

---

**Analyse, synthèse et  
développement  
d'environnements virtuels  
pour l'évaluation et la  
rééducation de  
pathologies chez l'enfant**

---

Rapport de stage pour  
l'obtention du Master 2  
Photonique, Signal &  
Imagerie

---

Sofiane BOUCHAREB  
Marouane AMMAR

---

Encadré par :  
Paul Richard

---


Le 26-06-2015

---

## ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Nous, soussignés ..... Sofiane BOUCHAREB et Marouane AMMAR .....,  
déclarent être pleinement conscients que le plagiat de documents ou d'une partie  
d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une  
violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, nous nous  
engageons à citer toutes les sources qu'on a utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

Signature :

Lu et approuvé  
  
M. Bouchareb

Lu et Approuvé  
MAR 40

# Remerciements

On tient à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à **Mr. Paul Richard** de nous avoir encadré dans notre stage de Master 2, pour son aide précieux dont il nous a fait profiter, les conseils qu'il nous a prodigués ont beaucoup facilités notre travail.

On adresse nos sincères remerciements à tous les intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant notre projet.

En fin, on remercie tous nos enseignants du Master : Photonique, signal et imagerie, ainsi qu'à nos amis de la promo.

Marouane Ammar & Sofiane Bouchareb

# TABLE DES MATIÈRES

---

Remerciements	i
Résumé	ii
Tables des figures	iii
Introduction Générale	1
<b>Partie 1</b>	<b>3</b>
<b>I. Chapitre I : Présentation</b>	<b>4</b>
Introduction	5
I.1 Présentation des unités d'accueils	6
I.1.1 Le CERHIO	6
I.1.2 LARIS	6
I.2 Projet de recherche EnJeu[x]	7
I.2.1 Les axes de recherches	7
I.2.2 Les partenaires du projet	8
I.2.2.1 Les partenaires principaux	8
I.2.2.2 Les partenaires associés	8
I.3 Outils, logiciels et applications	9
I.3.1 Outils	9
I.3.1.1 Kinect <sup>TM</sup>	9
I.3.1.2 LEAP Montion <sup>TM</sup>	10
I.3.1.3 Oculus Tift <sup>TM</sup>	10
I.3.2 Logiciels	11
I.3.2.1 Unity 3D	11
I.3.2.2 Processing	11
I.3.3 Environnements virtuels	12
I.3.3.1 Rehab Island	12
I.3.3.2 Virtual Shopping	13
I.3.3.3 Hand Rehabilitation Pack	14

I.3.3.4 Box-and-blocks test-----	16
I.3.3.5 EmotiBox-----	16
Conclusion-----	18
<b>II.    Chapitre 2 : Les techniques de réalité virtuelle et outils numériques mis en œuvre pour l'évolution et la rééducation chez l'enfant-----</b>	<b>19</b>
Introduction-----	20
II.1 Définition de la réalité virtuelle-----	21
II.2 Les domaines de la réalité virtuelle-----	21
II.2.1 Sciences et techniques-----	21
II.2.2 Sciences humaines et sciences du vivant-----	22
II.3 La santé-----	22
II.3.1 La thérapie par réalité virtuelle-----	23
II.3.2 La réalité virtuelle au secours de l'autisme-----	23
II.3.3 Rééducation des accidents vasculaires cérébraux (AVC)-----	25
Conclusion-----	26
<b>Partie 2-----</b>	<b>27</b>
<b>III.    Chapitre 3 : Résultats &amp; Discussion-----</b>	<b>28</b>
Introduction-----	29
III.1 EmotiGame-----	30
III.1.1 Contexte du projet-----	30
III.1.1.1 Jeu n° 1 : Reconnaître une émotion sur un visage-----	30
III.1.1.2 Jeu n° 2 : Trouver l'intrus-----	31
III.1.2 Les améliorations réalisées -----	31
III.1.2.1 Jeu n° 1 : Changement des images-----	31
III.1.2.2 Jeu n° 2 : L'ajout du 3ème jeu-----	32
III.1.2.3 L'affichage-----	33
III.1.2.4 La nouvelle interface-----	35
III.2 Environnement virtuel : Jurassic Island-----	35
III.2.1 L'état de l'existant-----	36

III.2.2 Les améliorations réalisées -----	36
III.2.2.1 Luminosité de l'environnement-----	36
III.2.2.2 Changement de périphériques d'entrées/sorties-----	37
III.2.2.3 L'ajout d'éléments dans l'ile-----	37
III.2.2.4 Création d'un menu-----	39
III.2.3. Système d'analyses des données-----	41
Conclusion Générale-----	43
Bibliographie	

# RÉSUMÉ

---

La réalité virtuelle est utilisée dans de nombreuses applications en-dehors de l'ingénierie. Depuis plusieurs années, elle est ainsi devenue quasiment incontournable dans l'univers du jeu vidéo et du divertissement. Aujourd'hui, la réalité virtuelle trace sa voie dans l'industrie des sciences de la vie en tant qu'outil pour la recherche médicale pour traiter les phobies sociales, à l'autisme, l'obésité, ou pour l'évaluation et la rééducation motrice et cognitive.

Notre stage s'inscrit dans le cadre du projet régional EnJeu[x] et plus particulièrement dans l'axe 5 « Enjeux de santé publique ». Un des objectifs de cet axe est le développement d'environnements virtuels pour l'évaluation et la rééducation de troubles et pathologies de l'enfant. Notre travail a ainsi consisté à :

Travailler sur l'amélioration et l'ajout de fonctionnalités dans un environnement 3D déjà existant (Île Virtuelle).

Continuer notre projet du premier semestre : logiciel EmotiGame destiné à des enfants atteints d'autisme.

**Mots-clés :** Réalité virtuelle, Environnements virtuels, Troubles de comportement, Autisme, Unity3D, Processing.

# ABSTRACT

---

Virtual reality is used in many applications outside of engineering. For several years, it has become almost unavoidable in the world of video games and entertainment. Today, virtual reality traces its way into the life sciences industry as a tool for medical research or treating social phobias, autism, obesity, or for the assessment and cognitive and motor rehabilitation.

Our internship is part of the regional project EnJeu [x] and especially in the axis 5 « public health issues ». Among the objectives of this axis is the development of virtual environments for evaluation and rehabilitation of disorders and pathologies of the child. Our work has consisted of:

Work on improving and adding features to an existing 3D environment (Virtual Island).

Continue our project the first half: EmotiGame software for the children with autism.

**Keywords:** Virtual reality, virtual environments, behavioral disorder, Autism, Unity3D, Processing

# TABLE DES FIGURES

---

I-1: Kinect™ .....	9
I-2 : LEAP Motion™ .....	10
I-3: l'Oculus Rift™ .....	10
I-4 : Fenêtres principales d'Unity3D .....	11
I-5 : Fenêtre de Processing (droite) permettant d'écrire les codes source.....	12
I-6 : Rehab Island .....	13
I-7 : Virtual Shopping .....	13
I-8 : Hand Rehabilitation Pack .....	14
I-9 : Jeu de l'attrape œuf (à droite) le mouvement des mains .....	14
I-10 : Jeu de Grab (à droite) le mouvement des mains .....	15
I-11 : Jeu de l'avion (à droite) le mouvement des mains .....	15
I-12 : Box-and-blocks test en configuration non-immersive (a) et en configuration immersive (b).....	16
I-13 : Illustration du module de reconnaissance d'expressions faciales de La plateforme EmotiBox .....	16
I-14 : Illustration du module de visualisation des émotions .....	17
II-1 : Exemple de thérapie par réalité virtuelle .....	23
II-2 : L'utilisation de technologies .....	24
II-3 : La réalité virtuelle dans la rééducation.....	25
III-1 : Visage affiché: Cas de bonne et mauvaise réponse.....	30
III-2 : Trouver l'intrus : Cas de la peur.....	31
III-3 : Exemples d'images utilisées.....	31
III-4 : le 1er prototype « Reconnaître une émotion sur un visage » .....	32



III-5 : le 2ème prototype « Trouver l'intrus » .....	32
III-6 : le 3ème prototype « Trouver les paires d'émotions » .....	33
III-7 : Visage affiché : Emotion de la peur, cas de bonne réponse.....	33
III-8 : L'intrus est la joie.....	34
III-9 : Les paires d'émotions : cas bonne réponse.....	34
III-10 : La page d'accueil d'EmotiGame.....	35
III-11 : Ile virtuelle à l'origine du projet.....	36
III-12 : Réglage de la luminosité du l'environnement.....	37
III-13 : Gestionnaire d'entrées (droite) la manette Xbox utilisée.....	37
III-14 : L'ajout d'éléments perturbants.....	38
III-15 : L'ajout de caillou pour l'identification de l'itinéraire à suivre.....	38
III-16 : Objets à identifier.....	39
III-17 : Moment de disparition d'objet trouvé et sélectionné par l'enfant.....	39
III-18 : Interface principale de l'application.....	40
III-19 : La fenêtre d'information personnelle.....	40
III-20 : La fenêtre des objets à trouver.....	41
III-21 : Pour quitter le jeu.....	42
III-22 : Jurassic Island.....	42
III-23 : Déplacement de patient.....	43
III-24 : Fichier des résultats des exercices.....	43

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

Le grand public connaît encore mal la réalité virtuelle et l'expression évoque des images de jeux vidéo dans bien des esprits. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, le divertissement est loin d'être au centre des enjeux de cette technologie et les environnements virtuels (EVs) ont en fait des applications dans bien d'autres domaines (architecture, ingénierie, science de l'éducation, santé, etc.).

