



HAL
open science

Comparaison de l'efficacité thérapeutique du robot NAO et du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants atteints de trouble du spectre autistique (TSA)

Nina Prevor

► To cite this version:

Nina Prevor. Comparaison de l'efficacité thérapeutique du robot NAO et du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants atteints de trouble du spectre autistique (TSA). Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04777909

HAL Id: dumas-04777909

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04777909v1>

Submitted on 12 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

**COMPARAISON DE L'EFFICACITE
THERAPEUTIQUE DU ROBOT NAO ET DU
KINECT DANS LA REEDUCATION DE LA
MOTRICITE CHEZ LES ENFANTS ATTEINTS
DE TROUBLE DU SPECTRE AUTISTIQUE**

PREVOR Nina
Directeur de mémoire: Mr MIRAPEIX Sébastien

Liste des abréviations :

TSA : trouble du spectre autistique

ABA : applied behaviour analysis

TEACCH : treatment and education of autistic and related communication handicapped children

PECS : picture exchange communication system

DSM : diagnostic and statistical manual of mental disorders

CIM : classification internationale des maladies

M : moyenne

SD : écart-type

IC : intervalle de confiance

TED : trouble envahissant du développement

CNED : centre national d'enseignement à distance

IEF : instruction en famille

ULIS : Unités localisées pour l'inclusion scolaire

SESSAD : services d'éducation spéciale et de soins à domicile

IMP : institut médico-pédagogique

IMPro : institut médico-professionnel

IME : institut médico-éducatif

ADN : acide désoxyribonucléique

Table des matières

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX :	6
1. INTRODUCTION	10
1.1 CADRE CONTEXTUEL :	10
1.1.1 <i>Intérêt de cette revue :</i>	10
1.1.2 <i>Données épidémiologiques :</i>	11
1.1.3 <i>Impact en santé publique :</i>	13
1.1.4 <i>Description de la pathologie :</i>	14
1.1.5 <i>Description des traitements en kinésithérapie :</i>	20
1.2 CADRE THEORIQUE :	21
1.2.1 <i>Description du traitement :</i>	21
1.2.2 <i>Objectifs de la revue de littérature :</i>	22
2. METHODE	23
2.1 CRITERES D'ELIGIBILITE :	23
2.1.1 <i>Type d'étude :</i>	23
2.1.2 <i>Population :</i>	24
2.1.3 <i>Intervention et comparateur :</i>	24
2.1.4 <i>Critère de jugement :</i>	24
2.2 METHODOLOGIE DE RECHERCHE DES ETUDES :	25
2.2.1 <i>Base de données :</i>	25
2.2.2 <i>Equation de recherche :</i>	25
2.3 EXTRACTION ET ANALYSE DES DONNEES :	27
2.3.1 <i>Sélection des études :</i>	27
2.3.2 <i>Extraction des données :</i>	28
2.3.3 <i>Evaluation de la qualité des études sélectionnées :</i>	28
3.RESULTATS	30
3.1 DESCRIPTION DES ETUDES :	30
3.1.1 <i>Diagramme de flux :</i>	30
3.1.2 <i>Etudes exclues :</i>	31
3.1.3 <i>Etudes incluses :</i>	34
3.2 RISQUES DE BIAIS :	38
3.2.1 <i>Echelle PEDro :</i>	38
3.2.2 <i>Synthèse des biais rencontrés :</i>	40
3.3 EFFICACITE DE L'INTERVENTION :	41
3.3.1 <i>Etudes analysant le robot NAO :</i>	42
3.3.2 <i>Etudes analysant le Kinect :</i>	49
4 DISCUSSION :	53
4.1 ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS :	53
4.1.1 <i>Analyse de la population :</i>	53
4.1.2 <i>Intervention et comparateur :</i>	56
4.1.3 <i>Critères de jugement :</i>	61
4.1.4 <i>Risques de biais des études :</i>	63
4.1.5 <i>Analyse des résultats des études :</i>	64
4.2 APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE :	68
4.2.1 <i>Balance coût/efficacité :</i>	68
4.2.2 <i>Balance effets secondaires et contraintes/efficacité :</i>	69
4.3 QUALITE DES PREUVES :	70
4.4 BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE :	72

5 CONCLUSION :	74
BIBLIOGRAPHIE	75
ANNEXES :	79

Table des figures et tableaux :

Table de figures :

Figure 1 : Schéma et imageries du cervelet

Figure 2 : Valeurs moyennes de l'asymétrie de l'hippocampe selon le diagnostic et le sexe

Figure 3 : Valeurs moyennes de l'asymétrie des ventricules latéraux selon le diagnostic et le sexe

Figure 4 : Gestes exécutés par le robot NAO

Figure 5 : Représentation du diagramme de flux

Figure 6 : Proportions liées à la production gestuelle précise

Figure 7 : Proportions liées aux gestes appropriés

Figure 8 : Résultats obtenus aux sous-parties du BOT-2 par les trois groupes de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Figure 9 : Photos des activités de chaque groupe de l'étude Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Table des tableaux :

Tableau 1 : Tableau modélisant le PICO

Tableau 2 : Hiérarchie des niveaux de preuve d'après le NHMRC

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des synonymes Mesh

Tableau 4 : Tableau des critères d'inclusion et d'exclusion

Tableau 5: Tableau des études incluses

Tableau 6 : Tableau descriptif des études incluses

Tableau 7 : Tableau de l'échelle PEDro

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des corrélations de So et al (2018)

Tableau 9 : Tableau des résultats du BOT-2 (motricité fine) de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Tableau 10 : Tableau des résultats du BOT-2 (coordination du corps entier) de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats post-intervention de Vukicevic et al (2019)

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des scores au DCDQ de tous les participants de F.L. Cibrian, et al. (2020)

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des résultats post-intervention de F.L. Cibrian, et al. (2020)

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des caractéristiques de la population de l'étude de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des groupes contrôles des études

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des biais de la qualité méthodologique selon PEDro.

Tableau 17 : Tableau récapitulatif du système GRADE

Tableau 18 : Tableau récapitulatif du niveau de preuves de notre revue

Tableau 19 : Tableau AMSTAR-2

Tableau 20 : Tableau justifiant notre tableau AMSTAR

1. Introduction

1.1 Cadre contextuel :

1.1.1 Intérêt de cette revue :

J'ai décidé d'aborder ce sujet pour de nombreuses raisons : une personne de mon entourage est atteinte de TSA, la neuropsychologie est un domaine qui m'a toujours beaucoup intéressé et il demeure aujourd'hui encore un besoin de prise en charge kinésithérapique spécifique à l'enfant autiste. J'ai également pu constater, lors de mes différents stages, que la prise en charge des patients n'était pas toujours personnalisée et la plus adaptée aux besoins spécifiques du patient sur le plan psychologique. De plus, les procédures standards utilisées en kinésithérapie ne permettent pas de détecter un trouble du spectre autistique.

Dans l'exercice de notre métier, il est probable que nous soyons amenés à prendre en charge certains individus atteints du trouble du spectre autistique (TSA), y compris en cabinet libéral, car ils touchent entre 0,9 à 1,2% des nouveaux nés, ce qui équivaut à environ 7 500 nouveaux nés chaque année. L'HAS estime le nombre de jeunes de moins de 20 ans à environs 100 000 et près de 600 000 adultes touchés par le TSA.¹ Ces chiffres combinés au fait qu'ils peuvent nous consulter pour des motifs n'étant pas nécessairement liés à leur trouble augmente d'autant plus la probabilité d'en croiser dans l'exercice de notre profession.

Les kinésithérapeutes, quel que soit leur spécialité, peuvent avoir un impact positif dans la rééducation d'un patient présentant un trouble du spectre autistique, qu'il soit enfant ou adulte. Des études ont démontré que les exercices physiques peuvent avoir un impact positif sur la régulation des émotions et sur le fonctionnement comportemental de l'enfant atteint d'un trouble du spectre autistique. [1] Ces exercices peuvent aussi améliorer la qualité de leur sommeil [2]. Nous jouons également un rôle déterminant dans le développement sensoriel et moteur de l'enfant [3] en mettant en œuvre de nombreuses approches thérapeutiques. Etant donné que les patients atteints de TSA présentent des capacités de communication sociale différentes des personnes non atteintes, il serait intéressant que les professionnels de santé, dont les kinésithérapeutes se penchent et se forment davantage sur les stratégies de communication afin d'éviter un échec thérapeutique, un faible engagement du patient et une confiance altérée envers le thérapeute [4].

La technologie, quant à elle, représente un outil thérapeutique d'actualité qui peut considérablement élargir notre arsenal thérapeutique. Une étude concernant l'autisme et les robots sociaux a révélé au cours d'une séance avec les robots, une réduction des comportements répétitifs et stéréotypés, une amélioration spontanée du langage ainsi que des comportements sociaux plus marqués avec les robots qu'avec un partenaire humain. [5] [6] [7] [8]

La communication joue un rôle essentiel dans l'efficacité du traitement que l'on propose. L'emploi de phrases courtes et simples seraient les plus appropriées [5] cependant le traitement exécuté par un thérapeute humain peut s'avérer être insuffisant. Face à ces limites que l'on peut rencontrer, les thérapies complémentaires et innovantes peuvent apporter des réponses prometteuses pour aider au mieux les personnes atteintes de ce trouble.

¹ [untitled \(has-sante.fr\)](https://www.has-sante.fr)

1.1.2 Données épidémiologiques :

Les personnes atteintes d'un trouble du spectre autistique représentaient 1% (prévalence) de la population, selon une étude datant de 2014 [9]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ une personne sur 160 présenterait un trouble du spectre autistique dans le monde. La prévalence varie fortement selon les nombreuses études épidémiologiques menées. [10]

Les hommes seraient plus touchés que les femmes : ratio de 4 hommes pour 2 femmes. Les données concernant la prévalence de l'autisme dans le monde sont à pondérer avec le fait que certains pays n'ont pas un accès aussi facile au diagnostic que d'autres pays. La prévalence de l'autisme a montré une tendance à la hausse de 2012 à 2021 à l'échelle mondiale. Cette augmentation semble être en partie attribuable à l'augmentation de la sensibilisation, à des politiques de santé publiques plus proactives ainsi qu'à la réalisation de meilleurs diagnostics (après des progrès dans la définition et l'identification des cas). La médiane des pourcentages récoltés de 2012 à 2021 concernant une déficience intellectuelle en association avec un trouble du spectre autistique était de 33% [11].

Une étude récente menée en 2022 s'est penchée sur les différences entre les deux sexes. Selon cette étude, il a été observé que jusqu'à 70% des individus diagnostiqués avec un TSA seraient de sexe masculin. Les chiffres ont été analysés de façon à mettre en lumière les raisons pour lesquelles les hommes sont plus touchés que les femmes. En effet, les femmes présentent des symptômes différents de ceux des hommes, ce qui peut parfois entraîner un sous-diagnostic des femmes. La prévalence masculine ayant augmenté, cela a acculé à un concept de modèle protecteur féminin suggérant un impact de l'autisme moindre chez les femmes. Ces symptômes étant moins flagrants chez les femmes, le ratio des troubles du spectre autistique de haut niveau (c'est-à-dire sans déficit intellectuel) est de 7 pour 1 et de 2 pour 1 pour ceux qui présentent une déficience intellectuelle (modérée à sévère). [12]

Selon une publication de l'INSERM de 2018, 700 000 personnes en France souffriraient d'un trouble du spectre autistique dont 100 000 ont moins de 20 ans. De nombreuses études parlent d'un ratio de 4 hommes pour une femme mais en réalité il s'agirait plutôt de trois hommes pour une femme.[13]

En France, la population de personnes atteintes de troubles du spectre autistique avoisine environ les 1% avec environ 8 000 nouveaux cas d'autisme chaque année. Des disparités existent également entre les différents départements :

- La prévalence a triplé en 10 ans, notamment en Haute-Savoie : 2,3 à 7,7 enfants sur 1 000.
- 12,3 enfants pour 1 000 sont nés avec un trouble du spectre autistique au cours des années 2007 à 2009 en Haute-Garonne. [14]

Il est probable que nous soyons amenés à rencontrer une personne avec TSA dans notre vie quotidienne puisque à titre comparatif la paralysie cérébrale est une pathologie qui touche 2 enfants sur 1 000. [15]

La paralysie cérébrale est une pathologie que nous étudions en cours contrairement au TSA. Nous étudions de nombreuses maladies rares et leurs prises en charge mais pas celle d'un patient avec TSA. La sclérose latérale amyotrophique, par exemple, est également une pathologie rare que l'on étudie et qui ne touche que 4 à 6 personnes sur 10 000 en France.²

² [untitled \(has-sante.fr\)](#)

Le trouble du spectre autistique est plus répandu que nous le pensions mais nous ne sommes pas encore pris en compte dans leurs parcours de soins. Souvent les personnes qui en sont atteintes consultent pour d'autres raisons, ce qui soulève une problématique qui est celle que nous ne sommes toujours pas suffisamment équipés pour les suivre correctement pour ces autres motifs de consultation et que nous manquons d'outils adaptés pour les prendre en charge de la manière la plus efficace possible.

Les troubles du spectre autistique sont souvent associés à d'autres troubles du neurodéveloppement tels que le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (30% en sont également atteints [16]), le trouble du développement intellectuel (30% ont ce trouble associé [16]) , les troubles dys- (dysphasie, dyscalculie, dyslexie, dysgraphie, dyspraxie, etc...). Plus de 50% des personnes atteintes d'un trouble du neurodéveloppement ont en réalité deux troubles du neurodéveloppement associé à d'autres maladies rencontrées fréquemment : épilepsie (30% ont cette pathologie associée [16]), troubles gastro-intestinaux, pathologies cardio-vasculaires, troubles du sommeil, troubles du comportement alimentaire (60% ont des troubles du sommeil et du comportement alimentaire associé [16]), pathologies de la vision et de l'audition, troubles anxieux et dépression. [17]

Le risque d'être atteint d'un trouble du spectre autistique pour un nouvel enfant, s'il existe un frère ayant déjà un trouble envahissant du développement est de 4% et s'il s'agit d'une sœur atteinte d'un trouble envahissant du développement, le risque pour ce nouvel enfant est de 7%. [18]

Il est important de noter que ces chiffres doivent être interprétés avec prudence car la France ne dispose pas d'études nationales pour recenser les personnes atteintes de trouble du spectre autistique et 50% des enfants et 90% des adultes n'ont reçu aucun diagnostic. [16]
Le risque de développer un autisme pour un nouvel enfant dans une fratrie où il existe déjà un enfant avec TED est de 4 % si l'enfant déjà atteint est un garçon, de 7 % si l'enfant atteint est une fille. Le risque augmente fortement (25 % à 30 %) si la famille a déjà deux enfants avec TED. La concordance de l'atteinte entre jumeaux monozygotes varie de 70 % à 90 %.

En ce qui concerne la motricité, 80% des enfants atteints du trouble du spectre autistique présentent un déficit de la motricité [19] dont 9% ont un retard moteur global [20].

1.1.3 Impact en santé publique :

Les personnes atteintes par ce trouble présentent de nombreuses difficultés scolaires, nécessitant parfois des adaptations scolaires pour assurer au mieux leur réussite scolaire.

Le gouvernement a mis en place de nombreuses structures et modes d'accompagnement : scolarisation en classe ordinaire avec projet de personnalisé de scolarisation ou avec aide d'un auxiliaire de vie scolaire ou d'un accompagnant des élèves en situation de handicap, scolarisation à domicile (avec le CNED ou l'IEF), scolarisation en unité localisée pour l'inclusion scolaire (ULIS). Les enfants présentant également une déficience intellectuelle pourront être accueillis dans un institut médico-éducatif (IME), un institut médico-pédagogique (IMP) (enfants de 3 à 14 ans), un institut médico-professionnel (IMP pro) (14 à 20 ans) ou par un service d'éducation spéciale et de soins à domicile (SESSAD). [21]

Un défi supplémentaire se présente sur le plan professionnel, où le taux de chômage chez les personnes atteintes du trouble du spectre autistique avoisine les 95%. [22] En réponse à cela, le gouvernement a mis en place une stratégie sur 5 ans afin de répondre au mieux, aux besoins des personnes souffrant du trouble du spectre autistique.

Un budget de 490 millions d'euros a été engagé par le gouvernement pour la stratégie nationale pour les troubles du spectre autistique de 2018-2022. Elle avait pour but d'intervenir dans différents domaines comme l'école, le logement, l'emploi, la santé, la culture, les loisirs, etc...

En 2019, un groupe d'intérêt scientifique (l'INSERM) a été mis en place regroupant 700 chercheurs Français axés sur la recherche dans les troubles du neurodéveloppement. Ils collaborent avec 400 équipes de recherche dans le monde. Entre 2019 et 2023, autisme info service a été sollicité environs 690 000 fois.

La stratégie nationale 2023-2027 pour les troubles du neurodéveloppement a permis la mise en place de 410 classes spécifiques pour les enfants avec un trouble du spectre autistique dans les écoles ordinaires lors de cette rentrée de 2023. Elle envisage de mobiliser 680 millions d'euros (pour l'ensemble des troubles du neurodéveloppement). Elle s'engage à :

- Renforcer l'élan de recherche sur les troubles du neurodéveloppement et accélérer la diffusion des connaissances auprès de l'ensemble des intervenants,
- Assurer une assistance adaptée à chaque individu, proposer des interventions de qualité tout au long de la vie et renforcer la formation des professionnels,
- Avancer l'âge de repérage et du diagnostic ainsi qu'à renforcer les interventions précoces,
- Ajuster l'enseignement aux spécificités des élèves, de la maternelle à l'enseignement supérieur,
- Soutenir les adolescents et les adultes lors des phases majeures de leurs vies, en particulier ceux qui rencontrent des difficultés,
- Simplifier le quotidien des individus et des familles tout en sensibilisant la société aux troubles du neurodéveloppement. [17]

1.1.4 Description de la pathologie :

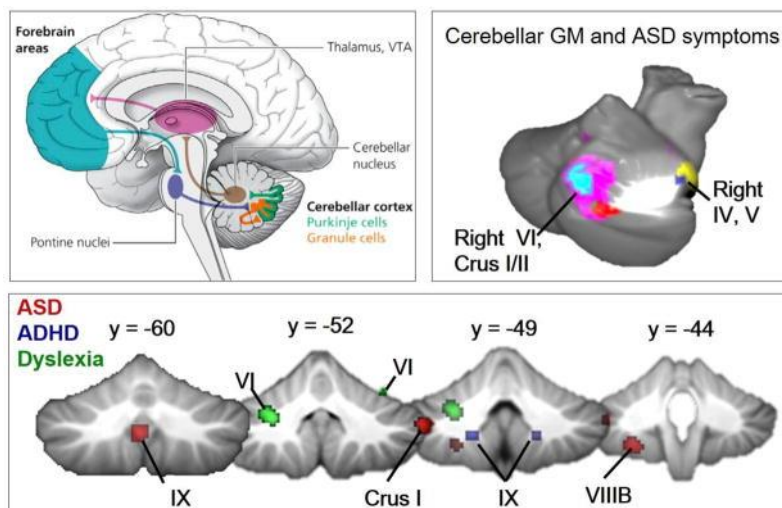
Le trouble du spectre autistique est un trouble du neurodéveloppement qui se caractérise par des troubles de la communication sociale, de l'interaction sociale et par des comportements répétitifs et stéréotypés. [23]

Neuroanatomie :

Au niveau neuroanatomique, des études révèlent de nombreuses différences, mais en raison de la diversité des symptômes et de la variabilité de la sévérité des troubles du spectre autistique, les résultats ne peuvent être généralisés de manière absolue.

