



## PROJET 4INFO

Sport-Santé et numérique :  
Application intégrant une reconnaissance prédictive de  
geste pour lutter contre la sédentarisation

STAY IN MOTION

---

## Rapport de pré-étude et de spécification

---

**Auteurs :**

Firmin CADOT  
Florian DENIS  
Teddy GESBERT  
Léandre LE BIZEC  
Emilie LEVAIQUE  
Judith ROZELAAR

**Encadrants :**

Éric ANQUETIL, professeur à l'INSA et chercheur à l'IRISA  
William MOCAËR, doctorant à l'IRISA  
Richard KULPA, maître de conférence à Rennes 2 et chercheur à l'IRISA

**En collaboration avec les étudiants de DIGISPORT :**

Guillaume COBAT  
Marie-Aurélie CASTEL  
Kilian BERTHOLON

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
1.1	Problématique . . . . .	2
1.2	Cadre de réalisation . . . . .	2
1.3	Objectifs . . . . .	3
1.4	Systèmes de reconnaissance de gestes . . . . .	3
1.5	Fonctionnement de l'IA de reconnaissance de gestes . . . . .	5
1.5.1	Architecture de l'IA . . . . .	5
1.5.2	Prédiction de l'IA . . . . .	6
<b>2</b>	<b>L'application "Stay In Motion"</b>	<b>7</b>
2.1	Pré-étude . . . . .	7
2.1.1	Sport et numérique . . . . .	7
2.1.2	Solutions existantes . . . . .	8
2.2	Fonctionnement général de MOP . . . . .	9
2.3	Spécifications fonctionnelles de "Stay In Motion" . . . . .	12
2.3.1	Refonte de l'application, spécification côté développeur (N°1) . . . . .	12
2.3.2	Refonte ergonomique, spécification côté utilisateur sportif (N°2) . . . . .	12
2.3.3	Ajout d'un exercice type l'IA (N°3) . . . . .	14
2.3.4	Ajout d'exercices, spécification côté utilisateur encadrant (N°4) . . . . .	14
2.3.5	Refonte du mode auteur (N°5) . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Démonstrateur associé au moteur de reconnaissance de gestes 3D</b>	<b>17</b>
3.1	Pré-étude . . . . .	17
3.2	Spécifications fonctionnelles . . . . .	18
3.2.1	Affichage dynamique des gestes en compétition (N°6) . . . . .	20
3.2.2	Analyse a posteriori des résultats fournis par l'IA (N°7) . . . . .	21
3.2.3	Généricité (N°8) . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Gestion de Projet</b>	<b>24</b>
4.1	Cahier des charges . . . . .	24
4.2	Rôles . . . . .	26
4.3	Outils de gestion et de communication . . . . .	26
4.4	Mode de fonctionnement . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>27</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Problématique

Notre projet a pour objectif de contribuer à répondre à un problème d'enjeu majeur : le manque d'activité physique chez une partie de la jeune population. En effet, selon l'ANSES, deux tiers des jeunes de 11-17 ans présentent un risque sanitaire associé à la sédentarité et à l'inactivité physique[1]. C'est une problématique qui tend à se détériorer d'année en année.

Parallèlement à cette baisse de la pratique du sport, l'utilisation du numérique ne cesse de croître[5]. De plus, ces dernières années, on peut observer un attrait tout particulier pour l'intelligence artificielle qui est désormais utilisée dans beaucoup de nos objets numériques du quotidien.

Ainsi, le fait d'imaginer un logiciel où l'utilisateur pourrait effectuer des séances de sport, en lien avec un environnement virtuel, et qui utilise un système d'intelligence artificielle renforçant l'interaction en temps réel, pourrait être considéré comme attrayant pour un jeune public et pourrait ainsi leur donner goût à l'effort physique. C'est ce à quoi se destine le projet "Stay in Motion".

"Stay in Motion", qui signifie « Rester en mouvement », vient s'inscrire en opposition directe à l'inactivité physique. Notre projet inclut à la fois une application interactive et un logiciel de démonstration permettant de tester l'IA utilisée. Ce dernier vise à apporter une solution, bien que partielle, à ce problème de santé majeur.

## 1.2 Cadre de réalisation

L'IA que nous allons utiliser provient des travaux de recherche de la thèse de William Mocaër, encadrée par Eric Anquetil et Richard Kulpa des équipes de recherche IntuiDoc et Mimetic[9].

Aujourd'hui, la reconnaissance de gestes 2D et 3D est assez largement répandue et de nombreux dispositifs existent déjà[6]. Cependant, l'une des grandes problématiques de la reconnaissance de gestes est la reconnaissance en temps quasi-instantané. En effet, aujourd'hui, la reconnaissance se réalise en différé, une fois le geste terminé. La technologie développée par William Mocaër se focalise sur une reconnaissance de gestes précoce, permettant ainsi de se rapprocher du temps réel et donc d'améliorer l'interaction. Pour tester cette technologie, il existe un démonstrateur issu d'un précédent projet qui affiche le résultat de la classification réalisée par l'IA sur un geste déjà effectué. Cependant, ce démonstrateur ne permet pas à l'heure actuelle d'afficher l'évolution de la décision de l'IA durant la progression du geste.

En effet, notre projet fait suite à différents projets réalisés ces dernières années : "Move On Progress" (MOP)[2], qui était une preuve de concept de l'application de séances de sport virtuelles que nous souhaitons mettre en place et "Recognition of 3D Gestures" (R3G)[3], qui consistait en une suite de logiciels visant à aider les recherches de William Mocaër pour le système de reconnaissance de gestes. Le démonstrateur que nous souhaitons améliorer vient ainsi d'une première version réalisée dans le cadre de ce dernier projet mais celle-ci présente cependant certaines lacunes que nous vous présenterons.

Au fil de l'année, nous travaillerons en collaboration avec trois étudiants du master DIGISPORT : Guillaume Cobat, Marie-Aurélie Castel et Kilian Bertholon. Ils nous apporteront leur expertise technique et leur expérience sur les enjeux de la préparation à la pratique physique, sur les aptitudes visées lors d'une progression sportive et sur le cadre d'entraînement que nous pourrons proposer.

### 1.3 Objectifs

L'objectif de notre projet est de développer une application permettant d'inciter un public jeune et attiré par les nouvelles technologies à la pratique du sport. L'application devra ainsi être la plus immersive possible; pour cela l'application aura un haut niveau d'interaction homme-machine, qui se traduira notamment par des retours utilisateurs (retours sur l'exécution d'un exercice demandé, encouragement adaptatif, etc.). Tout cela sera possible grâce à un système de captation de mouvements et grâce au système de reconnaissance précoce de gestes fourni.

Cette application fait suite à une première version qui était une preuve de concept. Cependant, cette première version manque grandement de robustesse et d'ergonomie. Notre objectif sera donc d'améliorer ces deux points tout en ajoutant une nouvelle fonctionnalité : un mode auteur permettant de rajouter/modifier des exercices.

Afin d'améliorer le système de reconnaissance de gestes, celui-ci devra être testé et pour permettre cela, nous devrons, en parallèle de la refonte de l'application "Move on Progress", améliorer le démonstrateur issu du projet "Recognition of 3D Gestures" afin de lui donner un aspect temps réel. Notre objectif sera donc d'afficher, dans le démonstrateur, l'évolution de la décision de l'IA ; c'est-à-dire à quel niveau de confiance il associe un certain type de geste comme étant le geste en cours à un instant  $t$ , correspondant au temps réel ou à une séquence rejouée au ralenti avec les résultats de l'IA afin d'analyser plus finement le comportement de celle-ci.

Notre but final sera donc de fournir un outil nécessaire à l'amélioration d'une IA de reconnaissance de gestes précoce pour ensuite l'utiliser dans l'application qui vise à redonner le goût du sport aux jeunes usagers. Plus concrètement, nous avons pour objectif de fournir une application grand public fonctionnelle à la ville de Rennes et à l'UFOLEP et une application de visualisation des prises de décision de l'IA à l'équipe de recherche IntuiDoc.

### 1.4 Systèmes de reconnaissance de gestes

Depuis l'émergence de l'apprentissage automatique dans les années 1980, l'intelligence artificielle est devenue un domaine de recherche international dans lequel la prise de décision autonome a récemment été désignée comme un des défis à relever. Une possibilité pour reconnaître des gestes en 3 dimensions est de placer directement des capteurs munis d'accéléromètres sur le corps de l'utilisateur, mais cette solution n'est pas suffisamment convaincante car elle entraîne un long temps de mise en place avant de lancer les exercices. Une autre possibilité est de baser l'acquisition des gestes sur la capture d'images d'une caméra infrarouge. C'est le cas des systèmes de Kinect et de Leap Motion notamment. Cette sous-section aura ainsi pour objectif de présenter brièvement ces appareils et de détailler dans quelles mesures ils peuvent être pertinents pour notre projet.