La réalité virtuelle (RV) est actuellement utilisée dans de nombreuses applications et se développe de manière importante grâce en particulier à l'industrie du jeu vidéo (cartes graphiques 3D, moteurs 3D temps-réel, moteurs physiques, périphériques de visualisation et d'interaction). La RV est ainsi devenue incontournable dans l'univers du jeu vidéo et du divertissement.

Que cela soit pour traiter les phobies sociales ou les pathologies liées aux troubles de l'attention, à l'autisme, l'obésité, ou pour l'évaluation et la rééducation motrice et cognitive, la réalité virtuelle est devenue une technique utilisée par les médecins et praticiens hospitaliers.

Notre stage de Master (4 mois, allant d'Avril à Juillet) s'inscrit dans le cadre du projet régional ENJEU[x], et plus particulièrement dans l'axe 5 « Enjeux de santé publique ». Un des objectifs de cet axe est le développement d'environnements virtuels pour l'évaluation et la rééducation de troubles et pathologies de l'enfant. Notre travail a ainsi consisté à :

- Travailler sur l'amélioration et l'ajout de fonctionnalités dans un environnement 3D déjà existant (Île Virtuelle).
- Continuer notre projet du premier semestre : logiciel EmotiGame destiné à des enfants atteints de troubles du comportement.
- Développer un prototype logiciel basé sur l'approche du Barre-Joe (test psychologique papier-crayon utilisé au laboratoire LPPL de l'Université d'Angers).

Ces travaux sont présentés en deux parties dans ce rapport. La première proposera dans un premier chapitre une présentation des unités d'accueils (le Centre des recherches historiques de l'Ouest **CERHIO** et le Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes **LARIS**). Par la suite, nous présenteront le projet régional de recherche Enjeu[x]. Enfin, nous présenteront la partie consacrée aux différents logiciels, outils et applications existants au LARIS. Le deuxième chapitre présentera les techniques de réalité virtuelle et outils numériques mis en œuvre pour l'évaluation et la rééducation chez l'enfant.

La seconde partie du rapport, plus expérimentale, développe notre approche théorique et la concrétise de manière pratique à travers la réalisation de différents prototypes (Ile virtuelle, Barre-joe et EmotiGame).

# *Partie 1*

## Chapitre I

---

# Présentation

### Introduction :

Ce chapitre a pour objectif de présenter les unités d'accueils (le Centre des recherches historiques de l'Ouest **CERHIO** et le Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes **LARIS**) dans lesquelles nous avons effectué notre stage. Dans un deuxième temps, nous

présentons le projet régional EnJeu[x] qui constitue le contexte dans lequel nous avons travaillé. Enfin, nous décrivons les différents logiciels, outils et applications existants au LARIS, qui ont un intérêt potentiels pour le projet EnJeu[x].

## I.1 Présentation des unités d'accueils :

### I.1.1 Le CERHIO :

Le **C**entre de **R**echerches et **H**istoriques de l'**O**uest, est une unité mixte de recherche située à Angers (université d'Angers), Lorient (université de Bretagne-Sud), Le Mans (université du Maine), Rennes (université Rennes 2 Haute Bretagne, centre administratif). Le CERHIO Angers, est situé à la maison des sciences humaines.

Parmi les axes de recherches, on trouve :

- Pouvoirs et engagements politiques et religieux
- Fonctionnement et représentations des Sociétés
- De la terre à la mer, espaces et échanges

Actuellement l'effectif est de :

- 22 enseignants-chercheurs permanents
- 18 enseignants-chercheurs ou chercheurs associés

### I.1.2 LARIS :

Le **L**aboratoire **A**ngevin de **R**echerche en **I**ngénierie des **S**ystèmes, est un laboratoire issu de deux laboratoires de l'Université d'Angers : le LASQUO (Laboratoire en sûreté de fonctionnement, qualité et organisation) et le LISA (Laboratoire en Ingénierie des Systèmes Automatisés). Le secrétariat du LARIS est situé à l'École d'Ingénieurs de l'Université d'Angers (ISTIA).

Il se compose de 3 équipes interconnectées :

- Systèmes Dynamiques et Optimisation (SDO)
- Information, Signal, Image et Sciences du Vivant (ISISV)
- Sûreté de Fonctionnement et aide à la Décision (SFD)

L'effectif actuel est de :

- 54 enseignants-chercheurs dont 24 HDR
- 1 ingénieur de recherche
- 2 ingénieurs d'études
- 1 secrétaire
- 29 doctorants
- 1 post-doctorant
- 1 Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche

## I.2 Projet de recherche EnJeu[x] :

Le projet pluridisciplinaire EnJeu[x], initié par l'Université d'Angers, est l'un des lauréats de l'appel à projets « Dynamiques scientifiques » lancé par la Région Pays de la Loire. Durant 5 ans, 130 enseignants-chercheurs de Nantes, Angers et Le Mans vont faire converger leurs connaissances autour d'une thématique : l'enfance et la jeunesse. Initié par des laboratoires de sciences humaines, le projet EnJeu[x] rassemble aujourd'hui 18 structures de recherches, aux compétences variées (ingénierie, pédiatrie, sciences de l'éducation, nutrition).

### I.2.1 Les axes de recherches :

Cinq axes de recherches, découpés chacun en trois sous-thématiques, ont été définis :

➤ **Développement, éducation, apprentissage :**

- 1 - Aide aux apprentissages et prévention des difficultés
- 2 - Le rapport des jeunes aux savoirs, à l'école, à l'éducation
- 3 - Le point de vue des enfants sur leur bien-être, à l'école et en dehors

➤ **Filiations, familles :**

- 1 - Images et mutations familiales
- 2 - L'enfant et ses origines (généalogie)
- 3 - Comparaisons internationales des notions de filiations et d'expressions des parentalités

➤ **Cultures, imaginaires, médiation :**

- 1 - La pratique de lecture des jeunes
- 2 - Les enjeux du récit
- 3 - Imaginaires plurilingues

➤ **Droits, citoyenneté :**

- 1 - Approches transnationales des droits des enfants
- 2 - Institutions, paroles des enfants et des jeunes
- 3 - Les espaces éducatifs et de loisirs

➤ **Enjeux de santé publique :** Le LARIS travaille sur ce 5<sup>ème</sup> axe.

- 1 - Maladies de l'enfant, vulnérabilité et handicap
- 2 - Santé et environnement numérique : avantages ou inconvénients
- 3 - La construction médicale de l'enfance et de l'adolescence



Notre travail se situe dans le contexte de l'axe 5 et plus précisément dans le thème 2 « santé et environnement numérique : avantages ou inconvénients ». Notre objectif est multiple, il consiste en (1) l'étude des différents logiciels et applications disponibles au LARIS pouvant servir à l'évaluation et/ou la rééducation de troubles cognitifs, comportementaux ou sociaux chez l'enfant, (2) au développement de prototypes numériques basés sur des tests papier-crayon existants.

## **I.2.2 Les partenaires du projet :**

Le projet EnJeu[x] fédère 16 laboratoires, la Structure fédérative de recherche Confluences, la Maison des sciences de l'Homme Ange-Gépin, et la « grappe d'entreprises » Nova Child.

### **I.2.2.1 partenaires principaux :**

- Le Centre de recherches historiques de l'Ouest (Cerhio)
- Le Centre de recherche en éducation de Nantes (Cren)
- Le Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL)
- Langues, littérature, linguistique des universités d'Angers et du Maine (3L.AM)
- La Maison des sciences de l'Homme Ange-Guépin (MSH)
- la SFR Confluences (recherches pluridisciplinaires en lettres, langues et sciences humaines)
- le cluster Nova Child

### **I.2.2.2 partenaires associés :**

- le Laboratoire de recherche en ingénierie des systèmes (Laris) et CHU d'Angers
- Violences, identités, politiques et sports (Vip&s)
- Biologie neurovasculaire et mitochondriale intégrée (BNMI) et CHU d'Angers
- Espace et sociétés (ESO)
- Physiologie des adaptations nutritionnelles (Phan) et CHU Nantes
- le Centre de recherche en archéologie, archéosciences, histoire (Creaah)
- le Centre Jean Bodin (recherche juridique et politique)
- le Centre de recherche interdisciplinaire en langue anglaise (Crila)
- le Laboratoire d'économie et de management de Nantes-Atlantique (Lemna)
- le Centre de recherche en cancérologie Nantes-Angers/CHU d'Angers (CRCNA)
- Centre of expertise and Research in Retailing (Essca-Cerr)

## I.3 Outils, logiciels et applications:

Cette partie est consacrée à la description des différents périphériques d'interaction, logiciels et applications du LARIS que nous avons étudié.