Les structures anatomiques de l'encéphale ont été étudiées et mettent en évidence des dysfonctionnements notamment au niveau du cervelet. Ce dernier, reconnu pour son rôle dans l'apprentissage moteur et la coordination [24], présenterait une réduction de la matière grise dans le Crus I droit, le lobule VIII gauche et le IX médial, une hypoplasie du vermis postérieur, une diminution du volume cortical cérébelleux. Le lobe antérieur (lobule I à V) étant à l'origine des fonctions sensorimotrices fondamentales et le lobule postéro-latéral (VII) des fonctions cognitives supérieures.[25] Ces dysfonctions sont à l'origine de perturbations de boucles fermées qui font intervenir d'autres structures comme celle des circuits cérébro-cérébelleux impliqués dans le traitement social, le mouvement et le langage.[26] Au début du développement, des dommages au niveau du cervelet peuvent entraîner des conséquences sur la motricité, cognition et régulation émotionnelle. Les altérations précoces du cervelet sont souvent associées à des résultats moins favorables par rapport aux lésions cérébelleuses survenant à l'âge adulte, suggérant ainsi l'importance particulière du cervelet dans le processus de développement. Le cervelet joue un rôle dans le soutien de l'apprentissage procédural par régulation de modèles de comportements internes. [25]

Figure 1 : Schéma et imageries du cervelet [25]



Des études sur l'amygdale ont également mit révélé des anomalies.[27]

L'amygdale représente une structure cruciale pour la communication sociale. Les imageries des nourrissons ont montré un plus grand volume et une plus grande quantité de neurones au niveau de l'amygdale. Bien que l'amygdale augmente en taille avec l'âge, chez les patients atteints d'un trouble du spectre autistique, son volume et le nombre de neurones présents diminuent, aboutissant à une amygdale de taille similaire, voire réduite, par rapport à une personne non atteinte, à l'adolescence et à l'âge adulte. De plus, l'activation de l'amygdale serait réduite lors de l'exposition à des stimuli sociaux (visages d'inconnus), son activation serait plus présente à droite lors de la présentation de stimuli faciaux par rapport aux neurotypiques et plus importante à gauche, face aux visages émotionnels, que les neurotypiques. La reconnaissance du sexe et de l'expression d'une personne est moins précise chez les personnes avec trouble du spectre autistique, et l'activation de l'amygdale diminue face à la réalisation de cette tâche. La connectivité à l'état de repos est diminuée entre l'amygdale et le lobe frontal ainsi que celle de l'amygdale et les lobes temporaux. [28]

Onze caractéristiques dérivées de l'hippocampe auraient des distributions différentes par rapport aux personnes neurotypiques. [29] Une augmentation (significative chez l'homme) de l'asymétrie de forme au niveau de l'hippocampe et une augmentation (significative chez l'homme) volumétrique des ventricules latéraux [30] [31] [32] [33] ont été observés dans une étude portant sur un échantillon plus grand. [34]

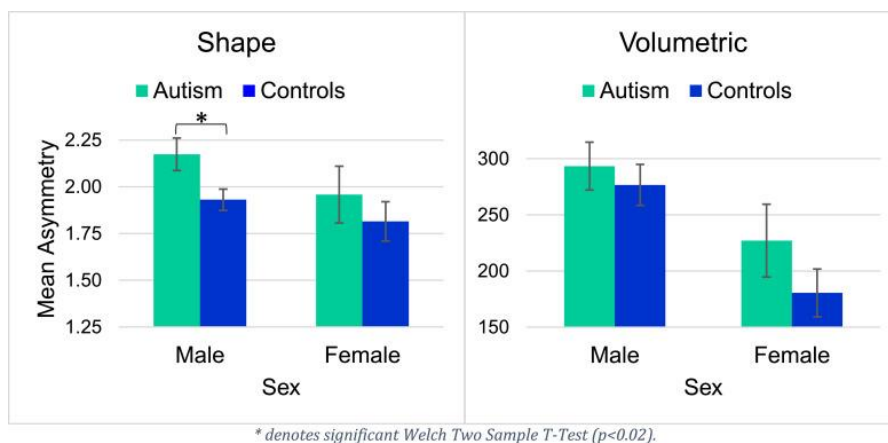


Figure 2 : Valeurs moyennes de l'asymétrie de l'hippocampe selon le diagnostic et le sexe [34]

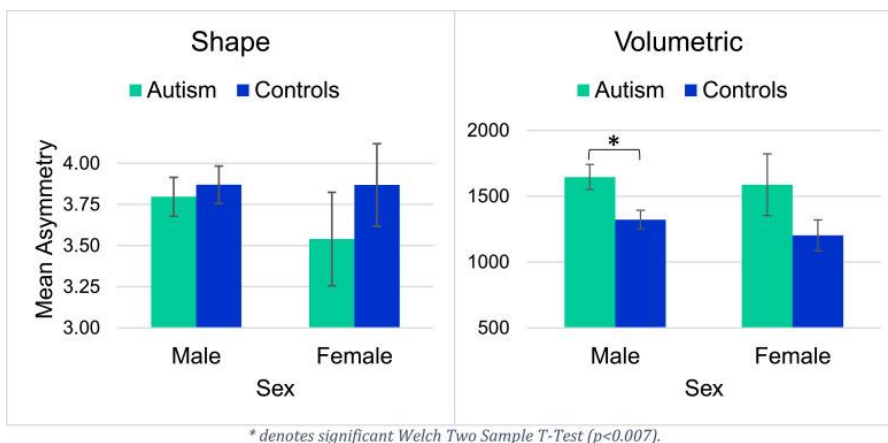


Figure 3 : Valeurs moyennes de l'asymétrie des ventricules latéraux selon le diagnostic et le sexe [34]

Etiologie :

L'étiologie génétique a été mise en avant par de nombreux articles révélant l'implication d'environ une centaine de variantes génétiques. [24] La médiane de l'héritabilité serait de 80,8%, selon une étude menée au Danemark, Suède, Finlande, Australie occidentale et en Israël. [35]

Une constatation marquante issue des recherches sur les jumeaux monozygotes réside dans la remarquable diversité des caractéristiques cliniques, telle que le quotient intellectuel et les symptômes cliniques, même parmi les jumeaux monozygotes partageant l'intégralité de leur ADN, ce qui suggère que des facteurs stochastiques entreraient également en jeu. Bien que l'hypothèse d'une interaction gène-environnement ait été avancée, les études n'ont malheureusement pas apporté de résultats convaincants. En définitive, le trouble du spectre autistique demeure une pathologie hautement héréditaire, présentant une grande hétérogénéité clinique et génétique [36]

Diagnostic :

Les signes d'alertes peuvent être repérés par les parents notamment en ce qui concerne le langage, la communication et les interactions sociales. Dans un premier temps, ces parents peuvent consulter des professionnels de première ligne tels que le médecin généraliste, le pédiatre ou le médecin de Protection Maternelle et Infantile (PMI). En cas de développement anormal avéré, le médecin peut orienter vers un kinésithérapeute (ou un psychomotricien ou un ergothérapeute) pour évaluer la motricité globale et/ou fine ainsi que la praxie. Il peut également réorienter vers un oto-rhino-laryngologiste (ORL), un orthophoniste ou des puéricultrices en multi-accueil afin de partager les résultats avec des professionnels de deuxième ligne et assurer un suivi approprié [18]. Le diagnostic est pluridisciplinaire (psychologues, pédopsychiatres, professionnels de la rééducation, etc...), [23] doit être réalisé par des professionnels de 2^{ème} ligne [18] et est complexe du fait de l'hétérogénéité des symptômes. Le diagnostic précoce est important afin d'améliorer la qualité de vie de l'enfant. [37]

Il reposait sur l'utilisation d'évaluations standardisées que sont le DSM et la CIM (critères aujourd'hui regroupés dans le DSM5) même s'il a été admis qu'une évaluation clinique d'expert est plus précise. Cette précision est notamment due au grand nombre d'informations recueillies tels que les antécédents de développement, les descriptions du comportement de l'enfant par les parents ainsi que ses activités de la vie quotidienne. [23] Le DSMV est le test de référence actuel, l'HAS préconise son utilisation afin de poser le diagnostic. Il peut être posé par toute personne de 2^{ème} ligne qui a les compétences nécessaires et qui respecte les recommandations. Un diagnostic complet avec une observation clinique, l'utilisation d'outils, un examen pédiatrique complet, une anamnèse développementale, un examen du fonctionnement et un diagnostic de pathologies et troubles associés sont vivement recommandés par l'HAS. A partir de 18 mois, le diagnostic initial de TSA peut être envisagé (avant 18 mois on parlera de trouble du neurodéveloppement). [18]

Le DSM-V, contrairement au DSM-IV, a abandonné l'usage des termes tels que le syndrome d'Asperger, le trouble autistique ou le trouble envahissant du développement non spécifié. Il les a regroupés sous la dénomination de trouble du spectre de l'autisme (TSA).

Le DSM-V divise les critères de diagnostic en cinq parties :

A. Déficiences permanentes de la communication et des rapports sociaux qu'on remarque dans différentes situations. Ils s'expriment par différents éléments mentionnés ci-après (la liste des exemples n'est pas exhaustive) soit au cours d'une période récente, soit dans le passé :

1. Déficiences des affinités sociales ou émotionnelles qui peuvent se traduire, entre autres, par les difficultés de contact social et par les défaillances au dialogue bidirectionnel classique, l'empêchement à partager les émotions, intérêts et affections ou atteindre même une incapacité d'initier les échanges sociaux ou d'y réagir.
2. Déficiences de conduites du langage corporel adopté lors des échanges sociaux, allant, par exemple, d'une mauvaise assimilation entre l'expression verbale et le langage corporel, à des altérations du contact visuel et du langage du corps, à des manques dans la compréhension et dans l'usage des gestes, jusqu'à une disparition complète de mimiques et de l'échange non verbal.
3. Déficiences de l'approfondissement, de la préservation et de la compréhension des relations avec autrui, allant, par exemple des problèmes à adapter la conduite aux différentes situations sociales, à des obstacles à participer aux interactions subtiles ou nouer les amitiés, jusqu'à désintérêt total pour les pairs.

B. Nature limitée et répétitive des comportements, des préoccupations ou activités confirmée par au moins deux des facteurs suivants (la liste des exemples n'est pas exhaustive) soit au cours d'une période récente, soit dans le passé :

1. Caractère stéréotypé ou répétitif des mouvements, usage des objets ou du langage (par exemple des stéréotypies motrices simples, actions d'alignement des jouets ou de rotation des objets, écholalie, phrases étranges).
2. Refus de changement, adhérence ferme à des habitudes ou à des modes comportementaux verbaux ou non verbaux ritualisés (par exemple angoisse disproportionnée causée par des moindres changements, obstacles à vivre les évolutions, idées étroites, ritualisation des formules de salutations, besoin d'emprunter toujours le même chemin ou manger les mêmes aliments quotidiennement).
3. Intérêts fortement limitée et persistants, inhabituels dans leur intensité ou dans leur cause (par exemple inclination pour des objets bizarres ou obsession à propos de ses objets, préoccupations extrêmement délimitées ou obstinées).
4. Hyper ou hypo réactivité stimulations perceptifs ou intérêt anormal pour les formes sensibles de l'environnement (par exemple apathie visible face à la douleur ou à la température, interférence négative à des sons ou textures distincts, nécessité de sentir ou de toucher les objets de façon exagérée, éblouissement visible des lumières et des mouvements).

C. Les manifestations doivent apparaître dès les étapes précoces du développement mais elles ne sont pas forcément tout à fait mises à l'évidence avant que les exigences sociales ne dépassent les facultés restreintes de la personne, ou ils peuvent être dissimulés par des stratégies acquises et devenir évidentes plus tard dans leur vie).

D. Les symptômes atteignent une ampleur médicalement incontestable du point de vue de l'activité sociale récente, scolaire ou professionnelle ou dans d'autres domaines cruciaux.

E. Ces désordres ne sont pas mieux expliqués par un handicap intellectuel (trouble du développement intellectuel) ou un retard global du développement. La défaillance intellectuelle et le trouble du spectre de l'autisme sont souvent conjoints. Afin de pouvoir poser un diagnostic de morbidité associée entre un trouble du spectre de l'autisme et une déficience intellectuelle, la dégradation des échanges sociaux doit être plus élevée à ce qui serait prévu pour le niveau de développement général.

Il sera à présent détaillé si le patient présente un déficit intellectuel ou non (anciennement nommé syndrome d'Asperger), un déficit du langage associé ou non, s'il est associé à une pathologie médicale ou génétique ou un facteur environnemental, s'il présente une autre pathologie développementale, mentale ou comportementale et s'il existe une catatonie. Le degré de sévérité est classé en trois niveaux : « nécessitant de l'aide », « nécessitant une aide importante » et « nécessitant une aide très importante ».

Des examens complémentaires doivent être effectués afin d'exclure d'autres pathologies pouvant être à l'origine des symptômes ou de rechercher d'éventuelles comorbidités :

- Neurologiques grâce à l'EEG pour exclure l'épilepsie (dont le syndrome de Landau-Kleffner) et à l'IRM cérébrale pour détecter une anomalie morphologique.
 - Auditifs pour exclure la surdité et l'hypoacousie
 - Ophtalmologiques afin de corriger un éventuel trouble de la vision. Il permettrait de diminuer les stéréotypies et d'augmenter le contact visuel.
 - Génétiques par l'utilisation d'un caryotype haute résolution afin d'éliminer le syndrome de l'X fragile.
 - Clinique à la recherche des spécificités du faciès, tâches cutanées, anomalies des extrémités, etc... en vue d'exclure un syndrome de l'X notamment.
 - Métaboliques par l'intermédiaire d'un dosage neuro-métabolique sanguin et urinaire. [38]
- Il existe de nombreux autres diagnostics différentiels tels que les troubles sensoriels (surdité et cécité), les états de marasme dans le cas d'une carence affective ou trouble de l'attachement, les troubles du langage, les troubles de la communication sociale, le trouble du développement intellectuel, le retard global du développement, le trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité, le trouble de l'anxiété sociale, le mutisme sélectif et le syndrome de Rett, la schizophrénie et le trouble obsessionnel compulsif. [18]

Traitement :

Il n'existe aucun traitement médicamenteux curatif spécifique au TSA aujourd'hui. Les traitements possibles sont associés aux pathologies associées à l'autisme. [36] La prise en charge du TSA implique la collaboration de divers professionnels de la santé. Les thérapies cognitives sont assurées par des orthophonistes, psychomotriciens, psychologues, éducateurs, notamment par le biais du programme TEACCH.[39] [40] D'autres approches thérapeutiques, telles que les thérapies développementales (avec la méthode de TEACCH et Denver), les thérapies comportementales (avec la méthode ABA), les thérapies intégratives, les thérapies psychomotrices et sensori-motrices (intégration neurosensorielle, concept Bobath, méthode Affolter) font également partie de la prise en charge de l'enfant avec TSA. [39]

Motricité :

La motricité fait référence à l'ensemble des capacités et des mouvements effectués par un individu à travers les différentes parties de son corps. Elle englobe la coordination, la précision, la force musculaire, l'équilibre, la dextérité pour réaliser des actions volontaires ou involontaires. La motricité est divisée en motricité globale, qui concerne les mouvements amples impliquant plusieurs parties du corps et la motricité fine, qui implique des mouvements plus précis et délicats des mains et des doigts.

Les comportements stéréotypés font certes partie des critères principaux mais la déficience motrice n'est pas comprise dans les critères de la pathologie, pourtant il s'agit d'un aspect également fondamental puisque 80% des enfants atteints du trouble manifestent une altération de la coordination motrice. [19]

Les déficits moteurs chez l'enfant deviennent perceptibles au bout du 14^{ème} mois et les différences avec des personnes non atteintes s'accroissent davantage vers le 24^{ème} mois. [41] Certains réflexes archaïques (le réflexe de Moro, la succion et l'agrippement palmaire) persistent entre le 12^{ème} et le 17^{ème} mois, alors qu'ils disparaissent normalement au bout du 6^{ème} mois. [42] [43] Un retard d'acquisition des niveaux d'évolution motrice en particulier avec le rouler, la position assise, le ramper, la position debout et la marche participe à la présence de troubles moteurs. [37]

Les déficits moteurs globalement retrouvés sont une asymétrie en position couchée sur le ventre à 4 mois, un passage du décubitus dorsal au décubitus ventral se fait avec un mouvement de tout le corps en bloc, un schéma de rampe anormal, une asymétrie de la marche, position inhabituelle des bras, une mauvaise coordination, une anomalie des réflexes, des mouvements stéréotypés, des mouvements choréiformes des extrémités, une altération du battement des mains, une opposition doigt-pouce altérée, une marche sur la pointe des pieds, une mauvaise imitation motrice, un déficit sensori-moteur, un trouble de la représentation spatiale, une altération de la proprioception, une dysgraphie, une déficience du contrôle postural. [20]

Une hypotonie est présente dans 51% des cas, une apraxie motrice dans 34% et une marche sur la pointe des pieds dans 19% des cas selon une étude portant sur une cohorte de 154 enfants. [44]

Des études laissent penser que les personnes avec TSA auraient des troubles de planification motrice ainsi que de l'exécution motrice même si [45] [46]

1.1.5 Description des traitements en kinésithérapie :

La kinésithérapie n'est pas indiquée dans le traitement spécifique d'un TSA mais plutôt dans le traitement des comorbidités. La kinésithérapie pédiatrique peut intervenir pour prendre en charge les enfants atteints de TSA présentant des retards dans les étapes du développement moteur [47]. Le traitement des troubles du mouvement ou de la motricité fait partie de nos compétences et cela vaut pour n'importe quelle population.³

En effet, comme évoqué précédemment, les professionnels de première ligne peuvent nous confier la responsabilité de détecter toute altération de la fonction motrice (globale ou fine) et de la praxie, afin d'orienter les professionnels de deuxième ligne dans l'élaboration de leur diagnostic. L'HAS recommande la prescription d'un bilan du développement moteur par un kinésithérapeute (ou psychomotricien ou ergothérapeute), comme nous l'avons déjà mentionné. [18]

Le métier de kinésithérapeute est un métier dont les compétences seront amenées à beaucoup évoluer dans les années qui suivent. En effet, l'ordre des kinésithérapeutes constate qu'un développement des capacités relationnelles et pédagogiques sera nécessaire quelle que soit la population concernée (enfants avec TSA ou non). L'ordre a également rédigé les ressources en connaissances et savoir-faire à mobiliser dans les situations professionnelles, celles-ci regroupent notamment la communication interpersonnelle ainsi que la psychologie.⁴

Le kinésithérapeute se doit d'établir une relation de confiance avec son patient et chez les enfants atteints de TSA une des stratégies pour instaurer ce climat de confiance peut être l'utilisation d'un robot ou d'un jeu virtuel en complément d'autres stratégies thérapeutiques.

³ <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/25857/>

⁴ [referentiel.pdf \(ordremk.fr\)](#)

1.2 Cadre théorique :

1.2.1 Description du traitement :

Les traitements que nous allons analyser sont le Kinect et le robot NAO. Le robot NAO est un robot anthropomorphe mesurant 50 centimètres de hauteur. Il est doté de 15 articulations et actionneurs permettant au total 25 degrés de liberté. Le robot NAO peut également interagir avec nous verbalement.

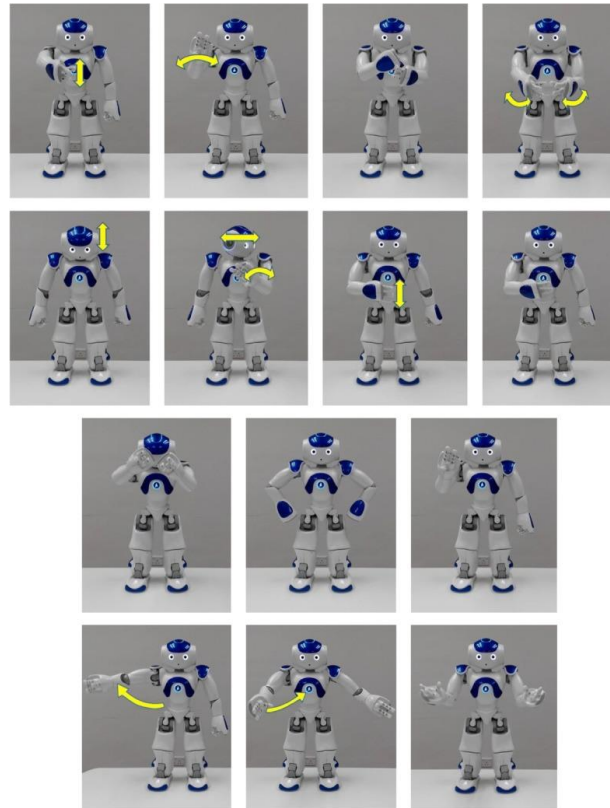


Figure 4 : Gestes exécutés par le robot NAO

La Kinect est une invention de Microsoft conçue pour pouvoir contrôler une interface sans utilisation de manette. Il dispose d'une caméra pouvant détecter les mouvements. Il fonctionne également par commande vocale et est capable de reconnaître les images.

1.2.2 Objectifs de la revue de littérature :

Nous avons constaté précédemment que 80% des personnes avec TSA présentaient un déficit de la motricité. La rééducation motrice faisant partie des compétences du kiné nous permet de créer un pont entre notre profession et le trouble du spectre autistique. C'est ainsi que nous pouvons nous poser la question suivante : "L'utilisation du robot NAO est-elle plus efficace que celle du Kinect pour la rééducation de la motricité chez les enfants atteints du TSA ?" Cette question a été formulée en utilisant la méthode PICO (Patient, Intervention, Comparaison, Outcome).

La question a été formulée à l'aide de la méthode PICO.

