



Exploitation de la réalité virtuelle avec des enfants ayants des troubles du spectres de l'autisme

Par Cecile Dominique OYENDZA INGOBA

Mémoire présenté à l'Université du Québec à Chicoutimi. En vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences appliquées (M. Sc. A.) en Informatique et mathématique recherche

Québec, Canada

RÉSUMÉ

Ce projet explore l'utilisation de la réalité virtuelle (RV) pour améliorer les compétences sociales des enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) de niveau 1. L'objectif est de concevoir un jeu sérieux immersif, offrant un environnement sécurisé et interactif, dans lequel les jeunes utilisateurs peuvent s'exercer aux interactions sociales à leur rythme. L'étude repose sur une approche méthodologique intégrant des théories psychologiques (flow, cognition sociale, communication non verbale), des modèles d'apprentissage et des algorithmes d'intelligence artificielle (IA) tels que l'IA émotionnelle et l'IA conversationnelle. Ces technologies permettent d'adapter les interactions en fonction des réactions des joueurs, facilitant ainsi un apprentissage progressif et personnalisé. Des tests et évaluations ont été menés à l'aide de simulations IA basées sur 15 personnages, reflétant une diversité de profils d'enfants TSA. L'analyse des résultats a permis de faire ressortir les points forts du jeu, notamment son accessibilité et son caractère immersif, ainsi que plusieurs axes d'amélioration, tels que la diversification des interactions et l'optimisation du guidage. En conclusion, ce projet met en évidence le potentiel de la réalité virtuelle comme outil d'apprentissage social pour les jeunes autistes et ouvre la voie au développement d'environnements toujours plus adaptatifs et interactifs, intégrant des mécanismes de personnalisation avancés.

ABSTRACT

This project explores the use of virtual reality (VR) to improve the social skills of children with Level 1 Autism Spectrum Disorder (ASD). The objective is to design an immersive serious game that offers a controlled and interactive environment, allowing young users to practice social interactions at their own pace. The study is based on a methodological approach combining psychological theories (flow, social cognition, nonverbal communication), learning models, and artificial intelligence (AI) algorithms such as emotional AI and conversational AI. These technologies make it possible to adapt interactions based on the players' reactions, thus facilitating gradual and personalized learning. Tests and evaluations were conducted using AI simulations based on 15 characters reflecting the diverse profiles of children with ASD. The analysis of the results identified the strengths of the game, particularly its accessibility and immersion, as well as areas for improvement, such as the diversification of interactions and the optimization of guidance. In conclusion, this project highlights the potential of virtual reality as a social learning tool for young autistic individuals. It also opens up perspectives for the future development of more adaptive and interactive environments, integrating advanced personalization mechanisms.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
ABSTRACT.....	ii
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES SIGLES.....	viii
DÉDICACE	ix
REMERCIEMENTS	x
AVANT-PROPOS.....	xi
CHAPITRE 1	1
INTRODUCTION	1
1.1 CONTEXTE DU PROJET	1
1.2 PROBLÉMATIQUE	4
1.3 OBJECTIFS.....	5
1.4 MÉTHODOLOGIE	5
1.5 ORGANISATION DU MÉMOIRE	6
CHAPITRE 2	7
ÉTAT DE L'ART	7
2.1 INTRODUCTION.....	7
2.2 RÉALITÉ VIRTUELLE	7
2.3 L'IMMERSION EN RÉALITÉ VIRTUELLE	8
2.4 LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ ET DE L'ÉDUCATION	9
2.5 L'IMPACT DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE SUR LES COMPÉTENCES SOCIALES DES ENFANTS ET JEUNES ADULTES AUTISTES	10
2.6 LE JEU COMME CANAL D'INTERVENTION POUR LES ENFANTS AUTISTES	11
2.7 EXPÉRIENCES VR ADAPTÉES AUX ENFANTS TSA	13
2.8 GAMIFICATION ET ENGAGEMENT DES ENFANTS AUTISTE EN RÉALITÉ VIRTUELLE	14
2.9 APPLICATIONS DE RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ENFANTS TSA	15
2.10 QUESTIONS ÉTHIQUES ET ACCEPTABILITÉ DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ENFANTS TSA.....	17

2.11 CONCLUSION	18
CHAPITRE 3	20
MÉTHODOLOGIE.....	20
3.1 INTRODUCTION.....	20
3.2 THÉORIE	20
3.3 MODÈLES	24
3.4 ALGORITHMES	27
3.5 CONCLUSION	31
CHAPITRE 4	32
CONCEPTION ET CONTEXTE	32
4.1 INTRODUCTION.....	32
4.2 APPROCHE THÉORIQUE DU JEU ET DE SON APPLICATION CHEZ LES JEUNES TSA	32
4.3 DOCUMENT GAME DESIGN	35
4.4 TECHNOLOGIES ET INFRASTRUCTURES DU JEU.....	37
4.5 CONTEXTE DE CONCEPTION DU JEU	39
4.6 CONCLUSION	40
CHAPITRE 5	42
PROCESSUS DE COLLECTE DE DONNÉES ET SIMULATION.....	42
5.1 INTRODUCTION DE COLLECTE DE DONNÉES	42
5.2 CONTEXTE DE TEST ET COLLECTE DE DONNÉES	42
5.3 CONCLUSION COLLECTE DE DONNÉES	43
5.4. INTRODUCTION SIMULATION	44
5.5. STRUCTURE GÉNÉRALE DU JEU	45
5.6 CONCLUSION	47
CHAPITRE 6	48
ANALYSE ET INTERPRÉTATIONS DES RESULTATS	48
6.1 INTRODUCTION.....	48
6.2 EXPÉRIENCE ET INTERACTIONS SIMULÉES	48
6.3 LES DÉFIS D'APPRENTISSAGE SOCIAL	50
6.4 ANALYSE DES INTERACTIONS ET DE L'ADAPTATION DES AIDES DANS LE JEU	54
6.5 ÉVALUATION CONSOLIDÉE DES INTERACTIONS ET ADAPTATIONS	59

6.6 CONCLUSION	60
CHAPITRE 7	62
CONCLUSION GENERALE.....	62
7.1 CONCLUSION	62
7.2 CONTRIBUTION	63
7.3 PERSPECTIVES.....	63
7.4 LIMITES DE L'ÉTUDE	64
7.5 VALIDATION EXPÉRIMENTALE EN CONTEXTE RÉEL: ÉTAPES ENVISAGÉES	65
LISTE DE RÉFÉRENCES	67
ANNEXE I.....	75
ANNEXE II.....	78
ANNEXE III	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Synthèse de l'ensemble des difficultés	53
---	----

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Diagramme de cas d'utilisation de l'interface.....	35
Figure 2: Répartition d'enfant (personnage) par âge	49
Figure 3: Profils représentant d'enfants (personnages)	50
Figure 4: Répartition des difficultés de communication.....	51
Figure 5: Répartition des difficultés de gestion la voix et du comportement	51
Figure 6: Répartition des difficultés sociales et émotionnelles	52
Figure 7: Récapitulatif succès et échecs dans les interactions par catégorie	54
Figure 8: Taux de réussite de chaque environnement.....	56
Figure 9: Récapitulatif des comportements répétitifs	58
Figure 10: Récapitulatif des évaluations d'interaction et adaptations	59

LISTE DES SIGLES

ABA : Analyse Comportementale Appliquée

AI : Intelligence Artificielle

API : Application Programming Interface

CRAIF : Centre de ressources autisme Île-de-France

FPS : First Person Shooter (Tir à la première personne)

IA : Intelligence Artificielle

JDR : Jeu de rôle

ML : Machine Learning (Apprentissage automatique)

NLP : Natural Language Processing (Traitement du langage naturel)

PNJ : Personnage Non-Joueur

RV : Réalité Virtuelle

SDK : Software Development Kit

TSA : Trouble du Spectre de l'Autisme

RTS : Real-Time Strategy (Stratégie en temps réel)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

UQAC : Université du Québec à Chicoutimi

DÉDICACE

À mes parents Charnelle Alzire Itoua, Esperance Oyendza Attiki Mokouba

Maman mon ange dans le ciel,

Le 10 mars 2025, la vie t'a arrachée à ce monde... mais elle n'a pas pu t'arracher à mon cœur. Ton départ a laissé un silence, mais aussi une présence invisible, douce et constante. Je sens ton souffle dans mes doutes, ta force dans mes pas, ton sourire dans mes souvenirs.

Ce travail, je te le dédie. Tu as semé en moi la graine du courage, à un moment où je n'en voyais plus la lumière. C'est toi qui m'as appris à avancer, même tremblante, et aujourd'hui, je ferme ce chapitre en pensant à toi, à nous.

Merci d'avoir été mon guide, ma boussole dans les nuits d'orage. Merci pour ton amour, inconditionnel et pur, qui continue de m'envelopper même dans l'absence.

Toi et moi contre le monde... Ce n'était pas qu'un slogan, c'était une vérité. Et même au-delà de cette vie, elle reste intacte.

Tu es partie, mais ton âme veille.

Tu vis en moi, dans chaque pas, dans chaque choix, dans chaque prière silencieuse. Je t'aimerai au-delà du temps. Repose en paix, ma copine. Et continue de marcher à mes côtés, dans l'invisible.

Papa mon colonel,

Merci d'avoir cru en moi, de m'avoir toujours fait sentir que j'étais capable de grandes choses, même quand moi, je doutais. C'est grâce à ton regard fier et à ta foi inébranlable en moi que j'ai pu me dépasser, bien au-delà de ce que j'imaginais.

Depuis le départ de maman, tu as su prendre sa main dans la tienne, et me tendre les deux sans fallir.

Merci d'avoir su redevenir ce pilier, ce père fort et tendre à la fois, mais aussi ce confident discret qui sait écouter sans juger, soutenir sans envahir.

Ta grande fille continuera à marcher droit, à relever la tête, et à te rendre fière comme tu l'as toujours espéré.

Je t'aime plus fort que les mots ne peuvent le dire.

À vous deux, je ne vous remercierai jamais assez pour vos prières, vos conseils et votre assistance. Merci de m'avoir élevée tout en vous construisant vous-mêmes. Je suis consciente des sacrifices que vous avez faits, et il est à mon tour de vous rendre la pareille.

À mes grands-parents Cecile Ingoba, Bernard Oyendza, Marguerite Ikobo

Mamie, merci pour ton amour, tes prières, ta disponibilité et cette foi inébranlable en moi, même quand je doutais de moi-même. Ton amour inconditionnel m'a porté, bien au delà de ce je pensais mériter.

Papy, tes messages du dimanche et ton soutien m'ont boostée à chaque étape. Vous avez été une immense source d'énergie.

À ma grand-mère partie trop tôt, dommage que tu n'aies pas pu voir la fin de ce cursus que tu m'as vue débiter. Repose en paix.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été une aventure intellectuelle et humaine enrichissante, et je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes celles et ceux qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours.

Je remercie chaleureusement mon directeur de recherche, **Bob-Antoine Jerry Ménélas**, pour son accompagnement précieux, ses conseils avisés et sa bienveillance. Son expertise et ses retours constructifs ont joué un rôle déterminant dans l'avancement de ce projet et tout au long de mon parcours académique.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance envers **l'Université du Québec à Chicoutimi**, qui m'a offert un cadre propice à mon développement académique et professionnel, en me permettant d'acquérir des compétences essentielles pour la suite de mon parcours.

Un immense merci à ma famille : **Ornella Ingoba, Sandrine Oyendza, Marinelle Itoua** ainsi qu'à mes frères et sœurs **Lumière Oyendza, Olivia Oyendza, Amanda Oyendza, Ronelle Etoumbakoundou, Marion Mboussa** pour leur soutien, leur patience et leurs encouragements constants. Vos prières, vos mots réconfortants et ces précieux moments de répit ont été une véritable source de force et de motivation.

Je remercie également mes proches **Aimé Etou, Joel Ambero, Pamela Tchoko, Ornella Coulibaly, Jessy Rozon, Alicia Fortin, Keliane Potvin, Joanie Potvin, Juliette Girard, Megan Privé, Anne Wognin, Josias Ouedraogo, José Arnaud Bantsimbas** pour leur présence et leur soutien, ainsi qu'un remerciement particulier à **Ézéchiél Sawadogo**, dont l'aide précieuse et l'appui moral lors de la révision de ce mémoire m'ont été d'une grande aide.

Ce mémoire est le fruit d'un travail collectif, et je suis profondément reconnaissant envers toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

Merci à tous.

AVANT-PROPOS

L'autisme est un trouble du développement qui affecte principalement la communication et les interactions sociales. Bien que les enfants atteints de TSA possèdent des compétences uniques, ils rencontrent souvent des difficultés dans les échanges quotidiens et l'adaptation aux normes sociales.

L'essor des technologies immersives, notamment la réalité virtuelle, offre aujourd'hui des solutions innovantes pour les accompagner dans leurs apprentissages. Ce projet est né de la volonté de créer un outil pédagogique interactif, spécifiquement conçu pour répondre aux besoins des jeunes TSA. Il s'inscrit dans une approche interdisciplinaire croisant la psychologie, les neurosciences et l'informatique, afin de proposer une solution à la fois ludique, éducative et accessible.

Ce travail a bénéficié de nombreuses contributions, qu'il s'agisse d'experts en autisme, de chercheurs en intelligence artificielle ou de professionnels du jeu vidéo. Je tiens à remercier toutes les personnes ayant apporté leur soutien et partagé leur expertise tout au long de ce projet.

En espérant que cette recherche contribue à ouvrir de nouvelles perspectives dans l'accompagnement des enfants autistes, et à renforcer l'inclusion sociale grâce aux technologies immersives.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DU PROJET

Selon les Centers for Disease Control and Prevention¹ (2020), le trouble du spectre de l'autisme (TSA) touche environ 1,85 % des enfants, quel que soit leur milieu d'origine. Le dictionnaire Larousse, le définit comme un trouble du développement neurologique, se manifestant par des altérations des interactions sociales, de la communication et du comportement.

Selon l'Institut Pasteur, Hôpital Robert-Debré de Paris & PAARI (2022), la dyade autistique se manifeste principalement par deux caractéristiques : d'une part, des comportements répétitifs et des intérêts restreints, et d'autre part, des difficultés de communication et d'interaction sociale. Ces troubles incluent notamment un langage ralenti, des difficultés d'articulation et une compréhension limitée des codes sociaux.

Le Collège des médecins du Québec & l'Ordre des psychologues du Québec (2012) identifient deux dimensions majeures qui influencent le quotidien des personnes atteintes de TSA : d'une part, les troubles des interactions sociales, qui entravent leur capacité à établir des échanges fluides et significatifs; d'autre part, les habiletés sociales, nécessaires pour comprendre et exprimer des émotions, interagir avec autrui et adopter un comportement adapté aux divers contextes de la vie quotidienne.

Grâce à une sensibilisation accrue au TSA depuis les années 2000 (UNESCO 2022), la compréhension de son impact mondial s'est considérablement améliorée. Il est désormais reconnu que les enfants atteints de ce trouble rencontrent des obstacles précoces dans leurs relations sociales et leur communication. Ces difficultés peuvent entraîner un sentiment d'isolement et de frustration, compliquant davantage leur intégration sociale. Des recherches

¹ Les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies sont la principale organisation scientifique et basée sur les données du pays, dédiée à la protection de la santé publique.

récentes (Manju, Magesh, Padmavathi & Durairaj, 2023) ont mis en lumière les conséquences de ces obstacles sur le développement personnel, scolaire et social des enfants concernés.

Les enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA) sont capables d'apprendre les règles sociales, mais cet apprentissage nécessite des approches adaptées à leurs particularités cognitives et comportementales. Contrairement aux enfants neurotypiques, qui les intègrent de manière intuitive, les enfants autistes doivent bénéficier d'un enseignement structuré et explicite pour comprendre les signaux sociaux, les expressions faciales et le langage corporel.

Plusieurs stratégies éducatives se révèlent efficaces : l'enseignement explicite, les supports visuels, les jeux de rôle, l'observation et l'imitation de modèles sociaux. Le renforcement positif joue également un rôle crucial, tout comme l'accompagnement par des professionnels spécialisés.

Les technologies de la réalité virtuelle apparaissent comme une méthode prometteuse pour accompagner les enfants TSA dans l'apprentissage des compétences sociales. Offrant un cadre immersif, sécurisé et répétitif, elles favorisent une meilleure adaptation aux interactions sociales.

Les technologies de la réalité virtuelle sont aujourd'hui reconnues comme un domaine scientifique et technique qui utilise des interfaces comportementales et l'informatique pour simuler, dans un environnement numérique, le comportement d'entités tridimensionnelles en interaction entre elles et/ou avec l'utilisateur. Cet environnement peut être une réplique du monde réel, un univers imaginaire ou un espace purement symbolique. L'un des principaux attraits de la réalité virtuelle est sa capacité à transporter l'utilisateur dans un autre lieu, un autre temps ou un autre contexte d'interaction, offrant ainsi une flexibilité unique pour divers types d'apprentissages et d'expériences.

Dans le cadre de l'accompagnement des enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA), la réalité virtuelle présente plusieurs avantages significatifs.

Tout d'abord, elle permet de créer un environnement contrôlé et sécurisé. Il est bien établi que les enfants autistes peuvent être particulièrement sensibles aux stimuli sensoriels, tels que les bruits, les lumières vives ou les interactions sociales imprévisibles. Grâce à la

réalité virtuelle, il est possible d'ajuster ces paramètres afin d'offrir un cadre structuré et adapté au niveau de confort de chaque enfant. Cette modulation réduit les risques d'anxiété et de surcharge sensorielle, favorisant ainsi un apprentissage plus serein.

Un autre avantage clé de la réalité virtuelle est qu'elle offre un espace sans stress pour l'apprentissage des interactions sociales. Dans la vie quotidienne, ces interactions peuvent être complexes et sources de confusion pour les enfants TSA, notamment en raison de la difficulté à interpréter le langage corporel ou les émotions des autres. En utilisant la réalité virtuelle, ces concepts peuvent être introduits progressivement, permettant à l'enfant de s'y familiariser sans pression ni crainte de l'échec.

De plus, la réalité virtuelle permet de répéter les interactions autant de fois que nécessaire. Un enfant peut s'entraîner à dire bonjour, à poser des questions, ou encore à exprimer ses émotions dans un contexte virtuel avant d'appliquer ces compétences dans la réalité. Il peut également se préparer à des situations du quotidien, comme acheter un objet dans un magasin ou interagir avec un enseignant, dans un cadre interactif et adapté.

L'un des aspects les plus bénéfiques de cette technologie est la possibilité de fournir un retour immédiat. En cas de réussite, l'enfant reçoit une récompense ou un encouragement, ce qui renforce sa motivation. En cas d'erreur, il peut recommencer l'exercice sans crainte de jugement. Cette approche favorise un apprentissage progressif et encourage l'enfant à persévérer dans l'acquisition de nouvelles compétences sociales.

Donc, la réalité virtuelle constitue un outil engageant et motivant. De nombreux enfants apprécient les jeux vidéo et les technologies interactives, ce qui peut rendre l'apprentissage plus attractif qu'une méthode pédagogique traditionnelle. Certaines applications intègrent même des mécanismes de gamification, où l'enfant gagne des points ou débloque des niveaux en réussissant des interactions sociales, ce qui stimule son intérêt et sa participation active.

En définitif, la réalité virtuelle se révèle être une solution prometteuse pour accompagner les enfants autistes dans l'apprentissage des interactions sociales. En leur offrant un cadre structuré, personnalisé et ludique, elle leur permet d'évoluer à leur propre rythme, tout en renforçant leur confiance en eux. Avec l'évolution constante de cette technologie, elle pourrait devenir un outil incontournable dans le domaine de l'éducation et de la thérapie des enfants TSA, contribuant ainsi à leur meilleure intégration sociale.

Outre la réalité virtuelle, une autre approche complémentaire repose sur l'exploitation du jeu comme outil pédagogique et thérapeutique. Son impact sur l'apprentissage des compétences sociales mérite également d'être exploré. Son exploitation vise avant tout à susciter du plaisir, indépendamment du contexte ou de l'objectif poursuivi, qu'il s'agisse d'apprentissage, de développement personnel ou d'autres activités. Dans son essence, il établit un lien entre l'individu, qui prend plaisir à jouer, et son interaction avec la société, en mettant en lumière les notions de règles et de conventions quotidiennes. Cette dynamique en fait un levier particulièrement adapté pour favoriser l'intégration et le développement des enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA).

Selon Elbeltagi et al., (2023), pour les enfants autistes, le jeu peut également être un canal d'intervention thérapeutique efficace. Des approches comme l'ergothérapie utilisent des activités spécifiques pour stimuler le développement sensoriel et moteur, ayant un impact positif sur le comportement et les interactions sociales. En facilitant l'engagement avec leurs pairs, leurs intervenants et leurs parents, ces activités permettent aux enfants autistes de mieux appréhender leur environnement et d'améliorer leurs compétences relationnelles.

Dans cette perspective, le jeu revêt un rôle multifonctionnel, servant de support pour encourager le développement social, émotionnel et cognitif des enfants autistes. Selon Bennett et Dyck (2023), les jeux actifs jouent un rôle clé dans le développement de la littératie physique des enfants TSA, contribuant ainsi à leur bien-être physique et social. En intégrant des activités structurées et engageantes, ces jeux offrent aux enfants la possibilité d'apprendre à interagir avec leur environnement tout en développant des compétences essentielles dans un cadre ludique et adapté à leurs besoins.

1.2 PROBLÉMATIQUE

Les enfants et adolescents autistes rencontrent des défis majeurs dans le développement de leurs compétences sociales, ce qui peut compromettre leur bien-être et leur intégration sociale. Ces difficultés, profondes et persistantes, exigent des interventions ciblées et adaptées.

Dans ce contexte, la réalité virtuelle constitue une solution innovante et prometteuse.

Son caractère immersif, permet un apprentissage interactif et engageant, dans un cadre contrôlé et rassurant. Toutefois, son efficacité dépend de la capacité à adapter l'expérience aux besoins sensoriels, cognitifs et émotionnels de chaque enfant.

Dès lors, une question se pose : comment concevoir et développer un jeu en réalité virtuelle capable d'améliorer les compétences sociales des enfants et adolescents atteints de TSA, tout en tenant compte de leurs particularités, et en exploitant pleinement les atouts des technologies immersives ?

1.3 OBJECTIFS

L'objectif de cette recherche est d'identifier les défis quotidiens rencontrés par les enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme et de proposer une approche théorique pour concevoir un jeu immersif en réalité virtuelle. Cette solution vise à offrir un environnement interactif et adapté, facilitant l'apprentissage et le renforcement des habiletés sociales. En simulant des situations de la vie quotidienne dans un cadre sécurisé, le jeu permettra aux enfants de s'exercer à diverses interactions sociales, réduisant leurs difficultés et favorisant leur intégration.

1.4 MÉTHODOLOGIE

Afin de répondre à la problématique posée, une méthodologie rigoureuse et structurée a été mise en place. Elle combine des méthodes qualitatives et quantitatives, afin d'évaluer l'efficacité du jeu sur le développement des compétences sociales. Le processus repose sur une conception itérative intégrant des principes pédagogiques, des technologies immersives avancées, et une évaluation de l'observation, des tests comportementaux et des entretiens. L'analyse des données permettra d'ajuster les mécanismes du jeu afin d'en maximiser les effets pédagogiques et sociaux.

1.5 ORGANISATION DU MÉMOIRE

Ce mémoire est structuré en six chapitres, chacun contribuant à la compréhension et au développement du projet.

Le premier chapitre, présente l'introduction générale, en exposant le contexte, la problématique, les objectifs et la méthodologie. Il sert de guide pour situer le lecteur dans le cadre de la recherche.

Le second chapitre est consacré à l'État de l'art. Il analyse les recherches existantes et les articles en lien avec la thématique du projet, soulignant leurs apports et leurs limites afin de positionner cette étude dans le paysage scientifique.

Le troisième chapitre expose la méthodologie choisie. Il met en évidence les théories, modèles et algorithmes mobilisés pour concevoir une expérience immersive adaptées aux jeunes TSA.

Le quatrième chapitre porte sur la conception et de développement du jeu. Il détaille les choix technologiques, les modèles d'interaction et l'intégration des intelligences artificielles.

Le cinquième chapitre traite de la collecte et de l'analyse des données issues de la simulation IA. Ces tests ont permis de vérifier et d'ajuster les mécaniques du jeu avant toute expérimentation avec des utilisateurs réels.

Le sixième chapitre propose une analyse approfondie des résultats, en évaluant l'impact des interactions virtuelles sur les compétences sociales. Il présente aussi des pistes d'amélioration pour l'expérience utilisateur.

Enfin, la conclusion générale synthétise les résultats, les contributions du projet, ses limites et propose des recommandations pour de futures recherches ou applications.

CHAPITRE 2

ÉTAT DE L'ART

2.1 INTRODUCTION

La conception de jeux en réalité virtuelle (RV) visant à développer les compétences sociales des enfants et adolescents atteints de troubles du spectre de l'autisme soulève des enjeux complexes.

Ces enjeux se situent à la croisée des besoins spécifiques de cette population et des potentialités offertes par les technologies immersives. Afin de mieux comprendre l'impact de la RV dans ce domaine, cette revue de littérature se concentre sur les recherches portant sur son utilisation dans l'accompagnement des enfants avec TSA. Plus précisément, elle s'appuiera sur des travaux clés qui analysent les multiples dimensions de cette problématique, depuis l'efficacité des interventions jusqu'aux modalités d'adaptation des technologies selon les profils des individus.

Pour structurer l'analyse, plusieurs articles scientifiques seront examinés en profondeur. Chacun fera l'objet d'une présentation détaillée des principaux résultats. Cette approche permettra d'identifier les avancées majeures du domaine, tout en mettant en lumière les limites existantes et les pistes à explorer.

2.2 RÉALITÉ VIRTUELLE

Selon Tisseron (2022), sur le plan technologique, la RV repose sur l'association de dispositifs qui plongent l'utilisateur dans un univers généré numériquement. Ces dispositifs incluent des interfaces sollicitant les cinq sens, renforçant ainsi l'immersion. Les canaux sensoriels, les plus souvent mobilisés sont : la vue, l'ouïe et le toucher haptique, chacun jouant un rôle essentiel dans la construction d'une expérience réaliste.

De leurs côtés Gobin Mignot, Wolff et Kempf (2019), affirme que la RV ne se résume pas à une simple expérience visuelle. Il s'agit est une technologie plurimodale enrichissant le sentiment de présence de l'utilisateur. La vue permet de représenter des environnements

détaillés, l'ouïe d'adapter les sons en fonction des réactions, et le toucher, via des dispositifs haptiques, de reproduire des sensations physiques par retours de forces.

Cependant, comme le rappellent Malbos et Oppenheimer (2020), « la réalité virtuelle est seulement virtuelle ». Le visiocasque, totalement opaque, empêche la perception directe du monde réel : chaque image diffusée est simulée par un ordinateur. Cette distinction entre réalité perçue et réalité physique souligne à la fois le pouvoir immersif et les limites structurelles de la RV.

2.3 L'IMMERSION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

Grâce à ses multiples applications, la réalité virtuelle (RV) occupe une place centrale dans le secteur du divertissement et du travail. Selon Malbos & Oppenheimer, (2020) l'un de ses atouts majeurs est l'immersion. Celle-ci permet à l'utilisateur d'accéder à un monde numérique simulant la réalité, tout en lui offrant une forme d'évasion sensorielle et mentale. Cette immersion est active : l'utilisateur interagit en temps réel avec l'environnement virtuel. Dans ce contexte, l'expression « *temps réel* » désigne l'interaction homme-machine immédiate, sans latence perceptible, renforçant l'engagement de l'utilisateur.

Selon Tisseron, (2022) l'expérience immersive proposée par la RV se décline en plusieurs formes de présences :

- Présence physique : l'utilisateur ressent que les objets comme s'ils étaient réels.
- Présence sociale : il interagit avec des entités numériques, humaines et artificielles.
- Présence de soi : il perçoit son propre corps (ou son avatar) dans l'environnement.
- Présence d'action : il ressent que ses gestes ont un effet direct sur le monde virtuel.

L'addition de ces formes de présence crée une expérience immersive complète, engageant l'utilisateur sur les plans sensoriel, cognitif, émotionnel et social. C'est ce qui

explique le succès croissant de cette technologie dans les domaines éducatif, professionnel et thérapeutique.

2.4 LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ ET DE L'ÉDUCATION

La réalité virtuelle connaît une adoption croissante dans les secteurs de l'éducation et de la santé, où elle ouvre de nouvelles perspectives pour l'apprentissage et la prise en charge des individus. Grâce à son caractère immersif et son interactif, elle transforme les approches pédagogiques et thérapeutiques en proposant des environnements et personnalisés.

Dans le domaine éducatif, l'article « *L'utilisation de la réalité virtuelle en éducation* » (2024) analyse les enjeux liés à son intégration dans les milieux pédagogiques. Il met en lumière plusieurs études de cas montrant comment la réalité virtuelle permet d'enrichir les apprentissages en rendant les contenus plus concrets et interactifs.

