cette activité. Sacha a besoin de beaucoup de descriptions de ce qui se passe et d'une progression lente, permise par des demandes régulières d'accords. Il essaie de lever les épaules ; le mouvement est très faible. Après

une stimulation du haut du dos, il réessaie : les épaules se lèvent de façon marquée. Il est visiblement surpris et explore ce mouvement. Les stimulations tactiles et la guidance verbale lui permettent de découvrir sa mobilité corporelle, et d'en faire l'expérience.

- 2) Tenir la balle contre le mur : dos au mur, le but est de maintenir une balle entre le dos et le mur sans qu'elle tombe. Les jeunes doivent ensuite réaliser des exercices de transfert de poids à droite et à gauche, aller en bas puis remonter. Différentes balles sont utilisées (taille, texture, densité). Ils effectuent cet exercice simultanément.

Les deux jeunes ont besoin d'un moment pour mettre en place les ballons et les faire tenir entre le mur et le dos. Il y a un temps de latence entre le temps de réaction et le moment de déséquilibre du ballon. Lorsque l'équilibre est atteint, les exercices sont faisables par imitation sous forme de jeu pour rouler sur les côtés (« tanguer à droite, puis à gauche ») ou encore descendre en fléchissant les jambes. Au cours de ces exercices, Dorian a tendance à sortir du cadre établi, se laissant emporter par le jeu, ne respectant plus les consignes notamment. Sur ces temps, l'accompagnement demande de trouver un juste équilibre entre le cadre et l'amusement.

- 3) Exercice du ballon-cacahuète : assis à califourchon sur le coussin-cacahuète, le but est de venir attraper des objet-cibles (grenouilles en tissus lestées) situés tout autour (sur les côtés, devant) et les mettre dans un seau. Une distance plus ou moins importante est prévue pour atteindre les objets.

L'installation demande une guidance physique avec une main posée dans le dos pour donner une réassurance suffisante à la mise en place d'une technique adaptée. Dorian s'éparpille en détournant la consigne par le jeu, mais une fois recentré sur la tâche, il réussit à la mener à son terme correctement. L'apport de renforcements sociaux, auxquels il est très réceptif, lui donne de la motivation pour finir l'exercice. Sacha a plus d'appréhension, avec de nombreuses raideurs et une difficulté à étendre ses mouvements. L'appréhension bloque également son expérimentation de la situation.

- 4) Renforcement musculaire - trampoline : tout d'abord, les jeunes doivent maintenir leur équilibre debout sur le trampoline. Puis ils réalisent une phase de saut. Ensuite, une alternance a lieu entre une phase de saut et le ramassage d'objet-cibles (grenouilles en tissus lestées) disposés sur les bords du trampoline. Une distance plus ou moins importante est nécessaire pour atteindre les objets : des passages debout à accroupi sont effectués pour récupérer les objets et les lancer ensuite dans un seau.

L'exercice du trampoline est fait deux fois par chaque jeune. Dorian arrive à sauter seul sur le trampoline mais « se jette » un peu, et a tendance à ne pas être très équilibré dans ses réceptions, quelque peu éparpillées. Dans son cas, le premier passage permet la découverte de l'activité à travers le jeu, puis de mieux comprendre les attendus lors de l'essai suivant. Il se montre alors plus efficace la seconde fois, certainement du fait de la répétition, sans redonner la consigne, et est moins dispersé durant son passage. Dorian a un mode de compréhension très pratique qui passe par l'expérience.

Sacha a également été bien plus à l'aise lors de son second passage, pendant lequel il a été capable de me lâcher la main.

B) Séance n°2

La seconde séance du protocole est similaire en tout point à la première. Cela répond au besoin de répétition dans le cadre de la déficience intellectuelle, et permet d'installer le contexte du protocole. D'autre part, l'absence de mesures à réaliser permet de prendre plus de temps sur certains exercices.

Les axes travaillés durant cette séance sont donc également :

- Les pré-requis de l'équilibre et du vélo
- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire

Le travail s'effectue également au niveau de l'équilibre, du transfert de poids, de la

proprioception, des ajustements posturaux anticipés, de l'équilibre bipodal et unipodal.

Durant les différents exercices, Dorian se montre volontaire et moins enclin à bénéficier d'une observation de son camarade avant de passer du fait de son hyperactivité et de son impulsivité. Sacha montre quant à lui une attention particulière aux passations de Dorian : cela est bénéfique pour ses propres passages, diminuant son appréhension motrice, favorisant de ce fait ses performances. Ainsi, il est établi que Dorian commencera chaque nouvel exercice.

Le programme de la séance n°2 reprend les exercices de la première séance.

1) L'échauffement

Durant l'échauffement, Dorian et Sacha sont de nouveau très disponibles. Les moments d'imitation sont d'autant plus suivis avec quelques prises d'initiatives. Des guidances verbales sur les parties du corps permettent également d'effectuer un travail sur la connaissance sémantique du corps.

2) Tenir la balle contre le mur

La descente avec la balle est facilitée lors de cette seconde séance. Une sorte de « débloqué » du bassin permet à Sacha de descendre plus bas et de fluidifier les changements de position. Dorian gère mieux la tenue de sa balle avec une réduction du temps de réaction lors d'un déséquilibre (chutes de la balle moins fréquentes).

3) Exercice du ballon-cacahuète

La mise en place et le démarrage sont plus fluides pour Sacha et Dorian. Dorian est également plus centré sur la tâche. Le repère tactile de la main dans le dos est maintenu.