Population	Trouble du spectre autistique
Intervention	Robot NAO
Comparateur	Kinect
Outcome (critère de jugement)	Motricité

Tableau 1 : Tableau modélisant le PICO

Nous pouvons formuler cinq hypothèses dont une se révélera être la plus probable après nos nombreuses analyses :

- L'utilisation du robot NAO est plus efficace sur la motricité des enfants atteints de TSA que l'utilisation du Kinect
- L'utilisation du Kinect est plus efficace sur la motricité des enfants atteints de TSA que l'utilisation du robot NAO
- L'utilisation du robot NAO a un effet similaire sur la motricité des enfants atteints de TSA à l'utilisation du Kinect
- L'utilisation du robot NAO n'a aucun effet sur la motricité des enfants atteints de TSA
- L'utilisation du Kinect n'a aucun effet sur la motricité des enfants atteints de TSA

2. Méthode

2.1 Critères d'éligibilité :

2.1.1 Type d'étude :

La revue vise à répondre à une question thérapeutique. La méthode de référence pour évaluer l'impact d'une intervention en santé est représentée par l'essai contrôlé randomisé. Cet essai permet d'évaluer l'effet d'une intervention en le comparant directement à un groupe recevant une autre intervention voire ne recevant pas d'intervention. Toutefois, dans les situations où des obstacles politiques, éthiques ou organisationnels rendent difficile la mise en place d'un essai, des schémas quasi expérimentaux tels que les études avant/après avec groupe-contrôle ou les séries chronologiques peuvent être envisagés.

L'essai contrôlé randomisé à unité de randomisation individuelle :

Ce type d'essai attribue une intervention A ou B à des malades de manière aléatoire (les malades sont randomisés). La randomisation vise à équilibrer les facteurs pronostiques entre les groupes, bien que son efficacité puisse être limitée dans les essais thérapeutiques en raison de facteurs de confusion potentiels liés à l'organisation des soins. Les essais randomisés à unité de randomisation individuelle supposent une indépendance entre les patients, hypothèse difficile à tenir lorsque le suivi des patients est réalisé par le même médecin ou dans le même établissement. Cela entraîne une perte de puissance statistique, nécessitant une adaptation dans la conception de l'étude, le calcul de la taille de l'échantillon et l'analyse statistique. Pour surmonter ces défis, des essais randomisés à unité de randomisation collective (en cluster ou en grappe) sont préconisés, où l'ensemble des patients suivis par un même médecin ou dans une même structure de soins constitue une grappe.

L'essai contrôlé randomisé à unité de randomisation collective (en cluster ou en grappe):

Un groupe d'individu est randomisé dans le cas de ces études (hôpitaux, unités de soins, médecins, infirmières, etc...). L'avantage principal des essais en cluster réside dans la réduction ou l'évitement du risque de contamination (que les professionnels randomisés du groupe témoin soient influencés par les pratiques du groupe d'intervention). La contamination peut conduire à une sous-estimation de l'effet réel de l'intervention et accroître le risque d'erreur. Le nombre de cluster étant souvent limité, il est plus judicieux de prendre en considération la performance initiale avant l'intervention.⁵

Au vu du haut niveau de preuves qu'apportent les essais contrôlés randomisés, nous avons pris la décision de n'inclure que ce type d'études dans notre revue de littérature.

⁵ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/eval_interventions_ameliorer_pratiques_guide.pdf

Niveau	Intervention
I	Une revue systématique d'études de niveau II
II	Un essai contrôlé randomisé
III-1	Un essai contrôlé pseudo-randomisé (allocation alternée ou autre méthode)
III-2	Une étude comparative avec des témoins concomitants : - Essai contrôlé expérimental non randomisé ; - Etude de cohorte ; - Etude cas-témoins ; - Série temporelle interrompue avec un groupe témoins.
III-3	Une étude comparative sans témoins concomitants : - Etude contrôle historique ; - Etude à deux bras ou plus ; - Série temporelle interrompue sans groupe témoins parallèle.
IV	Série de cas avec des résultats soit post-test soit pré-test/post-test.

Tableau 2 : Hiérarchie des niveaux de preuve d'après le NHMRC

2.1.2 Population :

La population étudiée est représentée par :

- Des enfants ayant reçu le diagnostic de TSA,
- Des enfants âgés de 4 à 17 ans,
- De sexe masculin et féminin.

2.1.3 Intervention et comparateur

L'intervention avec le robot NAO sera comparée aux études avec intervention du Kinect. Les différentes études portant sur le Kinect étaient utilisées en complément du traitement habituel que suivaient les enfants. Les enfants ont été répartis en groupe d'intervention et témoin (sans l'intervention étudiée).

2.1.4 Critère de jugement :

Le critère de jugement principal que nous avons sélectionné est l'évaluation de la motricité, les études ne comprenant pas une évaluation de la motricité ont été exclues. Cette évaluation est possible grâce à des échelles et des tests spécifiques.

2.2 Méthodologie de recherche des études :

2.2.1 Base de données :

La revue portera sur des articles triés et sélectionnés à l'aide des bases de données électroniques scientifiques suivantes : Pubmed, Pedro et Cochrane Library.

L'introduction de cette revue est issue d'autres ressources documentaires tel que : Google Scholar, des livres de neurologie, des publications de l'HAS, de l'INSERM, l'OMS ainsi qu'Autisme Info Service.

2.2.2 Equation de recherche :

L'équation de recherche est une étape fondamentale dans la recherche d'articles les plus pertinents en lien avec notre question thérapeutique formulée à l'aide de la méthode PICO. Les termes du PICO seront chacun repris de manière individuelle afin d'avoir un nombre de synonymes important, pour obtenir le plus de bruit possible.

Les mots-clés de notre équation de recherche seront formulés en anglais grâce aux termes Mesh (medical subject headings).

Population : trouble du spectre autistique	Autism ; Autism, early infantile ; Autism, infantile ; Disorder, autistic ; Disorders, autistic ; Early infantile autism ; Infantile autism ; Infantile autism, early ; Kanner syndrome ; Kanner's syndrome ; Kanners syndrome.
Intervention : Robot (NAO)	Robot ; Companion Robot ; Companion Robots ; Robot, Companion ; Robots, Companion ; Robot, Social ; Robots, Social ; Social Robot ; Social Robots ;
Comparateur : Kinect	Kinect
Outcome : Motricité	Movement disorder ; Movement disorder syndrome ; Movement disorder syndromes ; Motricity ; Coordination ; Development, musculoskeletal ; Development, musculoskeletal system ; Musculoskeletal system development ; System development, musculoskeletal ; Motor skills ; Motor disorders ; Motor skills disorders.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des synonymes Mesh

Les opérateurs booléens OR, AND et NOT ont été introduits dans notre équation de recherche.

Equation de recherche :

((Autism) OR (Autism, early infantile) OR (Autism, infantile) OR (Disorder, autistic) OR (Disorders, autistic) OR (Early infantile autism) OR (Infantile autism) OR (Infantile autism, early) OR (Kanner syndrome) OR (Kanner's syndrome) OR (Kanners syndrome)) AND ((Motor skills) OR (Coordination) OR (motricity) OR (Motor disorders) OR (Motor skills disorders) OR (movement disorder) OR (movement disorder syndrome) OR (Development, musculoskeletal)) AND (((Companion Robot) OR (Robot) OR (Companion Robots) OR (Robot, Companion) OR (Robots, Companion) OR (Robot, Social) OR (Robots, Social) OR (Social Robot) OR (Social Robots)) OR (kinect) OR (neurologic music therapy)).

2.3 Extraction et analyse des données :

2.3.1 Sélection des études :

Dans un premier temps nous avons exclu certains articles grâce à un filtre contenant les caractéristiques suivantes :

- Les revues de littérature, les livres, les documents, les méta-analyses ont été exclus.
- Les études devaient dater de moins de 10 ans

Dans un second temps, **une lecture des titres** nous a permis de trier les articles par l'exclusion des doublons ainsi que les articles s'éloignant du sujet que nous souhaitions aborder.

Dans un troisième temps, **la lecture des résumés** a été utile pour en apprendre davantage sur la méthode, la discussion et les résultats afin de sélectionner celles qui nous semblent les plus pertinentes.

Dans un dernier temps, **la lecture de l'intégralité des articles** a été nécessaire afin de correspondre au mieux à nos critères d'inclusion et d'exclusion.

Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été déterminés après lecture intégrale des articles.

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none">- Population d'enfants avec un TSA- Articles en langue française ou anglaise<ul style="list-style-type: none">- Les essais contrôlés randomisés- Evaluation de la motricité comme outcome (critère de jugement)- Un Kinect ou un Robot inclus dans l'intervention	<ul style="list-style-type: none">- Autre population que des enfants avec TSA- Articles disponibles seulement dans une autre langue qu'en français ou anglais- Les autres types d'études (non contrôlés randomisés)<ul style="list-style-type: none">- Doublons- La motricité ne faisant pas partie des critères de jugement<ul style="list-style-type: none">- Article non disponible gratuitement- Etudes datant d'avant 2013- Les revues de littérature, les livres, les documents, les méta-analyses

Tableau 4 : Tableau des critères d'inclusion et d'exclusion

2.3.2 Extraction des données :

Les données principales qui ont été recueillies sont :

- Le titre de l'article
- L'auteur
- L'année de publication
- La population (taille de l'échantillon, âge, sexe, groupe témoin, groupe d'intervention, diagnostic du TSA, inclusion et exclusion).
- Le comparateur
- L'intervention
- Qualité des études (type d'étude et score PEDro)
- Critère de jugement et évaluation
- Les modalités d'intervention
- Les résultats

2.3.3 Evaluation de la qualité des études sélectionnées :

Qualité méthodologique :

La nature de la question abordée est thérapeutique. Ainsi, la grille PEDro a été sélectionnée pour examiner la méthodologie des diverses études incluses, permettant d'évaluer leurs risques de biais. Composée de 11 critères, la grille génère finalement une note sur 10.⁶

Ces critères prennent en compte :

- Les critères d'éligibilité
- La répartition dans les groupes (aléatoire, respectant une assignation secrète, leur similarité)
- La mise en aveugle des thérapeutes et des examinateurs
- Les mesures (obtenues pour plus de 85% des sujets répartis dans les groupes, pour au moins un des critères de jugement essentiel).
- Tous les participants pour lesquels les résultats étaient disponibles ont été soumis au traitement ou ont suivi l'intervention contrôlée conformément à leur répartition. Dans le cas où cela n'a pas été possible, les données d'au moins l'un des critères de jugement essentiels ont été analysées selon le principe de l'intention de traiter.
- Pour au moins l'un des critères de jugement principaux, les résultats des analyses statistiques entre les groupes sont présentés et l'étude fournit à la fois une estimation des effets et de leur variabilité.

⁶ [https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french\(france\).pdf](https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french(france).pdf)

Méthode d'analyse et de synthèse des résultats :

Les résultats seront présentés de la manière suivante :

- Un diagramme de flux présentera la méthode de sélection des articles.
- Des tableaux afficheront séparément les études incluses avec leurs caractéristiques, l'analyse du risque de biais (échelle PEDro) et les résultats en lien avec notre critère de jugement.

Nous analyserons les résultats avant et après intervention et les résultats avec et sans intervention. Les moyennes et les écarts types des critères de jugement seront recueillis. Nous comparerons les résultats des articles entre eux (Robot contre Kinect).

La significativité (p) nous permettra de mettre en évidence si un des traitements est plus efficace que l'autre. Elle a pour but de souligner une différence significative entre les groupes en ce qui concerne les résultats post-traitement de chaque étude.

La taille de l'effet et intervalles de confiance à 95% (calculées ou déjà présentes dans l'article) seront également exposées.

3. Résultats

3.1 Description des études :

3.1.1 Diagramme de flux :

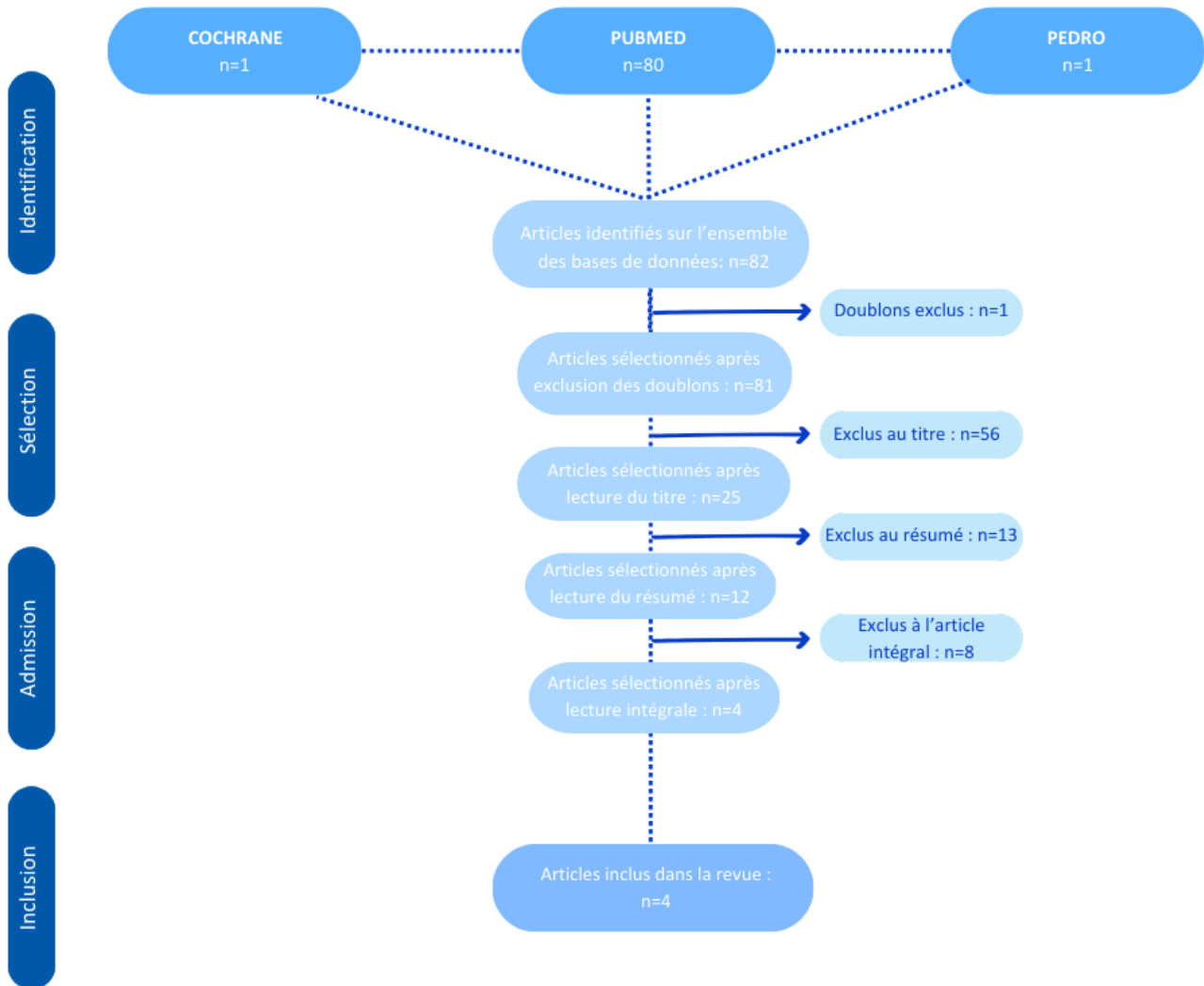


Figure 5 : Représentation du diagramme de flux

3.1.2 Etudes exclues :

Les articles ayant été exclus à la lecture du titre :

Nous avons obtenu au total 82 articles, à la suite de notre recherche sur Pubmed, Cochrane et Pedro.

Nous avons exclu dans un premier temps les doublons, puis tous les articles datant de plus de 10 ans, les titres ne correspondant pas à nos critères PICO ainsi que les titres qui mentionnaient qu'il s'agissait d'une revue de littérature.

Les articles qui ont été exclus après lecture du résumé et justification de l'exclusion :

- « The Effects of Physical Activity and Exergaming on Motor Skills and Executive Functions in Children with Autism Spectrum Disorder » - Homa Rafiei Milajerdi et al. (2020) : l'article est payant.
- « Motor differences in autism during a human-robot imitative gesturing task » - Nicholas E Fears et al. (2023) : il étudie les différences entre autistes et personnes neurotypiques. Il n'étudie pas l'effet sur la motricité.
- « Toward a motor signature in autism: Studies from human-machine interaction » - J Xavier (2018) : il n'étudie pas l'effet sur la motricité et ce n'est pas une question thérapeutique.
- « Socializing Sensorimotor Contingencies » - Annika Lübbert et al. (2021) : il n'étudie pas la motricité mais la sociabilisation.
- « Why is music therapeutic for neurological disorders? The Therapeutic Music Capacities Model » - Olivia Brancatisano et al. (2020) : il n'étudie ni le robot NAO ni le Kinect.
- « Automated Tracking and Quantification of Autistic Behavioral Symptoms Using Microsoft Kinect » - Joon Young Kang et al. (2016): la question n'est pas thérapeutique, permet seulement de quantifier les mouvements stéréotypés, le but étant de les détecter avec le Kinect.
- « Motor learning and transfer between real and virtual environments in young people with autism spectrum disorder: A prospective randomized cross over controlled trial » - Íbis Ariana Peña de Moraes et al. (2019) : l'article est payant.
- « Ordered interpersonal synchronisation in ASD children via robots » - Irimi Giannopulu et al. (2020) : il n'étudie pas la motricité mais la sociabilisation.
- « Untrivial Pursuit: Measuring Motor Procedures Learning in Children with Autism » - Laura Sparaci et al. (2015) : l'article entier est payant.
- « Design and validation of two embodied mirroring setups for interactive games with autistic children using the NAO humanoid robot » - Alice Geminiani et al. (2019) : l'article entier n'est pas disponible. Seul le résumé est accessible.

- « Child-Robot Interaction in a Musical Dance Game: An Exploratory Comparison Study between Typically Developing Children and Children with Autism » - Jaclyn A Barnes et al. (2020) : il compare les enfants TSA et les enfants au développement typique dans leur interaction avec le robot et pas l'effet sur la motricité.
- « Active Videogaming for Individuals with Severe Movement Disorders: Results from a Community Study » - Peter J Chung et al. (2015): il s'agit d'une étude portant sur des paralysés cérébraux et pas d'enfant avec TSA.
- « Motor performance in a shape sorter task: A longitudinal study from 14 to 36 months of age in children with an older sibling ASD » - Fabrizio Taffoni et al. (2019): ce n'est pas une étude thérapeutique mais étiologique.

Les articles qui ont été exclus à la suite de la lecture complète de l'article et justification :

- « A Music-Therapy Robotic Platform for Children With Autism: A Pilot Study » - Huanghao Feng et al. (2022): l'article n'est pas un essai contrôlé randomisé.
- « Sensing Technologies for Autism Spectrum Disorder Screening and Intervention » - John-John Cabibihan et al. (2016) : il s'agit d'un article qui étudie une autre façon de diagnostiquer le déficit moteur chez les personnes avec TSA. Il n'est pas question de traitement en vue d'améliorer la motricité.
- « Design of a Robotic Coach for Motor, Social and Cognitive Skills Training Towards Applications With ASD Children » - Laura Santos et al. (2021) : il n'étudie pas l'effet sur la motricité mais seulement si les enfants TSA présentent un déficit moteur.
- « Rhythm, movement, and autism: using rhythmic rehabilitation research as a model for autism » - Michelle W Hardy et al. (2013) : il s'agit d'une revue de littérature
- « Effects of Integrative Autism Therapy on Multiple Physical, Sensory, Cognitive, and Social Integration Domains in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A 4-Week Follow-Up Study » - Yunhwan Kim et al. (2022) : l'article n'étudie ni le Kinect ni le robot NAO.
- « Feasibility of a virtual reality-based exercise intervention and low-cost motion tracking method for estimation of motor proficiency in youth with autism spectrum disorder » - Darren R Hocking et al. (2022) : l'article n'est pas un essai contrôlé randomisé.
- « Robot-Mediated Imitation Skill Training for Children With Autism »- Zhi Zheng et al. (2015): il n'étudie pas la motricité à proprement parler mais plutôt le défaut d'imitation des gestes de la vie de tous les jours (côté plutôt social).
- « Engagnition: A multi-dimensional dataset for engagement recognition of children with autism spectrum disorder » - Won Kim et al. (2024) : l'article n'étudie pas l'effet sur la motricité.