De manière complémentaire, l'étude « *Une étude croisée dans le domaine de l'éducation à la santé* » (2023) compare les effets des environnements immersifs et non immersifs sur la charge cognitive des étudiants. Les résultats indiquent que la RV immersive réduit significativement la charge cognitive, facilitant ainsi la compréhension et la mémorisation des contenus complexes.

Dans l'enseignement supérieur, notamment dans le domaine médical, la RV contribue au développement des compétences pratiques. L'article « *Utilisation de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de la lecture critique d'articles scientifiques en ligne* » (2022) montre que l'immersion améliore la capacité d'analyse critique des étudiants en médecine en renforçant leur concentration et leur motivation.

De plus, l'étude « *La réalité virtuelle et l'apprentissage médical* » (2010) souligne que la RV permet aux futurs professionnels de santé de s'exercer sur des modèles 3D interactifs avant d'intervenir en situation réelle, réduisant ainsi les risques liés à l'apprentissage sur patient.

Dans le domaine de la santé, la RV ne se limite pas à l'apprentissage ; elle devient un outil thérapeutique à part entière. L'article « *La réalité virtuelle pour la prise en charge de la douleur et de l'anxiété* » (2017) décrit comment la RV détourne l'attention des patients

pour diminuer leur perception de la douleur et du stress, en modifiant leur focalisation cognitive et leur perception sensorielle.

L'ensemble de ces recherches met en évidence le potentiel de la RV pour transformer durablement les pratiques éducatives et thérapeutiques, en améliorant l'engagement, la compréhension et le confort des apprenants comme des patients.

Dans l'enseignement supérieur, notamment dans le domaine L'article « *Utilisation de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de la lecture critique d'articles scientifiques en ligne* » (2022) montre que l'immersion améliore la capacité d'analyse critiques comment la réalité virtuelle peut améliorer la capacité d'analyse critique des étudiants en médecine. Il suggère que l'immersion dans un environnement interactif facilite la compréhension des études scientifiques et renforce la motivation et la concentration des apprenants. Une autre recherche, "*La réalité virtuelle et l'apprentissage médical*" (2010), examine comment la réalité virtuelle a transformé l'enseignement médical en permettant aux étudiants de s'entraîner sur des modèles 3D interactifs avant d'intervenir sur de vrais patients.

2.5 L'IMPACT DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE SUR LES COMPÉTENCES SOCIALES DES ENFANTS ET JEUNES ADULTES AUTISTES

La réalité virtuelle s'impose comme un outil prometteur pour aider les personnes autistes à développer leurs compétences sociales. En simulant des interactions dans un environnement immersif et sécurisant, elle leur permet de s'exercer à des situations de la vie réelle sans subir la pression de l'imprévu.

Deux études récentes illustrent la pertinence de cette technologie. La première, « Scénario pédagogique et artefacts numériques de réalité virtuelle pour étayer l'activité de jeunes autistes vers un habitat inclusif partagé » (2023), explore comment la RV aide les jeunes adultes TSA à se préparer à la colocation et à la vie autonome. Dans ces environnements virtuels, ils peuvent s'entraîner à communiquer avec des colocataires, à gérer des tâches communes et à résoudre des conflits, le tout sans stress. Cette exposition

progressive et contrôlée favorise l'intégration des compétences et leur transfert dans la réalité.

La seconde étude, « Robots, réalité virtuelle et réalité augmentée dans la prise en charge des enfants avec troubles du spectre autistique » (2023), s'intéresse particulièrement aux enfants TSA et à l'usage combiné de la RV, de la réalité augmentée et des robots sociaux. Grâce à des avatars expressifs, ces outils permettent d'apprendre à reconnaître les émotions, à interagir en groupe et à respecter les tours de parole, dans un cadre sécurisé et répétitif. Les scénarios peuvent être rejoués autant de fois que nécessaire, renforçant la confiance des enfants avant qu'ils n'appliquent ces apprentissages dans la vie réelle.

Ce qui rend la RV particulièrement adaptée est sa capacité à s'ajuster aux sensibilités individuelles. Contrairement aux interactions sociales traditionnelles, souvent imprévisibles, elle permet de :

- Contrôler l'intensité des stimuli sensoriels, limitant les risques de surcharge.
- Répéter les scénarios sociaux jusqu'à une assimilation complète.
- Fournir un retour immédiat et positif, rendant l'apprentissage plus motivant.

Cependant, la RV ne doit pas remplacer les interactions réelles. Les chercheurs insistent sur la nécessité d'intégrer ces outils dans un programme global, combinant approches virtuelles et expériences concrètes. L'objectif est de favoriser un transfert progressif des compétences acquises vers la vie quotidienne.

En résumé, la RV constitue une passerelle précieuse vers l'autonomie sociale des personnes TSA. Elle offre un cadre structuré, évolutif et engageant, leur permettant d'apprendre à leur rythme et de renforcer leur inclusion sociale.

2.6 LE JEU COMME CANAL D'INTERVENTION POUR LES ENFANTS AUTISTES

Le jeu constitue une voie stratégique pour accompagner le développement des compétences sociales des enfants autistes. Bien qu'ils rencontrent fréquemment des obstacles précoces dans leurs interactions et leur adaptation, le jeu offre un moyen stimulant et engageant d'apprendre tout en s'amusant.

Son objectif principal est de générer du plaisir, indépendamment du contexte ou du but poursuivi. En ce sens, le jeu établit un lien entre l'individu et la société, en mettant en lumière les règles, les conventions sociales et les dynamiques d'interaction. Cette fonction sociale en fait un levier pertinent pour favoriser l'intégration des enfants TSA.

Selon Elbeltagi et al. (2023), le jeu peut également être considéré comme un canal d'intervention thérapeutique efficace. Par exemple, l'ergothérapie s'appuie sur des activités spécifiques visant à stimuler les fonctions sensorielles et motrices. Ces interventions ont des effets positifs tant sur le comportement que sur les interactions sociales, en renforçant l'engagement des enfants avec leurs pairs, leurs intervenants et leurs familles.

Dans cette perspective, le jeu devient un outil polyvalent, facilitant le développement social, émotionnel et cognitif. Bennett et Dyck (2023) soulignent le rôle des jeux actifs dans l'amélioration de la littératie physique, contribuant ainsi au bien-être global des enfants TSA. Les activités structurées et ludiques leur offrent un cadre propice à l'apprentissage de compétences fondamentales.

Pour mieux structurer ces apprentissages, Bennett et Dyck proposent une approche en cinq étapes progressives :

1. **Inclusion dans des activités sociales** : Participer à des jeux avec leurs camarades, leurs proches ou des éducateurs améliore la qualité de vie des enfants et facilite leur socialisation.
2. **Séances individuelles** : Un accompagnement personnalisé dans un environnement maîtrisé permet à l'enfant de se familiariser avec les consignes, les objectifs et le déroulement des activités.
3. **Participation progressive** : Introduire progressivement d'autres enfants au cours des séances favorise le développement des compétences relationnelles, même si l'activité n'est pas encore totalement maîtrisée.
4. **Intégration en petits groupes** : Une fois les jeux bien assimilés, l'enfant peut être intégré à des groupes restreints, facilitant ainsi la transition vers des interactions plus complexes.

5. **Pleine intégration** : Enfin, l'enfant est amené à participer à des activités collectives plus larges, en respectant les règles sociales comme le tour de rôle, le partage ou la gestion des émotions.

Cette approche graduelle favorise la réussite, la tolérance et l'implication active des enfants TSA.

Par ailleurs, de nombreuses études mettent en lumière l'intérêt particulier des enfants autistes pour les jeux numériques. Ces environnements virtuels, par leur structure prévisible et sécurisée, s'avèrent particulièrement adaptés aux besoins spécifiques de ce public. Ils permettent de moduler les stimuli sensoriels, d'exercer les capacités cognitives, et de renforcer les compétences sociales dans des conditions contrôlées.

Les jeux vidéo, lorsqu'ils intègrent des éléments interactifs et immersifs, deviennent de véritables outils thérapeutiques. Ils aident à développer la communication, la coopération et la résolution de problèmes dans un cadre motivant.

Ainsi, l'exploitation réfléchie des technologies ludiques permet de concevoir des interventions mieux ciblées, facilitant l'inclusion et le bien-être des enfants TSA, tout en répondant à leurs besoins cognitifs, sociaux et émotionnels.

2.7 EXPÉRIENCES VR ADAPTÉES AUX ENFANTS TSA

Les environnements de réalité virtuelle spécifiquement conçus pour les enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA) permettent de répondre à leurs besoins particuliers en matière d'apprentissage et de traitement sensoriel. Deux études récentes illustrent la diversité des usages possibles de la RV dans ce contexte :

L'étude « Expérimentation d'une œuvre de réalité virtuelle pour se familiariser à l'enseignement auprès d'élèves autistes » (2024) adopte une approche originale, en s'adressant aux enseignants. L'expérience immersive permet aux enseignants de se mettre à la place d'un élève TSA afin de mieux comprendre sa manière de percevoir l'environnement, de réagir aux stimuli sensoriels et d'interagir avec autrui. Cette immersion vise à adapter les pratiques pédagogiques pour offrir un cadre plus inclusif.

De son côté, l'étude « Expérimentation de la réalité virtuelle immersive pour entraîner les capacités de traitement multisensoriel des enfants de 8 à 16 ans avec un trouble du spectre

de l'autisme » (2022) cible directement les enfants TSA. L'objectif est de leur proposer des environnements immersifs permettant de travailler la gestion et la hiérarchisation des stimuli sensoriels. Les résultats montrent que ces environnements permettent aux enfants d'exercer leur attention sélective, de s'adapter aux sons et lumières, et de coordonner plusieurs sources d'information simultanément.

L'un des grands avantages de la RV dans ces contextes est sa capacité à créer des environnements modulables et contrôlés. Contrairement au monde réel, où les stimuli peuvent être soudains et difficiles à anticiper, la RV permet de :

- Recréer des situations du quotidien en ajustant la complexité des interactions.
- Proposer une exposition progressive aux stimuli pour éviter la surcharge sensorielle.
- Adapter le rythme et l'intensité des expériences selon les sensibilités individuelles.

Ces recherches démontrent le double potentiel de la RV : d'une part, comme outil pédagogique pour les éducateurs ; d'autre part, comme dispositif de stimulation cognitive et sensorielle pour les enfants TSA. En combinant ces approches, la RV pourrait devenir un levier clé pour favoriser une meilleure inclusion scolaire, une meilleure compréhension mutuelle, et un accompagnement plus personnalisé.

2.8 GAMIFICATION ET ENGAGEMENT DES ENFANTS AUTISTE EN RÉALITÉ VIRTUELLE

La gamification, ou ludification, est une approche pédagogique de plus en plus utilisée pour motiver et engager les enfants atteints de TSA dans des activités éducatives et thérapeutiques. En incorporant des éléments de jeu, la réalité virtuelle devient un outil stimulant pour favoriser l'apprentissage des compétences sociales et motrices, tout en maintenant l'attention des enfants grâce à des interactions immersives et engageantes.

L'étude « Ludification et autisme » (2019) examine comment la gamification peut être mobilisée pour enseigner des compétences sociales. Elle analyse plusieurs dispositifs associant jeux vidéo et renforcements comportementaux (récompenses visuelles, systèmes de progression par niveaux, feedback immédiat). Les résultats montrent que les enfants

interagissent davantage, répètent plus volontiers les scénarios sociaux, et apprennent de manière plus naturelle.

Un exemple concret de cette approche est présenté dans « Pop'Balloons : le premier jeu vidéo sérieux en réalité mixte pour les enfants autistes » (2022). Ce jeu utilise des défis interactifs autour de l'explosion de ballons virtuels pour stimuler la motricité et les compétences sociales. Grâce à des objectifs clairs, des récompenses immédiates et une progression ludique, les enfants restent concentrés et motivés.

La combinaison entre ludification et environnement immersif permet un apprentissage progressif et adapté au rythme de chaque enfant. Les bénéfices observés dans ces recherches incluent :

- Une motivation renforcée et un engagement accru grâce à des systèmes de récompenses et d'objectifs personnalisés.
- Une réduction de l'anxiété face aux situations sociales, grâce à des scénarios prévisibles et contrôlés.
- Un apprentissage adaptatif, permettant à chaque enfant d'évoluer selon son propre rythme.
- Une immersion accrue, qui capte l'attention et facilite la concentration sur des tâches spécifiques.

En associant les principes de la gamification aux technologies immersives, la réalité virtuelle ouvre la voie à des expériences éducatives innovantes, où l'apprentissage devient un jeu, et où chaque progrès est source de valorisation et de confiance en soi.

2.9 APPLICATIONS DE RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ENFANTS TSA

La validation des applications de réalité virtuelle (RV) conçues pour les enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) constitue une étape essentielle afin d'en garantir l'efficacité et la pertinence clinique. De nombreuses études récentes se sont attachées à évaluer l'impact de ces outils sur un éventail de compétences, allant de la fixation du regard à l'amélioration de l'attention et des habiletés sociales. Certaines recherches mettent

particulièrement l'accent sur les interactions sociales et les fonctions exécutives, domaines cruciaux dans le développement des enfants autistes.

Par exemple, Kourtesis et al. (2023) ont examiné l'efficacité d'un programme de formation en RV visant à renforcer les compétences sociales et les fonctions exécutives chez des enfants avec TSA. L'évaluation de l'acceptabilité et de la convivialité de l'outil a révélé une forte adhésion des participants, qui ont jugé l'expérience immersive engageante et motivante. À la suite de plusieurs séances d'entraînement, les résultats ont mis en évidence des améliorations significatives au niveau des interactions sociales, incluant une meilleure reconnaissance des émotions, une plus grande fluidité dans les échanges, ainsi qu'une progression dans la prise de décision en contexte social. Des bénéfices notables ont également été observés sur le plan des fonctions exécutives, notamment en ce qui concerne la planification et l'adaptabilité face aux changements de contexte. Ces résultats suggèrent que la RV pourrait constituer un levier pertinent pour soutenir le développement de compétences fonctionnelles chez les enfants avec TSA, dans un environnement structuré et interactif.

D'autres travaux viennent corroborer ces constats. Yu et al. (2023) ont proposé un système de jeu de cache-cache en RV, conçu pour renforcer la capacité de fixation du regard chez les enfants autistes. Les données recueillies indiquent que l'entraînement en RV favorise une meilleure stabilité et une durée accrue du regard, ce qui représente un prérequis fondamental à l'établissement d'interactions sociales. Par ailleurs, Patti et al. (2024) ont évalué un dispositif combinant RV et technologie de suivi oculaire, destiné à améliorer l'attention et la concentration chez des enfants présentant des troubles du développement, dont ceux avec TSA. Après plusieurs séances d'exposition, les participants ont montré une diminution de la distractibilité et une gestion plus efficace des stimuli visuels, ce qui pourrait indirectement faciliter les interactions sociales en soutenant l'attention portée aux interlocuteurs.

L'ensemble de ces études souligne le potentiel des applications de RV pour favoriser le développement des compétences sociales, de l'attention et de l'engagement chez les enfants TSA. Toutefois, ces résultats mettent également en évidence la nécessité de poursuivre les validations empiriques rigoureuses, afin de s'assurer de la durabilité des effets

observés et de leur transférabilité dans des programmes d'intervention plus larges. La RV se présente ainsi comme une approche prometteuse, dont les retombées cliniques doivent être continuellement évaluées pour garantir des effets robustes et reproductibles.

2.10 QUESTIONS ÉTHIQUES ET ACCEPTABILITÉ DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ENFANTS TSA

L'usage de la réalité virtuelle dans les interventions auprès des enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) soulève plusieurs questions éthiques, notamment en lien avec son acceptabilité. Bien que la réalité virtuelle (RV) offre des perspectives prometteuses pour l'amélioration des compétences sociales et cognitives, elle suscite également des préoccupations concernant son utilisation à long terme, son impact potentiel sur la perception du réel et les risques de dépendance. Plusieurs études récentes se sont penchées sur ces enjeux sous divers angles.

L'étude intitulée « *Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle. Risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?* » (2015) met en garde contre le risque d'une utilisation excessive de la RV, en particulier chez les adolescents. Une immersion prolongée dans des environnements numériques pourrait engendrer une forme de dépendance aux jeux vidéo et restreindre les occasions d'interactions sociales réelles. Cet enjeu est particulièrement critique dans le contexte des enfants avec TSA, qui peuvent déjà manifester une préférence marquée pour les activités numériques et rencontrer des difficultés à transférer les apprentissages réalisés en contexte virtuel à la vie quotidienne.

L'acceptabilité de la RV en tant qu'outil thérapeutique est également abordée dans l'article « *Robots, réalité virtuelle et réalité augmentée dans la prise en charge des enfants avec troubles du spectre autistique* » (2023). Cette publication examine les perceptions des enfants, des parents et des professionnels de la santé à l'égard de ces technologies. Si la RV et la réalité augmentée sont généralement bien perçues pour leur capacité à structurer les apprentissages dans un cadre sécurisant, plusieurs préoccupations émergent. Parmi celles-ci figurent les enjeux liés au consentement éclairé des enfants, à leur compréhension des interactions virtuelles, ainsi qu'à la nécessité d'un encadrement humain afin de prévenir un isolement technologique.

Une autre dimension est explorée dans *Autisme et nouvelles technologies. Revue de littérature* (2016), qui s'intéresse au sentiment de présence et au niveau d'immersion vécu par les enfants autistes lors de l'utilisation de casques de RV. Cette étude met en lumière un risque d'altération de la perception du réel en cas d'exposition à des expériences immersives trop intenses, ce qui soulève la question des limites à poser dans l'usage de ces dispositifs. Il apparaît essentiel d'adapter ces expériences aux profils sensoriels de chaque enfant, afin de prévenir une surcharge cognitive ou émotionnelle.

Enfin, la thèse *Exploring Multisensory Extended Reality Approaches for Autistic Children* (2023) approfondit les considérations éthiques liées à la RV multisensorielle. L'auteure y insiste sur l'importance de concevoir des environnements adaptatifs, capables de réagir en temps réel aux comportements des enfants, tout en garantissant un usage responsable et réfléchi. Elle souligne également le rôle déterminant des parents et des intervenants dans l'acceptation et l'implémentation de la RV comme outil d'apprentissage et de thérapie.

En somme, ces recherches mettent en lumière une double exigence : si la réalité virtuelle représente un levier innovant pour soutenir le développement des enfants avec TSA, son intégration dans les pratiques éducatives et thérapeutiques nécessite un encadrement rigoureux. La vigilance éthique, la personnalisation des expériences et la médiation humaine doivent rester au cœur des préoccupations afin d'assurer une transition harmonieuse entre le monde virtuel et les interactions sociales réelles.

2.11 CONCLUSION

La réalité virtuelle (RV) constitue une avancée majeure dans le domaine des interventions thérapeutiques, redéfinissant la manière d'aborder des troubles complexes tels que les troubles du spectre de l'autisme (TSA). En offrant un cadre flexible, immersif et sécurisant, la RV permet de simuler des environnements adaptés aux besoins spécifiques des utilisateurs, tout en créant des opportunités d'apprentissage et de réhabilitation difficilement, voire impossiblement, reproductibles dans des contextes réels.

Cependant, malgré ses avantages, plusieurs défis importants subsistent. L'accessibilité financière demeure un obstacle significatif, limitant l'adoption de ces technologies par certaines populations. Par ailleurs, l'absence de standardisation dans les méthodologies et les outils utilisés entrave l'évaluation rigoureuse de l'efficacité des interventions et complique leur intégration dans les pratiques cliniques courantes.

Malgré ces limites, les perspectives offertes par la RV laissent entrevoir des transformations profondes dans la manière dont les cliniciens et les éducateurs abordent les défis sociaux, émotionnels et cognitifs. Grâce à sa capacité à s'adapter aux besoins individuels, à favoriser l'engagement des utilisateurs par une immersion active et à fournir un retour d'information immédiat, la RV pourrait devenir un outil central des pratiques thérapeutiques contemporaines. En outre, le développement de technologies émergentes, telles que la réalité augmentée, la réalité mixte ou encore l'intelligence artificielle, élargit constamment le potentiel de ces dispositifs, ouvrant la voie à des interventions toujours plus personnalisées, accessibles et efficaces.

Le chapitre suivant présentera les différentes approches retenues pour la conception et l'ancrage théorique de l'application.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 INTRODUCTION

Ce projet mobilise la réalité virtuelle comme outil d'intervention visant à atténuer les difficultés sociales rencontrées par les jeunes atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA). Grâce à la RV, il devient possible de concevoir des environnements immersifs et contrôlés, permettant aux utilisateurs d'apprendre et de mettre en pratique des compétences sociales dans des situations réalistes mais non menaçantes, favorisant ainsi leur engagement et leur progression.

Les sections suivantes présenteront les différentes approches retenues pour ce projet, en détaillant les choix méthodologiques, les cadres théoriques mobilisés ainsi que les stratégies d'intervention mises en œuvre pour garantir une efficacité optimale. Cette analyse s'appuiera sur une sélection rigoureuse de théories, de modèles et d'algorithmes servant de fondements à la conception de l'application. En combinant ces éléments, l'objectif est de guider les décisions en matière de développement technologique et d'orientation méthodologique, assurant ainsi une approche structurée, adaptée aux besoins spécifiques des jeunes avec TSA, et justifiant les choix effectués pour garantir la pertinence et l'efficacité du projet.

3.2 THÉORIE

Dans cette section, nous analyserons plusieurs théories contribuant à une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux de l'expérience humaine et des interactions sociales. Chaque théorie sera présentée en exposant ses principes clés, puis mise en perspective à travers une proposition d'application concrète et adaptée. Cette démarche vise à offrir un cadre structuré permettant d'évaluer la pertinence et le potentiel de chaque théorie dans différents contextes d'intervention.

3.2.1 FLOW

Csikszentmihályi (1990, p. 4) définit le *flow* comme un état d'implication totale dans une activité, générant un plaisir si intense que l'individu souhaite poursuivre l'expérience pour elle-même, malgré les efforts qu'elle exige. Introduite dans les années 1970, cette théorie établit un lien étroit entre engagement, concentration et satisfaction personnelle. Selon Csikszentmihályi (1990, p. 3) et Biasutti (2017), le plaisir ne naît pas de la détente, mais d'une immersion complète dans une tâche stimulante. L'expérience optimale, ou *flow*, émerge d'un équilibre entre le niveau de défi et les compétences mobilisées, incitant l'individu à se dépasser volontairement pour accomplir une tâche perçue comme significative.

APPLICATION

L'application de la théorie du flow aux jeux en réalité virtuelle (RV) est particulièrement pertinente pour les enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA). L'immersion offerte par la RV capte pleinement leur attention, renforçant ainsi leur engagement dans des interactions sociales stimulantes. L'intégration de mécanismes d'ajustement dynamique permet d'adapter le niveau de difficulté du jeu en fonction des progrès de l'utilisateur, assurant un équilibre constant entre défi et compétences. Cette approche soutient un engagement prolongé et une expérience intrinsèquement motivante, en cohérence avec les principes du flow.

3.2.2 COGNITION SOCIALE

La théorie repose sur les travaux d'Albert Bandura. Initialement appelée théorie de l'apprentissage social en 1976, elle se fonde sur trois processus principaux expliquant comment les individus acquièrent de nouveaux comportements par l'observation et l'interaction avec leur environnement.

Le premier, le processus vicariant, repose sur le modelage, un mécanisme par lequel une personne apprend en observant attentivement les actions des autres. Ce processus se déroule en plusieurs étapes : après une observation réfléchie, l'individu extrait les règles sous-jacentes du comportement observé, puis analyse ces comportements et tente de les reproduire (Guerrin, 2011, p. 109). Ce processus est subdivisé en quatre phases essentielles :

- **L'attention**, qui repose sur une observation minutieuse du modèle.
- **La rétention**, qui mobilise des images mentales et des répétitions internes pour ancrer le comportement dans la mémoire.
- **La reproduction**, où l'individu, après assimilation et correction du comportement, doit être capable de le reproduire.
- **La motivation**, qui constitue l'élément clé permettant à l'individu de persévérer dans l'apprentissage.

En parallèle, le second processus, appelé *processus symbolique*, met en avant l'utilisation de symboles pour représenter la pensée réflexive.

Enfin, le *processus autorégulateur* met l'accent sur l'importance de l'action propre du sujet. Ce mécanisme permet à l'individu d'ajuster son comportement, d'influencer son environnement et de favoriser son développement intellectuel et social.

De la théorie de l'apprentissage social à la théorie sociocognitive

D'après Guerrin (2011, p. 110) et Safourcade (2017), vers 1980, Bandura remanie sa théorie pour introduire la théorie sociocognitive, qui place les processus cognitifs au centre de l'apprentissage. Cette évolution souligne l'importance des interactions réciproques entre la personne, son comportement et son environnement. La théorie repose sur trois déterminants principaux :

- **Les facteurs internes**, qui englobent la perception de soi et influencent l'interprétation des expériences vécues ainsi que l'ajustement des actions.
- **Le déterminant comportemental**, qui concerne les schémas comportementaux adoptés par l'individu.
- **Le déterminant environnemental**, qui regroupe l'ensemble des éléments extérieurs susceptibles d'influencer le comportement de l'individu.

Parallèlement, les travaux de Lev Vygotsky apportent une autre perspective sur l'apprentissage, en mettant en avant l'idée que le développement cognitif de l'enfant repose sur les interactions sociales, qui jouent un rôle clé dans l'acquisition des connaissances et des habiletés.

APPLICATION

À la lumière de cette théorie, l'utilisation de la réalité virtuelle (RV) apparaît comme une solution innovante pour faciliter l'apprentissage des enfants autistes. En effet, la RV pourrait intégrer des avatars jouant des rôles spécifiques afin de modéliser des comportements sociaux appropriés dans diverses situations.

Cette approche permettrait aux enfants d'observer ces comportements, puis de les imiter dans un environnement sécurisé et contrôlé.

De plus, en intégrant des retours (feedbacks) motivants, la RV renforcerait l'apprentissage, un élément fondamental pour maintenir l'engagement des enfants autistes. Ainsi, les interactions sociales simulées à travers des personnages et des environnements virtuels pourraient jouer un rôle de médiation, offrant une forme de guidance qui favoriserait la compréhension sociale. Ces interactions, fondées sur des principes d'apprentissage collaboratif, contribueraient ainsi à l'amélioration des compétences sociales des enfants autistes.

Alors que la cognition sociale concerne la manière dont un individu perçoit et comprend les interactions humaines, la communication non verbale joue un rôle clé dans cette perception. L'apprentissage des signaux corporels et des expressions faciales est donc essentiel pour compléter les compétences sociales des enfants TSA.

3.2.3 COMMUNICATION NON VERBALE

Selon Barrier (2019, p. 11), la communication non verbale, qui englobe les gestes, les expressions faciales et d'autres signaux corporels, constitue un élément fondamental du langage humain. Elle joue un rôle essentiel dans les interactions sociales, en complétant ou en renforçant le message verbal transmis. Cependant, plusieurs chercheurs, dont Baron-Cohen avec sa théorie de l'esprit, soulignent que les enfants autistes éprouvent des difficultés à comprendre et à analyser ces formes de communication, ce qui entrave leur capacité à interagir efficacement avec autrui. D'après Poirier (1998, p. 117), cette incompréhension des signaux non verbaux peut nuire à leur intégration sociale et limiter leur participation aux échanges quotidiens.

APPLICATION

Dans cette optique, la conception d'un jeu en réalité virtuelle pourrait offrir une expérience immersive et interactive, facilitant l'apprentissage des codes non verbaux. Grâce à des simulations d'interactions sociales, intégrant des indices visuels tels que les expressions faciales, les gestes et les postures, les enfants autistes pourraient progressivement apprendre à décoder et à interpréter ces signaux. En leur permettant de s'exercer dans un cadre contrôlé, la réalité virtuelle pourrait ainsi les aider à développer des compétences en communication non verbale, favorisant une meilleure compréhension et une intégration sociale plus fluide.

3.3 MODÈLES

Dans cette section, nous explorerons différents modèles qui apportent un cadre théorique structuré à l'analyse des mécanismes en jeu dans les interactions humaines et les processus cognitifs. Chaque modèle sera présenté et analysé en mettant en avant ses principes fondamentaux, ses implications et ses applications potentielles. Cette approche permettra de mettre en lumière leur pertinence dans divers contextes, et d'illustrer leur utilité pour mieux comprendre et accompagner les dynamiques comportementales et sociales.

3.3.1 INTERACTION SOCIALE

Ce cadre repose sur deux dimensions essentielles : la théorie de l'interaction sociale et le modèle de compétence sociale. Ces concepts jouent un rôle central dans la dynamique du jeu en facilitant l'engagement social et l'adaptation des comportements des joueurs dans un environnement interactif.

a. THÉORIE DE LA PRÉSENCE SOCIALE

Selon Comprendre l'autisme (n.d.), les personnes autistes rencontrent divers défis comportementaux dans leur quotidien : difficultés à comprendre les intentions d'autrui (théorie de l'esprit), à interpréter les interactions sociales, à communiquer verbalement et non verbalement, ainsi qu'à exprimer leurs émotions ou états physiques. Elles peuvent également faire face à des troubles sensoriels, une résistance aux changements et un manque d'intérêt pour les loisirs spontanés. Ces

défis nécessitent des stratégies pédagogiques adaptées pour les personnes autistes, leur entourage et les professionnels les accompagnant. La théorie de l'esprit constitue un élément central pour comprendre ces difficultés sociales.

