

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER  
Faculté de Médecine de Toulouse Rangueil  
Institut de formation en Psychomotricité



UNIVERSITÉ  
TOULOUSE III  
PAUL SABATIER

# **Prise en compte des aspects sensoriels pour améliorer l'équilibre chez un sujet avec Trouble du Spectre Autistique**

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

Aurore CAMPSERVEUX

Mai 2019

*« Quand j'avais six ans, je m'enveloppais de couvertures et me glissais sous les coussins du canapé, parce que la pression me détendait. A l'école primaire, je rêvassais pendant des heures en imaginant la construction d'une machine qui comprimerait tout mon corps. » (Grandin, 1996)*

*« Ce qui me plaisait par-dessus tout, c'était les chaînes... Ce mouvement de balancement m'enivrait. Il fallait aussi que je les voie sous des angles divers et à des hauteurs différentes. Plus je les regardais se balancer, plus j'étais ravi. La seule chose qui m'intéressait, c'était de voir les chaînes se balancer. J'adorais ça. » (Barron & Barron, 1993)*

# SOMMAIRE

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE THEORIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Le Trouble du Spectre Autistique.....</b>	<b>4</b>
A. Généralités.....	4
B. Critères diagnostiques .....	5
C. Evaluation.....	6
D. Comorbidités .....	7
E. Epidémiologie .....	7
F. Prise en charge .....	8
<b>II. Le développement sensoriel dans l'autisme et ses particularités .....</b>	<b>9</b>
A. Généralités.....	9
1) Historique .....	9
2) Des troubles précoces .....	10
3) Prévalence des troubles sensoriels.....	11
B. Nature des particularités sensorielles .....	11
1) Quelques définitions .....	11
1.1 La sensation.....	11
1.2 La perception.....	12
1.3 L'intégration sensorielle.....	12
1.4 La modulation sensorielle .....	12
2) Des perturbations sensorielles diverses .....	13
2.1 Déficit de la modulation sensorielle.....	13
2.2 Déficit de la discrimination sensorielle.....	15
2.3 Déficits moteurs d'origine sensorielle.....	15
3) Manifestations sensorielles observées selon la modalité.....	15
C. Hypothèses étiologiques des particularités sensorielles.....	20
1) Les insuffisances modulatrices cérébrales.....	20
2) Troubles de la cohérence centrale et de la connectivité neuronale.....	21
3) Surfonctionnements perceptifs et biais locaux .....	22

4) Troubles du traitement multisensoriel .....	22
5) Troubles du traitement spatio-temporel.....	23
D. Evaluation.....	23
E. Prise en charge des troubles sensoriels .....	25
<b>III. Les troubles moteurs dans l'autisme .....</b>	<b>26</b>
A. Développement moteur dans les TSA .....	26
1) Part des troubles moteurs dans les TSA .....	26
2) Des déficits précoces et variés .....	28
B. Focus sur les troubles de l'équilibre.....	29
1) Rappels sur les systèmes d'équilibration.....	29
2) Les troubles de l'équilibre dans les TSA.....	33
C. Impact des troubles sensoriels sur la motricité.....	35
1) Approche cognitive de la motricité .....	35
2) Impact de la sensorialité .....	36
2.1 Impact sur l'intentionnalité .....	36
2.2 Impact sur la programmation motrice .....	36
2.3 Impact sur l'exécution et le contrôle de l'action .....	37
2.4 Impact sur la mémorisation .....	37
D. Quelles approches pour rééduquer les troubles moteurs ? .....	37
1) Approches utilisées pour les TDC .....	37
2) Hypothèses et prise de position à l'origine de ce protocole .....	39
<b>PARTIE PRATIQUE.....</b>	<b>41</b>
<b>I. Présentation de R. ....</b>	<b>42</b>
A. Anamnèse .....	42
B. Bilan psychologique .....	42
C. Bilan orthophonique .....	44
D. Bilan psychomoteur.....	44
E. Projet thérapeutique.....	47
F. Profil sensoriel de Dunn .....	49
<b>II. Plan d'action .....</b>	<b>52</b>
A. Evaluation initiale .....	52
1) Résultats au M-ABC 2.....	52

2) Grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur un skate board ..	54
B. Présentation du protocole .....	55
1) Temps de relaxation.....	56
2) Temps de stimulations sensorielles .....	57
3) Temps d'exercices moteurs .....	58
3.1 Exercices des quatre premières séances .....	59
3.2 Exercices des quatre dernières séances .....	62
C. Evolution au fil des séances .....	64
1) Temps de relaxation.....	64
2) Temps de stimulations sensorielles .....	65
3) Temps d'exercices moteurs .....	66
<b>III. Résultats .....</b>	<b>69</b>
A. Résultats au M-ABC 2 .....	69
B. Grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur un skate board .....	72
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>81</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>91</b>

## Introduction

---

J'ai réalisé mon stage de troisième année au sein d'un SESSAD (Service d'Education Spécialisée et de Soins A Domicile). Ce lieu accueille des enfants et adolescents atteints du Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), âgés de six à vingt ans dont les accompagnements se font au sein d'une équipe pluridisciplinaire comprenant des psychologues, des éducateurs spécialisés, une orthophoniste et une psychomotricienne. Les différents professionnels sont amenés à se déplacer sur les différents lieux de vie de l'enfant (domicile, école, séance d'EPS...) ou à effectuer des séances dans la structure même du SESSAD afin d'accompagner l'enfant au plus près de son environnement écologique.

Ayant débuté mon stage au moment de nombreuses entrées au sein du SESSAD, j'ai eu l'occasion d'observer les différentes investigations réalisées par l'ensemble de l'équipe pour connaître au mieux les nouveaux patients. Pour la première fois, en supplément des divers bilans, des investigations ont été réalisées pour déterminer le profil sensoriel des enfants grâce au Sensory Profile Checklist Revised (SPCR), questionnaire créé par Bogdashina. Ainsi, j'ai pu constater que la majorité des enfants présentait des particularités sensorielles, particularités qui étaient également observables lors des séances de psychomotricité : sensibilité à la lumière, aux bruits forts, à la température... La sensorialité est un sujet qui prend de plus en plus d'importance dans l'accompagnement des personnes avec autisme, et la psychomotricité semble avoir un rôle essentiel à jouer. Cependant, à l'heure actuelle, il existe peu de méthodes démontrées et efficaces qui indiquent comment réellement prendre en compte ces particularités dans l'accompagnement. J'ai donc décidé d'approfondir cette question centrale dans les TSA.

En parallèle, plusieurs enfants que je voyais en séance présentaient des difficultés sur le plan de la motricité générale, se rapprochant du tableau d'un Trouble Développemental de la Coordination (TDC) et de fait, ne maîtrisaient pas la réalisation de certaines coordinations. Deux garçons présentaient de grosses difficultés dans les coordinations impliquant de bonnes capacités d'équilibre. Je me suis alors posé la question suivante :

<p><b>Prendre en compte et travailler les particularités sensorielles permet-il d'améliorer les capacités d'équilibre et de faciliter l'apprentissage de coordinations chez un sujet avec TSA ?</b></p>
---

Afin de répondre à cette question, nous verrons dans une première partie théorique les principales caractéristiques de l'autisme. Nous nous centrerons ensuite sur les particularités sensorielles retrouvées dans cette pathologie, avant de terminer par les troubles de la motricité au sein des TSA, notamment les troubles de l'équilibre, et leur lien avec la sensorialité.

Dans une partie pratique, bien que le protocole ait été réalisé avec deux sujets, nous retranscrivons uniquement le cas de R. Des exercices en lien avec ses particularités sensorielles seront mis en place afin d'améliorer ses capacités d'équilibre, notamment dynamique, avec le saut à cloche pied, et le déplacement sur une planche de skate.

Enfin, nous évoquerons les résultats obtenus avec le deuxième sujet, et discuterons de l'efficacité de ce protocole pour ces deux enfants, afin de déterminer si cette technique permet l'amélioration des capacités d'équilibre et facilite l'apprentissage de coordinations. Nous aborderons également les limites de ce type de protocole.

# **PARTIE THEORIQUE**

# I. Le Trouble du Spectre Autistique

## A. Généralités

L'autisme, étudié depuis les premières observations de Kanner en 1943, est aujourd'hui reconnu comme faisant partie des troubles neuro-développementaux, entraînant un handicap complexe dont les origines ne sont pas encore clairement identifiées. En effet, alors que l'autisme a longtemps été considéré comme une conséquence d'une relation non sécurisée avec la mère, de nombreuses recherches ont démontré que des dysfonctionnements neurologiques étaient à l'origine des particularités de fonctionnement observées chez les personnes avec autisme : particularités sensorielles, difficultés d'interaction et de communication, intérêts restreints et répétitifs, etc.

Les manifestations sont très hétérogènes, tant sur le plan interindividuel qu'intra-individuel. En effet, d'importantes variations sont relevées au niveau des manifestations de l'autisme en fonction du niveau de développement, de l'âge chronologique et du degré de sévérité. Le terme « Trouble du Spectre Autistique » (TSA) semble ainsi plus approprié que celui d'« autisme », il a remplacé le terme « Trouble Envahissant du Développement » (TED) de la CIM-10 (1993). Ce spectre incluait les autismes typiques, atypiques, infantiles, le trouble désintégratif de l'enfance, le syndrome d'Asperger, le syndrome de Rett, etc. Mais ces différentes classifications se chevauchaient et ont disparu aujourd'hui pour être remplacées par des niveaux de sévérité en fonction du retentissement du trouble dans le quotidien de la personne, formant ainsi un continuum. L'approche devient alors dimensionnelle et non plus catégorielle. Gepner (2006) emploie même le terme de « *constellation autistique* » pour décrire l'ensemble des éléments singuliers pouvant être retrouvés chez les personnes avec autisme, ainsi que les recouvrements nosographiques possibles avec d'autres troubles neuro-développementaux.

Le retentissement fonctionnel du Trouble du Spectre Autistique s'observe dans de nombreux domaines : dans les apprentissages, notamment sociaux en raison du manque de compétences sociales et de communication, dans la vie quotidienne (alimentation, sommeil, hygiène) en raison de l'aversion au changement et des particularités sensorielles, dans la scolarité en raison des difficultés de planification et d'organisation... A l'âge adulte, l'indépendance de la personne TSA pourra être impactée par une rigidité persistante et des difficultés face aux situations nouvelles.

Grâce aux avancées réalisées dans le domaine de l'autisme, les politiques publiques se mobilisent pour déterminer le meilleur accompagnement au travers des recommandations des différents plans autisme dont le quatrième date d'avril 2018 et est valable pour quatre ans.

## B. Critères diagnostiques

La CIM-11, publiée en juin 2018, n'étant pas encore utilisée comme classification de référence pour le diagnostic des TSA en France, nous utiliserons ici le DSM-V (2015). La triade autistique évoquée dans la CIM-10 est remplacée dans le DSM-V par une dyade autistique, suite à la fusion du critère concernant les interactions sociales et celui traitant de la communication. Les critères diagnostiques sont détaillés en annexes. Le Trouble du Spectre Autistique se caractérise alors par :

- Des déficits persistants de la communication et des interactions sociales en termes qualitatifs et quantitatifs,
- Un caractère restreint et répétitif des comportements, des intérêts ou des activités.

Outre ces critères, le DSM-V précise la nécessité de spécifier :

- La présence ou non de déficit intellectuel associé,
- La présence ou non d'une altération du langage associée,
- S'il existe une association avec une pathologie médicale ou génétique connue, ou avec un facteur environnemental,
- S'il existe une association à un autre trouble développemental, mental ou comportemental,
- La présence ou non d'une catatonie.

Trois niveaux de sévérité sont distingués en fonction du soutien nécessaire.

Le diagnostic de l'autisme est aujourd'hui clinique, c'est-à-dire basé sur la description du comportement, réalisé à partir des observations des parents et des professionnels. L'expression des manifestations est précoce avec différents signes d'alertes répertoriés par la Haute Autorité de Santé (HAS, 2018). Toutefois, un diagnostic fiable ne peut être établi qu'à partir de trois ans, bien qu'il puisse être évoqué dès deux ans (HAS, 2010). Parmi les signes d'alerte majeurs du TSA, nous pouvons citer l'absence de babillage, de pointage à distance ou d'autres gestes sociaux pour communiquer à 12 mois (et au-delà), l'absence de mots à 18 mois (et au-delà), et l'absence d'association de mots (non écholaliques) à 24 mois (et au-delà).

Plusieurs facteurs comme la précocité et l'intensité des troubles, la présence de troubles associés ou encore les facteurs environnementaux, entraînent une vaste hétérogénéité des profils des personnes TSA avec des conséquences et un handicap plus ou moins importants tout au long de leur vie (HAS, 2010).

### C. Evaluation

L'évaluation doit être menée dans une démarche pluridisciplinaire, coordonnée et multidimensionnelle (prise en compte de l'environnement, des éléments somatiques, des antécédents, des compétences...), en association avec la famille. Cependant, l'intervention ne doit pas attendre le diagnostic. Plusieurs outils standardisés et validés sont utilisés comme l'ADI-R (Autism Diagnosis Interview-Revised), l'ADOS-G (Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic), la CARS (Childhood Autism Rating Scale), ou encore le M-CHAT-R/F (The Modified Checklist for Autism in Toddlers, Revised with Follow-Up).

Une évaluation fonctionnelle peut être réalisée avec le PEP-3 (Profil psycho-éducatif) mesurant des niveaux de développement dans sept domaines, avec la Griffiths (0-8ans) qui évalue le développement dans six domaines comme la motricité et l'autonomie, ou encore avec la Vineland qui recueille auprès des parents des informations sur les aptitudes de l'enfant dans le milieu familial.

Une fois le diagnostic établi, les profils comportemental et fonctionnel de la personne doivent être définis à partir de tests étalonnés (bilans psychomoteur, psychologique...) et les ressources de l'environnement prises en compte dans la démarche évaluative. Des examens complémentaires à visée de recherche étiologique ou de comorbidité somatique (EEG, bilan génétique, IRM...) sont le plus souvent réalisés afin de différencier le TSA d'un trouble plus spécifique du développement (retard mental, trouble spécifique du langage oral...), mais la difficulté de différenciation est parfois telle qu'elle pose la question d'un continuum entre les troubles neuro-développementaux.

## D. Comorbidités

La comorbidité est définie comme une association non aléatoire entre plusieurs entités morbides présentes chez un individu (Soppelsa, Albaret, & Corraze, 2009).

Selon l'HAS (2010), les comorbidités sont fréquentes dans les TSA. On retrouve :

- Des troubles mentaux : selon Simonoff et al., 2008 (In Perrin, 2013), on retrouve au moins un trouble mental chez plus de 70% des sujets TSA et 40% ont deux comorbidités psychiatriques ou plus (anxiété généralisée : 13%, Trouble Obsessionnel Compulsif : 8%, dépression : 11%, phobie sociale : 29%),
- Des troubles de l'alimentation et du sommeil (dans 45 à 86% des cas),
- Un retard mental (dans 50 à 70% des cas),
- De l'épilepsie (dans 5 à 40% des cas),
- Des anomalies génétiques et chromosomiques (dans environ 20% des cas).

De plus, depuis la sortie du DSM-V, une coexistence peut exister entre un TSA et un ou plusieurs autres troubles neuro-développementaux, alors que cela constituait un diagnostic différentiel auparavant. Ainsi, en 2010, Lichtenstein et al. ont montré que chez les enfants TSA, plus de 30% présentaient des symptômes de Trouble Développemental de la Coordination (TDC), et plus de 50%, des symptômes de Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H). L'association TDC/TSA constitue un facteur d'aggravation du pronostic et entraîne généralement un retard au diagnostic.

## E. Epidémiologie

La prévalence du TSA a augmenté, notamment du fait de la modification des critères diagnostiques et de l'amélioration des outils diagnostiques. Elle est actuellement d'une naissance sur 160, soit 700 000 personnes en France dont 100 000 ont moins de 20 ans.

Il n'existe pas une cause unique au Trouble du Spectre Autistique. Outre des facteurs génétiques et des facteurs environnementaux, s'ajoutent plusieurs facteurs de risque tels que le sexe (quatre fois plus de garçons touchés que de filles), un âge parental avancé et des antécédents périnataux (un faible poids de naissance, exposition du fœtus au valproate, prématurité), selon l'HAS (2010). A cette liste sont intégrées, en 2018, les anomalies génétiques ou chromosomiques, et la naissance dans une fratrie comprenant des enfants atteints d'un TSA.

L'héritabilité du TSA est estimée entre 37% et plus de 90% selon les études analysant les taux de concordance du trouble chez les jumeaux. 15% des Troubles du Spectre Autistique sont associés à une mutation génétique connue (DSM-V, APA 2015).

Les divers échantillons cliniques montrent que les filles ont plus fréquemment un TSA avec un déficit intellectuel associé, ce qui peut entraîner un sous-diagnostic des filles TSA sans déficit intellectuel ni retard de langage, probablement en raison de difficultés sociales et de communication moindres (DSM-V, APA 2015).

Enfin, l'âge du repérage des troubles et du diagnostic peut dépendre des facteurs culturels et socio-économiques, étant données les différences de normes culturelles pour les interactions sociales, la communication non verbale et les relations amicales. Le retentissement dans ces domaines doit être marqué en tenant compte des normes culturelles propres à la personne.

## F. Prise en charge

En étroite collaboration avec la famille et construite autour d'un Projet Personnalisé d'Intervention (PPI) définissant des objectifs établis en fonction des besoins et des compétences de l'enfant, la prise en charge est réalisée par une équipe pluridisciplinaire formée aux pratiques adaptées. Les objectifs inscrits dans le projet sont régulièrement renouvelés en fonction des réévaluations et des progrès de l'enfant.

Aucune approche éducative ou thérapeutique ne peut prétendre restaurer un fonctionnement normal, ni améliorer le fonctionnement de la totalité des personnes TSA. Cependant, des approches actives, précoces, intenses, individualisées, multidisciplinaires et coordonnées contribuent à l'évolution favorable de l'enfant.

Avant toute intervention, une phase de « pairing » est indispensable pour que l'enfant éprouve du plaisir et de la motivation à travailler avec les différents professionnels. Elle aura notamment pour objectif d'identifier les centres d'intérêts de l'enfant et son niveau de compréhension, ainsi que d'établir une alliance thérapeutique avec lui.

Parmi les approches recommandées et considérées comme efficaces (HAS, 2012), nous retiendrons l'approche globale, et plus notamment la Thérapie d'Echange et de Développement (TED) qui a pour objectif de développer les communications sociales par l'intermédiaire du jeu, ainsi que les interventions psycho-éducatives avec les approches TEACCH, basée sur l'organisation spatio-temporelle (emploi du temps visuel, zones de travail définies...) et ABA

(Applied Behavioral Analysis, ou analyse appliquée au comportement), établie sur les théories de l'apprentissage, et notamment le conditionnement opérant avec l'utilisation de renforçateurs.

D'autres méthodes ont montré leur efficacité mais ne seront pas détaillées dans ce mémoire : la méthode Denver pour le développement de la motivation sociale et des comportements sociaux chez des enfants d'âge préscolaire, et des méthodes plus spécifiques au développement de la communication et du langage comme le PECS et le Makaton.

Dans les parties suivantes, bien que les personnes TSA présentent des particularités de développement dans de nombreux domaines tels que la communication et les interactions, les fonctions exécutives, l'imitation ou encore la sphère cognitive, nous développerons uniquement les particularités dans le développement sensoriel et moteur des personnes avec TSA.

## II. Le développement sensoriel dans l'autisme et ses particularités

### A. Généralités

#### 1) Historique

Le traitement sensoriel atypique était déjà rapporté dans les premières descriptions de l'autisme. En effet, Kanner, en 1943, relevait déjà des perturbations sensorielles et un désordre perceptif chez onze enfants qu'il suivait. Cependant, l'autisme n'est considéré comme un dysfonctionnement sensoriel que depuis les travaux de Delacato et Ornitz (1974, In Degenne-Richard, Wolff, Fiard, & Adrien, 2014) et depuis les premières théories sur les réponses sensorielles inhabituelles. Les travaux de Ayres (1972) ont permis de montrer qu'un déficit de filtrage et de la modulation sensoriels au niveau neuronal serait la source des troubles du TSA, formulant ainsi l'hypothèse d'un dysfonctionnement cérébral chez les personnes avec TSA entraînant une incapacité à attacher des significations aux sensations et à les organiser. Depuis, l'autisme est souvent décrit comme un désordre des sens, apparaissant précocement et ayant un impact sur l'ensemble du développement (Degenne-Richard, 2014).

Aujourd'hui, cette vulnérabilité sensorielle n'est plus à démontrer comme en témoigne l'apparition récente des anomalies sensorielles dans les critères diagnostiques de l'autisme (DSM-V, APA 2015), leur attribuant ainsi une place centrale dans les TSA. En effet, la classification actuelle de référence inclut désormais, dans la troisième catégorie de symptômes, un traitement atypique de l'information sensorielle. Alors qu'elles avaient longtemps été

considérées comme périphériques, voire de l'ordre de la comorbidité, les particularités sensorielles font désormais partie des symptômes-clés des TSA. A ce jour, les nombreux témoignages des personnes diagnostiquées autistes sur leurs expériences sensorielles, ainsi que les observations des parents sur ce sujet, souvent source de préoccupations majeures, accentuent ainsi l'intérêt croissant porté à ce domaine ces dernières années. Les récits des personnes avec TSA rapportent qu'une majorité de leurs difficultés découlent de particularités sensorielles. En effet, l'étude de Baker, Lane, Angley et Young (2008) montre que des corrélations existent entre les particularités de traitement sensoriel et les difficultés sociales, comportementales et émotionnelles des personnes avec autisme.

Enfin, nous emploierons souvent le terme de « perturbations sensorielles » pour évoquer les particularités retrouvées chez les personnes avec autisme, car nous traiterons plutôt de leur aspect handicapant. Or, il semble important de préciser que le terme « expériences sensorielles » est parfois plus approprié car ces dernières constituent parfois un atout majeur pour l'individu.

## 2) Des troubles précoces

Les recherches ont permis l'identification de perturbations sensorielles très précoces chez les enfants avec TSA, notamment grâce à l'analyse de films familiaux de bébés ultérieurement diagnostiqués autistes (Degenne, Gattegno, Serres, & Adrien, 2009 ; Iarocci & McDonald, 2006) qui permet un large recueil d'informations concernant les troubles sensoriels : aversion au toucher, prédominance des explorations visuelles vers des cibles indéterminées...

Par ailleurs, des différences sont retrouvées en terme de fréquence et de nature des troubles sensoriels entre des enfants TSA, et des enfants avec un retard développemental âgés de cinq à quatre-vingt mois (Baranek et al., 2006).

Ces marqueurs de dysfonctionnements sensori-moteurs précoces, en perdurant, impactent ainsi les autres sphères du développement. En effet, une corrélation significative existe entre les perturbations sensorielles et la sévérité du trouble autistique entre trois et douze ans (Kern et al., 2007). Cette corrélation est retrouvée par Klintwall et al. (2011) qui montrent que la prévalence, la nature et l'intensité des troubles sensoriels seraient liées à l'intensité de la symptomatologie, mais d'autres études réfutent ce lien.

Néanmoins, il semble important de noter la grande variabilité interindividuelle et temporelle qui caractérise les symptômes sensoriels (Stanciu & Delvenne, 2016). Bien que des

particularités soient toujours retrouvées chez les adultes avec autisme, une normalisation progressive des seuils de perception sensorielle semble apparaître avec l'âge (Kern et al., 2006).

### 3) Prévalence des troubles sensoriels

En raison de l'hétérogénéité méthodologique des différentes recherches, le taux de prévalence des désordres sensoriels est très variable en fonction des études. Selon les travaux, ils concernent entre 30 et 100% des personnes avec TSA (Baker et al., 2008).

Bien que peu de recherches décrivent les caractéristiques précises du traitement sensoriel dans le Trouble du Spectre Autistique et que leur existence n'est pas spécifique à l'autisme, de nombreuses études montrent que la prévalence des troubles sensoriels est beaucoup plus forte dans les TSA que dans les autres troubles psychopathologiques. Walker et Cantello (1994) trouvent, par exemple, des variations dans 87% des cas pour la perception auditive, et dans 81% des cas pour la perception visuelle entre une personne TSA et une personne neuro-typique.