## Kinect

Le premier dispositif que nous allons évoquer est la Kinect dont la version la plus récente est présentée sur la figure 1. Originellement conçue par Microsoft pour ses consoles de jeux vidéo (Xbox 360) en 2008, celle-ci s'est popularisée et est désormais employée à d'autres aboutissements. Elle dispose d'une caméra RGB qui capture des images 32 bits en 640 x 480 à une fréquence de 30Hz. L'analyse des mouvements est améliorée à l'aide d'un capteur de profondeur. Ce dernier est équipé d'un émetteur infrarouge et d'un capteur adapté lui permettant d'intercepter les réflexions infrarouges. Cela lui permet de détecter les distances entre les différents membres de l'utilisateur et la Kinect. Pour cela, les caméras doivent être calibrées, bien placées, et l'utilisateur doit se trouver à une distance d'environ deux mètres de l'appareil.



FIGURE 1 – Microsoft Kinect Azure

L'ensemble du dispositif fournit les positions et les rotations du corps de l'utilisateur, ce qui permet de capturer ses gestes en temps réel. Les différentes versions de Kinect s'expliquent notamment par le nombre d'articulations détectées par chacune d'entre elles. La Kinect v1 (2008) détecte 20 articulations, la Kinect v2 (2014) en détecte 25 alors que la Kinect Azure (2019) en détecte 32 comme présenté sur la figure 2.

La Kinect permet de traquer deux personnes à la fois et peut également se coupler à des casques de réalité virtuelle ou de réalité augmentée.

## Leap Motion

Le second dispositif que nous allons évoquer est le Leap Motion, présenté sur la figure 3. Cet appareil également sorti en 2008 a été créé par la société du même nom et dispose d'un ensemble de capteurs relié à un ordinateur. Sa fréquence de capture

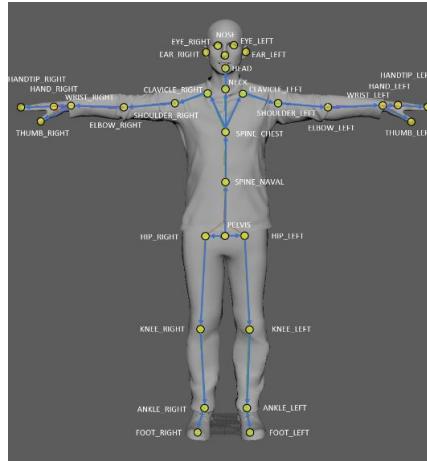


FIGURE 2 – Schéma des articulations détectées par la Microsoft Kinect Azure

d’images de 200 Hz lui permet de détecter les mouvements des mains de l’utilisateur selon 6 degrés de liberté : 3 de position et 3 de rotation. Le Leap Motion se compose de trois caméras infrarouges, deux LEDs et d’un connecteur USB qui transmet les données vers l’ordinateur. Il existe sous forme de boîtier ou peut directement être intégré à un casque de réalité virtuelle. Son utilisation nécessite une proximité de l’utilisateur à l’appareil d’environ 60 centimètres et un éclairage de la pièce suffisant.



FIGURE 3 – Leap Motion

## 1.5 Fonctionnement de l’IA de reconnaissance de gestes

L’intelligence artificielle utilisée a pour objectif la reconnaissance précoce de gestes 3D dans un flot de données non segmenté (i.e. un flot de données continu où plusieurs gestes s’enchâînent, sans aucune information sur le début ou la fin d’un geste). Les données fournies à l’IA sont ici les coordonnées 3D des articulations d’un squelette rendu par des techniques de capture de mouvement et notamment des caméras de type Kinect.

### 1.5.1 Architecture de l’IA

L’intelligence artificielle utilisée aborde une structure de réseau de neurones à convolution (CNN) spatio-temporelle. Les CNNs désignent une sous-catégorie de réseaux de neurones et sont à ce jour un des modèles de classification d’images et vidéos réputés pour être les plus performants. Ici, on a donc un réseau de neurones à convolution 3D qui analyse un squelette 3D, à la fois sur les dimensions spatiales mais aussi sur la dimension temporelle. La dimension temporelle va permettre au réseau de faire des liens entre les positions de l’utilisateur dans le temps et d’associer

une séquence de positions à un geste. Pour s'adapter à la contrainte du temps réel, les convolutions sont « causales », c'est-à-dire que pour calculer la sortie d'un instant  $t$ , seuls les instants précédant  $t$  sont utilisés. Après avoir extrait des caractéristiques à partir des matrices qui représentent le squelette dans le temps, le résultat passe dans des couches « denses » de neurones et produit une prédiction.

### 1.5.2 Prédiction de l'IA

A chaque intervalle de temps, l'IA reçoit une nouvelle frame, l'analyse, et renvoie une prédiction (cf. Figure 4). Cette production se traduit en deux éléments de sortie. Le premier élément correspond à une estimation de la fenêtre d'exécution du geste, c'est-à-dire la frame depuis laquelle est exécuté le geste en cours, la frame de début de geste. Le second élément correspond à la prédiction de la classe du geste effectué durant cette même fenêtre d'exécution. Cette prédiction est aussi associée à un certain niveau de confiance. La sortie est donc un vecteur qui comporte un score par classe, dont une valeur pour la classe « Aucun geste exécuté ». En général, la reconnaissance de l'IA correspond au argmax de ce vecteur, mais cette prédiction peut aussi ressortir plusieurs classes si plusieurs scores sont assez hauts sans pour autant que l'un ne se détache de l'autre.

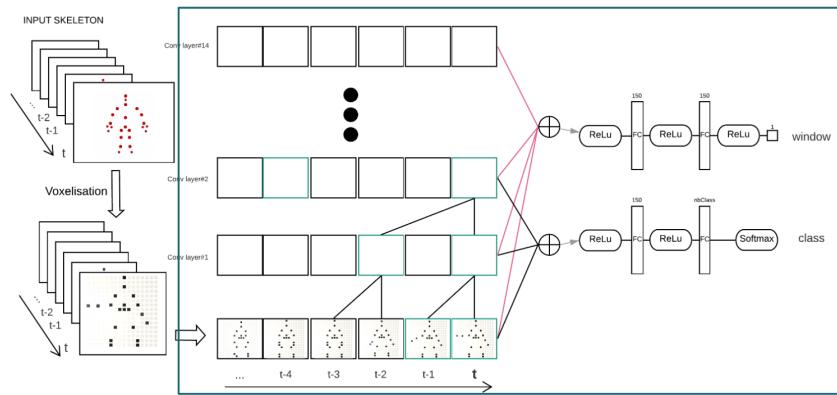


FIGURE 4 – Schéma du réseau de neurones convolutifs utilisé

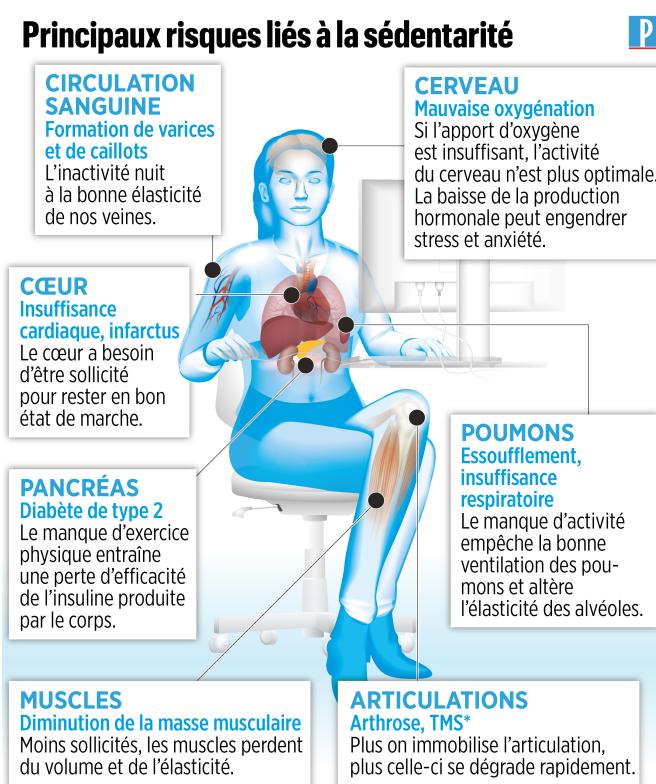
## 2 L'application "Stay In Motion"

### 2.1 Pré-étude

#### 2.1.1 Sport et numérique

Pratiquer une activité physique régulière joue un rôle majeur pour la santé et le bien-être des individus. L'activité physique permet notamment de réduire les risques de développer des maladies cardiovasculaires. Elle a également un impact sur la santé mentale, agit sur les capacités de concentration, et améliore le sommeil. L'OMS recommande ainsi pour l'adulte de 18 à 64 ans 150 à 300 minutes par semaine d'activité physique modérée, ou de 75 à 150 minutes d'activité d'intensité soutenue comme la course à pied ou du renforcement musculaire [14].

À l'inverse, la sédentarité, qui se caractérise par une faible dépense énergétique lorsque l'on se trouve en position assise ou allongée, présente des risques pour la santé. Dans les pays occidentaux, il s'agit d'un phénomène en constante augmentation. Les personnes dont l'activité physique est insuffisante présentent des taux de mortalité et de morbidité plus importants, la sédentarité serait selon l'OMS le quatrième facteur de risque de décès dans le monde.