• Perspectives théoriques sur la présence sociale

Les environnements en réalité virtuelle peuvent intégrer des avatars interactifs et dynamiques, offrant une solution prometteuse pour aider les enfants autistes à simuler des interactions sociales réalistes. Selon Mottron (2019), les personnes autistes éprouvent des difficultés à détecter le regard et à interpréter les émotions, ce qui complique la compréhension des intentions d'autrui et la gestion des échanges sociaux. Plutôt que d'être liées à un déficit de la théorie de l'esprit, ces difficultés pourraient résulter d'une incapacité à traiter simultanément plusieurs informations sociales complexes.

Des avatars réalistes et expressifs peuvent améliorer la co-présence sociale et favoriser l'apprentissage des interactions. Kang, Watt et Ala (2008) ont montré que le réalisme comportemental et visuel des avatars renforce la perception de présence sociale, même dans des contextes anonymes. Dans ce cadre, la présence d'avatars sert de modèles permettant aux enfants d'apprendre à identifier les expressions faciales et à y répondre de façon appropriée.

b. LE MODÈLE DES COMPÉTENCES SOCIALES

Les habiletés sociales sont des compétences particulièrement difficiles à acquérir pour les personnes autistes. Il ne s'agit pas seulement de savoir quoi faire, mais aussi quand, comment et dans quel contexte agir. Par exemple, dire bonjour peut devenir complexe si l'enfant ne sait pas à qui l'adresser, à quel moment, ni combien de fois il doit le faire. Ce manque de compréhension du contexte social peut entraîner des interactions inadaptées et nuire au développement de relations harmonieuses.

Face à ces défis, il est essentiel d'adopter des approches pédagogiques explicites et structurées pour enseigner ces comportements sociaux. Il ne suffit pas de montrer quoi faire, mais aussi pourquoi et dans quel contexte ces actions sont appropriées.

Liratni et Blanchet (2019) identifient plusieurs catégories de compétences sociales essentielles à l'intégration des enfants autistes, telles que la compréhension des émotions, la gestion des interactions et l'adaptation aux contextes sociaux. Chacune de ces compétences joue un rôle crucial dans l'insertion sociale et permet aux enfants de mieux interagir avec leur environnement.

En s'appuyant sur la réalité virtuelle, il est possible de créer des scénarios immersifs et progressifs pour travailler ces habiletés de manière interactive et adaptée.

3.3.2 MODÈLE DE RENFORCEMENT POSITIF

Le renforcement positif, selon l'AFG (2014, 26 août), est un principe fondamental de l'Analyse Comportementale Appliquée (ABA). Il consiste à associer un comportement à une conséquence agréable afin d'augmenter la probabilité qu'il se reproduise. Ce processus repose sur l'utilisation de renforçateurs, c'est-à-dire des éléments qui motivent l'individu à reproduire un comportement donné.

Les renforçateurs se répartissent en deux grandes catégories :

1. **Les renforçateurs primaires** : ils répondent directement aux besoins fondamentaux (alimentation, stimulations sensorielles comme massages ou câlins).
2. **Les renforçateurs secondaires**, associés aux renforçateurs primaires, comprennent :
 - Des objets tangibles (jouets, accessoires ludiques).
 - Des privilèges (aller au parc, regarder un dessin animé).
 - Des renforçateurs sociaux (compliments, encouragements).
 - Des activités plaisantes (jouer au ballon, dessiner).
 - Des renforçateurs généralisés, comme l'argent ou les jetons, qui peuvent être échangés contre d'autres récompenses.

L'ABA utilise ces différents renforçateurs pour encourager les comportements souhaités, notamment dans les contextes éducatifs et thérapeutiques. Ce modèle est particulièrement efficace

pour promouvoir des comportements sociaux positifs, à condition d'adapter les renforçateurs aux besoins et à la motivation de l'individu.

Par exemple, dans les jeux vidéo éducatifs, le renforcement positif prend la forme de badges, points bonus, ou objectifs atteints, qui récompensent certains comportements. Ces éléments encouragent les utilisateurs à répéter des interactions sociales réussies dans un cadre ludique et engageant.

En réalité virtuelle, le renforcement positif peut favoriser l'apprentissage et la motivation, en offrant des récompenses immédiates (ex. : stimuli sensoriels) ou symboliques (ex. : encouragements, jetons). Cette approche incite les individus à développer des comportements adaptés, facilitant leur intégration sociale et contribuant à leur bien-être global.

3.4 ALGORITHMES

Dans cette section, nous présenterons différents algorithmes en expliquant leur fonctionnement et leur utilité. Chacun d'eux sera étudié afin de comprendre comment ils peuvent être appliqués pour analyser, apprendre et s'adapter à divers contextes.

3.4.1 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La question de savoir si les machines peuvent penser est complexe et dépend largement de l'interprétation des termes « machine », « penser » et « pouvoir ». Selon Moor (2003), cette question soulève des ambiguïtés conceptuelles qui rendent son traitement difficile.

Face à cette problématique, Alan Turing, en 1950, a jugé l'interrogation trop vague pour permettre une discussion significative. Il a donc proposé une approche alternative : le Test de Turing. Dans ce test, il décrit un « jeu d'imitation », où un interrogateur humain, communiquant par télétype, doit déterminer si ses interlocuteurs sont des humains ou des ordinateurs. L'objectif du programme est d'imiter un humain de manière indiscernable. Turing estimait qu'un ordinateur bien programmé, capable d'apprendre comme un enfant, pourrait un jour réussir ce test en produisant un comportement verbal similaire à celui d'un humain.

Selon Charles, Lamas et Ntilikina (2022) et Sun et al. (2021), cette réflexion s'inscrit dans le champ de l'intelligence artificielle (IA), qui regroupe un ensemble de théories et techniques visant à simuler l'intelligence humaine à l'aide de machines et de programmes informatiques complexes. Parmi les différentes approches de l'IA, l'apprentissage automatique, ou *machine learning* (ML), constitue un sous-domaine essentiel. Il repose sur des algorithmes capables d'« apprendre » en analysant de vastes bases de données pour identifier des motifs et des tendances. Ces algorithmes sont conçus pour accomplir des tâches spécifiques en détectant des schémas récurrents.

Ainsi, l'IA et l'apprentissage automatique s'appuient sur des méthodes avancées pour simuler certaines capacités humaines, comme la reconnaissance de patterns, dans un objectif d'automatisation et d'optimisation des tâches.

a. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ÉMOTIONNELLE

L'intelligence artificielle émotionnelle ne se limite plus à être un simple observateur passif des émotions humaines ; elle est désormais utilisée pour mesurer et quantifier l'apprentissage social et émotionnel. Selon Ho, Mantello et Ho (2023), cette technologie ne se contente pas d'enregistrer les émotions : elle y réagit activement.

Cette approche repose sur des algorithmes avancés de vision par ordinateur et de codage facial, permettant à l'IA de reconnaître, catégoriser et apprendre à partir des expressions faciales et des émotions détectées. Elle intègre un ensemble de technologies, incluant le calcul affectif, l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle, pour analyser divers éléments comme le texte, la voix, les images et les signaux biométriques.

Cependant, McStay (2019) ainsi que Pierre et Catoir-Brisson (2024) soulignent que cette forme d'IA est qualifiée d'« IA faible », car elle ne ressent pas les émotions qu'elle analyse. Elle se limite à les reconnaître et à les décrire, sans perception propre. Les analyses sont générées à partir d'algorithmes mathématiques produisant des données issues de mots, d'images, d'intonations, de gestes et d'expressions faciales.

Dans le cadre de la réalité virtuelle (RV), l'intégration d'un système d'IA émotionnelle basé sur des technologies comme Affectiva pourrait être envisagée. Cet outil est capable de reconnaître

et d'analyser les émotions humaines via les expressions faciales, la voix et les gestes, offrant une approche plus immersive pour interagir avec les émotions des enfants TSA.

b. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE CONVERSATIONNELLE

Les IA conversationnelles sont conçues pour simuler des interactions verbales avec des humains. Elles utilisent des technologies avancées comme le traitement du langage naturel (NLP), le machine learning et le deep learning (Daru, Hankir et Maillard, 2023).

Intégrées à des environnements de réalité virtuelle, ces IA peuvent enrichir l'apprentissage des compétences sociales des enfants TSA en les incluant dans des personnages non-joueurs (PNJ). Ces PNJ sont capables de tenir des dialogues réalistes et de s'adapter au contexte des échanges, offrant aux enfants un espace sûr et immersif pour pratiquer la communication sociale.

c. INTÉGRATION DES ALGORITHMES AU PROJET

L'utilisation conjointe des deux types d'IA présentés a été retenue pour répondre aux objectifs spécifiques du projet. Leur sélection repose sur leur capacité à exploiter des méthodes avancées d'apprentissage automatique et d'analyse de données afin d'optimiser l'expérience utilisateur.

Le premier algorithme vise à analyser de grandes quantités de données pour détecter des motifs récurrents, améliorer l'interprétation des émotions et adapter le comportement des avatars.

Le second algorithme se concentre sur l'interaction entre l'utilisateur et le système. Il ajuste ses réponses en fonction des comportements observés, rendant les échanges plus dynamiques et naturels.

Ensemble, ces deux algorithmes permettent de créer un système intelligent, réactif et personnalisé, adapté aux besoins des utilisateurs. Cette combinaison offre une approche innovante et immersive favorisant un apprentissage plus intuitif.

3.4.2 PATHFINDING (A)*

L'algorithme A* est une méthode de recherche de chemin très répandue en intelligence artificielle, notamment dans les domaines de la planification de trajectoires et de la navigation. Il repose sur une fonction heuristique qui attribue une valeur à chaque nœud d'un graphe, afin d'évaluer le coût du déplacement vers l'objectif. L'algorithme explore systématiquement les nœuds adjacents, cherchant une solution optimale tout en réduisant les risques de collision (Guruji, Agarwal & Parsediya, 2016).

A* est souvent cité comme un exemple emblématique d'algorithme de planification grâce à sa simplicité et son efficacité. Il garantit que la première solution trouvée est la meilleure possible, ce qui en fait un choix privilégié dans des contextes où la rapidité de calcul est cruciale notamment dans les jeux vidéo, où il est couramment utilisé pour gérer les déplacements des PNJ.

La recherche de chemin permet de déterminer un itinéraire optimal entre deux points, que ce soit dans un monde virtuel ou un espace physique. Cette capacité est essentielle dans des domaines variés comme la robotique, la simulation de foule ou les systèmes GPS.

Selon Rafiq, Abdul Kadir & Ihsan (2020), dans les jeux vidéo, l'algorithme A* permet aux PNJ de se déplacer de manière fluide et réaliste, contribuant à l'immersion et à l'engagement du joueur. Dans le cadre d'un jeu en réalité virtuelle, cette approche permet la création de scénarios d'apprentissage interactifs, où les utilisateurs peuvent explorer, interagir et progresser dans un environnement structuré.

3.4.3 GAMIFICATION

La gamification, selon Pipedrive (2025), consiste à appliquer des mécanismes de jeu à des contextes non ludiques dans le but de stimuler l'engagement et la motivation des utilisateurs. Elle repose sur l'intégration d'éléments comme les règles, les systèmes de récompenses et les classements pour transformer des activités perçues comme banales en expériences plus dynamiques.

Altomari, Altomari et Iazzolino (2022) précisent que la gamification crée un environnement structuré dans lequel les individus sont encouragés à atteindre des objectifs à travers des défis compétitifs. Cela favorise une immersion où l'attention se porte davantage sur l'expérience que sur la récompense, suscitant un plaisir intrinsèque.

Cette stratégie s'est largement diffusée dans des domaines variés éducation, santé, interaction homme-machine, gestion de l'information où elle contribue à améliorer l'engagement, la motivation et l'acquisition de compétences (Bastanfard, Shahabipour et Amirkhani, 2024).

Dans le cadre de notre projet, la gamification permet de structurer l'apprentissage des compétences sociales des enfants TSA de manière engageante. En personnalisant les défis et les récompenses selon leurs besoins spécifiques, elle favorise l'immersion, renforce la motivation et facilite le développement progressif de compétences sociales essentielles.

3.5 CONCLUSION

Cette méthodologie repose sur l'intégration cohérente de théories, de modèles et d'algorithmes dans le but de créer une expérience immersive et engageante. Les théories du flow, de la cognition sociale et de la communication non verbale ont orienté la conception des interactions, tandis que les modèles des compétences sociales, du renforcement positif et de la présence sociale ont structuré l'adaptation des contenus aux besoins spécifiques des utilisateurs.

Sur le plan technique, plusieurs algorithmes d'intelligence artificielle ont été mobilisés : l'IA émotionnelle, pour adapter l'expérience aux états affectifs des utilisateurs ; l'IA conversationnelle, pour permettre des échanges fluides et réalistes ; l'algorithme A*, pour optimiser les déplacements et la navigation dans l'environnement virtuel ; et la gamification, pour renforcer l'engagement par des mécaniques de motivation et de récompense.

En combinant ces technologies et modèles théoriques, cette méthodologie offre un cadre structuré, interactif et adaptatif, visant à favoriser le développement des compétences sociales et à maintenir un haut niveau d'engagement. L'approche adoptée met l'accent sur une interaction personnalisée et évolutive, garantissant ainsi une expérience immersive répondant aux objectifs et aux besoins particuliers du projet.

Le chapitre suivant détaillera le processus de conception de l'application à travers chacun de ses volets.

CHAPITRE 4

CONCEPTION ET CONTEXTE

4.1 INTRODUCTION

Ce chapitre décrit le processus de conception du projet, en précisant le contexte, les choix technologiques, l'architecture déployée ainsi que les outils utilisés. Il met en évidence les différentes étapes de développement, depuis la modélisation des interactions jusqu'à l'intégration des algorithmes d'intelligence artificielle et des mécanismes de gamification. L'objectif est de montrer comment ces composants ont été articulés afin de créer une expérience utilisateur immersive, interactive et adaptée aux objectifs spécifiques du projet.

4.2 APPROCHE THÉORIQUE DU JEU ET DE SON APPLICATION CHEZ LES JEUNES TSA

Le principal objectif de ce jeu est d'aider les jeunes atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA) à surmonter leurs difficultés en matière de compétences sociales, lesquelles représentent un défi majeur pour cette population. Pour y parvenir, il est essentiel d'analyser les obstacles rencontrés au quotidien, d'identifier les difficultés spécifiques à travailler et de mettre en place des stratégies de stimulation adaptées, favorisant ainsi des progrès durables à long terme.

Ce jeu est destiné aux jeunes TSA âgés de 7 à 12 ans, de niveau 1. Ce groupe cible comprend des enfants nécessitant une assistance légère, présentant moins de lacunes dans les interactions sociales et pouvant tirer profit d'une stimulation adaptée pour améliorer leurs habiletés relationnelles. L'objectif est de leur offrir un environnement interactif et engageant leur permettant de développer progressivement des compétences sociales essentielles à leur intégration et à leur bien-être.

4.2.1 IDENTIFICATION DES COMPORTEMENTS SOCIAUX À CIBLER DANS L'INTERVENTION

Les difficultés sociales chez les jeunes TSA se manifestent souvent dans des situations courantes où les interactions avec leurs pairs ou avec des adultes peuvent s'avérer complexes. Il est donc crucial de cibler ces situations spécifiques en fonction des compétences à développer. Parmi les contextes les plus fréquents figurent l'école, les centres de loisirs, la piscine, les épiceries, ainsi que d'autres lieux publics où des échanges sont requis.

Pour concevoir un jeu efficace destiné à cette population, il est fondamental d'identifier les contextes sociaux pertinents ainsi que les comportements spécifiques à améliorer. Cette section examine les environnements quotidiens dans lesquels ces jeunes interagissent – tels que l'école, les maisons de répit ou encore les centres de loisirs – et explore la manière dont ces contextes peuvent être reproduits et adaptés dans un cadre virtuel afin de favoriser l'apprentissage des compétences sociales.

L'objectif est de cibler des comportements sociaux clés et de les travailler au moyen de scénarios interactifs contextualisés. Ces scénarios doivent offrir aux jeunes TSA l'opportunité de s'exercer à diverses formes d'interactions dans un environnement virtuel immersif et réaliste, facilitant un apprentissage progressif, répétable et engageant.

4.2.2 CONCEPTION DE SCÉNARIOS SOCIAUX ADAPTÉS AUX ENVIRONNEMENTS ET AUX OBJECTIFS DU JEU

Un élément central du projet réside dans la création de scénarios sociaux spécifiquement adaptés à chaque environnement ciblé, afin d'offrir une expérience immersive permettant aux jeunes TSA de s'exercer dans des contextes moins stressants que ceux du monde réel. En leur permettant de répéter les interactions autant de fois que nécessaire, ces scénarios contribuent à réduire l'anxiété liée aux échanges sociaux tout en favorisant un apprentissage autonome et progressif.

Pour être efficaces, ces scénarios doivent intégrer des éléments interactifs et dynamiques, permettant aux utilisateurs d'explorer différentes situations sociales dans un cadre virtuel sécurisé.

L'objectif est de générer des expériences engageantes qui facilitent le transfert des apprentissages vers des situations réelles.

Des études, telles que celle de Duris, Labossière et Bauer (2023), soulignent l'impact positif de ces approches sur les jeunes TSA. En leur offrant des espaces d'expérimentation contrôlés, ces scénarios renforcent la confiance en soi, améliorent les capacités de communication et facilitent les interactions avec les intervenants ainsi qu'avec leur entourage. Ainsi, la conception de ces scénarios joue un rôle clé dans le développement des compétences sociales et la préparation à une meilleure gestion des relations sociales quotidiennes.

4.2.3 INTERACTIONS DANS LE JEU

Dans ce jeu, l'utilisateur interagit avec un personnage non joueur (PNJ) qui lui répond, établissant ainsi une communication bidirectionnelle. L'utilisateur peut répéter ces interactions autant de fois qu'il le souhaite, favorisant un apprentissage progressif, sans pression.

Il dispose également de plusieurs possibilités d'exploration et d'interaction dans l'environnement du jeu. Depuis le menu principal, il peut choisir une salle, naviguer librement, explorer les différents espaces de manière autonome, interagir avec des objets et les manipuler. Une fois ses objectifs atteints (ou non), il peut quitter la salle et revenir au menu principal afin de sélectionner une nouvelle activité.

Le PNJ réagit de manière adaptative aux actions de l'utilisateur : il peut reformuler ses réponses, insister sur certains éléments ou en introduire de nouveaux selon les comportements observés. Cette adaptabilité renforce le caractère immersif de l'expérience et permet aux jeunes joueurs de s'exercer à diverses situations sociales tout en recevant un retour immédiat et pertinent sur leurs actions.

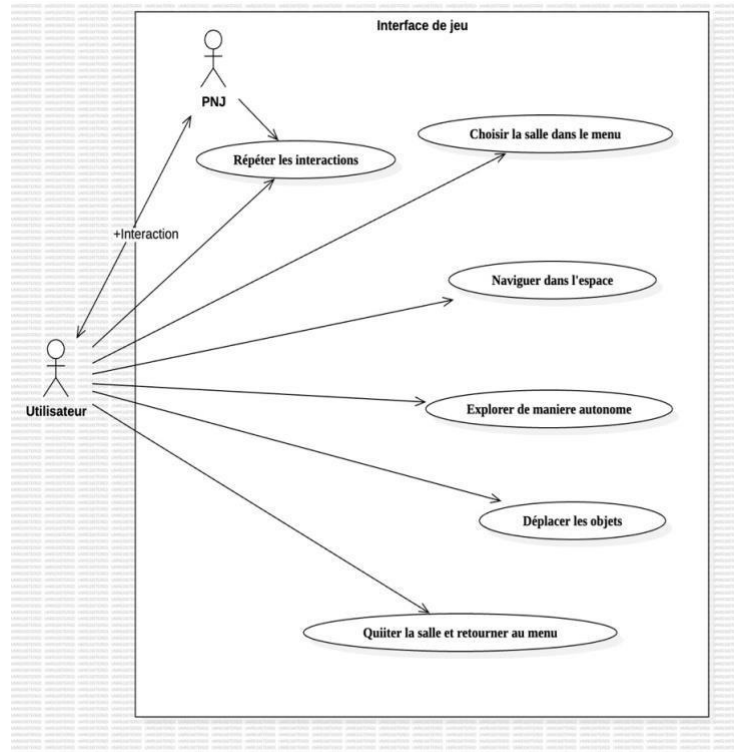


Figure 1:Diagramme de cas d'utilisation de l'interface

4.3 DOCUMENT GAME DESIGN

4.3.1 DESCRIPTION DU JEU

Ce jeu sérieux en réalité virtuelle combine des éléments de simulation, de gestion et de sensibilisation sociale. Son objectif principal est de permettre aux joueurs d'apprendre et de pratiquer des compétences sociales dans un environnement interactif, immersif et sécurisant.

Le gameplay repose sur l'accomplissement de petites quêtes simples. Une fois réussies, celles-ci permettent au joueur de progresser dans l'univers virtuel. Toutefois, cette progression n'est pas obligatoire : les joueurs peuvent explorer librement l'environnement, à leur propre rythme, même sans accomplir les quêtes. Cette approche favorise un apprentissage flexible, respectueux du rythme et des besoins individuels de chaque utilisateur.

4.3.2 DÉCOR DU JEU

Le jeu se déroule dans une salle principale qui fait office de point central de navigation. Celle-ci comprend plusieurs portes menant à différentes pièces, chacune représentant un environnement réaliste associé à une situation sociale courante. Les environnements proposés incluent notamment une salle de classe, une épicerie, un espace de répit et une piscine, offrant une diversité de contextes à explorer.

Les accès à ces pièces sont disposés de manière ordonnée, avec des descriptions brèves mais claires permettant aux joueurs d'identifier facilement chaque environnement. Cette organisation facilite la navigation, tout en encourageant une exploration progressive, autonome et intuitive.

4.3.3 PERSONNAGES

Au lancement du jeu, aucun antagoniste n'est présent. Les personnages sont répartis en deux catégories distinctes :

- **Personnages d'aide** : Présents dans toutes les salles, ils jouent un rôle de guide. Ils assistent les joueurs dans l'accomplissement des quêtes, en apparaissant dès le début de chaque mission. Leur rôle est de faciliter les échanges par exemple, en simulant des salutations, des remises d'objets ou des dialogues simples tout en accompagnant et soutenant l'utilisateur dans ses interactions.
- **Personnages décoratifs** : Ces personnages sont intégrés au décor et ont une fonction strictement esthétique. Bien qu'ils ne participent pas aux interactions, ils contribuent au réalisme des scènes en enrichissant l'ambiance visuelle des environnements.

4.3.4 RÈGLES

La règle principale du jeu consiste à interagir avec l'environnement pour réaliser des quêtes simples et récurrentes d'une pièce à l'autre. Le joueur dispose d'une grande liberté d'action : il n'y a ni limite de temps ni contrainte imposée. Il peut ainsi accomplir les quêtes à son propre rythme, selon ses préférences et son niveau de confort.

La progression est entièrement volontaire, offrant une expérience personnalisée qui s'adapte aux besoins spécifiques de chaque joueur. Cette flexibilité est essentielle pour créer un cadre rassurant et motivant pour les jeunes présentant un TSA.

4.4 TECHNOLOGIES ET INFRASTRUCTURES DU JEU

L'utilisation de technologies adaptées, telles que la réalité virtuelle et les algorithmes d'intelligence artificielle, permet de créer des expériences engageantes et réalistes, renforçant ainsi l'apprentissage et la transférabilité des compétences acquises vers des situations de la vie réelle.

4.4.1 MOTEUR DE JEU

Le développement du jeu sera réalisé avec Unity, dans une version compatible avec les SDK de réalité virtuelle, afin d'exploiter pleinement les capacités offertes par les plateformes VR. Le langage C# sera utilisé pour concevoir les scripts assurant le fonctionnement des différentes fonctionnalités du jeu. Le choix d'outils technologiques adaptés est déterminant pour garantir une immersion optimale et une expérience fluide.

4.4.2 MATÉRIEL UTILISÉ

Pour assurer une immersion de haute qualité, le jeu sera conçu spécifiquement pour être compatible avec le casque Oculus (Meta Quest). Ce dispositif permettra de tirer parti de plusieurs fonctionnalités avancées, notamment :

- le suivi des mains et des mouvements,
- le déplacement naturel dans l'espace de jeu
- une vision et un son immersifs,
- ainsi que le système de sécurité Guardian pour éviter les collisions physiques dans le monde réel.

Ces éléments renforceront l'impression de présence dans l'environnement virtuel, tout en assurant confort et sécurité.

4.4.3 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE INTÉGRÉE

L'intelligence artificielle joue un rôle central dans le projet. Le modèle ChatGPT a été sélectionné pour animer certains personnages non joueurs (PNJ), leur permettant de générer des dialogues réalistes, dynamiques et adaptés au contexte. Cela offre aux joueurs la possibilité de s'exercer à des conversations sociales immersives, en temps réel, dans un environnement sécurisé.

Cependant, certaines limites de l'IA doivent être prises en compte, notamment en ce qui concerne la compréhension des nuances émotionnelles ou l'adaptation à des réponses inattendues de la part des utilisateurs.

Pour enrichir davantage l'expérience, l'IA Affectiva sera utilisée afin d'analyser les émotions des joueurs à partir de leurs expressions faciales, de leur voix et de leurs gestes. Grâce à l'apprentissage automatique et à la vision par ordinateur, Affectiva pourra détecter en temps réel les états cognitifs et émotionnels à l'aide de capteurs de caméra. Cette analyse permettra d'adapter les interactions du jeu en fonction des réactions observées, renforçant ainsi le sentiment d'immersion.

4.4.4 PERSONNALISATION, ACCESSIBILITÉ ET TRANSFERT DES COMPÉTENCES

Le jeu sera conçu pour répondre aux besoins spécifiques des enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme de niveau 1, en limitant la surcharge sensorielle. Cela passera par la réduction des stimuli visuels et sonores, ainsi que par la possibilité de répéter les interactions afin de favoriser un apprentissage autonome et un transfert progressif des compétences sociales vers le monde réel. Pour garantir l'accessibilité, plusieurs fonctionnalités seront intégrées :

- gestion personnalisée des stimuli sensoriels (éclairage tamisé, musique spatialisée discrète, réglage du volume sonore),

- interface simplifiée et intuitive,
- commandes vocales et suivi du regard pour faciliter la navigation,
- palette de couleurs apaisantes, afin d'éviter toute surcharge cognitive.

Ces choix visent à offrir un environnement rassurant et adapté, tout en favorisant l'autonomie et le bien-être de l'utilisateur.

4.5 CONTEXTE DE CONCEPTION DU JEU

Le développement du jeu suivra une approche structurée, débutant par la configuration initiale du projet et l'importation du SDK du casque Oculus, afin d'assurer la compatibilité avec la plateforme de réalité virtuelle. Une fois cette étape complétée, l'environnement 3D sera conçu à l'aide d'assets soigneusement sélectionnés, en veillant à ce que les dimensions soient adaptées à l'échelle humaine pour éviter tout inconfort lors de l'immersion du joueur.

Une fois le décor établi, les interactions principales seront mises en place, accompagnées de la création et de la personnalisation des scripts nécessaires. Les mécanismes de déplacement et de navigation seront intégrés afin de garantir une exploration fluide et naturelle de l'espace virtuel. En parallèle, des effets immersifs, tels que le son spatialisé et des animations visuelles, seront ajoutés pour enrichir l'expérience et rendre l'environnement plus réaliste et interactif.

Dans un second temps, l'intégration de ChatGPT permettra d'ajouter une dimension conversationnelle au jeu. Ce module, intégré via des API dans Unity, permettra aux personnages non-joueurs (PNJ) de générer des dialogues réalistes et dynamiques en réponse aux actions ou paroles du joueur. Grâce à des scripts en C#, Unity gèrera la communication avec l'API, en traitant les entrées textuelles ou vocales du joueur et en produisant des réponses adaptées. Ce système renforcera l'interactivité du jeu, rendant les échanges plus naturels et immersifs, et offrant ainsi une expérience sociale enrichie.

En complément, l'intelligence artificielle Affectiva pourra être intégrée afin de prendre en charge l'analyse émotionnelle du joueur. En utilisant des caméras et capteurs, Affectiva analysera en temps réel les expressions faciales, la voix et les gestes à l'aide de son SDK intégré dans Unity.

Cette analyse permettra d'adapter les interactions du jeu en fonction des réactions émotionnelles du joueur, renforçant ainsi l'engagement et la personnalisation de l'expérience.

Une fois ces éléments intégrés, les fonctionnalités principales du jeu seront développées et optimisées grâce à des scripts spécifiques assurant la gestion des interactions, la navigation dans les menus et l'interface utilisateur. Des contenus additionnels, tels que des effets sonores et visuels, seront également implémentés pour renforcer l'immersion. Enfin, des dialogues et transitions scénarisées seront intégrés afin d'assurer une progression fluide et continue tout au long du jeu.

Le projet sera ensuite compilé au format APK pour être déployé sur le casque Oculus. Cette dernière étape sera suivie d'un test final de performance, visant à vérifier la fluidité de l'expérience, la stabilité du système, l'absence de latence et l'équilibre de l'immersion, afin de garantir une expérience de jeu optimale pour les utilisateurs.