### I.3.1 Outils :

Parmi les périphériques d'interaction les plus intéressants pour le projet ENJEU[X], on trouve principalement des capteurs de mouvement (Kinect™ ou LEAP motion™).

#### I.3.1.1 La Kinect™ :

La Kinect™ est un périphérique d'entrée destiné principalement à la console Xbox 360. Elle permet de contrôler des jeux vidéo de manière gestuelle, grâce à des caméras RGB et infrarouge (IR). La Kinect™ a été conçue par Microsoft en septembre 2008 et permet aux concepteurs de jeux vidéo et d'applications de réalité virtuelle de pouvoir interagir avec l'ordinateur de manière naturelle et intuitive. Outre son prix très abordable, son grand intérêt par rapport aux systèmes précédents réside dans sa capacité à capturer en temps réel l'ensemble des mouvements du corps du sujet, en cela sans marqueurs (*figure I-1*).



**Figure I-1: Kinect™**

La nouvelle version de la Kinect™, par sa précision accrue, permet de mesurer, par traitement d'images IR, le rythme cardiaque, le mouvement des doigts, l'orientation de la tête ainsi que les expressions faciales.

### **I.3.1.2 Le LEAP Motion™ :**

A la différence de la Kinect™, qui est à l'origine utilisée pour capter les mouvements du corps, effectués dans un large espace de travail, le LEAP Motion™, a été développé pour enregistrer les mouvements, plus fins, des doigts de la main de l'utilisateur (**figure I-2**). Ceci est possible grâce à un jeu de 2 caméras IR et de 3 diodes intégrées à un petit boîtier. Le système se connecte avec ordinateur via le port USB.



**Figure I-2: LEAP Motion™**

### **I.3.1.3 L'Oculus Rift™:**

L'Oculus Rift™ est un périphérique de réalité virtuelle qui offre la possibilité d'immerger un sujet humain au sein d'un monde tridimensionnel. L'appareil se présente sous la forme d'un masque recouvrant les yeux et attaché au visage par une sangle fermée à l'arrière du crâne (**figure I-3**). Une dalle graphique est placée à quelques centimètres en face des yeux, perpendiculairement à l'axe du regard. Cet écran affiche deux images visualisées à travers deux lentilles situées en face de chaque œil, dans le but d'augmenter le champ visuel.



**Figure I-3: L'Oculus Rift™**

### I.3.2 Logiciels :

Les logiciels les plus utilisés au LARIS sont Unity 3D et Processing.

#### I.3.2.1 Unity 3D :

Unity3D est un moteur de jeu, c'est-à-dire un ensemble de composants logiciels qui effectuent des calculs physiques et géométriques et permettent l'affichage d'un monde virtuel autonome et en interaction avec un utilisateur.

Unity3D permet l'intégration de modèles 3D représentant différents éléments (objets) du monde, et l'ajout de scripts qui régissent le comportement des différents éléments. Ces scripts peuvent être écrits en différents langages, à savoir le C#, le Javascript et le Boo. Ils sont ensuite attachés aux différents objets de la scène. (*figure I-4*)

Une des particularités d'Unity3D est de proposer une licence gratuite qui, même si elle propose moins de caractéristiques que la version payante, permet de créer des mondes et des comportements très proches de ceux d'autres moteurs payants. Unity3D permet également d'exporter les applications vers de nombreux supports, du web aux consoles de jeu en passant par les dispositifs mobiles.

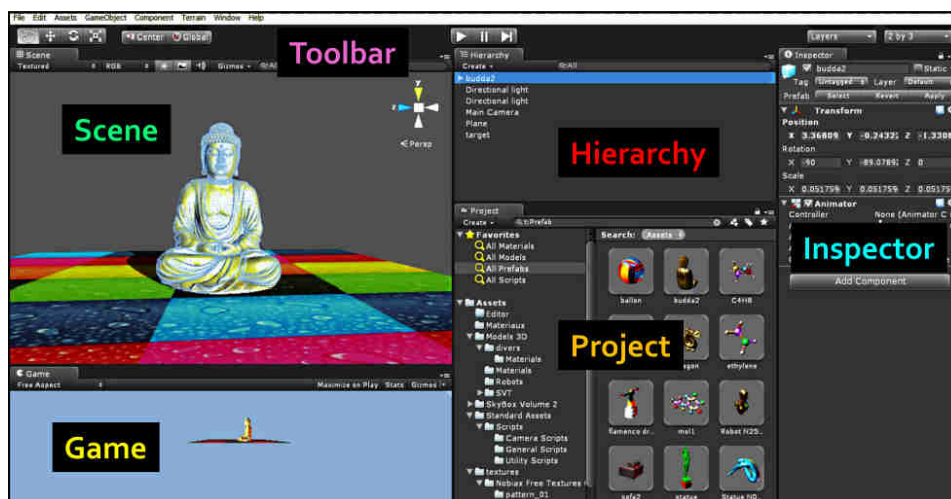


Figure I-4 : Fenêtres principales d'Unity3D

#### I.3.2.2 Processing:

Processing est un environnement de développement libre basée sur une librairie java. Les programmes réalisés avec Processing peuvent être lus par les navigateurs internet équipés du plug-in java, mais aussi sous forme d'applications indépendantes pour Windows, Linux ou Mac OS X (en réalité n'importe quelle machine disposant d'une Machine virtuelle Java). (*figure I-5*).

Le principe majeur de Processing est sa simplicité, dans la mise en œuvre des programmes comme dans la syntaxe du langage. Adapté à la création graphique, Processing réclame moins d'efforts que Java pour effectuer des tâches simples telles que la modification d'une animation à intervalle régulier (qui permet des créations animées). Ses fonctionnalités sont limitées aux besoins des créateurs d'images 2D et 3D générées par programmation mais peuvent être étendues, par le biais de modules externes, à la capture d'un flux vidéo, à la génération et à la manipulation de sons, à l'interfaçage des ports d'entrées-sorties, etc.

Processing s'adresse aux artistes en « arts numériques » et aux graphistes, notamment dans le domaine du graphisme d'information et dans celui du graphisme génératif. Il permet d'élaborer des sketches pouvant être relativement complexes.

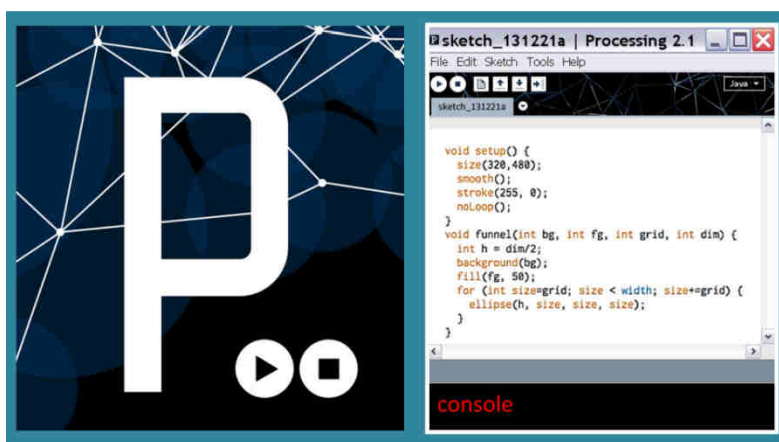


Figure I-5 : Fenêtre de Processing (droite) permettant d'écrire les codes sources

### I.3.3 Environnements Virtuels :

Parmi des environnements virtuels du LARIS destinés à l'évaluation et la rééducation de troubles moteurs et cognitifs on trouve les suivants :

#### I.3.3.1 Rehab Island :

Rehab Island est un Environnement virtuel destiné à l'évaluation et la rééducation d'enfants avec paralysie cérébrale. Développée dans le cadre d'une collaboration avec le Centre des Capucins à Angers (S. N'Guyen, M. Dinomais) et Tokyo University of Science (Pr. T. Yamaguchi), cette plateforme utilise une Kinect<sup>TM</sup>. Ainsi l'enfant ne porte aucun capteur sur lui pendant les exercices. Le système offre la possibilité d'amplifier de manière progressive les mouvements de l'enfant, et effectue une projection des mouvements dans un plan vertical (*figure I-6*).



**Figure I-6: Rehab Island**

Le monde virtuel est une île dans laquelle les exercices prennent place. Un coach virtuel (hippocampe) est utilisé pour donner des instructions à l'enfant, pour le motiver et lui indiquer d'éventuels problèmes (l'enfant est trop excité, il effectue des mouvements inappropriés etc.). Afin de conserver l'enfant dans un état de motivation acceptable, le système intègre également une capacité d'auto-adaptation de la difficulté. Ainsi la vitesse des objets que doit attraper l'enfant diminue si le système détecte une baisse de la performance (score).