Les articles que nous avons décidé d'inclure dans notre revue :

« Robot-based intervention may reduce delay in the production of intransitive gestures in Chinese-speaking preschoolers with autism spectrum disorder » - So et al. (2018) [48]
« Supporting coordination of children with ASD using neurological music therapy: A pilot randomized control trial comparing an elastic touch-display with tambourines » - F.L. Cibrian et al. (2020) [49]
« The Effects of Rhythm and Robotic Interventions on the Imitation/Praxis, Interpersonal Synchrony, and Motor Performance of Children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Pilot Randomized Controlled Trial » - Sudha M. Srinivasan et al. (2015) [50]
« A Demonstration Project for the Utility of Kinect-Based Educational Games to Benefit Motor Skills of Children with ASD » - Vukicevic et al. (2019) [51]

Tableau 5: Tableau des études incluses

3.1.3 Etudes incluses :

	So et al. (2018)	Sudha M. Srinivasan et al. (2015)	Vukicevic et al. (2019)	F.L. Cibrian, et al. (2020)
Type d'étude	Essai contrôlé randomisé	Essai contrôlé randomisé	Essai contrôlé randomisé	Essai contrôlé randomisé
Population	<ul style="list-style-type: none"> - 30 enfants avec un TSA - 15 enfants au développement typique - 4 à 6 ans - Dans le groupe intervention (M=5 ans et 10 mois ; SD= 0,83) - Dans le groupe contrôle (M=5 ans et 8 mois ; SD=0,35) - Dans les groupes TSA : 3 filles et 27 garçons - dans le groupe d'enfants typiques 	<ul style="list-style-type: none"> - 33 enfants avec un TSA (36 au départ) - 5 à 12ans (M(SD)=7,63 (2,24)) - Score ADOS-2 moyen 8,28 (1,58) - Le score moyen MACB-2 est de 32,973 (14,653) -Le score moyen de VABS est de 71,76 et l'écart-type 15,063. - 32 garçons et 4 filles 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 garçons avec TSA - 9 à 13 ans (M(SD)= 10,3 (1,37)) - Enfants d'une même école primaire pour enfants avec handicap - Gilliam Autism Rating Scale (GARS-3) de niveau 2 à 3 - Scores similaires au PDMS-2 signifiant une capacité motrice très pauvre 	<ul style="list-style-type: none"> - 22 enfants avec un TSA - 4 ans à 8 ans mais avec le même stade de développement selon le Portage Guide et le Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI) - La moyenne de l'âge des enfants était 5,72 ans et l'écart-type 1,2.
Critères d'inclusion	<p>Pour les enfants TSA :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic posé par des pédopsychiatres du centre d'évaluation de l'enfant du ministère de la santé de Hong Kong - Le diagnostic est confirmé par psychologue clinicien sur la base de l'ADOS et de l'ADI-R et par les pédopsychiatres du Pamela Child Assessment Center sur la base du DSM-V - Fréquentaient des centres spécialisés de Hong Kong 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic posé avec l'ADOS - Confirmation par un psychologue clinicien - Consentement écrit des parents 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic posé par un pédopsychiatre sur la base du DSM-V - Consentement écrit des parents 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfants d'une école Mexicaine spécialisée dans les TSA - Le diagnostic a été posé grâce au DSM-V, au Early Start Denver Model Curriculum Checklist for Young Children with ASD et à un entretien avec des parents basée sur le filtre mexicain pour la détection de l'autisme. -Autisme de niveau 3

	<p>Pour tous :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consentement écrit des parents et accord de l'enfant - Langue parlée : chinois 			- Consentement écrit des parents
Critères d'exclusion	<p>Pour les enfants au développement typique (DT):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antécédents familiaux de TSA ou d'autres troubles du développement diagnostiqué <p>Pour tous :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antécédent de traumatisme crânien - Blessures liées à la naissance - Troubles impliquant des convulsions 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfants présentant des troubles importants du comportement - troubles graves du langage qui limite la compréhension des consignes simples en deux étapes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Base génétique connue pour le TSA ou d'autres troubles comorbides qui pourraient affecter la motricité 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement pharmacologique - Participation à un cours de musique - Contact avec le matériel utilisé dans l'étude
Intervention / Comparateur	<p>Groupe TSA avec intervention/expérimental (N=15) : formation gestuelle avec le robot NAO</p> <p>Groupe au développement typique/comparatif (N=15) : observation de vidéos éducatives non pertinentes pour l'entraînement gestuel</p> <p>Groupe TSA sans intervention/témoin (N=15) : observation de vidéos éducatives non pertinentes pour l'entraînement gestuel</p>	<p>Groupe rythmique (N=12 mais 1 exclu des résultats donc 11) : jeux avec mouvements du corps entier avec un instructeur humain + prise en charge habituelle (ABA, TEACCH, PECS, exercices de communication sociale)</p> <p>Groupe robot (N=12 mais 1 exclu des résultats donc 11): jeux avec mouvements du corps entier avec un robot instructeur + prise en charge</p>	<p>Groupe contrôle (N=5) : traitement habituel (deux cours d'éducation physique en groupe de 45 minutes par semaine, un cours de gymnastique de groupe de 45 minutes par semaine et une séance individuelle d'exercice psychomoteur de 30 minutes)</p> <p>Groupe expérimental (N=5) : traitement habituel + jeux Kinect Fruits et Rackets</p>	<p>Groupe témoin (N=11): tambourins. Les enfants jouent librement avec des tambourins puis jouent avec en suivant une direction donnée par le thérapeute.</p> <p>Groupe expérimental (N=11) : Kinect (Bendablesound en activité ouverte (jeu libre) ou en activité orientée vers un objectif donné (lancé de fusée sur une planète))</p>

		<p>habituelle (comme le groupe rythmique)</p> <p>Groupe témoin (N=12 mais 1 exclu des résultats donc 11) : réalisation d'activités que les enfants autistes reçoivent généralement dans les établissements d'éducation spécialisée (motricité fine, communication sociale et compétences scolaires) + prise en charge habituelle (comme le groupe rythmique)</p> <p>Pour tous les groupes : - Des manuels d'instructions détaillés, du matériel pour les séances et une formation pour pratiquer des activités semblables ont été délivrés aux aidants au cours de deux séances supplémentaire s à domicile chaque semaine</p>		
--	--	--	--	--

<p>Critères de jugement (en gras ceux qui concernent la motricité)</p>	<p>- Bruininks-Oseretsky : BOT-2 (motricité fine et globale)</p> <p>- Psychoeducational Profile : PEP-3 (10 sous-tests mais dans l'étude seuls le langage et la communication ont été étudiés)</p> <p>- Attention network test : ANT</p> <p>- Test de reconnaissance des gestes (identification de la signification des gestes de la vie quotidienne)</p> <p>2 pré-tests ont été réalisés avant le début de l'intervention (un pour chaque histoire de S1 et S2), 2 post-tests à la fin de la formation et 2 post-tests différés, 2 semaines après le post-tests</p>	<p>- Bruininks-Oseretsky : BOT-2 (motricité fine et globale)</p> <p>- Codage des activités de test développées sur mesure au début et à la fin de l'intervention pour l'évaluation des changements spécifiques à la formation dans l'imitation/praxie et la synchronisation interpersonnelle</p> <p>1 pré-test et 1 post-test ont été réalisés</p>	<p>- Developmental Assessment for Individuals With Severe Disabilities (DASH-2)</p> <p>- Peabody developmental motor scales (PDMS-2)</p> <p>- Gilliam Autism Rating Scale (GARS-3): mesure de la sévérité de l'autisme</p> <p>-formulaire de suivi de l'application des jeux éducatifs (intérêt, attention, émotions, besoin d'aide)</p> <p>1 pré-test et 1 post-test ont été réalisés</p>	<p>- Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ) (motricité fine, contrôle du mouvement et coordination globale)</p> <p>- Timing synchronization assessment -Strength control assessment</p> <p>- Playing in touch questionnaire (PiT) : engagement avec la musique</p> <p>- 1 pré-tests avant le début de l'intervention et 1 post-test</p>
<p>Durée de l'étude</p>	<p>9 semaines (2 sessions par semaine de 30 minutes)</p>	<p>10 semaines, la première et dernière correspondant au pré-test et post-test (4 séances (2 par des experts et 2 par les parents) de 45 minutes par semaine)</p>	<p>Novembre 2017 à janvier 2018 avec 5 semaines d'intervention. Une fois par semaine pour une session de 10-20 minutes (Rackets étant joué seulement la première et dernière semaine)</p>	<p>8 sessions sur 2 mois</p>

Tableau 6 : Tableau descriptif des études incluses

3.2 Risques de biais :

3.2.1 Echelle PEDro :

L'échelle PEDro a été créée par Verhagen et al. (en 1998) et s'appuie sur la liste Delphi, elle-même s'appuyant sur un consensus d'experts.

Cette échelle nous permettra d'analyser quels articles ont une bonne validité interne (critères 2 à 9) et si les résultats des articles sont interprétables (critères 10 et 11). Le premier critère ne rentre pas dans le score total, celui-ci évalue la validité externe.

Le score obtenu à l'échelle PEDro s'interprète de la manière suivante :

- Un score de **6-10** reflète une **bonne qualité** méthodologique
- Un score de **4-5** reflète une qualité méthodologique **moyenne**
- Un score **≤3** reflète une **faible qualité** méthodologique

Le **score moyen** de notre échelle PEDro est **6/10** ce qui reflète une bonne qualité de preuves.

Tableau 7 : Tableau de l'échelle PEDro

Echelle PEDro	<u>So et al. (2018)</u>	<u>Sudha M. Srinivasan et al. (2015)</u>	<u>Vukicevic et al. (2019)</u>	<u>F.L. Cibrian, et al. (2020)</u>
Critères d'éligibilité	Oui	Oui	Oui	Oui
Sujets répartis aléatoirement	Oui	Oui	Oui	Oui
Répartition a respecté une assignation secrète	Non	Oui	Non	Non
Groupes similaires	Oui	Oui	Oui	Oui
Sujets en aveugle	Non	Non	Non	Non
Thérapeutes en aveugle	Non	Non	Non	Non
Examineurs en aveugle	Non	Non	Oui	Non
Mesures obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis	Oui	Oui	Oui	Oui
« En intention de traiter » pour les personnes ne pouvant pas suivre le traitement	Oui	Oui	Oui	Oui
Résultats des comparaisons statistiques pour au moins un des critères de jugement essentiels	Non	Oui	Non	Oui
Estimation des effets et estimation de la variabilité d'un critère de jugement essentiel	Non	Oui	Oui	Oui
Score total (/10)	5	7	6	6

3.2.2 Synthèse des biais rencontrés :

Le premier critère n'étant pas inclus dans le score total, est tout de même validé par l'ensemble des études, on peut donc en conclure qu'ils ont une bonne validité externe.

Biais de sélection :

Ils font référence aux critères 2 (randomisation), 3 (assignation secrète) et 4 (groupes similaires).

Tous les articles ont réparti aléatoirement les participants (randomisation) et les groupes créés étaient similaires.

Le critère 3 n'a pas été respecté par trois articles : So et al. (2018), Vukicevic et al. (2019) et F.L. Cibrian, et al. (2020). Ces articles présentent donc un biais de sélection.

Biais d'évaluation :

Les biais d'évaluation incluent les critères 5 (sujets en aveugle), 6 (thérapeutes en aveugle) et 7 (examineurs en aveugle).

Aucun de nos articles (So et al. (2018), Sudha M. Srinivasan et al. (2015), Vukicevic et al. (2019) et F.L. Cibrian, et al. (2020)) n'ont pu mettre en aveugle les sujets ainsi que les thérapeutes. Nos articles présentent donc un biais d'évaluation.

Les activités des groupes témoin et intervention sont très différentes l'une de l'autre au sein d'une même études, nous pouvons donc aisément deviner le groupe intervention et le groupe témoin. Il est donc plus complexe de mettre les sujets et thérapeutes en aveugle. Aucune de nos études n'a validé les items 5 et 6 témoignant d'un défaut de validité interne.

Les trois articles So et al. (2018), Sudha M. Srinivasan et al. (2015) et F.L. Cibrian, et al. (2020) n'ont également pu mettre leurs examineurs en aveugle.

Biais de suivi :

Le biais d'évaluation correspond au critère 8 (pour au moins un des critères de jugement essentiel, les mesures ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes). Tous nos articles ont respecté ce critère. Nous n'avons donc pas de biais de suivi.

Biais d'attribution :

Le biais d'attribution fait référence au critère 9 (tous les sujets ont été inclus dans le résultat d'au moins un des critères de jugement essentiels même si tous les participants n'ont pu suivre l'intervention contrôle ou expérimentale du groupe qui leur a été attribué).

Aucune de nos études n'a été confronté au biais d'attribution car l'article de Sudha M. Srinivasan et al. (2015) n'a pas inclus dans les pré-tests (donc ni dans les post-tests) les personnes exclues.

Biais d'interprétation ou de notification :

Il s'agit de biais par rapport aux informations statistiques qui se réfère au critères 10 et 11. So et al. (2018) ne fournit pas suffisamment d'éléments pour pouvoir analyser les résultats, il présente un biais de notification. Le critère 10 n'a pas été validé par Vukicevic et al. (2019) il présente donc également ce biais-là.

Les autres articles remplissent ces critères, nous ne sommes donc pas confrontés à un biais d'interprétation.

3.3 Efficacité de l'intervention :

Nous avons pour objectif de comparer l'efficacité du robot NAO à celle du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants atteints de TSA. Les deux articles incluant le robot NAO ont utilisé une même échelle pour évaluer la motricité : le BOT-2. Malheureusement les résultats de So et al ne sont pas interprétables, nous ne pourrions donc pas comparer les résultats de ce critère de jugement.

Le critère de jugement principal étant la motricité, nous n'étudierons pas les autres critères de nos études ne concernant pas la motricité. Les critères de jugement évaluant la motricité, étant tous différents, seront analysés séparément. Il est à noter que les études n'ont pas toujours exposé les résultats de tous leurs critères de jugement (qui concernaient la motricité) ou donnaient des résultats ininterprétables.

Nous calculerons la taille de l'effet ainsi que l'intervalle de confiance afin d'analyser l'effet du traitement.

Nous noterons la valeur de p afin de pouvoir interpréter la taille de l'effet et donc conclure si les résultats sont statistiquement significatifs ou non.

La taille de l'effet se calcule par la différence des moyennes (post-traitement) des deux groupes en divisant par l'écart-type des deux groupes. Lorsque ce résultat est positif alors l'effet est plus important dans le groupe d'intervention/expérimental que dans le groupe témoin.

Les critères de Cohen permettent d'estimer si une taille d'effet est grande, moyenne ou petite. Elle est :

- Petite si d est égal à environs **0,2**
- Moyenne si d est égal à environs **0,5**
- Grande si d est égal à environs **0,8**.

L'intervalle de confiance a été fixé à 95% pour chaque critère de mesure post-intervention. Il permet de conclure que si on répète l'expérience un certain nombre de fois et que l'on calcule l'intervalle de confiance à chaque fois, 95% des intervalles incluront la vraie valeur de la moyenne. Il offre une estimation ponctuelle du paramètre et une précision de la fiabilité de cette estimation. Il est à noter que plus l'intervalle de confiance est étroit, plus l'estimation est précise.

La valeur seuil de p sera fixée à 0,05. Si la valeur de p se situe en dessous de cette valeur alors il est plus probable que le résultat ne soit pas dû au hasard (soit 5% de chance que le résultat soit dû au hasard) et sera donc statistiquement significatif. Plus la valeur de p est en dessous de ce seuil plus la probabilité que le résultat ne soit pas dû au hasard est grande.

Nous analyserons les articles un par un dans la partie résultats et dans la partie discussion nous tenterons de comparer les résultats des articles incluant le Kinect et celle utilisant le robot NAO.

3.3.1 Etudes analysant le robot NAO :

So et al (2018) :

Les données de cet article sont insuffisantes pour pouvoir calculer la moyenne. En effet aucune moyenne n'est donnée dans la partie texte, ni d'écart-type. Deux figures ont été présentées mais celles-ci illustrent seulement une proportion.

Voici les figures et tableau qui étaient présents dans l'étude.

Table 2 Correlations among chronological age, language and developmental ability, gestural recognition, fine motor skills, attention skills, and gestural production accuracy in pretests and immediate and delayed posttests

	Chronological age	Language and developmental ability	Gestural recognition	Fine motor skill	Attention skill	Gestural production accuracy in pretests	Gestural production accuracy in immediate posttests	Gestural production in delayed posttests
Chronological age	–							
Language and developmental ability	.65**	–						
Gestural recognition	0.02	.33*	–					
Fine motor skill	.34*	.57**	0.23	–				
Attention skill	0.10	0.25	.66**	.40*	–			
Gestural production accuracy in pretests	0.05	0.28	.63**	0.22	.64**	–		
Gestural production accuracy in immediate posttests	0.04	0.23	.33*	.44**	.36*	0.20	–	
Gestural production in delayed posttests	0.04	0.19	.41**	.33*	.50**	.36*	.68**	–

**p < .001, *p < .05

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des corrélations de So et al (2018)

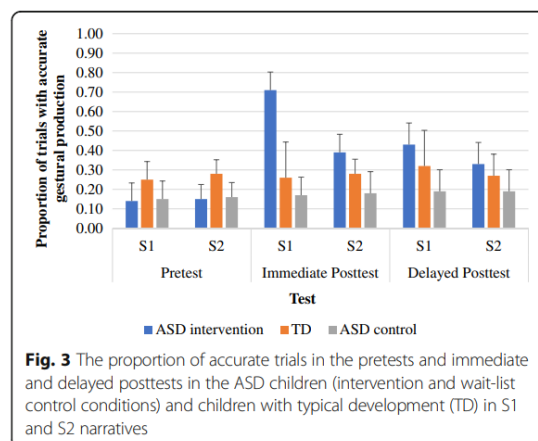


Fig. 3 The proportion of accurate trials in the pretests and immediate and delayed posttests in the ASD children (intervention and wait-list control conditions) and children with typical development (TD) in S1 and S2 narratives

Figure 6 : proportions liées à la production gestuelle précise.

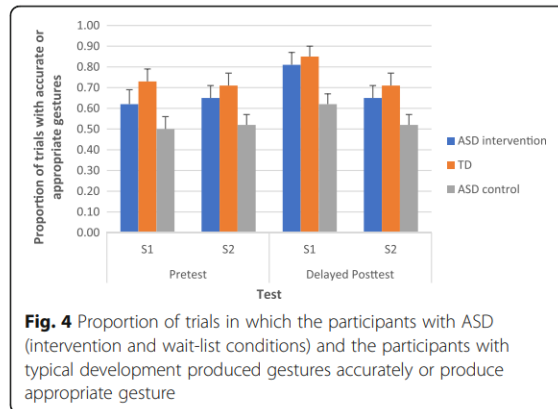


Figure 7 : proportions liées aux gestes appropriés.

L'auteur n'a pas réalisé de comparaison entre les groupes mais a étudié la corrélation entre différents paramètres tel que l'âge, le langage, la reconnaissance gestuelle, les capacités d'attention, la précision de la production gestuelle (pré-test, post-tests immédiats et post-tests différés).

Selon le tableau donné, il y aurait une corrélation significative (car $p < 0,05$) entre :

- D'une part, l'âge et d'autre part, le langage et son développement ($p < 0,001$)
- D'une part, la reconnaissance gestuelle et d'autre part, le langage et son développement ($p < 0,05$)
- La motricité fine et l'âge ($p < 0,05$)
- D'une part, le langage et son développement et, d'autre part, la motricité fine ($p < 0,001$)
- La reconnaissance gestuelle (reconnaissance des gestes sociaux : bonjour, pointage, etc...) et la capacité d'attention ($p < 0,001$)
- La motricité fine et la capacité d'attention ($p < 0,05$)
- La production gestuelle dans les pré-tests et la reconnaissance gestuelle ($p < 0,001$)
- La production gestuelle dans les pré-tests et la capacité d'attention ($p < 0,001$)
- La production gestuelle dans les post-tests immédiats et la reconnaissance gestuelle ($p < 0,05$)
- La production gestuelle dans les post-tests immédiats et la motricité fine ($p < 0,001$)
- La production gestuelle dans les post-tests immédiats et la capacité d'attention ($p < 0,05$)
- La production gestuelle dans les post-tests différés et la reconnaissance gestuelle ($p < 0,001$)
- La production gestuelle dans les post-tests différés et la motricité fine ($p < 0,05$)
- La production gestuelle dans les post-tests différés et la capacité d'attention ($p < 0,001$)
- La production gestuelle dans les post-tests différés et la production gestuelle dans les pré-tests ($p < 0,05$)
- La production gestuelle dans les post-tests différés et la production gestuelle dans les post-tests immédiats ($p < 0,001$)

Le texte présente également les une analyse de variance grâce à ANOVA :

- $F(2,38) = 24,44$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,56$, **temps × facteur groupe**
- $F(4, 76) = 22,39$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,54$, **histoire × facteur groupe**
- $F(2, 38) = 30,50$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,62$, **histoire × facteur groupe x temps.**

L'**ANOVA** permet de déterminer si les différences des moyennes des groupes sont statistiquement significatives. La statistique F qu'elle génère divise la variance intergroupe par la variance intragroupe.