L'étude de Tomcheck et Dunn (2007) constate une différence significative entre une population contrôle et une population TSA, notamment pour la sensibilité tactile, la sensibilité au goût et à l'odorat, la recherche de sensations, et le manque d'énergie. 95% des enfants TSA de cette étude, âgés de trois à six ans, présentent des dysfonctionnements sensoriels.

Enfin, la méta-analyse réalisée par Ben-Sasson et al, en 2009, portant sur quatorze études, confirme ces constats et valide l'existence d'une différence significative entre les personnes atteintes d'un TSA et les personnes des groupes témoins, concernant la présence et la fréquence de symptômes sensoriels, particulièrement entre six et neuf ans. Des recherches supplémentaires seraient cependant nécessaires afin de préciser la nature et la prévalence des troubles sensoriels chez les personnes avec TSA.

## B. Nature des particularités sensorielles

### 1) Quelques définitions

#### 1.1 La sensation

La sensation est décrite comme un évènement psychique qui intervient lorsqu'un influx nerveux arrive au cortex cérébral (Bagot, 1999). Elle est propre à chaque modalité sensorielle et peut être consciente ou inconsciente. L'appareil nerveux réceptionne l'information provenant

de la sensation grâce aux récepteurs situés au niveau des organes des sens et la véhicule jusqu'au cerveau, via les fibres nerveuses sensorielles, sous forme de signaux électriques : c'est la transduction. Les sensations sont essentielles au développement, les stimulations doivent être adaptées et intervenir au bon moment dans le développement au risque de provoquer des anomalies en cas de sur ou de sous-stimulation.

## 1.2 La perception

La perception sensorielle correspond à une interprétation des informations sensorielles (Bagot, 1999) dont les rôles sont la saisie et le traitement de l'information sensorielle afin de l'identifier ou de la catégoriser. Ces données sont ensuite transmises par les fibres nerveuses motrices aux organes effecteurs en vue d'une réponse motrice ou émotionnelle. Ces deux étapes constituent la boucle perception-action. La perception dépend de plusieurs paramètres : le contexte, le stimulus, les connaissances de chacun, ainsi que l'apprentissage, qui peuvent changer son interprétation, en fonction d'autres informations dont dispose le sujet.

## 1.3 L'intégration sensorielle

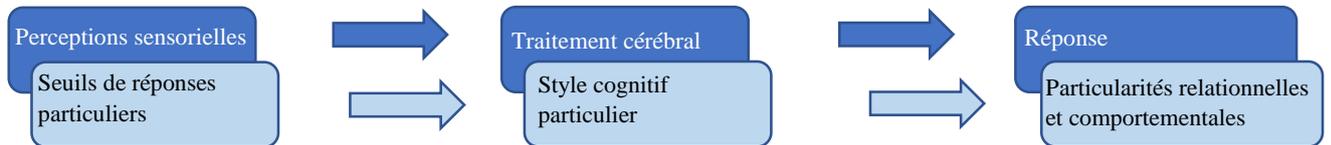
Concept fondé par Ayres en 1972, l'intégration sensorielle est un processus neurophysiologique qui organise les sensations provenant du corps et de l'environnement afin d'utiliser le corps de façon efficace au sein de cet environnement. Les différentes informations sensorielles, véhiculées par les organes sensoriels internes et externes de l'organisme, sont donc analysées, interprétées, associées et comparées afin de produire une réponse motrice ou émotionnelle adaptée.

## 1.4 La modulation sensorielle

Mécanisme du système nerveux central, la modulation sensorielle permet, par des processus biochimiques, de filtrer les stimuli pertinents de ceux qui ne le sont pas. Elle évite ainsi la surcharge des informations sensorielles en permettant des réactions adaptées aux stimulations sensorielles.

## 2) Des perturbations sensorielles diverses

L'analyse des particularités sensorielles chez les TSA est complexe du fait d'observations cliniques hétérogènes. Cette variabilité des manifestations comportementales évoque un dysfonctionnement de l'ensemble des étapes du traitement de l'information sensorielle.



*Etapes du traitement sensoriel dans le développement normal (forcé) et chez les personnes avec TSA (clair) (In Laranjeira & Perrin, 2013)*

Selon le modèle issu des travaux de Ayres qui établit un lien entre la qualité de l'intégration des informations provenant du corps ou de l'environnement, et les performances motrices et académiques, les troubles de l'intégration sensorielle correspondent à une atteinte de toutes les étapes du traitement de l'information : réception, enregistrement, modulation et organisation.

Afin de ne pas confondre le trouble du modèle et de la thérapie qui consiste à proposer des stimulations sensorielles calibrées au profil de la personne dans le but d'améliorer ses compétences motrices et cognitives, le terme de « trouble du traitement sensoriel » est privilégié et regroupe trois types de dysfonctionnements repris par la classification de Miller et al. en 2007 : le déficit de la modulation sensorielle, le déficit de la discrimination sensorielle, et le déficit moteur d'origine sensorielle.

### 2.1 Déficit de la modulation sensorielle

La modulation sensorielle correspond à la régulation des messages neuronaux par le système nerveux central. En cas de perturbation, ce système ne peut prendre en compte correctement la nature et l'intensité des stimuli et entraîne ainsi des réactions inadaptées aux différentes stimulations qui s'illustrent par deux principaux profils de perturbations : les hyper et les hyposensibilités.

L'hypersensibilité, ou défense sensorielle, correspond à une sensibilité excessive d'un système sensoriel en lien avec un seuil de tolérance bas. Le cerveau n'est pas en capacité de traiter l'excès de stimulations : la réponse au stimulus est vive, et se traduit par des comportements d'agitation, d'agressivité ou encore un évitement de la situation.

L'hypersensibilité est à l'origine de deux comportements paradoxaux : la perturbation, qui provoque la douleur, et la fascination, qui provoque des expériences plaisantes. Ces réactions peuvent être causées par un même stimulus chez différents enfants (Bogdashina, 2012).

A l'inverse, l'hyposensibilité, appelée aussi dormance sensorielle, correspond à un manque d'éveil sensoriel en lien avec un seuil de tolérance élevé, supposant un niveau de stimulations très élevé pour initier une réponse qui est de fait moins intense, voire inexistante, et qui se traduit un manque d'initiative ou une recherche de sensations.

Bogdashina (2012) indique également que les comportements stéréotypés et les autostimulations, appelés « sensorismes », correspondraient à des recherches de sensations et constitueraient des mécanismes d'autoprotection inconscients qui permettraient de lutter contre les hyposensibilités (fonction stimulante) et les hypersensibilités (fonction apaisante).

Ces deux profils de sensibilités occupent une place prépondérante dans les TSA, avec notamment une fréquence plus importante des problèmes de modulation de type hyposensibilité et recherche de sensations, caractéristiques à l'autisme, alors que l'hypersensibilité se retrouve dans d'autres troubles neuro-développementaux et dans le retard mental (Ben-Sasson et al., 2009). L'hypo et l'hypersensibilité peuvent coexister chez un même individu, et ce de manière très fluctuante dans le temps et en fonction des modalités sensorielles impliquées (Baranek et al., 2006). De plus, une fluctuation perceptive, c'est-à-dire une inconstance dans la perception des stimuli sensoriels, peut s'observer pour un même canal ou pour un même stimulus.

Outre ces deux types de profil, le traitement de l'information sensorielle peut également être différé, voire même fragmenté lors d'une incapacité à percevoir une situation dans sa globalité (Bogdashina, 2003). De même, la confusion sensorielle apparaît lorsque le seuil de tolérance sensorielle est dépassé, et le traitement unimodal se traduit par l'incapacité de traiter des stimuli qui mobilisent des canaux sensoriels différents simultanément.

D'autres catégorisations peuvent être envisagées comme celle de Lane et al. (2010) qui privilégient une catégorisation selon les canaux affectés, et non selon le mode de réactivité, en distinguant trois sous-groupes : l'inattention d'origine sensorielle, la modulation sensorielle avec sensibilité au mouvement, la modulation sensorielle avec sensibilité aux goûts et aux odeurs.

Ainsi, l'hypothèse fréquemment avancée est celle d'un déficit de la modulation sensorielle qui serait à l'origine des principaux symptômes de l'autisme.

## 2.2 Déficit de la discrimination sensorielle

Les perturbations sensorielles peuvent également se manifester par des difficultés à percevoir les différences et les similitudes entre les stimuli, se traduisant cliniquement par des réponses inadaptées, par exemple dans la planification des mouvements et des ajustements posturaux.

Le déficit peut également s'observer dans l'interprétation des informations sensorielles avec une incapacité à les comprendre ou à les reconnaître. On parle alors d'agnosie sensorielle. Ce phénomène peut être provoqué par une surcharge sensorielle qui, en perdurant, entraîne un système de fermeture (Bogdashina, 2012) lorsque le système nerveux décide de ne plus analyser les informations sensorielles.

Autre perturbation sensorielle fréquente dans l'autisme, la synesthésie est un phénomène d'association, non contrôlé par l'individu, entre plusieurs modalités sensorielles différentes (par exemple, le son et la vision), ou entre deux stimuli différents issus du même canal (par exemple, la couleur et le chiffre), au risque de créer un « brouillage sensoriel ». Tammet témoigne de ces phénomènes dans son livre *Je suis né un jour bleu* (2007) : « Le nombre 1, par exemple, est d'un blanc brillant et éclatant, comme quelqu'un qui dirige le faisceau d'une lampe torche directement dans mes yeux. Cinq est un coup de tonnerre ou le son des vagues qui se brisent sur des rochers. Trente-sept est grumeleux comme du porridge, alors que 89 me rappelle la neige qui tombe. » (p.2).

## 2.3 Déficits moteurs d'origine sensorielle

Les perturbations sensorielles peuvent impacter la qualité de la motricité et provoquer des troubles sensori-moteurs tels qu'un trouble postural dû à des contractions musculaires inadaptées, ou encore à un mauvais contrôle oculomoteur. Un déficit moteur caractérisé par des difficultés de planification et d'exécution des actions, et se traduisant par de la maladresse et un déficit dans les coordinations, peut également être retrouvé. Nous développerons l'impact de la sensorialité sur la motricité dans la dernière partie théorique de ce mémoire.

### 3) Manifestations sensorielles observées selon la modalité

Le développement sensoriel se met en place dès la huitième semaine de grossesse chez le fœtus, témoignant ainsi des capacités perceptives in utero. La mise en place des systèmes

sensoriels s'effectue selon la chronologie suivante : le tact, l'équilibration, l'olfaction, le goût, l'audition, la vision. Au cinquième mois, le fœtus est déjà en capacité de sentir, d'entendre, de toucher, de goûter. Grâce à ses expériences sensorimotrices, le bébé va enrichir ses représentations perceptives, ce qui en retour va contribuer au développement des circuits nerveux sensoriels. Les sens sont donc essentiels pour comprendre et interagir dans l'environnement.

Les modalités sensorielles peuvent être divisées en deux groupes : celles issues des organes sensoriels externes (vision, audition, toucher, olfaction, gustation), et celles issues des organes sensoriels internes (proprioception, équilibration par le système vestibulaire, et sensations intéroceptives liées à la perception de la douleur, de la température, des viscères). Quant à la somesthésie, elle regroupe les sens tactile et proprioceptif, auxquelles s'ajoutent les informations viscéroceptives et baroceptives.

Ainsi, les différents sens en interaction participent ensemble à une perception unitaire des objets et du corps. Cette coordination inter-sensorielle repose sur plusieurs dispositifs : le transfert intermodal lorsqu'une information sensorielle perçue par un canal est utilisée par un autre (par exemple, déterminer la forme d'un objet lorsqu'il n'est pas visible), les redondances sensorielles lorsque plusieurs canaux sensoriels sont utilisés simultanément, et les substitutions sensorielles quand une modalité est déficitaire et qu'un canal est privilégié afin de compenser le déficit.

Compte tenu de l'hétérogénéité des particularités sensorielles, il serait difficile et exhaustif de décrire l'ensemble des comportements sensoriels atypiques des personnes TSA. Nous présenterons donc ici quelques exemples de manifestations cliniques pouvant s'observer pour chaque modalité sensorielle, en commençant par décrire brièvement son développement ordinaire. Ce mémoire se concentre essentiellement sur la proprioception et le système vestibulaire. Nous aborderons également l'audition, la vision et le tact, étant donné l'interaction de toutes les modalités sensorielles. Nous n'évoquerons pas les systèmes gustatif et olfactif.

- **Le système visuel** est impliqué dans la capacité de voir. Son développement, amorcé in utéro, est surtout très important après la naissance jusqu'à l'âge d'environ trois ans. La vision a des fonctions importantes dans de nombreux domaines : en motricité globale, pour par exemple maintenir son équilibre et ajuster son tonus, ses mouvements ; en orientation pour prendre des informations dans l'environnement et s'en construire des représentations ; dans les interactions sociales pour analyser les communications non verbales...

Sur le **plan visuel**, outre une préférence pour les informations visuelles pour comprendre et s'ajuster à l'environnement, les comportements fréquemment retrouvés sont : un évitement du regard de l'autre, une sensibilité accrue aux sources lumineuses, des tendances à se focaliser sur des mouvements, des reflets, des détails... Une hyposensibilité entraînera une recherche de stimuli visuels (phénomène de fascination), alors que les personnes avec une hypersensibilité visuelle seront gênées par ces derniers. Plusieurs études ont montré un traitement local de la modalité visuelle supérieur chez les personnes TSA (Mottron, 2005) qui présentent des compétences accrues dans la détection des informations visuelles environnementales et notamment des détails. Des particularités sont également retrouvées au niveau du traitement des stimuli visuels sociaux, et notamment le traitement des visages.

- **Le système auditif** est impliqué dans la capacité d'entendre et de percevoir des sons. Ce système est déjà actif lors de la vie intra-utérine dès la 24<sup>ème</sup> semaine de gestation avec une réactivité aux bruits caractérisée par des mouvements de sursauts ou une accélération cardiaque. L'audition est extrêmement importante puisqu'elle est directement associée au langage.

Sur le **plan auditif**, les réactions atypiques aux sons sont repérées très tôt comme une absence de réaction à l'interpellation par le prénom, et constituent un des marqueurs de risque spécifiques à l'autisme, et souvent un des premiers signes d'alerte pour les parents qui se questionnent sur une éventuelle surdité. Des hypo et des hyperacousies sont fréquemment retrouvées et peuvent coexister. Une hyposensibilité peut se traduire par une tendance à produire et rechercher des sons de forte intensité (cris, tapotage d'objets). Certaines personnes avec autisme peuvent être hypersensibles aux sons inattendus comme les alarmes, aux sons forts, ou encore à la combinaison de plusieurs sons à traiter simultanément et au filtrage des bruits de fond, engendrant ainsi des situations anxiogènes qui peuvent se manifester par des réactions comme des cris, des pleurs, le fait de se boucher les oreilles avec les mains, ou encore un évitement des lieux bruyants. Kern et al. (2006) démontrent qu'environ 50% des personnes avec autisme présentent des aversions aux sons forts contre seulement 8% des personnes sans autisme.

- **Le système tactile** est impliqué dans la perception du toucher mais aussi de la douleur, de la pression, de la vibration et de la température. C'est le système privilégié intra-utéro avec un développement des premiers récepteurs au cours du deuxième mois de grossesse et une sensibilité tactile accrue pendant la vie fœtale. Le sens du toucher est essentiel pour le développement humain (exploration, conscience corporelle...).

Sur le **plan tactile**, les hypoesthésies entraînent des difficultés dans la discrimination des stimuli (par exemple des textures différentes) et des réactions paradoxales comme une insensibilité à la douleur. Une hypersalivation ou une exploration orale intense, dues à une hypotonie de la bouche, peuvent également être retrouvées. Les personnes avec une hyperesthésie ont du mal à accepter d'être touchées et peuvent ressentir de l'inconfort ou de l'anxiété, par exemple, face aux soins d'hygiène comme le brossage de dents, à l'habillage, lors de l'alimentation ou de contacts physiques, et adopter des conduites de retrait et d'évitement. Des stéréotypies motrices de type grattage, caresse d'objets peuvent être observées. La perception tactile des personnes avec autisme varie en fonction de la zone du corps concernée et de la nature des stimuli ; elle peut être similaire à celle des personnes sans autisme mais aussi plus exacerbée, notamment en présence de vibrations ou de douleur thermique (Cascio et al., 2008).

Pour ce qui est des différences de réactivité à la douleur, il s'agirait d'un mode d'expression différent chez les personnes avec autisme, plutôt qu'une réelle insensibilité à la douleur. Les personnes TSA auraient des difficultés à localiser précisément la zone douloureuse ou à adopter un comportement de retrait ou de protection.

- **Le système proprioceptif** permet la perception de la position dans l'espace, du mouvement et du tonus grâce aux mécanorécepteurs situés dans les muscles, les tendons, les ligaments et les articulations qui apportent des informations sur l'état de tension des muscles et la perception des articulations. La proprioception est donc définie comme la perception, consciente ou non, de la position dans l'espace, du mouvement et du tonus. Elle joue un rôle essentiel puisqu'elle est directement impliquée dans la motricité.

Les propriocepteurs transmettent les informations au système nerveux central qui va adapter la posture et le tonus en fonction de l'action à réaliser. Parmi les nombreux mécanorécepteurs, les fuseaux neuromusculaires sont répartis dans la partie charnue du muscle strié, ils sont sensibles à l'étirement des muscles squelettiques et à la vitesse d'étirement, et assurent le contrôle du tonus musculaire. Les fuseaux neurotendineux sont des mécanorécepteurs sensibles à la longueur et à la tension des tendons, qui informent donc sur le degré de force musculaire mis en place. Ce sont plus particulièrement des organes tendineux de Golgi, en série avec les fibres musculaires contractiles, sensibles aux forts étirements, mais aussi aux raccourcissements. Ces récepteurs sont situés au niveau des jonctions myotendineuses. Les récepteurs kinesthésiques, situés dans les articulations, mesurent les étirements dans les capsules articulaires. On retrouve les organes de Ruffini, et de Pacini. Ils

informent le cerveau de la position et des mouvements des articulations, ainsi que des variations de pression. Les corpuscules de Pacini, situés notamment dans la paume des mains et la plante des pieds, au niveau du derme profond, sont sensibles aux vibrations.

Sur le **plan proprioceptif**, des troubles du tonus (hypo et hypertonie) sont souvent rapportés. Une hyposensibilité provoque des maladrotes motrices dues à une mauvaise adaptation posturale et tonique, ainsi que des difficultés à se situer dans l'espace (Bogdashina, 2003), ou à percevoir les sensations corporelles comme la faim. Le besoin de pressions profondes est souvent exprimé afin de mieux ressentir son corps, comme l'évoque Temple Grandin, autiste de haut niveau présentant une hypersensibilité tactile, avec sa création d'une machine à pression (2011) qui permet, grâce à un dispositif fermé matelassé dans lequel se trouve l'individu, de faire varier la distance entre les parois de la boîte et de moduler la pression de la boîte sur lui-même. Plusieurs études montrent que l'utilisation de cette machine permet de diminuer l'anxiété chez ses utilisateurs. L'hypersensibilité proprioceptive se manifeste par des postures étranges, comme une marche sur la pointe des pieds, et des difficultés à manipuler les petits objets.

- **Le système vestibulaire** est étroitement lié au système proprioceptif. Actif et fonctionnel dès la huitième semaine de grossesse, il est impliqué dans l'équilibre, dans l'orientation spatiale, et dans la perception du mouvement, notamment de la tête et ses changements de position dans l'espace. Ce système est en lien avec le système auditif du fait de la localisation des récepteurs vestibulaires qui se situent au niveau du vestibule de l'oreille interne, et également avec le système visuel en participant au maintien postural. Il va permettre par son activité sur l'œil de conserver une image stable sur la rétine. Cette stabilité du regard est une clé de l'équilibre. De plus, ce système permet l'orientation anticipatrice du regard. Le regard est orienté dans la direction de notre déplacement avant que le reste du corps ne s'oriente. Ce lien étroit avec la vision et la proprioception s'illustre par exemple par un étourdissement lorsque l'on tourne sur nous-même, car le cerveau reçoit des messages des différents canaux sur la position du corps, créant ainsi une confusion.

Le vestibule est composé de plusieurs récepteurs qui vont répondre aux différents types de mouvements de la tête dans les trois plans de l'espace : les canaux semi-circulaires sensibles aux accélérations angulaires lors des mouvements de rotation de la tête (lever, baisser la tête, la tourner de droite à gauche, se retourner, pencher la tête sur le côté), et les organes otolithiques composés de l'utricule et de la saccule, sensibles aux accélérations linéaires lors des mouvements de translation de la tête, et à la gravité (glisser, basculer et tanguer, percevoir la

pesanteur). Ces informations de mouvements reçues par le vestibule sont envoyées vers le cerveau pour commander les mouvements des yeux dans le but de stabiliser la vision lorsque la tête bouge, permettant ainsi de ralentir le défilement de l'environnement lors des mouvements et de ne pas voir tout « basculer », mais également pour contracter les muscles du cou et du dos, afin de stabiliser la tête et le tronc dans l'axe du corps.

Sur le **plan vestibulaire**, une instabilité motrice, l'adoption de postures particulières, ou encore une recherche de stimulations par des comportements stéréotypés témoignent d'une hyposensibilité vestibulaire (Caucal & Brunod, 2010). Des conduites d'évitement ou de retrait liées à un sentiment d'insécurité et d'inconfort lors de mouvements tels que des changements de position, des déséquilibres, lors d'excès de mouvements environnants ou lorsque les pieds quittent le sol, sont décrites dans les cas d'hypersensibilité. De façon plus générale, un trouble vestibulaire peut se manifester par un retard du contrôle postural, de la station assise et de la marche, un inconfort lors du bercement ou des mouvements rapides, des réactions d'évitement, une maladresse dans les activités manuelles, un équilibre précaire, etc.

Les particularités du traitement sensoriel peuvent toucher tous les systèmes sensoriels, tout comme une modalité peut comporter plusieurs troubles, et/ou plusieurs modalités peuvent être touchées simultanément. En effet, l'observation d'un trouble sur une modalité annonce souvent l'affection d'autres modalités (Kern et al., 2007 ; Leekam et al., 2007) constituant ainsi un désordre multisensoriel et des difficultés d'intégration sensorielle.

### C. Hypothèses étiologiques des particularités sensorielles

L'étiologie exacte des anomalies sensorielles observées chez les personnes avec autisme n'est pas encore déterminée à ce jour, mais de nombreux modèles explicatifs complémentaires existent pour tenter de comprendre ces troubles dont les origines sont certainement multiples et pouvant être majorés par exemple par des difficultés attentionnelles (Marco, Hinkley, Hill, & Nagarajan, 2011). Nous décrivons ici les principaux.

#### 1) Les insuffisances modulatrices cérébrales

Les troubles de la modulation sensorielle retrouvés dans les TSA pourraient être causés par des « insuffisances modulatrices cérébrales » (Lelord, 1990 ; Ornitz 1974, 1983, In Degenne-Richard, 2014) se traduisant par un déficit du traitement et de l'intégration des informations sensorielles. Le système dopaminergique, ou système neuromodulateur, serait impliqué dans

les insuffisances modulatrices cérébrales. En effet, la dopamine module l'excitabilité neuronale et est impliquée dans différentes fonctions comme l'attention et la perception.

En 1997, Dunn développe un modèle neurologique conceptuel décrivant les liens entre les seuils neurologiques, les différentes réactivités sensorielles et les réponses comportementales qui en résultent, évoquant ainsi un continuum entre seuils neurologiques et réponses comportementales, en perpétuelle interaction. De ce modèle découlent les deux profils sensoriels décrits plus haut. Dans le cas de l'hyposensibilité qui correspond à des seuils neurologiques élevés, le niveau de stimulation doit être très élevé pour atteindre le seuil et déclencher la réponse neuronale, engendrant deux réponses comportementales possibles : une passivité ou une recherche active de sensation par des autostimulations. Dans l'autre cas, l'hypersensibilité se traduit par des seuils neurologiques bas, une stimulation très faible suffit à atteindre le seuil et déclencher la réponse neuronale, entraînant également deux types de comportements : des manifestations d'inconfort ou des comportements d'évitement.