### **I.3.3.2 Virtual Shopping:**

Virtual Shopping est un Environnement virtuel innovant destiné à l'évaluation de troubles sociologiques, cognitifs et comportementaux. Le sujet se déplace dans le magasin afin de collecter une liste des produits et se présente à la caisse, (**figure I-7**). Différentes techniques de navigation et d'interaction ont été développées et testées. Celles-ci sont basées sur l'utilisation de la Kinect™ ou du GamePad™ de Microsoft. Contrairement à la plupart des magasins existants, celui-ci est peuplé de personnages virtuels auquel l'expérimentateur peut affecter des comportements vis-à-vis de l'environnement virtuel mais également vis-à-vis du sujet qui se déplace et remplit son caddie.

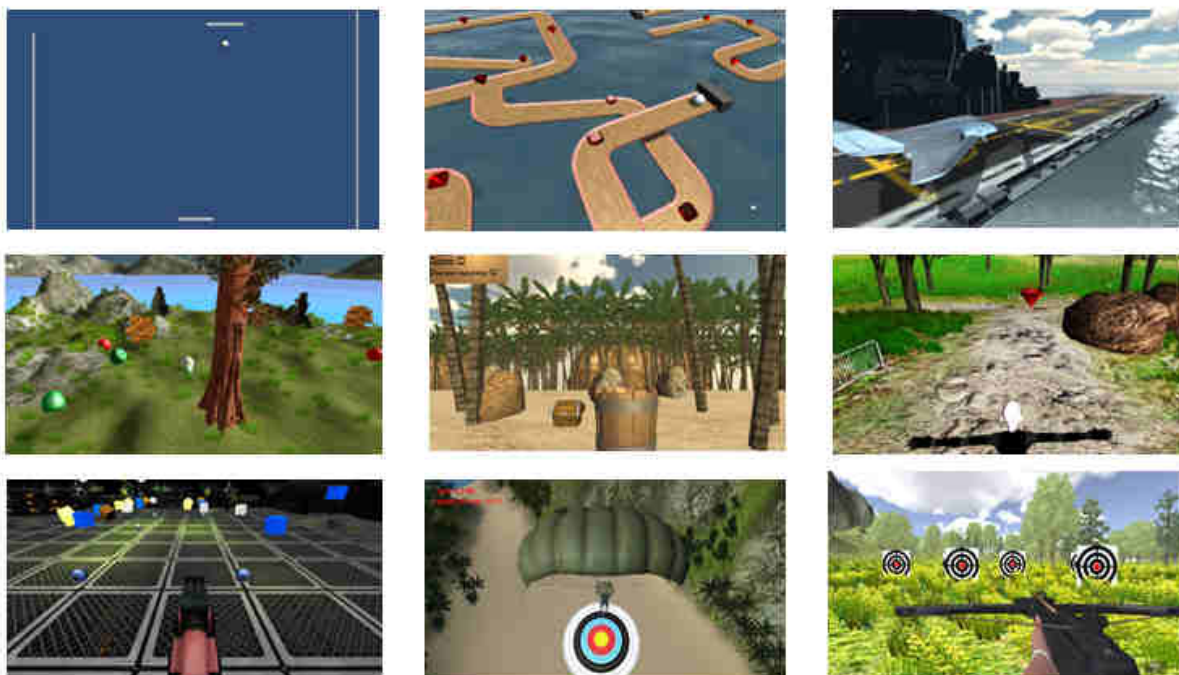


**Figure I-7: Virtual Shopping**



### I.3.3.3 Hand Rehabilitation Pack

Ce pack intègre différents jeux impliquant différents mouvements de la main et des doigts (**figure I-8**). Ces mouvements sont enregistrés via un LEAP motion™.



**Figure I-8: Hand Rehabilitation Pack**

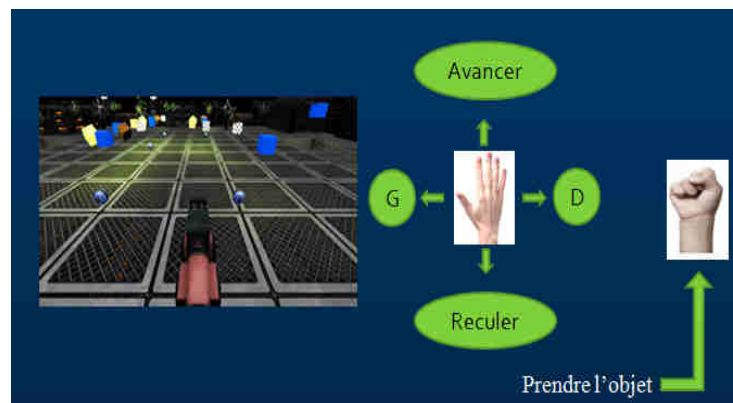
Parmi ces jeux de pack :

- Jeu de l'attrape œuf: L'objectif de ce jeu est de capturer dans le panier le plus d'œufs/fruits possibles. Pour cela vous devez déplacer le panier de droite à gauche avec la main (**figure I-9**).



**Figure I-9: Jeu de l'attrape œuf (à droite) le mouvement des mains**

- Jeu du Grab : L'objectif de ce jeu est d'attraper un à un les objets sur le sol à l'aide d'un l'outil, puis de les déposer dans le compartiment qui leur correspond (association des couleurs), (*figure I-10*).



**Figure I-10: Jeu de Grab (à droite) le mouvement des mains**

- Jeu de l'avion : Il consiste à diriger un avion et ainsi essayer d'aller le plus loin possible avec comme objectif de passer dans les anneaux. Plusieurs mouvements et configurations gestuelles peuvent être demandés (main à plat, etc.). Afin de simplifier l'interaction, les mouvements de l'avion se font dans un plan vertical. (*figure I-11*).

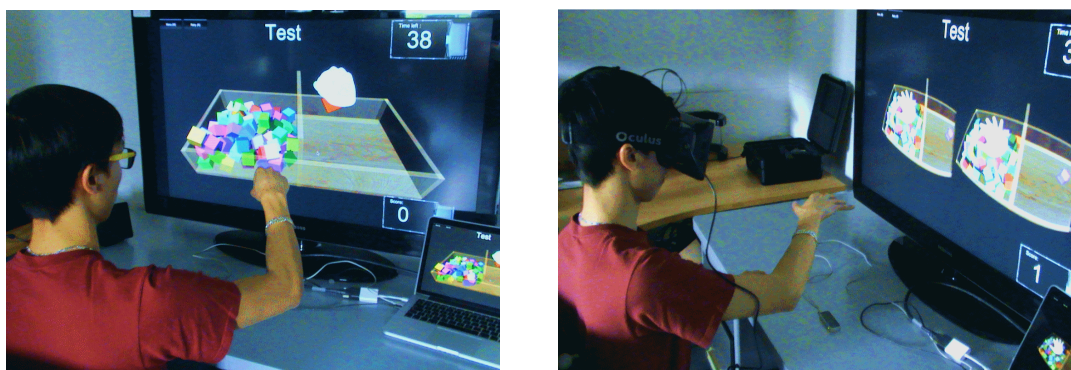


**Figure I-11: Jeu de l'avion (à droite) le mouvement des mains**



#### I.3.3.4 Box-and-blocks test:

L'objectif de ce test est de déplacer, en 1 minute, le plus grand nombre de cubes d'un coté à l'autre de la boîte. L'interaction se fait par défaut à la souris, mais peut également utiliser des mouvements de mains via l'utilisation d'un LEAP Motion<sup>TM</sup> (*figure I-12*).