LP/INFOGRAPHIE. 14/1/2022

FIGURE 5 – Risques de la sédentarité

La figure 5 indique les principaux risques pour la santé liés au manque d'activité physique, telle que la perte de masse musculaire, un mauvais apport d'oxygène au cerveau ou encore l'insuffisance cardiaque [10].

Ainsi, "Move On Progress" (MOP) vise à encourager les personnes physiquement inactives à la reprise d'une activité sportive. En effet, de plus en plus de personnes ont recours à une application lors de leur pratique physique. Il existe aujourd'hui une multitude d'applications de coaching sportif, que ce soit pour se remettre au sport, ou pour atteindre des objectifs précis. Les applications de sport permettent d'accéder à une grande variété de programmes, et de retrouver de nombreuses pratiques comme la musculation, le cardio ou le yoga. L'utilisateur évolue à son rythme et bénéficie d'une plus grande flexibilité dans ses entraînements.

Une des fonctionnalités principales de ces applications de sport est l'enregistrement des performances de l'utilisateur, qui peuvent alors suivre leur progression de manière intuitive. Le fait de pouvoir obtenir un suivi de son activité serait l'un des facteurs déterminants amenant une personne à adopter une application de sport [15]. À cela s'ajoute la facilité d'utilisation, et le plaisir perçu. L'utilisation du numérique pendant une pratique sportive présente en effet un aspect ludique, et beaucoup d'applications ajoutent des éléments de jeu pendant les exercices proposés.

### 2.1.2 Solutions existantes

Outre les très nombreuses vidéos en ligne de coaching et les applications mobiles, les jeux vidéo peuvent également être, contrairement aux idées reçues, un moyen de se remettre à pratiquer une activité physique. Nous pouvons prendre l'exemple du jeu "Ring Fit Adventure" [11], sorti sur Nintendo Switch en 2019. Comme le montre la figure 6, le jeu permet de pratiquer des exercices variés en arpentant un monde virtuel et en remplissant divers objectifs, les performances de l'utilisateur influant directement sur le bon déroulement des différents niveaux.

On peut également noter divers jeux sortis sur Xbox 360, profitant comme MOP de la Kinect pour proposer un feedback direct sur les gestes effectués par le joueur. C'est le cas par exemple de "Your Shape : Fitness Evolved 2012" [4]. Nous voyons sur la figure 7 la position du joueur apparaître sur l'écran à côté du coach, ce qui lui permet de corriger ses mouvements en temps réel.



FIGURE 6 – Ring Fit Adventure, parcours d'un environnement virtuel



FIGURE 7 – Your Shape, position du joueur à côté du coach

La réalité virtuelle étend également les possibilités de pratiques sportives. Elle peut être utile aux particuliers, en leur permettant d'explorer des univers plaisants tout en restant chez soi, comme avec par exemple "VZFit" (sur Oculus Quest) [13] ou encore d'améliorer leurs réflexes et leur précision, comme c'est le cas avec FitXR [12], un jeu de boxe basé sur le rythme. La réalité virtuelle peut aussi être utile pour

les sportifs professionnels, qui vont pouvoir perfectionner leurs mouvements, ou se plonger dans une situation particulière sans qu'il y ait de risque de blessure [7].

Nous pouvons enfin observer un outil dont l'application est proche de MOP, "Mirror" (voir figure 8), un miroir connecté qui, une fois allumé, nous permet d'accéder à des entraînements de fitness en direct, ainsi qu'à un très grand nombre de programmes à la demande. On peut alors communiquer avec un micro et une caméra à un coach à distance [8].



FIGURE 8 – Mirror, le miroir fitness connecté

On peut ainsi confirmer que le numérique prend une place de plus en plus importante dans la pratique sportive des individus. Il permet de rendre le sport plus attractif pour des personnes cherchant à pratiquer de nouveau une activité physique régulière, en permettant notamment d'avoir un suivi personnalisé très précis sur sa pratique.

## 2.2 Fonctionnement général de MOP

"Move On Progress" (MOP) est une preuve de concept de l'application de séances de sport virtuelles faite pour attirer un public jeune à la pratique du sport. C'est le projet développé l'année précédente et sur lequel se base notre projet Stay In Motion.

De manière générale, l'application a été conçue en Unity et requiert une Kinect pour capturer les mouvements de l'utilisateur. Elle regroupe un ensemble de séances d'activités physiques, une séance comportant plusieurs exercices prédéfinis, accompagnés par un entraîneur virtuel au sein d'un environnement virtuel projeté sur un écran. Pendant ces exercices, il y a un retour direct sous la forme d'un avatar représentant l'utilisateur en imitant ses gestes, ainsi que des conseils pour exécuter le mouvement de la bonne manière et divers retours sur sa réalisation.

L'application est théoriquement conçue pour interagir avec 3 types d'utilisateurs différents :

- Utilisateur sportif (celui qui suit les exercices) ;
- Utilisateur encadrant (celui qui encadre les séances) ;
- Auteur (celui qui conçoit les exercices).

Nous allons d'abord nous focaliser sur l'expérience d'un utilisateur sportif, puis nous allons brièvement montrer ce qui a été implémenté pour les auteurs.

Les exercices peuvent être catégorisés en 3 types selon la manière dont la performance de l'utilisateur est mesurée :

- Type collision, qui utilise la position dans l'espace de l'utilisateur ;
- Type squelette, qui utilise les angles des joints de l'utilisateur ;
- Type IA, qui utilise l'IA.

Les exercices types position et squelette fonctionnent bien mais manquent de rigueur et de généréricité : les positions, angles et joints utilisés lors des exercices sont codés en dur dans l'application. De plus, on peut parfois contourner les exercices car ces paramètres ne sont pas exhaustifs (par exemple : faire des squats en levant seulement une jambe car l'autre n'est pas mesurée). Les exercices du type IA ne fonctionnent pas dans leur état final et ont besoin d'être repensés et implémentés.

Les utilisateurs suivent des séances qui se décomposent en 2 phases : une phase échauffement et une phase « cœur de séance ». La phase échauffement se compose d'exercices de type position : des sauts sur place et des montées de genoux, puis la phase « cœur de séance » d'exercices de type squelette : squats, jumping jacks, chaise et un exercice de type IA : la pseudo boxe.

Les sauts sur place et les montées de genoux s'effectuent dans un environnement se déplaçant avec des marques au sol qui indiquent quand l'utilisateur sportif doit effectuer les sauts (voir figure 9). Pour valider les sauts et montées de genoux, une zone de l'espace à franchir est délimitée au niveau du sol et une hauteur à dépasser est définie. Un saut est compté quand l'utilisateur sort et entre à nouveau dans la zone, de même une montée de genou est comptée quand le genou de l'utilisateur sort et entre à nouveau dans la zone. Le temps que met l'utilisateur pour effectuer un saut est utilisé pour donner un retour qui lui suggère de sauter.



FIGURE 9 – Interface échauffement. En haut la séance en cours, le nom de l'exercice en cours, le nom de l'utilisateur et des conseils en temps direct. À gauche un minuteur et une jauge de temps. À droite le coach.

Les exercices de squats, jumping jacks et chaise de la phase « cœur de séance » s'effectuent dans un autre environnement (voir figure 10). Pour les exercices squat et chaise l'angle du genou est calculé puis affiché sur l'écran pour donner un retour à l'utilisateur en temps réel sur son exécution. L'angle du dos est calculé de la même manière. Si le squat est considéré comme réussi, c'est à dire si les angles calculés respectent le seuil défini, alors le compteur de répétitions est incrémenté.

Pour l'évaluation de l'exercice de jumping jacks, les coordonnées des mains et des pieds sont utilisées, lorsque les mains et les pieds sont joints en même temps, le compteur de répétitions est incrémenté.



FIGURE 10 – Interface squats, jumping jacks, chaise. En haut la séance en cours, le nom de l'exercice en cours, le nom de l'utilisateur et des conseils en temps direct. À gauche un minuteur, une jauge de temps et le coach. À droite une jauge de performance.

Enfin l'exercice de pseudo-boxe ne fonctionne pas mais le fonctionnement voulu est le suivant : On commence par une démonstration faite par le coach de plusieurs mouvements de boxe. L'utilisateur doit les reproduire, son exécution est validée par l'IA si le geste est bien reconnu. De cette manière l'utilisateur mémorise plusieurs gestes qui lui seront utiles pour la suite de l'exercice. La seconde partie de l'exercice est en interaction avec le coach. Celui-ci adopte différentes positions en fonction desquelles l'utilisateur devra réagir en utilisant le bon geste, par exemple :

- si le coach a les bras le long du corps l'utilisateur peut lancer un coup de poing direct.
- si le coach est en garde l'utilisateur peut tenter un uppercut.
- si le coach lance un coup de poing l'utilisateur doit se mettre en garde.

Au niveau de l'implémentation, les exercices de type collision utilisent des "colliders" de Unity, qui sont des zones de l'espace qui permettent de savoir quand un point ou un autre "collider" rentre dedans. Cette implémentation a le bénéfice d'être très flexible car Unity dispose de beaucoup de types de "colliders" différents, ce qui permet de faire exactement la forme que l'on veut pour tester les positions.