Continuum des seuils neurologiques	Continuum des réponses comportementales	
	Agir en accord avec le seuil	Agir pour contrer le seuil
Seuil élevé	Hyposensibilité sensorielle	Recherche de sensations
Seuil bas	Hypersensibilité sensorielle	Evitement des sensations

(Dunn, 1997)

## 2) Troubles de la cohérence centrale et de la connectivité neuronale

La cohérence centrale correspond à la capacité de traiter et d'intégrer les informations locales en un tout cohérent. En 1989, Frith (In Degenne-Richard, 2014) évoque la théorie du manque de cohérence centrale qui explique les particularités perceptives chez les personnes avec autisme. En effet, elles seraient en difficulté pour traiter les informations de manière contextuelle, se focalisant davantage sur des détails. On parle de cécité contextuelle.

Des anomalies de connectivité cérébrale, notamment une prédominance de l'hyperconnectivité locale, mises en évidence chez ces personnes, seraient dues à un développement synaptique altéré ou à un déséquilibre entre l'excitation et l'inhibition du système nerveux central. Ces anomalies sont probablement à l'origine de troubles de l'intégration des informations sensorielles traitées dans des aires cérébrales distinctes et éloignées, et vont alors impacter l'ensemble du développement cérébral.

Ce modèle explique également le traitement généralement séquentiel des informations par les personnes avec TSA, notamment lors d'informations issues de canaux distincts.

### 3) Surfonctionnements perceptifs et biais locaux

Mottron nuance la théorie précédente, en montrant que le traitement global des personnes avec TSA est intact (Mottron et al., 2006), et évoque une supériorité du traitement local des informations sensorielles, c'est-à-dire une meilleure détection des éléments locaux, dont l'origine serait liée, non pas à un déficit, mais à un surfonctionnement du traitement de bas niveau. Ce dernier désigne l'ensemble des compétences comme l'extraction des traits, la hiérarchisation et la catégorisation perceptives, contrairement au traitement de haut niveau qui correspond à la reconnaissance de l'objet, à sa nomination.

Les personnes avec autisme possèderaient des capacités de discrimination perceptive supérieures aux personnes neuro-typiques. Toutefois, elles éprouvent des difficultés à filtrer et à sélectionner les informations. Ce phénomène peut s'assimiler à une perception Gestaltiste, c'est-à-dire à une perception de la scène entière comme une entité unique avec tous les détails perçus mais non traités simultanément, pouvant entraîner des déformations telles qu'une perception fragmentée ou un traitement différé (Bogdashina, 2012).

### 4) Troubles du traitement multisensoriel

Les troubles de l'intégration multisensorielle seraient dus à des troubles neurophysiologiques (Iarocci & McDonald, 2006). Les neurones miroirs ont un rôle essentiel dans la perception et la compréhension des actions motrices, ainsi que dans l'imitation et l'empathie. L'hypothèse d'un dysfonctionnement des neurones miroirs à l'origine des troubles de l'intégration multisensorielle est aujourd'hui remise en question par les résultats d'études récentes (Antonia & Hamilton, 2013 ; Dinstein et al., 2010, In Degenne-Richard, 2014) qui montrent que les réponses des neurones miroirs des personnes avec TSA sont similaires à celles des sujets sans autisme, mais qu'il existe une variabilité de connexions entre les aires cérébrales pouvant entraîner des réponses retardées. Il s'agirait alors plutôt d'un dysfonctionnement de l'activité neuronale que d'un dysfonctionnement neuronal à proprement parler.

## 5) Troubles du traitement spatio-temporel

Dans ses études sur le développement précoce des enfants avec autisme, Gepner postule que ces enfants ne sont pas capables de traiter rapidement et globalement les scènes rencontrées du fait de leur focalisation accrue sur les détails. Il observe une sous-connectivité cérébrale et une diminution de la synchronisation lors de stimuli dynamiques et, au contraire, une sur-connectivité et une hyper-synchronisation des zones cérébrales lors de stimuli statiques (Gepner, 2014).

Cet auteur formule une théorie appelée « Malvoyance de l'E-motion » (Gepner, 2006), fondée sur l'hypothèse d'un environnement visuel qui change trop vite pour les individus avec autisme jusqu'à générer parfois une aversion pour les stimuli trop rapides. En effet, un trouble de l'intégration visuomotrice de tous les mouvements (« *motion* »), mêmes les plus fins, qu'ils soient chargés d'émotions ou non (« *E* ») pourrait être à l'origine de certains déficits retrouvés dans l'autisme.

En 2009, Gepner et Tardif élargissent ce modèle, et évoquent des « désordres du traitement temporo-spatial des informations spatiales » (DTTS), qui ne toucheraient pas uniquement la sphère visuelle, mais plusieurs sens comme l'audition et la proprioception. Les personnes avec autisme répondraient donc avec un temps de latence aux changements de l'environnement.

### D. Evaluation

Les troubles sensoriels étant désormais considérés comme un symptôme intégré dans l'autisme, il est donc primordial de les rechercher et de les analyser par le biais d'une évaluation rigoureuse et standardisée, afin de pouvoir intervenir pour diminuer l'inconfort sensoriel. Cette évaluation fonctionnelle devra permettre un repérage des troubles sensoriels, des modalités préférentielles, ainsi que des réponses inhabituelles à certaines expériences sensorielles (HAS, 2012). Un travail d'atténuation ou de modulation de cette sensorialité pourra alors être réalisé, ainsi qu'un aménagement de l'environnement selon les besoins de l'enfant afin d'optimiser son bien-être et ses capacités d'apprentissage.

Certains outils d'aide au dépistage et au diagnostic de l'autisme comportent des items dédiés à la recherche d'anomalies sensorielles comme l'ADI-R (3 items sur 111), et la CARS (3 items sur 15). Le DISCO (Diagnostic Interview for Social and Communication disorders), outil d'aide

au dépistage des troubles autistiques, permet une investigation plus détaillée de la sensorialité avec vingt-et-un items, mais n'est pas validé en France et ne représente pas toutes les modalités sensorielles. Des observations informelles sur la sensorialité de la personne peuvent aussi être menées de façon longitudinale dans son quotidien, et fournir ainsi des informations riches sur ses réactions sensorielles. Elles reposent toutefois sur la subjectivité des intervenants.

Des outils d'évaluation spécifiques de la sensorialité sont donc indispensables. Ce sont le plus souvent des échelles ou des questionnaires remplis par la personne elle-même ou par un membre de l'entourage proche. Ils ont pour objectif de mettre en évidence le ou les canaux sensoriels privilégiés par la personne et ceux qui sont moins utilisés. Les outils les plus utilisés sont le Bilan Sensori-Moteur de Bullinger, le SPCR (Sensory Profile Checklist Revised) de Bogdashina, et le Profil Sensoriel de Dunn que nous utiliserons dans ce mémoire.

Fondé sur la théorie de l'intégration sensorielle de Ayres et validé en France depuis 2011, le Profil Sensoriel de Dunn est un questionnaire, rempli par les parents ou l'entourage, parfois lors d'un entretien semi-structuré, qui permet d'évaluer la symptomatologie sensorielle des enfants âgés de trois à dix ans, et n'est pas spécifique aux enfants TSA.

Il comprend cent-vingt-cinq questions concernant l'audition, la vision, le niveau d'activité, le goût et l'odorat, la position du corps, le mouvement, le tact, les émotions et les aspects sociaux.

Ces questions sont réparties en trois grands items, avec plusieurs sous-items :

- Le traitement de l'information sensorielle indique les réactions de l'enfant pour les différents systèmes sensoriels : auditif, visuel, tactile, oral (gustatif et olfactif), multisensoriel, et vestibulaire.
- La modulation sensorielle renseigne sur la régulation des messages neuronaux (facilitation versus inhibition) : le traitement de l'information sensorielle liée à l'endurance et au tonus, la modulation liée à la position du corps et au mouvement, la modulation du mouvement affectant le niveau d'activité, la modulation de l'enregistrement de l'entrée sensorielle affectant les réponses émotionnelles, et la modulation de l'enregistrement de l'entrée visuelle liée aux réponses émotionnelles et au niveau d'activité.

- Les réponses comportementales et émotionnelles correspondent aux manifestations en lien avec le traitement des stimuli sensoriels : les réponses émotionnelles et sociales de l'enfant, ses comportements résultant du traitement de l'information sensorielle, et les items donnant des indications sur les seuils neurologiques de réponse.

A gauche des questions, les lettres B ou E peuvent être indiquées ; B correspondant à une question qui traite d'un seuil de tolérance bas et donc d'une hypersensibilité ; E indiquant que la question traite d'un seuil de tolérance élevé et donc d'une hyposensibilité.

Sur la feuille de résultats, les items sont répartis en neuf facteurs : la recherche de sensations, la réactivité émotionnelle, l'endurance/le tonus, la sensibilité orale, l'inattention et la distractibilité, l'hyporéactivité sensorielle, la sensibilité sensorielle, la sédentarité, la motricité fine/perception.

La cotation s'effectue selon une échelle de Likert en cinq points en fonction de la fréquence des réponses sensorielles de la personne évaluée pour le comportement décrit : « jamais » (5 points), « rarement » (4 points), « parfois » (3 points), « fréquemment » (2 points) et « toujours » (1 point). Le système de notation permet de distinguer des niveaux de performance typique, des différences probables ou des différences avérées pour chacune des sections et chacun des facteurs.

Le Profil Sensoriel permet ainsi une investigation précise et standardisée du traitement sensoriel de l'enfant dans sa vie quotidienne contribuant à identifier ses forces et ses faiblesses sensorielles.

Il existe également une version abrégée de ce questionnaire avec seulement trente-huit items, et une version adulte allant de onze à soixante-cinq ans.

## E. Prise en charge des troubles sensoriels

Selon l'HAS (2012), les données de la littérature ne permettent pas « de juger de l'efficacité [...] de la psychomotricité, de l'ergothérapie, des techniques d'intégration sensorielle et du massage » (p233). Ainsi en l'absence d'étude, la plupart des recommandations se font sur la base d'un accord entre les experts.

Les thérapies d'intégration sensorielle visent, par le biais de stimulations sensorielles et motrices et par la participation active du sujet, la réorganisation des systèmes sensoriels et

l'apparition de comportements et stratégies adaptées. Malgré une absence de preuve de leur efficacité en raison des faiblesses méthodologiques des différentes études, elles peuvent contribuer à améliorer les capacités attentionnelles, à réduire le stress ou les comportements inadaptés pour certains sujets avec TSA. L'étude de Pfeiffer et al. (2011) a montré que des interventions basées sur l'intégration sensorielle ont mis en évidence des progrès significatifs pour des objectifs individualisés et une amélioration de la réactivité sociale. Des interventions généralisées dans les divers lieux de vie de l'enfant, des outils de mesure individualisés, et un échantillon plus important dans les études futures permettraient de mesurer de manière plus homogène l'efficacité de ces techniques.

Des interventions spécifiques, dont la psychomotricité, sont recommandées afin de favoriser le développement de la motricité et des praxies, tout en mettant en place des aménagements qui prennent en compte les particularités sensorielles, par exemple en atténuant les stimulations sensorielles gênantes dans le cas d'une hypersensibilité avec, par exemple, un casque antibruit. Certaines techniques visant à moduler la représentation de l'enveloppe corporelle sont non recommandées comme les techniques d'enveloppement.

Enfin, un environnement aménagé contribue largement à l'amélioration de la qualité de vie des personnes avec autisme, avec par exemple, un espace structuré, des zones de retrait ou encore de stimulations sensorielles. La formation et l'information auprès de l'entourage sont également essentielles afin de mettre en place des actions spécifiques et adaptées.

### III. Les troubles moteurs dans l'autisme

#### A. Développement moteur dans les TSA

##### 1) Part des troubles moteurs dans les TSA

Aujourd'hui, de nombreuses études ont permis de montrer que les troubles moteurs constituent un symptôme à part entière des TSA dans lesquels ils sont retrouvés très fréquemment. La revue de littérature de Downey et Rapport (2012) confirme l'identification d'une activité motrice perturbée chez les enfants avec autisme, et Ming et al. (2007) montrent que 51% présentent une hypotonie et 34%, des troubles praxiques, dans leur étude portant sur 154 enfants avec TSA. Des résultats similaires sont retrouvés par Perrin et al. (2013) qui

observent que, sur un échantillon de 108 sujets, 54,6% des enfants atteints d'autisme obtiennent un score déficitaire au M-ABC (score inférieur au cinquième centile) et 20,4% un score entre le cinquième et quinzième centile. A ces résultats s'ajoute une corrélation positive entre la sévérité des troubles moteurs et la déficience intellectuelle, qui est également retrouvée par Green et al. (2009). Ces auteurs retrouvent des troubles moteurs chez 79% des enfants avec TSA de leur étude.

Ces symptômes moteurs sont aspécifiques et variables suivant les individus, et selon l'association ou non à une déficience intellectuelle. Ils peuvent impacter massivement l'autonomie de la vie quotidienne. Dziuk et al. (2007) démontrent également une corrélation entre l'intensité des symptômes moteurs et des symptômes autistiques. En effet, les difficultés motrices relevées chez des enfants TSA sont hautement prédictives des scores à l'ADOS.

Une autre étude a permis de montrer que les sujets Asperger avaient des troubles moteurs de même nature que les sujets ayant un Trouble Développemental de la Coordination (TDC) (Green et al., 2002). De plus, les différentes recherches ne retrouvent pas de différence entre les difficultés motrices des individus avec un haut niveau de fonctionnement intellectuel et celles retrouvée dans les autres catégories du spectre autistique (Smith, 2004), réfutant ainsi l'hypothèse d'une maladresse motrice spécifique au syndrome d'Asperger.

Toutefois, les troubles moteurs retrouvés dans les TSA sont de nature différente de ceux observés dans les autres troubles neuro-développementaux. Par exemple, les sujets avec TSA présentent d'importantes difficultés en équilibre et en maîtrise de balles, alors que des sujets avec un Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) sont davantage altérés dans le domaine de la motricité manuelle (Ament et al., 2015).

Dans la littérature, le terme de « dyspraxie », renvoyant à la notion de dyspraxie gestuelle liée aux difficultés d'imitation, est souvent retrouvé pour qualifier les troubles moteurs observés dans les TSA qui seraient alors liés à un trouble de la représentation abstraite des gestes sans atteinte majeure des fonctions motrices de base (Peigneux et al., 2009), et non à un trouble perceptivo-moteur. Des difficultés sont alors observées, par exemple, pour réaliser des gestes sur demande ou encore pour utiliser des outils (Mostofsky et al., 2006), et semblent spécifiques à l'autisme (MacNeil & Mostofsky, 2012). Nous ne développerons pas ce point de vue dans ce mémoire, et nous nous focaliserons sur l'hypothèse d'un trouble perceptivo-moteur se rapprochant de la notion de « Trouble Développemental de la Coordination ».

En effet, comme nous l'avons vu précédemment, depuis la publication du DSM-V, le Trouble Développementnel de la Coordination et le Trouble du Spectre Autistique peuvent être deux entités comorbides. L'étude de Lichtenstein et al. (2010) sur 16 000 paires de jumeaux montre que 16% des enfants avec TDC présentent des troubles relationnels tandis que 30% des enfants avec TSA auraient un TDC associé. Au-delà de la comorbidité, ces auteurs ont trouvé une héritabilité de 80% pour les TSA et de 70% pour les TDC, avec une variance génétique partagée à plus de 40%, évoquant ainsi une étiologie commune probable à ces deux troubles, et l'hypothèse d'une cause génétique partiellement partagée.

Enfin, la comparaison des performances motrices d'enfants avec TDC est souvent en défaveur des enfants avec TSA (Dewey et al., 2007).

## 2) Des déficits précoces et variés

Grâce à l'analyse de films familiaux, des anomalies dans la motricité des enfants ultérieurement diagnostiqués TSA ont pu être observées dès les premiers mois de vie : hypotonie, instabilité posturale, déficit d'anticipation motrice (Brisson et al., 2012)... Esposito et Venuti (2008) décrivent également les anomalies fréquentes observées dans la marche des jeunes sujets diagnostiqués ultérieurement TSA : une marche avec un pied devant l'autre, une asymétrie posturale des bras, des stéréotypies, ou encore une marche dandinante.

Certains auteurs comme Rogers et Benetto (2002) pensent même que les anomalies motrices peuvent précéder l'émergence des symptômes classiques de l'autisme, bien que la symptomatologie motrice ne contribue pas directement au diagnostic de l'autisme. Cependant, la grande hétérogénéité de ces troubles, tant dans leur nature que dans leur moment d'apparition, permet seulement de poser l'hypothèse d'un trouble neuro-développemental. Cette hétérogénéité est certainement due à des origines diverses des symptômes moteurs en fonction des zones cérébrales atteintes (Perrin, 2013). Ainsi, une symptomatologie motrice unique et spécifique ne peut être identifiée au cours du développement précoce de l'autisme et représenter une valeur prédictive quant à l'intensité de la symptomatologie autistique. Elle constitue toutefois un facteur d'aggravation, et ce dans une période critique du développement.

Au vu de l'importante variabilité interindividuelle, nous pouvons retrouver des individus avec des difficultés motrices très marquées, tandis que d'autres auront de bonnes capacités dans certains domaines. Il est également courant de constater au sein du domaine de la motricité une grande variabilité des habiletés motrices. Ainsi, un même individu peut présenter des difficultés

spécifiques dans le domaine de la coordination, et également, des compétences en dextérité manuelle supérieures à son niveau de fonctionnement, voire à celles correspondant à son âge chronologique (Perrin, 2013).

Dans le tableau suivant, nous décrivons les caractéristiques motrices souvent observées chez les sujets TSA, dans les différents domaines moteurs.

<b>Signes neurologiques doux</b>	<b>Coordinations dynamiques</b>	<b>Motricité fine</b>
Caucal & Brunod (2010) : Hypotonie de fond, troubles de la régulation tonique, syncinésies toniques ou d'imitation, déficit de la régulation de l'activité motrice, difficultés dans la synchronisation des mouvements.	Déficit d'automatisation, et de variabilité, difficultés de dissociation segmentaire, marche sur la pointe des pieds et nuque en hyper extension. Whyatt & Craig (2012) : Difficultés dans les jeux de balle, surtout pour attraper.	Lenteur des mouvements digitaux, prise moins puissante et/ou inadaptée, troubles du tonus, des difficultés dans l'habillement, des difficultés d'écriture, défaut de latéralisation (ambidextrie/ambilatéralité).

Des difficultés d'équilibre sont fréquemment observées et seront décrites dans une partie spécifique.

Les troubles moteurs retrouvés chez les sujets TSA peuvent également être expliqués par des perturbations des fonctions exécutives, des capacités attentionnelles, ainsi que par des anomalies anatomiques des structures en relation avec l'apprentissage moteur, comme le cervelet, impliqué dans le contrôle des mouvements (Jaber, 2017).

Enfin, la généralisation des acquisitions motrices reste une difficulté majeure chez les patients atteints d'un TSA.

## B. Focus sur les troubles de l'équilibre

### 1) Rappels sur les systèmes d'équilibration

Un corps est en état d'équilibre lorsque la projection orthogonale de son centre de gravité se trouve à l'intérieur de sa base de support appelée polygone de sustentation, et déterminée par les pieds en position debout. L'équilibre n'est pas une position particulière, mais un espace

déterminé par la taille de cette base et les limites de la portée des articulations, de la force musculaire et des informations sensorielles disponibles pour détecter les limites posturales. Le système nerveux central possède une représentation interne de cet espace de stabilité.

Les mécanismes d'équilibration sont des réactions neuromusculaires, permettant d'obtenir et de maintenir l'état d'équilibre face aux sources de perturbation de l'équilibre. Le contrôle postural se définit comme le fait de maintenir, d'atteindre ou de rétablir un état d'équilibre pendant toute posture ou activité (Pollock et al., 2000).

Paoletti (1999) distingue quatre niveaux de contrôle postural : la lutte antigravitaire, par la contraction permanente des muscles antigravitaires qui exercent une force dans le sens opposé à la gravité ; l'équilibration permettant de trouver et de maintenir l'état d'équilibre en modifiant par exemple la largeur du polygone de sustentation ; la stabilisation, par l'ensemble des actions entreprises pour résister aux forces extérieures qui tendent à perturber l'état d'équilibre ; et la préparation posturale à l'action, par une bonne répartition des rôles entre fonctions motrices statiques et fonctions motrices dynamiques.

Les deux fonctions principales du contrôle postural sont l'orientation et l'équilibre posturaux. L'orientation posturale implique le contrôle actif de l'alignement du corps et du tonus par rapport à la gravité, à la surface d'appui, à l'environnement visuel et aux références internes. Elle est basée sur l'interprétation d'informations sensorielles issues des systèmes vestibulaires, proprioceptifs et visuels. L'équilibre postural implique la coordination de stratégies sensorimotrices visant à stabiliser le corps lors de perturbations.

Les noyaux vestibulaires et le cervelet ont un rôle essentiel dans les mécanismes du contrôle postural. Ces derniers peuvent être réflexes et automatiques, en réponse aux informations sensorielles, comme le réflexe vestibulo-spinal qui permet le maintien de la stabilité du corps lors des mouvements de la tête, afin d'éviter la chute, par une modification du tonus postural. Cependant, le contrôle de la posture et de l'équilibre ne se résume pas simplement à la somme de divers réflexes : différents processus dynamiques, sensitifs et moteurs interagissent (Soucard, 2011). Horak (2006) montre, en effet, que les capacités posturales dépendent de nombreuses variables : les contraintes biomécaniques, les informations sensorielles, les facteurs psychologiques, le traitement cognitif des informations, les expériences antérieures...

Les stratégies d'équilibration résultent parfois d'un contrôle volontaire, notamment dans le cas de situations complexes ou nouvelles, mais ce contrôle est beaucoup plus coûteux, notamment en termes attentionnels. Pollock et al. (2000) ajoutent que les stratégies de contrôle

postural employées varient selon les buts de l'individu et selon le contexte environnemental dans lequel il se trouve.

Par ailleurs, l'interaction des différentes modalités sensorielles participe grandement à la régulation de la posture et de l'équilibre, à la stabilisation du regard et à l'orientation spatiale, en informant sur l'état du milieu extérieur, sur la position relative des différents segments corporels, et sur l'orientation du corps par rapport au milieu extérieur. Ce sont notamment les rôles joués par les récepteurs vestibulaires et proprioceptifs, décrits précédemment dans ce mémoire, ainsi que par les récepteurs tactiles. La stabilité du regard joue également un rôle important dans la régulation posturale, dans la mesure où la vision a également un rôle proprioceptif et permet de fixer un point de repère dans l'environnement, offrant une référence stable et permettant de détecter un éventuel déséquilibre. Lorsque nous nous tenons sur un sol stable, nous nous fions principalement aux informations proprioceptives, et secondairement aux informations visuelles et vestibulaires. Ces deux dernières deviennent prépondérantes lorsque le sol est instable.

L'intégration des informations sensorielles permet la construction de trois types de référentiels posturaux : le référentiel égocentrique, où le sujet prend son propre corps pour référence, et qui utilise essentiellement les informations proprioceptives et vestibulaires ; le référentiel exocentrique qui utilise les éléments de l'environnement comme référence ; et le référentiel gravitaire basé sur la verticalité. Concernant les stratégies d'équilibration, trois principes fonctionnels régissent l'organisation du contrôle postural : le choix d'un référentiel stable, la maîtrise des degrés de liberté articulaire, l'organisation temporelle (Assaiante, 2010).

Au niveau du choix du référentiel, le sujet peut prendre pour référentiel le support sur lequel il se tient. L'organisation du contrôle postural sera alors ascendante, soit des pieds jusqu'à la tête. Le choix de ce référentiel est peu efficace dans les situations de locomotion ou lors d'une perturbation du support. Lorsque que le sujet choisit son bassin comme référentiel, l'organisation du contrôle de l'équilibre sera à la fois ascendante (du bassin à la tête) et descendante (du bassin jusqu'aux pieds). Enfin, le sujet peut stabiliser sa tête sur l'espace selon une organisation descendante, soit depuis la tête jusqu'aux pieds, du contrôle de l'équilibre. Plusieurs référentiels peuvent être combinés lors de situations difficiles.

Deux stratégies peuvent ensuite être choisies pour la maîtrise des degrés de liberté articulaire, afin de maintenir ou ramener la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation. Selon l'approche modulaire de la posture, le corps serait constitué de

segments corporels ou de modules superposés pouvant être contrôlés de façon plus ou moins indépendante. On distingue alors la stratégie en bloc qui consiste à minimiser le nombre de degrés de liberté à contrôler simultanément lors du mouvement en bloquant les articulations, et la stratégie articulée ou segmentaire qui consiste à contrôler indépendamment un couple de segments anatomiques consécutifs et nécessite la maîtrise des degrés de liberté de l'articulation correspondante.