4.6 CONCLUSION

Ce chapitre a détaillé le processus de conception et le contexte de développement du jeu, en mettant en lumière les choix technologiques, les outils mobilisés et l'intégration des différentes fonctionnalités. La création du jeu a été guidée par la volonté de proposer un environnement immersif, interactif et sécurisé, spécifiquement adapté aux besoins des jeunes présentant un TSA de niveau 1.

L'élaboration des décors, des scénarios sociaux et des interactions vise à structurer un cadre réaliste et engageant, propice à l'apprentissage et à l'expérimentation des compétences sociales dans un espace contrôlé. L'intégration d'intelligences artificielles renforce la dimension interactive du jeu : ChatGPT est utilisé pour générer des dialogues dynamiques, adaptant les échanges aux actions des joueurs, tandis qu'Affectiva prend en charge la détection et l'analyse des émotions, enrichissant l'adaptabilité des réponses et des situations.

Le développement technique repose sur l'utilisation du moteur de jeu Unity, associé au langage C#, pour la gestion des interactions, de la navigation et des mécaniques de jeu.

L'exploitation des fonctionnalités avancées du casque Oculus, telles que le suivi des mouvements, la détection des gestes et l'audio spatialisé, contribue à renforcer l'immersion de l'utilisateur.

Enfin, les différentes phases de développement seront suivies d'une étape de tests, visant à garantir la fluidité du jeu, l'absence de latence et la stabilité des performances, afin d'assurer une expérience utilisateur optimale. Ce processus rigoureux permettra de concevoir un jeu sérieux en réalité virtuelle, répondant aux objectifs pédagogiques et interactifs du projet, tout en mettant l'accent sur l'engagement et l'adaptabilité aux besoins spécifiques des utilisateurs.

Le chapitre suivant portera sur la méthodologie employée pour la collecte des données, essentielle à l'évaluation du dispositif proposé.

CHAPITRE 5

PROCESSUS DE COLLECTE DE DONNÉES ET SIMULATION

Dans ce chapitre nous allons traiter deux aspects du projet, notamment le processus de collecte de données et la simulation du contexte de jeu :

5.1 INTRODUCTION DE COLLECTE DE DONNÉES

Ce chapitre expose la méthodologie adoptée pour la collecte et l'analyse des données, élément fondamental de l'évaluation du jeu et de l'ajustement de ses composantes. Il présente en détail les outils méthodologiques, les techniques de mesure ainsi que les protocoles expérimentaux mis en place afin de recueillir des informations pertinentes sur l'expérience vécue par les utilisateurs, leur niveau d'engagement et l'impact du jeu sur le développement de leurs compétences sociales. L'objectif est de garantir une analyse rigoureuse et structurée, permettant d'identifier les forces et les limites du dispositif, et d'orienter les itérations futures du jeu en fonction des besoins spécifiques des jeunes TSA de niveau 1. Cette démarche vise à assurer la pertinence, l'adaptabilité et l'efficacité du jeu dans un cadre pédagogique et thérapeutique.

5.2 CONTEXTE DE TEST ET COLLECTE DE DONNÉES

Bien que le jeu soit destiné à un jeune public, notamment aux enfants présentant un TSA de niveau 1, il ne sera pas, dans un premier temps, directement testé par de véritables enfants. Afin de garantir un développement éthique et sécurisé, la phase d'évaluation initiale reposera sur des simulations générées par l'intelligence artificielle (IA). Cette stratégie permet de modéliser les comportements joueurs dans un environnement virtuel, tout en offrant une analyse fine de l'efficacité des interactions et des mécaniques de jeu, sans recourir immédiatement à des participants humains.

L'IA sera programmée pour simuler les actions de joueurs types, en se basant sur des profils comportementaux représentatifs d'enfants TSA. Elle pourra interagir avec l'environnement, prendre des décisions, répondre aux stimuli des personnages non-joueurs (PNJ), et accomplir les

quêtes proposées. Les interactions seront simultanément observées et analysées par un second système d'IA, chargé d'enregistrer et d'interpréter les données relatives aux comportements simulés.

Les données recueillies permettront d'évaluer plusieurs critères essentiels :

- La progression dans l'apprentissage des gestes sociaux et l'atteinte des objectifs des quêtes.
- Le temps d'engagement dans chaque environnement et le rythme de progression.
- La qualité des interactions avec les personnages d'aide et leur influence sur la réussite des missions.
- Les choix de navigation, entre exploration libre et focalisation sur les quêtes principales.

Cette méthode de simulation offre une flexibilité importante et une capacité d'itération rapide, permettant d'ajuster en temps réel les mécaniques de jeu, l'ergonomie, ou encore les niveaux de difficulté. Elle constitue un préalable pertinent à toute expérimentation, en réduisant les risques et en améliorant la qualité de l'expérience avant un déploiement auprès du public cible.

Par ailleurs, l'analyse de la manière dont les avatars virtuels simulant les joueurs réagissent à différentes situations sociales permettra de tester la pertinence des scénarios proposés. L'IA évaluera également la cohérence émotionnelle des interactions et la réussite des gestes sociaux requis, contribuant ainsi à s'assurer que le jeu est à la fois accessible, stimulant et adapté à une diversité de profils d'enfants TSA.

L'ensemble du processus de collecte et d'analyse des données sera guidé par une démarche méthodologique rigoureuse, décrite en détail dans les sections suivantes. Cette approche vise à assurer la validité et la fiabilité des résultats obtenus, tout en respectant les contraintes éthiques propres à un projet impliquant des utilisateurs vulnérables.

5.3 CONCLUSION COLLECTE DE DONNÉES

Cette partie du chapitre souligne la méthode employée pour la collecte et l'analyse des données afin d'évaluer l'efficacité du jeu dans l'amélioration des compétences sociales des jeunes

TSA. Grâce à l'utilisation de simulations basées sur l'intelligence artificielle, il est possible d'observer et d'analyser les interactions des joueurs dans un environnement virtuel contrôlé, sans nécessiter de participants humains.

L'approche adoptée permet de mesurer plusieurs aspects essentiels du jeu, notamment la progression des joueurs, leur engagement, la qualité des interactions avec les personnages d'aide et la manière dont ils naviguent dans l'environnement. L'IA joue un rôle central en simulant des comportements types et en collectant automatiquement des données sur les performances et les réactions des joueurs face aux différentes situations proposées.

L'analyse des données obtenues permettra d'identifier les points forts du jeu, d'ajuster les mécaniques et d'améliorer l'expérience utilisateur en fonction des besoins identifiés. Cette phase de test et d'ajustement vise à garantir que le jeu est adapté à son public cible, accessible et capable d'offrir un apprentissage progressif et efficace avant une éventuelle expérimentation avec des utilisateurs réels.

5.4. INTRODUCTION SIMULATION

Dans le cadre du développement de ce jeu en réalité virtuelle, et en raison de l'impossibilité d'effectuer des tests directement auprès de jeunes utilisateurs autistes dans les premières phases, une approche de simulation basée sur l'intelligence artificielle (IA) a été privilégiée. Le choix s'est porté sur ChatGPT, reconnu pour sa capacité à générer des dialogues réalistes et à simuler des réponses comportementales variées en fonction de contextes sociaux définis.

Toutefois, l'IA ne pouvant expérimenter ni percevoir l'environnement immersif au sens humain, les tests ont été menés selon un protocole théorique et narratif, reposant sur des mises en situation détaillées. Un ensemble de personas prédéfinis a été élaboré, chacun représentant un profil type d'enfant présentant un TSA de niveau 1, avec des sensibilités, des préférences et des styles d'interaction distincts. Cela a permis de tester l'adaptabilité du jeu et la pertinence des réponses dans divers contextes sociaux simulés.

Pour initier la simulation, une mise en contexte complète du jeu a été transmise à l'IA, incluant les objectifs pédagogiques, les environnements virtuels proposés, ainsi que les types d'interactions

sociales attendues. Les mécaniques de jeu, les aides intégrées et les modalités d'adaptation sensorielle et cognitive ont également été spécifiées. L'IA a ensuite été sollicitée pour réagir aux différentes situations comme si elle incarnait chacun des profils, permettant ainsi d'évaluer la cohérence et la pertinence des scénarios, des dialogues, et de la courbe de progression du joueur.

5.5.STRUCTURE GÉNÉRALE DU JEU

Pour offrir une expérience cohérente et engageante de simulation, il est essentiel de définir une structure claire. Cette structure guidera l'IA à travers les différentes mécaniques et interactions du jeu. Cette section détaille l'organisation du jeu, les niveaux et les mécaniques centrales, en mettant l'accent sur la progression du joueur, les défis proposés et la fluidité de l'expérience.

• Genre du jeu, perspective et durée de session :

Il s'agit d'un jeu éducatif interactif et narratif, jouable à la première personne, centré sur des dialogues entre l'utilisateur et les personnages non-joueurs (PNJ). Le PNJ joue un rôle de médiateur social et peut répéter les interactions autant de fois que nécessaire. Le joueur progresse à son propre rythme, avec une augmentation progressive de la complexité des dialogues à mesure qu'il avance dans le jeu.

Au cours de la partie, le joueur est libre de quitter à tout moment. Cependant, pour structurer l'expérience, chaque session est minutée, avec une durée indicative de 15 minutes par salle.

• Progression du joueur et interaction :

L'évolution du joueur repose sur ses interactions avec le PNJ, et le niveau de difficulté des interactions sociales augmente progressivement au fur et à mesure de la progression dans le jeu.

Les interactions simulées dans l'expérience ont été spécifiquement conçues pour reproduire les échanges sociaux typiques auxquels les enfants TSA peuvent être confrontés. Elles se divisent en plusieurs catégories, permettant de varier les situations sociales et d'adapter les défis à différents niveaux de compétence :

- Interactions de base (niveau 1):

Saluer un personnage non-joueur (PNJ) avec un simple « Bonjour ».

Réagir à une question simple (« Comment vas-tu ? »).

Utiliser un pictogramme pour exprimer une émotion.

- Interactions fonctionnelles (niveau 2):

Faire une demande polie à un PNJ (« Peux-tu m'apporter un cahier ? »).

Réagir à une instruction (« Viens t'asseoir ici. »).

Interpréter un indice visuel ou sonore pour se repérer dans l'environnement.

- Interactions avancées (niveau 3):

Partager un objet ou proposer une activité (« Veux-tu jouer avec moi ? »).

Répondre à une demande sociale plus complexe (« Peux-tu m'aider à ranger les jouets ? »).

Réagir à une émotion exprimée par un PNJ (« Pourquoi es-tu triste ? »).

Les interactions seront inspirées de situations du quotidien impliquant divers acteurs sociaux :

- Un professeur dans une salle de classe ou un camarade de classe.
- Un maître-nageur à la piscine.
- Un caissier au supermarché.
- Un intervenant en maison de répit.

L'objectif est d'amener les personnages simulés à initier et gérer une interaction sociale avec ces personnages en fonction du contexte. Il peut choisir de s'approcher et dialoguer avec le PNJ ou simplement explorer l'environnement sans interagir.

Au cours de la partie si le personnage joueur réussit une interaction, il accède au niveau suivant.

S'il ne tente aucune interaction ou échoue, il peut recommencer la scène autant de fois qu'il le souhaite.

- **Système d'aide et feedbacks**

Le système d'aide sera le suivant :

- Des indices visuels guideront le joueur vers les PNJ.
- Une voix off pourra l'orienter de manière subtile sans encombrer son expérience.

Le système de feedbacks sera constitué :

- **Encouragements** : Après chaque réussite, le PNJ fournit une récompense vocale pour renforcer positivement l'apprentissage.
- **Guidage** : En cas d'erreur ou d'inaction, la voix off répète la quête pour rappeler l'objectif sans imposer de contrainte.

5.6 CONCLUSION

La simulation du jeu par une IA permet d'évaluer l'efficacité des interactions sociales dans un environnement contrôlé. Cette approche repose sur une progression flexible, un accompagnement discret et la personnalisation des interactions, garantissant ainsi une expérience immersive et adaptée aux besoins des joueurs.

Les tests théoriques réalisés avec ChatGPT fournissent un aperçu détaillé des scénarios sociaux, des mécanismes d'apprentissage et des systèmes de rétroaction. Cette phase de simulation permet d'optimiser les mécaniques du jeu avant son expérimentation avec de vrais joueurs, tout en assurant que l'expérience reste stimulante, accessible et pertinente.

Le chapitre suivant se concentrera sur l'analyse et l'interprétation des résultats des simulations réalisées, afin de tirer des conclusions précises et d'orienter les améliorations futures du jeu.

CHAPITRE 6

ANALYSE ET INTERPRÉTATIONS DES RESULTATS

6.1 INTRODUCTION

À la suite du test de simulation effectué par l'IA, détaillé en annexe, les données collectées ont permis d'évaluer l'efficacité du jeu. L'analyse des interactions simulées, des réponses aux stimuli et des comportements observés a fourni des informations clés sur la pertinence des scénarios, l'adaptabilité des mécanismes d'apprentissage et l'accessibilité des environnements virtuels.

Ce chapitre se concentre sur l'interprétation des résultats obtenus à travers divers indicateurs, tels que la progression des interactions sociales, la réactivité des joueurs face aux PNJ, la navigation dans l'environnement et les ajustements dynamiques apportés par le jeu. L'objectif est de mettre en évidence les forces du système et d'identifier les améliorations nécessaires pour optimiser l'expérience utilisateur, tout en garantissant un apprentissage efficace et parfaitement adapté aux besoins des jeunes TSA.

6.2 EXPÉRIENCE ET INTERACTIONS SIMULÉES

L'expérience menée dans le cadre de cette étude repose sur une simulation interactive visant à évaluer l'impact du jeu sur le développement des compétences sociales des jeunes TSA. Étant donné que le test n'a pas été réalisé directement avec des enfants, les interactions ont été simulées à l'aide d'une intelligence artificielle. Cela a permis d'analyser les comportements, les réponses et les défis rencontrés dans divers scénarios sociaux, sans nécessiter la participation de jeunes utilisateurs.

6.2.1 PARTICIPANTS ET PROFILS SIMULÉS

Les participants à cette expérience sont des personnages simulés, comprenant 9 garçons et 6 filles, répartis par tranche d'âge, comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Ces personnages ont été construits à partir de profils réalistes d'enfants TSA de niveau 1, définis selon leurs sensibilités

sensorielles, leurs styles de communication et leurs niveaux de confort social. Ces profils reflètent les caractéristiques observées chez les enfants autistes, garantissant ainsi que les comportements simulés soient représentatifs des besoins et défis des jeunes TSA.²

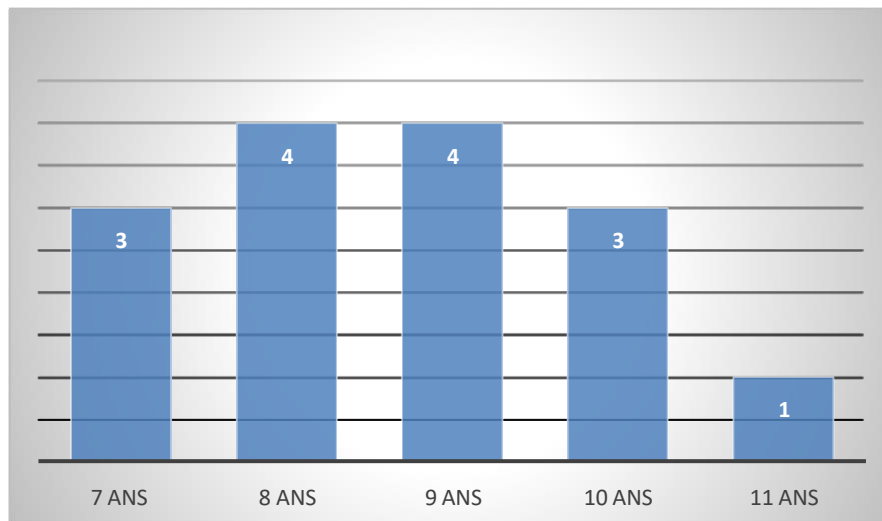


Figure 2: Répartition d'enfant (personnage) par âge

Les interactions ont été testées avec différents types de profils représentant des enfants aux besoins variés que nous retrouvons dans la figure ci-dessous (figure 4):

- **Enfants rencontrant des difficultés de communication verbale** : qui utilisent des pictogrammes ou des gestes pour s'exprimer.
- **Enfants hypersensibles aux stimuli sensoriels** : nécessitant un environnement plus contrôlé pour éviter la surcharge sensorielle.
- **Enfants rencontrant des difficultés d'initiation sociale** : qui observent avant d'interagir et ont besoin de guidance pour s'engager dans un échange.

² Tableau annexe

- **Enfants à communication verbale avancée mais rencontrant des difficultés d'adaptation sociale** : qui communiquent bien mais ont du mal à comprendre les nuances sociales.

Chaque personnage a été programmé pour interagir avec le jeu en suivant des schémas de comportement inspirés des caractéristiques des jeunes TSA. Cette approche a permis de tester la capacité du jeu à s'adapter à différents profils et à répondre aux besoins spécifiques des joueurs, offrant ainsi une évaluation plus réaliste de l'efficacité des mécanismes d'adaptation du jeu.

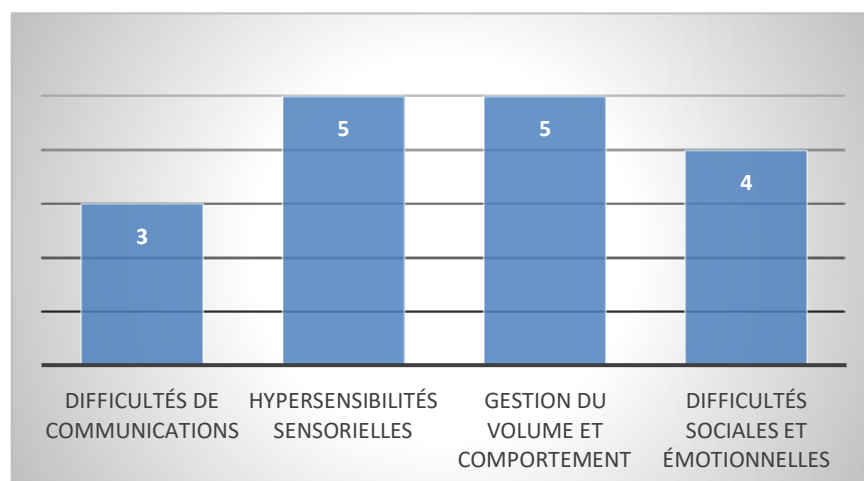


Figure 3: Profils représentant d'enfants (personnages)

6.3 LES DÉFIS D'APPRENTISSAGE SOCIAL

Dans cette section, nous examinons les points forts, les difficultés et les axes d'amélioration des interactions verbales et sociales dans le jeu, en nous appuyant sur l'analyse des profils de plusieurs enfants TSA de niveau 1.

Les figures 5, 6 et 7 ci-dessous illustrent différents aspects des défis d'apprentissage social rencontrés par les joueurs.

Pour résumer ces résultats, un tableau récapitulatif présente les tendances observées, les points forts du jeu ainsi que les difficultés rencontrées. Cette analyse vise à affiner les mécanismes du jeu, afin de favoriser un apprentissage progressif et adapté aux besoins des utilisateurs.

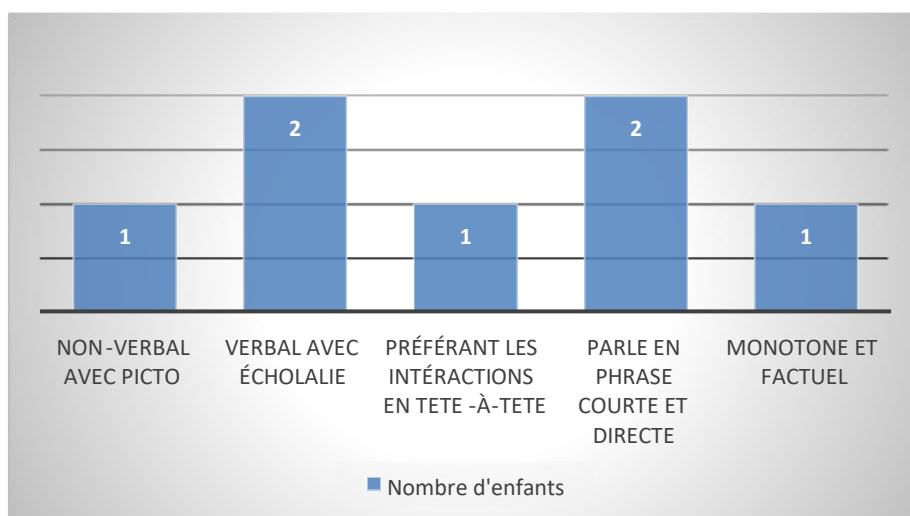


Figure 4: Répartition des difficultés de communication

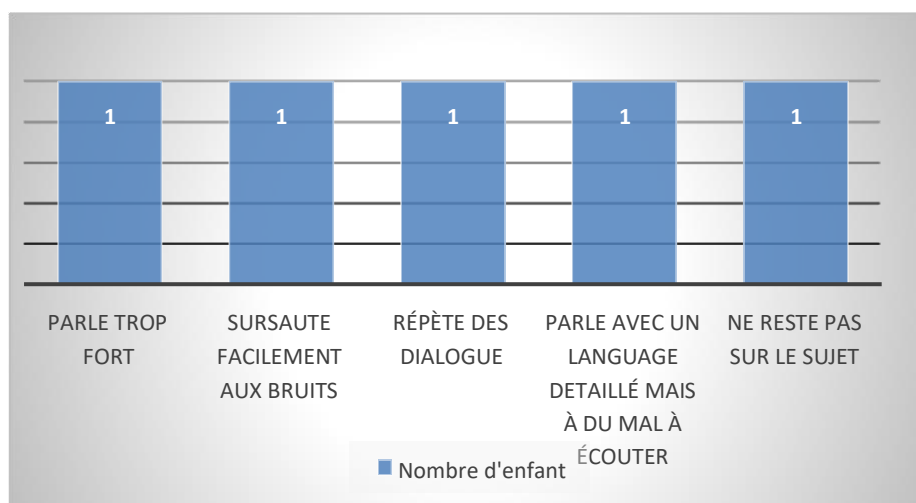


Figure 5: Répartition des difficultés de gestion la voix et du comportement

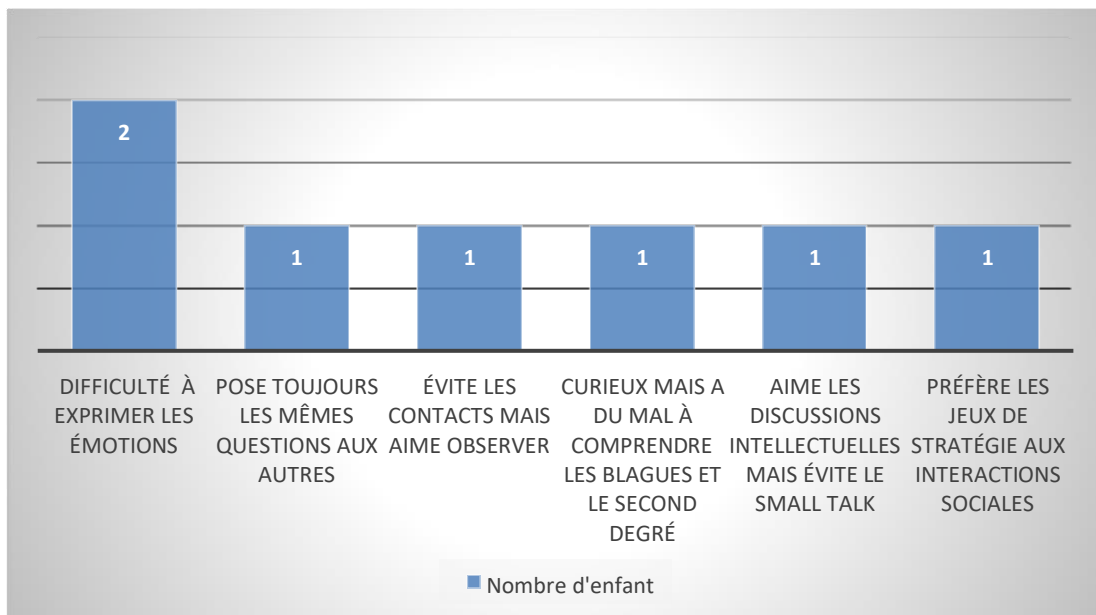


Figure 6: Répartition des difficultés sociales et émotionnelles

Tableau 1: Synthèse de l'ensemble des difficultés

Aspect analysé	Forces	Difficultés
Communication verbale (Noa, Zoé, Élias)	- Intégration de pictogrammes et gestes pour les enfants non verbaux - Adaptation dynamique des PNJ pour des échanges plus fluides	- Difficulté à initier une interaction sans aide extérieure - Manque de mécanisme incitatif vers l'oralité
Modulation du volume et comportement verbal (Rayan, Léo, Nathan, Tom, Hana)	- Indicateurs visuels pour ajuster le volume de la voix - Consignes encourageant des réponses plus structurées	- Difficulté à percevoir son propre volume vocal (trop fort ou trop bas) - Digressions excessives dans certains échanges
Interactions sociales et émotionnelles (Gabriel, Jade, Nathan, Mila)	- Structure les échanges pour aider à formuler des réponses claires	- Interactions souvent courtes et limitées - Perception des émotions des autres parfois difficile
	- Mécanismes pour interpréter les signaux sociaux et expressions faciales des PNJ	

6.4 ANALYSE DES INTERACTIONS ET DE L'ADAPTATION DES AIDES DANS LE JEU

L'analyse des interactions et de l'adaptation des aides dans le jeu en réalité virtuelle a pour objectif d'évaluer la manière dont les enfants TSA interagissent avec l'environnement virtuel et les personnages non-joueurs (PNJ). Cette section explore l'efficacité des mécanismes de soutien intégrés, tels que les indices visuels, les consignes structurées et l'adaptabilité des PNJ, afin de comprendre leur impact sur l'apprentissage des compétences sociales. L'objectif est d'identifier les ajustements nécessaires pour optimiser l'expérience utilisateur et garantir un accompagnement progressif, adapté aux besoins spécifiques des joueurs.

6.4.1 ANALYSE DES SUCCÈS ET ÉCHECS DANS LES INTERACTIONS

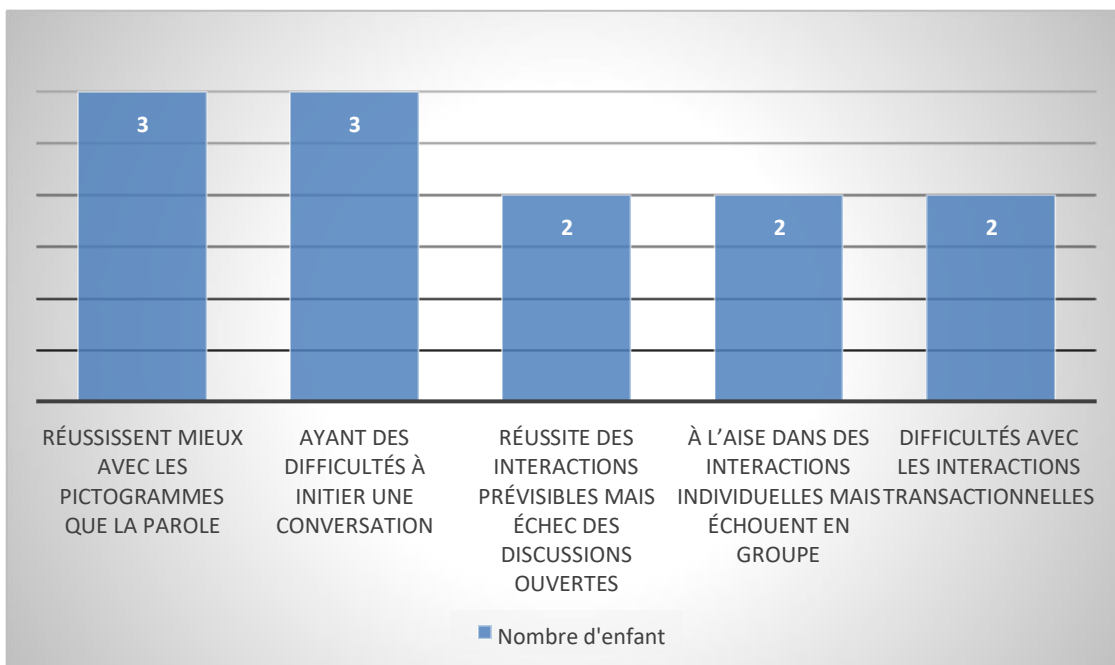


Figure 7: Récapitulatif succès et échecs dans les interactions par catégorie

Ce diagramme illustre les différents types d'interactions sociales où les enfants TSA rencontrent soit des réussites, soit des difficultés. L'objectif est d'identifier les tendances générales et d'orienter les améliorations du jeu VR afin d'optimiser l'apprentissage des compétences sociales.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Catégorie 1 : Réussissent mieux avec les pictogrammes que la parole (3 enfants)

- Ces enfants comprennent et interagissent efficacement via des supports visuels (pictogrammes, gestes) mais peinent à formuler des phrases orales.
- Ils ont tendance à éviter les échanges verbaux lorsqu'aucune alternative n'est disponible.