Les exercices de type squelette utilisent des calculs dits *ad hoc* par l'équipe précédente, qui sont essentiellement des calculs d'angle entre les os du squelette produits par la Kinect et codés en dur dans l'application.

Par manque de temps le « mode auteur » qui aurait permis de concevoir des exercices et d'organiser des séances n'a pas pu être implémenté complètement (voir figure 11). Le but du mode auteur de MOP est de permettre :

- d'ajuster les paramètres de chaque exercice afin de modifier les retours et la fréquence d'exécution des exercices.
- de créer de nouvelles séances et de modifier celles existantes.
- de créer de nouveaux programmes et de modifier ceux existants.

Son état final permet uniquement de créer de nouvelles séances à partir des exercices se trouvant dans la base de données et d'offrir la possibilité de modifier les séances existantes en supprimant ou ajoutant des exercices.

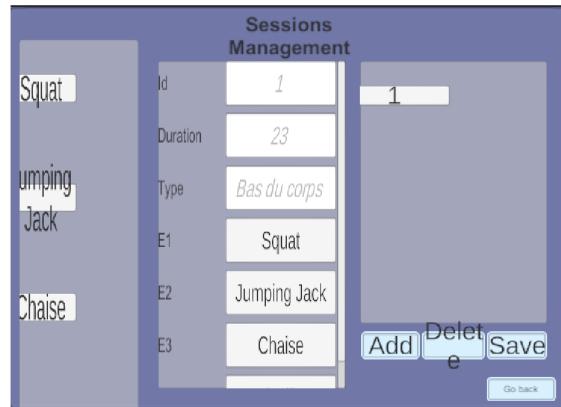


FIGURE 11 – Mode auteur incomplet de MOP

### 2.3 Spécifications fonctionnelles de "Stay In Motion"

Le fonctionnement général de "Stay In Motion" doit rester le même que celui de "Move In Progress", il est cependant impératif que l'application évolue sur plusieurs points pour satisfaire les différents utilisateurs.

- L'application doit gagner en robustesse et être générique quant au matériel d'acquisition utilisé.
- L'application doit être plus ergonomique.
- L'application doit intégrer un exercice utilisant l'IA.
- L'application doit intégrer un mode auteur plus avancé.

#### 2.3.1 Refonte de l'application, spécification côté développeur (N°1)

Afin de proposer l'application à une utilisation grand public, celle-ci doit gagner en robustesse, en fluidité et s'adapter aux différents capteurs du marché.

**N°1.1 : Généricité des capteurs** Un développeur doit pouvoir ajouter un nouvel appareil de capture de manière simple et il faut que cela s'intègre parfaitement à l'environnement de développement. Dans le but de livrer une application qui respecte cette contrainte, nous avons eu une séance de travaux pratiques avec notre encadrant. Une architecture permettant d'ajouter de manière normée un nouvel appareil de capture a été vu.

#### 2.3.2 Refonte ergonomique, spécification côté utilisateur sportif (N°2)

L'application doit gagner en ergonomie mais le fonctionnement général doit rester le même. L'utilisateur doit :

- Se visualiser en action à travers le modèle 3D qui le représente.
- Visualiser clairement les retours quant à son exécution et à sa progression.
- Visualiser le coach et le mouvement à faire.

La figure 12 représente l'écran d'entraînement.

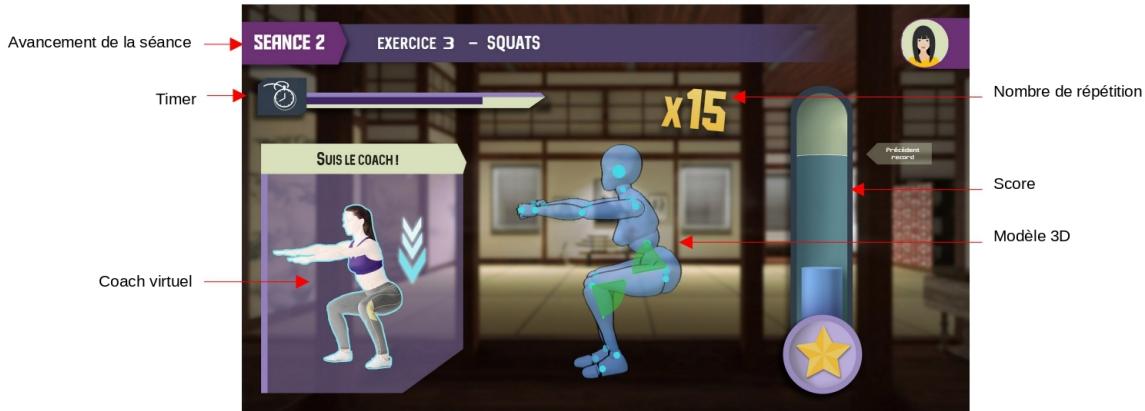


FIGURE 12 – Maquette d'une séance

**N°2.1 : Coach** Le coach est une indication visuelle de ce que l'utilisateur doit réaliser. Le coach est en mouvement et montre l'exercice à faire. Il le réalise en même temps que l'utilisateur.

**N°2.2 : Modèle 3D** Le modèle 3D est la représentation virtuelle de l'utilisateur. L'utilisateur est capté par la Kinect, celle-ci restitue un nuage de points qu'il faudra transformer en modèle 3D afin d'améliorer l'ergonomie de l'application.

**N°2.3 : Avancement de la séance** L'avancement de la séance permet de situer à quel exercice est rendu l'utilisateur.

**N°2.4 : Timer** Le timer permet de mesurer le temps restant pour l'exercice puis les temps de repos.

**N°2.5 : Barre de progression** La barre de progression représente le score de l'utilisateur. Plus elle monte, plus le score est élevé. Le calcul du score n'est pas encore défini à notre étape de l'étude, mais cela pourrait être la qualité d'exécution du mouvement, le nombre de répétitions fait, le temps sous tension etc. On peut imaginer différents modes de calcul du score en fonction des objectifs à atteindre.

**N°2.6 : Nombre de répétitions** Le nombre de répétitions réussies par l'utilisateur sportif.

**N°2.7 : Environnement** Afin d'améliorer l'expérience utilisateur, nous sommes partis sur des couleurs pastel, très à la mode et très peu agressives visuellement. Le fond est flou avec des couleurs plus chaudes. De cette manière, le premier plan ressort mieux.

Les exercices de type 1, utilisés pour l'échauffement, sont également à repenser sur le plan ergonomique. Le point de vue doit changer et l'immersion doit être améliorée.

**N°2.7 : Exercice de type collision** L'utilisateur sportif se visualisera à la troisième personne de dos pour faciliter l'immersion.

### 2.3.3 Ajout d'un exercice type l'IA (N°3)

Une fois l'application plus robuste et plus ergonomique, notre priorité sera d'intégrer un exercice utilisant l'IA. Le premier exercice implémentant l'IA sera un échauffement de boxe.

Le cadre de cet exercice n'est pas encore défini. Nous avons pour l'instant imaginé un exercice avec nos encadrants qui est sujet à modification : Un coach virtuel fait face à l'utilisateur sportif, ce dernier doit réaliser différents coups et essayer de toucher le coach virtuel de boxe. L'IA doit reconnaître le mouvement fait par l'utilisateur sportif. La figure 13 représente l'écran d'entraînement de boxe.



FIGURE 13 – Maquette de l'exercice de boxe

**N°3.1 : Coach virtuel** Le coach virtuel réalise des actions en fonction de l'utilisateur sportif ou réalise des actions auxquelles l'utilisateur sportif doit réagir.

**N°3.2 : Modèle 3D** L'utilisateur sportif se visualise afin de voir les coups qu'il réussit et d'avoir un retour direct sur son mouvement.

**N°3.3 : Nombre de coups réussis** Les coups reconnus par l'IA seront considérés comme réussis.

**N°3.4 : Nombre de coups qui ont touché** Les coups reconnus par l'IA qui auront fait mouche avant que l'IA déclenche l'action appropriée du coach virtuel seront considérés comme touchés.

### 2.3.4 Ajout d'exercices, spécification côté utilisateur encadrant (N°4)

En plus de satisfaire l'utilisateur sportif, l'application doit évoluer pour satisfaire l'utilisateur encadrant. Une fonctionnalité majeure qui doit être implémentée est l'ajout de nouveaux exercices à la base de donnée d'exercices déjà existante. La figure 14 représente l'écran d'ajout d'un exercice à la base.