(a)

(b)

**Figure I-12: Box-and-blocks test en configuration non-immersive (a) et en configuration immersive (b)**

#### I.3.3.5 EmotiBox:

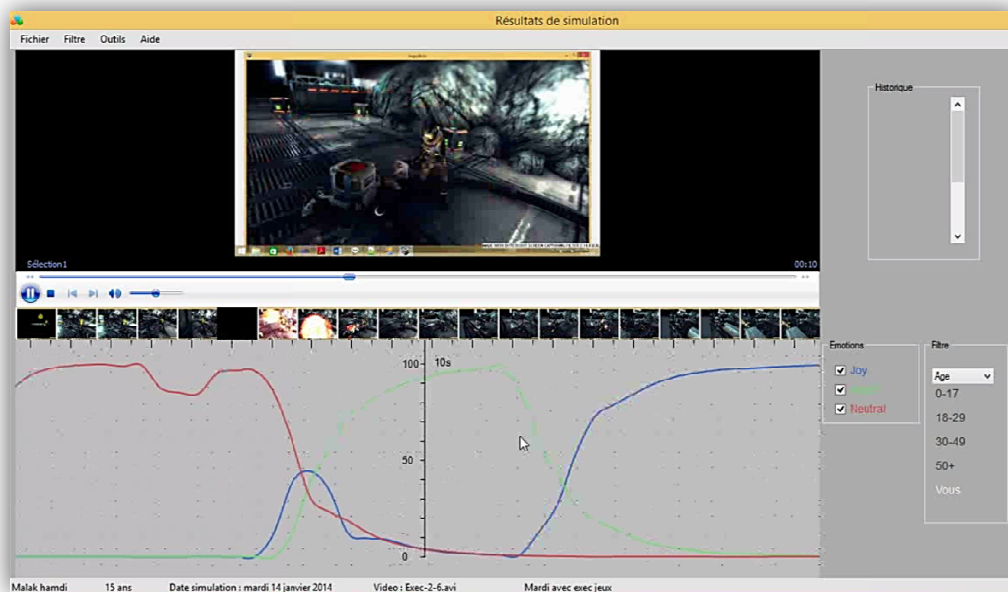
EMOTIBOX est une plateforme innovante qui permet de traiter, grâce à des modèles d'analyse, des données physiologiques et comportementales issues de capteurs spécifiques. L'objectif est d'étudier l'expérience émotionnelle vécue par un sujet humain lors de stimulations ou d'interactions contrôlées (*figure I-13*).



**Figure I-13: Illustration du module de reconnaissance d'expressions faciales de La plate-forme EmotiBox**

EMOTIBOX propose une interface conviviale permettant la conception d'expérimentations et l'accès aux résultats sous formes graphiques. Les données brutes (signaux physiologiques) ainsi que les données traitées (émotions) peuvent être visualisées au cours de l'évolution des stimuli sélectionnés. La plateforme intègre un module de reconnaissance (temps-réel) d'émotions à partir d'expressions faciales issues du flux vidéo (webcam) ou de vidéos, comme on peut le voir dans la **figure I-14**.

La plate-forme intègre également un module permettant la visualisation des émotions ressenties par le sujet au cours de la stimulation ou de l'interaction dans un environnement virtuel ou autres types d'applications.



**Figure I-14: Illustration du module de visualisation des émotions.**

## Conclusion :

Les possibilités technologiques offertes par la réalité virtuelle permettent de créer des environnements dynamiques, multimodaux et tridimensionnels, à l'intérieur desquels toutes les réponses cognitivo-comportementales peuvent être enregistrées. Elles offrent également des

possibilités d'évaluation et de réhabilitation qui ne peuvent pas être mises en œuvre avec d'autres outils classiques, le chapitre suivant concernera les techniques de réalité virtuelle et outils numériques mis en œuvre pour l'évaluation et la rééducation chez l'enfant.

## Chapitre II

---

Les techniques de réalité virtuelle et outils numériques mis en œuvre pour l'évaluation et la rééducation chez l'enfant

## CHAPITRE II

---

### LES TECHNIQUES DE RÉALITÉ VIRTUELLE ET OUTILS NUMÉRIQUES MIS EN ŒUVRE POUR L'ÉVALUATION ET LA RÉÉDUCATION CHEZ L'ENFANT

#### Introduction :

L'un des domaines important pour les applications de la réalité virtuelle est le domaine médical. Que ce soit pour le traitement de pathologies telles que la maladie d'Alzheimer ou la

rééducation de personnes paralysées, cette approche technologique a connu un véritable essor, grâce aux progrès effectués au niveau logiciel et des interfaces homme-machine.

## II.1 Définition de la réalité virtuelle :

Le terme «réalité virtuelle» rassemble des technologies informatiques et électroniques permettant de développer des environnements virtuels en trois dimensions. Il s'agit en fait d'un dispositif informatique permettant la virtualisation puis l'actualisation d'un monde tridimensionnel multi-sensoriel construit au sein d'un espace-temps particulier et inspiré ou non par la réalité.

- La virtualisation correspond à la mise en forme informatique des possibles, c'est à dire à leur modélisation et à leur programmation. Ce processus se fonde sur un modèle du monde construit selon les règles de la perception humaine et ses contraintes psychophysiques.
- L'actualisation permet à l'utilisateur de faire l'expérience singulière d'un de ces possibles, calculé pour lui par l'ordinateur. Elle s'élabore en suivant des règles de communication sensori-motrice naturelles à l'homme (schèmes sensori-moteurs). Il en découle ainsi pour l'utilisateur un sentiment familier de réalité communément appelé sentiment d'immersion.

La réalité virtuelle repose donc sur un ensemble de technologies numériques – informatiques et électroniques – qui permettent de créer cet environnement artificiel et d'y placer un utilisateur en interaction sensori-motrice. L'utilisateur est immergé plus au sein cet environnement qui se substitue à l'environnement réel. Le coté artificiel de cet environnement est alors oublié. La qualité de l'immersion est fonction de la richesse perceptive, émotionnelle et narrative qu'offre le système à l'utilisateur, de la capacité donnée à l'utilisateur d'agir dans cet environnement et de sa crédibilité globale.

## II.2 Les domaines de la réalité virtuelle:

Les domaines touchés par la réalité virtuelle sont nombreux :

### II.2.1 Sciences et techniques :

La réalité virtuelle émerge au domaine des STIC (Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication). Néanmoins, le cadre de la RV dépasse celui de l'information et de la communication, puisqu'il s'agit d'agir dans un monde virtuel. De nombreuses disciplines concourent à produire de nouvelles avancées dans le domaine de la RV :

- L'informatique propose et continue de développer de nouveaux algorithmes pour le traitement de modèles numériques et la création des environnements virtuels interactifs.

- La télé-opération et la robotique, par la capacité à développer de nouveaux organes actifs coopérants avec l'humain.
- La mécanique, l'optique et l'acoustique fournissant les modélisations numériques des phénomènes physiques.

### **II.2.2 Sciences humaines et sciences du vivant :**

L'homme « utilisateur » est placé au cœur de la démarche de développement des technologies de la RV, ce qui implique une forte synergie avec de nombreuses disciplines de ce domaine, citons ainsi à titre d'exemples :

- La psychologie expérimentale et les sciences du comportement développent des théories et des protocoles d'investigation concernant l'étude des actions et des perceptions humaines dans des conditions contrôlés, en environnement réel comme dans des environnements virtuels.
- L'ergonomie développe des méthodes et des connaissances visant à améliorer la prise en compte des facteurs humains dans la conception et l'évaluation des environnements de RV, afin que ceux-ci soient en adéquation avec les objectifs des utilisateurs, les conditions d'utilisation les exigences de confort et de sécurité, etc.
- La psychologie cognitive étudie la nature des processus cognitifs du sujet plongé dans une activité se déroulant dans univers virtuel, qu'il s'agisse de mieux comprendre les particularités de ces environnements ou bien d'exploiter des mondes virtuels l'expérimentation et la modélisation.
- La psychologie, la neurobiologie, etc.

## **II.3 La santé :**

Bien que l'aspect ludique soit une forte composante des applications de réalité virtuelle ce dernier est loin d'être l'unique but des environnements virtuels. En effet la réalité virtuelle est un domaine prometteur et les domaines du médical et de la santé sont des champs d'application qui se démarquent et auxquels la réalité virtuelle s'applique de plus en plus. Comme on a pu le voir précédemment, la réalité virtuelle peut être utilisée à des fins d'apprentissage dans le domaine médical. Mais celle-ci s'est aussi imposée comme un nouvel outil thérapeutique majeur non seulement en médecine et en chirurgie mais également pour le traitement des troubles psychologiques et de la rééducation des personnes handicapées.

### II.3.1 La thérapie par réalité virtuelle (TRV) :

L'objectif des thérapies par réalité virtuelle est d'exorciser les troubles de l'enfant en l'aidant à apprivoiser progressivement la situation anxiogène. En s'habituant à la confrontation avec l'objet de ses peurs, l'enfant se désensibilise.

Le patient est équipé d'un casque permettant la vision en 3D d'une scène pouvant provoquer un trouble (marcher sur une terrasse, regarder le vide, descendre un escalier, traverser une route...), comme le montre la **figure II-1**. Il se sent rassurer par le fait qu'il ne risque rien durant la séance, puisqu'il ne s'expose qu'à des dangers virtuels. De plus, la thérapie s'effectue de façon progressive, chaque programme de TRV étant évolutif.



Figure II-1: Exemple de thérapie par réalité virtuelle

### II.3.2 La réalité virtuelle au secours de l'autisme :

L'un des grands obstacles à l'autonomie des enfants autistes est leur difficulté à apprendre dans des domaines réclamant une forte interaction avec les autres. En effet les autistes présentant de grandes difficultés à entretenir des relations interpersonnelles, la meilleure manière de leur apprendre quelque chose ne passe pas par l'enseignement ou la conversation, mais par l'exemple, en faisant expérimenter l'enfant directement en conditions réelles.

Les technologies sont de plus en plus populaires auprès des personnes atteintes d'un trouble du spectre de l'autisme, car, souvent, elles aident à améliorer le contact visuel, les aptitudes sociales et communicationnelles.