4) Renforcement musculaire - trampoline

La phase de saut amuse beaucoup les jeunes mais les fatigue. Les passages sont

plus fluides. Dorian est très à l'aise et semble moins dispersé que lors de la séance n°1.

C) Séance n°3

La troisième séance est moins axée sur le travail des pré-requis qui a été effectué au cours des deux premières séances du protocole. L'accent est mis sur l'attention perceptive, notamment par l'ajout de stimuli tactiles spécifiques comme cela a été conseillé dans la littérature par Rogers (2001), Roll (2002) et Menz (2006).

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- Les pré-requis de l'équilibre et du vélo : par un travail sur la disponibilité articulaire au cours de la mobilisation de l'articulation de la cheville.
- L'attention perceptive : à travers des feed-back proprioceptifs augmentés durant un déplacement et un travail de discrimination podotactile.
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le transfert de poids et la disponibilité articulaire, le renforcement musculaire, la proprioception, l'équilibre bipodal et unipodal.

La séance se déroule sur un programme de quatre exercices :

- 1) L'échauffement : lors de ce premier exercice, le temps de mobilisation passive de l'articulation de la cheville, fait par le thérapeute et/ou le jeune, est accentué. L'utilisation d'objets de médiation, l'auto-toucher par imitation et le massage par pressions profondes restent présents.

L'échauffement se déroule de façon fluide. Dorian et Samuel font directement rouler les balles sous leurs plantes de pieds, sans même une consigne. L'imitation pour la mobilisation de la cheville est plus complexe. Sacha a des difficultés car son hypertonie lui rigidifie l'articulation. Dorian est aussi en difficulté, avec une très faible amplitude de flexion de la cheville. Ma maître de stage et moi même manipulons passivement leurs chevilles

pour permettre une mobilisation plus facile pour eux.

- 2) Classement - Cache-cache de graines : cet exercice assis consiste à faire des tris simples par recherche tactile avec des sacs de graines. Les classements peuvent se faire par rapport à la taille des graines, au poids... Les jeunes effectuent cet exercice simultanément.

Sacha semble trier les graines au hasard au début de l'exercice car il est plus concentré sur l'aspect sensoriel de l'activité que sur les demandes. Dorian contourne la consigne et modifie l'activité comme un jeu de lancer avec les sacs. Cependant quelques tris sont réussis avec un accompagnement plus important (guidance verbale et physique).

- 3) Exercice du ballon-cacahuète : les consignes sont les mêmes mais on ajoute des bandes compressives au niveau des chevilles durant la réalisation.

L'ajout des bandes compressives entraînent des réactions émotionnelles chez les deux jeunes. Sacha sourit, touche les bandes, pose quelques questions. Les explications semblent suffire : il ne marque plus autant la différence ensuite. Dorian se montre très surpris et communique son étonnement par des mimiques, une observation marquée des bandes, du pointage. Un temps d'apprivoisement de la sensation en marchant est fait avant de commencer l'exercice.

Dorian a tendance à ne pas toujours mesurer son élan ni contrôler son équilibre pour attraper les objets les plus éloignés, ce qui entraîne des déséquilibres jusqu'au tapis. Je reste à leur côté pour amortir les éventuelles chutes de cet ordre en accompagnement le fait d'aller au sol comme une sorte de « perdu ! » à un jeu. Cet enjeu d'ordre plus social est très remobilisant pour Dorian.

Sacha se montre plus prudent. L'appui rassurant par la main dans le dos et des encouragements sont nécessaires pour l'aider à aller chercher les objets les plus éloignés.

- 4) Renforcement musculaire - trampoline : les consignes sont les mêmes mais on ajoute des bandes compressives sur les chevilles durant la réalisation.

Dorian est capable d'effectuer des sauts et les ramassages seul. Les déséquilibres arrivent encore parfois mais sont relativement maîtrisés.

Sacha n'a plus besoin du support physique de l'adulte, il est capable de se baisser et de ramasser les objets seul. Lors des sauts, il commence à oser sauter sans tenir les mains, mais cela reste difficile pour les sauts plus hauts.

D) Séance n°4

La séance n°4 reprend les exercices et la dynamique de la séance n°3. Cependant, on introduit un changement de l'exercice de renforcement musculaire, avec l'utilisation d'un vélo d'appartement qui remplace le trampoline pour cette séance.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- Les pré-requis de l'équilibre et du vélo
- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire : à travers des mouvements de flexion-extension par un exercice incitant le patient à se baisser et se relever, mais également de la mise en place d'une coordination au niveau des membres inférieurs, avec l'alternance de mouvements entre la jambe gauche et la jambe droite, des poussées et un travail de rythmicité.

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le transfert de poids et la disponibilité articulaire, le renforcement musculaire, la proprioception.

La séance se déroule en quatre temps :

1) L'échauffement

Dorian a pris une initiative : cacher soi-même la balle dans le haut de son pull ou de celui des autres au niveau des épaules. Par un biais détourné, cela permet de diriger le jeu vers une stimulation des épaules.

Dorian est très à l'aise sur les phases d'échauffement et est capable de demander

de faire passer les balles ou de diriger les auto-toucher. Il semble apprécier cette phase de « réveil » du corps et expérimente beaucoup.

Sacha est plus à l'aise. Il arrive à allonger ses mouvements pour atteindre d'autres parties du corps. Sur certaines zones (épaules notamment et haut du bras), il peut marquer une réaction de surprise ou de sursaut lors des stimulations, mais ces réactions sont plus douces que lors des premières séances.