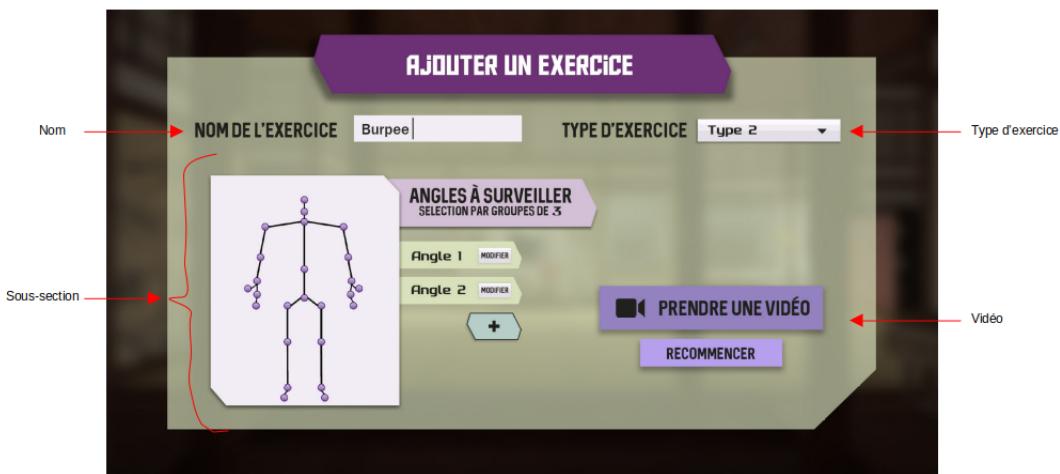


FIGURE 14 – Maquette d'une séance

**N°4.1 : Nom** L'utilisateur peut nommer son exercice.

**N°4.2 : Type d'exercice** L'utilisateur peut choisir entre type collision, squelette et IA. Chaque type amène à une sous section différente. Le type collision permet de choisir un membre du corps à surveiller, une action est produite en cas de contact entre cette zone et une autre ( autre membre du corps ou sol ) Le type squelette permet de choisir des groupes de 3 points du corps collés les uns aux autres. Ainsi on peut vérifier l'angle effectué entre ces points. Le type IA permet d'appliquer l'IA sur une base de mouvements à reconnaître.

**N°4.3 : Vidéo** Afin de définir le mouvement à faire, l'utilisateur encadrant devra se filmer entrain de faire l'exercice. Ainsi le mouvement sera enregistré et fait par le coach virtuel au cours de la séance. L'utilisateur pourra pré-visualiser son mouvement et le recommencer si nécessaire.

### 2.3.5 Refonte du mode auteur (N°5)

L'application doit intégrer un mode auteur à destination de l'utilisateur encadrant. L'ajout d'un exercice doit être possible par une personne non développeur. La figure 15 représente l'écran du mode auteur.

**N°5.1 : Séance** L'utilisateur encadrant peut visualiser les différentes parties de la séance et configurer chacune d'entre elle.

**N°5.2 : Modification de la séance** Dans une section, le nombre d'exercices est modifiable à souhait.

**N°5.3 : Ajout d'un exercice** Une liste d'exercices défilante est disponible. Pour ajouter l'exercice à la séance, il faut cliquer sur un emplacement d'exercice vide dans le menu de la séance puis cliquer sur l'exercice souhaité.

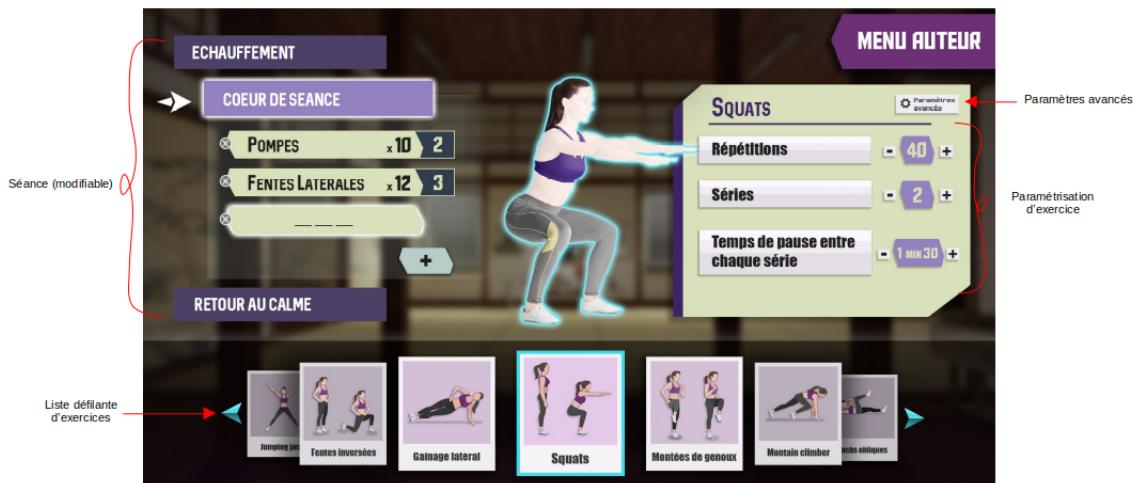


FIGURE 15 – Maquette mode auteur

**N°5.4 : Paramétrage de l'exercice** Un exercice est paramétrable de manière classique en réglant le nombre de séries, de répétitions puis la durée du repos. Enfin il est possible de le modifier de manière avancée en cliquant sur les paramètres en haut de la section. Ici on pourra modifier la valeur des angles pour valider l'exercice.

### 3 Démonstrateur associé au moteur de reconnaissance de gestes 3D

Cette troisième section nous amène à la présentation du second objectif de notre projet : concevoir et développer un démonstrateur permettant de visualiser en temps réel et de comprendre a posteriori les décisions du moteur de reconnaissance de gestes 3D. Ce démonstrateur nous permettra de tester de manière interactive la capacité du moteur à décider rapidement du prochain geste qui sera effectué par l'utilisateur. Il devra être robuste et capable de départager précocement des classes de gestes en compétition. Nous pourrons également expérimenter sa qualité et sa précision. Cette partie du projet sera donc un outil spécifique à la recherche.

Pour rappel, l'intelligence artificielle qui sera liée à notre démonstrateur recevra en permanence des frames grâce aux dispositifs de capture de mouvement. Après le traitement de ces frames par le réseau de neurones, le démonstrateur affichera à l'écran les scores associés à chaque geste calculés par le classifieur en temps réel.

Nous chercherons à développer le démonstrateur sur plusieurs cycles, sur le principe d'une conception centrée utilisateur. Nous veillerons également à rendre le moteur de reconnaissance de gestes 3D générique avec l'ensemble des capteurs de mouvements.

#### 3.1 Pré-étude

Avant de nous lancer dans la spécification fonctionnelle, il est intéressant de nous pencher sur les différents projets réalisés au cours des dernières années afin de connaître ce qui a déjà été accompli. Nous avons ainsi récupéré les archives des projets DERG (Démonstrateur pour la Reconnaissance Gestuelle 3D) et R3G (Recognition of 3D Gestures).

##### Démonstrateur pour la Reconnaissance Gestuelle 3D (DERG), 2018-2019

Le projet DERG a été réalisé durant l'année 2018-2019 par des étudiants de 4INFO dans le cadre de leur projet de 4ème année. Les étudiants de ce projet ont utilisé un moteur de reconnaissance gestuelle élaboré par des équipes de recherche dans plusieurs objectifs dont l'un était de réaliser un démonstrateur visant un public formé de chercheurs.

Pour ce faire, ces étudiants ont développé un simulateur de combat qui met en opposition deux entités se combattant via un ensemble de gestes de combat. L'utilisateur contrôle alors l'une des entités, tandis que l'autre est manipulée par une IA. Le but est de mettre « KO » l'adversaire en essayant d'essuyer le moins de coups possibles. L'application se sert ainsi d'une Kinect v1 pour capturer les gestes de l'utilisateur. Le rendu visuel de l'application durant un combat est présenté sur la figure 16.

Notre projet pourra ainsi, dans une certaine mesure, prendre modèle sur DERG afin de faciliter la mise au point de notre démonstrateur.

##### Recognition of 3D Gestures (R3G), 2020-2021



FIGURE 16 – Rendu graphique de l’application DERG simulant un combat contre une IA

Le projet R3G a été réalisé durant l’année 2020-2021 par des étudiants de 4INFO dans le cadre de leur projet de 4ème année. Il avait alors pour but d’aider William Mocaër durant sa thèse. Pour cela, l’équipe a mis en œuvre une suite logicielle permettant de créer et de manier des données mais aussi d’analyser le dispositif de reconnaissance de gestes. La suite a ainsi permis d’analyser l’IA présente au sein du système, de valider les expérimentations et de fluidifier l’enchaînement des tâches. Elle a également permis de créer une base de données, de l’entraîner et de l’annoter.

Le projet R3G est composé de cinq applications, dissociables en deux blocs. Le premier bloc capture et analyse les gestes de l’utilisateur, ce qui permet de créer ensuite une base de données et de visualiser les performances du dispositif. Le développement de celui-ci a été réalisé sur Unity et est couplé à la Kinect et au Leap Motion. Le second bloc analyse les données recueillies après que celles-ci aient été annotées, puis évalue l’efficacité de l’IA. Les gestes de l’utilisateur sont alors étudiés par l’IA et leur case respective sur l’interface passe au vert clair lorsque le système a suffisamment confiance pour prendre sa décision (cf. figure 17).