Catégorie 2 : Rencontrent des difficultés à initier une conversation (3 enfants)

- Ces enfants sont timides ou hésitants lorsqu'il faut prendre l'initiative d'un échange.
- Ils préfèrent répondre plutôt qu'initier une discussion, ce qui peut limiter leurs interactions sociales.

Catégorie 3 : Réussissent bien les interactions prévisibles mais échouent dans les discussions ouvertes (2 enfants)

- Ces enfants fonctionnent très bien dans des scénarios routiniers (ex. : dire bonjour, poser une question simple).
- En revanche, ils se bloquent lorsqu'il faut improviser ou participer à une discussion plus complexe.

Catégorie 4 : Sont à l'aise dans des interactions individuelles mais échouent en groupe (2 enfants)

- Ces enfants interagissent facilement en tête-à-tête, mais se sentent dépassés dans un contexte collectif.
- Ils peuvent être sensibles au bruit, aux interruptions, ou à la prise de parole simultanée.

Catégorie 5 : Rencontrent des difficultés avec les interactions transactionnelles (ex. acheter un objet) (2 enfants)

- Ces enfants éprouvent des difficultés à gérer les situations nécessitant un échange formel (demander un objet, acheter un produit, poser une question à un adulte).

- Ils hésitent souvent à parler à des personnes qu'ils ne connaissent pas (ex. caissier, maître-nageur).



Figure 8: Taux de réussite de chaque environnement

L'analyse des taux de succès selon l'environnement révèle des variations significatives, influencées par les caractéristiques des enfants et les défis spécifiques à chaque situation. Certains contextes facilitent les interactions tandis que d'autres les compliquent :

- **Environnements les plus réussis**

Les meilleurs taux de succès sont observés en salle de classe (85%) et en maison de répit (80%). La salle de classe offre un cadre structuré avec des interactions prévisibles et des aides accessibles, comme les pictogrammes et les modèles de phrases. La maison de répit, quant à elle, privilégie des échanges individualisés, avec des intervenants formés pour s'adapter aux besoins des enfants TSA.

- **Environnements plus difficiles**

À l'inverse, la piscine (70%) et le supermarché (55%) posent plus de défis. La piscine est marquée par des stimuli sensoriels intenses (bruit, éclaboussures, lumière), rendant la

communication plus difficile. Le supermarché est l'environnement le plus exigeant en raison de l'imprévisibilité des interactions, du bruit ambiant et des attentes en termes de communication verbale.

- **Tendances par Type de Personnages**

- **Enfants avec hypersensibilités sensorielles** : Meilleure adaptation en salle de classe et maison de répit grâce à un environnement contrôlé. Difficultés accrues en piscine et supermarché à cause des stimuli imprévisibles.
- **Enfants rencontrant des difficultés de communication verbale** : Réussite avec les supports visuels comme les pictogrammes et avatars. Difficulté en supermarché, où la prise d'initiative verbale est nécessaire.
- **Enfants ayant du mal à gérer leur volume de voix ou leur comportement**: Bon contrôle en salle de classe et maison de répit grâce aux rappels visuels. Difficultés en supermarché en raison des défis d'autorégulation et de perception des signaux sociaux.
- **Enfants rencontrant des difficultés sociales et émotionnelles** : Succès en salle de classe et maison de répit grâce à un cadre structuré. En revanche, les interactions spontanées en piscine et supermarché restent plus complexes.

6.4.2 ANALYSE DES COMPORTEMENTS RÉPÉTITIFS DANS LES INTERACTIONS SOCIALES ET VERBALE DES ENFANTS

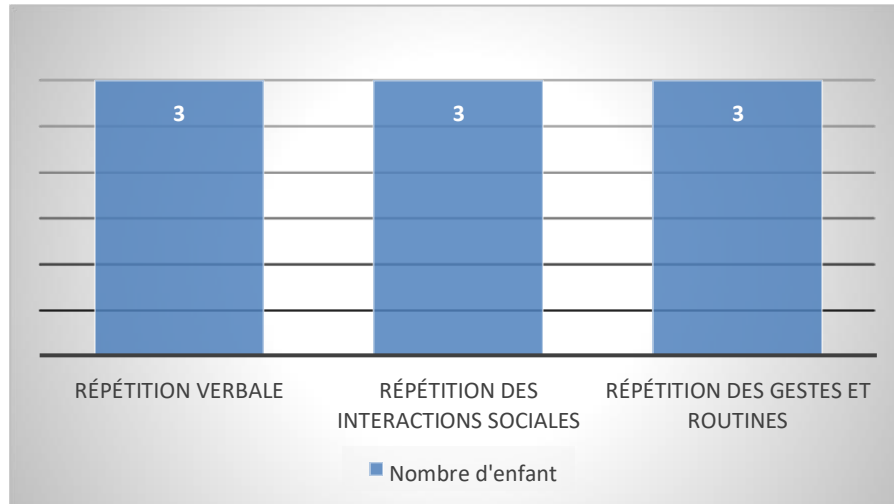


Figure 9: Récapitulatif des comportements répétitifs

Le diagramme ci-dessus illustre la répartition des comportements répétitifs observés chez les enfants, classés en trois grandes catégories : répétition verbale, répétition des interactions sociales et répétition des gestes et routines. Chaque catégorie concerne trois enfants, indiquant une distribution équilibrée des difficultés identifiées et mettant en lumière des schémas comportementaux fréquents chez les jeunes TSA.

La répétition verbale se manifeste par la tendance à répéter systématiquement des phrases ou des questions sans les adapter au contexte. Ce comportement réduit la spontanéité et limite la capacité à engager des conversations variées. Par exemple, certains enfants reprennent des dialogues issus de jeux ou de dessins animés, indépendamment de la situation réelle dans laquelle ils se trouvent.

La répétition des interactions sociales se caractérise par une préférence pour interagir avec les mêmes personnages non joueurs (PNJ) ou à reproduire les mêmes actions de manière

systematique. Cette répétitivité limite l'exploration de nouvelles situations sociales et freine l'acquisition de compétences relationnelles diversifiées.

Enfin, la répétition des gestes et routines désigne une exécution rigide de séquences comportementales. Ce manque de flexibilité rend l'adaptation aux imprévus plus difficile. Un changement mineur dans l'environnement du jeu peut alors engendrer une confusion importante, ralentissant la progression du joueur et affectant son immersion.

6.5 ÉVALUATION CONSOLIDÉE DES INTERACTIONS ET ADAPTATIONS

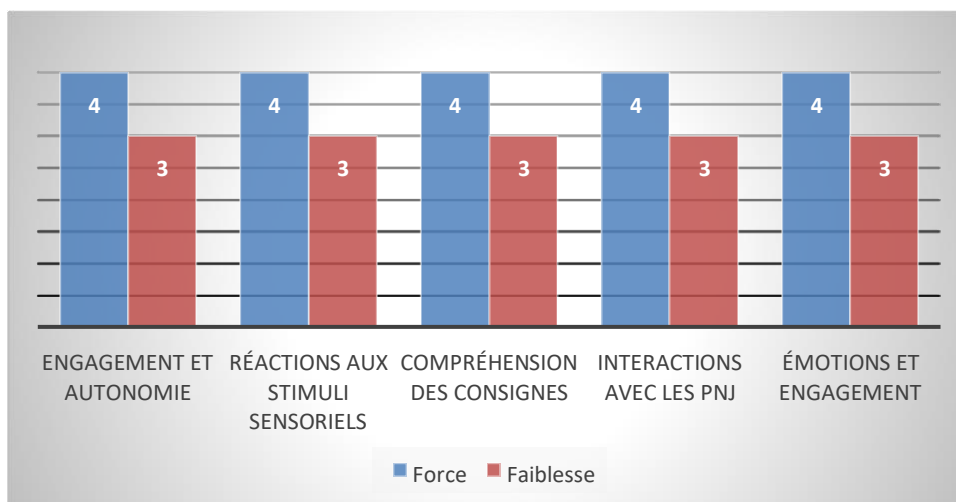


Figure 10: Récapitulatif des évaluations d'interaction et adaptations

Le diagramme ci-dessus synthétise les forces et les difficultés identifiées dans cinq domaines clés du jeu en réalité virtuelle : l'engagement et l'autonomie du joueur, les réactions aux stimuli sensoriels, la compréhension des consignes, les interactions avec les personnages non joueurs (PNJ), ainsi que la gestion des émotions et de l'engagement affectif.

- **Forces (en bleue) :** Parmi les aspects positifs identifiés, on note la présence de mécanismes bien conçus favorisant l'engagement, une gestion adaptée des stimuli sensoriels, des consignes claires et structurées, une facilitation des interactions avec les PNJ, ainsi qu'une adaptation dynamique des réponses en fonction des émotions détectées chez le joueur.

- **Faiblesse (en rouge) :** Parmi les principaux défis observés, on relève une exploration limitée de l'environnement, des réactions parfois imprévisibles face aux stimuli sensoriels, des difficultés à comprendre les consignes complexes, une tendance à la répétitivité dans les interactions avec les PNJ, ainsi que des limitations dans la détection et la prise en compte du désengagement émotionnel.

Ce regroupement visuel met en lumière les performances globales du jeu et permet d'identifier des pistes d'amélioration concrètes, notamment en ajustant les mécanismes pour mieux répondre aux besoins spécifiques des enfants TSA.

6.6 CONCLUSION

Ce chapitre a mis en lumière les résultats issus des simulations et des analyses du jeu en réalité virtuelle destiné aux enfants TSA. En s'appuyant sur des interactions simulées, des tests différenciés selon les profils et une évaluation croisée des forces et des difficultés, plusieurs axes d'amélioration ont été identifiés pour renforcer l'efficacité et l'adaptabilité du jeu.

Les interactions simulées ont confirmé la pertinence de plusieurs mécanismes, notamment la flexibilité offerte par les options de communication alternatives (pictogrammes, gestes) et les ajustements sensoriels. Toutefois, elles ont aussi révélé des limites, telles qu'un engagement spontané parfois faible et une progression incomplète vers des compétences sociales complexes, comme l'oralité.

L'analyse par type de profil a démontré que chaque groupe d'enfants (difficultés verbales, gestion comportementale ou hypersensibilités sensorielles) bénéficie de certaines fonctionnalités ciblées. Néanmoins, des défis subsistent, notamment en ce qui concerne l'initiation autonome des interactions, la gestion des stimuli imprévus et la diversification des échanges avec les PNJ.

L'évaluation de l'adaptation des aides a souligné les atouts du jeu, comme l'adaptabilité des PNJ et l'intégration de consignes structurées facilitant la navigation sociale. Toutefois, des ajustements restent nécessaires pour améliorer la fluidité des échanges et réduire les répétitions excessives dans les dialogues.

Enfin, l'analyse consolidée a mis en évidence les points forts du jeu – accessibilité, flexibilité, immersion tout en identifiant des défis transversaux : la nécessité d'introduire des

mécanismes incitatifs plus subtils pour stimuler l'exploration, et un suivi émotionnel plus fin pour maintenir l'engagement des joueurs.

En conclusion, le jeu présente une base solide pour soutenir l'apprentissage des compétences sociales chez les enfants TSA. Cependant, des ajustements sont indispensables pour affiner l'équilibre entre guidage et autonomie, enrichir l'interactivité des PNJ, et personnaliser davantage les aides. Ces améliorations renforceront le potentiel du jeu à offrir une expérience immersive, engageante et véritablement adaptée à la diversité des profils d'enfants TSA.

CHAPITRE 7

CONCLUSION GENERALE

7.1 CONCLUSION

Cette recherche s'inscrit dans une démarche de conception d'une solution technologique innovante visant à améliorer les compétences sociales des enfants et adolescents atteints de troubles du spectre de l'autisme (TSA). Chaque chapitre a contribué à construire une base solide, cohérente et multidimensionnelle, intégrant des approches théoriques, méthodologiques et pratiques en réponse aux besoins spécifiques de cette population.

Le chapitre consacré à l'état de l'art a permis de contextualiser le projet en explorant les avancées technologiques, notamment en réalité virtuelle, ainsi que les approches actuelles d'intervention auprès des enfants TSA. Il a mis en évidence les limites des pratiques existantes et le potentiel unique de la VR comme environnement immersif et interactif pour soutenir l'apprentissage social.

La section théorique a articulé les concepts fondamentaux liés aux jeux vidéo, à la réalité virtuelle et aux particularités des enfants TSA. En reliant ces éléments, elle a posé les fondations conceptuelles permettant d'intégrer les capacités immersives de la VR à des interventions pédagogiques ciblées, avec pour objectif de renforcer l'engagement et la participation active des utilisateurs.

Le chapitre méthodologique a détaillé les stratégies adoptées pour guider la conception du projet, en s'appuyant sur une sélection rigoureuse de modèles théoriques et d'algorithmes. Cette section a justifié les choix technologiques et pédagogiques en assurant cohérence, rigueur scientifique et pertinence pour la population cible.

Le développement et le design du jeu ont mis en œuvre ces orientations méthodologiques à travers des fonctionnalités immersives, des interactions sociales progressives, des ajustements sensoriels et des environnements réalistes simulant des situations du quotidien. Ces choix ont permis de concevoir un jeu accessible, flexible et véritablement centré sur les besoins des utilisateurs.

L'utilisation de l'intelligence artificielle dans la phase de simulation a introduit une méthode d'évaluation innovante en amont des tests avec des participants réels. Cette étape a permis d'anticiper les ajustements nécessaires et de valider la pertinence des choix conceptuels.

Enfin, l'analyse des résultats a mis en évidence les forces et les limites du jeu, notamment son accessibilité, son immersion et la qualité des interactions proposées. Les recommandations formulées visent à optimiser les mécanismes du jeu, à renforcer son efficacité pédagogique, et à en faire un outil mieux adapté à la diversité des profils TSA.

7.2 CONTRIBUTION

Ce projet démontre que la combinaison des jeux vidéo, de la réalité virtuelle et des approches spécifiquement adaptées aux besoins des enfants TSA peut conduire à des interventions novatrices et efficaces. Il propose une méthodologie rigoureuse et une conception centrée sur l'utilisateur, posant ainsi les bases d'une solution immersive pour relever les défis pédagogiques et favoriser l'inclusion sociale. Les résultats obtenus marquent une avancée significative dans l'utilisation des technologies immersives pour le développement des compétences sociales des enfants TSA.

Cette initiative s'inspire du projet JEMIME de Grossard et al. (2017), qui a démontré l'efficacité des outils numériques pour accompagner les enfants TSA dans l'expression et la compréhension des émotions. En reprenant cette vision innovante, ce travail ambitionne d'élargir l'impact des technologies immersives à l'apprentissage des compétences sociales, tout en ajustant les mécanismes aux sensibilités et aux besoins individuels des utilisateurs.

7.3 PERSPECTIVES

Les étapes suivantes incluront des validations sur le terrain afin d'évaluer l'impact du jeu dans des situations réelles et d'affiner son efficacité. L'intégration de retours directs des utilisateurs réels ainsi que des intervenants permettra de renforcer la pertinence et l'efficacité du jeu.

À plus long terme, les théories, modèles et algorithmes explorés dans ce travail pourraient servir de fondation pour développer des jeux encore plus sophistiqués, intégrant des mécanismes avancés de personnalisation et d'adaptation. En utilisant des algorithmes tels que ceux mentionnés (par exemple, IA émotionnelle, IA conversationnelle ou A* pour la navigation), il serait possible de concevoir des expériences plus dynamiques et parfaitement adaptées aux besoins individuels des joueurs TSA. Ces améliorations élargiraient les champs d'application de ces outils, tout en consolidant leur impact éducatif et social.

Ainsi, cette recherche ouvre la voie à des innovations futures, non seulement pour perfectionner les outils existants, mais également pour étendre leur portée en intégrant des technologies émergentes et des approches véritablement centrées sur l'utilisateur.

7.4 LIMITES DE L'ÉTUDE

Bien que cette recherche représente des avancées significatives dans la conception d'un jeu en réalité virtuelle destiné aux enfants TSA, plusieurs limites doivent être soulignées.

Tout d'abord, l'évaluation du jeu s'est principalement appuyée sur des simulations IA plutôt que sur des tests directs avec des utilisateurs réels. Bien que cette approche ait permis d'identifier des tendances et d'anticiper certaines difficultés, elle ne peut pas remplacer entièrement les observations en situation réelle. Les réactions des enfants, leur engagement à long terme et leur appropriation des mécaniques du jeu devront être validés par des expérimentations en contexte réel afin d'affiner les ajustements nécessaires.

Ensuite, bien que les profils des joueurs aient été définis en fonction des sensibilités et comportements typiques des enfants TSA de niveau 1, la diversité intra-spectre reste importante. Certaines spécificités individuelles, telles que des besoins plus complexes en matière de communication, d'adaptation sensorielle ou de régulation émotionnelle, pourraient nécessiter des ajustements supplémentaires pour rendre le jeu pleinement inclusif.

De plus, les algorithmes d'intelligence artificielle intégrés, notamment ceux dédiés à l'adaptation des interactions et à l'analyse des émotions, restent perfectibles. L'IA utilisée pour simuler les comportements des joueurs n'a pas encore été testée avec une grande variabilité, tant au

niveau des comportements que des environnements, ce qui limite son applicabilité immédiate à un contexte plus large. L'amélioration de ces mécanismes et l'intégration de modèles d'apprentissage plus avancés seront nécessaires pour renforcer l'adaptabilité du jeu aux besoins des enfants.

Enfin, l'étude n'a pas encore exploré en profondeur les effets à long terme de l'utilisation de la réalité virtuelle dans le développement des compétences sociales des enfants TSA. Si les premiers résultats suggèrent un impact positif, des études longitudinales seront nécessaires pour mesurer l'évolution des apprentissages et leur transfert dans des situations réelles du quotidien.

Malgré ces limites, cette recherche constitue une avancée notable en démontrant le potentiel des technologies immersives dans l'accompagnement des enfants TSA. Elle pose ainsi les bases pour de futures améliorations visant à affiner et généraliser ce type d'outil pour favoriser une meilleure inclusion sociale.

7.5 VALIDATION EXPÉRIMENTALE EN CONTEXTE RÉEL: ÉTAPES ENVISAGÉES

À la suite des simulations réalisées à partir de quinze profils types d'enfants présentant un TSA de niveau 1, une étape déterminante demeure à franchir : celle de la validation expérimentale en contexte réel. Cette transition vers une phase de test auprès de véritables utilisateurs s'inscrit dans une volonté d'ancrer la solution développée dans une approche empirique rigoureuse et contextualisée.

La première étape consistera à élaborer un protocole d'évaluation détaillé, intégrant des critères d'analyse objectifs et qualitatifs tels que l'évolution des compétences sociales, le niveau d'engagement dans l'environnement virtuel, et la transférabilité des comportements dans la vie quotidienne. Ce protocole devra s'appuyer sur des outils validés dans le champ de l'intervention en TSA, et être conçu en collaboration avec des professionnels du milieu éducatif ou thérapeutique.

Parallèlement, l'obtention d'une autorisation éthique auprès d'un comité de recherche sera indispensable. Cette démarche vise à encadrer la participation d'enfants mineurs dans une recherche impliquant des technologies immersives, tout en assurant leur sécurité, leur bien-être et le respect des principes de consentement libre, éclairé et continu.

Une phase pilote auprès d'un petit groupe d'enfants permettra ensuite de tester la faisabilité du protocole, de valider les instruments de mesure, et d'ajuster les paramètres du jeu en fonction des premières observations. Cette approche itérative, déjà amorcée durant les simulations, sera poursuivie afin d'assurer une personnalisation optimale de l'expérience utilisateur.

Enfin, la comparaison entre les données recueillies lors des simulations IA et celles obtenues auprès des participants réels constituera un levier important pour affiner les hypothèses de départ, consolider la valeur scientifique de l'outil, et formuler des recommandations pour son déploiement à plus grande échelle dans des contextes éducatifs ou cliniques.

Ainsi, cette phase de validation expérimentale représente non seulement une continuité méthodologique logique, mais également une condition essentielle pour envisager une généralisation et une intégration concrète de l'outil dans les pratiques d'intervention auprès des jeunes TSA.

LISTE DE RÉFÉRENCES

- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Autism spectrum disorder (ASD)*. <https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/index.html>
- U.S. Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). *Home*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/index.html>
- Duris, O., Labossière, C., & Bauer, V. (2023). Robots, réalité virtuelle et réalité augmentée dans la prise en charge des TSA : L'exemple de trois recherches mises en place dans un hôpital de jour pour enfants. *Contraste*, 57(1), 149–168. <https://doi.org/10.3917/cont.057.0149>
- Manju, T., Magesh, S., Padmavathi, S., & Durairaj, M. (2023). Augmenter l'interaction sociale de l'enfant autiste à l'aide de l'intervention en réalité virtuelle (VRI). *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*. Article accepté (avril 2023) <https://doi.org/10.1145/3592855>
- Ke, F., Moon, J., & Sokolikj, Z. (2022). Virtual reality-based social skills training for children with autism spectrum disorder. *Journal of Special Education Technology*, 37(1), 49–62. <https://doi.org/10.1177/0162643420945603>
- Calderone, A., Militi, A., et al. (2024). Harnessing virtual reality: Improving social skills in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 13(21), 6435. <https://doi.org/10.3390/jcm13216435>
- Lamash, L., Klinger, E., & Josman, N. (2017). Virtual supermarket to promote independent functioning in adolescents with ASD. *International Conference on Virtual Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1109/ICVR.2017.8007467>
- Cai, Y., Chia, N. K., et al. (2013). Virtual dolphinarium for children with autism. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 21, 208–217. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2013.2240700>
- Dixon, D. R., et al. (2020). Immersive safety training using virtual reality for children with ASD. *Behavior Analysis in Practice*, 13, 631–640. <https://doi.org/10.1007/s40617-019-00401-1>
- Lorenzo, G., Lledó, A., et al. (2016). Improving emotional skills in children with ASD using VR. *Computers in Education*, 98, 192–205. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.018>
- Chen, Y., & Ye, J. (2015). Emotional expression and social skills with VR. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.015>
- Kamkuimo, S. A., Girard, B., & Menelas, B.-A. J. (2021). Applications of virtual reality for PTSD. *Applied Sciences*, 11(15), 6683. <https://doi.org/10.3390/app11156683>
- Kamkuimo, S. A., Fossaert, M., et al. (2018). Action-centered exposure therapy (ACET). *Behavioral Sciences*, 8(8), 76. <https://doi.org/10.3390/bs8080076>

- Mesa-Gresa, P., et al. (2018). Effectiveness of VR for children with ASD. *Sensors*, 18, 2486. <https://doi.org/10.3390/s18082486>
- Li, C., Belter, M., et al. (2023). Immersive VR interventions: A systematic review. *Electronics*, 12(11), 2497. <https://doi.org/10.3390/electronics12112497>
- Mittal, P., et al. (2024). Effect of immersive VR on cognitive and social skills. *Research in Developmental Disabilities*, 151, 104771. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2024.104771>
- Karami, B., et al. (2021). Effectiveness of VR/AR therapeutic interventions for ASD. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 665326. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.665326>
- Herrera, G., et al. (2008). Symbolic play in VR for children with ASD. *Autism*, 12(2), 143–157. <https://doi.org/10.1177/1362361307086657>
- Strickland, D., et al. (1996). VR as a learning tool for children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26, 651–659. <https://doi.org/10.1007/BF02172354>
- Johnston, D., et al. (2020). SoundFields: VR game for auditory hypersensitivity. *Applied Sciences*, 10, 2996. <https://doi.org/10.3390/app10092996>
- Adjorlu, A., et al. (2017). Everyday life training with a virtual shopping scenario. *ISMAR-Adjunct*, 294–302. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.93>
- Newbutt, N., et al. (2024). Engaging autistic people in the design of VR technologies. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 54, 4232–4258. <https://doi.org/10.1007/s10803-023-06130-3>
- Maddalon, L., et al. (2024). Adaptive VR systems for children with ASD. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e57093. <https://doi.org/10.2196/57093>
- Miller, H. L., & Bugnariu, N. L. (2016). Impact of immersion on social skills. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19, 246–256. <https://doi.org/10.1089/cyber.2014.0682>
- Zhang, M., et al. (2022). VR as an educational tool for ASD. *Behavioral Sciences*, 12, 138. <https://doi.org/10.3390/bs12050138>
- Bellani, M., et al. (2011). Virtual reality in autism: State of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 20(3), 235–238. <https://doi.org/10.1017/S2045796011000448>
- Ip, H. H. S., et al. (2018). Social training with VR for school-aged children. *Computers & Education*, 117, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.010>
- Lorenzo, G., et al. (2019). Review of immersive VR for ASD (1990–2017). *Educational Technology Research and Development*, 24, 127–151. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9766-7>

Parsons, S., & Mitchell, P. (2002). Potential of VR for social training in ASD. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46, 430–443. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2788.2002.00425.x>

Didehbani, N., et al. (2016). Social cognition training in VR. *Computers in Human Behavior*, 62, 703– 711. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.04.033>

Larousse. (s.d.). *Autisme*. Dans *Dictionnaire de la langue française*. Repéré le 2 janvier 2025, l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/autisme/6565#:~:text=Trouble%20du%20d%C3%A9veloppement%20neurologique%20caract%C3%A9ris%C3%A9,particulierement%20d'%C3%A9couter%20autrui>

Centre de ressources autisme Île-de-France (CRAIF). (s.d.). *Qu'est-ce que l'autisme ?* Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://www.craif.org/quest-ce-que-lautisme44#:~:text=%3E%20L'autisme%20est%20une%20maladie&text=C'est%20un%20trouble%20du,les%20%C3%A9motions%20les%20interactions%20sociales...>

Collège des médecins du Québec, & Ordre des psychologues du Québec. (2012). *Les troubles du spectre de l'autisme : Évaluation clinique*. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://www.ordrepsy.qc.ca/documents/26707/63191/spectre-de-lautisme>

Autisme Asperger Québec. (2018). *Prévalence de l'autisme. "Pour une meilleure connaissance et reconnaissance de l'autisme et de la neurodiversité"*. Tous droits réservés. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://autismeaspergerquebec.com/prevalence-autisme/#:~:text=Le%20taux%20de%20pr%C3%A9valence%20des,la%20France%20ou%20de%20l>

Institut Pasteur, Hôpital Robert-Debré de Paris, & PAARI. (2022). *Autisme*. Institut Pasteur. Repéré le 5 janvier 2025, à l'adresse <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fichesmaladies/autisme#:~:text=La%20communaut%C3%A9%20scientifique%20et%20m%C3%A9dicale,r%C3%A9p%C3%A9titifs%20d'autre%20part>

Comprendre l'autisme. (s.d.). *Le DSM-5 et la dyade autistique*. Repéré le 5 janvier 2025, à l'adresse <https://comprendrelautisme.com/le-diagnostic-de-lautisme/les-criteres/le-dsm-5-dyadeautistique/>

UNESCO. (2022, 25 mars). *En Chine, l'espoir renaît pour les enfants des étoiles*. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://courier.unesco.org/fr/articles/en-chine-lespoir-renait-pour-les-enfants-desetoiles>

Office québécois de la langue française. (2010). *Jeu vidéo*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8355614/jeu-video>

Office québécois de la langue française. (2009). *Jeu solo*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8355813/jeu-solo>

Office québécois de la langue française. (2009). *Jeu vidéo multijoueur*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8355889/jeuvideo-multijoueur>

Office québécois de la langue française. (2021). *Jeu de rôle*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8390471/jeu-de-role>

Université TÉLUQ. (s.d.). *Jeu éducatif*. Wikipédia. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse https://wiki.telug.ca/wikiedia/index.php/Jeu_éducatif

Office québécois de la langue française. (2019). *Jeu vidéo éducatif*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26552596/jeuvideo-educatif>

Office québécois de la langue française. (2010). *Jeu de simulation*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8373569/jeu-desimulation>

Office québécois de la langue française. (2016). *Réalité virtuelle*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8391371/realitevirtuelle>

Office québécois de la langue française. (2021). *Réalité augmentée*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8390612/realiteaugmentee>

Duarte, A., & Bru, S. (2021). *Outil 4. La typologie des joueurs de Bartle*. Dans *La boîte à outils de la gamification* (pp. 22-25). Dunod. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://shs.cairn.info/la-boitea-outils-de-la-gamification--9782100816903-page-22?lang=fr>

Elsa. (2024, 30 août). *Tout savoir sur les différents genres de jeux vidéo*. Cultura. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://www.cultura.com/les-guides-d-achat/guides-jeux-video/tout-savoir-jeuxvideo/tout-savoir-differents-genres-jeux-video.html>

Tisseron, S. (2022). *Définition et processus mentaux à l'œuvre dans la RV*. Dans *Pratiquer les cyberpsychothérapies : Jeux vidéo, réalité virtuelle, robots* (pp. 75-83). Dunod. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://shs-cairn-info.sbiproxy.uqac.ca/pratiquer-les-cyberpsychotherapies-9782100828388-page-75?lang=fr>