2) Classement - Cache-cache de graines

Plus de tris sont réussis que lors de la séance précédente. Sacha peut rentrer dans l'exercice plus tôt sans être happé par l'aspect sensoriel. Dorian est plus centré sur la tâche également, sans la détourner ni s'éparpiller.

3) Exercice du ballon-cacahuète

L'ajout des bandes compressives n'a pas suscité de réactions aussi fortes cette fois. On ne note pas d'éléments particuliers à signaler par rapport à la séance précédente. Le déroulement de cet exercice est très fluide.

- 4) Renforcement musculaire – vélo d'intérieur : un travail est fait sur le bon sens du mouvement, les poussées musculaires et le placement correct des pieds sur les pédales. Une guidance physique est apportée sur les genoux, les chevilles et les pieds, ainsi qu'un accompagnement du mouvement au niveau des jambes. Les bandes compressives sont présentes aux chevilles.

Dans le cadre du vélo d'intérieur, la seule consigne donnée est de pédaler. Cependant, les deux jeunes ont tendance à pédaler à l'envers : dans une approche écologique, des contraintes sont ajoutées avec un blocage des pédales dans le sens contraire, et un contact tactile sur le genou de la jambe devant effectuer la poussée.

Dorian initie un jeu de course de vélo, ce qui l'amène à pédaler plus vite mais dans le mauvais sens (plus facile). Le contraindre à aller dans l'autre sens entraîne un détournement d'attention face à la difficulté : une reprise du jeu initié permet un maintien

sur l'activité malgré la contrainte.

Sacha se retrouve en difficulté pour faire un mouvement de poussée fort. On relève une légère amélioration de la fluidité du pédalage vers la fin de l'exercice.

E) Séance n°5

Une nouvelle mesure des temps est effectuée, avec la mise en place des deux situations sur le temps de la séance. A partir de la séance n°5, les objectifs des pré-requis et de l'attention perceptive ne sont plus des objectifs au premier plan de la séance. L'accent est désormais mis sur un travail autour de la double-tâche.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire : à travers des mouvements de flexion-extension par un exercice incitant le patient à se baisser et se relever.

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le renforcement musculaire, la proprioception, l'équilibre bipodal et unipodal, et la double-tâche.

La séance se déroule sur un programme de quatre exercices :

1) L'échauffement

La mobilisation des chevilles commence par une mobilisation passive, puis par imitation : cet ordre d'étape facilite la mobilisation par les jeunes. Sacha gagne en amplitude de mouvement au fur et à mesure. Dorian arrive très bien à imiter les mouvements et essaie également d'en initier certains. Le reste du groupe reprend parfois son initiative, lorsque celle-ci est en lien avec la séance.

- ### 2) Équilibre statique et double tâche : chaque jeune est debout sur un support modérément instable. Ils font des échanges entre eux, donnent et prennent un ballon vers l'avant, vers l'arrière, sur les côtés, depuis le haut ou le bas de

façon aléatoire. Des bandes compressives sont ajoutées sur les chevilles.

Les supports choisis sont des plots à surface arrondie qui provoquent un léger déséquilibre lors de mouvement, avec une oscillation latérale dans un premier temps puis d'antéro-postérieure (plus difficile). Durant cette première séance, des ballons de petites et moyennes tailles (taille maximale de ballon de handball) sont utilisés, avec des densités différentes (une balle était lestée).

Sacha fait preuve d'une grande lenteur lors des transferts de balles. Des temps de latence montrent sa difficulté à gérer les tâches d'équilibre et de transfert de ballons en simultanée. Cet exercice est coûteux pour lui, avec parfois des lâchers de balles en cours de chemin.

Dorian se montre précipité avec les ballons, ce qui le déséquilibre beaucoup. Les moments où il les attrape et les lâche sont ceux provoquant le plus de déséquilibre. La rééquilibration pour éviter la chute suscite des mouvements trop amples, désorganisés et d'une efficacité moyenne. Encore une fois, présenter l'exercice comme un jeu, les renforcements et des tapes dans la main en cas de réussite sont très motivants, et l'amène à montrer de bonnes capacités.

- 3) Exercice du ballon-cacahuète : les consignes de cet exercice sont les mêmes mais on rajoute aux bandes compressives des chevilles des sacs lestés sur les épaules, à garder en équilibre durant la réalisation.

Les sacs lestés sont difficiles à maintenir sur les épaules pour Dorian et Sacha. Sacha se montre prudent et consciencieux pour éviter leur chute, ce qui ralentit son mouvement de façon adaptée. Dorian ne fait pas énormément attention à ses sacs jusqu'à leur chute qu'il marque d'un geste de la main sur la bouche en guise de « oups ». Il est plus attentif sur les derniers passages de l'exercice, bien que cela n'amène pas de modération dans la passation. Son impulsivité est très présente dans toutes les passations à travers des mouvements précipités et un manque de contrôle.

- 4) Renforcement musculaire - trampoline : les consignes de cet exercice sont les mêmes mais on rajoute aux bandes compressives des chevilles des sacs

lestés sur les épaules, à garder en équilibre durant la réalisation.

Dorian maîtrise de mieux en mieux les exercices sur le trampoline et se rééquilibre plus efficacement. Les mouvements pour rétablir l'équilibre sont moins amples au cours de l'exercice.

Sacha n'a plus besoin de la proximité de l'adulte. Les sauts sont réalisables sans tenir les mains, même ceux décollant un peu plus les pieds de la toile, ce qui est un grand progrès. Il arrive à formuler son contentement en comparant à avant, parle de « progrès ».