Parmi les stratégies segmentaires (Horak, 2006), nous pouvons distinguer :

- La stratégie de cheville : le corps oscille au niveau de l'articulation de la cheville sous forme de pendule inversé. Elle est efficace lors de légers déséquilibres sur une surface ferme.
- La stratégie de hanche avec soit une flexion plantaire de la cheville associée à une flexion des hanches, soit une flexion dorsale de cheville associée à une extension de hanche, utilisée sur des surfaces étroites ou souples.
- La stratégie de pas, consistant à déplacer ses appuis pour rétablir l'équilibre.
- La stratégie verticale correspondant à un abaissement du centre de gravité.

Enfin, le contrôle de l'équilibre s'effectue au niveau temporel avec deux contrôles possibles : le contrôle anticipé et le contrôle réactionnel (Pollock et al., 2000). Les ajustements posturaux anticipés sont déclenchés avant le début du mouvement automatique ou volontaire et fonctionnent en « feedforward » (mécanisme pro-actif), c'est-à-dire qu'ils permettent de compenser les déséquilibres avant qu'ils ne surviennent à partir de la représentation des conséquences sensorielles de l'action, acquise au cours des expériences de l'individu. Les ajustements posturaux réactionnels, quant à eux, utilisent des informations sensorielles rétroactives (feedbacks) afin de pallier le déséquilibre induit, et de ramener la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation. On peut alors observer trois types de réactions posturales : les réactions de soutien se traduisant par une rigidification des articulations et un maintien de la posture, les réactions d'équilibration correspondant à une réorganisation de la répartition des activités toniques afin de ramener la projection orthogonale du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation, et les réactions de pare-chute qui modifient les appuis pour amortir la chute.

Il est également important de rappeler que les stratégies de contrôle postural évoluent lors du développement normal, de l'enfance à l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte (Mallau, Vaugoyeau, & Assaiante, 2010) : passage d'une stratégie en bloc et égocentrée à une stratégie articulée et exocentrée, stabilisation de la tête sur l'espace, dépendance/indépendance au champ

visuel... Elles dépendent notamment des expériences sensori-motrices. A l'adolescence, les changements morphologiques, rapides et massifs, entraînent une négligence transitoire des informations proprioceptives au profit du contrôle visuel, alors que les adultes se basent plutôt sur les informations proprioceptives avec un rôle plus ou moins important de la vision, en fonction du style perceptif des individus. L'intégration de ces informations augmente progressivement pendant l'enfance et l'adolescence.

## 2) Les troubles de l'équilibre dans les TSA

Les troubles de l'équilibre sont fréquemment retrouvés chez les sujets TSA. Ils pourraient notamment s'expliquer par des particularités sensorielles, étant donné le rôle essentiel des informations sensorielles et de la perception dans le contrôle postural.

De nombreuses études ont été menées sur le contrôle postural chez les sujets TSA, et toutes retrouvent un déficit dans le contrôle postural. Fournier et al. (2010) observent dans cette population, une fréquence plus importante d'oscillations antéropostérieures et médio-latérales, que dans la population contrôle. Selon Memari et al. (2013), elles pourraient s'expliquer par une immaturité posturale et un déséquilibre musculaire. Cette instabilité posturale semble par ailleurs influencer les capacités de motricité globale des individus TSA (Mache & Todd, 2016).

L'étude de Wang et al. (2016) confirme l'augmentation des oscillations posturales chez les sujets TSA, et ce, d'autant plus en équilibre dynamique que statique. Par ailleurs, en position statique, dans le contexte d'une instabilité posturale accrue, les enfants TSA peuvent utiliser un processus compensatoire qui leur donne plus de temps pour contrôler leur équilibre. Cette compensation semble impossible lors de mouvements dynamiques : ils ont acquis moins d'informations spatiales et ont moins de temps pour rajuster leur posture avant d'atteindre leur limite posturale. De plus, lors de postures dynamiques privilégiant un type de mouvements articulaires, ils ont montré une capacité altérée à découpler les mécanismes de contrôle moteur issus de la cheville et ceux issus de la hanche. Ce fonctionnement pourrait suggérer un processus compensatoire qui permet aux enfants atteints de TSA d'accroître leur emprise corporelle en faisant appel à de multiples mécanismes de contrôle, mais cette stratégie perturbe inévitablement leur équilibre. Enfin, une corrélation est retrouvée entre l'augmentation des oscillations antéropostérieures en position statique et la gravité des comportements répétitifs.

Par ailleurs, l'étude des effets de l'âge a révélé que le développement de la stabilité posturale était retardé chez les sujets autistes et n'atteignait pas le niveau adulte (Minshew, Sung, Jones, & Furman, 2004). Par ailleurs, la stabilité posturale est particulièrement réduite lorsque l'apport d'informations sensorielles est perturbé. Ce déficit dans le contrôle postural pourrait être dû à la fois à une utilisation inadéquate des entrées sensorielles, notamment visuelles et vestibulaires, et à un manque de capacité à compenser les changements sensoriels (Goulème et al., 2017).

Molloy, Dietrich et Bhattacharya (2003) ont étudié la stabilité posturale chez des enfants atteints de TSA en faisant varier les informations sensorielles disponibles (quatre conditions : yeux fermés ou ouverts, debout sur une surface dure ou souple), et ont trouvé des difficultés à maintenir un équilibre lorsque les repères visuels étaient omis et les indices proprioceptifs modifiés. Les enfants atteints de TSA semblent s'appuyer davantage sur les repères visuels pour réduire le balancement postural et maintenir l'équilibre : en effet, dans les conditions où les informations visuelles étaient supprimées, une augmentation significativement plus importante des oscillations était observée, et ce, que les informations proprioceptives aient également été modifiées ou non. Ces auteurs émettent alors l'hypothèse d'un déficit général de l'intégration des entrées sensorielles.

Des résultats similaires sont retrouvés par Weimer et al. (2001) chez des sujets Asperger. Pour ces auteurs, ce serait la preuve d'un déficit sensoriel à l'origine de la maladresse chez ces sujets, et notamment un déficit d'intégration des informations proprioceptives, compte tenu de l'extrême difficulté à maintenir l'équilibre les yeux fermés, suggérant ainsi un recours excessif aux informations visuelles.

Fuentes, Mostofsky et Bastian (2011) affirment ainsi que les difficultés d'équilibre des personnes avec autisme proviendraient davantage d'un défaut d'intégration des feedbacks sensoriels plutôt que d'un déficit dans le traitement d'un type d'information sensorielle en particulier. En effet, ils montrent dans leur étude que les sujets avec TSA utiliseraient les informations proprioceptives de manière équivalente aux personnes non autistes, mais que des anomalies peuvent survenir à des étapes ultérieures du traitement sensoriel. Ces dernières pourraient expliquer un certain nombre de difficultés motrices et sensori-motrices chez les sujets autistes.

Enfin, il semble que les sujets TSA n'utiliseraient pas les ajustements posturaux anticipés et contrôleraient leur mouvement en feedback plutôt qu'en feedforward. Ce fonctionnement est notamment décrit dans l'étude de Schmitz (2000). En effet, lors du paradigme du garçon de

café dans lequel la personne doit soulever un poids fixé à son poignet par un aimant et anticiper la perturbation de la posture de son avant-bras en évaluant le poids à soulever et en se représentant mentalement cette perturbation, les sujets avec TSA arrivent à compenser la perturbation posturale, mais n'ont pas anticipé le déséquilibre du plateau avant de lancer leur mouvement, contrairement à la population contrôle, entraînant ainsi un ralentissement du mouvement afin de bénéficier des informations proprioceptives, et soulignant des troubles de planification motrice.

L'intégration des informations sensorielles aurait en partie lieu dans la région pariétale du cerveau et dans le cervelet : des anomalies de ces structures sont fréquemment retrouvées dans l'autisme, ce qui serait concordant avec les recherches évoquant un défaut d'intégration des informations sensorielles, et pourrait constituer une des causes des troubles de l'équilibre dans les TSA (Jaber, 2017).

Les troubles de l'équilibre dans l'autisme peuvent également s'expliquer par d'autres phénomènes que les particularités sensorielles comme des troubles attentionnels, un défaut de régulation émotionnelle, tonique, ou encore lors de double tâche (Stins et al., 2015).

## C. Impact des troubles sensoriels sur la motricité

### 1) Approche cognitive de la motricité

Ayres (1972) propose une succession tripartite pouvant s'appliquer à tout mouvement intentionnel : intention, organisation, exécution. Auxquels s'ajoutent le contrôle ou la vérification lors d'un mouvement en boucle fermée.

Ces étapes sont reprises dans l'approche cognitive de la motricité : l'identification du stimulus, par sélection et intégration des informations issues de canaux perceptifs différents, conduit à la sélection d'une réponse motrice en fonction du contexte et du but à atteindre. La commande motrice se traduit alors par un programme moteur correspondant à une classe particulière de mouvement. Une copie d'efférence contenant les sensations attendues au cours du mouvement est générée pour conserver en mémoire des schèmes de rappel (encodage des caractéristiques générales du mouvement : durée, ordre des éléments...), et de reconnaissance (encodage des conséquences sensorielles attendues).

L'exécution du programme moteur est soumise à différents modes de contrôle selon la vitesse du mouvement. Pour les mouvements lents, les rétrocontrôles se font à partir d'informations sensorielles obtenues au cours du mouvement, et sont comparés à l'effet désiré, pour ajuster le mouvement durant sa production. A contrario, pour les mouvements plus rapides, il ne peut y avoir de correction pendant l'action, l'ajustement par l'utilisation des feedbacks est impossible et se fait alors par des ajustements anticipés grâce à l'encodage des informations sensorimotrices issues de l'action.

## 2) Impact de la sensorialité

Les particularités sensorielles peuvent en partie être à l'origine des perturbations motrices. En effet, le fait de percevoir et d'intégrer les informations de façon singulière engendre inéluctablement des différences dans la réponse motrice formulée. Rogers et Benetto (2002) estimaient que le fonctionnement moteur le plus affecté dans l'autisme était celui qui met en jeu des conduites motrices complexes impliquant la planification, la séquenciation et intégrant les informations kinesthésiques.

### 2.1 Impact sur l'intentionnalité

Les personnes avec autisme semblent davantage focalisées sur l'action elle-même que sur le but qui en résulte (Perrin, 2013). Ce défaut d'intentionnalité peut notamment s'expliquer par une perturbation de l'ensemble des étapes du traitement de l'information sensorielle, qui peut aussi bien toucher les seuils de réponse que l'intégration de ces informations ou les modes de réponse comportementale. Ces difficultés apparaissent notamment lors d'informations complexes comme la perception du mouvement, ou encore lors de tâches impliquant l'intégration de différentes sources perceptives.

### 2.2 Impact sur la programmation motrice

Des particularités, également retrouvées dans la programmation motrice, affectent la coordination des différents mouvements d'une même action. Lors de tâche de saisie d'objet, la phase d'atteinte correspond à la mise en œuvre du programme moteur et s'ajuste dans sa portion finale grâce aux feedbacks sensoriels externes et internes.

Alors que la phase d'atteinte et celle d'ajustement sont confondues dans le développement normal, on observe chez les sujets avec TSA une désynchronisation de ces deux phases avec

une conformation de la main plus tardive. Les rétroactions sont retardées et parfois inefficaces. Ce retard est également observé dans l'enchaînement de plusieurs actions visant un but donné. Chez les enfants avec TSA, la finalité de l'action n'est prise en compte que lors de la phase terminale comme si l'action n'était pas codée dans son intégralité (Perrin, 2013). MacNeil et Mostofsky (2012) retrouvent cette dégradation des modèles d'actions finalisées.

### 2.3 Impact sur l'exécution et le contrôle de l'action

Enfin, après la réalisation de la réponse motrice, une opération de contrôle est effectuée afin de corriger d'éventuelles erreurs. A partir de l'analyse du contrôle postural, les études amènent à distinguer deux types d'ajustements posturaux décrits précédemment, et montrent que les individus avec TSA sont davantage dans la réaction que dans l'anticipation, ce qui témoigne également des difficultés de planification et d'ajustement.

### 2.4 Impact sur la mémorisation

Ce fonctionnement en feedback questionne sur l'encodage et l'utilisation des informations sensorielles mémorisées permettant l'anticipation. Les enfants avec autisme semblent capables de modifier leurs modèles internes d'action, construits lors des expériences passées, et de s'adapter aux changements, au même niveau que les enfants neuro-typiques. Ainsi, ils sont capables de faire des prédictions sensorielles opérantes, avec toutefois des difficultés pour les actualiser, du fait d'un manque de flexibilité qui entrave le rappel des informations stockées.

## D. Quelles approches pour réduire les troubles moteurs ?

### 1) Approches utilisées pour les TDC

Deux groupes d'approche ont été distingués pour la rééducation du TDC : les approches orientées sur le déficit, et les approches orientées sur la performance. Leur efficacité a été évaluée dans une revue de littérature publiée par Polatajko et Cantin, en 2005.

Selon les **approches orientées sur le déficit**, les difficultés motrices des enfants TDC proviennent d'un défaut de perception ou d'intégration sensorielle. L'objectif est donc de restaurer les fonctions déficientes. Parmi ces approches, la thérapie d'intégration sensorielle vise à améliorer l'intégration des informations sensorielles, notamment vestibulaires, tactiles et proprioceptives, pour perfectionner les réponses motrices. Nous retrouvons également les

approches sensori-motrices, basées sur la relation causale entre le comportement moteur et les processus perceptifs sous-jacents. Ces dernières consistent à exposer l'enfant à un large éventail d'expériences sensorielles et motrices, et visent l'entraînement de la discrimination visuelle, de la perception visuo-spatiale, des capacités visuomotrices et de la mémoire de travail. Enfin, les traitements orientés sur le processus, basés sur le fait que la kinesthésie (perception du corps en mouvement) est primordiale pour l'acquisition d'habiletés motrices, supposent qu'une rééducation de cette sensibilité pourrait améliorer les performances motrices.

Les résultats pour ces approches sont souvent variables, peu concluants, et très controversés dans la littérature : bien que l'habileté motrice ciblée soit parfois améliorée, il ne semble pas y avoir de progrès dans l'ensemble des activités motrices, ni de généralisation ou de transfert d'apprentissage.

Les **approches orientées sur la performance**, cognitives ou ciblées sur la tâche, sont, quant à elles, basées sur les théories du contrôle et de l'apprentissage moteur. Elles s'attachent à la performance motrice en favorisant l'activité et la participation des enfants, et en intégrant les concepts de connaissance des résultats, l'utilisation de feedbacks, ou encore l'analyse de la tâche.

Les approches cognitives, comme la méthode CO-OP (Cognitive Orientation to Occupational Performance), supposent que la connaissance et la compréhension qu'a l'enfant sur la tâche sont liées à la compétence motrice. Ainsi, dans ces approches, quel que soit le type d'apprentissage, il y aura toujours une information verbale sur la tâche à accomplir et le but à atteindre. L'apprentissage se base sur l'analyse de la situation, la connaissance du résultat, la verbalisation, et la variabilité de pratique. Ces approches se sont montrées très efficaces pour l'amélioration des performances motrices chez les enfants TDC.

Les approches ciblées sur la tâche, comme l'Imagerie Motrice, consistent à travailler une habileté précise dans le but d'agrandir le répertoire moteur du sujet. Les résultats de ces approches sont positifs, mais portent uniquement sur l'habileté travaillée.

Une méta-analyse, réalisée par Smits-Engelsman et al. en 2013, portant sur vingt études publiées de 1995 à 2011, compare les effets de différentes rééducations du TDC (thérapie orientée sur la tâche, sur les processus, thérapie classique d'entraînement moteur, traitement médicamenteux) et aboutit aux mêmes conclusions que la revue de littérature précédente.

## 2) Hypothèses et prise de position à l'origine de ce protocole

Les méthodes orientées sur la performance sont également utilisées avec les sujets TSA, mais du fait des spécificités présentées par cette population, nous pouvons nous poser la question de la pertinence de leur utilisation, notamment lorsque le niveau cognitif est altéré. Dans le cas où ce dernier est préservé, les différentes difficultés rencontrées par les sujets TSA comme l'intentionnalité, la programmation ou la rigidité, pourraient également constituer un frein à l'efficacité de ces méthodes.

Par ailleurs, dans ce mémoire, nous nous intéresserons tout particulièrement au défaut d'intégration sensorielle à l'origine d'un dysfonctionnement moteur, la perception étant un élément fondamental pour le déclenchement et la réussite d'une action. Aussi, lorsque les processus sous-jacents aux habiletés motrices sont mal intégrés, il semble difficile de travailler sur une habileté précise, comme apprendre à faire du vélo alors que les capacités d'équilibre sont déficitaires. Ainsi, nous essayerons de montrer dans ce mémoire qu'un premier travail portant sur l'amélioration de l'intégration des informations sensorielles en jeu dans l'habileté visée est nécessaire pour que les processus sous-jacents deviennent efficaces, et permettent de faciliter l'apprentissage.

En effet, la stimulation des systèmes proprioceptif et vestibulaire semble favoriser une stratégie ascendante et une meilleure conscience corporelle de la personne, réduisant ainsi l'hypersensibilité aux mouvements, et dans le cas d'hyposensibilité, la maladresse. L'utilisation d'objets lestés, par exemple, bien qu'ils soient à utiliser avec précaution et ne constituent pas des solutions absolues, aurait un impact positif sur les capacités motrices et attentionnelles, grâce aux feedbacks proprioceptifs, et favoriserait la généralisation de l'apprentissage. Dans leur étude, Izawa et al. (2012) montrent que, lors de mouvements d'atteinte, les enfants TSA généralisent davantage leur apprentissage à partir des informations proprioceptives, et ne construisent pas leurs schèmes moteurs à partir des informations visuelles.

La prise en compte des informations sensorielles, dans le but d'améliorer les processus sous-jacents, suppose également d'atténuer les feedbacks trop envahissants et d'augmenter ceux qui sont mal ou sous exploités, et importants pour la compétence travaillée.

Ainsi, au vu des particularités sensorimotrices des enfants avec autisme, et de l'impact de la sensorialité sur leurs capacités motrices, nous allons étudier, dans une partie pratique, si la prise en compte des particularités sensorielles permet d'améliorer les capacités motrices, en particulier les capacités d'équilibre, notamment lorsque la rééducation porte sur une meilleure intégration des informations sensorielles. Nous nous concentrerons sur l'intégration des informations proprioceptives et vestibulaires, ces deux modalités étant les plus affectées chez le sujet choisi, afin de voir si cela permet d'améliorer ses capacités d'équilibre, en particulier dynamique, et de faciliter l'apprentissage d'une nouvelle coordination : se déplacer sur un skate board.

# **PARTIE PRATIQUE**

- **Echelle de Vineland-II**

Les résultats sont hétérogènes et ne permettent pas l'interprétation du total composite.

Les résultats obtenus dans les domaines de la Socialisation se situent significativement en dessous de la moyenne des jeunes de son âge (NS : 67) : R. n'éprouve pas le besoin de se faire des amis, et ne comprend pas toujours les signaux non verbaux des interactions sociales. Ses réactions face à un refus ou aux changements de ses habitudes peuvent ne pas être maîtrisées, avec des crises de colère, tout comme les limites de l'humour ne sont pas acquises. R. ne gère pas toujours ses émotions qui peuvent être inadaptées. Il peut également être familier avec les étrangers.

Les compétences de Communication se situent à la limite de la moyenne (NS : 78), avec des difficultés expressives, notamment lors de discours élaboré ou détaillé et lorsque le sujet ne concerne pas un de ses centres d'intérêts. Au niveau de la communication réceptive, il connaît les expressions imagées les plus communes, mais présente parfois des difficultés attentionnelles.

Les résultats du domaine de la Vie Quotidienne (NS : 86) se situent dans la moyenne faible des enfants du même âge : R. n'est pas entièrement autonome sur le plan de l'hygiène corporelle avec des difficultés pour se moucher et se brosser les dents. Il sait se servir du téléphone et de l'ordinateur, et connaît les notions de temps et celles liées à l'argent.

- **ToM - 15**

R. est enthousiaste et concentré, il répond rapidement aux différentes questions, il lit très vite chaque vignette. Il est soucieux de ses réponses et tient à savoir si elles sont justes.

Une forte amélioration de ses capacités, concernant les items de fausses croyances de premier et deuxième ordres, est retrouvée par rapport à la précédente évaluation (score total : 12/15). Cette compétence reste cependant encore à consolider chez R.

Enfin, du point de vue de la compréhension, R. obtient un score de 13/15. Les scénettes présentées ont été dans l'ensemble bien comprises, pour ce qui concerne les faits et les événements, mais il reste quelques appréhensions du point de vue d'autrui qui peuvent mettre R. en difficulté.

### **Conclusion :**

Le fonctionnement socio-adaptatif de R. est hétérogène. Les axes de travail se concentreront autour des émotions, de leurs expressions et de leur régulation en fonction des

contextes. De plus, pour poursuivre les interactions sociales, le travail engagé sur ses centres d'intérêt se poursuivra, tout comme celui sur l'usage de l'humour.

Enfin, concernant l'axe de l'autonomie, plusieurs objectifs seront travaillés : la tenue du couteau, se moucher, s'essuyer après les toilettes, ainsi que le brossage de dents.

### C. Bilan orthophonique

R. est âgé de 9 ans et 10 mois lors de ce bilan.

Au niveau du **langage oral**, l'articulation, la parole et la prosodie sont fonctionnelles. De légères difficultés sont relevées dans l'acquisition de la syntaxe, notamment pour accorder le temps des verbes. Sur le versant réceptif, les erreurs au niveau de la compréhension des phrases sont dues à la complexité syntaxique dans des phrases comme « après avoir fait ceci, tu feras cela », et les concepts linguistiques appartenant au lexique mathématique (inférieur/supérieur...) ne sont pas tout à fait maîtrisés. La compréhension orale d'un texte pose problème à R. qui reste à l'extérieur du récit, et n'enregistre que des éléments épars.

Le **langage écrit** n'a pas été investigué, mais semble fonctionnel.

Au niveau des **compétences pragmatiques**, les précurseurs de la communication sont bien développés, avec toutefois des difficultés à percevoir les anaphores grammaticales. Le calcul d'inférence et la capacité à intégrer plusieurs sources d'information restent fragiles.

En conclusion, les difficultés de R. se situent principalement dans l'utilisation pragmatique du langage. Le premier axe serait de travailler l'implicite (analogies, sous-entendus...), et le second porterait sur le travail du récit lui-même, l'articulation d'un texte.

### D. Bilan psychomoteur

Le dernier bilan d'évolution de R. a été réalisé au SESSAD, R. étant alors âgé de 10 ans et 5 mois. R. est très investi dans son travail, et ne veut faire aucune pause durant les deux heures de bilan. Il est soucieux de la réussite aux exercices. Il demande d'ailleurs à connaître les résultats, et se montre particulièrement anxieux lors de la plupart des épreuves.

### DOMAINE MOTEUR

---

Latéralité : R. est gaucher. Il sait distinguer la droite et la gauche sur lui et sur autrui, et maîtrise la décentration.

Mobilité des doigts (Tapping, Nepsy II) : R. est très rapide et ce des deux mains pour répéter un même geste avec deux doigts (NE répétitions composite : 14). Pour répéter une séquence de mouvements de doigts, il est plus imprécis, mais son score reste très élevé (NE séquences composite : 12), et réussit cette épreuve aussi bien de la main dominante que de la main non dominante, révélant de bonnes capacités de déliement digital.

Imitation de positions de main (Nepsy II) : R. parvient bien à imiter les différentes positions de mains, et à mobiliser les bons doigts, suggérant une bonne analyse visuospatiale. Même s'il est plus en difficulté pour les plus complexes, son score est dans la norme de son âge (NE : 8).

Motricités fine et globale (M-ABC 2) : Cette batterie d'épreuves étant utilisée comme mesures initiale et finale du protocole, les résultats obtenus par R. au M-ABC 2 en janvier 2019 seront retranscrits dans une partie spécifique. La précédente évaluation, un an auparavant, révélait déjà des difficultés motrices avec un score total inférieur au rang percentile 5 au M-ABC. En motricité fine, sa concentration et son application lui permettaient d'être précis, mais les coordinations bimanuelles restaient difficiles avec des gestes très toniques manquant de fluidité. Il était plus performant pour lancer le sac que pour attraper la balle. Des difficultés étaient observées en équilibre dynamique, notamment pour les sauts à cloche pied, ainsi qu'une forte anxiété lors de ces épreuves.