F met en évidence une différence significative entre des groupes pour la variable mesurée car toutes les valeurs de $p < 0,001$.

La valeur $\eta^2 = 0,56$ signifie que 56% de la variance dans les résultats peut être due au facteur groupe. Il y a une **interaction significative entre le temps et le groupe auquel l'enfant appartient**.

La valeur $\eta^2 = 0,54$ signifie que 54% de la variance dans les résultats peut être due au facteur groupe. Il y a une **interaction significative entre l'histoire et le groupe auquel l'enfant appartient**.

La valeur $\eta^2 = 0,62$ signifie que 62% de la variance dans les résultats peut être due au facteur groupe. Il y a une **interaction significative entre l'histoire, le temps et le groupe auquel l'enfant appartient**.

Sudha M. Srinivasan et al. (2015) :

Il est à noter dans un premier temps que 3 participants ont été exclus (un dans chaque groupe) car ceux-ci étaient en incapacité de pouvoir réaliser la grande majorité de tests du BOT-2. **Les résultats concernent donc 33 enfants au total (11 dans chaque groupe)**. Ces participants exclus ne sont donc ni inclus dans les pré-tests ni dans les post-tests (le nombre d'exclus est tout de même inférieur à 85% ce qui valide tout de même le critère PEDro).

A titre comparatif, avant même de débiter l'intervention, certains groupes présentaient déjà des déficits moteurs différents. Le groupe contrôle a obtenu de meilleurs résultats lors des pré-tests que le groupe rythmique, et ce, de manière statistiquement significative. Le reste des groupes ne présentaient pas de différences significatives au niveau de la motricité.

Cette étude utilise également l'**ANOVA** mais seulement pour l'interaction entre la session du test, le type de composite et le groupe auquel l'enfant appartient, donnant le résultat suivant : $F(2, 29) = 3.44, p = 0.05, \eta^2 = 0.19$ session x type de composite x groupe.

Cela signifie qu'il existe une **corrélation statistiquement significative entre le facteur session de l'étude, le type de composite et le groupe de l'enfant**.

Les résultats que nous allons analyser concernent le critère de jugement BOT-2 :

Partie motricité fine de l'échelle BOT-2 :

Le tableau ci-dessous représente les données concernant une sous-partie de l'échelle BOT-2 qui concerne la motricité fine.

	Groupe contrôle (comparaison) post-intervention	Groupe expérimental (robot) post-intervention	Groupe rythmique post-intervention	Différence intergroupes	p-value inter-groupe
Echelle BOT-2 (sous partie motricité fine)	44,52 (10,82)	34,13 (8,72)		10,39 [1,65 ; 19,13]	<0.02
	44,52 (10,82)		34,38 (4,36)	10,14 [2,80 ; 17,48]	
		34,13 (8,72)	34,38 (4,36)	0,25 [-5,88 ; 6,38]	Non mentionné

Tableau 9 : tableau des résultats du BOT-2 (motricité fine) de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Ce tableau permet d'analyser les différents groupes entre eux.

La différence des moyennes intergroupe :

- En **comparant le groupe contrôle et le groupe intervention** : la différence de points moyens entre les groupes est de 10,39 points, en faveur du groupe contrôle car la valeur est positive.
- La différence de points moyens entre le **groupe contrôle et le groupe rythmique** est 10,14 points en faveur du groupe contrôle car la valeur est également positive.
- Si l'on compare le **groupe expérimental et le groupe rythmique** (dans ce cas-là nous le considérons comme groupe contrôle pour les calculs), la différence des points moyens des deux groupes est de 0,25 donc en faveur du groupe rythmique.

Concernant les intervalles de confiance intergroupes :

- L'intervalle entre **le groupe contrôle et le groupe expérimental** [1,65 ; 19,13] ne croise pas la valeur 0, la différence entre les deux groupes est donc **statistiquement significative**. Cet intervalle indique que nous avons **95%** de chance que la différence des moyennes intergroupe se situe entre **1,65 et 19,13**.
- L'intervalle entre **le groupe expérimental et le groupe rythmique** [-5,88 ; 6,38] croise la valeur 0, la différence entre les groupes n'est donc **pas significative**. Cela signifie que la différence des moyennes peut prendre une valeur entre -5,88 et 6,38 donc peut être favorable au groupe expérimental ou bien favorable au groupe rythmique.

Dans les post-tests, le groupe contrôle avait des scores significativement plus élevés que les deux autres groupes car **les p-values** étaient **inférieures à 0,02**. Cela indique que les résultats ne sont pas dus au hasard et sont donc **statistiquement significatifs**.

Nous avons calculé **la taille d'effet**, celle-ci nous donne approximativement **-1,06**. Elle prend une valeur négative car le groupe expérimental avait des performances inférieures à celle du groupe contrôle. Si l'on prend en compte les critères de Cohen, $1,06 > 0,8$ donc la **taille d'effet est grande**. Ce qui confirme bien que les résultats portants sur le groupe contrôle et sur le groupe expérimental.

Partie coordination de l'échelle BOT-2 :

Le tableau ci-dessous récapitule les données concernant une autre sous-partie de l'échelle BOT-2 qui concerne la coordination.

	Groupe contrôle (comparaison) post-intervention	Groupe expérimental (robot) post-intervention	Groupe rythmique post-intervention	Différence intergroupes
Echelle BOT-2 (sous partie coordination du corps entier)	Non mentionné	41,73 (12,02)		
	Non mentionné		36,36 (6,90)	
		41,73 (12,02)	36,36 (6,90)	-5,37 [-14,09 ; 3,35]

Tableau 10 : tableau des résultats du BOT-2 (coordination du corps entier) de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Le résultat du groupe contrôle n'est pas mentionné mais le texte de l'article affirme qu'il n'y avait pas d'amélioration significative entre les pré-tests et les post-tests. Le résultat des pré-tests et post-tests n'est visible que dans la figure suivante :

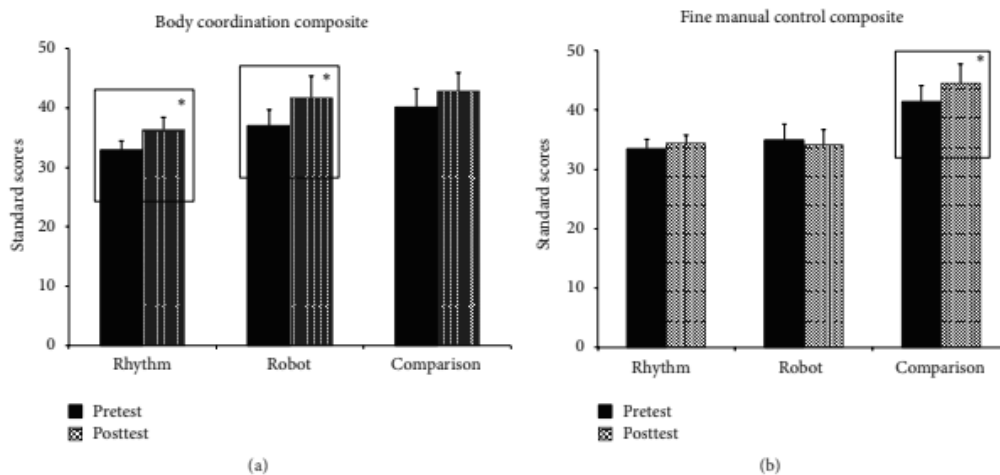


FIGURE 3: (a) Training-related changes on the body coordination composite of BOT-2. Error bars represent standard errors. (b) Training-related changes on the fine manual control composite of BOT-2. Error bars represent standard errors. * $p \leq 0.05$.

Figure 8 : Résultats obtenus aux sous-parties du BOT-2 par les trois groupes de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Les valeurs post-tests du groupe contrôle et du groupe intervention ne semblent pas statistiquement différentes du groupe robot mais seules des **données précises peuvent confirmer notre hypothèse**.

Nous pouvons tout de même comparer le groupe rythmique, en le considérant comme groupe contrôle lors de la réalisation de nos calculs, au groupe expérimental (robot).

- La différence des points moyens était de 5,37 **en faveur du groupe robot** car la valeur était négative.
- **L'intervalle de confiance intergroupes** [-14,09 ; 3,35] passe par 0 donc la différence entre les groupes n'est **pas significative**.

Nous avons calculé la **taille d'effet** entre le groupe rythmique et le groupe robot, celle-ci nous donne environs :

$$d=0,55$$

La taille d'effet correspond à un **effet modéré** car la valeur est proche de 0,5 selon les critères d'interprétation de la magnitude de la taille d'effet. Il existe donc une différence modérée dans les résultats (scores) des deux groupes.

Ce résultat est à prendre avec prudence car il ne compare pas au groupe contrôle.

3.3.2 Etudes analysant le Kinect :

Vukicevic et al (2019):

L'étude nous fournis le tableau suivant :

Table 2. Study Results Including One-Tailed Paired-Samples t Test, r^2 , Cohen's d Effect Size and Power.

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i> (one-tailed)	r^2	Cohen's <i>d</i>	Power ^a
DASH-2	First assessment	277.40	76.99	4.76	4	.005	.85	2.13	.985
Experimental group	Second assessment	323.00	83.99						
DASH-2	First assessment	212.20	23.14	1.14	4	.16	.25	0.51	.245
Control group	Second assessment	222.20	26.13						
Catching Score	First session	15,665.50	5,392.61	2.47	2	.07	.75	1.43	.497
Experimental group	Last session	20,154.67	7,380.81						
Imitating Score	First session	100	49.13	1.20	4	.15	.26	0.54	.262
Experimental group	Last session	123.40	76.84						
Rackets total balls hit	First play	6.25	5.19	2.55	3	.04	.68	1.27	.623
Experimental group	Second play	11.25	3.86						

Note. SD = standard deviation; DASH-2 = Developmental Assessment for Individuals With Severe Disabilities, second edition.
^aPower calculations were based on observed effect size (see reported *d* values) and $\alpha = .05$.

Les valeurs présentées en plus des moyennes et écart-types correspondent à une analyse intragroupe. Ces valeurs ne sont pas les plus pertinentes dans un essai contrôlé randomisé, nous cherchons à réaliser une analyse intergroupe, pour ce faire nous calculerons les éléments qui nous permettrons d'interpréter les résultats. Le seul critère de jugement qui a été évalué dans les deux groupes était le DASH-2. Nous ne pourrions donc analyser que ce critère de jugement.

Le critère de jugement DASH-2 sera analysé grâce au tableau ci-dessous :

	Groupe contrôle post-intervention	Groupe expérimental post-intervention	Différence inter-groupes
DASH-2 (motricité globale)	222,20 (26,13)	323,00 (83,99)	-100,8 [-191,51 ; -10,09]

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats post-intervention de Vukicevic et al (2019)

L'intervalle de confiance inter-groupes ne croise pas la valeur 0 ce qui suggère qu'il existe 95% de chance que la différence ne prenne pas la valeur de 0 et donc est **statistiquement significative**.

La différence de moyenne entre les groupes est de 100,8 points **en faveur du groupe expérimental** car la valeur est négative.

La taille d'effet (mesurée par le *d* de Cohen) a été calculée et donne approximativement le résultat suivant :

$d = 1,62$

Cela indique **une taille d'effet grande** selon les critères d'interprétation car $1,26 > 0,8$, ce qui signifie qu'il existe une différence importante d'effet entre les groupes). De plus, la taille de l'effet prend une valeur positive ce qui signifie que l'effet est plus important dans le groupe expérimental.

Les autres résultats disponibles ne concernent que le groupe expérimental.

F.L. Cibrian, et al. (2020) :

Les données statistiques ont été calculés à partir du tableau suivant :

Table 2
Participants' scores of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ) before and after the tambourines or BendableSound Intervention, and the Reliable change index (RCI). Participants highlighted in bold and * means a significant reliable change.

Condition	Participant	Pre-DCDQ	Post-DCDQ	RCI
Tambourines	T-1	39	40	0.276
Tambourines	T-2	24	27	0.829
Tambourines	T-3	24	26	0.553
Tambourines	T-4	67	69	0.553
Tambourines	T-5	68	72	1.106
Tambourines	T-6	55	59	1.106
Tambourines	T-7	47	54	1.935
Tambourines	T-8	32	34	0.553
Tambourines	T-9	25	31	1.659
Tambourines	T-10*	40	49	2.488
Tambourines	T-11	25	27	0.553
BendableSound	BnSn-1	49	55	1.659
BendableSound	BnSn-2*	41	49	2.212
BendableSound	BnSn-3*	33	41	2.212
BendableSound	BnSn-4	25	29	1.106
BendableSound	BnSn-5	64	70	1.659
BendableSound	BnSn-6	54	61	1.935
BendableSound	BnSn-7	44	49	1.382
BendableSound	BnSn-8*	48	58	2.764
BendableSound	BnSn-9*	23	38	4.147
BendableSound	BnSn-10	21	25	1.106
BendableSound	BnSn-11*	52	65	3.594

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des scores au DCDQ de tous les participants de F.L. Cibrian, et al. (2020)

Les résultats que nous allons analyser concernent le critère de jugement DCDQ :

	Groupe contrôle (tambourins) post-tests	Groupe expérimental (BendableSound) post-tests	Différence inter-groupes	p-value inter-groupe
Echelle DCDQ	44,36 (15,98)	49,09 (13,99)	-4,73 [-18,09 ; 8,63]	0,29

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des résultats post-intervention de F.L. Cibrian, et al. (2020)

La valeur de p a été calculée grâce au test statistique du t de Student. Sa valeur de 0,29 étant supérieure à 0,05 alors les résultats ne sont pas statistiquement significatifs (donc peut-être dû au hasard).

L'estimation ponctuelle de la différence entre les groupes est de 4,73 points, en faveur du groupe expérimental car celle-ci prend une valeur négative.

L'intervalle de confiance étant large, l'estimation est donc moins précise. De plus, celui-ci croise la valeur de 0 ce qui signifie que la différence entre les deux groupes n'est pas significative car il existe une chance que la différence des groupes soit égale à 0.

La taille d'effet a été calculée grâce aux données du tableau et du texte. Nous avons obtenu la valeur approximative de **0,26**. Selon les critères de Cohen, la valeur 0,26 étant proche de 0,2, correspond à une **petite taille d'effet**, la relation est donc **relativement faible**.

Les intervalles de confiances de chaque groupe ont également été calculées :

- L'intervalle de confiance du groupe contrôle était [33,62 ; 55,10]
- Le groupe expérimental a obtenu l'intervalle de confiance suivante : [39,69 ; 58,49]

Les deux intervalles de confiance se chevauchent, il n'y a donc probablement **pas de différence significative** entre les groupes.

4 Discussion :

4.1 Analyse des principaux résultats :

4.1.1 Analyse de la population :

Le nombre total de participants de nos quatre articles s'élève à **107 personnes** dont 92 sont atteintes de TSA et les 15 autres sont des personnes au développement typique.

Pour être plus précise, la population des articles qui concernent le robot NAO est de 78 contre 32 pour le Kinect. Après analyse des résultats (impossibilité de comparer les résultats de So et al. (2018)), la population l'étude qui concerne le robot NAO inclus **33** enfants avec TSA et celles qui concernent le Kinect incluent **32** enfants avec TSA, ce qui tend à équilibrer le poids des résultats. Il est également nécessaire de noter que tous les groupes étaient équilibrés (comparaison, contrôle et le troisième groupe éventuel).

Les échantillons de chaque étude ne sont pas de la même **taille** ce qui peut conduire à des biais de taille puisque l'échantillon le plus grand aura un poids plus important dans l'analyse. De plus, les résultats de la plus petite population ne pourront être généralisables à une population plus vaste. La population de l'article Vukicevic et al. (2019) est la plus faible avec 10 participants, ce qui nous empêche de conclure que les résultats sont interprétables à un échantillon plus large. Notre population ayant changé après analyse des résultats se trouve être de tailles plus équitables pour la comparaison de chaque type d'intervention.

Notre population totale est également hétérogène car les études ont été menées dans des pays différents et dans des structures différentes ainsi qu'à cause des critères d'inclusion et d'exclusion de nos études.

L'article de So et al (2018) concerne une population uniquement Chinoise, quant à Sudha M. Srinivasan et al. (2015) l'étude a été menée aux États-Unis mais avec une **population d'origine différente** (20 Caucasiens, 6 Afro-Américains, 4 Asiatiques, 3 Hispaniques et 3 de plusieurs origines). L'article de F.L. Cibrian, et al. (2020) inclus des participants Mexicains et l'article Vukicevic et al. (2019) des Serbes.

Il est nécessaire de prendre en compte que l'accès aux services de santé mentale diffère d'un pays à un autre. Certains pays ont moins accès aux services de santé mentale ce qui signifie que certains ne sont pas diagnostiqués alors qu'ils auraient potentiellement pu participer aux études. Il s'agit là d'un biais de sélection.

Le DSM-V (So et al. (2018), Vukicevic et al. (2019) et F.L. Cibrian, et al. (2020)) ou/et l'ADOS (So et al. (2018) et Sudha M. Srinivasan et al. (2015)) ont été utilisés dans nos études comme support de **diagnostic** en complément avec un entretien avec un pédopsychiatre et d'autres outils d'évaluation. Nous l'avons abordé dans l'introduction, en France, le diagnostic doit être posé de manière pluridisciplinaire mais ce n'est pas forcément le cas dans tous les pays. Deux études (So et al. (2018) et Sudha M. Srinivasan et al. (2015)) indiquent que le diagnostic a été posé par un pédopsychiatre puis confirmé par un psychologue clinicien (pour Sudha M. Srinivasan et al. (2015)) ainsi que par un pédopsychiatre pour So et al. (2018). Les autres études ne mentionnent pas si le diagnostic a été confirmé par d'autres professionnels de la santé. Si le diagnostic est réalisé par un seul professionnel de santé, le risque que celui-ci soit faux est plus élevé que s'il avait été également analysé par d'autres professionnels car l'interprétation des critères diagnostiques est thérapeute-dépendant.

L'âge moyen de nos études est 7,19 environs. Au sein même de nos études, l'écart d'âge entre les enfants n'était pas statistiquement significatif mais entre les différentes études la différence entre la moyenne des âges peut sembler importante (10,3 ans pour Vukicevic et al. (2019) et 5,72 ans pour F.L. Cibrian, et al. (2020)). Cet écart est important car la motricité évolue pendant l'enfance. [52]

Il est important de réaliser des études qui étudient séparément des populations dont l'âge varie afin de confirmer que l'efficacité est la même à tout âge mais notre cas, cela affecte notre comparaison des études.

L'étude de F.L. Cibrian, et al. (2020) ne mentionne pas le nombre de garçons et de filles inclus dans l'étude. L'étude de So et al. (2018) a regroupé un total de 27 garçons et 3 filles, ce qui fait que le **sexe** masculin est 9 fois plus nombreux que le sexe féminin. L'étude Sudha M. Srinivasan et al. (2015) compte 32 garçons et 4 filles (1 fille pour 8 garçons) et l'article de Vukicevic et al. (2019) n'a sélectionné que des garçons (au nombre de 10).

Dans notre introduction, nous avons constaté que les personnes de sexe masculin étaient légèrement plus touchées que les personnes de sexe féminin, même si les chiffres varient selon les études le risque n'atteint pas un ratio de huit personnes de sexe masculin pour une de sexe féminin. Notre population est donc peu représentative des femmes et souligne d'autant plus le fait qu'elles font face à un sous-diagnostic.

La **précision des caractéristiques des participants** est également hétérogène selon nos études. L'étude de Sudha M. Srinivasan et al. (2015) décrit les nombreuses caractéristiques de la population, un tableau récapitule les caractéristiques des enfants de chaque groupe et établit des moyennes contrairement à l'étude F.L. Cibrian, et al. (2020) qui a réalisé une analyse plutôt globale

TABLE I: (a) Demographic characteristics of children in the rhythm, robot, and comparison groups. (b) Baseline motor performance, adaptive behavior, and autism severity of children in rhythm, robot, and comparison groups.