F) Séance n°6

La séance n°6 reprend l'exercice de renforcement musculaire avec le vélo d'intérieur, qui est proposé en alternance avec le trampoline d'une séance à l'autre. Le travail de la double-tâche est poursuivi.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire : à travers des mouvements de flexion-extension par un exercice incitant le patient à se baisser et se relever, mais également la mise en place d'une coordination au niveau des membres inférieurs, avec l'alternance de mouvements entre la jambe gauche et la jambe droite, des poussées et un travail de rythmicité.

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le renforcement musculaire, la proprioception, l'équilibre bipodal et unipodal, et la double-tâche.

La séance se déroule en quatre temps :

1) L'échauffement

Les temps de mobilisation des chevilles sont plus simples à réaliser pour les jeunes. Ils prennent de plus en plus d'initiatives, dans la modalité choisie (main ou balle)

ou la partie du corps.

- 2) Exercice du ballon-cacahuète : les consignes de cet exercice et les feedback apportés sont les mêmes. L'exercice est réalisé simultanément par les jeunes. Les objets-cibles sont des jetons devant être placés dans une tirelire.

La tâche plus difficile des jetons provoque un déplacement de l'attention vers la tâche de motricité fine et non pas vers le déséquilibre. Le fait d'attraper un objet fin oblige à maintenir l'équilibre pendant un temps plus long. Sacha se montre prudent : il évite les déséquilibres de cette façon, avec un rythme lent mais maintenu tout au long de ses passages. Dorian a du mal à maintenir son équilibre au début pour attraper les jetons les plus éloignés et subit quelques déséquilibres.

- 3) Équilibre statique et double tâche : les consignes de cet exercice sont les mêmes mais on rajoute aux bandes compressives des chevilles des sacs lestés sur les épaules, à garder en équilibre durant la réalisation.

Une médecine ball est ajoutée avec les petites balles, ainsi qu'un énorme ballon (ballon de gym). Les supports choisis augmentent le déséquilibre avec une bascule légère possible durant les mouvements (surface arrondie côté sol).

Le gros ballon amuse beaucoup Dorian, qui se déconcentre de la tâche au début en jouant à le jeter. Cependant, au cours de l'exercice, il réussit à s'organiser pour le porter, maintenant mieux son équilibre et sa posture sur le plot.

Sacha conserve une certaine lenteur durant cet exercice qui lui permet de limiter le déséquilibre. Cependant, gérer les deux tâches reste parfois difficile avec quelques chutes de balles, mais une amélioration est notable vis-à-vis de la dernière séance.

- 4) Renforcement musculaire – vélo d'intérieur : les consignes de cet exercice sont les mêmes mais en plus des bandes compressives, on ajoute aux chevilles des bracelets à grelots pour marquer le rythme du mouvement.

De même que pour les bandes compressives, l'ajout de stimuli sonores demande

un temps d'adaptation (et de jeu avec le bruit). L'utilisation du son permet de rythmer un peu plus les mouvements de chaque jeune. Le rythme de pédalage de Sacha augmente progressivement. Dorian est plus stable dans les rythmes, avec moins d'accélération relatives au jeu de la course.

G) Séance n°7

La séance n°7 reprend le programme d'exercices de la séance n°5, avec les mêmes feed-back augmentés fournis aux jeunes.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le renforcement musculaire, la proprioception, l'équilibre bipodal et unipodal, et la double-tâche.

La séance se déroule sur un programme de quatre exercices :

1) L'échauffement

Des temps d'interactions se mettent en place durant les échauffements en plus des mobilisations articulaires et des stimulations. Des jeux de passes en portant les ballons entre les pieds et en les levant s'installent spontanément, après une initiative de Dorian. La maîtrise de la balle entre les deux pieds sans tomber s'avère difficile pour Sacha. Dorian a plus de difficulté pour maîtriser l'impulsion donnée à la balle pendant la passe.

- 2) Équilibre statique et double tâche : les consignes de cet exercice sont les mêmes mais on ajoute aux bandes compressives des chevilles des sacs lestés sur les épaules, à garder en équilibre durant la réalisation.

Les supports proposés, d'abord identiques, sont remplacés par d'autres plus mous

pour augmenter l'instabilité. L'ajout de sacs lestés n'amène pas de changement notable chez Sacha, qui contrôle mieux les balles et le ballon lors des différents transferts. Cependant, cela permet à Dorian de mieux canaliser ses mouvements lors des lâchers et récupérations des ballons, et diminue donc le nombre de déséquilibres.

- 3) Exercice du ballon-cacahuète : les consignes de cet exercice, le contexte et les feed-back apportés sont les mêmes.

On constate une amélioration de la fluidité et de la rapidité d'exécution de la tâche chez les deux jeunes. Dorian est bien moins déséquilibré, même lorsqu'il attrape des jetons éloignés, avec une amélioration du maintien de l'équilibre.

- 4) Renforcement musculaire - trampoline : les consignes de cet exercice et les feed-back apportés sont les mêmes. Les objets-cibles et le seau sont cependant remplacés par des jetons et une tirelire.

Dorian fait preuve d'une grande efficacité lorsqu'il se baisse pour ramasser les jetons, même lorsque ceux-ci sont cachés sous le trampoline. Il reste cependant fatigable.

Sacha gagne en efficacité lors de la réalisation de la tâche. Il est plus rapide pour se baisser et se relever.

H) Séance n°8

La séance n°8 reprend le programme d'exercices de la séance n°6, avec les mêmes feed-back augmentés fournis aux jeunes.