## **ECRITURE**

---

Au test du BHK, R. adopte une bonne posture et saisit son stylo de façon quadripodique. Il tient parfois la feuille avec la main non scriptrice, et parfois sa tête. Son visage se tient assez près de la feuille et il place le modèle à sa gauche. Sa qualité d'écriture est un peu fragile (-1,1 DS) avec une écriture relativement grande, des liens parfois interrompus entre les lettres ou à l'inverse trop longs, mais l'écriture est lisible. La vitesse est dans la norme de son âge (0,6 DS).

## **TRAITEMENT VISUOSPATIAL ET VISUOCONSTRUCTION**

---

Précision visuomotrice (Nepsy II) : R. est rapide (NE durée : 9), mais prend le temps de s'appliquer, ce qui lui permet de ne faire aucune erreur et d'obtenir un score élevé par rapport à la moyenne de son âge pour le rapport vitesse/précision (NE composite : 15).

Copie de figures (Nepsy II) : R. parvient à reproduire les différentes figures en agencant correctement les différents éléments (NE processus : 9). Le geste graphique est maîtrisé (NE : 11), et R. perçoit aussi bien les détails (NE : 8) que l'ensemble de la figure (NE : 9).

Figure de Rey A: R. s'applique et prend le temps de reproduire la figure en percevant les différentes formes la constituant et en englobant les détails dans l'armature. Il obtient un score dans la norme de son âge (-0,2 DS), révélant de bonnes capacités visuoconstructives en deux dimensions. Il parvient à retrouver de nombreux éléments pour la copie de mémoire (0,9 DS), montrant de bonnes capacités de mémorisation spatiale, certainement en lien avec une perception spatiale et une planification efficaces.

Positionnement spatial (Nepsy II) : Lorsqu'il s'agit de reconnaître et de replacer les détails d'une image dans sa totalité, R. présente de bonnes capacités de discrimination visuelle et de localisation spatiale (Puzzles d'images, NE : 8), malgré la fatigue accumulée au cours du bilan. En revanche, R. est plus en difficulté pour retrouver des formes lorsqu'il faut effectuer une rotation mentale, et obtient un score fragile (Puzzles géométriques, NE : 6).

Visuoconstruction (Cubes, Nepsy II) : Malgré la fatigue de fin de bilan, R. est volontaire et s'applique jusqu'au bout de l'épreuve. Il présente de bonnes capacités de visuoconstruction en 3D à partir d'un modèle en 2D (NE : 9).

## **ATTENTION ET FONCTIONS EXECUTIVES**

---

Attention auditive (Nepsy II) : R. présente de bonnes capacités d'attention auditive, soutenue et sélective (NE : 8), avec peu d'oublis et d'erreurs d'inhibition et de commission, et il reste concentré jusqu'au bout de l'épreuve. Cette concentration est retrouvée pour la seconde partie plus complexe (Réponses Associées) où il doit prendre en compte plusieurs consignes et inhiber ses réponses, ce qui lui permet d'obtenir un score plus élevé qu'à la première partie (NE : 9).

Attention sélective (Stroop) : R. réalise très peu d'erreurs sur les différents items, même dans les conditions d'interférence (classe 4) où il doit inhiber la lecture du mot pour dire de quelle couleur il est écrit, montrant de bonnes capacités d'attention sélective. Sa vitesse de lecture est dans la norme de son âge.

Inhibition (Nepsy II) : R. parvient à rester très concentré tout au long de l'épreuve et pour les différents items. Il fait très peu d'erreurs (NE : 9). Il obtient un score élevé pour l'item Dénomination (NE : 14), et présente de bonnes capacités d'inhibition (NE : 8), malgré une vitesse d'exécution un peu plus faible pour cet item (NE durée : 7). La condition complexe pour laquelle il doit changer sa réponse en fonction de la couleur du stimulus ne le pénalise pas et R. se montre performant pour cette épreuve (NE : 9).

Flexibilité : A l'épreuve de Fluidité de dessins (Nepsy II), R. obtient un score un peu faible pour son âge (NE : 7), car il ne réalise pas suffisamment de dessins. Cette fragilité se retrouve pour l'épreuve de Catégorisation (Nepsy II) où il doit trier des cartes en deux tas (NE : 7) : en effet, il prend le temps de bien réfléchir, mais ne trouve pas assez rapidement de nouvelles façons de trier les cartes, révélant des difficultés de flexibilité mentale.

### **Conclusion :**

R. présente de bonnes capacités en précision visuomotrice, en motricité fine, en visuoconstruction 2D et 3D, et dans le domaine visuospatial, bien que la rotation mentale le mette plus en difficulté. Il est capable de maintenir son attention dans la durée et de sélectionner l'information demandée, ce qui nécessite également de bonnes capacités d'inhibition. R. est plus en difficulté pour les coordinations bimanuelles avec des gestes hypertoniques manquant de fluidité. Des fragilités sont observées également en écriture et en flexibilité mentale. La motricité globale reste le domaine le plus déficitaire chez R. avec des difficultés d'équilibre et de maîtrise de balles, évoquant la comorbidité avec un Trouble Développemental de la Coordination. R. est un garçon très anxieux qui veut à tout prix réussir, et de nombreuses synchronies faciales sont observées dans toutes les épreuves du bilan.

## E. Projet thérapeutique

Au SESSAD, le programme de travail de chaque enfant est révisé en réunion de synthèse toutes les six semaines. Il définit des objectifs à court terme, qui seront travaillés avec chaque professionnel pendant cette période, ainsi que les critères de maîtrise de ces objectifs et les stratégies d'apprentissage mises en place pour les atteindre. Le programme qui suit décrit les objectifs de R. et a été établi en janvier 2019.

### ❖ **Stratégies d'intervention générales**

1. **Vérifier sa compréhension du langage verbal** : Lors d'utilisation de mots complexes, lui demander s'il a compris le sens, s'il n'y a pas de demande d'explication de sa part.
2. **Participation en classe de manière autonome** : création d'un contrat pour motiver R. à lever le doigt pour répondre aux questions collectives du maître. S'il répond à au moins deux questions le matin et une l'après-midi, il peut poser deux questions au maître sur un temps hors scolaire.

3. **Créer une carte à tendre aux personnes à l'école** (maître, AVS, camarade) pour lui signifier que c'est compliqué pour lui et qu'il ne souhaite pas répondre ou parler.

#### ❖ Objectifs éducatifs

- **Jeux et loisirs** : Partager un temps de discussion avec ses pairs à l'école de 13h à 13h30 le mardi, sur des thèmes prédéfinis et avec un estompage progressif de l'adulte pour mener la conversation.
- **Théorie de l'esprit** :
  - Comprendre les situations sociales dans leur ensemble (implicite, théorie de l'esprit) sur supports images et vidéos.
  - Décrire une image en repérant les détails qui nous donnent des indices sur la situation.
- **Emotions** :
  - Définir un répertoire d'émotions simples en créant une gradation selon ses expériences personnelles.
  - Reconnaître les émotions complexes (honte, culpabilité, fierté, déception, être vexé) sur vidéos.
  - Trouver des solutions pour réagir face à un contexte donné : mise en place d'un visuel avec des solutions.
- **Communication** : avoir des interactions adaptées :
  - Expliquer clairement un propos à autrui.
  - Avoir un temps d'échange avec ses pairs pendant le temps de groupe au SESSAD le mercredi.
- **Autonomie quotidienne** : faire une recette en suivant un visuel.
- **Habilités socio-sexuelles** :
  - Pyramide des relations.
  - Distinguer Lieux privés/ Lieux publics / Lieu intime.

#### ❖ Objectifs en psychologie

- **Habilités socio-sexuelles** :
  - Connaître ses caractéristiques (qualités / défauts).
  - Connaître les bases de la sexualité.
  - Relations amicales / amoureuses.
- **Communication** : élargir ses centres d'intérêts, pouvoir en discuter avec autrui.

- **Emotions** : Gestion de l'anxiété de performance, exercices de relaxation.

#### ❖ Objectifs en psychomotricité

- **Attention perceptive** : Traiter une information visuelle de façon organisée. Analyser l'ensemble d'une image pour la comparer avec d'autres.
- **Motricité** :
  - Badminton : taper dans le volant avec la raquette (séquencer l'action en utilisant une balle en mousse).
  - Equilibre : améliorer les sauts à cloche pied et le déplacement sur le skate-board par des exercices de relaxation et de stimulations sensorielles.
- **Autonomie personnelle** :
  - Se coiffer.
  - Couper et tartiner avec son couteau de manière efficiente.

#### ❖ Objectifs en orthophonie

- **Imagination/Communication** : imaginer un texte à partir d'une image :
  - Développer l'argumentation.
  - Développer le raisonnement logique.
  - Travail sur l'implicite.
- **Praxies bucco-faciales** :
  - Sourire sur demande : travailler sa façon de sourire.
  - Cracher : évaluation de sa manière de faire.
- **Compréhension** : évaluer sa compréhension d'une expression imagée et sa capacité à repérer et situer les liens (y compris implicites) dans un texte.

## F. Profil sensoriel de Dunn

Le questionnaire du Profil Sensoriel a été rempli avec le père de R. en présence de ce dernier, au SESSAD, avant les vacances de Noël. R. étant âgé de 10 ans 4 mois au moment de la passation, nous pourrions utiliser les résultats de la feuille de synthèse. Les profils de notes s'organisent de la façon suivante :

- La « *performance typique* » correspond aux notes situées au-dessus de la moyenne et jusqu'à un écart type en dessous, indiquant des capacités typiques de traitement de l'information sensorielle. La performance de l'enfant correspond à celle de 84% des enfants de l'échantillon étudié.
- La « *différence probable* » correspond aux notes situées entre 1 et 2 écarts types en dessous de la moyenne, indiquant que des questions se posent sur les capacités de traitement de l'information sensorielle. La performance de l'enfant se situe entre le 2<sup>ème</sup> et le 16<sup>ème</sup> percentile, qui représente 14% des enfants de l'échantillon étudié.
- La « *différence avérée* » correspond aux notes situées en dessous de 2 écarts types en dessous de la moyenne, indiquant des problèmes dans le traitement de l'information sensorielle. La performance de l'enfant correspond à celle des 2% d'enfants de l'échantillon étudié.

En se référant au modèle théorique de traitement de l'information sensorielle, R. présente plutôt **un profil hyposensible**, correspondant à des seuils neurologiques élevés et une tendance à agir en accord avec ces seuils, avec : une différence avérée au Facteur 3 (Endurance/Tonus faibles), une différence probable au Facteur 6 (Hyporéactivité sensorielle), et une différence avérée à la section G (Traitement de l'information sensorielle liée à l'endurance/au tonus). Par exemple, R. bouge avec raideur, est fatigable, il a peu conscience de la douleur ou de la température.

Des éléments nous permettent de noter également **une hypersensibilité sensorielle**, indiquant des seuils neurologiques bas et une tendance à agir en accord avec ces seuils, comme le montrent les notes obtenues au Facteur 5- Inattention/Distractibilité (différence probable) et au Facteur 7- Sensibilité sensorielle (différence avérée). En effet, R. peut se montrer distractible et vite décrocher lorsque l'activité l'intéresse peu, ou lorsqu'il y a trop de bruit autour de lui. Il déteste les activités où il a la tête en bas, il peut avoir le vertige ou peur de tomber. Il peut maintenir une certaine rigidité et sa tête peut rester droite pendant les activités impliquant du mouvement et préfère souvent les activités sédentaires...

La synthèse des facteurs et des seuils ne révèle pas de recherche de sensations, indiquant des seuils neurologiques élevés et une tendance à agir contre ces seuils ; le papa nous rapporte toutefois que R. peut tourner sur lui-même lorsqu'il s'ennuie ; ni d'évitement des sensations marqué, indiquant des seuils neurologiques bas et une tendance à agir contre ces seuils, bien que R. présente une forte réactivité émotionnelle dans certaines situations.

Si l'on regarde les résultats obtenus à chaque section, R. présente une différence probable dans le traitement de l'information liée à l'équilibre, au traitement de l'information tactile, ainsi qu'au traitement de l'information multisensorielle : R. a fréquemment des difficultés à fixer son attention lorsque trop d'informations sensorielles sont à prendre en compte en même temps. Concernant la modulation sensorielle, outre la différence avérée pour le traitement de l'information sensorielle liée à l'endurance/au tonus, une différence probable est retrouvée pour la modulation de l'enregistrement de l'entrée sensorielle affectant les réponses émotionnelles, notamment due au fait que R. présente des rituels rigides pour son hygiène, ainsi qu'à ses difficultés à percevoir le langage corporel et les expressions du visage.

Pour approfondir cette synthèse des sections et des facteurs, il est possible d'obtenir des informations sur les patterns de seuils élevés ou bas, uniquement lorsque des notes problématiques sont relevées dans la synthèse des notes de sections et de facteurs. Leur signification n'est à prendre en considération que si l'enfant rencontre des problèmes de performance dans sa vie quotidienne.

Ainsi, pour R., le traitement de l'information liée à l'équilibre indique un seuil bas, soit une tendance à être hypersensible dans les activités qui sollicitent son équilibre, ou lorsque ses pieds quittent le sol, confirmant le profil hypersensible retrouvé pour la synthèse des facteurs. Ceci peut être mis en relation avec l'hyposensibilité sensorielle liée à l'endurance et au tonus. En effet, un seuil élevé est majoritairement retrouvé pour cette section : R. se fatigue facilement, semble avoir une faiblesse musculaire, peut bloquer ses articulations pour être plus stable ou encore s'appuyer contre quelque chose.

Pour le traitement de l'information tactile, les notes d'item indiquant un seuil élevé et celles indiquant un seuil bas sont variables, pouvant suggérer un problème de modulation : en effet, R. adore être pieds nus, ne remarque pas que ses mains ou son visage sont sales (seuil élevé), mais évite et déteste également les éclaboussures d'eau, et les interventions sur ses dents (brossage, soins...).

Aucune différence significative n'est retrouvée sur les plans auditif, visuel, et oral avec cependant, quelques particularités au niveau de l'alimentation : il évite certains goûts, certaines textures...

## **Conclusion :**

Ce questionnaire nous a permis de dégager certaines particularités de traitement de l'information sensorielle chez R. qui vont nous aiguiller dans notre accompagnement. En effet, l'hyposensibilité de R. retrouvée au niveau de l'endurance et du tonus amène à penser qu'il ne perçoit pas suffisamment ces informations pour les utiliser à bon escient dans les activités sollicitant son équilibre, entraînant ainsi une hypersensibilité vestibulaire et proprioceptive. Notre objectif sera donc de travailler sur la régulation tonique de R. par le biais d'exercices de relaxation, et d'améliorer ses sensations proprioceptives et vestibulaires par le biais de stimulations, afin de diminuer son hypersensibilité, et d'augmenter ses capacités d'équilibre, notamment dynamique.

## **II. Plan d'action**

### **A. Evaluation initiale**

Réalisée au début du protocole, en janvier 2019, l'évaluation initiale comprend une évaluation des capacités motrices effectuée avec le M-ABC 2, pour laquelle nous nous focaliserons essentiellement sur les résultats obtenus aux items d'équilibre, ainsi qu'une observation détaillée et retranscrite sous forme de grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur un skate board. Le skate board est proposé à R. car ce dernier nécessite de bonnes capacités d'équilibre. Bien que cette activité suscite une certaine anxiété chez R. dans un premier temps, il est curieux et motivé pour apprendre à se déplacer sur la planche.

#### **1) Résultats au M-ABC 2**

<b>M-ABC 2</b>	<b>Note brute</b>	<b>Note standard</b>	<b>Rang percentile</b>	<b>Interprétation</b>
Dextérité manuelle	28	8	25	Satisfaisant
Maîtrise de balles	11	5	5	Déficitaire
Equilibre	11	2	0,5	Déficitaire
Total	50	3	1	Déficitaire

Items d'équilibre	Note brute	Note standard de l'item	Note de composante	Note standard	Percentile
Equilibre sur une planche (meilleure jambe)	5	4	11	2	0,5
Equilibre sur une planche (autre jambe)	3	4			
Marcher T/P en avant	4	1			
Sauts à cloche pied (meilleure jambe)	5	11			
Sauts à cloche pied (autre jambe)	0	2			

Dextérité manuelle : R. obtient un score dans la moyenne de son âge. Il peut être rapide et précis, mais l'anxiété provoquée par le chronomètre lui fait parfois perdre ses moyens : plusieurs chevilles lui échappent des doigts, rigides, dans le premier item. Il est soucieux de sa performance. Lorsqu'il n'y a pas de contrainte temporelle, R. parvient à ne faire aucune erreur et prend le temps de s'appliquer.

Maîtrise de balles : La peur de l'échec se fait toujours ressentir chez R. qui est très en difficulté pour attraper la balle à deux mains : en effet, même en régulant sa force, il ne parvient pas à saisir le bon moment pour fermer ses mains. L'épreuve du lancer lui redonne un peu confiance, il en réussit 5 sur 10, et ajuste son geste, qui reste cependant hypertonique.

Equilibres statique et dynamique : L'épreuve d'équilibre statique sur une jambe sur la planchette provoque beaucoup d'anxiété chez R. qui me dit plusieurs fois avoir peur de tomber. Il ne parviendra qu'à tenir quelques secondes, avec mon aide au départ. Son score est également très faible aux deux autres épreuves : R. ne réussit pas à faire plus de quatre pas talon-pointe sur la ligne, il écarte son pied de l'autre ou le pose à côté de la ligne. Son corps est hypertonique, notamment les membres supérieurs qui ne parviennent pas à réajuster l'équilibre. Cette hypertonie est retrouvée pour les sauts à cloche-pied, réussis sur la jambe droite qui reste rigide, avec peu d'impulsion et un pied à plat à la réception, mais impossibles sur la jambe gauche : R. ne sait pas comment coordonner ses mouvements pour sauter sur cette jambe.

Score total : Durant toutes les épreuves de motricité, de nombreuses syncinésies faciales sont observables chez R. : il tire la langue, grimace, ce qui témoigne de l'anxiété que ces épreuves

engendrent chez lui. Il cherchera mon approbation à la fin de chaque épreuve. R. est performant et très appliqué en dextérité manuelle, lorsqu'il n'y a pas de contrainte temporelle. En revanche, les exercices de maîtrise de balles sont plus difficiles, avec des scores nettement déficitaires, ainsi que l'équilibre statique et dynamique, faisant chuter le score total. R. fait beaucoup d'efforts pour compenser ses difficultés. Les apprentissages moteurs nécessitent d'être adaptés à son fonctionnement, mais il est capable de faire de nouvelles acquisitions.

## 2) Grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur un skate board

Seules les grilles d'observation du saut à cloche pied seront utilisées comme mesures test-retest en tant que telles pour ce protocole, celles du déplacement sur le skate board ne pouvant constituer un tel paramètre en raison de leur biais. En effet, au cours du protocole, R. se déplace sur le skate board au début et à la fin de plusieurs séances, afin de vérifier si les exercices et aménagements sensoriels mis en place lors de la séance ont un impact immédiat au sein d'une même séance. Ces déplacements sont de courte durée – une vingtaine de seconde sur chaque jambe, réalisés sans apporter d'aide ni d'information supplémentaire et en utilisant un minimum de feedbacks, afin de limiter l'effet d'entraînement et de garder une observation la plus neutre possible sans constituer un exercice à part entière, mais permettant d'étayer les résultats obtenus au M-ABC 2.

Début janvier, j'ai donc filmé R. sur ces deux coordinations : le saut à cloche pied (dix sauts sur chaque jambe) et la poussée sur le skate board (dix poussées sur chaque jambe), dans le but de réaliser des grilles pour affiner mes observations (voir annexes). Après analyse des vidéos, voici les éléments les plus pertinents qui semblent importants à relever :

- **Une asymétrie de performance** très marquée s'observe lors des deux coordinations. En effet, R. est beaucoup plus en difficulté sur sa jambe gauche qui semble être sa jambe non dominante. Nous baserons donc notre analyse vidéo sur les coordinations réalisées avec cette jambe, apportant de nombreuses informations sur les stratégies mises en place par R. Cependant, les deux jambes seront entraînées lors des exercices, afin de ne pas renforcer cette asymétrie.
- **Saut à cloche pied** : R. ne sait pas comment effectuer le saut à cloche pied sur la jambe gauche, il essaye pourtant, malgré son anxiété. Il ne lui est possible de réaliser que six ébauches de sauts pendant lesquels il pose quatre fois le pied par terre. En effet, même en

l'absence d'oscillation, il ne parvient pas à garder la jambe en l'air, comme s'il voulait s'appuyer sur cette dernière pour sauter, ne pouvant programmer son mouvement autrement. L'ensemble du corps est hypertonique et reste très droit, avec le regard dirigé vers le sol. Les sauts sont très courts avec de nombreux arrêts, et les mouvements sont saccadés. La flexion des jambes lors du saut est très faible avec un pied qui se pose à plat. Les membres supérieurs sont hypertendus à l'horizontale, ils se baissent à chaque saut afin d'aider à l'impulsion, mais cette dernière est trop faible et inefficace. Le bras gauche est tendu devant à l'horizontale afin de contrebalancer le déséquilibre créé par la jambe droite.

- **Poussée sur le skate board** : R. était très anxieux à l'idée de monter sur la planche de skate. Afin de diminuer son appréhension, je l'ai fait monter à pieds joints sur la planche avant de le filmer, en le tenant et en faisant quelques poussées latérales, pour qu'il se familiarise avec ces nouvelles sensations. Malgré cela, R. reste très prudent lorsqu'il se déplace seul avec le skate board, avec une vitesse et une longueur de poussée très faibles. L'écart entre les deux pieds à chaque poussée est inférieur à 30 cm. R. se tient droit avec une posture plutôt hypertonique, tant au niveau des membres inférieurs que supérieurs. Ces derniers restent immobiles et tendus à la verticale, ils n'aident pas à la rééquilibration. Pour les premières poussées, R. regarde alternativement ses pieds puis devant lui, il fixe ensuite son regard vers le sol, ce qui l'oblige à s'arrêter pour ajuster deux fois sa direction. Au niveau des membres inférieurs, la jambe qui sert à la propulsion ne remplit pas ce rôle et se trouve toujours en hyper extension. C'est la jambe en appui sur la planche qui, avec une certaine rigidité, fait avancer celle-ci, et l'autre jambe la rejoint. Ainsi, le pied qui pousse ne dépasse jamais le pied situé sur la planche et se pose à plat, en bloc. Le pied placé sur le skate board est parfois trop avancé, ce qui fait basculer la planche vers l'avant.

## B. Présentation du protocole

Suite à la réalisation du bilan de R., il me semblait nécessaire de travailler sur ses difficultés motrices, et en particulier sur ses capacités d'équilibre. Les parents de R. ont pu me rapporter que ses difficultés dans ce domaine pouvaient l'handicaper au quotidien, mais surtout dans ses loisirs lorsqu'il fait de la randonnée, et en cours d'éducation physique à l'école. Au travers des exercices que j'ai proposés à R., l'objectif était donc d'améliorer son intégration des informations proprioceptives et vestibulaires pour observer si cela permettait d'augmenter ses

capacités d'équilibre, notamment unipodal et dynamique comme lors des sauts à cloche pied qu'il avait beaucoup de mal à réaliser.

Afin de travailler les autres objectifs inscrits dans le projet de l'enfant, trente minutes sur une séance d'une heure sont allouées au travail de l'équilibre et de la proprioception, tous les mardis de 17h à 17h30, de janvier à mars. Elles sont divisées en trois temps décrits ci-dessous. Ces derniers sont réalisés en chaussettes, à la demande de l'enfant qui préfère être sans chaussures, et afin de ressentir au mieux les sensations perçues.

### 1) Temps de relaxation

Ce temps se déroule dans la « salle jaune », identifiée par les enfants comme étant la salle de relaxation et de stimulations sensorielles. Cela permet une structuration de l'espace, conformément à ce que recommande l'approche TEACCH. L'enfant sait donc à l'avance que cette salle sera dédiée à des activités calmes et/ou sensorielles. L'objectif de ce moment est de diminuer le tonus et l'anxiété de l'enfant, et de le faire accéder à un état de détente.