Nos travaux s’inspireront ainsi du bloc développé sur Unity qui permet la visualisation de la grille des mouvements. Nous tenterons alors de construire un nouveau démonstrateur associé au moteur de reconnaissance de gestes 3D, qui permettra cette fois ci la visualisation d’un histogramme de probabilités de réalisation des mouvements en temps réel. Contrairement à R3G qui était un démonstrateur statique, notre démonstrateur devra être le plus générique possible.

### 3.2 Spécifications fonctionnelles

Une ébauche de cette visualisation avait été pensée dans le module de démonstration du projet R3G, nous allons repartir de cette idée pour créer un nouveau modèle de représentation des résultats. Nos objectifs vont se baser sur l’amélioration des fonctionnalités déjà existantes et l’implémentation de celles qui n’ont pas été réalisées. Nous pouvons observer sur le tableau des spécifications fonctionnelles

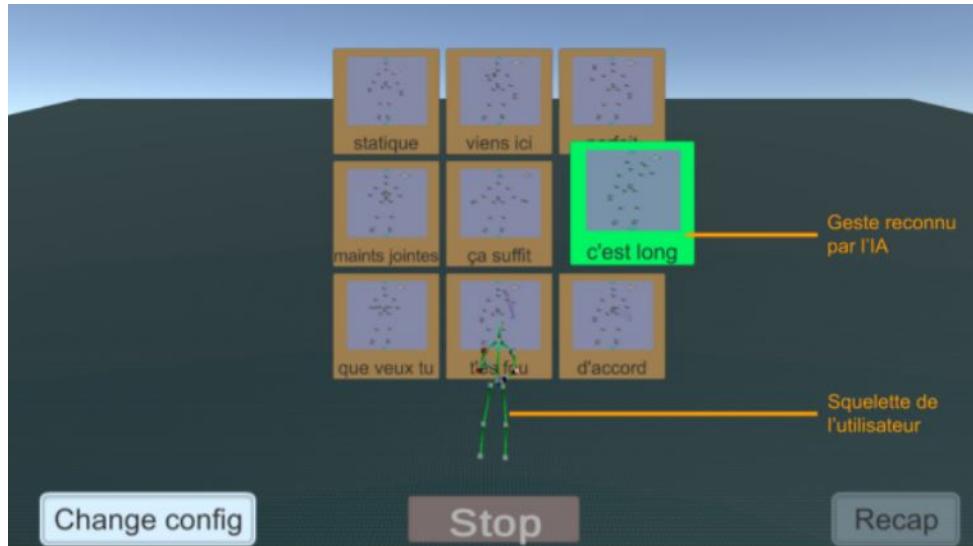


FIGURE 17 – Réponse graphique du démonstrateur R3G lors de la reconnaissance d'un geste par le moteur

du module démonstration de la figure 18 que l'affichage de l'ensemble des gestes reconnaissables avec la Kinect et la communication directe avec le moteur de reconnaissance ont déjà été implémentés sur le module de démonstration. Cependant, lors de notre TP d'introduction, nous avons observé que ces fonctionnalités étaient satisfaites uniquement avec le mode simulation. Avec l'utilisation de la Kinect Azure en temps réel, cela ne fonctionnait pas vraiment. Notre 1ère spécification fonctionnelle va être d'améliorer la partie visuelle et technique de l'affichage en temps réel des résultats.

Tableau Fonctionnel : Module Démonstration			
Version	Fonctionnalités	Niveau	Ordre de réalisation
V2	Réaliser une acquisition à l'aide du module acquisition	Essentiel	1
	Démonstration : Afficher l'ensemble des gestes reconnaissables avec la Kinect		2
	Démonstration : Communiquer en direct avec le moteur de reconnaissance		3
	Démonstration : Afficher en direct le résultat du moteur de reconnaissance		1
	Démonstration : Créer un menu utilisateur		
V3	Démonstration : Afficher un récapitulatif de séance	Recommandé	4
	Démonstration : Visionner un geste au ralenti		
V4	Démonstration : Signaler une erreur de reconnaissance		5
	Démonstration : Réaliser une prise en main de l'outil démonstration		
V5	Démonstration : Évaluer l'expérience utilisateur		
	Démonstration : Afficher l'ensemble des gestes reconnaissables en Leap Motion		2

■ : Fonctionnalités réalisées      ■ : Fonctionnalités non réalisées

FIGURE 18 – Tableau des spécifications fonctionnelles du module démonstration de groupe de 2020 (R3G)

Notre 2ème fonctionnalité sera l'amélioration du mode « Récapitulatif de la séance » en lui ajoutant plusieurs options, comme le revisionnage d'un geste au ralenti, qui n'avaient pas été réalisées sur R3G (voir figure 18). Dans un troisième temps, nous nous pencherons sur la fonctionnalité de généricité du démonstrateur et du moteur de reconnaissance. Dans les prochaines sections, nous allons détailler chaque fonctionnalité citée précédemment que nous souhaitons améliorer ou développer dans notre démonstrateur.

### 3.2.1 Affichage dynamique des gestes en compétition (N°6)

L'objectif de cette fonctionnalité est de trouver une meilleure façon de représenter l'affichage dynamique des gestes en compétition qui se modifie en temps réel selon les prédictions du moteur de reconnaissance à travers un histogramme. Chaque colonne de l'histogramme est associé à une classe de geste et évolue en fonction de la confiance que lui adresse l'IA. Actuellement l'affichage du module de démonstration proposé sur R3G est statique (voir la figure 19). Cette représentation des résultats ne répond que partiellement à l'objectif de notre client. Pour répondre à cet objectif, plusieurs options sont à explorer.

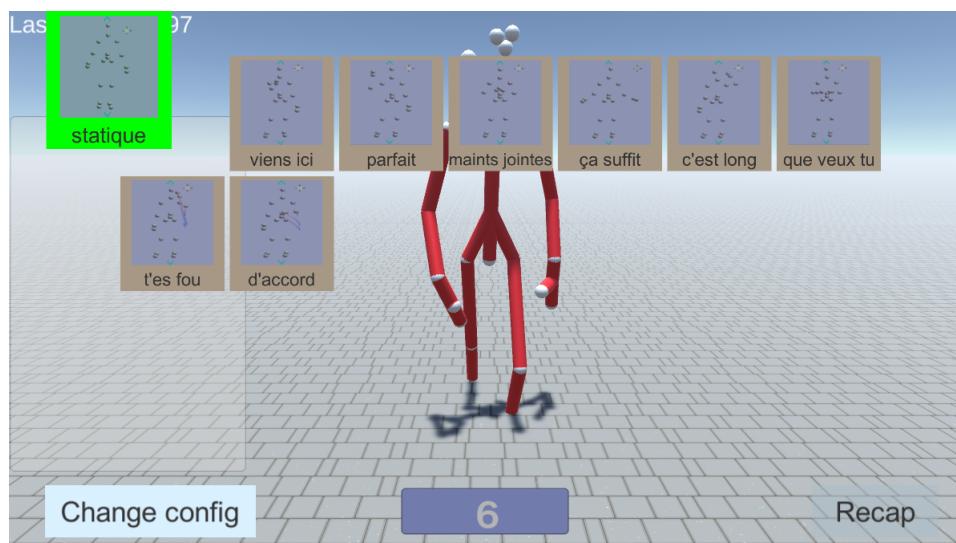


FIGURE 19 – Affichage actuelle du module de démonstration de R3G

Selon notre encadrant, il serait préférable de modéliser l'histogramme en fonction de l'axe y pour permettre une meilleure visualisation des choix de l'IA, contrairement à ce qui a été fait sur R3G (sur la figure 19). Cependant, il est difficile de choisir dès maintenant la représentation qui conviendrait le mieux à notre client. Notre démarche pour cette fonctionnalité va donc se rapprocher d'une conception centrée sur l'utilisateur. Nous allons maquetter plusieurs représentations des résultats de l'IA afin d'obtenir des retours du client avant de choisir définitivement notre forme d'affichage. Les deux modèles de la figure 20 sont actuellement retenus et vont être notre base de travail pour cette fonctionnalité.

La première maquette permet de visualiser les données en 3D et les histogrammes évoluent selon l'axe z alors que la seconde permet une visualisation des résultats en 2D et en fonction de y. Les illustrations des différents gestes apparaissent au-dessus de leur histogramme (voir figure 20) . Les positions et le type d'illustration correspondant aux gestes restent à titre indicatif. Il serait aussi intéressant d'ajouter une légende indiquant le nom du geste associé au résultat du classifieur en dessous de son histogramme.

**N°6.1 : Modéliser une nouvelle représentation des résultats** L'utilisateur pourra visualiser d'une meilleure façon les résultats de l'IA grâce à l'évolution de l'histogramme correspondant aux différents gestes en compétition.