Les axes travaillés durant cette séance sont :

- L'attention perceptive
- Les ajustements posturaux anticipés
- Le renforcement musculaire

Le travail s'effectue au niveau de l'équilibre statique et dynamique, le renforcement

musculaire, la proprioception, l'équilibre bipodal et unipodal, et la double-tâche.

La séance se déroule en quatre temps :

1) L'échauffement

Un temps d'interactions se met en place spontanément durant cette phase du programme avec des échanges de ballons. Les échanges sont fluides.

2) Exercice du ballon-cacahuète

Les deux ballons cacahuètes utilisés simultanément sont source de motivation pour Dorian et Sacha qui réalisent l'activité ensemble. Les jetons sont positionnés plus loin des jeunes. Dorian est moins fatigable, ce qui lui permet d'enchaîner tous les jetons sans s'arrêter. Sacha a gagné en rapidité avec une meilleure organisation de ses mouvements.

3) Équilibre statique et double tâche : les stimuli apportés sont inchangés. La tâche se complexifie : des jetons sont passés par le haut, le bas, les côtés, devant ou derrière et doivent être mis dans une tirelire, déplacée elle aussi.

Les deux jeunes montrent une meilleure endurance, permettant de prolonger le temps de cette activité. Des améliorations plus marquées sont visibles sur le temps de la séance entre les premiers et derniers passages.

Dorian se montre impulsif, a tendance à se précipiter malgré le déséquilibre. Il se désorganise au moment d'attraper le jeton. Après quelques essais, il canalise mieux son hyperactivité. Il réussit bien à coordonner la rééquilibration sur le support et le maintien de la stabilité du bras pour déposer le jeton dans la tirelire.

Sacha n'a pas perdu l'équilibre. Il compense les difficultés induites par la double-tâche en diminuant sa vitesse. Ses mouvements sont fluides, et la vitesse de réalisation s'accroît au fur et à mesure des passages.

4) Renforcement musculaire – vélo d'intérieur

La fluidité des mouvements et le rythme se sont améliorés chez Dorian et Sacha.

IV. Résultats et analyse des données

1. Présentation des résultats

A ce jour, la première mesure et la mesure en milieu du protocole ont pu être réalisées. Afin de permettre une analyse des données plus pertinente, une mesure a été ajoutée lors de la séance n°8. Une analyse complète sera proposée lors de la soutenance, riche des résultats finaux de mesure.

| | Dorian | | | | Sacha | | | |
|-------------------|-----------------|---------|--------------|---------|-----------------|---------|--------------|---------|
| | Banc horizontal | | Banc incliné | | Banc horizontal | | Banc incliné | |
| | TC | TT | TC | TT | TC | TT | TC | TT |
| Séance n°1 | 17,38 s | 13,44 s | 33,03 s | 18,21 s | 25,72 s | 21,89 s | 26,50 s | 12,64 s |
| Séance n°5 | 22,65 s | 16,02 s | 26,35 s | 19,89 s | 27,24 s | 25,74 s | 44,71 s | 30,38 s |
| Séance n°8 | 14,67 s | 11,48 s | 16,55 s | 10,18 s | 11,07 s | 8,14 s | 14,48 s | 8,89 s |

Soit TC le temps complet de réalisation et TT le temps de traversée du banc.

On constate une grande variabilité des résultats entre chaque séance une à une.

Les écarts importants entre les temps de la 1ère mesure et de la 2nd peuvent s'expliquer par une différence de contexte :

| | Dorian | Sacha |
|-----------------|---|---|
| Mesure 1 | - Adulte à côté. - Renforcements réguliers et relances pour finir la tâche sans s'arrêter. | - Adulte à côté - Besoin de tenir la main de l'adulte pour monter. Impossibilité de la lâcher jusqu'à l'arrivée. - Renforcements ponctuels pour relancer l'action lors d'arrêt, rassurer, féliciter. |
| Mesure 2 | - Pas d'adulte à côté | - Pas d'adulte à côté - Besoin d'un appui pour monter sur le banc (chaise |

| | | |
|-----------------|--|--|
| | - Pas de renforcements, sauf si nécessaire (arrêt) | roulante peu stable ici) - Absence de renforcements, sauf si nécessaire |
| Mesure 3 | - Idem | - Idem |

Afin de fluidifier l'analyse des résultats, je vais comparer une à une les mesures entre elles : la mesure initiale avec la seconde mesure à mi-protocole, la seconde mesure avec la dernière mesure, et enfin la mesure initiale avec la dernière mesure.

2. Comparaisons des mesures

A) Comparaison des mesures de la séance n°1 et de la séance n°5

Il apparaît lors de la comparaison des valeurs obtenues pour les temps complets de réalisation de la tâche que la majorité des résultats de la mesure initiale étaient inférieurs à ceux récoltés durant la seconde série. Le seul résultat inférieur à celui de la mesure initiale est celui de Dorian dans la condition où le banc est incliné.

Ce progrès peut s'expliquer par le fait que chaque essai est réalisé une fois : la situation avec le banc incliné est donc le second passage sur le banc. On sait cependant que Dorian bénéficie beaucoup de l'expérience pratique dans la compréhension et la réalisation de l'activité demandée. La premier passage a pu le familiariser avec le matériel et faciliter l'exercice sur le banc incliné. Ce résultat atteste néanmoins d'un progrès des capacités en équilibre de Dorian.