(a)					
Participant characteristics	Rhythm group M (SD)	Robot group M (SD)	Comparison group M (SD)	F or χ^2 value	p value
Age	7.88 (2.56)	7.52 (2.22)	7.36 (2.02)	0.44	0.65
Gender	10 M, 2 F	11 M, 1 F	11 M, 1 F	0.56	0.76
Socioeconomic status	47.33 (10.86)	47.75 (8.75)	52.46 (10.37)	0.97	0.39
(b)					
Participant characteristics	Rhythm group M (SD) and range	Robot group M (SD) and range	Comparison Group M (SD) and Range	F value	p value
Adaptive behavior composite on the VABS	71.45 (11.75) 35 to 94	67.91 (15.01) 41 to 88	75.92 (18.43) 39 to 100	0.80	p values > 0.5
Percentage of children with scores lower than 1 SD below the mean	81.82	90.91	66.67		
Total motor scores on the MABC-2 checklist	30.92 (16.40) 7 to 62	37.5 (13.06) 3 to 50	30.5 (14.50) 8 to 50	1.45	p values > 0.3
Percentage of children below age-based cut-off scores	75	83.33	66.67		
ADOS-2 comparison score	8.5 (1.24) 6 to 10	7.92 (1.78) 5 to 10	8.42 (1.72) 5 to 10	0.46	p values > 0.3

Note. On the VABS, higher scores indicate better functioning; on the MABC-2 caregiver checklist, higher scores indicate poor motor performance; on the ADOS-2, and higher comparison scores indicate high autism severity.

de sa population et a omis de mentionner le genre de sa population.

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des caractéristiques de la population de l'étude de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Les **critères d'inclusion** étaient plus ou moins similaires (DSM-V, ADOS et consentement écrit des parents), en revanche les **critères d'exclusion** n'étaient pas les plus appropriés et différaient en fonction des articles.

Les critères d'exclusion de So et al. (2018) ont exclu les personnes ayant un antécédent de traumatisme crânien, de blessures liées à la naissance et des troubles impliquant des convulsions car ce sont des critères importants à prendre en compte avant de pouvoir utiliser des jeux virtuels. Les autres articles n'ont pas pris ces critères en compte à tort. Le choix d'exclure chez les patients sains, tous les enfants ayant des antécédents familiaux de TSA est pertinent car l'enfant en question peut ne pas avoir reçu de diagnostic ou a pu être sous-diagnostiqué.

Vukicevic et al. (2019) a tout de même exclu les enfants ayant des comorbidités pouvant affecter la motricité (donc des troubles moteurs n'étant pas dus au TSA). F.L. Cibrian, et al. (2020) a exclu les enfants ayant déjà participé à un cours de musique ou été en contact avec le matériel utilisé dans l'étude afin que celui-ci ne démarre l'étude avec un avantage sur les autres.

4.1.2 Intervention et comparateur :

Les modèles d'étude présentaient de grandes différences en commençant par le nombre de groupes. En effet, les études portant sur le robot NAO ont créé trois groupes :

- So et al. (2018) avec un groupe intervention avec le robot NAO et deux autres contrôles (l'un avec des enfants au développement typique et l'autre avec des enfants TSA).

- Sudha M. Srinivasan et al. (2015) avec un groupe contrôle et deux groupes avec des interventions différentes (rythmique et robot NAO).

Les études utilisant le Kinect dans leurs interventions ont constitué deux groupes :

- Vukicevic et al. (2019) avec un groupe contrôle et un groupe comparateur (Kinect jeu Rackets et Fruits)

- F.L. Cibrian, et al. (2020) avec un groupe contrôle et un groupe comparateur (Kinect BendableSound).

Comparateur :

De plus, certains groupes contrôles ont été plus désavantagé face au groupe comparateur que d'autres.

	So et al. (2018)	Sudha M. Srinivasan et al. (2015)	Vukicevic et al. (2019)	F.L. Cibrian, et al. (2020)
Groupe contrôle	Visualisation d'une vidéo qui n'avait pas de rapport avec la motricité (pour les deux groupes contrôles)	Rééducation habituelle et exercices de motricité fine, de communication sociale et d'autonomisation	Rééducation habituelle	Jeux de coordination bimanuelle, de régulation de la force et de synchronisation avec des tambourins

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des groupes contrôles des études

Le groupe contrôle de So et al. (2018) était le plus désavantagé car il ne suivait pas d'activité en lien avec la motricité pendant l'étude. Les groupes de toutes les autres études réalisaient des activités motrices (Sudha M. Srinivasan et al. (2015), Vukicevic et al. (2019), F.L. Cibrian, et al. (2020)).

Les approches dans les thérapies habituelles sont également différentes selon les articles. La rééducation habituelle du groupe contrôle de Vukicevic et al. (2019) regroupait deux cours d'éducation physique en groupe de 45 minutes par semaine, un cours de gymnastique de groupe de 45 minutes par semaine et une séance individuelle d'exercice psychomoteur de 30 minutes alors que celle de Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

Intervention :

Nous avons choisi d'inclure des études portant sur le robot NAO et sur le Kinect. Au sein même de chaque intervention, les procédés selon les études différaient.

Dans l'étude So et al. (2018), la durée d'un geste du robot NAO était de 3 à 4 secondes. Le but était d'exécuter les mouvements réalisés par le robot. Une caméra filmait les mouvements que les enfants exécutaient au cours des séances. Une narratrice a enregistré des clips audios dans lesquels elle racontait plusieurs histoires en lien avec le mouvement à réaliser, comprenant des signes pour dire bonjour, au revoir, faux, génial, oui, pas autorisé, j'ai faim, moi-même, agacé, en colère, attends, bienvenue, viens et où. La durée des clips audios variait entre 25 et 42 secondes. Un ordinateur portable était placé juste à côté de NAO et affichait une image en lien avec l'histoire racontée.

Dans le cas de l'étude F.L. Cibrian et al. (2020) portant sur la musicothérapie chez l'enfant avec TSA, le Kinect était connecté à un projecteur à courte focale, ainsi qu'à des hauts parleurs, un PC, un écran tactile élastique BendableSound (tissu en élasthanne suspendu sur une structure en PVC mesurant 1,5m³). Le PC permettait la diffusion des sons lorsque les enfants touchaient, tapotaient ou pinçaient l'écran tactile et de contrôler la dynamique du jeu. Des nébuleuses étaient projetées en fond sur l'écran pendant que des notes étaient projetées de manière ascendante. Des activités ouvertes et orientées vers un but précis ont été proposées. Durant les activités ouvertes les enfants avaient la liberté d'effacer une couche noire recouvrant la nébuleuse. Les activités orientées avaient pour but de propulser une fusée tout en suivant des consignes verbales et visuelles (lancer avec une puissance et un rythme précis ou librement). La distance de la planète régule la force que l'enfant doit utiliser et le tapotement de la fusée en rythme avec une musique constituera l'activité rythmique. La fusée récoltera, pendant son vol, des notes constituant une comptine. Les lancers de fusée seront répétés de nombreuses fois et en alternant la main droite et gauche. La musique a été sélectionnée au préalable avec le thérapeute en prenant en compte les préférences musicales de chaque enfant. Le thérapeute a également accès à certains paramètres (la vitesse de la musique et le type de lancer) qu'il peut changer lors de la séance.

En ce qui concerne l'étude Sudha M. Srinivasan et al. (2015), les enfants des trois groupes ont suivi une activité impliquant trois personnes : un formateur expert, un modèle adulte et l'enfant lui-même. Le formateur avait pour rôle de guider l'enfant durant tout le déroulement de l'activité.

Le groupe robot avait pour instructeur le robot NAO tandis qu'un formateur humain (kinésithérapeute pédiatrique ou kinésithérapeute formé par le dernier auteur, un formateur musical et un formateur à la méthode ABA) contrôlait le robot grâce à un ordinateur. Le formateur était présent pour aider l'enfant si nécessaire et pour servir de repère visuel.

Le groupe rythmique et le groupe robot ont réalisé des mouvements du corps entier socialement intégrés (donc motricité globale, coordination bilatérale, imitation et équilibre) tandis que le groupe contrôle s'adonnait à des activités de motricité fine (prises fines, coloriage, dessin, découpage, collage), de communication sociale et d'apprentissage de l'autonomie (thérapies qu'ils reçoivent habituellement).

Dans les trois groupes, les thérapeutes se sont efforcés de favoriser la communication sociale (contact visuel, les salutations, utiliser les gestes de la vie quotidienne, les demandes de renseignement, etc...). Ils utilisaient pour les trois groupes des thérapies habituelles tels que la méthode ABA, TEACCH, PECS (système de communication par échange d'images), l'éducation en ce qui concerne les troubles de la communication.

La répétition, la progression, le cadre, la cohérence de l'environnement et des personnes impliqués ainsi que l'utilisation d'images ont été les stratégies mises en place pendant toute l'intervention.

Le groupe rythmique exécutait des mouvements impliquant le corps entier en imitant et en se synchronisant avec l'instructeur (et l'adulte servant de modèle) pendant qu'une musique était diffusée. Certaines musiques impliquaient des mouvements des doigts, d'autres de l'improvisation en jouant à instruments de musique, de la locomotion ou des sauts.

Le groupe d'intervention robot ont réalisé la séance avec le robot NAO et le robot Rovio (un robot mobile). La séance débutait par des exercices d'échauffement/étirements, suivi par les exercices de synchronisation des membres supérieurs et inférieurs, des jeux de percussion et jeux de marche consistant à suivre le robot Rovio tout en traçant des lettres ou formes au sol.

Le groupe contrôle se consacrait à des exercices de prises fines, coloriage, dessin, découpage, collage en symétrie et asymétrie. Ils lisaient des livres adaptés à leur développement, à des jeux de création et de construction grâce à Play-Doh, Duplos/Legos et Zoob (InfiniToy).



(a)



(b)



(c)

Figure 9 : Photos des activités de chaque groupe de l'étude Sudha M. Srinivasan et al. (2015)

La dernière étude (Vukicevic et al. (2019)) porte sur quatre jeux du Kinect. Chacun des jeux avait pour objectif, à savoir ramasser des fruits dans un panier (le jeu de tri de fruits), attraper des bananes qui tombent d'un arbre (le jeu de capture de fruits), reproduire les mouvements d'un avatar singe (le jeu d'imitation de fruits), chercher un singe qui se cache (le jeu de recherche de fruits) et frapper une balle avec une raquette (le jeu de raquette). Le niveau augmentait au fur et à mesure de la progression de l'enfant. L'adaptation cinématique appliquée dans les jeux fait référence à la manière dont les participants interagissent avec un environnement virtuel en ajustant la réactivité des capteurs Kinect. Les fruits tombaient lors de mouvements brusques, et il était nécessaire de maintenir la main suffisamment longtemps au niveau du fruit pour pouvoir le saisir.

Dans le jeu de tri, les participants devaient relier le type de fruits sur une branche avec les indicateurs de type de fruit sur un panier. Les fruits devaient être espacés les uns des autres.

Dans le jeu de capture, des bananes tombaient d'un arbre pendant que l'enfant devait les attraper et les manger en déplaçant une main vers sa bouche.

Dans le jeu d'imitation, les participants devaient imiter des poses définies par un singe qui changeait de position toutes les 15 secondes si l'enfant échouait.

Dans le jeu de recherche, la tâche des participants était de trouver un singe qui se cachait en utilisant leur main pour illuminer un paysage sombre. Lorsqu'ils le trouvaient, le singe se cachait à nouveau et le participant recherchait à nouveau.

Dans le jeu de raquettes, les participants utilisaient leurs mains pour interagir avec des objets virtuels, des balles et des raquettes dans leur environnement.

Quatre raquettes virtuelles statiques étaient disposées au-dessus de leurs tête, atteignables par une main ou l'autre. La durée du jeu était limitée à une minute. La tâche des participants était de suivre la balle qui apparaissait en bas de l'écran et de se déplacer vers l'une des raquettes en haut de l'écran, puis de frapper avec le poing ou la main ouverte lorsqu'elle atteignait la raquette. En se déplaçant, une balle pouvait changer de direction, et lorsqu'elle atteignait la raquette, elle restait là pendant deux secondes (puis disparaissait), donnant ainsi au participant la chance de marquer. La balle se déplaçait à quatre niveaux de vitesse, commençant par le mouvement le plus lent, qui augmentait automatiquement toutes les 15 secondes. Le succès du jeu dépendait de la vitesse de réaction des participants, de l'adaptation motrice et de la capacité à anticiper le mouvement de la balle.

4.1.3 Critères de jugement :

Seul So et al. (2018) et Sudha M. Srinivasan et al. (2015) partageaient un critère de jugement commun : le BOT-2.

Les autres articles ne partageaient aucun critère de jugement commun. L'hétérogénéité de nos autres critères de jugement peuvent mener à des biais de mesure.

Les critères de jugement dont les résultats intergroupes ont été étudiés sont les suivants :

- Le BOT-2 (So et al. (2018) et Sudha M. Srinivasan et al. (2015))
- Le DCDQ (F.L. Cibrian, et al. (2020))
- Le DASH-2 (Vukicevic et al (2019))

Le BOT-2 est une échelle qui est utilisée chez les enfants de 4 à 21 ans et se concentre sur la **motricité fine et globale**.^[53]

Le score total est de 278 points. Les différents sous-tests du BOT-2 que l'étude a inclus sont ceux qui concernent la précision motrice fine, l'intégration motrice fine, coordination bilatérale et l'équilibre.

Ces sous-tests sont les suivants :

- 7 items concernent le contrôle précis des mains et des doigts
- 8 items concernent la capacité à reproduire un dessin de formes géométriques
- 8 items concernent la capacité à synchroniser les membres supérieurs et inférieurs
- 9 items évaluent le contrôle postural en statique debout et à la marche.

Les items ont été regroupés en contrôle de la **motricité fine** (les items impliquant la précision motrice fine et l'intégration motrice fine) et en **coordination corporelle** (les items impliquant la coordination bilatérale et l'équilibre). Le nombre d'items de coordination corporelle sont plus nombreux (17 items) que celui de la motricité fine (15).

Le DCDQ est un questionnaire de dépistage pour les enfants ayant des problèmes de coordination. Il est composé de 15 questions :

- 6 mesurent le **contrôle de mouvement**
- 4 mesurent la **motricité fine**
- 5 mesurent la **coordination globale**.

Le questionnaire évalue plutôt le contrôle du mouvement.

Le score total étant de 75 points.

Le DASH-2 est une échelle étant constituée de 5 parties :

- Développement socio-émotionnel
- Langage
- **Développement sensori-moteur**
- Activités de la vie quotidienne
- Compétences académiques.

Pour l'étude, l'auteur a décidé de garder seulement une sous-partie du développement sensori-moteur qui concerne la motricité globale.

Ces critères de jugement comportent des sous-parties évaluant des types de motricité différentes. Néanmoins, la **motricité globale** est également évaluée dans **tous** les critères de jugement des études.

La **motricité fine** est évaluée dans le BOT-2 et le DCDQ. L'étude Vukicevic et al (2019) ne mentionne pas de sous-partie évaluant la motricité fine et nous n'avons pu obtenir de manière gratuite l'échelle DASH-2 donc nous ne pouvons pas affirmer que celle-ci ne comporte aucune sous-partie évaluant la motricité fine.

La **coordination** a été analysée dans l'échelle DCDQ et BOT-2. Nous n'avons également pas pu obtenir cette information pour l'échelle DASH-2.

La traduction des échelles et questionnaire dans les langues respectives des thérapeutes et examinateurs constituent un biais pouvant fausser l'évaluation. Il constitue donc un biais linguistique.

4.1.4 Risques de biais des études :

Un biais marquant de nos études est la **taille de la population**. Cet obstacle ne nous permet donc pas de généraliser nos résultats à une population plus grande.

Les résultats que nous avons obtenus ne sont pas suffisamment détaillés et précis. Les études dont les résultats ont pu être analysés portaient sur seulement une échelle du critère de jugement et chaque partie de cette échelle n'était pas toujours détaillée dans les résultats. Il est probable que dans certaines études un meilleur score aurait pu être observée dans une sous-partie d'une échelle.

La durée de l'intervention de nos études n'excédait pas 10 semaines (Sudha M. Srinivasan et al. (2015)), il aurait été pertinent de voir un effet sur le long terme car les enfants qui présentent un déficit moteur en lien avec leur TSA nécessite une prise en charge sur le long terme.

L'hétérogénéité des facteurs population, intervention/comparateur et critères de jugement comme nous l'avons détaillé au-dessus comportent également de nombreux biais.

Les groupes n'avaient **pas tous le même niveau moteur avant l'intervention**. L'article Sudha M. Srinivasan et al. (2015) a laissé un avantage au groupe contrôle qui avait un niveau moteur significativement supérieur aux autres groupes.

Dès la qualité méthodologique, des biais peuvent apparaître. Pour les récapituler nous avons réalisé le tableau suivant :

	Biais de sélection	Biais d'évaluation	Biais de suivi	Biais d'attribution	Biais d'interprétation
Etude(s)	- So et al. (2018) - Vukicevic et al. (2019) - F.L. Cibrian, et al. (2020)	- So et al. (2018) - Sudha M. Srinivasan et al. (2015) - Vukicevic et al. (2019) - F.L. Cibrian, et al. (2020)	Aucun	Aucun	- So et al. (2018) - Vukicevic et al. (2019)

Tableau16 : Tableau récapitulatif des biais de la qualité méthodologique selon PEDro.

Un biais qui était présent dans tous nos articles était le **biais d'évaluation** (patients, thérapeutes et examinateurs en aveugle). Il peut en résulter un désir de mener à bien leur étude et donc surévaluer les enfants du groupe d'intervention et sous-évaluer le groupe expérimental.

4.1.5 Analyse des résultats des études :

Sudha M. Srinivasan et al. (2015) :

Les résultats que nous avons obtenus pour la sous-partie motricité fine de l'échelle BOT-2 témoignent d'une différence significative en faveur du groupe contrôle (que ce soit en comparant avec le groupe robot ou rythmique). En effet, plusieurs valeurs nous prouvent cela :

- La valeur de $p < 0,02$
- Les deux intervalles de confiances des différences intergroupes (groupe contrôle contre le groupe rythmique et le groupe contrôle comparé au groupe expérimental robot) ne croisent pas la valeur 0 et leur signe est positif ce qui suggère un score moyen plus important dans le groupe contrôle.
- La taille d'effet est grande (donc que la différence entre les groupes est grande) car supérieure à la valeur comparative des critères de Cohen et son signe négatif témoigne encore une fois des meilleurs scores obtenus dans le groupe contrôle.

Les résultats entre le groupe rythmique et le groupe robot n'étaient pas significatifs.

Ces résultats ne sont pas étonnants puisque, d'une part, le groupe contrôle suivait des activités en lien avec la motricité fine (prises fines, coloriage, dessin, découpage, collage) tandis que le robot NAO réalisait des mouvements plus globaux et d'autre part, le groupe contrôle avait une meilleure motricité que le groupe expérimental.

Les résultats de la sous-partie coordination n'ont pu inclure le groupe contrôle car les données n'étaient pas présentes. Il aurait été intéressant de les connaître afin de pouvoir comparer avec le groupe contrôle qui n'avait pas reçu de prise en charge en lien avec la coordination. Les résultats que nous avons obtenus ne sont pas significatifs pour plusieurs raisons :

- L'intervalle de confiance passe par des valeurs positives, nulle et négative
- La taille d'effet est seulement considérée comme modérée

Cela signifie que même si nous avons trouvé un score moyen plus élevé dans le groupe robot (taille d'effet prend une valeur positive), celui-ci n'est pas significatif et donc peut-être dû à d'autres facteurs, comme par exemple, les seuls facteurs qui ont été étudiés avec ANOVA (session du test, type de composite, groupe).

Vukicevic et al (2019):

Les résultats doivent être interprétés en posant le contexte. En effet, l'étude mentionne que dans le groupe expérimental deux enfants jouaient à toutes les parties du Fruits games tandis que les trois autres jouaient aux parties qui leur plaisait le plus et ne s'intéressaient pas aux autres parties.

La durée du jeu a également baissé tout au long de l'étude, elle a chuté en moyenne de 28,14% entre la première et dernière session. Cette baisse a été la plus importante (39,2%) au niveau 2 du jeu car le niveau était le plus exigeant en nombre de fruits collectés. Cela témoigne donc la difficulté des enfants à aller au-delà du niveau 2.

La progression des enfants a donc été limitée et a donc été un obstacle à une amélioration de la motricité.

Les résultats ont tout de même trouvés pour la partie évaluation de la motricité globale de DASH-2 vont dans le sens d'un meilleur score pour le groupe expérimental (valeur positive du d de Cohen et différence intergroupes négative). Ces résultats sont significatifs (l'intervalle de confiance ne prend que des valeurs négatives et la taille de l'effet est grande).

F.L. Cibrian, et al. (2020) :

Afin d'analyser les résultats de l'étude, nous allons expliquer le contexte de l'étude. Un questionnaire d'engagement (playing in touch questionnaire (PiT)) a permis de mettre en évidence un engagement avec la musique était en moyenne de 1,2 points plus élevé chez les enfants qui utilisaient le BendableSound que chez les enfants utilisant les tambourins. L'engagement de 91% des enfants utilisant le BendableSound a augmenté ou est resté le même pendant toute la durée de l'étude contre 51% chez les enfants avec tambourins. Cette donnée peut jouer en faveur d'une amélioration de la motricité pouvant aller jusqu'à l'obtention de scores plus importants dans le groupe expérimental.