L'utilisation de technologies, soit d'outils et d'instruments, dans la prise en charge des troubles autistiques pour augmenter, maintenir ou développer les capacités des personnes atteintes d'autisme n'est pas nouvelle. Ainsi l'utilisation de photographies ou de dessins afin de communiquer de manière expressive dans un échange d'images est un auxiliaire bien connu des parents et des éducateurs spécialisés.

Ce panorama n'abordera que les outils de « haute » technologie ou nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) qui requièrent l'utilisation d'ordinateurs, de programmes adaptés ou de dispositifs informatisés : ordinateurs, objets virtuels, plates-formes d'apprentissage électroniques, écrans tactiles, outils associant électronique et programmation de microprocesseurs, robots, etc. La **figure II-2** montre quelques technologies utilisées dans l'autisme.



**Figure II-2: L'utilisation de technologies**

### II.3.3 Rééducation des accidents vasculaires cérébraux (AVC) :

Après un AVC, de nombreuses personnes présentent des problèmes moteurs, cognitifs et sensoriels. Cela a souvent un impact sur des activités quotidiennes telles qu'écrire, marcher et conduire. La réalité virtuelle est une nouvelle approche thérapeutique pour les patients victimes d'un AVC. Ce traitement consiste à utiliser des programmes informatiques conçus pour simuler des objets et situations de la vie réelle. La réalité virtuelle peut présenter certains avantages par rapport aux approches thérapeutiques traditionnelles car elle peut permettre aux patients de pratiquer des activités quotidiennes qui ne sont ou ne peuvent pas être réalisées en environnement hospitalier comme illustre la **figure II-3**. En outre, la réalité virtuelle présente plusieurs caractéristiques qui pourraient permettre aux patients de suivre le traitement pendant plus longtemps, par exemple le fait que l'activité soit plus motivante.



**Figure II-3 : La réalité virtuelle dans la rééducation**

## Conclusion :

Ces dernières années voient s'accroître la reconnaissance du potentiel de la réalité virtuelle pour les applications liées à la santé. Dans le prochain

chapitre, nous décrivons quelques prototypes que nous avons développé dans ce contexte et plus particulièrement dans le cadre du projet EnJeu[X].

# *Partie 2*

# Résultats & Discussions

#### Introduction :

Ce chapitre présente les résultats de notre travail de stage. L'objectif principal était de développer des outils numériques destinés aux enfants autistes et des environnements virtuels pertinents pour l'évaluation de troubles cognitifs et comportementaux chez l'enfant. Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'axe 5 (Enjeux de santé publique) du projet régional EnJeu[x].

Trois parties sont exposées dans ce rapport :

- 1 - Continuer notre projet du premier semestre sur le logiciel *EmotiGame*.
- 2 - Travailler sur le développement d'un environnement virtuel permettant de faire évoluer le test papier-crayon « Barre-Joe » en une version plus écologique.
- 3 - réalisation d'une déclinaison numérique 2D du test « Barre-Joe »

### III.1 EmotiGame :

Cette application a pour objectif d'évaluer et d'aider les enfants autistes à comprendre les émotions et à les exprimer, à travers des expressions faciales, la tonalité de la voix, etc. à travers des outils numériques. *EmotiGame* a été développé dans le cadre de notre projet du premier semestre de Master, en collaboration avec l'Instance Régionale d'Education et de Promotion de la Santé (IREPS).

#### III.1.1 Contexte du Projet :

*EmotiGame* consiste à utiliser les nouvelles technologies numériques comme outil ou instrument pour les enfants autistes. Il permet d'augmenter, de maintenir ou de développer leurs capacités émotionnelles et relationnelles. Le travail effectué consiste à exploiter les aspects à la fois technologiques et sociaux. Deux jeux, permettant aux enfants de faciliter leur communication avec autrui et leur sociabilisation ont été élaborés avec les objectifs suivants :

- ❖ Reconnaître une émotion sur un visage (expression faciale).
- ❖ Trouver le visage exprimant une émotion différente (intrus).

##### III.1.1.1 Jeu n° 1 : Reconnaître une émotion sur un visage :

Ce premier prototype consistait en l'affichage de visages sur l'écran de l'ordinateur avec la possibilité pour l'utilisateur d'indiquer, via des boutons numériques, quelle émotion véhicule le visage affiché. Il a le choix entre les quatre (04) émotions de bases (Joie, Peur, Tristesse, Colère). L'application indique à l'enfant les bonnes et mauvaises réponses. La banque d'images est constituée d'un nombre défini de photos pour chaque type d'émotion. Dans ce premier jeu, les expressions faciales sont fortement taguées sur chaque émotion, comme on peut le voir dans la **figure III-1**.



Figure III-1: Visages affichés: Cas de bonne et mauvaise réponse

### III.1.1.2 Jeu n° 2 : Trouver l'intrus :

Ce deuxième prototype consistait en l'affichage de six (06) visages sur l'écran de l'ordinateur, cinq (05) visages de la même émotion et un visage exprimant une émotion différente (intrus), par exemple 5 personnes en colère, et la 6<sup>ième</sup> joyeuse. L'application indique à l'enfant les bonnes réponses. La banque d'images était constituée d'un nombre défini de photos pour chaque type d'émotion, comme montre la **figure III-2**.



Figure III-2: Trouver l'intrus : Cas de la peur

### III.1.2 Les améliorations réalisées :

#### III.1.2.1 Changement des images :

Comme certains enfants autistes sont bloqués avec des images des visages d'humains, on a utilisé d'autres images qui symbolisent les quatre émotions (Joie, Peur, Tristesse, Colère), et qui ont été récupérées à partir des vidéos, fournies par un laboratoire Canadien, comme illustre la **figure III-3**.



Figure III-3 : Exemples d'images utilisées



Après avoir changé les images, la nouvelle interface des deux jeux sera présentée à la *figure III-4*, pour le jeu « **Reconnaître une émotion sur un visage** ».



Figure III-4 : le 1<sup>er</sup> prototype « Reconnaître une émotion sur un visage »

Et la *figure III-5* pour le jeu « **Trouver l'intrus** ».



Figure III-5 : le 2<sup>ème</sup> prototype « Trouver l'intrus »

### III.1.2.2 L'ajout du 3<sup>ème</sup> jeu :

Après le 1<sup>er</sup> jeu « **Reconnaître une émotion sur un visage** », et le 2<sup>ème</sup> jeu « **Trouver l'intrus** » qui ont été élaborés au premier semestre, on a ajouté un 3<sup>ème</sup> jeu « **Trouver les paires d'émotions** ». Ce jeu consiste à retrouver les couples de personnes qui ressentent la même émotion, l'enfant doit sélectionner les images en cliquant dessus, comme on peut le voir dans la *figure III-6*. On peut cliquer sur la flèche à gauche pour retourner à la page d'accueil.



Figure III-6 : le 3<sup>ème</sup> prototype « Trouver les paires d'émotions »

### III.1.2.3 L'affichage

- Pour le 1<sup>er</sup> prototype :

Une fois que l'enfant commence le jeu, il doit cliquer sur l'icône correspondant à l'émotion véhiculée par la personne sur la photographie (cas de la peur sur la **figure III-7**) Comme vous pouvez le remarquer, l'enfant choisit l'icône correspond à l'émotion, et le jeu lui indique la bonne réponse. On peut aussi entendre une voix de confirmation (**Oui cette personne a peur**). Si, la réponse est mauvaise, une voix indique sa mauvaise réponse et le corrige automatiquement. Un message s'affiche alors : Non cette personne a peur.



Figure III-7 : Visage affiché : Emotion de la peur, cas de bonne réponse

- Pour le 2<sup>ème</sup> prototype :

Une fois le jeu lancé, l'enfant doit cliquer sur l'image correspondant à l'émotion différente ou l'intrus. Le cas où l'intrus indique la joie sur **figure III-8**, comme vous pouvez le remarquer, l'enfant choisit l'image correspond à l'émotion différente, et le jeu lui indique le message Bravo. On peut également entendre une voix de confirmation (**Bravo, Félicitations, Bien joué, Bonne réponse ...**). Si, sa réponse est mauvaise, on entend la voix qui confirme la mauvaise réponse et corrige automatiquement. Un message s'affiche : « Dommage ».



Figure III-8 : L'intrus est la joie

- Le 3<sup>ème</sup> prototype :

Une fois que le jeu commence, l'enfant doit retrouver les couples de personnes qui ressentent la même émotion. L'enfant doit sélectionner les images en cliquant dessus. Le cas où la réponse est bonne sur **figure III-9**, le jeu lui indique le message « Bravo », et l'on peut entendre une voix (**Oui, Bravo, Félicitations...**). Si, sa réponse est mauvaise, on entend une voix qui lui confirme sa mauvaise réponse (**Non, Mauvaise réponse**).