Malbos, É., & Oppenheimer, R. (2020). *Introduction à la réalité virtuelle*. Dans *Psychothérapie et réalité virtuelle : Anxiété, TOC, phobies et addictions* (pp. 23-65). Odile Jacob. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://shs-cairn-info.sbiproxy.uqac.ca/psychotherapie-et-realite-virtuelle-9782738150981-page-23?lang=fr>

Gobin Mignot, É., Wolff, B., & Kempf, N. (2019). *La réalité virtuelle comme média éducatif*. Dans *Former avec la réalité virtuelle : Comment les techniques immersives bouleversent l'apprentissage* (pp. 27-44). Dunod. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://shs-cairninfo.sbiproxy.uqac.ca/former-avec-la-realite-virtuelle--9782100801367-page-27?lang=fr>

Office québécois de la langue française. (2020). *Cybercinétose*. Vitrine linguistique. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fichegdt/fiche/8869117/cybercinetose>

Office québécois de la langue française. (2024). *Vocabulaire de la réalité virtuelle*. Repéré le 2 janvier 2025, l'adresse <https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/vocabulaire-reality-virtuelle.aspx>

Bennett, E., & Dyck, M. (2023). *Active games for children on the autism spectrum: Physical literacy for life*. Human Kinetics. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uqacebooks/reader.action?docID=30494860&ppg=105>

Elbeltagi, R., Al-Beltagi, M., Saeed, N. K., & Alhawamdeh, R. (2023). *Thérapie par le jeu chez les enfants autistes : Son rôle, ses implications et ses limites*. *Journal mondial de pédiatrie clinique*, 12(1), 1–22. <https://doi.org/10.5409/wjcp.v12.i1.1>

Couture, K. (2020). *Pratique excessive des jeux vidéo chez les personnes ayant un trouble du spectre de l'autisme*. *Psycause : Revue scientifique étudiante de l'École de psychologie de l'Université Laval*, 10(1), 18–27. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://revues.ulaval.ca/ojs/index.php/psycause/article/view/30453/50>

Grossard, C., & Grynszpan, O. (2015). *Entraînement des compétences assistées par les technologies numériques dans l'autisme : Une revue*. *Enfance*, 1(1), 67–85. <https://doi.org/10.3917/enf1.151.0067>

Service québécois d'expertise en troubles graves du comportement. (2023, janvier 18). *Autisme et écrans : une relation complexe*. Réseau national d'expertise en troubles graves du comportement. Repéré le 2 janvier 2025, à l'adresse <https://www.rnetsa.ca/fr/activites/27/autisme-et-e-crans-unerelation-complexe>

Biasutti, M. (2011). Flux et expérience optimale. Dans M. A. Runco & S. R. Pritzker (Éds.), *Encyclopédie de la créativité* (2^e éd., pp. 522-528). Academic Press <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375038-9.00099-6>

Biasutti, M. (2017). Flux et expérience optimale. Dans *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology* (ISBN 9780128093245). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12809324-5.06191-5>

Bernard, J., & Martin, L. (2024). *Expérimentation d'une œuvre de réalité virtuelle pour se familiariser à l'enseignement auprès d'élèves autistes*. Érudit. Disponible sur <https://www.erudit.org/fr/revues/aea/2024-v14-n1-aea09690/1114694ar/>

Durand, C., & Petit, A. (2022). *Expérimentation de la réalité virtuelle immersive pour entraîner les capacités de traitement multisensoriel des enfants de 8 à 16 ans avec un trouble du spectre de l'autisme*. Canal-U. Disponible sur <https://www.canal-u.tv/chaines/ut2j/particularites-sensorielles-dans-le-trouble-du-spectre-de-l-autisme/experimentation-de>

Lemoine, P., & Gauthier, N. (2023). *Scénario pédagogique et artefacts numériques de réalité virtuelle pour étayer l'activité de jeunes autistes vers un habitat inclusif partagé*. Revue Médiations. Disponible sur <https://revue-mediations.teluq.ca/index.php/Distances/article/view/348>

Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihalyi, I. S. (Éds.). (1988). *Expérience optimale : Études psychologiques du flux dans la conscience*. Cambridge University Press. <https://www.pursuit-ofhappiness.org/history-of-happiness/mihalycsikszentmihalyi/#:~:text=Mihaly%20Csikszentmihalyi%20%26%20Flow>

Guerrin, B. (2012). Albert Bandura et son œuvre. *Recherche en soins infirmiers*, 2012/1(108), 106-116. <https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.4753>

Teluq. (2021, 24 mars). *Apprentissage social*. Récupéré de https://wiki.telug.ca/wikimedia/index.php/Apprentissage_social

Safourcade, S. (2017). Processus socio-cognitifs à l'œuvre dans la production du bien-être au collège. *Recherches & éducations*, 18. <https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.4753>

Fréchette, N., & Morissette, P. (2018, août 20). *Développement cognitif : théorie socioculturelle*. Collégial de développement de matériel didactique, Collège Maisonneuve <http://developpement.ccdmd.qc.ca/fiche/developpement-cognitif-theoriesocioculturelle>

Barrier, G. (2019). Introduction. *La communication non verbale : Comprendre les gestes : perception et signification* (pp. 11-12). ESF Sciences Humaines. <https://shs-cairn-info.sbioproxy.uqac.ca/lacommunication-non-verbale--9782710138907>

Poirier, N. (1998). La théorie de l'esprit de l'enfant autiste. *Santé mentale au Québec*, 23(1), 115-129. <https://doi.org/10.7202/032440ar>

Comprendre l'autisme. (n.d.). Les comportements défi dans l'autisme. <https://comprendrelautisme.com/le-fonctionnement/les-comportements-defis-danslautisme/#regard>

Comprendre l'autisme. (n.d.). La théorie de l'esprit. <https://comprendrelautisme.com/lefonctionnement/la-theorie-de-lesprit/>

Mottron, L. (2016). L'autisme, une autre intelligence. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 200(3), 423-434. [https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)30719-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)30719-8)

Hale, K. S., & Stanney, K. M. (Éds.). (2014). Impact social des environnements virtuels. Dans *Manuel des environnements virtuels* (2e éd., p. 20). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429098710>

Kang, S.-H., Watt, J. H., & Ala, S. K. (2008). Co-présence sociale dans les interactions sociales anonymes à l'aide d'un téléphone vidéo mobile. Dans *Actes de la conférence SIGCHI sur les*

facteurs humains dans les systèmes informatiques (CHI '08) (pp. 1535–1544). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357295>

Bachelier, B., Bédard, S., Plaisance, S., & Sylvestre, J. (2009). *Guide des habiletés sociales* (ISBN 978-2-922933-08-6). Trait d'Union Outaouais inc. et Association régionale autisme TED Montérégie. https://www.autisme.qc.ca/wp-content/uploads/2023/06/Guide_Habiletes.pdf

Fallourd, N., & Madieu, E. (2020). Entraîner les habiletés sociales. Dans *Animer des groupes d'entraînement aux habiletés sociales : Enfants et adolescents avec troubles relationnels* (pp. 14–38). Dunod. <https://shs-cairn-info.sbioproxy.uqac.ca/animer-des-groupes-d-entrainement-auxhabiletes--9782100808229>

Liratni, M., & Blanchet, C. (2019). Un peu de théorie. Dans *Enseigner les habiletés sociales aux enfants avec autisme avec la méthode G.A.C.S (Groupe d'Apprentissage à la Communication et à la Socialisation)* (pp. 22–34). Dunod. <https://shs-cairn-info.sbioproxy.uqac.ca/enseigner-les-habiletessociales-aux-enfants--9782100794966>

AFG. (2014, 26 août). *Guide de l'ABA*. <https://www.tamis-autisme.org/files/uploads/fiche/dyn/capadm-aba-recommandation-guide-de-l'aba.pdf>

Ba-eservice. (2015). *Renforceur et renforcement*. <https://www.ba-eservice.info/renforceur-etrenforcement>

Grossard, C., Hun, S., Serret, S., Grynszpan, O., Foulon, P., Dapogny, A., Bailly, K., Chaby, L., & Cohen, D. (2017). Rééducation de l'expression émotionnelle chez l'enfant avec trouble du spectre autistique grâce aux supports numériques : le projet JEMImE. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 65(1), 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2016.12.002>

Dupont, L., & Martin, J. (2024). *L'utilisation de la réalité virtuelle en éducation : Définitions, enjeux et études de cas*. Revue Internationale d'Éducation de Sèvres. Disponible sur <https://journals.openedition.org/ries/15458>

Durand, P., & Lefebvre, C. (2022). *Utilisation de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de la lecture critique d'articles scientifiques en ligne*. Pédagogie Médicale. Disponible sur <https://www.pedagogiemedicale.org/articles/pmed/abs/2022/05/pmed210015/pmed210015.html>

Gauthier, S., & Tremblay, L. (2017). *La réalité virtuelle pour la prise en charge de la douleur et de l'anxiété : Un état des lieux*. Journal of Pain Research, 10, 897-910. Disponible sur <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5729141/>

Moreau, F., & Petit, A. (2023). *Une étude croisée dans le domaine de l'éducation à la santé : Impact de la RV sur la charge cognitive des apprenants*. Revue Scientifique en Éducation et Recherche en Santé. Disponible sur <https://www.unilim.fr/rse2r/240>

Lemoine, J., & Bernard, C. (2010). *La réalité virtuelle et l'apprentissage médical : Perspectives et défis*. ResearchGate. Disponible sur

https://www.researchgate.net/publication/313878319_LA_REALITE_VIRTUELLE_ET_L%27APPRENTISSAGE_MEDICAL

Dupont, L., & Bernard, J. (2019). *Ludification et autisme : Analyse de la gamification dans l'apprentissage des compétences sociales chez les enfants avec TSA*. Fondation Internationale de Recherche Appliquée sur le Handicap (FIRAH). Disponible sur <https://www.firah.org/upload/activiteset-publications/programmes-thematiques/autisme-nouvelles-technologies/autisme-et-jeux/frgamification-in-autism.pdf>

Gauthier, S., & Tremblay, L. (2022). *Pop 'Balloons : Le premier jeu vidéo sérieux en réalité mixte pour les enfants autistes*. Université de Montréal. Disponible Sur <https://nouvelles.umontreal.ca/article/2022/12/08/pop-balloons-le-premier-jeu-video-serieux-enrealite-mixte-pour-les-enfants-autistes>

Yu, C., Wang, S., Zhang, D., Zhang, Y., Cen, C., You, Z., Zou, X., Deng, H., & Li, M. (2023). *HSVRs: A Virtual Reality System of the Hide-and-Seek Game to Enhance Gaze Fixation Ability for Autistic Children*. arXiv preprint, arXiv:2310.13482. Disponible sur <https://arxiv.org/abs/2310.13482>

Kourtesis, P., Kouklari, E.-C., Roussos, P., Mantas, V., Papanikolaou, K., Skaloumbakas, C., & Pehlivanidis, A.(2023). *Virtual Reality Training of Social Skills in Autism Spectrum Disorder: An Examination of Acceptability, Usability, User Experience, Social Skills, and Executive Functions*. arXiv preprint, arXiv:2304.07498. <https://arxiv.org/abs/2304.07498>

Patti, A., Vona, F., Barberio, A., Buttiglione, M. D., Crusco, I., Mores, M., & Garzotto, F. (2024). *Training Attention Skills in Individuals with Neurodevelopmental Disorders using Virtual Reality and Eye-tracking technology*. arXiv preprint, arXiv:2404.15960. <https://arxiv.org/abs/2404.15960>

Dupont, L., & Martin, J. (2015). *Troubles du spectre autistique et réalité virtuelle : Risque de pratique excessive des jeux vidéo chez les adolescents avec TSA ?* Université de Bordeaux. Disponible sur <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01302490/document>

Durand, P., & Lefebvre, C. (2023). *Robots, réalité virtuelle et réalité augmentée dans la prise en charge des enfants avec troubles du spectre autistique : Aspects thérapeutiques et éthiques*. Revue Contraste. Disponible sur <https://shs.cairn.info/revue-contraste-2023-1-page-149> Gauthier, S., & Tremblay, L. (2016). *Autisme et Nouvelles Technologies : Revue de littérature et implications éthiques*. HAL Archives Ouvertes. Disponible sur <https://hal.science/hal-01634962/document>

Lemoine, J., & Bernard, C. (2023). *Exploring Multisensory Extended Reality Approaches for Autistic Children: Ethical and Acceptance Perspectives*. Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay. Disponible sur <https://theses.fr/2023UPASG007>

ANNEXE I

INTRODUCTION

Cette annexe documente en détail les tests effectués sur le jeu de réalité virtuelle destiné aux enfants atteints de trouble du spectre de l'autisme (TSA) de niveau 1. Elle inclut les interactions menées, les réponses des différents profils d'enfants (personnage), ainsi que les ajustements nécessaires pour améliorer l'expérience utilisateur et pédagogique du jeu.

MÉTHODOLOGIE

Les tests ont été réalisés en simulant les comportements et réactions de 15 enfants TSA fictifs dans quatre environnements sociaux différents :

- **Salle de classe** (interaction avec un camarade)
- **Piscine** (interaction avec un maître-nageur)
- **Supermarché** (interaction avec un caissier)
- **Maison de répit** (interaction avec un intervenant)

Chaque enfant possède des sensibilités et comportements spécifiques afin de tester les limites et adaptations du jeu.

PLAN DE TEST

Objectif du test

- Tester un scénario précis avec un enfant TSA simulé.
- Analyser les réactions du joueur dans le contexte donné.
- Évaluer l'efficacité des interactions sociales et identifier les ajustements à apporter.

Simulation de scénario : Interaction avec un caissier au supermarché Mise en situation:

- **Contexte** : Le joueur (un enfant TSA) est au supermarché avec une liste de courses.
Il doit interagir avec un caissier pour payer un produit.
- **Objectif** : Pratiquer une demande polie et une interaction transactionnelle.
- **PNJ** : Caissier bienveillant, qui répond en fonction des choix du joueur.
- **Feedback** : Si le joueur hésite ou ne répond pas, le système propose un indice discret.

- **Début de la simulation:**

Le joueur approche la caisse avec un produit. Le caissier le regarde et dit : « Bonjour ! Tu veux acheter ce produit? »

- **Réponses possibles du joueur:**

- (Réponse correcte) « Oui, s'il vous plaît. »
- Le caissier valide l'achat et dit : « Merci ! Ça fera 5\$. »
- Feedback positif : L'enfant reçoit une félicitation vocale. ▪ (Réponse incomplète) « Oui. »
- Le caissier continue la conversation : « Tu peux ajouter 's'il vous plaît' ? »
- Le joueur apprend l'importance des formules de politesse.
- (Pas de réponse / hésitation)
- Le jeu active un indice : Une icône apparaît avec l'exemple d'une phrase possible.
- La voix-off guide doucement : « Essaie de dire 'Oui, s'il vous plaît'. »

Simulation de scénario : Interaction avec un maître-nageur à la piscine

- **Mise en situation:**

- **Contexte** : Le joueur (un enfant TSA) est à la piscine municipale. Il veut emprunter une planche flottante pour s'entraîner.
- **Objectif** : Pratiquer une demande polie et interagir avec un adulte dans un cadre sécuritaire.
 - **PNJ** : Le maître-nageur, qui surveille la piscine et gère le matériel.
- **Feedback** : Si le joueur hésite ou ne formule pas sa demande correctement, il reçoit un indice discret.

- **Début de la simulation:**

Le joueur s'approche du maître-nageur. Le maître-nageur sourit et dit : « Salut ! Tu as besoin de quelque chose ? »

- **Réponses possibles du joueur :**

- (Réponse correcte) « Oui, s'il vous plaît, puis-je emprunter une planche ? »
- Le maître-nageur lui tend une planche et dit : « Bien sûr ! Voilà une planche pour toi. Amusetoi bien ! »
- Feedback positif : Une petite animation de réussite apparaît.
- (Réponse incomplète) « Je veux une planche. »
- Le maître-nageur répond gentiment : « Tu peux me demander avec une phrase plus polie ? »
- Le joueur apprend à formuler une demande complète.
- (Pas de réponse / hésitation)
- Le jeu active un indice : Une bulle de texte avec un exemple de phrase correcte apparaît.

La voix-off chuchote doucement : « Essaie de dire 'Puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?' »

Analyse des résultats de la simulation

- **Forces du design du jeu :**

- Le PNJ agit comme un médiateur social, avec des réponses progressives.
- Les indices sont subtils et ne mettent pas de pression sur l'enfant. ▪ La progression se fait en douceur, sans punition.

- **Améliorations possibles :**

- Ajouter un scénario alternatif où un autre enfant demande une planche aussi (apprendre à attendre son tour).
- Intégrer un système où le joueur peut voir les expressions faciales du PNJ pour mieux interpréter les émotions.
- Permettre au joueur de répéter la scène pour s'entraîner avec d'autres formulations.

Prochaine étape

On peut tester d'autres scénarios, comme :

- Demander un crayon à un camarade en classe.
- S'excuser après avoir fait tomber quelque chose.
- Dire bonjour et répondre à une question simple.

CONCLUSION

Cette annexe fournit un aperçu détaillé des tests menés pour affiner les interactions et adapter le jeu VR aux besoins des enfants TSA. Grâce à ces observations, des améliorations pourra être intégrées pour optimiser l'expérience utilisateur et renforcer l'impact pédagogique du jeu.

Prochaine étape : Réalisation d'une seconde phase de tests après implémentation des améliorations recommandées.

ANNEXE II

Catégorie	Nombre d'enfant	Type
Hypersensibilité à la lumière	3	Sensibilités sensorielles
Hypersensibilité à la lumière	2	Sensibilités sensorielles
Hypersensibilité au toucher	2	Sensibilités sensorielles
Hypersensibilité aux textures	1	Sensibilités sensorielles
Hypersensibilité aux odeurs	2	Sensibilités sensorielles
Aucune particulière	2	Sensibilités sensorielles
Verbal avec phrases courtes	2	Styles de communication
Verbal avec écholalie	2	Styles de communication
Verbal structuré	3	Styles de communication
Non-verbal avec pictogrammes	2	Styles de communication
Parle mais digresse souvent	1	Styles de communication
Monotone et factuel	1	Styles de communication
Préférant les interactions en tête-à-tête	2	Styles de communication
Évite les interactions sauf avec des personnes familières	1	Niveaux de confort social
Préfère interagir avec les adultes	2	Niveaux de confort social
Curieux mais maladroit dans les interactions	2	Niveaux de confort social
Aime parler mais ne comprend pas toujours les signaux sociaux	2	Niveaux de confort social
Adeptes des discussions intellectuelles mais évite le small talk	1	Niveaux de confort social
Pose toujours les mêmes questions	1	Niveaux de confort social

A du mal à exprimer ses émotions	2	Niveaux de confort social
Aime les interactions prévisibles	2	Niveaux de confort social

LISTE DES PERSONNAGES

1. Lucas (7 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux bruits forts, porte souvent un casque antibruit.
- **Style de communication** : Écholalie (répète souvent des phrases de ses films préférés).
- **Niveau de confort social** : Aime les interactions prévisibles et se sent à l'aise dans des routines bien définies.
- **Autres particularités** : Passionné par les trains, adore organiser des objets en ligne, a du mal avec les changements d'horaire.

2. Emma (8 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible au contact physique, évite les câlins.
- **Style de communication** : Verbal, mais utilise des phrases courtes et précises.
- **Niveau de confort social** : Timide, observe avant d'interagir.
- **Autres particularités** : Fascinée par les constellations, utilise une peluche spéciale pour se rassurer en cas de stress.

3. Noa (9 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux lumières vives, porte souvent des lunettes teintées.
- **Style de communication** : Non verbal, utilise une tablette avec pictogrammes.
- **Niveau de confort social** : Curieux mais maladroit dans ses interactions.
- **Autres particularités** : Aime les puzzles et les labyrinthes, se balance pour s'apaiser lorsqu'il est anxieux.

4. Jade (10 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux textures, refuse certains vêtements en raison de leur tissu.
- **Style de communication** : Verbal, mais a des difficultés avec les nuances et l'ironie.

- **Niveau de confort social** : Aime les interactions prévisibles, pose souvent les mêmes questions aux gens.
- **Autres particularités** : Adore les dinosaures, collectionne des figurines, panique si son emploi du temps change brusquement.

5. Tom (7 ans)

Sensibilités sensorielles : Hypersensible aux odeurs, peut être incommodé par certains parfums.

- **Style de communication** : Parle avec un langage très détaillé mais a du mal à maintenir une conversation.
- **Niveau de confort social** : Curieux mais maladroit, aime partager ses intérêts mais ne sait pas toujours comment écouter les autres.
- **Autres particularités** : Fan de robots, adore démonter et reconstruire des objets, a du mal avec l'abstrait.

6. Léo (8 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Sensible aux bruits soudains, sursaute facilement.
- **Style de communication** : Verbal, parle rapidement et en détail sur ses sujets préférés.
- **Niveau de confort social** : Aime parler mais a du mal à comprendre les signaux sociaux.
- **Autres particularités** : Passionné d'astronomie, collectionne des cartes sur les planètes, a du mal à exprimer ses émotions.

7. Alice (9 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Insensible au froid, ne se rend pas compte quand elle doit mettre un manteau.
- **Style de communication** : A des difficultés à formuler des phrases complètes.
- **Niveau de confort social** : Évite les contacts mais aime observer les autres.
- **Autres particularités** : Fascinée par les insectes, peut passer des heures à les observer, préfère être seule dans la nature.

8. Nathan (10 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux bruits de fond (tic-tac d'une horloge, ventilation).
- **Style de communication** : Écholalie, répète souvent des dialogues de jeux vidéo.
- **Niveau de confort social** : Curieux mais maladroit, a du mal à comprendre les blagues.

- **Autres particularités** : Passionné par les jeux rétro, aime recréer des niveaux de jeux vidéo sur papier.

9. Mila (11 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Aucune particulière.
- **Style de communication** : Verbal, parle avec des phrases très précises et structurées.
- **Niveau de confort social** : Aime les discussions intellectuelles mais a du mal avec le small talk.
- **Autres particularités** : Adeptes des énigmes et escape games, préfère les relations en tête-à-tête plutôt que les interactions de groupe.

10. Sami (8 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible au toucher, évite les étiquettes sur ses vêtements.
- **Style de communication** : Utilise des phrases courtes et directes.
- **Niveau de confort social** : Préfère les interactions avec des adultes plutôt qu'avec des enfants de son âge.
- **Autres particularités** : Passionné de cuisine, adore tester des recettes mais n'aime pas goûter de nouveaux aliments.

11. Zoé (7 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux sons aigus.
- **Style de communication** : Non verbal, utilise des gestes et expressions faciales.
- **Niveau de confort social** : Évite les interactions sauf avec des personnes familières.
- **Autres particularités** : Aime les aquariums, peut rester hypnotisée devant un poisson pendant des heures.

12. Élias (9 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux textures alimentaires, mange toujours les mêmes plats.
- **Style de communication** : Mélange de verbal et de pictogrammes.
- **Niveau de confort social** : Timide mais curieux, observe avant d'interagir.
- **Autres particularités** : Fasciné par les cartes et les atlas, peut mémoriser des itinéraires complexes.

13. Gabriel (11 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible aux mouvements brusques, évite les foules.
- **Style de communication** : Verbal mais parle de façon monotone.
Niveau de confort social : Aime les discussions logiques et factuelles, n'aime pas parler de ses émotions.
- **Autres particularités** : Adore les mathématiques et les casse-têtes, préfère les jeux de stratégie aux jeux sociaux.

14. Hana (10 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Aucune spécifique.
- **Style de communication** : Parle en phrases longues mais a du mal à rester sur le sujet.
- **Niveau de confort social** : Curieuse mais ne perçoit pas toujours les limites personnelles.
- **Autres particularités** : Fan de mythologie, adore raconter des histoires épiques.

15. Rayan (8 ans)

- **Sensibilités sensorielles** : Hypersensible à la lumière du soleil, porte toujours une casquette.
- **Style de communication** : Verbal mais a du mal à gérer le volume de sa voix.
- **Niveau de confort social** : Aime les interactions mais ne comprend pas toujours les signaux non verbaux.
- **Autres particularités** : Passionné de super-héros, adore imiter leurs gestes et mouvements.

ANNEXE III

SIMULATION DE TEST

Pour chaque simulation les personnage test les 4 environnements.

1. LUCAS

LUCAS DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation :**

Lucas a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction :**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Lucas regarde son bureau et se rend compte qu'il n'a pas de crayon.

Voix-off du jeu : « Tu as oublié ton crayon. Tu pourrais demander à ton voisin ! »

➤ **Réaction de Lucas**

Lucas hésite et regarde autour de lui.

Il commence à répéter une phrase de son film préféré : « *Choo choo, le train entre en gare !* »
Son voisin le regarde avec confusion.

➤ **Le jeu intervient :**

Un indice visuel apparaît avec un exemple de phrase : « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

Lucas lit l'indice et répète la phrase, mais d'une voix monotone.

Son voisin lui tend un crayon : « *Bien sûr, tiens !* » **Succès !**

• **Analyse :**

Forces : Lucas bénéficie d'une aide visuelle pour formuler sa demande. L'interaction reste prévisible et il obtient un retour clair.

Améliorations possibles : Ajouter une option où Lucas peut préparer la phrase à l'avance pour réduire son anxiété.

LUCAS À LA PISCINE

➤ **Mise en situation:**

Lucas veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction :**

Lucas arrive près du bassin.

Il est gêné par les cris d'autres enfants et ajuste son casque antibruit.

Il regarde le maître-nageur mais ne sait pas comment formuler sa demande.

➤ **Le jeu propose un indice**

Un pictogramme apparaît montrant une planche flottante et une bulle de dialogue avec « *Puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?* »

➤ **Réaction de Lucas**

Lucas murmure la phrase mais ajoute une réplique de son film préféré : « *Choo choo, le train va dans l'eau !* »

Le maître-nageur le regarde avec un sourire : « *Tu veux une planche ? Tiens !* » **Succès, même si la phrase est un peu modifiée.**

• **Analyse :**

Forces : Le pictogramme aide Lucas à comprendre l'interaction.

Améliorations possibles : Permettre à Lucas de s'entraîner en amont à formuler la phrase pour éviter qu'il utilise l'écholalie en premier.

LUCAS AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation:**

Lucas doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction:**

Lucas arrive à la caisse avec un jouet en forme de train.

Il regarde le caissier mais ne parle pas immédiatement.

Il commence à répéter un dialogue de son film préféré : « *Les rails sont prêts pour le voyage!* »

➤ **Le jeu active un indice discret :**

Une bulle d'aide apparaît avec la phrase correcte : « *Bonjour, je veux acheter ceci, s'il vous plaît.* »

➤ **Réaction de Lucas :**

Il répète la phrase, mais en ajoutant à la fin : « *Choo choo !* »

Le caissier sourit et répond : « *D'accord, ça fera 5\$!* » **Succès, même avec l'écholalie présente.**

• **Analyse:**

Forces : La répétition permet d'obtenir une interaction réussie malgré la répétition malgré l'écholalie.

Améliorations possibles : Ajouter une option de répétition pour s'entraîner plusieurs fois avant de passer à l'interaction réelle.

LUCAS DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ Mise en situation :

Lucas fait un puzzle mais il ne trouve pas la pièce qui convient. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ Déroulement de l'interaction :

Lucas **range les pièces en ligne** avant de commencer le puzzle (besoin d'ordre).

Il bloque sur une pièce et **regarde autour de lui**, mais ne parle pas immédiatement.

Il commence à **répéter une phrase sans lien** : « *Tous les trains sur la bonne voie !* »

➤ Le jeu propose une aide visuelle :

Une **image d'un intervenant** avec la phrase : « *Excuse-moi, peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

➤ Réaction de Lucas :

Il **lit la phrase sur l'écran et la répète**, bien qu'avec un ton robotique. L'intervenant répond avec enthousiasme: « *Bien sûr! Essayons ensemble.* » **Succès !**

• Analyse :

Forces : Lucas bénéficie d'un modèle clair pour structurer sa demande.

Améliorations possibles : Ajouter un temps de préparation avant la demande pour lui permettre d'organiser sa phrase.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Lucas a pu réussir toutes les interactions grâce à des indices visuels et textuels qui l'ont aidé à structurer ses phrases. Cependant, son écholalie et son besoin de routines bien définies ont influencé sa façon d'interagir.

➤ Forces du jeu pour Lucas

Aide visuelle et textuelle lui permettant de structurer ses phrases.

Absence de pression temporelle, il peut prendre son temps pour répondre.

Interactions prévisibles qui le rassurent.

➤ Améliorations possibles

Ajouter une option pour répéter une interaction avant de la jouer réellement.

Permettre une phase de préparation où Lucas peut s'entraîner à formuler la phrase sans stress.

Tester un mode adaptatif où les dialogues peuvent intégrer son écholalie pour créer un échange naturel.

2. EMMA

EMMA DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation**

Emma a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Emma regarde son bureau et se rend compte qu'elle n'a pas de crayon.

➤ **Réaction d'Emma :**

Elle serre discrètement sa peluche pour se rassurer.

Elle hésite et regarde son voisin sans parler.

Elle détourne les yeux et commence à tracer des étoiles sur son cahier au lieu de demander un crayon.

➤ **Le jeu intervient :**

Une bulle d'aide apparaît avec l'option « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* » Emma chuchote doucement la phrase, sans regarder son camarade.