Bien que les enfants étaient plus engagés dans le groupe expérimental, les résultats (obtenus sur la base du DCDQ) que nous avons trouvés n'ont pas présenté de différence significative entre les deux groupes. Le groupe expérimental a obtenu des scores qui ne sont pas significativement (car $p > 0,05$, la taille d'effet était faible et l'intervalle de confiance pouvait prendre des valeurs aussi bien positives que négatives ou nulle) plus élevés que le groupe contrôle (car le d de Cohen était positif et la différence des moyennes négative). Ces résultats sont à pondérer avec le fait qu'il y a eu une amélioration significative de 10,4% dans le score du DCDQ dans le groupe expérimental contre 4,6% dans le groupe contrôle. Un point également positif est que 59% des participants ont obtenu un score plus élevé que les enfants au développement typique.

Mise en relation des résultats des différents articles :

Avant de pouvoir mettre en lien les résultats, nous devons étudier si les résultats sont comparables et quels éléments vont constituer un obstacle à cette comparaison.

Tout d'abord, les différents articles n'ont pas obtenu les mêmes scores à l'échelle PEDro, ce qui signifie que l'étude qui aura le meilleur score, ici il s'agit de Sudha M. Srinivasan et al. (2015) (7/10) aura plus d'impact dans la fiabilité de ses résultats que les autres et notamment l'article ayant reçu le score le plus bas : So et al (2018).

Les résultats que nous avons obtenus dans l'article de So et al (2018) n'impliquent pas les mêmes données statistiques (absence de moyenne, écart-type) ni les mêmes paramètres étudiés que les autres articles ce qui rend l'étude de So et al. (2018) incomparable aux autres.

Les deux articles avec une intervention du robot NAO (Sudha M. Srinivasan et al. (2015) et So et al. (2018)) ayant utilisé l'ANOVA soulignent tous les deux que le facteur groupe est en **corrélation avec de nombreux facteurs** (temps, histoire pour So et al. (2018) et session de l'étude, type de composite pour Sudha M. Srinivasan et al. (2015)). Cela souligne la difficulté d'interpréter les **résultats** car ceux-ci peuvent être **dû à une très grande quantité d'autres facteurs que l'intervention** en elle-même.

Les résultats de l'étude Sudha M. Srinivasan et al. (2015) portant sur le robot NAO a mis en évidence de façon significative, que le groupe expérimental a obtenu des scores moins élevés que le groupe contrôle en ce qui concerne la motricité fine. Le DCDQ de l'étude de F.L. Cibrian, et al. (2020) évaluant également la motricité fine peut être comparé aux résultats de Sudha M. Srinivasan et al. (2015) (même s'il existe toujours un biais car il ne s'agit pas des mêmes échelles). Cette étude portant sur le Kinect n'a pas pu conclure que les résultats du groupe expérimental étaient significativement plus élevés que dans le groupe contrôle. Si nous comparons un effet significatif en défaveur de l'intervention et un effet non significatif mais en faveur de l'intervention alors le meilleur effet aura quand même plus de chance d'être du côté de l'intervention non significative.

Le Kinect est plus efficace que le robot NAO sur la motricité fine.

La motricité globale fait partie des trois critères de jugement des études, seulement la partie qui concerne la motricité globale de l'échelle BOT-2 de l'article Sudha M. Srinivasan et al. (2015) ne compare pas au groupe contrôle. Nous comparerons tout de même les résultats avec les autres articles car nous avons observé que tous les groupes contrôles ont suivi des activités en lien avec la motricité. Les résultats de Sudha M. Srinivasan et al. (2015) n'ont pas eu la capacité de prouver que les résultats étaient statistiquement en faveur du groupe robot. L'étude de F.L. Cibrian, et al. (2020), comme dit précédemment, n'a pas pu conclure que les résultats du groupe expérimental étaient significativement plus élevés que dans le groupe contrôle. Et l'étude Vukicevic et al (2019) a prouvé de manière statistiquement significative que le groupe expérimental a obtenu de meilleurs scores que le groupe contrôle. En comparant les trois études, une seule est significative en faveur de l'intervention donc du Kinect.

Le Kinect est plus efficace que le robot NAO sur la motricité globale.

En ce qui concerne l'amélioration intragroupe, les données des études soulignent qu'il existe :

- Une **amélioration significative de la coordination** de 4,73 points (avec BOT-2) dans le groupe robot pour l'article Sudha M. Srinivasan et al. (2015)
- Une **amélioration significative de la motricité globale** de 46 points (avec DASH) dans le groupe Kinect de l'étude Vukicevic et al (2019)
- Une **amélioration significative de la coordination** de 7,82 points (avec DCDQ) dans le groupe Kinect de l'étude F.L. Cibrian, et al. (2020).

Nous pouvons donc comparer la coordination d'un article avec robot et d'un article avec Kinect. Nous avons rapporté les points en pourcentage en prenant en considération les points des échelles. L'étude avec robot NAO a donc amélioré son score de 3,21% contre 10,6% pour l'étude avec Kinect. **Le Kinect est donc plus efficace que le robot NAO dans l'amélioration de la coordination.**

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique :

4.2.1 Balance coût/efficacité :

Le prix d'une Xbox Kinect est en moyenne de 150€. Ce prix reste plutôt convenable pour pouvoir être intégré dans les achats d'un cabinet libéral ou centre de rééducation. Il peut également être utile à d'autres pathologies.

Le robot NAO est plus onéreux puisque son prix peut s'élever à 8 000€ environs. Le robot NAO est devenu un jouet pour enfant très populaire au Japon, de nombreux chercheurs se sont emparés de cet effet de mode pour mener de nombreuses recherches chez une population d'enfants avec TSA. Ces recherches ne concernent pas seulement la motricité mais également la communication sociale, la sensibilité et les capacités d'attention.

[54] [55] [56] [57]

Les jeux virtuels (comme le Kinect) présentent de manière générale des effets secondaires qui peuvent se traduire par:

- Des accidents (le participant chute),
- Des effets liés aux interfaces sonores,
- De la cybercinétose (céphalées, nausée, vomissements, effets visuels, physiques et vestibulaires),
- Des effets psychologiques et psycho-sociaux (déréalisation, risques émotionnels, isolement social, addiction, etc...),
- Modification de la représentation du soi (avec la création d'avatar)
- Des effets neurologiques tels que la crise d'épilepsie
- Des effets sur le développement visuel et auditif.⁷

Les résultats étant en faveur du Kinect, les éléments cités renforcent le fait qu'il pourrait être pertinent d'utiliser le Kinect en addition d'une thérapie classique.

⁷ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2017SA0076Ra.pdf>

4.2.2 Balance effets secondaires et contraintes/efficacité :

Le robot NAO et le Kinect sont des interventions non invasives mais ils peuvent présenter des inconvénients notamment pour des enfants avec TSA. L'hypersensibilité sensorielle est une caractéristique que l'on retrouve souvent chez un enfant avec TSA, elle peut être à l'origine d'une gêne voire d'une angoisse. [58]

Cette hypersensibilité peut toucher tous les sens et dans notre cas elle peut concerner lumières clignotantes, sons et rapidité de mouvements. Pour certains la nouveauté comme celle de travailler avec un robot peut également être source d'anxiété.[59]

Le soutien et la supervision des séances par différents professionnels dans nos études a été mis en place afin de contrer les éléments qui pourraient être source de frustration ou d'angoisse pour l'enfant avec TSA.

Les études du Kinect n'ont pas mentionné si elles avaient modulé le son et la luminosité de l'écran sur lequel était projeté le jeu en fonction des besoins du participant, mais en pratique clinique nous aurons la capacité de pouvoir changer ces paramètres là pour que ceux-ci conviennent à l'enfant.

Le robot NAO quant à lui n'émet pas de bruits autres que sa voix lorsqu'il communique. Il est également utilisé pour améliorer la communication chez les enfants TSA et permet à l'enfant de se sentir plus à l'aise grâce à la monotonie de sa voix, comme nous l'avons déjà évoqué. Les résultats jouaient plutôt en défaveur du robot NAO mais il reste un outil très pertinent car pluridisciplinaire.

4.3 Qualité des preuves :

Le système GRADE est une classification de la qualité des preuves allant du grade C (faible niveau de preuve) à A (fort niveau de preuve).⁸

Chaque grade est associé à un niveau de preuve selon le type d'étude. Le grade C est le seul grade associé à deux niveaux de preuve (niveau 3 et 4).

Tableau 2. Grade des recommandations

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Tableau 17 : Tableau récapitulatif du système GRADE

⁸ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

Bien que nous ayons inclus que des essais contrôlés randomisés, la petite taille des échantillons de nos articles, le faible nombre d'articles inclus ainsi que la comparaison complexe entre les articles tend à diminuer le niveau de preuves. Les différents biais des études ont été évalué avec l'échelle Pedro, la moyenne de nos études a été associée au score de 6/10, ce qui signifie que la méthodologie est plutôt de bonne qualité.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer le niveau de preuves de notre revue selon des critères donnés par l'HAS.

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ
Types d'études	Essais contrôlés randomisés	Élevé
Facteurs diminuant le niveau de qualité des données scientifiques	Risques de biais	
	Très sérieux	-2
	Hétérogénéité des résultats	
	Importante	-1
	Caractère direct des données	
	Incertitude majeure	-1
	Imprécision	
	Très sérieuse	-2
	Biais de publication	
	Probable	-1

Tableau 18 : Tableau récapitulatif du niveau de preuves de notre revue

En prenant en compte ce qui a été écrit précédemment et le tableau que nous avons réalisé du système grade, nous pouvons comparer la qualité de nos études à celle d'un essai contrôlé randomisé de faible puissance. Nous estimons un niveau de preuve à présomption scientifique soit un **GRADE C**.

Ce tableau nous permet de conclure que le niveau de nos données scientifiques a diminué, passant du niveau élevé à faible.

4.4 Biais potentiels de la revue :

Les biais de la revue vont être évalués grâce à l'échelle AMSTAR-2 et récapitulés dans le tableau ci-dessous.

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16
Echelle AMSTAR	X		X				X	X	X				X	X		

Tableau 19 : Tableau AMSTAR-2

Explications concernant chaque item	
Critère 1	Les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO que nous avons regroupé dans le tableau des critères PICO dans la partie méthode.
Critère 2	La méthode a été réalisée avant de conduire la revue mais nous ne l'avons pas déclaré explicitement et le rapport ne justifiait pas de déviation significative par rapport au protocole.
Critère 3	Nous avons choisi d'inclure que des essais contrôlés randomisés et nous l'avons justifié dans la partie méthode.
Critère 4	Nous avons recherché nos articles seulement sur Pubmed, Cochrane et Pedro. Ce sont des bases de données très utilisées mais il en existe d'autres.
Critère 5	Le mémoire de fin d'études est un travail personnel dont l'objectif est d'obtenir une note individuelle.
Critère 6	Le commentaire précédent s'applique également pour ce critère.
Critère 7	La justification des études exclues a été donnée dans le diagramme de flux et détaillées pour celles qui dont l'article a été lu dans son entièreté.
Critère 8	Un tableau résumant les caractéristiques des études incluses a été réalisé dans la partie résultats.

Critère 9	Le risque de biais a été analysé grâce à l'échelle Pedro dans la partie résultats également.
Critère 10	Partiellement car une seule de nos études n'indique pas les sources de financement (F.L. Cibrian, et al. (2020)).
Critère 11	Il n'y a eu aucune méta-analyse.
Critère 12	Il n'y a pas eu de méta-analyse.
Critère 13	Les risques de biais sont pris en compte dans la discussion.
Critère 14	La discussion analyse l'hétérogénéité des résultats.
Critère 15	Les auteurs n'ont pas réalisé de synthèse quantitative (méta-analyse).
Critère 16	Un de nos articles ne mentionne pas le financement de l'étude (F.L. Cibrian, et al. (2020)).

Tableau 20 : Tableau justifiant notre tableau AMSTAR

D'autres biais peuvent exister notamment le fait qu'il y ait une absence d'expérience dans la réalisation de revue scientifique est un biais qui doit être pris en considération.

La sélection d'articles a également pu être un obstacle à la conduite de notre revue car en ayant accès aux articles gratuits ainsi qu'en ajoutant des mots-clés dans notre équation de recherche (que nous avons pu oublier), nous aurions plus de chance d'inclure et d'analyser plus de résultats.

5 Conclusion :

Implication pour la pratique clinique :

Notre revue avait pour objectif de comparer l'effet du robot NAO et l'effet du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants atteints de TSA.

Nous pûmes conclure que le **Kinect** était plus efficace que le robot NAO pour la rééducation de **la motricité fine, la motricité globale et l'amélioration de la coordination** mais ceci ne peut être généralisé à une population plus large du fait de la taille de notre population.

Notre profession nous demande de prendre en charge nos patients en nous basant sur la littérature scientifique et de nous rapprocher le plus possible de l'Evidence-Based-Practice. L'analyse d'études scientifiques et l'élaboration d'une revue de littérature nous a permis de forger notre esprit critique.

La kinésithérapie est une profession qui est amenée à évoluer et acquérir de nouvelles compétences. Son champ de compétence s'élargira permettant éventuellement de faire partie du parcours de soins d'un enfant avec TSA et de répondre au mieux à ses attentes.

En attendant, le Kinect peut être utile comme thérapie complémentaire que nous pourrions utiliser avec des patients TSA si l'occasion se présente mais également avec des patients atteints d'autres pathologies.

Implication pour la recherche :

Un de nos articles a soulevé un point important, celui des facteurs pouvant influencer la motricité et donc les résultats de celle-ci. Des études plus nombreuses sur ce sujet pourraient être pertinentes à investiguer par la suite ainsi que d'autres études sur le Kinect et le robot NAO impliquant une population plus large et sur une durée plus longue.

La recherche d'un gold standard pour évaluer les différents types de motricité devrait être investiguée afin d'homogénéiser les critères de jugements et de comparer les résultats des différentes études.

Nous déclarons n'avoir eu aucun conflit d'intérêt ou de financement pour la réalisation de cette revue.

Bibliographie

- [1] Srinivasan SM, Pescatello LS, Bhat AN. Current perspectives on physical activity and exercise recommendations for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Phys Ther* 2014;94:875–89. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130157>.
- [2] Tse CYA, Lee HP, Chan KSK, Edgar VB, Wilkinson-Smith A, Lai WHE. Examining the impact of physical activity on sleep quality and executive functions in children with autism spectrum disorder: A randomized controlled trial. *Autism* 2019;23:1699–710. <https://doi.org/10.1177/1362361318823910>.
- [3] Tse ACY. Brief Report: Impact of a Physical Exercise Intervention on Emotion Regulation and Behavioral Functioning in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord* 2020;50:4191–8. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04418-2>.
- [4] Araujo M, Mophosho M, Moonsamy S. Communication strategies used by adolescents with autism spectrum disorder and health professionals during treatment. *Afr J Disabil* 2022;11:811. <https://doi.org/10.4102/ajod.v11i0.811>.
- [5] Pennisi P, Tonacci A, Tartarisco G, Billeci L, Ruta L, Gangemi S, et al. Autism and social robotics: A systematic review. *Autism Res* 2016;9:165–83. <https://doi.org/10.1002/aur.1527>.
- [6] Paré Z. Des interactions avec des robots: Une étude à partir de mises en jeu. *Ephaistos* 2023;XI. <https://doi.org/10.4000/ephaistos.10980>.
- [7] Warren Z, Zheng Z, Das S, Young EM, Swanson A, Weitlauf A, et al. Brief Report: Development of a Robotic Intervention Platform for Young Children with ASD. *J Autism Dev Disord* 2015;45:3870–6. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2334-0>.
- [8] Srinivasan SM, Park IK, Neelly LB, Bhat AN. A comparison of the effects of rhythm and robotic interventions on repetitive behaviors and affective states of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). *Res Autism Spectr Disord* 2015;18:51–63. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2015.07.004>.
- [9] Lai M-C, Lombardo MV, Baron-Cohen S. Autism. *Lancet* 2014;383:896–910. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61539-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61539-1).
- [10] Principaux repères sur l'autisme, n.d. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders> (accessed December 15, 2023).
- [11] Zeidan J, Fombonne E, Scora J, Ibrahim A, Durkin MS, Saxena S, et al. Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Res* 2022;15:778–90. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>.
- [12] Napolitano A, Schiavi S, La Rosa P, Rossi-Espagnet MC, Petrillo S, Bottino F, et al. Sex Differences in Autism Spectrum Disorder: Diagnostic, Neurobiological, and Behavioral Features. *Front Psychiatry* 2022;13:889636. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.889636>.
- [13] Autisme · Inserm, La science pour la santé. Inserm n.d. <https://www.inserm.fr/dossier/autisme/> (accessed December 15, 2023).
- [14] Chiffres et statistiques | Autisme Info Service n.d. <https://www.autismeinfoservice.fr/adaptateur/essentiel/chiffres-statistiques> (accessed December 15, 2023).
- [15] Cans C. Épidémiologie de la paralysie cérébrale (« cerebral palsy » ou cp). *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement* 2005;26:51–8. [https://doi.org/10.1016/S0245-5919\(05\)81666-8](https://doi.org/10.1016/S0245-5919(05)81666-8).
- [16] Qu'est-ce que l'autisme ? | Autisme France n.d. <https://www.autisme-france.fr/quest-ce-que-lautisme> (accessed December 16, 2023).
- [17] Nouvelle stratégie nationale pour les troubles du neurodéveloppement : autisme, Dys, TDAH, TDI | handicap.gouv.fr n.d. <https://handicap.gouv.fr/nouvelle-strategie-nationale-pour-les-troubles-du-neurodeveloppement-autisme-dys-tdah-tdi> (accessed December 18, 2023).
- [18] Gourbail L. Haute Autorité de santé 2018.
- [19] Becker EBE, Stoodley CJ. Chapter One - Autism Spectrum Disorder and the Cerebellum. In:

- Konopka G, editor. *International Review of Neurobiology*, vol. 113, Academic Press; 2013, p. 1–34. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418700-9.00001-0>.
- [20] Posar A, Visconti P. Early Motor Signs in Autism Spectrum Disorder. *Children* 2022;9:294. <https://doi.org/10.3390/children9020294>.
- [21] La scolarité et les soins pour une personne autiste n.d. <https://www.autismeinfoservice.fr/informer/scolarite-soins> (accessed December 19, 2023).
- [22] Handicap.fr. 95 % des autistes au chômage : le docu qui brise les clichés. Handicap.fr 2021. <https://informations.handicap.fr/a-autistes-chomage-docu-brise-cliches-13342.php> (accessed December 16, 2023).
- [23] Charman T, Baird G. Practitioner review: Diagnosis of autism spectrum disorder in 2- and 3-year-old children. *J Child Psychol Psychiatry* 2002;43:289–305. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00022>.
- [24] Bruchhage MMK, Bucci M-P, Becker EBE. Chapter 4 - Cerebellar involvement in autism and ADHD. In: Manto M, Huisman TAGM, editors. *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 155, Elsevier; 2018, p. 61–72. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64189-2.00004-4>.
- [25] Stoodley CJ. The cerebellum and neurodevelopmental disorders. *Cerebellum* 2016;15:34–7. <https://doi.org/10.1007/s12311-015-0715-3>.
- [26] D’Mello AM, Stoodley CJ. Cerebro-cerebellar circuits in autism spectrum disorder. *Front Neurosci* 2015;9:408. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00408>.
- [27] Zalla T, Sperduti M. The amygdala and the relevance detection theory of autism: an evolutionary perspective. *Front Hum Neurosci* 2013;7:894. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00894>.
- [28] Meisner OC, Nair A, Chang SWC. Amygdala Connectivity and Implications for Social Cognition and Disorders. *Handb Clin Neurol* 2022;187:381–403. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00017-1>.
- [29] Chaddad A, Desrosiers C, Hassan L, Tanougast C. Hippocampus and amygdala radiomic biomarkers for the study of autism spectrum disorder. *BMC Neurosci* 2017;18:52. <https://doi.org/10.1186/s12868-017-0373-0>.
- [30] Howard MA, Cowell PE, Boucher J, Broks P, Mayes A, Farrant A, et al. Convergent neuroanatomical and behavioural evidence of an amygdala hypothesis of autism. *NeuroReport* 2000;11:2931.
- [31] Lange N, Travers BG, Bigler ED, Prigge MBD, Froehlich AL, Nielsen JA, et al. Longitudinal Volumetric Brain Changes in Autism Spectrum Disorder Ages 6–35 Years. *Autism Research* 2015;8:82–93. <https://doi.org/10.1002/aur.1427>.
- [32] Turner AH, Greenspan KS, van Erp TGM. Pallidum and lateral ventricle volume enlargement in autism spectrum disorder. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 2016;252:40–5. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2016.04.003>.
- [33] Wolfe FH, Auzias G, Deruelle C, Chaminade T. Focal atrophy of the hypothalamus associated with third ventricle enlargement in autism spectrum disorder. *NeuroReport* 2015;26:1017. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000461>.
- [34] Richards R, Greimel E, Kliemann D, Koerte IK, Schulte-Körne G, Reuter M, et al. Increased hippocampal shape asymmetry and volumetric ventricular asymmetry in autism spectrum disorder. *Neuroimage Clin* 2020;26:102207. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102207>.
- [35] Bai D, Yip BHK, Windham GC, Sourander A, Francis R, Yoffe R, et al. Association of Genetic and Environmental Factors With Autism in a 5-Country Cohort. *JAMA Psychiatry* 2019;76:1035–43. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.1411>.
- [36] Thapar A, Rutter M. Genetic Advances in Autism. *J Autism Dev Disord* 2021;51:4321–32. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04685-z>.
- [37] Esposito G, Venuti P. Symmetry in Infancy: Analysis of Motor Development in Autism Spectrum Disorders. *Symmetry* 2009;1:215–25. <https://doi.org/10.3390/sym1020215>.
- [38] Vibert J-FMG, Willer J-C. *Neurophysiologie: de la physiologie à l’exploration fonctionnelle, avec simulateur informatique*. 3e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2019.