Une évaluation des préférences de R. a été réalisée au préalable, avant le début du protocole, pour cibler parmi mes propositions, quelles techniques lui permettraient de se détendre au maximum. Je présentais alors à R. des pictogrammes ou des photos des objets et des activités qui allaient lui être proposés, en y associant l'utilisation réelle de l'objet ou la manipulation, afin que l'enfant puisse se représenter ce qui allait être fait.

Une fois dans la salle, je lui pose des questions afin de savoir comment il se sent, comment sa journée s'est passée, quelle émotion il ressent et ce qu'il a envie de faire, s'il préfère s'allonger, rester assis... Je remplis alors le questionnaire joint en annexes selon ses réponses. Les difficultés de reconnaissance des émotions que peut rencontrer R. ont certainement biaisé les réponses, mais cela permettait également de renforcer cet objectif travaillé avec la psychologue.

La relaxation se constitue alors de deux moments pour une durée totale de cinq à dix minutes : un moment allongé sur le tapis pendant lequel j'effectue des manipulations passives de type Wintrebert au niveau des bras et des jambes, en insistant notamment sur l'articulation des chevilles, tout en accompagnant l'enfant sur des respirations profondes, puis un moment à plat ventre sur le gros ballon avec lequel je réalise des balancements. La technique de Jacobson, consistant à contracter volontairement puis relâcher les muscles, a également été expérimentée

au niveau des membres inférieurs et supérieurs. Une couverture lestée est proposée à l'enfant afin de renforcer ses sensations proprioceptives. Le jeu de la marionnette est également amené, consistant à maintenir les membres dans une position donnée et à les relâcher lorsque je fais semblant de « couper les fils », lorsqu'il ne parvient pas à relâcher ses membres lors des manipulations passives.

A la fin de ce temps, une échelle de détente constituée de quatre niveaux représentés par des smileys (voir annexes) permet à R. de m'indiquer s'il se sent un peu détendu, détendu, très détendu ou pas du tout détendu.

## 2) Temps de stimulations sensorielles

Toujours dans la salle jaune, ce temps de stimulations sensorielles fait suite à la relaxation pour une durée de cinq à dix minutes également. Au vu des résultats au profil sensoriel et des objectifs déterminés, le travail est centré sur des stimulations exclusivement proprioceptives, vestibulaires et tactiles. Comme pour la relaxation, les préférences de R. ont été évaluées avant le début du protocole avec un large choix de stimulations : siège ou masseur vibrant, balle à picots, tapis d'acupression, toupie vestibulaire... Le but étant de stimuler les systèmes proprioceptif et vestibulaire, avant les exercices d'équilibre, afin que l'enfant ait une meilleure perception et donc une meilleure prise en compte et intégration des informations issues de ces systèmes. Des pictogrammes sont là-aussi utilisés pour permettre à l'enfant de visualiser l'activité qui va être faite.

La première est réalisée en autonomie par R. qui se passe le masseur vibrant sous la plante des pieds et sur les jambes, pendant que j'installe le matériel. Pour le second exercice, R. est allongé sur le dos, au sol, les jambes à la verticale contre le mur, et doit faire monter et descendre plusieurs fois la balle à picots sous ses pieds le long du mur, en fléchissant ses jambes et sans la faire tomber. Il le fait ensuite en fermant les yeux. Le troisième exercice consiste à marcher sur du papier bulle, et à éclater les bulles en mettant plus ou moins de force. Je demande également à R. de le faire tantôt avec la pointe des pieds, tantôt avec les talons. Pour le dernier exercice, R. doit marcher sur les talons en maintenant des sacs lestés en équilibre sur le dessus de chaque pied, afin de travailler un déroulé correct du pied lors de la marche, et non un pied posé à plat. Ce temps se termine par la toupie géante dans laquelle je fais tourner R. et qui stimule fortement son système vestibulaire, tout en étant un objet très renforçant pour lui.



*Exemples de matériel utilisé : toupie géante et masseur vibrant*

### 3) Temps d'exercices moteurs

Les exercices moteurs sont réalisés dans la salle de psychomotricité pour une durée de quinze minutes. Conformément à la méthode TEACCH, les activités sont présentées dans l'ordre de réalisation sur le banc, de gauche à droite, afin que l'enfant puisse visualiser ce qui va être fait et ce qu'il lui reste à faire. Le matériel est rangé dans une caisse au fur et à mesure des activités.

Des bracelets lestés, d'un poids de cinq cents grammes chacun, sont ajoutés à chaque cheville durant les exercices afin de permettre à l'enfant de mieux ressentir ses mouvements et de mieux percevoir la position de ses jambes dans l'espace.

J'ai constitué un programme d'exercices pour huit séances. Ce dernier est divisé en deux périodes de quatre séances. Quatre exercices sont réalisés pendant les quatre premières, puis quatre autres exercices sont mis en place pour les quatre dernières séances, afin de pouvoir les répéter un certain nombre de fois comme il est nécessaire de le faire avec la population TSA, et également afin d'augmenter la complexité des exercices en passant par exemple de surfaces relativement stables lors de la première session à des surfaces plus instables lors de la deuxième. En fonction de la réussite et des progrès de l'enfant à chaque séance, je réajuste ce que j'avais prévu pour la suivante. Pour augmenter la complexité, je peux demander à l'enfant de faire l'exercice les yeux fermés ou sur une surface instable, de le faire plus rapidement, de diminuer son polygone de sustentation, ou de faire l'exercice en double tâche.

R. est un enfant qui a tendance à se démotiver si l'activité ne l'intéresse pas ou l'angoisse. Ainsi, une économie de jetons a été mise en place afin de conserver sa motivation jusqu'à la fin des activités : à chaque exercice réalisé jusqu'au bout avec application ou remobilisation après un échec, R. obtient un jeton qui lui permet de gagner du temps - une minute ou trente secondes

- pour une activité choisie avant de commencer les exercices. Il peut ainsi gagner jusqu'à quatre jetons par séance. La plupart du temps, R. choisit de gagner du temps pour discuter avec moi d'un sujet qui lui plaît, pour faire de la toupie géante ou du gros ballon. Ce procédé fonctionne très bien avec R. qui est volontaire et s'investit beaucoup pour chaque exercice.

L'ordre des exercices varie d'une séance à l'autre, bien que le parcours soit toujours réalisé en dernier, l'équilibre dynamique étant le plus complexe pour R. De plus, avant d'introduire une nouvelle complexification au sein d'un exercice, les étapes précédentes sont répétées afin de s'assurer qu'elles sont maîtrisées.

### 3.1 Exercices des quatre premières séances

- ❖ **Swiss ball** : L'enfant est assis sur le gros ballon et se déséquilibre latéralement et en antéropostérieur. Une cible visuelle à fixer est utilisée pour stabiliser le regard de l'enfant dans un premier temps. Puis il lui est demandé de lever alternativement une jambe ou l'autre, de lever une jambe et un bras... A la deuxième séance, R. doit exécuter ces exercices les yeux fermés afin de le priver d'information visuelle pour qu'il se concentre sur les informations proprioceptives, puis en mettant les mains sur la tête pour élever le centre de gravité sans pouvoir se rééquilibrer à l'aide des bras. Lors de la troisième séance, il est demandé à R. d'aller ramasser des objets au sol ou d'en toucher à différentes hauteurs et directions, pour travailler les rééquilibrations. Le gainage de l'axe corporel est également travaillé : R. doit glisser à plat ventre sur le ballon le plus loin possible tout en gardant son corps gainé. Il peut ainsi prendre conscience de l'ensemble de son corps avec le passage du gros ballon du torse aux chevilles. Lors de la quatrième séance, l'objectif est de faire monter R. à genoux sur le gros ballon en le tenant, pour augmenter l'instabilité et susciter des réactions d'équilibration plus rapides et efficaces.



*Exercice de gainage corporel*

- ❖ **Toucher des objets/Percer les bulles de savon sur sol stable** : L'enfant se tient, dans un premier temps, debout pieds joints sur un carré de couleur qui délimite la zone à ne pas dépasser. En restant dans cette zone, il doit aller toucher des objets à différentes hauteurs ou percer les bulles de savon que je souffle, pour faire varier la position de son centre de gravité et travailler notamment la flexion des jambes. Le même exercice est ensuite réalisé, lors de la deuxième séance, les yeux fermés avec des objets émettant un feedback sonore (cloches musicales), puis en se tenant sur un pied. Avec le pied libre, l'enfant doit toucher des cloches sonores disposées autour de lui à distances variables, d'abord les yeux ouverts lors de la troisième séance, puis fermés lors de la quatrième.



*Exercice du toucher des cloches musicales sur un pied*

- ❖ **Equilibre statique accroupi et debout talon-pointe** : Lors de la première séance, afin d'affiner les observations effectuées sur le saut cloche pied et le déplacement sur le skateboard, des films sont réalisés pour analyser les stratégies d'équilibration utilisées par R. en équilibre statique accroupi et debout talon-pointe et ce, dans quatre conditions pour chaque situation : yeux ouverts sur sol dur, yeux ouverts sur sol mou, yeux fermés sur sol dur, et yeux fermés sur sol mou. Au vu des difficultés de R. à maintenir l'équilibre, ces exercices ont été repris durant les trois séances suivantes : il devait regarder une vidéo de son choix sur la tablette placée en face de lui, afin de stabiliser son regard, pendant l'exercice d'équilibre, effectué sur un sol dur pendant deux séances, puis sur un sol mou lors de la quatrième séance, en tenant le plus longtemps possible. Cet exercice fait également intervenir la double tâche, R. devant à la fois se concentrer sur son équilibre et regarder la vidéo.



*Exercice d'équilibre talon-pointe sur sol mou avec visionnage d'une vidéo*

- ❖ **Parcours instable** : L'enfant doit marcher sur une succession de coussins sans perdre l'équilibre : un gros coussin mou, un coussin avec des barres placées en dessous, un coussin posé sur des balles, trois petits coussins positionnés de manière instable sur des briques en carton, et enfin le gros pouf. La première séance, l'enfant se réceptionne à deux pieds sur chaque coussin. A la deuxième, deux obstacles modalisés par des barres horizontales reposant sur des plots sont à franchir. Lors de la troisième séance, il réalise le parcours en double tâche en portant un objet sur la tête afin d'élever son centre de gravité. Cela contraint également l'enfant à ne pas utiliser ses bras pour se rééquilibrer, mais à réajuster son axe corporel, tout en maintenant l'objet sur sa tête. Ces exercices sont repris à la quatrième séance et en fonction de la réussite de l'enfant, il fait le parcours en tenant le gros ballon devant lui, bloquant ainsi son champ de vision et l'obligeant à se concentrer sur les informations proprioceptives. Les obstacles sont alors enlevés.



*Premier parcours*

### 3.2 Exercices des quatre dernières séances

- ❖ **Toucher des objets/Percer des bulles de savon sur la galette à picots** : Cet exercice est le même que celui de la première partie, mais en se tenant cette fois-ci sur la galette à picots. Ce support instable demande davantage d'efforts pour se rééquilibrer. Comme lors de la première partie, R. doit d'abord tenir en équilibre à pieds joints sur la galette, puis en touchant des objets. L'objectif est alors de tenir en équilibre quinze secondes. Lors de la deuxième séance de cette seconde partie, il le fait les yeux fermés avec pour objectif de tenir cinq secondes. Les deux dernières séances sont consacrées à essayer de tenir en équilibre unipodal sur la galette pendant cinq secondes, puis de toucher des objets dans cette position.



*Exercice d'équilibre unipodal sur la galette à picots avec les cloches musicales*

- ❖ **Trampoline** : L'enfant saute d'abord à deux pieds avec un grand polygone de sustentation, puis ce dernier est réduit avec des sauts à pieds joints. Lors de la deuxième séance de cette partie, les sauts sont alternés jambe droite/jambe gauche. Lors des troisième et quatrième séances, l'enfant saute sur un pied. Les deux pieds sont entraînés successivement. Les exercices sont réalisés les yeux fermés en fonction de la progression de l'enfant.



*Exercice du saut à cloche pied sur le trampoline*

- ❖ **Twister** : Ce jeu consiste à poser ses mains et ses pieds sur un tapis avec des ronds de couleur. En respectant la contrainte de couleur et de numéro donnés, ainsi que le membre attribué à ces derniers, l'enfant pose au départ ses deux mains et ses deux pieds avec des positions simples, puis plus complexes, dans le but de faire varier son centre de gravité. Lors de la deuxième séance, les figures sont réalisées avec un pied et deux mains ; de même lors de la troisième séance mais avec des positions plus complexes. La dernière séance consiste à faire des figures avec un pied et une main. Il est demandé à R. de tenir les positions pendant cinq secondes.



*Exercice du Twister sur un pied et une main*

- ❖ **Parcours instable** : La progression est la même que celle du premier parcours : franchir des obstacles, tenir un objet sur la tête, puis le gros ballon devant soi, mais le parcours est différent avec des surfaces plus étroites comme des plots instables et le passage sur une poutre arrondie. A la fin du parcours, l'enfant doit tenir en équilibre le plus longtemps possible sur la plateforme en bois, tout d'abord avec aide (quinze secondes minimum), puis sans (cinq secondes minimum), et enfin, les yeux fermés.



*Deuxième parcours*

## C. Evolution au fil des séances

### 1) Temps de relaxation

R. n'avait jamais ou peu expérimenté la relaxation avant le protocole. Je lui ai donc proposé diverses méthodes : un travail sur la respiration, des manipulations passives de type Wintrebert, et un temps de détente sur le gros ballon, afin de diminuer son anxiété et réguler son tonus.

Au début de chaque temps de relaxation, R. s'allonge sur le tapis et ferme les yeux pour commencer le travail sur la respiration avec des inspirations et expirations profondes. Nous appelons cet exercice la « respiration en étoile » : R. doit faire le contour de chacun de ses doigts d'une main avec son autre main, une inspiration correspondant à la « montée » du doigt, et l'expiration à la « descente » de ce même doigt. Cet exercice est compliqué pour R. et le reste tout au long du protocole : en effet, ses respirations sont rapides, courtes et forcées. R. ne parvient ni à expirer ni à inspirer profondément, faisant ainsi le contour de ses doigts très rapidement. Lors des premières séances, R. réalise ses respirations par mimétisme si je les fais en même temps que lui. Il pourra les faire seul au bout de quatre séances, mais a besoin de rappels réguliers pour les continuer. Ses sourcils peuvent également parfois se froncer pendant cet exercice qui lui demande beaucoup de concentration.

Concernant les manipulations passives des bras et des jambes, le relâchement musculaire est très difficile pour R. qui ne comprend pas ce qu'on attend de lui lors des premières séances. Il exécute alors souvent le mouvement lui-même, en contractant ses muscles et ne me laissant pas faire. Son corps est très rigide et de nombreuses paratonies peuvent être observées. Alors qu'il « plaquait » les bras contre son corps au début du protocole, après quelques séances, R. parvient mieux à relâcher ses membres lors du jeu de la marionnette et lorsqu'il réalise des contractions-décontractions de type Jacobson. Les manipulations deviennent également plus faciles lorsque je lui dis et lui évoque l'image mentale d'être « tout mou ». Au fil des séances, je peux mobiliser ses jambes avec moins de contractions, il me laisse faire le mouvement. Les bras sont plus difficiles à détendre, tout comme ses chevilles qui restent très rigides, presque impossibles à mobiliser, et qu'il bloque volontairement par peur qu'elles ne se « cassent » lorsqu'on les manipule. Cette angoisse est très vive chez R. depuis qu'il s'est cassé la cheville, et explique en partie cette importante rigidité. J'ai alors rarement pu sentir un relâchement musculaire au niveau de ses chevilles et de ses pieds.

La détente sur le gros ballon est l'exercice préféré de R. qui demande souvent cette activité en guise de renforcement à la fin de la séance. En se couchant à plat ventre sur le gros ballon et en se laissant balancer doucement, R. réussit à relâcher son corps et à se détendre.

Ce temps de relaxation est plus ou moins efficace selon les séances et l'humeur de R. : en effet, R. a pu arriver en séance de psychomotricité très en colère ou très fatigué. Alors qu'il situait son niveau de détente à « Je me sens détendu » sur l'échelle des smileys à la fin des trois premiers temps de relaxation, il utilisait le smiley « Je me sens très détendu » lors des cinq séances suivantes, même lorsqu'il désignait le smiley « Je ne me sens pas détendu » avant de débiter la relaxation. Lors des dernières séances, R. me dit être capable de sentir la différence concernant son niveau de détente entre avant le temps de relaxation et après. Toutefois, les remarques de R. et nos observations restent relativement subjectives.

R. n'a pas souhaité utiliser la couverture lestée, bien qu'appréciant les compressions corporelles.

R. a pu exprimer à la fin du protocole qu'il aimait beaucoup ces exercices de relaxation, et qu'il était triste de ne plus en faire. Je lui ai répondu que nous pourrions les reprendre aux séances suivantes, et également s'entraîner à les mettre en pratique au quotidien.

## 2) Temps de stimulations sensorielles

Ce temps consiste à stimuler les mécanorécepteurs situés dans les articulations, muscles et tendons des membres inférieurs, afin d'augmenter leur sensibilité et pouvoir avoir une meilleure conscience de la position de son corps dans l'espace.

R. réalise en autonomie des massages avec le masseur vibrant, en le passant sous la plante des pieds et sur les jambes. Je lui demande d'y mettre une certaine pression afin que les vibrations stimulent les récepteurs sensitifs. Il apprécie cet outil, mais le fait relativement rapidement, toujours en raison de l'angoisse suscitée par le toucher de ses pieds.

Pour ce qui est d'écraser le papier bulle avec les pieds, R. n'aime pas vraiment cette activité au début, car, le papier étant de mauvaise qualité, les bulles ne s'éclatent pas. Une fois le papier changé, R. peut disposer des feedbacks sonores des bulles qui éclatent, chose qu'il apprécie beaucoup, et l'encourage à poursuivre ses mouvements. Le déroulé de son pied est travaillé en alternant l'équilibre sur les talons et sur les pointes. Il est plus en difficulté pour ces dernières en raison de l'instabilité que cette position entraîne, mais il réalise des progrès au fur et à mesure des séances, notamment lorsque je lui conseille de fixer un point droit devant lui et de ne pas

regarder ses pieds, et lorsqu'il ne bloque plus ses chevilles, favorisant une stratégie d'équilibre issue de celles-ci.

Pour faire rouler la balle à picots sous ses pieds, R. s'allonge sur le dos en ayant les fesses contre le mur et les jambes à la verticale. Il fait alors rouler la balle le long du mur par mouvements de flexion-extension des jambes, sans la faire tomber. R. réussit très bien cet exercice pour lequel il reste très concentré et peut également le réaliser les yeux fermés pour se focaliser sur les sensations de ses jambes et de ses pieds.

L'exercice consistant à maintenir des sacs lestés sur le dessus des pieds en marchant sur les talons sans les faire tomber est plus difficile pour R. : en effet, il regarde ses pieds et reste penché en avant lors des premières séances, ce qui le déséquilibre. Il fait alors tomber les sacs plusieurs fois. Ce nombre de chutes diminue lorsque je lui dis de se tenir bien droit avant de commencer à marcher, et de me regarder ou de fixer un point dans l'espace lorsqu'il se déplace. Il pourra alors faire un aller-retour dans la salle sans faire tomber les sacs.

R. apprécie énormément tourner dans la toupie géante qui stimule son système vestibulaire, ce qui peut paraître surprenant au vu de son hypersensibilité aux mouvements, mais cette dernière s'exprime davantage lorsque ses pieds touchent le sol.

Lorsque que la météo le permettait, nous allions dehors et je tirais R. assis sur le skate à l'aide d'une corde. Il appréciait beaucoup ce jeu qui permettait également de lui faire travailler ses réactions d'équilibre. R. se laissait de moins en moins surprendre par le déséquilibre, en tonifiant son axe corporel.

### 3) Temps d'exercices moteurs

R. est toujours volontaire pour réaliser les différents exercices, bien qu'ayant une forte appréhension pour certains. Il me dit apprécier l'économie de jetons qui est très motivante pour lui : il s'applique alors pour chaque exercice par peur de ne pas obtenir son jeton, les gagnant ainsi tous à chaque séance. Il est cependant nécessaire de rester vigilant à sa fatigabilité.

La progression des exercices a pu être respectée sur les huit séances, R. réussissant chaque étape proposée.

Pour la première période d'exercices, soit les quatre premières séances, R. ne semble pas très à l'aise au début sur le gros ballon. Son corps est rigide, il lui est difficile de lever une jambe ou un bras et de répondre efficacement au déséquilibre sans s'affaisser, par peur de

tomber. Ses réactions posturales seront plus fluides au fur et à mesure des quatre séances, notamment grâce à l'exercice de gainage pour lequel il s'élançait loin vers l'avant et ne gère pas toujours la vitesse impulsée, mais parvient à gagner son corps. Il a toutefois du mal à s'appuyer sur ses bras, révélant une faiblesse musculaire. Il réussit petit à petit à se tenir droit, assis sur le ballon, lorsqu'il lève une jambe. R. s'accroche fortement à moi lorsqu'il monte à genoux dessus.

R. n'a aucune difficulté pour toucher les cloches musicales à différentes hauteurs lorsqu'il se tient pieds joints sur un sol stable, même en fermant les yeux, sa dépendance aux informations visuelles étant moins prégnante lors de situation stable. R. peut alors se fier à ses informations proprioceptives et utilise une stratégie de hanche efficace. De plus, appréciant la musique notamment classique, il aime beaucoup cet exercice et essaye de reconnaître les différentes notes de musique. R. réussit également à toucher les cloches au sol avec un pied, et ce dans différentes conditions, à condition que les cloches soient placées dans un périmètre relativement proche de lui. Ses bras lui permettent alors de se rééquilibrer. Si les cloches sont plus éloignées de lui, R. perd l'équilibre, son centre de gravité sortant de sa limite posturale, et fait un pas. La condition yeux fermés est plus difficile, mais il parvient tout de même à toucher quelques cloches avec son pied sans perdre l'équilibre, lorsque je lui conseille de bien visualiser la position de la cloche avant de fermer les yeux et de prendre son temps pour l'atteindre avec son pied, afin de se concentrer sur ses sensations proprioceptives et vestibulaires.

Pour l'équilibre statique accroupi et debout talon-pointe, R. choisit de regarder des vidéos de musique classique, ce qui l'aide à se concentrer et à stabiliser son regard. A la dernière séance, il peut ainsi rester plus de trente secondes accroupi, en essayant de maintenir son axe à la verticale, et également debout talon-pointe sur sol mou les yeux ouverts, contre cinq secondes environ les yeux fermés sur sol dur, montrant à nouveau que R. est davantage performant lorsqu'il peut bénéficier des informations visuelles, et ce, même sur une surface instable. Cela permet de vérifier qu'il est plus difficile pour les sujets TSA d'ajuster leur équilibre en se basant uniquement sur leurs sensations proprioceptives. De plus, ses bras restent fixes à l'horizontale pour aider à la stabilisation, leur absence de mouvement limitant les oscillations.

Concernant le parcours, R. a du mal à se réajuster lorsqu'il marche sur le pouf, ses pieds s'enfonçant dedans. Il ne peut alors rétablir la verticalité de son axe corporel. Le déséquilibre est également compliqué à gérer avec les balles sous le coussin dans un premier temps, mais il parviendra à le maîtriser au bout de quelques essais en se redressant et grâce à une stratégie de cheville permise par une rigidité articulaire moindre, combinée à une stratégie de hanche. Il parvient à franchir les obstacles. Le fait de tenir un objet avec ses mains sur la tête lui permet de ne pas être déséquilibré par ses mouvements de bras et de se concentrer sur son axe corporel.

Il ne fait aucune chute, tout comme lorsqu'il tient le gros ballon devant lui, l'obligeant à se focaliser sur les informations sensorielles provenant de ses pieds. Les informations visuelles n'étant plus disponibles, R. peut uniquement se fier à ses informations proprioceptives et vestibulaires, qui semblent alors être petit à petit mieux intégrées.

La réussite de R. à ces premiers exercices nous permet de poursuivre avec des activités plus complexes, majorant l'instabilité. Il est alors normal qu'il soit plus en difficulté ; il réussit toutefois plusieurs exercices.