Les résultats obtenus à la seconde mesure pour le temps de traversée du banc ont tous augmentés par rapport à ceux ayant été obtenus lors de la mesure initiale. Cela peut s'expliquer par le changement de contexte par rapport à la première situation. En effet, l'absence d'adulte à leur côté a retiré une « sécurité » : le ralentissement lors de la tâche d'équilibre, que je suppose lié à de la prudence, est adapté dans ce cadre.

Cependant, l'augmentation du temps de traversée de Sacha dans la condition du banc incliné est très importante par rapport aux autres. La vidéo permet de constater une extrême prudence dans la réalisation. L'absence d'un adulte à ses côtés ne permet pas la

réassurance : le temps augmente énormément du fait de la réduction de la longueur des pas et d'une grande lenteur.

Par une soustraction de ces deux temps, j'ai pu obtenir le temps nécessaire aux jeunes pour monter et descendre du banc dans les deux situations. J'ai évalué les variations de ces temps dans la condition du banc incliné pour Dorian, du fait de la différence relevée. Lors de la mesure initiale, ce temps de montée/descente est de 14,82 secondes contre 6,46 secondes lors de la mesure suivante. Les vidéos m'ont permis de constater que Dorian gagne du temps du fait d'une dépendance moindre au support de l'espalier lors de la descente.

B) Comparaison des mesures de la séance n°5 et de la séance n°8

Les résultats du temps complet de réalisation de la seconde mesure sont tous supérieurs à ceux de la dernière mesure. La diminution des temps (TC et TT) est la plus marquée pour Sacha dans la condition du banc incliné.

Tous les temps de traversée sont également inférieurs lors de la dernière mesure.

On constate donc une progression pour le maintien en équilibre sur le banc et l'équilibre dynamique pendant la montée/descente.

La comparaison des temps de montée/descente appuie cette constatation. Dans la condition du banc horizontal, les résultats de Dorian sont passés de 6,63 secondes à 3,19 secondes. Dans la condition du banc incliné, un faible progrès paraît : 6,46 secondes pour la seconde mesure et 6,37 secondes pour la dernière. Les vidéos permettent de relever des mouvements plus fluides lors de la montée et la descente, ainsi qu'une dépendance moindre à l'espalier. Dans le cas de Sacha, une forte progression a été relevée : dans la condition du banc incliné, le temps est de 5,59 secondes contre 14,33 secondes lors de la seconde mesure. Il a gagné en fluidité d'enchaînement lors de la descente : la tenue de l'espalier est moindre et il ne marque pas d'arrêt sur la marche intermédiaire.

C) Comparaison des mesures de la séance n°1 et de la séance n°8

Entre la mesure initiale et la dernière mesure, les temps complets de réalisation et les temps de traversée ont notablement diminué, malgré le changement de contexte. Avec moins de soutien, les jeunes montrent une progression notable, tant au niveau de l'équilibre qu'au niveau de l'autonomie et de l'assurance dans la réalisation.

Les résultats de Dorian pour les temps de montée/descente sont passés de 3,94 secondes à 3,19 secondes dans la condition du banc horizontal, et de 14,82 secondes à 6,37 secondes dans la condition du banc incliné. Cette progression des temps entre la première et la dernière mesure s'accompagne de progrès visibles : l'enchaînement est plus fluide, la régularité et la longueur des pas se sont améliorées.

Dans la condition banc horizontal, les temps obtenus par Sacha ont été de 3,83 secondes lors de la mesure initiale contre 2,93 secondes lors de la dernière mesure. Les résultats dans la condition incliné ont également diminué, passant de 12,64 secondes à 5,59 secondes. Une augmentation de la longueur des pas et une meilleure régularité sont relevées. L'enchaînement des descentes entre le banc, la marche et le sol est plus fluide.

L'analyse des différents résultats obtenus permettent déjà de constater des progrès notables à ce stade du protocole. L'équilibre postural dynamique s'est amélioré sur cette situation, tant quantitativement que qualitativement.

DISCUSSION

Les résultats des premières mesures attestent d'une progression des capacités d'équilibre. Les observations cliniques des vidéos renforcent cette première constatation.

La méthode écologique proposée a permis de se concentrer sur la réussite de la tâche par les participants. Leurs profils complémentaires ont apporté des bénéfices autres que ceux pour lesquels le protocole a été pensé : le tour de rôle, la confiance en ses capacités, le déliement corporel. La pertinence du binôme formé s'est confirmée au cours des séances et il semble pertinent de poursuivre cette association. De plus, les axes de

travail choisis font de cette intervention un travail complet en prenant en compte les dimensions perceptives, posturales, dynamiques de l'équilibre mais également la force musculaire. Cela suit le constat de la littérature sur les bénéfices des programmes multimodaux. Enfin, ce protocole a pour avantage de proposer des séances évolutives : les progrès sont donc constatés au fur et à mesure sans mettre les jeunes en difficulté.

Cependant, j'ai pu constater quelques limites à ce dispositif. Tout d'abord, la situation de mesure choisie manque de solidité. Bien qu'elle aie permis d'évaluer les deux jeunes de façon égale, des différences de contexte entre la 1^{ère} et la 2nd mesure ont pu fausser les résultats. Il aurait été pertinent de fixer les modalités dès le départ, bien que le fait de constater la diminution des aides d'un point de vue clinique soit révélateur du gain fonctionnel. De ce fait, une amélioration possible serait d'ajouter une situation ou un test déjà existant adaptés pour obtenir une autre mesure et ainsi, permettre une comparaison des deux tests dans le temps et l'évaluation de plusieurs paramètres de l'équilibre.