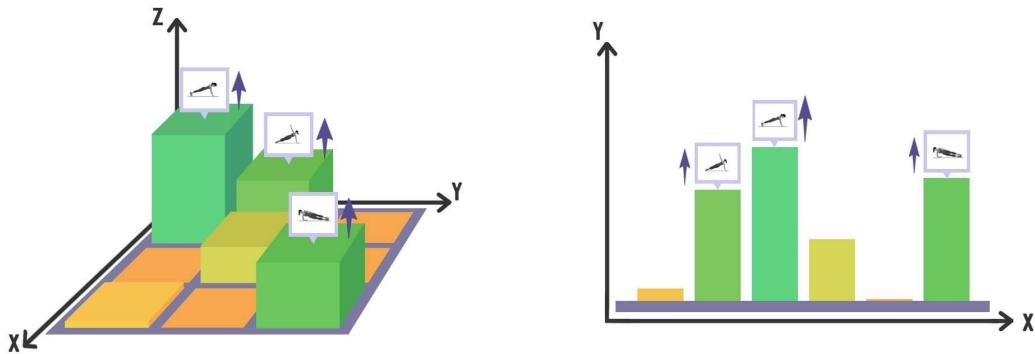


FIGURE 20 – Maquettes des modèles retenus pour représenter les résultats de l'IA

**N°6.2 : Seuil d'activation des classes de gestes** Une sélection entre les différents gestes de la base de données sera effectuée avant ou pendant l'affichage de l'histogramme. Celle-ci se fera grâce à un seuil d'activation pour pouvoir obtenir un rendu plus épuré en gardant uniquement les classes de gestes qui pourrait intéresser le moteur de reconnaissance. Cela permettra une analyse plus claire du comportement de l'IA.

### 3.2.2 Analyse a posteriori des résultats fournis par l'IA (N°7)

Une fois un geste analysé par l'IA, il serait intéressant pour l'utilisateur de pouvoir visualiser a posteriori l'évolution de la prise de décision. Ce récapitulatif permettrait à l'utilisateur de mieux cerner ce qu'il n'a pas eu le temps de visualiser en temps réel. Cette fonctionnalité s'inscrit dans la continuité de l'affichage dynamique de l'histogramme des gestes en compétition. Elle propose une sorte d'option "replay" de l'analyse faite grâce à l'histogramme.

Sur le projet R3G, le récapitulatif de séance a déjà été implémenté. Ce récapitulatif contient les gestes effectués par l'utilisateur lors de sa séance de démonstration. L'intitulé du geste, l'instant de début et de fin du geste et l'instant auquel le système reconnaît le geste sont fournis par l'intelligence artificielle pour chaque geste dans le récapitulatif. Ce récapitulatif précise aussi le pourcentage de gestes correctement reconnus ainsi que la durée de la séance. Nous souhaitons ajouter les fonctionnalités suivantes à ce mode :

**N°7.1 : Visualisation d'un geste au ralenti** l'utilisateur doit pouvoir choisir la vitesse de visualisation du geste observé au ralenti et aussi choisir le nombre de frames pour pouvoir séquencer le "replay".

**N°7.2 : Navigation dans la séquence de gestes** l'utilisateur doit pouvoir utiliser la "timeline" située en bas de la maquette (voir figure 21) afin de naviguer à travers la séquence de gestes et revenir sur un instant précis de l'analyse.

Dans le cadre de sa thèse, William Mocaër a déjà travaillé sur une scène basée sur DERG (au niveau logiciel) qui répond aussi à un problème de visualisation de séquences de gestes a posteriori (voir figure 22). Il nous conseille de nous inspirer ou de repartir de cette scène pour créer notre propre scène d'analyse a posteriori des

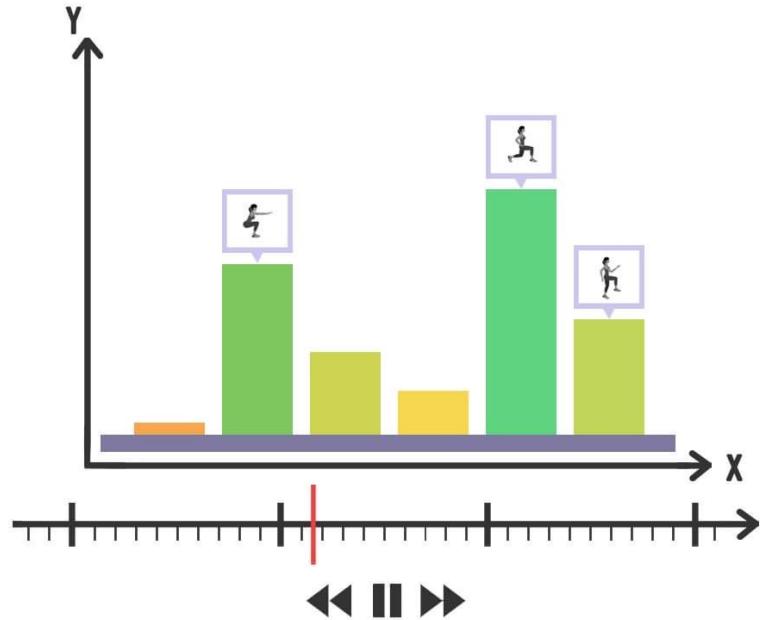


FIGURE 21 – Maquette du Mode Replay de l'analyse a posteriori des résultats fournis par l'IA

gestes fournis par l'IA.

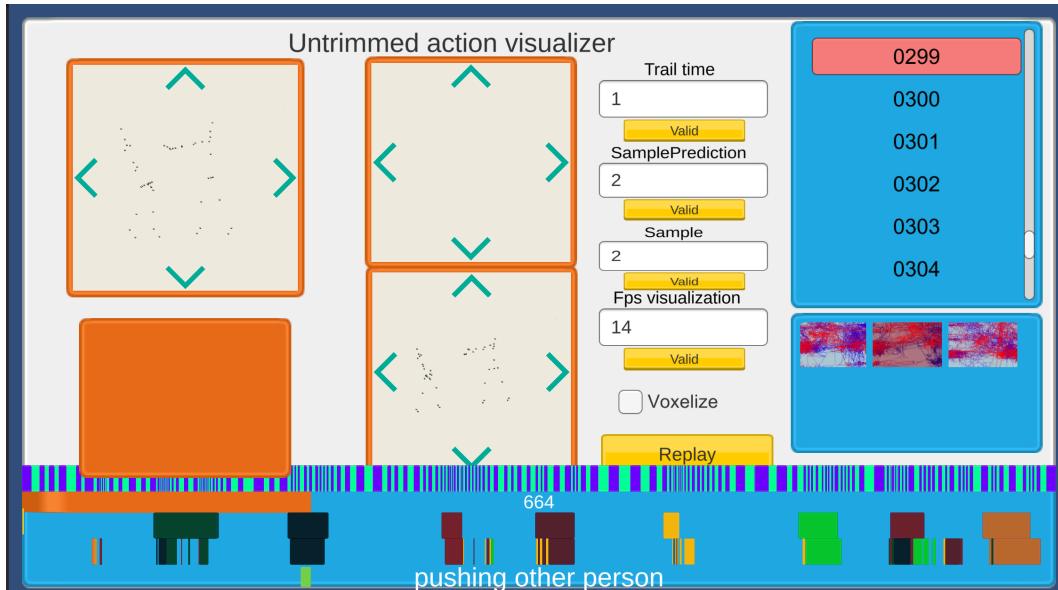


FIGURE 22 – Scène de visualisation de séquences de gestes a posteriori modélisée par William Mocaër dans le cadre de sa thèse

La première ligne correspond à un cumul de frames que l'utilisateur fait passer dans son réseau (alternance violet/cyan sur la figure 22).

La deuxième correspond à la "timeline" qui permet de naviguer à n'importe quel instant de la séquence de gestes ou de la mettre en pause (en orange sur la figure

22).

La troisième ligne correspond à la vérité terrain, chaque couleur correspondant à une classe de geste.

La 4ème ligne correspond à la prédiction de l'IA. Le texte sur la dernière ligne correspond au nom du geste prédit à cet instant donné sur la "timeline" (prédiction issue de la 4ème ligne).

Cette scène nous donne donc de nombreuses pistes de travail pour l'implémentation de ces différentes options qui permettront aux chercheurs qui utilisent cet outil d'isoler au maximum les décisions clés du moteur de reconnaissance des gestes.

### 3.2.3 Généricité (N°8)

La dernière fonctionnalité souhaitée par notre client est la généricité. Cette fonctionnalité va principalement dépendre des capteurs et du classifieur.

**N°8.1 : Généricité du démonstrateur** Le démonstrateur doit pouvoir comprendre et analyser la variation du nombre de classes de gestes et des différentes natures de gestes (gestes corps complet, main uniquement, petits/grands mouvements). Cette généricité implique de pouvoir générer automatiquement des illustrations correspondant aux nouveaux gestes capturés.

**N°8.2 : Généricité des capteurs** Notre démonstrateur doit pouvoir afficher de manière fonctionnelle l'utilisateur et les résultats de l'IA en temps réel peu importe le capteur de mouvement utilisé.

Les différents capteurs peuvent correspondre aux capteurs connus à l'heure actuelle (Kinect v1, Azure etc) mais potentiellement aussi à de futurs capteurs utilisés.

## 4 Gestion de Projet

### 4.1 Cahier des charges

Le cahier des charges 1 a été dressé à partir des spécifications fonctionnelles. Nous avons classé les fonctionnalités par ordre de priorité.