Il parvient à tenir quinze secondes pieds joints sur la galette à picots les yeux ouverts et cinq secondes les yeux fermés, témoignant à nouveau de l'importance des informations visuelles, et à toucher des objets à différentes hauteurs sans perdre l'équilibre. Il utilise d'abord une stratégie de cheville puis de hanche, plus adaptée pour maintenir son équilibre sur une surface instable, et avant la stratégie de pas, s'il ne peut rétablir ce dernier. Les picots semblent stimuler les propriocepteurs plantaires, permettant à R. une meilleure intégration de ces informations. En revanche, il ne peut tenir que quelques secondes sur un pied lorsque ce dernier est placé correctement au milieu de la galette, l'instabilité étant trop importante, malgré l'utilisation de ses bras pour se réajuster. L'objectif des cinq secondes est atteint lors de la dernière séance, mais son pied est placé sur le côté de la galette, ce qui limite le déséquilibre. Il perd quelques fois l'équilibre lorsqu'il doit toucher les cloches, le mouvement d'atteinte majorant son déséquilibre, et la condition yeux fermés est impossible.

R. n'a pas de difficulté pour sauter pieds joints sur le trampoline, et ce même les yeux fermés, bien qu'il soit plus prudent dans cette condition. Cette activité est toutefois très anxiogène pour lui. En effet, il a peur de tomber du trampoline et de se casser la cheville comme cela a pu se produire dans le passé. Cela se traduit par des contractions toniques nettement marquées au niveau des membres supérieurs, et de nombreuses syncinésies faciales. Il parvient à surmonter sa peur pendant les séances et peut réaliser des sauts alternés, même les yeux fermés. Les progrès de R. dans cette condition envisagent là encore une meilleure prise en compte des informations proprioceptives. Les sauts à cloche pied sont plus difficiles : il veut faire de grands sauts qui le déséquilibrent fortement. En lui indiquant de faire de petits sauts, il parvient mieux à se stabiliser. La condition yeux fermés à cloche pied est réalisée en le tenant.

Au jeu du Twister, R. arrive très bien à garder les positions à deux mains et deux pieds, pendant cinq secondes, tout comme les positions à un pied et deux mains. Il est plus en difficulté pour ces dernières lorsque les mains sont peu écartées ou proche des pieds, réduisant ainsi le polygone de sustentation, et pour les positions à un pied et une main notamment lorsqu'elles

mobilisent des membres controlatéraux. Il réussit à en tenir deux sur quatre, en limitant le déséquilibre avec l'autre bras et l'autre jambe. Le talon de son pied d'appui est constamment décollé, témoignant d'une rigidité articulaire encore présente et limitant sa surface d'appui plantaire. R. est rapidement fatigable sur cet exercice.

Comme pour le premier parcours, R. est capable d'exécuter le deuxième sans poser le pied par terre, il passe les obstacles sans difficulté, et peut tenir un objet sur sa tête, ou le gros ballon devant lui, même pour marcher sur la poutre arrondie, montrant que R. peut désormais se servir de ses informations proprioceptives pour se rééquilibrer. Pour garder l'équilibre sur des surfaces étroites comme le plot instable et le rocher, et pour marcher sur les coussins, R. privilégie une stratégie de hanche, inclinant le buste pour se réajuster, associée à une flexion des chevilles, ou diminue son centre de gravité en fléchissant légèrement les genoux. Ces deux stratégies semblent efficaces. Il réussit à tenir parfaitement en équilibre sur la bascule en bois pendant quinze secondes sans mon aide durant les deux dernières séances, dépassant ainsi l'objectif visé. Très peu d'oscillations sont alors observables, R. reste concentré pour maintenir la planche en équilibre à partir des informations que lui renvoient ses pieds, en mettant en place une stratégie de cheville, en gardant son axe bien droit, et fixe un point de l'espace.

Dans l'ensemble des exercices, les ajustements posturaux sont réactionnels à l'instabilité que R. ne semble pouvoir anticiper. Toutefois, R. semble maîtriser de mieux en mieux les degrés de liberté articulaire pouvant passer d'une stratégie en bloc à une stratégie articulée, ce qui lui permet de répondre de manière plus adaptée au déséquilibre.

### III. Résultats

La réévaluation a été réalisée fin mars, à l'aide du M-ABC 2 et des grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur la planche de skate.

#### A. Résultats au M-ABC 2

M-ABC 2	Note brute	Note standard	Rang percentile	Interprétation
Dextérité manuelle	27	8	25	Satisfaisant
Maîtrise de balles	11	5	5	Déficitaire
Equilibre	33	11	63	Très satisfaisant
Total	71	7	16	Fragile

Items d'équilibre	Note brute	Note standard de l'item		Note de composante	Note standard	Percentile
Equilibre sur une planche (meilleure jambe)	30	13	10	33	11	63
Equilibre sur une planche (autre jambe)	5	7				
Marcher T/P en avant	15	11				
Sauts à cloche pied (meilleure jambe)	5	11	12			
Sauts à cloche pied (autre jambe)	5	12				

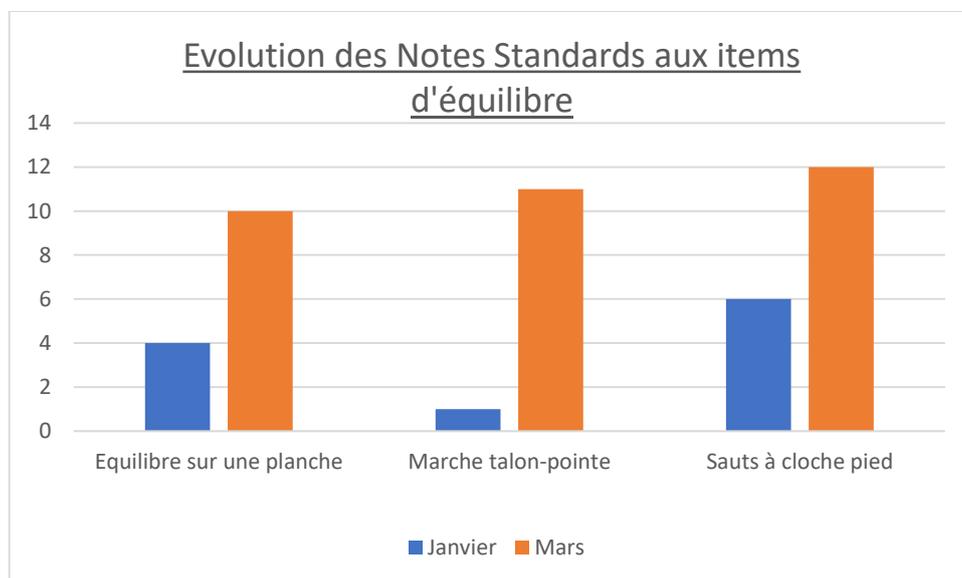
Dextérité manuelle : Le score de R. est resté le même que celui de la première évaluation de janvier. Il perd des points à l'épreuve des chevilles avec un essai échoué de la main non dominante où il prend deux chevilles en même temps et n'est pas assez rapide sur l'autre essai. L'épreuve du lacet est bien réussie, on note cependant toujours l'effet très anxiogène du chronomètre pour R. qui redoute de ne pas y arriver. Ses capacités de précision visuomotrice sont dans la norme, il ne fait aucune erreur et s'applique énormément.

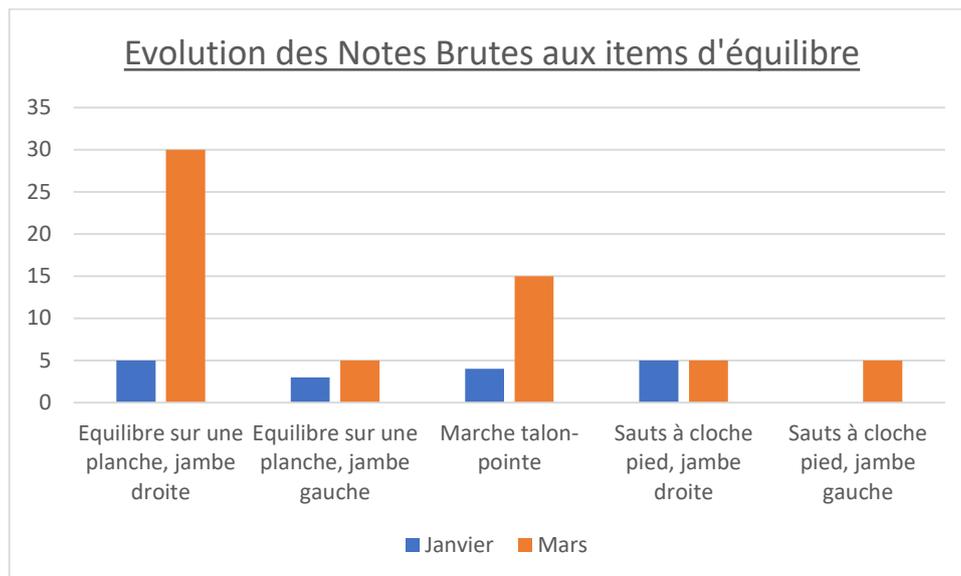
Maîtrise de balles : Comme pour la dextérité manuelle, les scores sont identiques à la première évaluation. R. est toujours très en difficulté pour attraper une balle, ce qu'il vit comme un véritable échec. Malgré mes interventions verbales, il persiste à exécuter les mêmes mouvements. Il regarde le sol au lieu de regarder devant lui et lance la balle près du sol. Son bras est verrouillé. Il parvient à réussir quelques lancers sur la cible, avec un geste toujours hypertonique.

Equilibres statique et dynamique : Suite au protocole, les progrès de R. en équilibre sont notables. Son anxiété pour ces épreuves est bien moindre et il est très motivé pour les réussir. Il parvient désormais à tenir plus de trente secondes sur un pied avec sa meilleure jambe, en utilisant ses bras, à l'horizontale pour se rééquilibrer et en stabilisant son regard droit devant lui. Il lui est toujours difficile de rester en équilibre sur la jambe gauche, ne pouvant maintenir la jambe droite levée plus de quelques secondes sans faire basculer la planchette. L'équilibre dynamique est également meilleur avec quinze pas réussis en marchant talon-pointe sur la ligne,

contre quatre à l'évaluation initiale. Les oscillations sont moins nombreuses du fait de mouvements de bras moins rigides et plus adaptés. Cinq sauts à cloche-pied sont désormais réussis sur chaque jambe. L'impulsion est plus forte, aidée par les bras, avec une meilleure flexion de la jambe d'appui, ce qui permet à R. de sauter dans les limites des tapis sans poser le pied libre. Contrairement à l'évaluation initiale, le saut est désormais possible sur la jambe gauche : R. peut se réceptionner sur cette dernière tout en gardant l'autre jambe en l'air. Son tonus reste élevé pour l'ensemble de ces épreuves, mais mieux adapté.

Score total : Les résultats de R. sont restés stables entre les deux évaluations pour deux des trois domaines, ceux qui n'ont pas été travaillés, avec une bonne dextérité manuelle mais une maîtrise de balles déficitaire. En revanche, suite au protocole visant principalement à stimuler les sensations proprioceptives et vestibulaires de R. et à diminuer son anxiété, ses capacités d'équilibres statique et dynamique se sont nettement améliorées, le faisant passer d'un score pathologique à un score dans la norme de son âge pour ce domaine. De nombreuses syncinésies faciales sont toujours présentes dans toutes les épreuves de motricité, témoignant de l'anxiété de performance que ces épreuves engendrent chez R. Il est fier des progrès qu'il a réalisés.





## B. Grilles d'observation du saut à cloche pied et du déplacement sur un skate board

Rappelons que seules les observations des sauts à cloche pied peuvent être utilisées comme mesure valide, celles du déplacement sur le skate board étant en partie biaisées par la pratique du skate au début et à la fin de certaines séances, et pouvant ainsi créer un effet d'entraînement malgré le peu d'étayage apporté. Les résultats sont donc à interpréter avec précaution.

Fin mars, les vidéos ont été réalisées, après le M-ABC 2, dans les mêmes conditions que celles de l'évaluation initiale : dix sauts sur chaque jambe pour les sauts à cloche pied, et dix poussées sur chaque jambe pour le skate board. Les grilles d'observation sont jointes en annexes et se basent sur une évaluation de la jambe gauche, comme lors de la précédente observation. Après analyse des vidéos, voici les évolutions que nous pouvons relever :

- **L'asymétrie de performance** est beaucoup moins marquée. En effet, R. a fait des progrès avec sa jambe non dominante, rendant ainsi les mouvements plus harmonieux des deux côtés.
- **Saut à cloche pied** : R. est désormais capable d'effectuer le saut à cloche pied sur la jambe gauche, il peut alors réaliser dix sauts sans s'arrêter ni poser le pied par terre, en gardant le genou de la jambe libre levé devant. L'ensemble du corps est droit avec un tonus adapté pour donner de l'élan. Le regard est majoritairement dirigé à l'horizontale dans la direction du

déplacement, parfois vers le sol. Les sauts sont courts et rapides, sans arrêt. R. est capable de faire de plus grands sauts, avec des mouvements plus amples. Les jambes sont plus fléchies pour donner une meilleure impulsion lors du saut. Le pied se pose toujours à plat lors de la réception, mais les chevilles semblent plus mobiles. Les membres supérieurs sont toniques mais plus souples, seul le bras droit est levé à l'horizontale lors des deux premiers sauts, puis le bras gauche se lève également : ils sont alors fléchis sur les côtés et R. lève et abaisse ses coudes pour donner une impulsion plus efficace.

- **Poussée sur le skate board** : R. est beaucoup moins anxieux et a pris confiance en lui. Il reste prudent, mais la vitesse et la longueur de poussée sont supérieures à celles de janvier, avec un écart de 90 cm à 1 m entre les deux pieds à chaque poussée. R. se tient droit mais n'est pas figé et son tonus est adapté, tant au niveau des membres inférieurs que supérieurs. Ces derniers ne restent plus immobiles, le bras droit est levé à l'horizontale, tandis que le bras gauche se lève et se baisse pour aider à l'impulsion. Les poings de R. sont fermés, révélant une anxiété toujours présente. Après un arrêt pour rectifier sa trajectoire, R. fait de grands mouvements de bras vers l'arrière pour contrôler le déséquilibre et l'impulsion donnée vers l'avant, la vitesse augmentant nettement sur les dernières poussées. La non maîtrise de la trajectoire s'explique notamment par le fait que R. dirige principalement son regard vers le sol. Au niveau des membres inférieurs, la jambe libre qui sert à la propulsion se fléchit pour pousser, après s'être placée en avant du pied de la planche, à partir de la cinquième poussée. Ainsi, le pied qui pousse s'arrête au niveau du pied situé sur la planche sur les premières poussées, puis le dépasse sur les dernières. Le déroulé du pied est également mieux marqué. Le pied d'appui est placé au milieu de la planche avec une alternance flexion/extension au niveau de la jambe. R. anticipe l'arrêt en diminuant la flexion de la jambe d'appui.

A ces observations initiale et finale du déplacement sur le skate board, s'ajoutent celles effectuées au début et à la fin de certaines séances. En effet, l'objectif était de voir si les exercices proposés avaient un effet au sein d'une séance même. Ces déplacements, réalisés sur chaque jambe, étaient de très courtes durées et avec le moins d'étayage possible afin de ne pas en faire un entraînement. L'effet d'habituation est toutefois non négligeable et à prendre en compte pour l'interprétation des progrès observés. Nous avons donc comparé les vidéos prises au début et à la fin d'une même séance pour voir si des différences étaient observables, mais également en comparant des vidéos de début de séance au début et à la fin du protocole, et de même pour les

vidéos de fin de séance, afin d'apprécier l'évolution dans le temps de ce déplacement. Nos observations sont retranscrites dans le tableau suivant :

<b>Début de protocole</b>	
<b>Début de séance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement lent.</li> <li>- Posture droite.</li> <li>- Regard vers le sol.</li> <li>- Pas de poussée, la jambe libre est tendue et c'est la jambe d'appui qui avance.</li> <li>- Les bras sont statiques et légèrement écartés du tronc.</li> <li>- Légère perte d'équilibre.</li> <li>- Pied à plat.</li> <li>- Asymétrie de performance.</li> </ul>
<b>Fin de séance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement plus rapide.</li> <li>- Posture droite.</li> <li>- Regard vers le sol.</li> <li>- Poussée plus franche mais encore faible, c'est la jambe libre qui se fléchit et pousse.</li> <li>- Les bras se lèvent pour contrôler l'équilibre.</li> <li>- R. parvient à se réajuster s'il est déséquilibré.</li> <li>- Pied à plat.</li> <li>- Asymétrie encore présente mais moins marquée.</li> </ul>
<b>Fin de protocole</b>	
<b>Début de séance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement plus rapide.</li> <li>- Posture assez figée.</li> <li>- Regard vers le sol.</li> <li>- La jambe libre pousse mais reste tendue.</li> <li>- Les bras se lèvent mais sont rigides et tendus.</li> <li>- Pied à plat.</li> <li>- Asymétrie moins présente.</li> </ul>
<b>Fin de séance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R. prend de la vitesse.</li> <li>- Posture moins rigide.</li> <li>- R. regarde la caméra et peut parler en même temps.</li> <li>- La jambe libre pousse et est plus souple avec alternance de flexion/extension.</li> <li>- Les bras se fléchissent, plus souples, et bougent pour aider à une impulsion efficace.</li> <li>- Le déroulé du pied est plus marqué rendant la poussée plus efficace.</li> <li>- Aucune asymétrie.</li> </ul>

Concernant la coordination en elle-même, nous pouvons observer une évolution au niveau des membres inférieurs, avec un passage d'un déplacement réalisé par la jambe fixe en ramenant la jambe libre, à une réelle poussée de la jambe libre qui peut aller en avant de celle située sur la planche, en s'assouplissant au fil des séances pour donner une impulsion plus fluide, et avec un déroulé du pied plus marqué. Une évolution s'observe également au niveau des membres supérieurs : alors que les bras étaient rigides et immobiles au début du protocole, ils deviennent un élément essentiel du contrôle de l'équilibre. R. les utilise, avec plus de souplesse, pour se réajuster et répondre au déséquilibre. De façon plus générale, les mouvements de R. deviennent beaucoup plus fluides avec une posture moins figée, son regard peut se détacher du sol ou de la direction du mouvement. R. peut également prendre de la vitesse, et être en double tâche, en me parlant en même temps qu'il réalise le mouvement, témoignant ainsi de la diminution de son anxiété vis-à-vis de cette coordination. Enfin, l'asymétrie de performance tend à disparaître complètement.

Ainsi, ces observations nous montrent une évolution au sein d'une séance même, mais également une évolution au fil du temps. En effet, les observations réalisées en début de séance, au début et à la fin du protocole, sont relativement différentes, montrant ainsi les progrès qui ont pu être faits et maintenus d'une séance à l'autre. De même, les différences retrouvées au niveau des observations de fin de séance, entre le début et la fin du protocole, soulignent que ces progrès amènent à un mouvement de plus en plus performant. Ces améliorations prouvent que le fait de répéter cette activité régulièrement permet de s'entraîner et d'améliorer le mouvement, même sans étayage, rejoignant ainsi les théories des apprentissages moteurs pour lesquelles la pratique bloquée et constante semble efficace pour l'acquisition d'une coordination ou d'une habileté de base.

Notre objectif était surtout de voir si les exercices mis en place permettaient d'améliorer le déplacement sur le skate board au sein même d'une séance. Nos observations affirment cette hypothèse. En effet, les progrès sont minimes mais existants au début du protocole, puis plus importants, notamment sur l'aspect qualitatif. Nous pouvons alors penser que les diverses activités proposées au cours de la séance ont pu avoir un effet immédiat sur la qualité du mouvement, avec notamment, une régulation tonique mieux adaptée, des mouvements plus fluides, et une diminution de l'appréhension.

## DISCUSSION

---

Bien que nous ayons conscience que l'utilisation des méthodes d'intégration sensorielle est parfois critiquée pour leur manque de preuves d'efficacité (Dawson & Watling, 2000), il nous semblait important de prendre en compte les particularités sensorielles des sujets avec autisme, et d'aménager l'environnement en fonction de ces dernières, afin d'observer si cela pouvait améliorer les troubles de l'équilibre fréquemment retrouvés dans cette population, et également faciliter l'apprentissage de coordinations. Nous avons vu que les sujets TSA généralisent davantage leurs apprentissages à partir des informations proprioceptives (Izawa et al., 2012), celles-ci leur permettant une meilleure conscience corporelle et l'utilisation d'une stratégie ascendante. Un traitement adapté de ces informations semble donc essentiel pour le développement moteur et les apprentissages. L'objectif était également de montrer que le travail et la maîtrise des prérequis est nécessaire avant toute chose : en effet, il semble indispensable de maîtriser les compétences de base, telles que l'équilibre, avant de pouvoir travailler des habiletés plus complexes.

Nous avons alors élaboré un protocole à cas unique sur huit séances, composées d'un temps de relaxation, de stimulations sensorielles et d'exercices moteurs, sollicitant essentiellement les systèmes vestibulaire et proprioceptif. Ce dernier a révélé des résultats très positifs pour R. : ses capacités d'équilibre sont bien meilleures autant en statique qu'en dynamique, comme nous le montrent les résultats du M-ABC 2 et les observations du saut à cloche pied et du déplacement sur le skate. Comme de nombreux sujets avec TSA présentant des troubles de l'équilibre, R. utilisait une stratégie en bloc et ne pouvait anticiper le déséquilibre, tout en dépendant fortement des informations visuelles. Suite au protocole, il semble pouvoir utiliser une stratégie articulée, toujours avec des ajustements réactionnels, en considérant davantage les informations proprioceptives et vestibulaires, notamment lorsque la vision n'est pas disponible. Le travail sur la relaxation semble avoir diminué son anxiété et amélioré sa régulation tonique, la rigidité articulaire étant toutefois encore présente.

Nous savons que l'intégration et le traitement des informations sensorielles sont fréquemment perturbés chez les sujets TSA, particulièrement les informations proprioceptives, pouvant en partie expliquer leurs difficultés d'équilibre. Or, nous supposons que le fait de stimuler les canaux vestibulaire et proprioceptif et d'aménager l'environnement sensoriel a pu entraîner une meilleure perception et une meilleure organisation de ces informations, permettant à R. de mieux comprendre son environnement et de pouvoir y répondre de manière

adaptée en adoptant des stratégies plus efficaces : R. bloque moins ses articulations dans les situations instables, il peut utiliser ses bras de manière fluide pour se réajuster et stabiliser son regard afin de rétablir son équilibre. Les oscillations sont moindres, avec un axe corporel mieux gainé. Une meilleure mobilité articulaire lui permet également d'utiliser une stratégie de cheville, efficace pour réajuster son équilibre sans faire de pas, souvent couplée à une stratégie de hanche lors de surfaces instables ou étroites. Les progrès réalisés en l'absence d'information visuelle vont dans le sens de l'hypothèse formulée par Fuentes et al. (2011) : les sujets TSA ne présenteraient pas un défaut d'intégration d'un type d'information sensorielle en particulier, mais des difficultés pourraient apparaître à des étapes ultérieures du traitement sensoriel. Ainsi, en travaillant sur le traitement des feedbacks sensoriels, R. a pu sélectionner les plus pertinents en fonction de la situation.

Par ailleurs, le fait que R. ait pu choisir au début du protocole les exercices de relaxation et les stimulations sensorielles qu'il préférerait, a également pu avoir un impact positif et participer aux progrès observés, la motivation étant un élément fondamental de tout apprentissage.

Enfin, une pratique constante et bloquée semble être celle à privilégier pour l'acquisition des habiletés de base chez les sujets TSA. Nous pouvons alors présumer que le fait d'avoir ainsi répété des stimulations sensorielles adaptées et des exercices d'approche motrice décomposée et ciblée sur les déficits, pendant plusieurs séances et dans les mêmes conditions, a pu améliorer les capacités d'équilibre de R.