- [39] Autisme et thérapie : les interventions cognitivistes n.d. <https://www.autismeinfoservice.fr/accompagner/connaitre-therapies/interventions-cognitivistes> (accessed December 19, 2023).
- [40] The TEACCH program for children and adults with autism: A meta-analysis of intervention studies - ScienceDirect n.d. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272735813000937> (accessed December 19, 2023).
- [41] Landa R, Garrett-Mayer E. Development in infants with autism spectrum disorders: a prospective study. *J Child Psychol Psychiatry* 2006;47:629–38. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01531.x>.
- [42] Chinello A, Di Gangi V, Valenza E. Persistent primary reflexes affect motor acts: Potential implications for autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities* 2018;83:287–95. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.07.010>.
- [43] Sigafoos J, Roche L, O'Reilly MF, Lancioni GE. Persistence of Primitive Reflexes in Developmental Disorders. *Curr Dev Disord Rep* 2021;8:98–105. <https://doi.org/10.1007/s40474-021-00232-2>.
- [44] Ming X, Brimacombe M, Wagner GC. Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. *Brain Dev* 2007;29:565–70. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2007.03.002>.
- [45] Zheng R, Naiman ID, Skultety J, Passmore SR, Lyons J, Glazebrook CM. The Impact of Different Movement Types on Motor Planning and Execution in Individuals With Autism Spectrum Disorder. *Motor Control* 2019;23:398–417.
- [46] Forti S, Valli A, Perego P, Nobile M, Crippa A, Molteni M. Motor planning and control in autism. A kinematic analysis of preschool children. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2011;5:834–42. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.09.013>.
- [47] Kiné Medical. Kiné Medical n.d. <https://www.kinemedical.fr/fr/dossiers/tous-les-dossiers/kinesitherapie-developpement-psychomoteur-bebe> (accessed December 16, 2023).
- [48] So W-C, Wong MK-Y, Lam W-Y, Cheng C-H, Yang J-H, Huang Y, et al. Robot-based intervention may reduce delay in the production of intransitive gestures in Chinese-speaking preschoolers with autism spectrum disorder. *Mol Autism* 2018;9:34. <https://doi.org/10.1186/s13229-018-0217-5>.
- [49] Cibrian FL, Madrigal M, Avelais M, Tentori M. Supporting coordination of children with ASD using neurological music therapy: A pilot randomized control trial comparing an elastic touch-display with tambourines. *Research in Developmental Disabilities* 2020;106:103741. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103741>.
- [50] Srinivasan SM, Kaur M, Park IK, Gifford TD, Marsh KL, Bhat AN. The Effects of Rhythm and Robotic Interventions on the Imitation/Praxis, Interpersonal Synchrony, and Motor Performance of Children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Pilot Randomized Controlled Trial. *Autism Res Treat* 2015;2015:736516. <https://doi.org/10.1155/2015/736516>.
- [51] Vukićević S, Đorđević M, Glumbić N, Bogdanović Z, Đurić Jovičić M. A Demonstration Project for the Utility of Kinect-Based Educational Games to Benefit Motor Skills of Children with ASD. *Percept Mot Skills* 2019;126:1117–44. <https://doi.org/10.1177/0031512519867521>.
- [52] Fathirezaie Z, Matos S, Khodadadeh E, Clemente FM, Badicu G, Silva AF, et al. The Relationship between Executive Functions and Gross Motor Skills in Rural Children Aged 8-10 Years. *Healthcare (Basel)* 2022;10:616. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040616>.
- [53] Deitz JC, Kartin D, Kopp K. Review of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). *Phys Occup Ther Pediatr* 2007;27:87–102.
- [54] Kewalramani S, Allen K-A, Leif E, Ng A. A Scoping Review of the Use of Robotics Technologies for Supporting Social-Emotional Learning in Children with Autism. *J Autism Dev Disord* 2023. <https://doi.org/10.1007/s10803-023-06193-2>.
- [55] Srinivasan SM, Eigsti I-M, Gifford T, Bhat AN. The effects of embodied rhythm and robotic interventions on the spontaneous and responsive verbal communication skills of children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A further outcome of a pilot randomized controlled trial. *Res Autism Spectr Disord* 2016;27:73–87. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.04.001>.
- [56] van den Berk-Smeekens I, de Korte MWP, van Dongen-Boomsma M, Oosterling IJ, den Boer

JC, Barakova EI, et al. Pivotal Response Treatment with and without robot-assistance for children with autism: a randomized controlled trial. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2022;31:1871–83. <https://doi.org/10.1007/s00787-021-01804-8>.

[57] Salhi I, Qbadou M, Gouraguine S, Mansouri K, Lytridis C, Kaburlasos V. Towards Robot-Assisted Therapy for Children With Autism-The Ontological Knowledge Models and Reinforcement Learning-Based Algorithms. *Front Robot AI* 2022;9:713964. <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.713964>.

[58] Tavassoli T, Miller LJ, Schoen SA, Nielsen DM, Baron-Cohen S. Sensory over-responsivity in adults with autism spectrum conditions. *Autism* 2014;18:428–32. <https://doi.org/10.1177/1362361313477246>.

[59] Hodgson AR, Freeston MH, Honey E, Rodgers J. Facing the Unknown: Intolerance of Uncertainty in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Appl Res Intellect Disabil* 2017;30:336–44. <https://doi.org/10.1111/jar.12245>.

Annexes :

Echelle PEDro :

Échelle PEDro

- | | | |
|--|---|-----|
| 1. les critères d'éligibilité ont été précisés | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement) | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 3. la répartition a respecté une assignation secrète | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 5. tous les sujets étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôlée conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

Fiche individuelle

20

NOM _____ Prénom _____

Date de naissance _____ Date du test _____ Âge _____

Forme courte

Sous test 1 motricité fine: précision		Score Brut											Point Score									
3	Dessiner une ligne dans un chemin tortu	Brut	2-3	15-20	10-14	6-9	4-5	2-3	1	0						<input type="text"/>						
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7												
6	Plier une feuille de papier	Brut	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11	12						<input type="text"/>						
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7												
Sous test 2 motricité fine: intégration		Basic Shape	Closure	Edges	Orientation	Overlap	Overall Size	Score Brut						Point Score								
2	Copier un carré	0	1	0	1	0	1	0	1						<input type="text"/>							
		points											points									
7	Copier une étoile	0	1	0	1	0	1	0	1						<input type="text"/>							
		points											points									
Sous test 3 Dextérité manuelle		Score Brut																		Point Score		
2	Transférer des pièces	Trial 1																		<input type="text"/>		
		Trial 2																				
		Brut	3-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20							<input type="text"/>			
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
Sous test 4 Coordination bimanuelle		Score Brut											Point Score									
3	Sauter sur place à l'amble	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0	1	2-4	5							<input type="text"/>									
		Point	0	1	2	3																
6	Frapper index et pied du même côté, simultanément	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0	1	2-4	5-9	10							<input type="text"/>								
		Point	0	1	2	3	4															
Sous test 5 Équilibre		Score Brut											Point Score									
2	Marcher vers l'avant sur une ligne	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0	1-2	3-4	5	6							<input type="text"/>								
		Point	0	1	2	3	4															
7	Equilibrer sur une jambe sur la pointe, yeux ouverts	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0.0-0.9	1.0-2.9	3.0-5.9	6.0-9.9	10							<input type="text"/>								
		Point	0	1	2	3	4															
Sous test 6 Vitesse course-agilité		Score Brut																				Point Score
3	Sauts à cloche-pied sur place	Trial 1																				<input type="text"/>
		Trial 2																				
		Brut	0	1-2	3-5	6-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-39	40-49	50								<input type="text"/>	
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Sous test 7 Coordination bilatérale		Score Brut											Point Score									
1	Lâcher et rattraper une balle à deux mains	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0	1	2	3	4	5							<input type="text"/>							
		Point	0	1	2	3	4	5														
6	Dribbler une balle en alternant les mains	Trial 1											<input type="text"/>									
		Trial 2																				
		Brut	0	1	2	3	4-5	6-7	8-9	10							<input type="text"/>					
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7												
Sous test 8 Force		Score Brut																				Point Score
2a	Pompes à genoux	Brut	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36									<input type="text"/>	
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
2b	Pompes complètes	Brut	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36									<input type="text"/>	
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
3	Couches-assis	Brut	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36									<input type="text"/>	
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										

Notes & Observations

Total Point Sco
Sheet Form
(max = 88)

Total des points _____ Score standard (tab. B.8-B.13) _____ Rang %le (tab. B.8-B.13) _____ Catégorie (tab. C.13) _____

Echelle DCDQ :


QUESTIONNAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA COORDINATION (5-15 ANS)
VERSION EN FRANÇAIS POUR L'EUROPE
DCDQ-FE © 

Nom, prénom de l'enfant : _____ Date du jour :

Nom, prénom du répondant : _____ Date de naissance de l'enfant :

Lien avec l'enfant (père, mère) : _____ Âge de l'enfant :

Année	Mois	Jour

Ce questionnaire aborde des habiletés motrices dont votre enfant se sert pour faire des activités avec ses mains ou lorsqu'il bouge.

Pour chaque description, cochez la case qui représente le mieux le fonctionnement de votre enfant.

Les coordinations d'un enfant s'améliorent chaque année à mesure qu'il grandit. Pour cette raison, il sera plus facile pour vous de choisir une réponse si vous comparez le niveau de coordination de votre enfant avec celui d'autres enfants du même âge. Si votre enfant fonctionne de manière comparable aux enfants du même âge, ou mieux que les autres, cochez la réponse 5.

	La description correspond :				
	pas du tout à mon enfant	un peu à mon enfant	modérément à mon enfant	assez à mon enfant	tout à fait à mon enfant
	1	2	3	4	5
1. Votre enfant lance un ballon de manière contrôlée et précise.					
2. Votre enfant attrape une petite balle (par exemple de la taille d'une balle de tennis) lancée sur lui d'une distance d'environ 2 à 2,5 mètres.					
3. Votre enfant frappe avec précision une balle ou un volant lancé sur lui avec une raquette.					
4. Votre enfant saute facilement par-dessus des obstacles que l'on trouve dans les jardins et les aires de jeu.					
5. Votre enfant court vite et de façon comparable à celle des enfants du même âge et du même sexe.					
6. Lorsque votre enfant a le projet de faire une activité motrice, il/elle peut effectivement la réaliser (par ex. construire une cabane, utiliser des installations d'aires de jeu, faire un jeu de construction, un bricolage).					

Suite au verso...

QUESTIONNAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA COORDINATION (5-15 ANS)
VERSION EN FRANÇAIS POUR L'EUROPE - DCDQ-FE[®]

	La description correspond :				
	pas du tout à mon enfant	un peu à mon enfant	modérément à mon enfant	assez à mon enfant	tout à fait à mon enfant
	1	2	3	4	5
7. Votre enfant écrit, ou s'il/elle n'écrit pas encore, dessine suffisamment <i>rapidement</i> pour suivre le rythme des enfants de sa classe.					
8. Votre enfant écrit des lettres, des chiffres et des mots de manière <i>lisible</i> et précise, ou s'il/elle n'écrit pas encore, <i>colorie</i> sans dépasser et fait des dessins que vous pouvez reconnaître.					
9. Votre enfant fournit <i>une pression</i> adaptée pour écrire ou dessiner (il/elle ne tient pas son crayon de manière <i>crispée</i> , son écriture n'est pas appuyée ou trop foncée, ni trop claire).					
10. Votre enfant <i>découpe</i> des images et des <i>formes</i> avec précision et facilité.					
11. Votre enfant s'intéresse et aime participer aux <i>activités sportives</i> ou <i>jeux dynamiques</i> qui nécessitent de bonnes capacités motrices.					
12. Votre enfant apprend facilement de <i>nouvelles activités motrices</i> (par exemple nager, faire du patin à roulettes) et n'a pas besoin de plus de pratique ou de temps que les enfants de son âge pour atteindre le même niveau de réalisation.					
13. Votre enfant effectue avec <i>rapidité et facilité</i> les activités ordinaires de la vie quotidienne (par exemple ranger ses affaires, enfiler et lacer ses chaussures, s'habiller, etc.)					
14. Votre enfant vous semble <i>adroit</i> (n'a pas tendance à renverser ou casser les objets).					
15. Votre enfant peut rester assis en se tenant droit un certain temps (ne se fatigue pas facilement ou ne s' <i>avachit</i> pas comme s'il tombait de sa chaise).					

Merci pour vos réponses

QUESTIONNAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA COORDINATION (5-15 ANS)
VERSION EN FRANÇAIS POUR L'EUROPE DCDQ-FE® : FEUILLE DE SCORES

Nom, prénom de l'enfant : _____ Date du jour : _____
Date de naissance : _____ Âge de l'enfant : _____

	Contrôle durant le mouvement	Motricité fine/Écriture	Coordination globale
1. Lance un ballon			
2. Attrape une balle			
3. Frappe une balle, un volant			
4. Saute par-dessus			
5. Court vite			
6. Planifie une activité motrice			
7. Écrit rapidement			
8. Écrit lisiblement			
9. Fournit une pression adaptée			
10. Découpe			
11. Aime les activités sportives			
12. Apprend de nouvelles habiletés			
13. Rapide et efficace			
14. Semble adroit			
15. Reste assis en se tenant droit			

TOTAL / 30 + / 20 + / 25 = / 75
Contrôle durant le mouvement Motricité fine/Écriture Coordination globale **TOTAL**

Pour les enfants âgés entre 5 ans 0 mois et 14 ans 11 mois

- 15-56 à risque de TDC
- 57-75 probablement pas de TDC

DCDQ-FE® Ray-Kaesler, S., Thommen, E., Martini, R., Jover, M., Gurtner, B., & Bertrand A.M., 2019 ; version du 16.09.2019

Echelle AMSTAR :

KINE 1157 x-y **ARTICLE IN PRESS** A. Pallot et S. Rostagno

Dossier
Traduction française de cinq échelles de qualité méthodologique des rapports de recherche

Les revues de la littérature sont des études secondaires : elles synthétisent des informations à partir d'études primaires. Lorsqu'elles présentent une méthode d'élaboration, elles sont qualifiées de systématiques [1]. L'échelle de qualité méthodologique pour cotier la validité interne de ce type d'étude est l'échelle AMSTAR-2 [2].

La méthode employée est une traduction simple (anglais vers français) effectuée par les deux auteurs (AP et SR) en aveugle (indépendamment l'un de l'autre). Les deux versions ont ensuite été comparées et fusionnées, avec consensus entre les deux auteurs le cas échéant (Tableau I).

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

Déclaration de liens d'intérêts
 Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

RÉFÉRENCES

[1] Pallot A, Davergne T, Galois M, Guémann M, Martin S, Morchon A, Oustric T, Raynal G, Rostagno S. Evidence-based practice en rééducation – Démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS, 2019.

[2] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017; 358:j4008.

2

Pour citer cet article : Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinesither Rev* (2019), <http://dx.doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>

Tableau récapitulatif du système GRADE :

Tableau 10. Facteurs qui influencent la cotation de la qualité des données scientifiques d'après Atkins et al., 2004 (10,18,19)

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	essais contrôlés randomisés	élevé
	études observationnelles*	faible
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles et d'essais contrôlés randomisés	risque de biais	
	sérieux	(-1)
	très sérieux	(-2)
	hétérogénéité des résultats	
	importante	(-1)
	très importante	(-2)
	caractère direct des données	
	incertitude	(-1)
	incertitude majeure	(-2)
	imprécision	
	sérieuse	(-1)
	très sérieuse	(-2)
	biais de publication	
	probable	(-1)
très probable	(-2)	
Facteurs qui peuvent augmenter	force de l'association	

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles	Données scientifiques solides d'une association – risque relatif significatif > 2 ($< 0,5$) fondé sur des données cohérentes issues d'au moins deux études observationnelles, sans facteurs de confusion plausible.	(+1)
	Données scientifiques très solides d'une association – risque relatif significatif > 5 ($< 0,2$) fondé sur des données directes, sans problème majeur de validité.	(+2)
	Données d'un gradient dose-réponse	(+1)
	Présence de facteurs de confusion plausibles	
	qui auraient réduit l'effet observé (ces facteurs n'ayant pas été pris en compte dans l'analyse avec ajustement) ;	(+1)
	qui auraient fait s'attendre à un effet alors que les résultats ne montrent aucun effet.	(+1)

* : étude observationnelle : études de cohortes, études cas-témoins, analyses de séries interrompues, études contrôlées avant-après.

N° 17000216- PREVOR-Nina- N° 109

Titre : Comparaison de l'efficacité thérapeutique du robot NAO et du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants atteints de trouble du spectre autistique (TSA).

Title : Comparison of therapeutic efficacy of NAO robot and Kinect in motor skills rehabilitation in children with autism spectrum disorder (ASD).

Nombre de pages (avec les annexes) : 87 pages

Directeur du Mémoire : Mr MIRAPEIX Sébastien

Résumé :

Introduction : L'objectif de cette revue était de comparer l'efficacité du robot NAO à celle du Kinect dans la rééducation de la motricité chez les enfants avec un trouble du spectre autistique (TSA). Le TSA est un trouble du neurodéveloppement qui se caractérise par des déficits persistants de la communication et des interactions sociales ainsi que par un caractère restreint et répétitif des comportements, des intérêts ou activités. Malheureusement le déficit moteur ne fait pas partie des critères de diagnostic, même si 80% des enfants TSA ont une altération de la motricité. Des études récentes ont mis en évidence que les personnes avec TSA sont plus à l'aise avec un robot qu'avec un humain, c'est pourquoi une rééducation en utilisant un robot comme intermédiaire peut sembler pertinente.

Méthode : Nous avons évalué l'efficacité de ces traitements complémentaires dans cinq articles différents que nous avons sélectionné selon des critères précis sur Pubmed, Cochrane et Pedro.

Résultats : Nos résultats nous montrent des significativités différentes selon les études. Les résultats ont été analysés grâce à la taille d'effet, la p-value, la différence intergroupe en post-intervention et l'intervalle de confiance.

Discussion : Nous avons constaté que le Kinect était plus efficace que le robot NAO sur motricité fine, la motricité globale et l'amélioration de la coordination.

Conclusion : Pour conclure, d'autres recherches devraient être réalisées sur une population plus large et sur un temps plus long afin d'obtenir des résultats plus puissants et significatifs.

Abstract :

Introduction : The purpose of this research was to compare the efficacy of the robot NAO with the Kinect in motor skills rehabilitation on children with autism spectrum disorder (ASD). ASD is a neurodevelopmental disorder which is characterized by persistent deficits in communication and social interaction as well as a restricted and repetitive nature of behaviours, interests or activities. Unfortunately, motor deficit is not part of the diagnostic criteria even if 80% have impaired motor coordination. Recent studies have shown that persons with ASD are more to ease with a robot than with a human, that's why rehabilitation using a robot as an intermediary may seem relevant.

Method : We assessed the efficacy of these complementary treatments in five different articles which we have selected according to precise criteria on Pubmed, Cochrane and Pedro.

Results: Our results show differing significance between studies. Results were analyzed by effect size, p-value, post-intervention intergroup difference and confidence interval.

Discussion: We argued that the Kinect was more effective than the NAO robot on fine motor skills, gross motor skills and improving coordination.

Conclusion: In closing, further research should be carried out on a larger population and over a longer period of time to obtain more powerful and significant results.

Mots clés : autisme, robot, Kinect, réalité virtuelle, motricité, coordination.

Key words : autism, robot, Kinect, virtual reality, motor skills, coordination.