Le camarade entend à peine et demande : « *Hein ? Tu veux quoi ?* »

➤ **Le jeu active une option pour reformuler**

Un rappel visuel apparaît avec « *Parle un peu plus fort, c'est OK !* »

Emma répète, toujours timidement, mais cette fois plus compréhensible.

Le camarade lui donne un crayon : « *Bien sûr, tiens !* » **Succès!**

• **Analyse:**

Forces : L'interaction respecte son tempérament timide et l'aide à formuler une demande.

Améliorations possibles : Ajouter un mode de communication non verbal (pointer un crayon pour montrer son besoin).

EMMA À LA PISCINE

➤ **Mise en situation:**

Emma veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction:**

Emma arrive près du bassin.

Elle évite la foule et cherche un coin calme.

Elle regarde les planches, hésite, puis commence à tracer des étoiles dans l'eau avec ses.

Doigts au lieu de demander directement.

➤ **Le jeu active une aide discrète**

Un pictogramme montre une planche flottante et la phrase correspondante : « *Puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?* »

➤ **Réaction d'Emma:**

Elle murmure la phrase sans regarder le maître-nageur.

Le maître-nageur lui sourit et tend la planche : « *Bien sûr, amuse-toi bien !* » **Succès, même si elle évite le contact visuel.**

- **Analyse :**

Forces : Emma réussit malgré sa timidité et la peur de l'interaction.

Améliorations possibles : Ajouter une alternative sans parole où elle peut simplement pointer du doigt la planche.

EMMA AU SUPERMARCHÉ

- **Mise en situation:**

Emma doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

- **Déroulement de l'interaction :**

Emma arrive à la caisse avec une boîte de biscuits en forme d'étoiles.

Elle évite de regarder le caissier et pose doucement la boîte sur le tapis roulant.

Elle serre sa peluche contre elle pour se rassurer.

Le caissier parle en premier « *Bonjour ! Tu veux acheter ceci? !* »

- **Réaction d'Emma:**

Elle hoche la tête mais ne parle pas.

- **Le jeu propose une option :**

Répondre verbalement (« *Oui, s'il vous plaît.* »).

Utiliser un bouton "hochement de tête"

Emma choisit l'option "hochement de tête"

Le caissier comprend et continue la transaction.

Succès, avec une approche alternative !

- **Analyse :**

Forces : Emma peut interagir sans être forcée de parler, ce qui réduit son stress. **Améliorations possibles :** Ajouter un système de réponses courtes pré-enregistrées (ex. "Oui" / "Merci" sur un bouton).

EMMA DANS LA MAISON DE RÉPIT

- **Mise en situation :**

Emma fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

- **Déroulement de l'interaction :**

Emma s'assoit seule dans un coin, concentrée sur son puzzle.

Elle remarque qu'il manque une pièce, mais ne veut pas demander directement. Elle commence à dessiner des constellations sur une feuille à côté du puzzle.

➤ **Le jeu active un système de renforcement :**

Une icône d'interaction avec l'intervenant s'affiche doucement.

Une phrase d'aide apparaît : « *Excuse-moi, peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

➤ **Réaction d'Emma :**

Elle attend quelques secondes, puis murmure la phrase.

L'intervenant lui sourit et dit : « *Bien sûr, essayons ensemble !* » **Succès !**

➤ **Analyse :**

Forces : L'interaction respecte son besoin d'observer avant d'agir.

Améliorations possibles : Ajouter un bouton "demander de l'aide" pour que l'intervenant vienne vers elle naturellement.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Emma a pu réussir toutes les interactions, mais avec des stratégies adaptées à sa timidité et à sa manière de communiquer.

➤ **Forces du jeu pour Emma**

Alternative non verbale possible (hochement de tête, pointer un objet).

Guidage progressif sans pression (indices visuels, temps de réflexion).

Interactions adaptées à son besoin d'observer d'abord.

➤ **Améliorations possibles**

Ajouter des boutons de réponse courte pour éviter le stress de parler.

Intégrer un mode où l'intervenant propose son aide spontanément, sans qu'Emma doive initier l'interaction.

Permettre à Emma de préparer ses phrases en amont pour la rassurer.

3. NOA

NOA DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation :**

Noa a oublié son crayon. Il doit demander à un camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction :**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Noa regarde son bureau et se rend compte qu'il n'a pas de crayon.

Il commence à se balancer légèrement d'avant en arrière pour se calmer.

Il regarde son voisin mais ne parle pas.

➤ **Le jeu active une aide**

Sa tablette de communication s'affiche avec une icône de crayon et une phrase : « *Peux-tu me prêter un crayon ?* »

➤ **Réaction de Noa**

Il touche l'icône sur sa tablette.

Son voisin entend la voix synthétique de la tablette dire : « *Peux-tu me prêter un crayon ?* »

Le camarade lui donne un crayon avec un sourire. **Succès !**

➤ **Analyse :**

Forces : Le jeu permet à Noa d'utiliser un mode de communication adapté sans pression.

Améliorations possibles : Ajouter une option où Noa peut **pointer un objet sur l'écran** pour demander visuellement au lieu de parler.

NOA À LA PISCINE

➤ **Mise en situation :**

Noa veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction :**

Noa arrive près du bassin.

Il ajuste ses lunettes teintées à cause de la luminosité forte.

Il voit les planches flottantes mais ne sait pas comment demander.

➤ **Le jeu active une aide visuelle :**

Un pictogramme de planche flottante s'affiche sur sa tablette avec une phrase pré-enregistrée.

➤ **Réaction de Noa :**

Il appuie sur l'icône.

Sa tablette dit : « *Puis-je avoir une planche, s'il vous plaît ?* »

Le maître-nageur lui sourit et lui tend une planche. **Succès !**

• **Analyse**

Forces : Noa peut interagir sans parler directement, ce qui réduit son stress.

Améliorations possibles : Ajouter un geste visuel (pointer la planche) pour renforcer la communication.

NOA AU SUPERMARCHÉ

➤ Mise en situation :

Noa doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ Déroulement de l'interaction :

Noa arrive à la caisse avec une boîte de puzzle.

Il regarde le tapis roulant avec fascination au lieu de parler.

Le caissier lui sourit et dit : « *Bonjour ! Tu veux acheter ceci ?* »

➤ Réaction de Noa

Le jeu lui propose deux options :

Appuyer sur sa tablette pour dire « *Oui, s'il vous plaît.* » Hocher la tête pour répondre sans parler.

Noa choisit d'appuyer sur sa tablette.

La voix synthétique dit « *Oui, s'il vous plaît.* »

Le caissier lui répond : « *D'accord, ça fait 10\$.* » **Succès !**

• Analyse

Forces : Noa peut interagir sans pression verbale.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour montrer un billet/une carte pour payer, afin qu'il puisse communiquer sans parler du tout.

NOA DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ Mise en situation :

Noa fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ Déroulement de l'interaction :

Noa est concentré sur son puzzle.

Il commence à se balancer légèrement lorsqu'il se rend compte qu'une pièce manque.

Il regarde autour de lui mais ne sait pas comment appeler l'intervenant.

➤ Le jeu active une aide :

Un pictogramme de puzzle avec une phrase s'affiche : « *Peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

➤ Réaction de Noa :

Il appuie sur la phrase sur sa tablette.

L'intervenant sourit et vient s'asseoir à côté de lui. « *Bien sûr ! Voyons ça ensemble.* » **Succès**

- **Analyse :**

Forces : Noa peut demander de l'aide sans parler, ce qui réduit son anxiété.

Améliorations possibles : Ajouter un bouton "attirer l'attention" si Noa ne sait pas comment commencer l'interaction.

CONCLUSION GÉNÉRALE:

Noa a réussi toutes les interactions, grâce à l'utilisation de sa tablette de communication et d'indices visuels.

- **Forces du jeu pour Noa :**

Utilisation intuitive de sa tablette pour communiquer.

Options pour répondre sans parler (hochement de tête, pictogrammes).

Guidage progressif et sans pression.

- **Améliorations possibles:**

Ajouter plus d'options gestuelles pour pointer des objets et éviter de toujours utiliser la tablette.

Proposer un mode où l'intervenant propose son aide en premier, pour faciliter l'initiation des interactions.

Ajouter un bouton d'appel discret pour attirer l'attention d'un adulte sans contact direct.

4. JADE

JADE DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation:**

Jade a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction:**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Jade fouille dans sa trousse, mais ne trouve pas son crayon.

Elle commence à stresser, car ce n'était pas prévu dans son emploi du temps.

- **Réaction de Jade**

Elle se tourne vers son voisin et pose une question qui n'a rien à voir : « *Tu sais quel est le plus grand dinosaure ?* » Son voisin est surpris et ne répond pas immédiatement.

- **Le jeu active une aide**

Un indice visuel montre un crayon avec une phrase suggérée : « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

➤ **Réaction de Jade**

Elle lit l'indice et répète la phrase, mais d'un ton légèrement mécanique.

Son voisin lui donne un crayon : « *Bien sûr, tiens !* »

Jade prend le crayon et pose immédiatement une autre question sur les dinosaures : « *Est-ce que tu sais que le T-Rex avait des plumes ?* » **Succès, mais avec une distraction en cours d'interaction.**

➤ **Analyse**

Forces : Le jeu permet de remettre Jade sur la bonne interaction grâce à un indice visuel.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour reformuler la question si elle commence à parler d'un autre sujet.

JADE À LA PISCINE

➤ **Mise en situation**

Jade veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Jade arrive près du bassin.

Elle est agacée par la texture du sol mouillé sous ses pieds et marche sur la pointe des pieds.

Elle regarde les planches mais ne sait pas comment formuler sa demande.

Le jeu active une aide visuelle

Un pictogramme de planche flottante apparaît avec une phrase suggérée : « *Puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?* »

➤ **Réaction de Jade**

Elle pose une question hors contexte : « Est-ce que les dinosaures savaient nager ? »

Le maître-nageur répond gentiment : « Je ne sais pas, mais tu veux une planche ? »

Jade se recentre sur la tâche et répond : « Oui, s'il vous plaît ! » **Succès après une petite distraction.**

• **Analyse**

Forces : Le maître-nageur réoriente l'interaction en douceur.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour répéter la demande, car elle peut se perdre dans une autre conversation.

JADE AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Jade doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Jade arrive à la caisse avec une figurine de dinosaure.

Elle est stressée par l'attente dans la file, car cela ne correspond pas à son emploi du temps habituel.

Elle commence à parler toute seule des dinosaures : « *Le tricératops avait trois cornes, mais elles servaient à quoi ?* »

Le caissier lui parle en premier

« *Bonjour ! Tu veux acheter ceci ?* »

➤ **Réaction de Jade**

Elle pose immédiatement une question sur les dinosaures : « *Tu sais qu'il y a eu des dinosaures marins ?* »

Le caissier rit et dit : « *C'est vrai ! Et donc, ça fera 10\$.* » Jade se recentre et paie en répétant doucement : « *Merci.* » **Succès, même si la conversation a dérivé.**

• **Analyse**

Forces : Le caissier gère bien la dérivation de la conversation sans casser l'interaction.

Améliorations possibles : Ajouter une aide discrète pour lui rappeler l'objectif de l'interaction.

JADE DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Jade fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Jade s'agite légèrement parce qu'elle ne trouve pas la pièce qui lui manque.

Elle pose immédiatement une question sur les dinosaures à l'intervenant, au lieu de demander de l'aide.

Le jeu active une aide

Un pictogramme avec une pièce de puzzle et une phrase suggérée : « *Peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

➤ **Réaction de Jade**

Elle regarde l'écran et répète la phrase suggérée.

L'intervenant lui sourit et dit : « *Bien sûr !* »

Une fois la pièce trouvée, elle repart immédiatement sur le sujet des dinosaures : « *Est-ce que tu sais combien de temps a vécu un brachiosaure ?* »

Succès avec un retour à son sujet préféré après l'interaction.

• **Analyse**

Forces : Jade réussit à demander de l'aide, malgré une tendance à dériver sur son sujet préféré.
Améliorations possibles : Ajouter un temps de réflexion pour lui permettre de reformuler elle-même avant de proposer un indice.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Jade a réussi toutes les interactions, mais elle a une forte tendance à ramener la conversation vers les dinosaures avant ou après la tâche demandée.

- **Forces du jeu pour Jade**

Indices visuels pour rester concentrée sur l'interaction.

Réactions bienveillantes des PNJ pour rediriger la conversation.

Possibilité de répondre malgré des distractions.

- **Améliorations possibles**

Ajouter un temps de préparation pour éviter qu'elle ne parle immédiatement d'un sujet hors contexte.

Tester un système de rappel doux si elle s'écarte trop de l'objectif de l'interaction. Permettre une redirection naturelle, où un PNJ peut lui répondre brièvement sur son sujet avant de recentrer l'interaction.

5. TOM

TOM DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Tom a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Tom réalise qu'il n'a pas de crayon.

Il commence immédiatement à expliquer en détail pourquoi il a oublié son crayon :

« En fait, hier soir, j'ai laissé mon crayon sur ma table, mais ensuite j'ai voulu tester un nouveau moteur pour mon robot et j'ai oublié de le remettre dans ma trousse... »

- **Réaction du camarade**

Son voisin est confus et ne sait pas s'il doit répondre.

- **Le jeu active une aide**

Un indice visuel apparaît avec une phrase courte : *« Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ? »*

- **Réaction de Tom**

Il lit l'indice et répète la phrase, mais ajoute immédiatement :

« En échange, je peux t'expliquer comment fonctionnent les engrenages dans un robot ! »

Le camarade lui donne un crayon : « Euh... oui, tiens. »

Succès, mais l'interaction devient plus complexe que nécessaire.

- **Analyse**

Forces : Le jeu aide Tom à formuler une demande claire malgré son besoin d'explications détaillées.

Améliorations possibles : Ajouter une option où le PNJ guide Tom vers une réponse plus concise.

TOM À LA PISCINE

- **Mise en situation**

Tom veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

Déroulement de l'interaction Tom arrive près du bassin.

Il fronce le nez et fait une grimace en sentant l'odeur du chlore.

Il commence à parler tout haut :

« L'eau chlorée a une réaction chimique avec la peau, tu savais ? Ça s'appelle l'oxydation... »

Le maître-nageur s'approche et demande :

« Tu veux une planche pour nager ? »

- **Réaction de Tom**

Il commence à expliquer en détail pourquoi il ne sait pas s'il veut une planche ou non.

Le jeu propose un rappel visuel avec la phrase « Oui, s'il vous plaît. »

Tom lit l'indice et reformule

Il dit : « Oui, s'il vous plaît... mais est-ce que la planche est en mousse ou en plastique dur ? »

Le maître-nageur lui tend une planche en souriant.

Succès, mais avec une déviation de la conversation.

- **Analyse**

Forces : Tom réussit à demander ce dont il a besoin avec un léger guidage.

Améliorations possibles : Ajouter une option où le maître-nageur pose une question fermée pour limiter les digressions.

TOM AU SUPERMARCHÉ

- **Mise en situation**

Tom doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

- **Déroulement de l'interaction**

Tom arrive à la caisse avec un robot en kit.

Il grimace en sentant un parfum fort sur le caissier.

Il dit tout haut : « *Beurk, ça sent très fort ici...* »

Le caissier rit et dit :

« *Oh, désolé ! Tu veux acheter ceci ?* »

➤ **Réaction de Tom**

Il ne répond pas tout de suite et commence à expliquer comment fonctionne le robot :

« *Ce kit est génial, tu vois, il y a un moteur à engrenages et...* »

➤ **Le jeu active une aide visuelle**

Une phrase courte apparaît : « *Oui, s'il vous plaît.* »

➤ **Tom reformule**

Il dit : « *Oui, s'il vous plaît... mais vous voulez voir comment il marche ?* »

Le caissier sourit et passe l'article en caisse.

Succès, mais avec une tentative de lancer une discussion technique.

➤ **Analyse**

Forces : Tom peut interagir avec succès, mais il est distrait par les odeurs et par son intérêt pour son robot.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour gérer les réactions aux stimuli sensoriels (ex. possibilité d'ignorer l'odeur avec une aide visuelle).

TOM DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Tom fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Tom observe les formes des pièces et commence à expliquer comment les puzzles sont similaires aux circuits imprimés.

Il ne demande pas d'aide directement, car il est absorbé par son raisonnement.

➤ **Le jeu active un rappel discret**

Une phrase apparaît : « *Peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

➤ **Réaction de Tom**

Il lit l'indice et répète la phrase, mais ajoute immédiatement :

« *Tu savais que les robots utilisent aussi des formes précises pour s'assembler ?* »

L'intervenant réagit intelligemment

« C'est super intéressant ! Trouvons la pièce d'abord, et après tu pourras m'expliquer. »

Succès avec un compromis conversationnel.

- **Analyse**

Forces : Tom réussit à formuler sa demande avec une aide visuelle.

Améliorations possibles : Ajouter une option où le PNJ pose une question fermée pour limiter les digressions.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Tom a réussi toutes les interactions, mais il a souvent dérivé vers ses sujets d'intérêt et a réagi aux stimuli sensoriels(odeurs).

- **Forces du jeu pour Tom**

Utilisation d'indices visuels pour reformuler ses phrases.

Réactions bienveillantes des PNJ pour rediriger la conversation.

Possibilité d'exprimer son intérêt pour les robots sans que cela bloque l'interaction.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une option où le PNJ guide Tom vers une réponse plus concise.

Tester un système de gestion des stimuli sensoriels (option pour indiquer que l'odeur ou le bruit est gênant).

Ajouter une option où le joueur peut choisir de parler de son sujet d'intérêt après l'interaction principale, pour éviter qu'il ne le fasse immédiatement.

6. LÉO

LÉO DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Léo a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Léo fouille sa trousse frénétiquement mais ne trouve pas de crayon.

Il commence immédiatement à parler très vite :

« Ohlala, j'ai perdu mon crayon ! Peut-être qu'il est tombé ? Non, je l'ai sûrement laissé à la maison ! Ou alors il est sous ma chaise ? Ah non, je l'avais hier soir... »

Le camarade le regarde, un peu perdu.

➤ **Le jeu active une aide visuelle**

Un indice apparaît avec la phrase : « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

➤ **Réaction de Léo**

Il lit l'indice, prend une grande inspiration et reformule :

« *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

Son camarade lui tend un crayon en souriant. **Succès après un moment de confusion.**

• **Analyse**

Forces : Léo a pu se recentrer sur l'interaction grâce à un indice visuel.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour calmer son excitation avant de parler (ex. une pause ou un rappel respiratoire).

LÉO À LA PISCINE

➤ **Mise en situation**

Léo veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Léo arrive près du bassin.

Il est très excité et commence à parler rapidement du système solaire :

« *Tu sais que Neptune est une planète gazeuse et qu'elle tourne super vite sur elle-même ?!* »

Le maître-nageur lui sourit et dit :

« *Oh c'est intéressant ! Tu veux une planche ?* »

➤ **Réaction de Léo**

Il continue sur son sujet :

« *Oui, et en plus, sur Neptune, il y a des tempêtes géantes qui...* » Le jeu propose une option de recentrage :

« *Répondre d'abord, puis parler des planètes après.* »

➤ **Léo lit l'indice et reformule**

Il dit : « *Oui, s'il vous plaît !* »

Le maître-nageur lui tend une planche et ajoute : « *Et alors, Neptune, elle est plus grande que la Terre ?* »

Léo est ravi et peut continuer sa discussion.

Succès avec une gestion de sa passion.

• **Analyse**

Forces : Le PNJ reconnaît l'intérêt de Léo mais lui rappelle l'objectif principal avant de discuter.

Améliorations possibles : Ajouter un Timer de pause avant qu’il ne parle, pour éviter qu’il ne se lance directement.

LÉO AU SUPERMARCHÉ

➤ Mise en situation

Léo doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

Déroulement de l’interaction

Léo arrive à la caisse avec une boîte de cartes sur l’espace.

Un bruit fort retentit dans le magasin (un bip de caisse fort).

Il sursaute violemment et se crispe.

Le caissier le remarque et parle doucement

« *Ça va ? Tu veux acheter ça ?* »

➤ Réaction de Léo

Il est encore tendu, alors il ne répond pas tout de suite.

Le jeu propose une aide sensorielle :

« Respire profondément avant de répondre. »

Léo prend une inspiration et répond

« *Oui, s’il vous plaît.* »

Le caissier valide son achat.

Succès après une réaction au bruit.

• Analyse

Forces : Le jeu aide Léo à gérer sa réaction au bruit avant de poursuivre l’interaction.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut anticiper et activer un mode “bruit réduit”.

LÉO DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ Mise en situation

Léo fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l’aide à un intervenant.

➤ Déroulement de l’interaction

Léo parle à voix haute tout seul sur l’astronomie pendant qu’il cherche la pièce.

Il ne pense pas à demander de l’aide, car il est absorbé dans ses pensées.

➤ Le jeu active une aide visuelle

Un pictogramme de puzzle avec une phrase suggérée : « *Peux-tu m’aider à trouver cette pièce ?* »

➤ **Réaction de Léo**

Il regarde l'écran, prend une pause et dit :

« Peux-tu m'aider à trouver cette pièce ? »

L'intervenant répond : « Oui bien sûr ! Et au fait, c'est quoi ta planète préférée ? »

Léo sourit et peut continuer sa discussion sur l'espace. **Succès après une distraction initiale.**

• **Analyse**

Forces : Le jeu l'aide à initier une demande, même s'il est distrait.

Améliorations possibles : Ajouter un rappel sonore pour lui signaler qu'il peut demander de l'aide.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Léo a réussi toutes les interactions, mais il a rencontré des difficultés à se recentrer et à gérer les bruits forts.

• **Forces du jeu pour Léo**

Guidage pour formuler des réponses courtes avant de parler de ses intérêts.

Soutien pour gérer les réactions aux bruits soudains.

Réactions bienveillantes des PNJ pour éviter les frustrations.

• **Améliorations possibles**

Ajouter une option de pause avant qu'il ne parle, pour l'aider à organiser sa pensée.

Tester un mode de réduction du bruit pour anticiper les réactions aux sons forts.

Permettre un rappel sonore ou visuel s'il oublie d'initier une interaction.

7. ALICE

ALICE DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation**

Alice a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Alice regarde son bureau, réalise qu'elle n'a pas de crayon, mais n'ose pas parler.

Elle évite le regard de son voisin et regarde plutôt une mouche qui vole près de la fenêtre.

➤ **Le jeu active une aide discrète**

Un indice visuel apparaît avec une phrase courte : « *Prêter crayon ?* »

➤ **Réaction de Alice**

Elle chuchote la phrase incomplète : « Crayon ? »

Son voisin ne comprend pas tout de suite et lui demande : « Tu veux un crayon ? » Alice hoche la tête sans parler.

Le camarade lui tend un crayon : « Voilà. »

Succès, même avec une communication minimale.

• **Analyse**

Forces : Alice peut réussir une interaction avec un minimum de mots.

Améliorations possibles : Ajouter une option où elle peut pointer l'objet si parler est trop difficile.

ALICE À LA PISCINE

➤ **Mise en situation**

Alice veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Alice arrive près du bassin.

Elle n'aime pas les contacts physiques et garde ses distances avec les autres enfants.

Elle regarde une araignée d'eau flotter sur la piscine au lieu de se concentrer sur l'interaction.

Le maître-nageur s'approche doucement et lui demande :

« *Tu veux une planche pour nager ?* »

➤ **Réaction de Alice**

Elle ne répond pas immédiatement, toujours absorbée par l'insecte.

Le jeu active une option :

« *Hoche la tête pour dire oui.* »

Alice hoche la tête

Le maître-nageur comprend et lui tend une planche.

Succès, sans avoir à parler.

➤ **Analyse**

Forces : Alice peut réussir une interaction sans parler.

Améliorations possibles : Ajouter une icône pour pointer un objet si elle ne veut pas répondre verbalement.

ALICE AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Alice doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Alice arrive à la caisse avec un jouet en forme d'insecte.

Elle ne regarde pas le caissier, garde les yeux fixés sur l'objet.

Le caissier lui parle : « Bonjour ! Tu veux acheter ça ? »

➤ **Réaction de Alice**

Elle ne répond pas verbalement et reste silencieuse.

Le jeu active une aide visuelle

« *Hoher la tête ou appuyer sur un bouton 'oui' »*

Alice appuie sur 'oui' sur l'écran du jeu.

Le caissier comprend et valide l'achat.

Succès avec communication alternative.

• **Analyse**

Forces : Alice peut réussir une interaction sans parler ni établir de contact visuel.

Améliorations possibles : Ajouter une icône "payer" pour que l'action soit encore plus fluide.

ALICE DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Alice fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Alice est concentrée sur son puzzle, mais une fourmi passe sur la table et attire toute son attention.

Elle commence à suivre la fourmi du regard, oubliant son problème avec le puzzle.

➤ **Le jeu active une aide douce**

« *Besoin d'aide ? Appuie sur un bouton ou regarde l'intervenant. »*

➤ **Réaction de Alice**

Elle regarde l'intervenant sans parler.

L'intervenant comprend et demande : « Tu veux que je t'aide ? » Alice hoche la tête.

L'intervenant sourit et dit : « D'accord, voyons ça ensemble. » **Succès avec communication non verbale.**

• **Analyse**

Forces : Alice peut demander de l'aide avec des signaux non verbaux.

Améliorations possibles : Ajouter une option où l'intervenant prend l'initiative de proposer son aide.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Alice a réussi toutes les interactions, mais elle a utilisé très peu de mots et s'est beaucoup appuyée sur le langage non verbal.

- **Forces du jeu pour Alice**

Permet d'utiliser des signaux non verbaux (hochement de tête, regard).

Les PNJ sont patients et adaptent leur communication.

Alternatives sans parole pour réussir chaque interaction.

- **Améliorations possibles**

Ajouter un bouton "pointer un objet" pour exprimer ses besoins sans parler.

Tester une option où les PNJ devinent et posent des questions fermées pour faciliter l'interaction.

Permettre à Alice de préparer ses phrases avec des pictogrammes avant une interaction.

8. NATHAN

NATHAN DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Nathan a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Nathan réalise qu'il n'a pas de crayon, mais au lieu de parler, il commence à réciter un dialogue de son jeu préféré :

« *Objectif en cours : trouver un crayon ! Chargement...* » Le camarade le regarde, confus.

- **Le jeu active une aide visuelle**

Une phrase suggérée apparaît : « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

- **Réaction de Nathan**

Il lit l'indice et répète la phrase, mais ajoute un son de jeu vidéo :

« *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ? Ding ! Niveau réussi !* »

Son voisin rit et lui donne un crayon : « *Ok, voilà !* » **Succès, avec une touche de jeu vidéo.**

- **Analyse**

Forces : Nathan a pu formuler sa demande malgré son écholalie.

Améliorations possibles : Ajouter une option où le jeu adapte la phrase avec un thème gaming pour qu'il se sente plus à l'aise.

NATHAN À LA PISCINE

➤ Mise en situation

Nathan veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ Déroulement de l'interaction

Nathan arrive près du bassin.

Il entend un bruit de ventilation qui l'agace, ce qui le distrait de son objectif.

Il se met à répéter un son de jeu vidéo au lieu de parler.

Le maître-nageur attend une réponse.

➤ Le jeu active une aide sensorielle

« Besoin d'aide ? Mets ton casque antibruit virtuel. »

➤ Réaction de Nathan

Il active l'option "réduction du bruit", ce qui l'aide à se concentrer.

Il regarde l'écran et récite la phrase suggérée : « Planche flottante activée ! Peux-tu m'en prêter une ? » Le maître-nageur rit et lui tend une planche.

Succès après adaptation aux bruits parasites.

• Analyse

Forces : Nathan peut mieux interagir grâce à un filtre sonore virtuel.

Améliorations possibles : Ajouter un **système de prévisualisation** où Nathan peut voir l'interaction avant de la vivre.

NATHAN AU SUPERMARCHÉ

➤ Mise en situation

Nathan doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ Déroulement de l'interaction

Nathan arrive à la caisse avec une boîte de figurines de jeux rétro.

Il commence à **réciter une phrase de jeu** :

« Pièces collectées ! Passage au niveau suivant. »

Le caissier sourit mais attend une réponse claire.

➤ Le jeu active une aide de structuration

« Ajoute une phrase courte après ton jeu. »

➤ Réaction de Nathan

Il ajuste son discours et dit :

« *Je veux acheter ça, s'il vous plaît. Mission accomplie !* »

Le caissier valide l'achat.

Succès avec adaptation progressive.

➤ **Analyse**

Forces : Nathan parvient à insérer la phrase correcte malgré son écholalie.

Améliorations possibles : Ajouter une option de script prévisible pour l'aider à préparer ses phrases.

NATHAN DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Nathan fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Il commence à réciter un son de chargement de jeu au lieu de demander de l'aide.

Il ne pense pas à parler directement à l'intervenant.

➤ **Le jeu active une aide douce**

« *Besoin d'aide ? Regarde l'intervenant et demande-lui.* »

➤ **Réaction de Nathan**

Il lève la tête, regarde l'intervenant et formule une phrase :

« *Mission puzzle : je cherche cette pièce. Peux-tu m'aider ?* »

L'intervenant sourit et répond : « *Bien sûr, on va la trouver !* »

Succès après un temps d'adaptation.