De plus, les axes de travail des premières séances devraient être questionnés du fait des résultats obtenus. Les séances centrées sur un travail multimodal intensif ont commencé à partir de la séance n°5, au début de laquelle la seconde mesure a été réalisée. Les progrès constatés entre la seconde et la dernière mesure, ainsi que ceux entre la mesure initiale et la dernière, pourraient être dus au travail de la double-tâche débuté à la séance n°5. En considérant cette hypothèse, il faudrait réévaluer la pertinence de faire 4 séances autour des pré-requis et de l'attention perceptive, ou bien envisager de raccourcir ce travail pour débiter les exercices de double-tâche plus tôt, dans l'idée d'obtenir plus rapidement des résultats.

D'autre part, les séances ont parfois été suspendues du fait du contexte sanitaire. Le manque de régularité du à ces temps variables d'arrêt de prise en charge a pu impacter les résultats.

Enfin, les autres activités de Sacha et Dorian au sein de l'IME le reste de la semaine (groupe moteur les vendredis, activités avec les éducateurs) ont pu influencer leurs capacités en équilibre au-delà de ce protocole.

CONCLUSION

Ma démarche a consisté à créer un protocole respectant les grands principes de l'apprentissage écologique décrits par Davis et Broadhead (2007), afin d'améliorer l'équilibre de deux adolescents pris en charge en IME avec pour objectif à long terme la pratique du vélo. Les exercices sont inspirés de protocoles issus de la littérature : le trampoline testé par Giagazoglou (2013), l'utilisation de surfaces instables plusieurs fois recommandée, notamment lors d'activités en double tâche comme l'a fait Mikolajczyk (2015). J'ai pris en compte les particularités de chaque jeune, en tenant compte de leurs points forts, de leurs difficultés, de leurs différences et de leurs complémentarités. Les résultats obtenus jusqu'ici sont favorables et démontrent déjà une progression des capacités d'équilibre des jeunes, bien que le protocole ne soit pas encore terminé.

Mes recherches théoriques ont mis en évidence des spécificités des fonctions d'équilibre au sein de la population atteinte de déficience intellectuelle. Les déficits sensoriels et la co-activation des muscles antagonistes sont notamment à prendre en compte au cours des prises en charge. La méthode écologique d'apprentissage demande de suffisamment organiser l'environnement pour provoquer un comportement attendu sans l'expliquer. Durant tout ce protocole, j'ai donc uniquement expliqué le but des différents exercices sans donner d'indices sur la façon de réussir. Au fur et à mesure du temps, les contraintes ont été augmentées vers une progression.

Au cours du protocole mis en place, j'ai constaté certaines limites. La situation de mesure devrait être précisée avec plus de solidité, en ajoutant un test et/ou précisant les modalités de la présente mesure. Le choix des axes de travail serait à réévaluer en fonction de l'efficacité sur la prise en charge. Enfin, une régularité des séances serait à privilégier autant que possible.

Ce protocole a toutefois été source de nombreux bénéfices. Il a montré l'intérêt de coupler des profils complémentaires et de faire des groupes restreints pour des apprentissages moteurs : cela permet l'imitation des pairs, tout en gardant une disponibilité suffisante pour adapter les contraintes de l'environnement à chaque jeune dans le cadre de la démarche écologique.

Le travail effectué ici et l'analyse des résultats a permis de se questionner sur les objectifs du travail en psychomotricité au sein d'un IME : le but est-il la recherche de la performance ? La recherche de l'autonomie ? Ou les deux à la fois ? Cette question est

bien sûr à mettre en relation avec la problématique rencontrée par chaque patient, avec ses volontés propres et les volontés de sa famille.

Enfin, si ce travail est centré sur la déficience intellectuelle sans étiologie, les progrès de Sacha suggèrent un intérêt de l'approche écologique dans le cadre du TSA. Cela pourrait faire l'objet de recherches plus poussées sur la question, notamment l'impact du TSA ou encore du TSA associé à une déficience intellectuelle sur l'équilibre.

Bibliographie

- Almuhtaseb, S., Oppewal, A., & Hilgenkamp, T. I. (2014). Gait characteristics in individuals with intellectual disabilities: A literature review. *Research in developmental disabilities*, 35(11), 2858-2883.
- Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 22(4), 527-532.
- Blomqvist, S., Olsson, J., Wallin, L., Wester, A., & Rehn, B. (2013). Adolescents with intellectual disability have reduced postural balance and muscle performance in trunk and lower limbs compared to peers without intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 198-206.
- Carmeli, E., & Coleman, R. (2001). The clinical characteristics of aging adults with mental retardation. *Physical therapy reviews*, 6(4), 267-271.
- Carmeli, E., Bar-Chad, S., Lotan, M., Merrick, J., & Coleman, R. (2003). Five clinical tests to assess balance following ball exercises and treadmill training in adult persons with intellectual disability. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(8), M767-M772.
- Carmeli, E., Zinger-Vaknin, T., Morad, M., & Merrick, J. (2005). Can physical training have an effect on well-being in adults with mild intellectual disability?. *Mechanisms of ageing and development*, 126(2), 299-304.
- Capio, C. M., Poolton, J. M., Sit, C. H. P., Eguia, K. F., & Masters, R. S. W. (2013). Reduction of errors during practice facilitates fundamental movement skill learning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 57(4), 295-305.
- Davis, W. E. & Broadhead, G. D. (2007). *Ecological task Analysis Perspectives On*

Movement. United States of America : Human Kinetics.