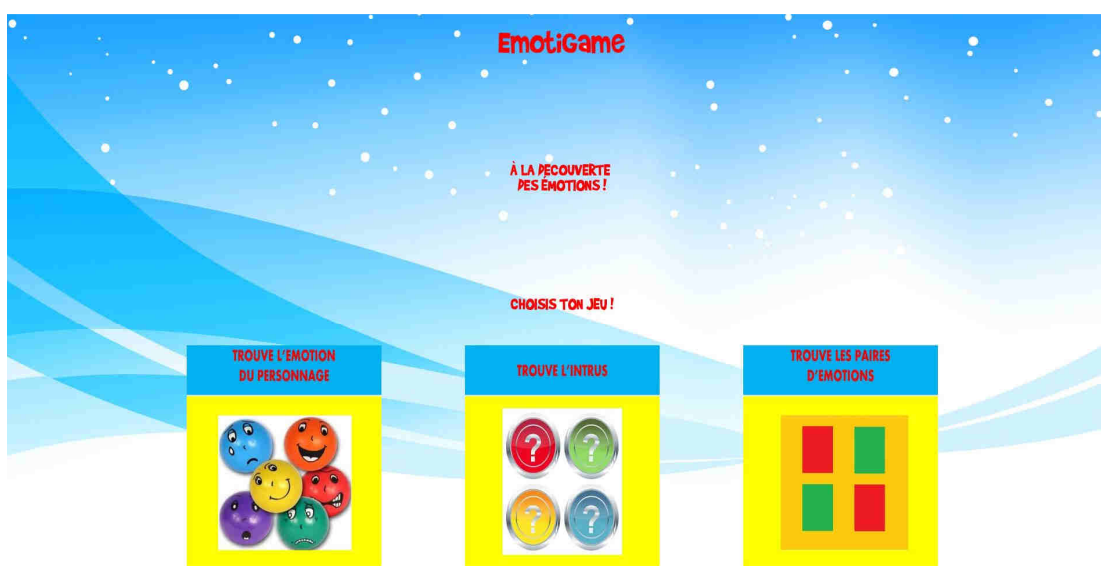
Figure III-9 : Les paires d'émotions : cas bonne réponse

### III.1.2.4 La nouvelle interface :

EmotiGame est développé dans le cadre du programme EnJeu[x], cette application propose 3 prototypes :

- Reconnaître une émotion sur un visage
- Trouver l'intrus
- Trouver les paires d'émotions

Ces 3 prototypes ont été groupés en une seule application, où l'enfant peut choisir un jeu parmi 3, la **figure III-10** montre la page d'accueil d'EmotiGame.



**Figure III-10 : La page d'accueil d'EmotiGame**

EmotiGame permet de répondre à la problématique suivante :

La communication par l'image : Enseigner l'intérêt de la communication par des moyens autres que verbaux afin d'obtenir la satisfaction de leurs besoins, diminuer les comportements problématiques causés par la frustration de ne pas arriver à se faire comprendre et enfin, établir les bases nécessaires au développement du langage.

## **III.2 Environnement virtuel : Jurassic Island**

Cette application a pour but de fournir une plateforme ludique interactive et pour l'évaluation et la rééducation de troubles et pathologies de l'enfant.

### III.2.1 L'état de l'existant :

Pour démarrer ce projet, nous avons à notre disposition l'environnement virtuel (une île virtuelle) qui était déjà existante. Bien que cette dernière soit fonctionnelle, nous avons décidé de repartir d'un projet vierge mais en utilisant tout de même plusieurs éléments de cet environnement. La **figure III-11** illustre l'île virtuelle.



Figure III-11 : Île virtuelle à l'origine du projet

### III.2.2 Les améliorations réalisées :

#### III.2.2.1 Luminosité de l'environnement :

Nous avons remarqué dès le départ que l'application était limitée au niveau de sa luminosité. En effet, une fois le projet ouvert, la scène était sombre et terne car peu de lumières avaient été disposées pour l'éclairer. Il y avait également un problème de réglage (Lumière directionnelle orthogonale infinie qui affecte toute la scène), or la lumière est très importante pour rendre un environnement réaliste. La **figure III-12** montre l'île après le réglage de la luminosité.

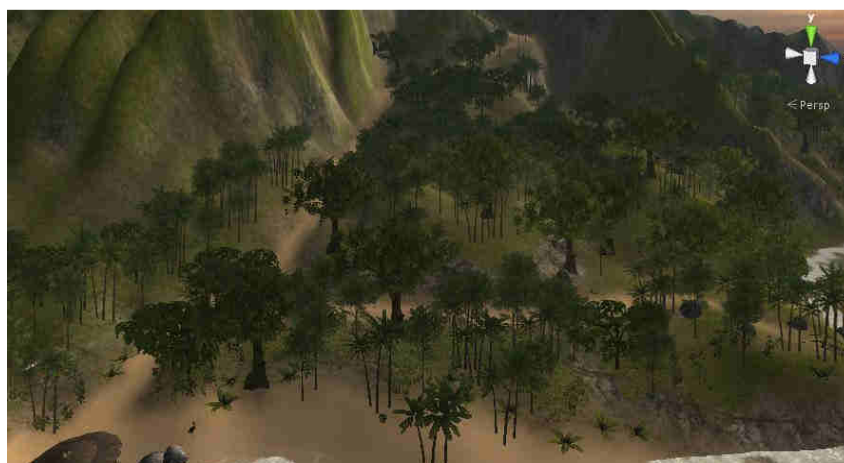


Figure III-12 : Réglage de la luminosité de l'environnement



### III.2.2.2 Changement de périphériques d'entrées/sorties :

Nous avons fait le choix d'utiliser la manette de jeu de la Xbox 360, puisque c'est plus facile, pour les jeunes, à utiliser qu'un clavier et une souris. Il a suffi de changer les paramètres dans le module **InputManager** (Endroit où vous devez définir les différents axes d'entrées et des actions de jeu) (*figure III-13*).

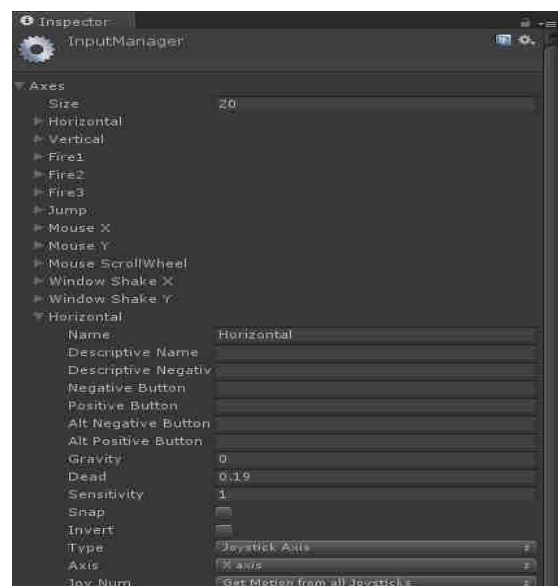


Figure III-13 : Gestionnaire d'entrées (droite) la manette Xbox utilisée

### III.2.2.3 L'ajout d'éléments dans l'île :

Tous les éléments ajoutés ont été récupérés sur l'**Asset Store** (plateforme en ligne d'Unity3D).

#### ➤ Ajout d'éléments perturbateurs :

La gêne que l'on rencontre dans l'île est une distraction visuelle avec l'apparition des dinosaures. Ceux-ci commencent à rugir dès le début de l'application. Le début de l'animation des dinosaures s'effectue lorsque l'enfant se rapproche d'eux (*figure III-14*). Le but d'ajouter ces éléments (animaux préhistoriques) est de perturber l'enfant afin, par la suite, d'examiner son comportement.



Figure III-14 : L'ajout d'éléments perturbants

➤ Ajout du trajet :

Comme l'île est très grande, on a défini un trajet à parcourir par l'ajout de cailloux et quelques fois des barrières durant tout le trajet. Ceci afin de faciliter la tâche de navigation aux enfants (*figure III-15*).



Figure III-15 : L'ajout de caillou pour l'identification de l'itinéraire à suivre.

➤ Ajout d'objets à trouver :

Durant le trajet défini précédemment, on a ajouté des objets (coffrets, balles...), afin que l'enfant les identifie sur le trajet (*figure III-16*).