• **Analyse**

Forces : Nathan réussit l'interaction en adaptant son langage gaming.

Améliorations possibles : Ajouter un rappel interactif pour l'encourager à initier la conversation plus tôt.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nathan a réussi toutes les interactions, mais il a eu besoin d'aides pour structurer ses phrases et éviter que son écholalie prenne trop de place.

➤ **Forces du jeu pour Nathan**

Permet d'intégrer ses phrases inspirées du jeu vidéo dans des interactions sociales.

Gestion des bruits de fond pour l'aider à se concentrer.

Guidage doux pour initier les interactions sans forcer un changement brusque de comportement.

➤ **Améliorations possibles**

Ajouter un mode où Nathan peut voir les dialogues à l'avance pour mieux se préparer. Tester une option où il peut pré-enregistrer ses phrases pour qu'elles soient plus fluides. Intégrer un rappel pour limiter les répétitions excessives, tout en valorisant son style de communication unique.

9. MILA

MILA DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation**

Mila a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Mila réalise qu'elle n'a pas de crayon.

Elle observe la situation calmement, puis se tourne vers son voisin.

➤ **Réaction de Mila**

Elle dit d'un ton précis :

« *Bonjour, j'ai oublié mon crayon. Peux-tu m'en prêter un, s'il te plaît ?* »

Son voisin lui tend un crayon : « *Bien sûr !* » Mila prend le crayon et ajoute :

« *Merci. Je te le rends à la fin du cours.* » **Succès immédiat, sans hésitation.**

• **Analyse**

Forces : Mila formule une demande claire et efficace sans difficulté.

Améliorations possibles : Ajouter une option où Mila pourrait choisir entre plusieurs formulations selon le contexte (ex. polie, directe, rapide).

MILA À LA PISCINE

• **Mise en situation**

Mila veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

• **Déroulement de l'interaction**

Mila arrive près du bassin.

Elle observe où sont rangées les planches avant d'aller voir le maître-nageur.

▪ **Réaction de Mila**

Elle formule une demande directe :

« *Bonjour, puis-je emprunter une planche flottante, s'il vous plaît ?* »

Le maître-nageur lui tend une planche et lui répond : « *Bien sûr, voici.* »

Mila ajoute : « *Merci. Je la ramène dans combien de temps ?* » **Succès, avec un sens de l'organisation.**

➤ **Analyse**

Forces : Mila gère l'interaction de façon autonome et logique.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où Mila pourrait demander des détails précis (ex. taille de la planche, durée d'utilisation).

MILA AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Mila doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Mila arrive à la caisse avec une boîte d'énigmes.

Elle observe le caissier et la file d'attente, restant patiente.

➤ **Réaction de Mila**

Elle pose la boîte sur le tapis et dit :

« *Bonjour, je souhaite acheter cet article.* »

Le caissier scanne l'article et dit : « *Ça fait 10\$.* »

➤ **Réponse de Mila**

Elle paie en demandant :

« *Pouvez-vous me confirmer la politique de retour si l'article ne me convient pas ?* »

Le caissier lui explique et Mila répond simplement « *Merci.* » **Succès avec une interaction bien structurée.**

• **Analyse**

Forces : Mila anticipe les étapes de l'interaction et pose une question pertinente.

Améliorations possibles : Ajouter une option où Mila peut choisir de simplifier son interaction pour aller plus vite.

Mila dans la Maison de Répit

• **Mise en situation**

Mila fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

• **Déroulement de l'interaction**

Mila essaie d'abord de résoudre le problème seule.

Elle trie les pièces méthodiquement, mais une pièce semble manquer.

- **Réaction de Mila**

Elle va voir l'intervenant et dit :

« Excusez-moi, je pense qu'une pièce du puzzle est manquante. Pouvez-vous vérifier s'il y en a d'autres ? »

L'intervenant lui sourit et l'aide à chercher.

Après quelques secondes, il dit : « Ah, elle était sous la table ! »

Mila répond : « Merci. Je vais la placer maintenant. » **Succès, avec une approche logique et précise.**

- **Analyse**

Forces : Mila préfère résoudre un problème avant de demander de l'aide.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où Mila peut formuler une question alternative, par exemple « Est-ce que je peux terminer sans cette pièce ? ».

CONCLUSION GÉNÉRALE

Mila a réussi toutes les interactions, avec un style de communication clair, logique et structuré.

- **Forces du jeu pour Mila**

Permet d'utiliser un langage précis et efficace.

Favorise l'autonomie dans la résolution de problèmes.

Interactions adaptées à son besoin d'ordre et de clarté.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une option où Mila peut choisir entre plusieurs niveaux de détails dans sa réponse.
Tester un mode où elle peut interagir avec des PNJ qui ont des styles de communication moins directs, pour s'adapter à différentes situations.

Permettre une interaction plus fluide avec les autres enfants, car Mila pourrait préférer des conversations plus logiques que sociales.

10. GABRIEL

GABRIEL DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Gabriel a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Gabriel se rend compte qu'il n'a pas de crayon, mais ne montre aucune émotion.

Il prend quelques secondes pour analyser la situation, puis se tourne vers son voisin.

➤ **Réaction de Gabriel**

Il dit d'un ton plat et direct :

« *J'ai oublié mon crayon. Peux-tu m'en prêter un ?* »

Son camarade lui tend un crayon : « *Oui, tiens.* »

Gabriel répond simplement : « *Merci.* » puis se remet à écrire sans autre interaction.

Succès immédiat, interaction minimale.

• **Analyse**

Forces : Gabriel va droit au but, ce qui le rend efficace dans ses interactions.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut choisir d'ajouter un élément social, comme un sourire ou un remerciement plus chaleureux.

GABRIEL À LA PISCINE

➤ **Mise en situation**

Gabriel veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Gabriel arrive près du bassin.

Il évite les groupes d'enfants qui courent autour de la piscine.

Il attend que le maître-nageur ne soit pas occupé avant d'aller le voir.

➤ **Réaction de Gabriel**

Il formule sa demande de manière **courte et neutre** :

« *Je veux une planche.* »

Le maître-nageur lui sourit et demande : « *Tu peux reformuler avec une phrase plus polie ?* »

➤ **Le jeu propose une alternative**

Un indice s'affiche : « *Peux-tu me prêter une planche, s'il vous plaît ?* »

➤ **Réaction de Gabriel**

Il répète la phrase sans émotion :

« *Peux-tu me prêter une planche, s'il vous plaît ?* »

Le maître-nageur lui tend une planche : « *Bien sûr, amuse-toi bien !* » **Succès avec ajustement de sa communication.**

- **Analyse**

Forces : Gabriel sait formuler des demandes courtes et claires.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut apprendre à adapter son ton pour paraître plus engageant.

GABRIEL AU SUPERMARCHÉ

- **Mise en situation**

Gabriel doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

- **Déroulement de l'interaction**

Gabriel arrive à la caisse avec un casse-tête en bois.

Il pose le produit sur le tapis roulant sans regarder le caissier.

Réaction du caissier

« *Bonjour ! Ça fera 10\$.* »

- **Réaction de Gabriel**

Il paie sans rien dire, puis attend son produit. Le caissier lui tend son sac et dit : « *Bonne journée !* » Gabriel ne répond pas et s'en va directement.

- **Le jeu active un rappel social**

Une bulle s'affiche : « *Tu peux dire 'merci' ou 'bonne journée' en retour.* »

- **Réaction de Gabriel après l'aide**

Il dit d'un ton neutre : « Merci. » et part.

Succès avec un rappel social.

- **Analyse**

Forces : Gabriel est efficace et structuré dans ses interactions.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour qu'il apprenne à reconnaître les signaux sociaux (ex. importance du retour de politesse).

GABRIEL DANS LA MAISON DE RÉPIT

- **Mise en situation**

Gabriel fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

- **Déroulement de l'interaction**

Il essaie de résoudre le problème seul pendant plusieurs minutes.

Il ne montre aucune frustration, mais semble bloqué.

➤ **L'intervenant lui demande :**

«*Tu veux que je t'aide ?* »

➤ **Réaction de Gabriel**

Il répond simplement :

«*Oui. Il manque une pièce.* »

L'intervenant l'aide à chercher et trouve la pièce.

➤ **L'intervenant essaie de discuter avec lui**

«*Tu aimes les puzzles ?* »

➤ **Réaction de Gabriel**

Il répond par un fait :

«*Oui. C'est logique.* » puis il continue son puzzle sans engager la conversation.

Succès, mais interaction minimale.

- **Analyse**

Forces : Gabriel exprime ses besoins sans détour.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut apprendre à poser une question en retour, pour prolonger l'interaction sociale.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Gabriel a réussi toutes les interactions, mais ses réponses étaient très brèves et factuelles, sans échange émotionnel ou social approfondi.

- **Forces du jeu pour Gabriel**

Permet d'utiliser un langage direct et précis.

Encourage des interactions structurées sans pression émotionnelle.

Aide discrète pour améliorer la politesse et le retour social.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une option où il peut pratiquer des réponses plus engageantes (ex. utiliser un ton plus chaleureux).

Tester un mode où il doit répondre à une question ouverte pour encourager l'échange social.

Intégrer un système de feedback sur les signaux sociaux (ex. l'importance de répondre à un « bonne journée »).

11. HANA

HANA DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ **Mise en situation**

Hana a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Hana se rend compte qu'elle n'a pas de crayon, mais ne demande pas immédiatement. Elle regarde son voisin et commence à parler :

« Tu savais que dans la *mythologie grecque*, *Hermès était le messager des dieux et qu'il écrivait super vite ? Moi, je n'ai pas de crayon, mais si j'étais Hermès, je pourrais écrire avec une plume magique... »*

➤ **Le camarade la regarde, un peu perdu.**

➤ **Le jeu active une aide visuelle**

Une bulle de dialogue s'affiche : « *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

➤ **Réaction de Hana**

Elle lit l'indice et reformule :

« *Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ?* »

Son voisin lui donne un crayon : « *Oui, tiens.* »

Elle ajoute immédiatement :

« *Tu savais qu'en Égypte, ils écrivaient sur des papyrus ?* »

Succès, mais avec une déviation immédiate vers son sujet préféré.

• **Analyse**

Forces : Hana parvient à formuler sa demande après un guidage.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour l'aider à rester concentrée sur l'interaction principale avant de changer de sujet.

HANA À LA PISCINE

➤ **Mise en situation**

Hana veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Hana arrive près du bassin.

Elle observe l'eau et se met à raconter une histoire spontanément :

« *Tu savais que Poséidon contrôlait les mers et les tempêtes ? Si j'avais un trident magique, je pourrais commander les vagues !* »

➤ **Le maître-nageur l'écoute mais attend une demande claire.**

➤ **Le jeu active une aide douce**

Une bulle s'affiche : « *Demande d'abord, puis raconte ton histoire après.* »

➤ **Réaction de Hana**

Elle lit l'indice et reformule :

« *Puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?* »

Le maître-nageur lui donne une planche : « *Bien sûr, la voici.* »

Elle enchaîne immédiatement :

« *Merci ! Et tu savais que dans l'Odyssée, Ulysse a affronté des tempêtes terribles ?* » **Succès avec gestion de sa digression.**

• **Analyse**

Forces : Hana parvient à structurer sa demande avec une aide.

Améliorations possibles : Ajouter un rappel interactif lui suggérant d'attendre un moment avant d'ouvrir une nouvelle conversation.

HANA AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Hana doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Hana arrive à la caisse avec un livre sur la mythologie.

Elle pose le livre sur le tapis roulant et commence immédiatement à parler :

« *Tu savais que dans la mythologie nordique, Odin avait deux corbeaux qui lui apportaient des nouvelles du monde entier ?* »

➤ **Le caissier sourit mais attend qu'elle dise qu'elle veut acheter son article.**

➤ **Le jeu active un rappel visuel**

Une bulle s'affiche : « *Dis d'abord que tu veux acheter l'article.* »

➤ **Réaction de Hana**

Elle reformule :

« *Bonjour, je veux acheter ce livre, s'il vous plaît.* »

Le caissier scanne le livre et dit : « *Ça fait 12\$.* » Hana paie et ajoute :

« *Et au fait, tu savais que les Vikings croyaient qu'un dragon géant vivait sous la terre ?* »

Succès avec guidage pour organiser son discours.

• **Analyse**

Forces : Hana peut réussir une interaction sociale avec un rappel clair.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où elle apprend à observer si son interlocuteur est intéressé avant de lancer un long récit.

HANA DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Hana fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Elle essaie plusieurs pièces, puis se met à raconter une histoire sur un labyrinthe mythologique au lieu de demander de l'aide.

➤ **L'intervenant l'écoute, mais attend qu'elle exprime son besoin.**

➤ **Le jeu active une aide**

Une phrase apparaît : « *Demande d'abord de l'aide, puis raconte ton histoire après.* »

➤ **Réaction de Hana**

Elle lit l'indice et reformule :

« *Excuse-moi, peux-tu m'aider à trouver cette pièce ?* »

L'intervenant l'aide et trouve la pièce.

Hana ajoute immédiatement :

« *C'est drôle, ça me rappelle le labyrinthe du Minotaure...* » **Succès avec aide pour structurer son interaction.**

• **Analyse**

Forces : Hana peut structurer ses interactions avec un rappel clair.

Améliorations possibles : Ajouter une option où elle peut apprendre à limiter la longueur de ses histoires selon le contexte.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Hana a réussi toutes les interactions, mais elle a souvent eu besoin d'aide pour formuler sa demande avant de lancer une discussion plus large.

• **Forces du jeu pour Hana**

Encourage une organisation claire du discours (demander avant de raconter une histoire).

Intègre son goût pour les récits tout en structurant ses interactions sociales.

Aide discrète pour recentrer la conversation.

• **Améliorations possibles**

Ajouter un indicateur visuel sur l'intérêt de son interlocuteur (ex. si le PNJ semble occupé ou pressé).

Tester un mode où elle apprend à attendre un moment avant d'ouvrir une discussion plus longue.

12. RAYAN

RAYAN DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ Mise en situation

Rayan a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

➤ Déroulement de l'interaction

Le professeur commence à dicter un exercice.

Rayan réalise qu'il n'a pas de crayon et parle très fort sans s'en rendre compte :

« *HÉ ! TU PEUX ME PRÊTER UN CRAYON ?* »

➤ Le camarade sursaute légèrement.

➤ Le jeu active une aide sur le volume de la voix

Une jauge sonore apparaît avec un rappel : « *Parle un peu plus doucement.* »

➤ Réaction de Rayan

Il répète la phrase avec un ton plus modéré :

« *Tu peux me prêter un crayon, s'il te plaît ?* » Son voisin lui tend un crayon : « *Bien sûr, tiens.* »

Rayan ajoute en souriant :

« *Merci ! Batman n'utilise jamais de crayon, mais moi oui !* » **Succès après ajustement du volume.**

• Analyse

Forces : Le jeu aide Rayan à prendre conscience de son volume vocal.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut tester son volume avant de parler.

RAYAN À LA PISCINE

➤ Mise en situation

Rayan veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ Déroulement de l'interaction

Rayan arrive près du bassin.

Il court et fait des mouvements exagérés, comme s'il était un super-héros.

Il imite la voix d'un personnage de dessin animé et crie :

« JE SUIS AQUAMAN ! JE VEUX UNE PLANCHE FLOTTANTE ! »

➤ **Le maître-nageur rit mais attend une demande plus appropriée.**

➤ **Le jeu active une aide comportementale**

Une bulle s'affiche : « *Parle avec ta voix normale.* »

➤ **Réaction de Rayan**

Il s'arrête un instant, puis reformule :

« *Excuse-moi, puis-je emprunter une planche, s'il vous plaît ?* »

Le maître-nageur lui donne la planche et dit en souriant :

« *Bien sûr, Aquaman. Mais marche au lieu de courir, d'accord ?* » **Succès après ajustement du ton et du comportement.**

• **Analyse**

Forces : Le jeu aide Rayan à canaliser son énergie sans la brimer.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où il peut s'exprimer de manière ludique après avoir bien formulé sa demande.

RAYAN AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Rayan doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Rayan arrive à la caisse avec une figurine de super-héros.

Il fixe intensément le caissier mais ne comprend pas son regard perplexe.

Le caissier dit : « *Bonjour ! Tu veux acheter ça ?* »

➤ **Réaction de Rayan**

Il parle très vite et très fort :

« *OUI ! C'EST SUPERMAN, IL EST INCASSABLE ! MAIS TU SAIS QU'IL A UNE FAIBLESSE, LA KRYPTONITE ?* »

➤ **Le jeu active un rappel sur le volume et la structure de la conversation**

Un message apparaît : « *Réponds d'abord à la question, puis parle de Superman.* »

➤ **Rayan ajuste sa réponse**

Il reformule en baissant un peu le volume :

« *Oui, s'il vous plaît.* »

Le caissier scanne l'article et dit : « *Ça fera 15\$.* » Rayan paie et ajoute :

« *Est-ce que vous aimez Superman ?* »

Succès après aide sur la structuration de l'interaction.

- **Analyse**

Forces : Rayan apprend à répondre de manière structurée avant de parler de son sujet favori.

Améliorations possibles : Ajouter une jauge de volume sonore en temps réel pour lui permettre de s'auto-réguler.

RAYAN DANS LA MAISON DE RÉPIT

- **Mise en situation**

Rayan fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

- **Déroulement de l'interaction**

Il s'agite en tapant sur la table comme s'il était un super-héros en pleine mission.

Il s'exclame très fort :

« **ALERTE ! IL MANQUE UNE PIÈCE ! NOUS AVONS UN PROBLÈME !** »

- **L'intervenant sourit mais attend une demande plus claire.**

- **Le jeu active un rappel comportemental**

Une bulle s'affiche : « *Demande calmement de l'aide.* »

- **Réaction de Rayan**

Il prend une pause, puis dit :

« *Peux-tu m'aider à trouver cette pièce, s'il te plaît ?* »

L'intervenant l'aide et lui donne la pièce.

Rayan sourit et dit :

« *Mission accomplie !* »

Succès après ajustement du ton.

- **Analyse**

Forces : Rayan apprend à canaliser son énergie en restant expressif.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où il peut exprimer son enthousiasme après avoir structuré sa demande.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Rayan a réussi toutes les interactions, mais a souvent dû ajuster son volume de voix et structurer son discours.

- **Forces du jeu pour Rayan**

Apprentissage progressif de la modulation de la voix.

Guidage pour structurer une réponse avant de parler de ses passions.

Encouragement de son expressivité tout en l'aidant à mieux s'adapter aux interactions sociales.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une jauge de volume sonore en temps réel pour qu'il puisse s'auto-réguler.

Tester une option où il peut "jouer le super-héros" après avoir bien structuré son interaction. Ajouter un mode où il apprend à interpréter les réactions des autres (ex. s'il parle trop fort ou trop vite, voir comment l'interlocuteur réagit).

13. ZOÉ

ZOÉ DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Zoé a oublié son crayon. Elle doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Zoé se rend compte qu'elle n'a pas de crayon, mais ne parle pas. Elle regarde son voisin sans dire un mot, puis détourne les yeux.

- **Le jeu active une aide visuelle**

Une icône apparaît avec l'option « *Pointer le crayon du voisin* ».

- **Réaction de Zoé**

Elle appuie sur l'icône, et son avatar pointe du doigt le crayon du voisin.

Le camarade comprend et lui tend un crayon : « Tiens Zoé ! »

Zoé hoche la tête en guise de remerciement.

Succès avec communication non verbale.

- **Analyse**

Forces : Le jeu permet à Zoé de communiquer sans parler.

Améliorations possibles : Ajouter une icône pour afficher un sourire ou un hochement de tête en guise de remerciement.

ZOÉ À LA PISCINE

- **Mise en situation**

Zoé veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Zoé arrive près du bassin.

Elle est perturbée par le bruit des éclaboussures et les cris des autres enfants.

Elle se bouche les oreilles et évite de regarder les gens autour d'elle.

➤ **Le jeu propose une aide sensorielle**

Un bouton “réduction du bruit” permet d’atténuer les sons trop forts.

➤ **Réaction de Zoé**

Elle appuie sur le bouton, ce qui baisse le volume des bruits environnants.

Elle regarde les planches mais ne va pas vers le maître-nageur.

Le jeu propose une aide visuelle

Une icône apparaît avec l’option « Pointer la planche ».

➤ **Zoé appuie sur l'icône**

Le maître-nageur comprend et lui tend une planche sans lui poser de questions.

Zoé prend la planche sans contact visuel et s'éloigne.

Succès sans communication verbale.

• **Analyse**

Forces : Le jeu aide Zoé à gérer le bruit et à communiquer sans parler.

Améliorations possibles : Ajouter une option où le maître-nageur pose une question simple pour encourager une mini-interaction.

ZOÉ AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Zoé doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Zoé arrive à la caisse avec un aquarium miniature.

Elle pose l'article sur le tapis sans regarder le caissier.

➤ **Le caissier lui parle**

« Bonjour ! Tu veux acheter ça ? »

➤ **Réaction de Zoé**

Elle ne répond pas, mais hoche légèrement la tête.

Le jeu propose une icône “confirmer par un hochement de tête” Zoé appuie sur l'icône, et son avatar fait un signe affirmatif.

Le caissier comprend et scanne l'article. Zoé paie et prend son sac sans parler.

Succès avec interaction minimale.

- **Analyse**

Forces : Zoé peut finaliser une transaction sans stress.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour activer une voix synthétique préenregistrée qui dit « Oui » à sa place.

ZOÉ DANS LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Zoé fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Elle doit demander de l'aide à un intervenant.

➤ **Déroulement de l'interaction**

Zoé est concentrée, mais une bulle d'air dans l'aquarium de la pièce attire son attention.

Elle fixe l'aquarium au lieu de son puzzle et oublie son problème.

➤ **Le jeu propose une aide**

Un rappel s'affiche : « *Tu peux demander de l'aide si tu es bloquée.* »

➤ **Réaction de Zoé**

Elle ne parle pas mais regarde l'intervenant.

➤ **Le jeu active une icône "attirer l'attention"**

Zoé appuie dessus et l'intervenant comprend.

L'intervenant dit : « *Tu veux de l'aide, Zoé ?* » Zoé hoche la tête.

L'intervenant l'aide à trouver la pièce.

Succès avec communication non verbale.

➤ **Analyse**

Forces : Zoé peut exprimer un besoin sans parler.

Améliorations possibles : Ajouter une option où l'intervenant propose spontanément son aide pour éviter qu'elle ne se bloque trop longtemps.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Zoé a réussi toutes les interactions, mais a préféré éviter le contact visuel et utiliser des gestes plutôt que de parler.

- **Forces du jeu pour Zoé**

Offre une communication non verbale efficace.

Inclut un mode de réduction des bruits pour gérer son hypersensibilité.

Permet d'interagir sans forcer le langage verbal.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une voix pré-enregistrée qui dit des mots simples comme “Oui” ou “Merci”.

Tester une option où les PNJ s'adaptent à elle et posent des questions fermées (ex. « Tu veux ça ? » plutôt que « Que veux-tu ? »).

Intégrer une alerte pour aider Zoé à se recentrer si elle est absorbée par un détail sensoriel.

14. ÉLIAS

ÉLIAS DANS LA SALLE DE CLASSE

- **Mise en situation**

Élias a oublié son crayon. Il doit demander à son camarade de lui en prêter un.

- **Déroulement de l'interaction**

Le professeur commence à dicter un exercice.

Élias regarde son bureau et se rend compte qu'il n'a pas de crayon.

Il regarde son voisin mais n'ose pas parler tout de suite.

- **Le jeu active une aide visuelle**

Une icône de crayon avec un pictogramme de demande apparaît sur son écran.

- **Réaction de Élias**

Il appuie sur l'icône, et son avatar affiche un message sur son écran :

« Peux-tu me prêter un crayon, s'il te plaît ? »

Son voisin comprend et lui tend un crayon : « Tiens. » Élias hoche la tête en guise de remerciement.

Succès avec une aide pictographique.

- **Analyse**

Forces : Le jeu offre une solution hybride entre pictogrammes et communication verbale.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où Élias peut essayer de dire la phrase après l'avoir vue sur son écran.

ÉLIAS À LA PISCINE

- **Mise en situation**

Élias veut emprunter une planche flottante et doit demander au maître-nageur.

- **Déroulement de l'interaction**

Élias arrive près du bassin.

Il observe d’abord les autres enfants prendre des planches avant d’oser avancer.
Il préfère utiliser un pictogramme plutôt que de parler.

➤ **Le jeu propose une option pictographique**

Une **icône de planche flottante** avec une phrase suggérée apparaît.

➤ **Réaction de Élias**

Il appuie sur l’icône et son avatar affiche un texte :

« Puis-je emprunter une planche, s’il vous plaît ? »

Le maître-nageur lui tend une planche sans poser de question.

Élias fait un geste de remerciement avec la main.

Succès avec communication alternative.

➤ **Analyse**

Forces : Élias peut interagir sans pression verbale.

Améliorations possibles : Ajouter une option pour tester un mot à l’oral après la phrase pictographique.

ÉLIAS AU SUPERMARCHÉ

➤ **Mise en situation**

Élias doit payer un produit à la caisse et interagir avec le caissier.

➤ **Déroulement de l’interaction**

Élias arrive à la caisse avec une carte du monde qu’il veut acheter.

Il observe le caissier sans parler et hésite à poser l’article sur le tapis.

➤ **Le caissier lui parle doucement**

« *Bonjour ! Tu veux acheter ça ?* »

➤ **Le jeu propose une option pictographique ou verbale**

Une bulle apparaît avec deux options :

Appuyer sur une icône “Oui”.

Essayer de dire “Oui” à l’oral.

➤ **Réaction de Élias**

Il appuie sur l’icône “Oui”.

Le caissier scanne l’article et lui demande : « Tu aimes les cartes ? » Élias sourit et hoche la tête, mais ne parle pas.

Succès avec une interaction minimale.

- **Analyse**

Forces : Le jeu lui permet d'interagir sans forcer la parole.

Améliorations possibles : Ajouter un mode où Élias peut tester une phrase courte après un premier hochement de tête.

ÉLIAS DANS LA MAISON DE RÉPIT

- **Mise en situation**

Élias fait un puzzle mais ne trouve pas la bonne pièce. Il doit demander de l'aide à un intervenant.

- **Déroulement de l'interaction**

Il essaie plusieurs fois sans succès, puis regarde l'intervenant mais ne parle pas.

- **Le jeu propose une aide discrète**

Un bouton "Demander de l'aide" s'affiche avec une phrase pictographique.

- **Réaction de Élias**

Il appuie sur le bouton, et son écran affiche :

« Peux-tu m'aider à trouver cette pièce ? »

L'intervenant comprend immédiatement et lui répond : « Oui, voyons ça ensemble. »
Élias hoche la tête et attend calmement.

Succès avec communication non verbale assistée.

- **Analyse**

Forces : Élias peut exprimer un besoin sans parler.

Améliorations possibles : Ajouter une option où il peut tester un mot simple après avoir utilisé un pictogramme.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Élias a réussi toutes les interactions, mais a préféré utiliser des pictogrammes plutôt que parler.

- **Forces du jeu pour Élias**

Propose une alternative pictographique efficace.

Permet une transition douce vers l'oralité en option. Encourage la communication sans pression.

- **Améliorations possibles**

Ajouter une option où Élias peut essayer un mot après avoir utilisé un pictogramme. Tester un mode où il peut voir une phrase affichée et la répéter à son rythme.

Intégrer un indicateur pour l'aider à prendre confiance et parler progressivement

15. SAMI

SAMI DANS LA SALLE DE CLASSE

➤ Mise en situation

Sami a oublié son crayon. Il regarde son voisin, mais ne veut pas le toucher pour attirer son attention.

➤ Le jeu active une aide :

Une icône "regarder l'interlocuteur pour signaler qu'il a besoin de parler".

➤ Réaction de Sami :

Il regarde son voisin et dit simplement :

« Crayon ? »

Son camarade comprend et lui donne un crayon :

« Tiens. »

Succès avec communication minimale.

SAMI À LA PISCINE

➤ Mise en situation

Sami veut une planche mais n'aime pas toucher des objets humides.

Le jeu propose une aide :

Option pour demander sans contact en pointant.

➤ Réaction de Sami :

Il pointe la planche et dit :

« Planche. »

Le maître-nageur lui donne la planche sans contact.

Succès, sans toucher l'objet.

SAMI AU SUPERMARCHÉ

➤ Mise en situation

Sami arrive à la caisse avec un livre de recettes, mais évite de toucher la monnaie.

Le jeu active une option :

Paiement sans contact.

➤ Réaction de Sami :

Il tend une carte sans contact et dit :

« *Merci.* »

Succès avec adaptation sensorielle.

SAMI A LA MAISON DE RÉPIT

➤ **Mise en situation**

Sami fait un puzzle, mais évite de toucher certaines pièces rugueuses.

Le jeu active une aide tactile :

Option pour signaler qu'il préfère des pièces plus lisses.

➤ **Réaction de Sami :**

Il montre une pièce à l'intervenant et dit :

« *Trop rugueux. Autre ?* »

L'intervenant comprend et lui donne une autre pièce. Succès avec adaptation sensorielle.