Toutefois, ce protocole présente des limites. En effet, les techniques s'inspirant des principes de l'intégration sensorielle demandent un travail qui nécessite d'être très long sur la durée avant de montrer des résultats. Nous avons obtenu des résultats après un protocole de huit semaines, avec un entraînement hebdomadaire de trente minutes et ciblant une compétence particulière, ce qui est non négligeable, mais nous pouvons supposer qu'un travail sur plusieurs mois aurait permis davantage d'acquisitions. De plus, ces résultats se maintiennent rarement dans le temps si le travail n'est pas poursuivi. Il serait également intéressant de voir si les différents temps du protocole sont dissociables ou non. En effet, des améliorations sont notées suite à l'enchaînement et à la répétition de trois temps spécifiques, mais nous pourrions étudier l'effet de chacun de ces temps séparément sur les capacités d'équilibre afin de distinguer celui qui semble le plus efficace. De plus, cela permettrait de vérifier si des progrès peuvent être obtenus avec un entraînement d'une durée plus courte, notamment au sein d'une même séance, afin de pouvoir travailler d'autres compétences de la même manière.

Par ailleurs, les exercices d'intégration sensorielle semblent avoir un impact immédiat sur l'équilibre au sein d'une même séance, mais il nous est difficile dans ce protocole de savoir ce qui a permis les améliorations à plus long terme. Elles pourraient être dues à ce travail sensoriel, mais également à l'entraînement et à la répétition des exercices, créant ainsi une habitude aux diverses situations. Là encore, il serait nécessaire de s'assurer de la généralisation des compétences d'équilibre, en proposant régulièrement de nouvelles situations. En effet, la généralisation demeure un élément essentiel à travailler avec les sujets TSA, et bien que les aménagements sensoriels semblent faciliter l'apprentissage moteur, ces derniers devront être progressivement estompés jusqu'à disparaître, afin de pouvoir réaliser l'habileté motrice dans tous les milieux et à tout moment.

De plus, les résultats de ce protocole sont à interpréter avec beaucoup de précaution. En effet, outre les résultats objectifs fournis par le M-ABC 2, les grilles d'observation, apportant des informations sur l'aspect qualitatif des mouvements, sont soumises à la subjectivité de l'observateur, tout comme l'ensemble des observations sur l'évolution de R. au fil des séances et des différents temps. Il serait alors nécessaire de réaliser plusieurs analyses par divers observateurs. Aussi, la part de subjectivité de ce protocole souligne l'importance de l'utilisation d'outils standardisés afin d'objectiver les résultats. Rappelons, par ailleurs, que les mesures initiale et finale du déplacement sur le skate board sont biaisées par la pratique de cette activité à plusieurs reprises lors du protocole, afin de voir si les exercices mis en place avaient un effet immédiat sur ce déplacement au sein d'une même séance, pouvant ainsi constituer un effet d'entraînement et d'habitude, malgré la courte durée de ce déplacement et le peu d'étayage apporté. Le saut à cloche pied n'a, quant à lui, jamais été exécuté lors du protocole, laissant supposer que les progrès observés pour ce dernier découlent du protocole mis en place.

Bien que ce protocole ait donné des résultats positifs pour R., il est important de noter que les effets de cette méthode sont fortement dépendants du sujet lui-même, de sa disponibilité et de son humeur, variables d'une séance à l'autre. Certaines séances de R. pouvaient être moins fructueuses avec des résultats moins évidents suite aux exercices, lorsque R. était fatigué ou avait passé une mauvaise journée. Par ailleurs, tous les sujets ne semblent pas réceptifs à cette méthode. En effet, ce protocole a également été réalisé avec un deuxième sujet âgé de 14 ans, présentant également un TSA avec TDC et TDA/H associés, et un niveau intellectuel plus faible. Pour ce jeune homme, le protocole n'a pas fonctionné, donnant les mêmes résultats finaux que ceux de l'évaluation initiale. Nous pouvons tout de même noter des améliorations pour ce garçon au sein d'une même séance. En effet, les stimulations sensorielles et les

exercices proprioceptifs semblent améliorer de façon éphémère ses capacités d'équilibre, avec l'émergence de réactions posturales adaptées et d'une meilleure régulation tonique, mais les progrès ne se maintiennent pas d'une séance à l'autre et dans la durée. Ainsi, il serait nécessaire d'expérimenter cette méthode auprès de plusieurs sujets afin de la valider et d'établir le profil des sujets qui pourraient en bénéficier.

La Haute Autorité de Santé préconise ainsi, en 2012, de proposer ce type d'approche à certains sujets TSA, lorsque l'évaluation initiale et standardisée révèle des particularités sensorielles objectives, et que le suivi montre une efficacité individuelle. Elle insiste également sur la nécessité de proposer des interventions coordonnées et cohérentes, en soulignant l'importance d'une prise en charge globale. Il semble alors indispensable d'associer l'approche de l'intégration sensorielle au projet d'accompagnement de l'enfant. Ainsi, bien que l'efficacité de ces techniques n'ait pas été prouvée, l'HAS ne recommande pas de les exclure, mais de les utiliser de manière raisonnée et contrôlée, en les intégrant dans un projet global et pluridisciplinaire, tout en évaluant leurs résultats. La formation de l'ensemble des intervenants est primordiale, tout comme la collaboration avec les parents.

## **CONCLUSION**

---

Dans ce mémoire, la prise en compte des particularités sensorielles et les aménagements mis en place semblent améliorer les troubles de l'équilibre et faciliter l'apprentissage de coordinations chez un enfant présentant un Trouble du Spectre Autistique associé à un Trouble Développemental de la Coordination. Cependant, seuls certains sujets TSA semblent pouvoir bénéficier des effets de cette méthode nécessitant semble-t-il un bon niveau intellectuel, soulevant ainsi la question de son efficacité lors de la présence de comorbidités. Se pose également la question de la généralisation des compétences, notamment en milieu écologique, les aménagements sensoriels n'étant pas toujours réalisables dans ce dernier.

Par ailleurs, cette technique ne constitue pas une méthode exclusive. En effet, les particularités perceptives semblent impacter la motricité des sujets TSA, mais peuvent également affecter d'autres domaines comme les fonctions exécutives et l'attention. Ainsi, il semblerait intéressant d'étudier si le travail sensoriel réalisé pour les troubles de l'équilibre pourrait également améliorer les capacités attentionnelles des sujets avec autisme, en créant des environnements adaptés en fonction de leurs particularités sensorielles, ou en effectuant un

temps de stimulations sensorielles en début de séance afin de rendre le patient plus attentif aux activités proposées. Ce travail pourrait également agir sur les troubles du comportement, en diminuant leur apparition, notamment dans le cas d'hypersensibilité, en atténuant les éléments perturbateurs, ou dans le cas d'hyposensibilité, en accentuant les éléments stimulateurs.

Concernant les troubles moteurs, une fois ces adaptations sensorielles réalisées et l'apprentissage moteur devenu possible, l'utilisation de certaines méthodes, comme la CO-OP et l'Imagerie Mentale, pourrait être pertinente pour acquérir des habiletés motrices spécifiques. Ces techniques pourraient notamment tenter de pallier les difficultés de généralisation rencontrées par les sujets avec autisme. Ainsi, quelle que soit la coordination apprise, l'apprentissage pourrait se décomposer en plusieurs temps : une approche par des stimulations sensorielles adaptées et ciblées, couplée à un travail moteur progressif axé sur le déficit, puis une approche orientée sur la performance pour consolider, généraliser au milieu et favoriser une plus grande autonomie. Nous avons par exemple envisagé de travailler le dribble avec R. de cette manière, en commençant par des stimulations sensorielles au niveau des mains et du toucher, puis avec une approche permettant d'aborder spécifiquement cette coordination. Là encore, ces techniques ne peuvent s'appliquer à tous les sujets, nécessitant notamment un bon niveau cognitif et une bonne compréhension du langage.

Ainsi, il est indispensable que les divers thérapeutes accompagnant le sujet s'adaptent constamment à ce dernier, en tenant compte de l'ensemble de ses particularités, et en étant régulièrement formés aux différentes méthodes de rééducation, afin de choisir celle qui sera la plus bénéfique au patient.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Ament, K., Mejia, A., Buhlman, R., Erklin, S., Caffo, B., Mostofsky, S., & Wodka, E. (2015). Evidence for specificity of motor impairments in catching and balance in children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 742-751.
- American Psychiatric Association (2015). DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux. Elsevier Masson.
- Assaiante, C. (2010). Construction du contrôle postural au cours de l'ontogénèse : concepts et résultats expérimentaux chez l'enfant sain et pathologique. In B. Weber & P. Villeneuve (Ed.), *Posturologie clinique. Tonus, posture et attitudes* (p. 78-102). Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Ayres, A.J. (1972). *Sensory integration and learning disabilities*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Bagot, J-D. (1999). *Information, sensation et perception*. Paris : Armand Colin.
- Baker, A. E., Lane, A., Angley, M. T., & Young, R. L. (2008). The relationship between sensory processing patterns and behavioural responsiveness in autistic disorder: A pilot study. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(5), 867-875.
- Baranek, G. T., David, F. J., Poe, M. D., Stone, W. L., & Watson, L. R. (2006). Sensory Experiences Questionnaire: Discriminating sensory features in young children with autism, developmental delays, and typical development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(6), 591-601.
- Barron, J., & Barron, S. (1993). *Moi l'enfant autiste*. Plon.
- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S. A., Engel-Yeger, B., & Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 39(1), 1-11.

- Bogdashina, O. (2003). *Sensory perceptual issues in autism and asperger syndrome. Different sensory experiences. Different perceptual worlds*. London and Philadelphia : Jessica Kingsley Publishers.
- Bogdashina, O. (2012). *Questions sensorielles et perceptives dans l'autisme et le syndrome d'Asperger : des expériences sensorielles différentes, des mondes perceptifs différents*. AFD.
- Brisson, J., Warreyn, P., Serres, J., Foussier, S., & Adrien, J. -L. (2012). Motor anticipation failure in infants with autism: a retrospective analysis of feeding situations. *Autism, 16*, 420–429.
- Cascio, C., McGlone, F., Folger, S., Tannan, V., Baranek, G., Pelphrey, K. A., & Essick, G. (2008). Tactile perception in adults with autism: a multidimensional psychophysical study. *Journal of autism and developmental disorders, 38*(1), 127-137.
- Caucal, D., & Brunod, R. (2010). *Les aspects sensoriels et moteurs de l'autisme*. AFD.
- Dawson, G., & Watling, R. (2000). Interventions to facilitate auditory, visual, and motor integration in autism: A review of the evidence. *Journal of autism and developmental disorders, 30*(5), 415-421.
- Degenne, C., Serres, J., Gattegno, M. P., & Adrien, J. L. (2009). Etude préliminaire des troubles des interactions et de la motricité chez des bébés âgés de quelques jours à 6 mois et présentant ultérieurement un trouble autistique. *Devenir, 21*(4), 265-294.
- Degenne-Richard, C. (2014). *Evaluation de la symptomatologie sensorielle des personnes adultes avec autisme et incidence des particularités sensorielles sur l'émergence des troubles du comportement* (Doctoral dissertation, Université René Descartes-Paris V).

- Degenne-Richard, C., Wolff, M., Fiard, D., & Adrien, J. L. (2014). Les spécificités sensorielles des personnes avec autisme de l'enfance à l'âge adulte. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (128), 69-78.
- Dewey, D., Cantell, M., & Crawford, S. G. (2007). Motor and gestural performance in children with autism spectrum disorders, developmental coordination disorder, and/or attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(2), 246-256.
- Downey, R., & Rapport, M. J. K. (2012). Motor activity in children with autism: a review of current literature. *Pediatric Physical Therapy*, 24(1), 2-20.
- Dunn, W. (1997). The impact of sensory processing abilities on the daily lives of young children and their families : A conceptual model. *Infants and Young Children*, 9(4), 23-25. Aspen Publishers.
- Dziuk, M. A., Larson, J. G., Apostu, A., Mahone, E. M., Denckla, M. B., & Mostofsky, S. H. (2007). Dyspraxia in autism: association with motor, social, and communicative deficits. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(10), 734-739.
- Esposito, G., & Venuti, P. (2008). Analysis of toddlers' gait after six months of independent walking to identify autism: a preliminary study 1. *Perceptual and motor skills*, 106(1), 259-269.
- Fournier, K. A., Kimberg, C. I., Radonovich, K. J., Tillman, M. D., Chow, J. W., Lewis, M. H., ... & Hass, C. J. (2010). Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. *Gait & posture*, 32(1), 6-9.
- Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2011). No proprioceptive deficits in autism despite movement-related sensory and execution impairments. *Journal of autism and developmental disorders*, 41(10), 1352-1361.

- Gepner, B. (2006). Constellation autistique, mouvement, temps et pensée. *Devenir*, 18(4), 333-379.
- Gepner, B., & Tardif, C. (2009). Le monde va trop vite pour l'enfant autiste. *La recherche*, 436, 56-59.
- Gepner, B. (2014). *Autismes: Ralentir le monde extérieur, calmer le monde intérieur*. Paris : Odile Jacob.
- Grandin, T. (1996). *My experiences with visual thinking sensory problems and communication difficulties*. Center for the Study of Autism.
- Grandin, T. (2011). *Ma vie d'autiste*. Paris: Odile Jacob.
- Green, D., Baird, G., Barnett, A. L., Henderson, L., Huber, J., & Henderson, S. E. (2002). The severity and nature of motor impairment in Asperger's syndrome: a comparison with specific developmental disorder of motor function. *Journal of child psychology and psychiatry*, 43(5), 655-668.
- Green, D., Charman, T., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Simonoff, E., & Baird, G. (2009). Impairment in movement skills of children with autistic spectrum disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(4), 311-316.
- Goulème, N., Scheid, I., Peyre, H., Maruani, A., Clarke, J., Delorme, R., & Bucci, M. P. (2017). Spatial and temporal analysis of postural control in children with high functioning Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 40, 13-23.
- HAS (2010). *Autisme et autres troubles envahissants du développement : État des connaissances hors mécanismes physiopathologiques, psychopathologiques et recherche fondamentale*. Paris : Haute Autorité de Santé.

- HAS (2012). Autisme et autres troubles envahissants du développement: interventions éducatives et thérapeutiques coordonnées chez l'enfant et l'adolescent. Paris: Haute Autorité de Santé.
- HAS (2018). Trouble du spectre de l'autisme, signes d'alerte, repérage, diagnostic et évaluation chez l'enfant et l'adolescent - Méthode Recommandations pour la pratique clinique. Paris : Haute Autorité de Santé.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and ageing*, 35(suppl\_2), ii7-ii11.
- Iarocci, G., & McDonald, J. (2006). Sensory integration and the perceptual experience of persons with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 36(1), 77-90.
- Izawa, J., Pekny, S. E., Marko, M. K., Haswell, C. C., Shadmehr, R., & Mostofsky, S. H. (2012). Motor learning relies on integrated sensory inputs in ADHD, but over-selectively on proprioception in autism spectrum conditions. *Autism research*, 5(2), 124-136.
- Jaber, M. (2017). Le cervelet comme acteur majeur dans les troubles moteurs des syndromes autistiques. *L'Encéphale*, 43(2), 170-175.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 217-250.
- Kern, J. K., Trivedi, M. H., Garver, C. R., Grannemann, B. D., Andrews, A. A., Savla, J. S., ... & Schroeder, J. L. (2006). The pattern of sensory processing abnormalities in autism. *Autism*, 10(5), 480-494.
- Kern, J. K., Trivedi, M. H., Grannemann, B. D., Garver, C. R., Johnson, D. G., Andrews, A. A., ... & Schroeder, J. L. (2007). Sensory correlations in autism. *Autism*, 11(2), 123-134.

- Klintwall, L., Holm, A., Eriksson, M., Carlsson, L. H., Olsson, M. B., Hedvall, Å., ... & Fernell, E. (2011). Sensory abnormalities in autism: a brief report. *Research in developmental disabilities, 32*(2), 795-800.
- Lane, A. E., Young, R. L., Baker, A. E., & Angley, M. T. (2010). Sensory processing subtypes in autism: Association with adaptive behavior. *Journal of autism and developmental disorders, 40*(1), 112-122.
- Laranjeira C., Perrin J. (2013). Développement sensoriel et autisme. In J.Perrin & J.Maffre (Eds.), *Autisme et psychomotricité* (pp. 61-76). Bruxelles : Boeck Solal.
- Leekam, S. R., Nieto, C., Libby, S. J., Wing, L., & Gould, J. (2007). Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of autism and developmental disorders, 37*(5), 894-910.
- Lichtenstein, P., Carlström, E., Råstam, M., Gillberg, C., & Anckarsäter, H. (2010). The genetics of autism spectrum disorders and related neuropsychiatric disorders in childhood. *American Journal of Psychiatry, 167*(11), 1357-1363.
- MacNeil, L. K., & Mostofsky, S. H. (2012). Specificity of dyspraxia in children with autism. *Neuropsychology, 26*(2), 165.
- Mache, M. A., & Todd, T. A. (2016). Gross motor skills are related to postural stability and age in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 23*, 179-187.
- Mallau, S., Vaugoyeau, M., & Assaiante, C. (2010). Postural strategies and sensory integration: no turning point between childhood and adolescence. *PloS one, 5*(9), e13078.
- Marco, E. J., Hinkley, L. B., Hill, S. S., & Nagarajan, S. S. (2011). Sensory processing in autism: a review of neurophysiologic findings. *Pediatr Res, 69*(5 Pt 2), 48R-54R.

- Memari, A. H., Ghanouni, P., Gharibzadeh, S., Eghlidi, J., Ziaee, V., & Moshayedi, P. (2013). Postural sway patterns in children with autism spectrum disorder compared with typically developing children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(2), 325-332.
- Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S. A., & Osten, E. T. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *The American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 135.
- Ming, X., Brimacombe, M., & Wagner, G. C. (2007). Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. *Brain and Development*, 29(9), 565-570.
- Minshew, N. J., Sung, K., Jones, B. L., & Furman, J. M. (2004). Underdevelopment of the postural control system in autism. *Neurology*, 63(11), 2056-2061.
- Molloy, C. A., Dietrich, K. N., & Bhattacharya, A. (2003). Postural stability in children with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 33(6), 643-652.
- Mostofsky, S. H., Dubey, P., Jerath, V. K., Jansiewicz, E. M., Goldberg, M. C., & Denckla, M. B. (2006). Developmental dyspraxia is not limited to imitation in children with autism spectrum disorders. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(3), 314-326.
- Mottron, L. (2005). Surfonctionnements et déficits perceptifs dans l'autisme: un même profil de performance pour l'information sociale et non sociale. *L'autisme de la recherche à la pratique. Paris: Odile Jacob*, 165-86.
- Mottron L., Dawson M., Soulières I., Hubert B. & Burack J.A. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism : an update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 27-43.

- Organisation Mondiale De La Santé. (1993). CIM 10–Classification Internationale des troubles Mentaux et des troubles du comportement: descriptions cliniques et directives pour le diagnostic.
- Paoletti, R. (1999). *Education et motricité: l'enfant de deux à huit ans*. De Boeck Supérieur.
- Peigneux, P., Betsch, C., Poncelet, M., Majerus, S., & Van der Linden, M. (2009). Les troubles des praxies. *Traité de neuropsychologie de l'enfant*, 359-72.
- Perrin, J. (2013). Le développement moteur dans les TSA. In J. Perrin & T. Maffre, (Dir.), *Autisme et psychomotricité* (pp 231-247). Bruxelles : De Boeck Solal.
- Pfeiffer, B. A., Koenig, K., Kinnealey, M., Sheppard, M., & Henderson, L. (2011). Effectiveness of sensory integration interventions in children with autism spectrum disorders: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 65(1), 76-85.
- Polatajko (H. J.), Cantin (N.) (2005). « La prise en charge des enfants atteints d'un trouble de l'acquisition de la coordination : approches thérapeutiques et niveau de preuve », in R. H. Geuze (Éd.), *Trouble de l'acquisition de la coordination : évaluation et rééducation de la maladresse chez l'enfant* (pp. 147-195). Marseille, Solal, 2005.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance?. *Clinical rehabilitation*, 14(4), 402-406.
- Rogers, S., & Benetto, L. (2002). Le fonctionnement moteur dans le cas d'autisme. *Enfance*, 54(1), 63-73.
- Schmitz, C. (2000). Une atteinte des fonctions d'anticipation et de coordination chez l'enfant autiste: Autisme: nouveaux concepts, nouvelles pratiques. *Evolutions psychomotrices*, (49), 121-126.
- Smith, I. M. (2004). Motor problems in children with autistic spectrum disorders. *Developmental motor disorders: A neuropsychological perspective*, 152-168.

- SMITS-ENGELSMAN, B. C., Blank, R., VAN DER KAAJ, A. C., MOSTERD-VAN DER MEIJS, R. I. A. N. N. E., VLUGT-VAN DEN BRAND, E. L. L. E. N., Polatajko, H. J., & Wilson, P. H. (2013). Efficacy of interventions to improve motor performance in children with developmental coordination disorder: a combined systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 229-237.
- Soppelsa, R., Albaret, J. M., & Corraze, J. (2009). Les comorbidités : théorie et prise de décision thérapeutique. *Entretiens de Psychomotricité 2009*, 5-20.
- Souchard, P. (2011). Les mécanismes de contrôle de l'équilibre. In *Rééducation posturale globale. RPG - La méthode* (p. 37-43). Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Stanciu, R., & Delvenne, V. (2016). Traitement de l'information sensorielle dans les troubles du spectre autistique. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 64(3), 155-162.
- Stins, J. F., Emck, C., de Vries, E. M., Doop, S., & Beek, P. J. (2015). Attentional and sensory contributions to postural sway in children with autism spectrum disorder. *Gait & posture*, 42(2), 199-203.
- Tammet, D. (2007). *Je suis né un jour bleu*. Les arènes.
- Tomchek, S. D., & Dunn, W. (2007). Sensory processing in children with and without autism: a comparative study using the short sensory profile. *American Journal of occupational therapy*, 61(2), 190-200.
- Walker, N., & Cantello, J. (Eds.). (1994). " *You Don't Have Words to Describe what I Experience*": *The Sensory Experiences of Individuals with Autism Based on First Hand Accounts*. Geneva Centre.

- Wang, Z., Hallac, R. R., Conroy, K. C., White, S. P., Kane, A. A., Collinsworth, A. L., ... & Mosconi, M. W. (2016). Postural orientation and equilibrium processes associated with increased postural sway in autism spectrum disorder (ASD). *Journal of neurodevelopmental disorders*, 8(1), 43.
- Weimer, A. K., Schatz, A. M., Lincoln, A., Ballantyne, A. O., & Trauner, D. A. (2001). " Motor" impairment in Asperger syndrome: evidence for a deficit in proprioception. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 22(2), 92-101.
- Whyatt, C. P., & Craig, C. M. (2012). Motor skills in children aged 7–10 years, diagnosed with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(9), 1799-1809.

## **RESUME**

Avec la sortie du DSM-V, les anomalies sensorielles font désormais partie des symptômes-clés du Trouble du Spectre Autistique (TSA) et occupent une place centrale dans ce trouble neuro-développemental. Elles semblent impacter de nombreux domaines, comme la motricité, freinant ainsi l'accès aux apprentissages moteurs. Les prendre en compte paraît alors indispensable afin d'accompagner au mieux les personnes avec TSA.

Sur la base d'un protocole à cas unique, ce mémoire a pour objectif d'étudier si la prise en compte des particularités sensorielles, couplée à un travail d'intégration sensorielle, permet d'améliorer les capacités d'équilibre d'un sujet présentant un Trouble du Spectre Autistique associé à un Trouble Développemental de la Coordination, dans le cadre d'une prise en charge psychomotrice. Pour cela, le protocole est composé de trois temps : relaxation, stimulations sensorielles, exercices moteurs ; et vise l'amélioration du saut à cloche pied et la facilitation de l'apprentissage du déplacement sur une planche de skate.

**Mots-clés** : Trouble du Spectre Autistique, anomalies sensorielles, troubles de l'équilibre, intégration sensorielle.

## **ABSTRACT**

With the release of the DSM-V, sensory abnormalities are now part of the key symptoms of Autism Spectrum Disorder (ASD) and occupy a central place in this neurodevelopmental disorder. They seem to impact many areas, such as motor skills, thus hindering access to motor learning. Taking them into account seems essential in order to provide the best possible support for people with ASD.

On the basis of a single-case protocol, this thesis aims to study whether taking into account sensory particularities, coupled with sensory integration work, enables to improve the balance capacities of a subject with an Autistic Spectrum Disorder associated with a Developmental Coordination Disorder, as part of psychomotor care. To do this, the protocol consists of three stages : relaxation, sensory stimulations, motor training ; and aims to improve hopping and facilitate skateboard learning.

**Key-words** : Autism Spectrum Disorder, sensory abnormalities, balance disorder, sensory integration.