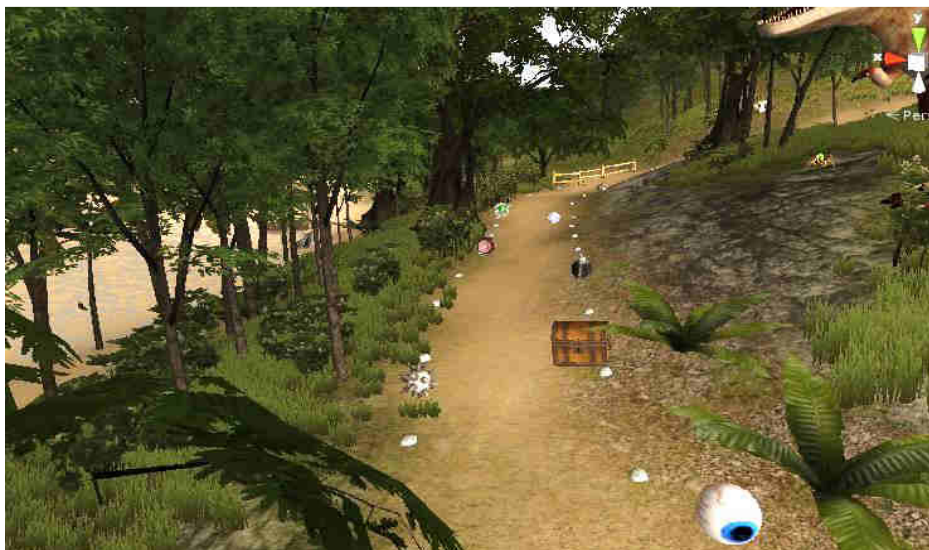


Figure III-16 : Objets à identifier

Le déclenchement de l'animation s'effectue lorsque l'enfant entre dans la zone où se trouve l'objet. Cette zone est détectable via l'utilisation d'un **Box Collider** (Un collisionneur

parallélépipédique) qui est utilisé en tant que déclencheur (Trigger) d'événements, c'est-à-dire que contrairement au Collider classique, c'est nous qui pouvons gérer la collision. Grâce à la méthode **OnTriggerEnter** (fonction définie) (*figure III-17*).



Figure III-17 : Moment de disparition d'objet trouvé et sélectionné par l'enfant

#### III.2.2.4 Création d'un menu :

Un autre fait marquant de cette application était l'absence d'un menu. Nous avons donc proposé et ajouté un menu comme le montre la *figure III-18*.



Figure III-18 : Interface principale de l'application

Comme vous pouvez le remarquer, le nom de cette application est **Jurassic Island**, le menu principal est constitué de 3 boutons :

- ❖ **Jouer (Start)** : Une fois cliqué sur « Jouer », c'est-à-dire le bouton « Start » de la manette, une fenêtre apparaît, comme on peut le voir sur la *figure III-19*.



Le menu est utilisé pour enregistrer les informations personnelles des sujets tels que : Nom, Prénom, Age, autres Informations.



Figure III-19 : La fenêtre d'information personnelle

Comme on peut le remarquer, cette interface propose deux boutons : (1) le bouton « Retour » c'est à dire le bouton « LB » de la manette, pour retourner au menu principal, et (2) le bouton « Suivant » c'est-à-dire le bouton « RB » pour continuer, et l'enfant peut alors commencer le jeu.

- ❖ **Option (Y) :** Une fois cliqué sur « Option » c'est à dire le bouton « Y » de la manette, une fenêtre des différents objets à trouver apparait, comme on peut le voir dans la **figure III-20**. L'expérimentateur peut choisir l'objet qu'il veut que l'enfant identifie au cours de son parcours.



Figure III-20 : La fenêtre des objets à trouver

Comme on peut le remarquer, cette fenêtre propose différents objets. Une fois l'utilisateur coche sur l'objet, il clique sur le bouton « Menu », c'est-à-dire le bouton « X » qui se trouve en haut à droite de l'écran, pour commencer le test.

- ❖ **Quitter (Back) :** Une fois cliqué sur « Quitter » c'est à dire le bouton « Back » de la manette, une fenêtre apparait, comme on peut le voir dans la **figure III-21**, pour terminer le jeu, comme on peut le remarquer, cette dernière propose soit de confirmer on cliquant sur le bouton « Quitter », soit « Retour », c'est-à-dire le bouton « A » pour retourner au menu principal.

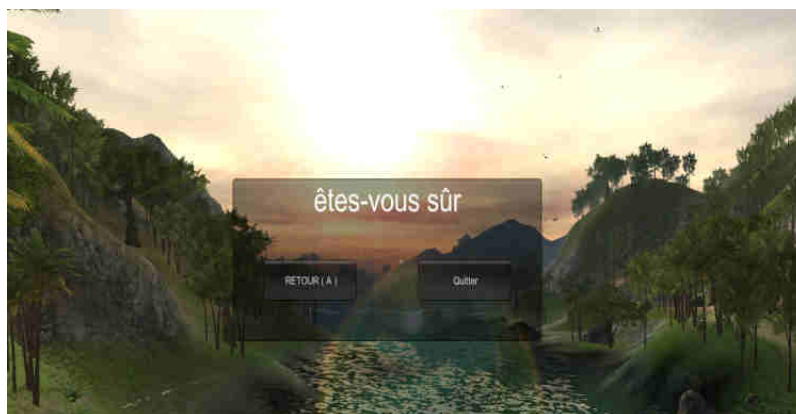


Figure III-21 : Pour quitter le jeu

### III.2.3 Système d'analyses des données:

Après avoir rempli les informations personnelles des patients et choisi les objets à retrouver durant le trajet, l'enfant peut commencer le test **figure III-22**.



Figure III-22 : Jurassic Island

L'application étant vouée à étudier les enfants pathologiques, il est important de conserver les différentes données de l'exercice afin de pouvoir les exploiter ultérieurement. Nous avons alors mis en place une récupération automatique, tout au long de l'exercice, des données comportementales suivantes :

- Déplacement du patient, voir **figure III-23**.



**Figure III-23 : Déplacement du patient**

- Le nom et prénom de l'enfant, le nombre d'objets sélectionnés et le temps mis pour réaliser l'exercice.

Toutes ces données ont ensuite été écrites dans un fichier CSV afin que les médecins puissent s'en servir pour visualiser les résultats (**figure III-24**).

-----	
RESUME	Nom : AAAA prénom : Bbbb Age : 12
-----	
Information : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	
-----	
Time : 61.00 second	
-----	
Nombre d'objet : 2.00	
-----	
Remarque : .....	
.....	
.....	
.....	
-----	
Signature	

**Figure III-24 : Fichier de résultats de l'exercice**



## CONCLUSION GÉNÉRALE

---

Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances à propos du moteur de jeu Unity3D et d'acquérir de nombreuses connaissances et d'améliorer notre façon d'appréhender les problèmes qu'on peut rencontrer.

On a pu avoir un aperçu des difficultés rencontrées lorsque l'on récupère un projet en cours. La prise en main du projet peut être lente car les habitudes de développement de chacun sont différentes ou toutes les erreurs n'ont pas été corrigées dans la dernière version.

Ce projet était un moyen de découvrir l'intérêt de la réalité virtuelle dans un domaine différent de celui du jeu vidéo. Dans ce cas-là, la réalité virtuelle est un outil pour la médecine. Elle permet de recréer des situations en immersion pour observer les réactions de personnes atteintes d'une certaine pathologie. L'avantage de ces tests est qu'ils ont un aspect ludique et sont donc plus faciles à appréhender par le patient. Les données collectées lors de ces tests sont faciles à enregistrer, précises et moins sujettes à interprétation que des tests papier.

Il nous reste un mois pour finir notre stage, prochainement, nous commencerons une réalisation d'une déclinaison numérique 2D du test « Barre-Joe », en identifiant les besoins spécifiques en vue d'une utilisation expérimentale de ce test et en réalisant les modifications nécessaires.

Nous allons collecter des données en réalisant des passations avec des enfants (école primaire de Belle-Beille) en utilisant nos deux applications développées EmotiGame et Jurassic Island.

# BIBLIOGRAPHIE

---

## Sites :

1. Cross médias 

<http://www.crossmedias.fr/fr/2014/02/les-applications-medicales-de-la-realite-virtuelle/>

2. Dassault Systèmes 

<http://www.3ds.com/fr/a-propos-de-3ds/notre-histoire/>

3. CERHIO



<http://www.univ-angers.fr/fr/recherche/unites-et-structures-de-recherche/pole-ll-shs/cerhio-angers.html>

4. LARIS



<http://laris.univ-angers.fr/fr/index.html>

5. EnJeu[x]



<http://enjeux.hypotheses.org/>

6. Wikipedia



<https://www.wikipedia.org/>

7. Unity3D



<https://www.unity3d.com/>

**Documents :**

- 1.** La réalité virtuelle: Un média pour apprendre / **Daniel MELLET D'HUART**  
Colloque Hypermédias et Apprentissages
- 2.** Apport de la réalité virtuelle pour la rééducation fonctionnelle / **Van Hanh NGUYEN**  
Doctorat Paris Tech
- 3.** Virtuel Shopping / **M. BEUREMILA & X. LE COROLLER**  
EIS AGI – IHRMV
- 4.** Développement de jeux pour la rééducation d'enfants paralysés cérébraux / **S. SCREVEN**  
Rapport de stage
- 5.** Le traité de la réalité virtuelle / **François D'AUBERT**  
Volume I : L'environnement virtuel