- Dehghani, M., & Gunay, M. (2015). The effect of balance training on static and dynamic balance in children with intellectual disability. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, 5(9), 127-131.
- Doumas, M., Valkanidis, T. C., & Hatzitaki, V. (2019). Putting proprioception for balance to the test: Contrasting and combining sway referencing and tendon vibration. *Gait & posture*, 67, 201-206.
- Enkelaar, L., Smulders, E., van Schrojenstein Lantman-de Valk, H., Geurts, A. C., & Weerdesteyn, V. (2012). A review of balance and gait capacities in relation to falls in persons with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 33(1), 291-306.
- Etnier, J. L., & Landers, D. M. (1998). Motor performance and motor learning as a function of age and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 136-146.
- Fotiadou, E. G., Neofotistou, K. H., Sidiropoulou, M. P., Tsimaras, V. K., Mandroukas, A. K., & Angelopoulou, N. A. (2009). The effect of a rhythmic gymnastics program on the dynamic balance ability of individuals with intellectual disability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2102-2106.
- Giagazoglou, P., Arabatzi, F., Dipla, K., Liga, M., & Kellis, E. (2012). Effect of a hippotherapy intervention program on static balance and strength in adolescents with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 33(6), 2265-2270.
- Giagazoglou, P., Kokaridas, D., Sidiropoulou, M., Patsiaouras, A., Karra, C., & Neofotistou, K. (2013). Effects of a trampoline exercise intervention on motor performance and balance ability of children with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 34(9), 2701-2707.
- Guidetti, L., Franciosi, E., Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., & Baldari, C. (2010). Could sport specialization influence fitness and health of adults with mental retardation?. *Research in developmental disabilities*, 31(5), 1070-1075.
- Hayakawa, K., & Kobayashi, K. (2011). Physical and motor skill training for children with intellectual disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 573-580.
- Inserm. Déficiences intellectuelles. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP

Sciences, 2016.

- Jankowicz-Szymanska, A., Mikolajczyk, E., & Wojtanowski, W. (2012). The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. *Research in developmental disabilities, 33*(2), 675-681.
- Jeka, J. J., & Lackner, J. R. (1994). Fingertip contact influences human postural control. *Experimental brain research, 79*(2), 495-502.
- Kachouri, H., Borji, R., Baccouch, R., Laatar, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2016). The effect of a combined strength and proprioceptive training on muscle strength and postural balance in boys with intellectual disability: An exploratory study. *Research in developmental disabilities, 53*, 367-376.
- Kouzaki, M., & Masani, K. (2008). Reduced postural sway during quiet standing by light touch is due to finger tactile feedback but not mechanical support. *Experimental brain research, 188*(1), 153-158.
- Kushiro, K., & Goto, F. (2011). Effect of masticating chewing gum on postural stability during upright standing. *Neuroscience letters, 487*(2), 196-198.
- Lahtinen, U., Rintala, P., & Malin, A. (2007). Physical performance of individuals with intellectual disability: A 30-year follow-up. *Adapted physical activity quarterly, 24*(2), 125-143.
- Lee, K., Lee, M., & Song, C. (2016). Balance training improves postural balance, gait, and functional strength in adolescents with intellectual disabilities: Single-blinded, randomized clinical trial. *Disability and health journal, 9*(3), 416-422.
- Maiano, C., Hue, O., Morin, A. J., Lepage, G., Tracey, D., & Moullec, G. (2019). Exercise interventions to improve balance for young people with intellectual disabilities: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology, 61*(4), 406-418.
- Massion, J. (1998). Postural control systems in developmental perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 22*(4), 465-472.
- Masters, R. S. W., van der Kamp, J., & Capio, C. (2013). Implicit motor learning by children. *Conditions of children's talent development in sport, 21-40*.
- Maxwell, J. P., Capio, C. M., & Masters, R. S. (2017). Interaction between motor ability and skill learning in children: Application of implicit and explicit approaches. *European journal of sport science, 17*(4), 407-416.

RESUME

Les capacités d'équilibre sont déficitaires chez la majorité des personnes atteintes d'une déficience intellectuelle du fait de leurs caractéristiques spécifiques, qui impactent la motricité et le développement. Les limitations fonctionnelles au quotidien, résultantes de ces difficultés, nécessitent généralement des rééducations, dont il existe de nombreux exemples dans la littérature. Ce mémoire a pour objectif d'améliorer les compétences en équilibre de patients atteints de déficience intellectuelle par le biais d'un protocole d'apprentissage moteur écologique et implicite au sein d'un Institut Médico-Educatif. Le protocole comprend 10 séances de 1h par semaine auprès de 2 patients âgés de 12 et 13 ans avec des exercices autour de l'attention perceptive, des ajustements posturaux anticipés, de renforcement musculaire et les pré-requis. Au bout de huit séance, on constate une amélioration qualitative et quantitative globale des capacités d'équilibre.

Mots clés : déficience intellectuelle, équilibre, apprentissage écologique, apprentissage moteur implicite.

ABSTRACT

Balance abilities are deficient among the majority of intellectually disabled people because of specific features which affect global motor ability and development. These difficulties frequently provoke functional and daily life problems that require specific rehabilitation, of which a lot of examples exist in the literature. The aim of the present study is to improve the balance skills of intellectually disabled patients through an ecological and implicit motor learning protocol within a Medical and Education Institute. The protocol includes 10 sessions of 1 hour per week for 2 patients who are 12 and 13 years old, with different exercises about perceptual attention, Anticipatory Postural Adjustment, muscular reinforcement and the prerequisite abilities. After eighth sessions, we note an overall qualitative and quantitative improvement in balance skills.

Key words : intellectual disability, balance, ecological learning, implicit motor learning.