TABLE 1 – Cahier des charges

Fonctionnalités			
N°	Intitulé	Critère	Priorité
<b>Refonte de l'application côté développeur</b>			1
N°1.1	Généricité des capteurs	Architecture permettant d'ajouter de manière normée un nouvel appareil de capture.	1
<b>Refonte ergonomique de l'application</b>			2
N°2.1	Coach virtuel	Avatar 3D montrant le mouvement à faire.	2.1
N°2.2	Modèle 3D	Avatar 3D représentant l'utilisateur sportif.	2.1
N°2.3	Avancement de la séance	Indication permettant de connaître l'avancement de la séance.	2.2
N°2.4	Timer	Indication permettant de connaître le temps restant d'un exercice ou d'un temps de repos.	2.2
N°2.5	Barre de progression	Indication permettant de connaître le score de l'utilisateur sportif.	2.2
N°2.6	Nombre de répétitions	Indication permettant de connaître le nombre de répétitions de l'utilisateur sportif.	2.2
N°2.7	Environnement	Mise en place du fond et des couleurs.	2.2
<b>Généricité</b>			3
N°8.2	Généricité des capteurs	Notre démonstrateur doit pouvoir afficher fonctionnellement l'utilisateur et les résultats de l'IA en temps réel peu importe le capteur de mouvement utilisé.	3.1
N°8.1	Généricité du démonstrateur	Gestion de la variation du nombre de classes de gestes et des différentes natures de gestes.	3.2
<b>Affichage dynamique des gestes en compétition</b>			4
N°6.1	Représentation des résultats	L'utilisateur encadrant peut visualiser les résultats de l'IA grâce à l'affichage des histogrammes correspondant aux différents gestes en compétition.	4
N°6.2	Seuil d'activation des histogrammes	Sélection entre les différents gestes de la base de données effectuée avant ou pendant l'affichage de l'histogramme grâce à un filtre.	4

<b>Ajout d'un exercice implémentant l'IA</b>			<b>5</b>
N°3.1	Coach virtuel	Avatar 3D réagissant aux mouvements faits par l'utilisateur sportif.	5.1
N°3.2	Modèle 3D	Avatar 3D permettant à l'utilisateur sportif de se visualiser.	5.1
N°3.3	Nombre de coups réussis	Nombre de coups reconnus par l'IA.	5.2
N°3.4	Nombre de coups qui ont touché	Nombre de coups reconnus par l'IA n'ayant pas déclenché la réaction du coach virtuel à temps.	5.2
<b>Refonte du mode auteur</b>			<b>6</b>
N°5.1	Séance	L'utilisateur encadrant peut visualiser les différentes parties de la séance et configurer chacune d'entre elles.	6
N°5.2	Modification de la séance	L'utilisateur encadrant peut ajouter un exercice ou retirer un exercice à la liste.	6
N°5.3	Ajout d'un exercice	L'utilisateur encadrant peut assigner un exercice de la base à un exercice de la liste.	6
N°5.4	Paramétrage de l'exercice	L'utilisateur encadrant peut paramétriser le nombre de séries, de répétitions, le temps de repos et des paramètres avancés en fonction du type d'exercice.	6
<b>Ajout d'exercices dans la base</b>			<b>7</b>
N°4.3	Vidéo	L'utilisateur encadrant peut se filmer pour définir enregistrer les mouvements d'un nouvel exercice.	7
N°4.2	Type d'exercice	L'utilisateur encadrant peut définir le type du nouvel exercice à ajouter à la base et paramétriser l'exercice en fonction de son type.	7
N°4.1	Nom	L'utilisateur encadrant peut définir un nom pour un nouvel exercice.	7
<b>Analyse a posteriori des résultats fournis par l'IA</b>			<b>8</b>
N°7.1	Visualisation d'un geste au ralenti	L'utilisateur encadrant peut visualiser les résultats de l'IA grâce à l'affichage des histogrammes correspondant aux différents gestes en compétition.	8
N°7.2	Navigation dans la séquence de gestes	L'utilisateur peut naviguer à travers la séquence de gestes et revenir sur un instant précis de l'analyse grâce à la timeline.	8

## 4.2 Rôles

Afin d'assurer le bon déroulement d'un projet, nous avons choisi de répartir les responsabilités en fonction des échéances. Ainsi, cette répartition des rôles permet d'être plus efficace et d'éviter les confusions. Plusieurs contraintes ont été prises en compte pour correctement répartir les responsabilités. Trois étudiants partent en mobilité au prochain semestre, ils devaient donc être responsables d'un rapport avant leur départ. Plusieurs étudiants n'ont pas de carte graphique adaptée au développement avec CUDA. Ainsi ce sont trois étudiants de notre groupe qui ne peuvent pas réaliser les appels à l'IA. Afin de pallier à ce problème nous avons décidé que les élèves n'ayant pas accès à une carte graphique compatible avec le développement du projet au prochain semestre se concentreront sur la refonte ergonomique de l'application.

Voici les rôles retenus :

- **Élèves partant en mobilité au S8 :**
  - **Judith** : Responsable pré-étude
  - **Florian** : Responsable spécification
  - **Emilie** : Responsable planification
- **Élèves présents au S8** : les rôles n'ont pas encore été définis
  - **Teddy** : Carte graphique compatible
  - **Léandre** : Carte graphique compatible
  - **Firmin** : Carte graphique non compatible

## 4.3 Outils de gestion et de communication

Plusieurs outils sont utilisés afin de communiquer au sein du groupe et pour la gestion des tâches :

- **Teams** : logiciel de gestion de projet et de communication professionnel.
- **Gitlab** : plateforme d'hébergement et de suivi de projet permettant de centraliser les documents. Utilisation des "Issues" de Gitlab en attendant d'avoir la formation sur MsProject pour la gestion de projet.
- **Google Drive** : plateforme de stockage et d'édition de fichiers.
- **Overleaf** : Editeur collaboratif LaTeX en ligne.

## 4.4 Mode de fonctionnement

Une réunion avec les encadrants Eric Anquetil et Wiliam Mocaër est réalisée toutes les semaines le lundi après-midi pendant environ deux heures. Ces réunions nous ont permis dans un premier temps de mieux cerner le projet, notamment grâce à des séances de présentation et de travaux pratiques. Durant l'avant dernière séance, nous avons également pu rencontrer des étudiants du master Digitsport, qui nous aideront à proposer des exercices pour l'application "Stay In Motion".

En dehors des temps de réunion, un rassemblement avec les membres du groupe a lieu chaque lundi sur les deux heures précédant la réunion avec les encadrants afin de préparer en amont la réunion et travailler des points spécifiques. Autrement, un travail est effectué tout au long de la semaine individuellement. Pour faciliter les échanges entre étudiants de l'INSA, de Digitsport, encadrant et client, un Microsoft Teams a été mis en place.

## 5 Conclusion

Au cours de ces deux premières phases de projet, nous nous sommes intéressés à la possibilité de concilier pratique sportive et emploi des technologies du numérique visant à limiter la sédentarité et l'inactivité physique chez une partie de la jeune population. Notre objectif principal sera donc leur remise en forme progressive à l'aide de notre application. Notre relation avec des étudiants du master DIGISPORT nous permettra ensuite de proposer du contenu de qualité dans l'environnement virtuel de nos séances d'entraînement.

Dans un premier temps, nous avons mené une phase de pré-étude des technologies ainsi que des anciens projets qui sont à notre disposition. Nous avons analysé les systèmes de capture et de reconnaissance de gestes que sont la Kinect et la Leap Motion tout comme l'intelligence artificielle dont nous allons nous servir au cours de ce projet. En parallèle de cela, nous avons suivi un TP sur Unity pour nous familiariser avec le moteur de jeu sur lequel nous allons développer. Nous nous sommes également penchés sur les projets DERG et R3G qui ont permis à la fois une meilleure compréhension du fonctionnement général de ces applications et des sections du travail réalisé antérieurement nous allons pouvoir nous inspirer.

Dans un second temps, nous avons défini les spécifications fonctionnelles des deux objectifs à remplir. D'une part, il est nécessaire de repenser l'application anciennement nommée "Move On Progress". Une refonte de l'architecture du code ainsi qu'une refonte ergonomique s'imposent pour passer du stade de POC au stade d'application grand public. Ensuite, il est encore nécessaire d'intégrer l'utilisation de l'IA dans les exercices proposés et de mettre à jour le mode auteur pour pleinement répondre à la demande du client. D'autre part, l'application de visualisation dynamique de la prise de décision de l'IA doit également évoluer afin d'être utilisée par l'équipe de l'IRISA. Pour cela, ce démonstrateur doit intégrer un mode de visualisation dynamique et en temps réel de la prise décision de l'IA entre les différentes classes disponibles. En plus du temps réel, une analyse a posteriori de la prise de décision est à prévoir. Enfin l'application devra être générique quant au mode d'acquisition des mouvements.

La prochaine étape de notre travail consistera à estimer la charge de travail de chacune des tâches pour la planification du second semestre de l'année. Cette étude fera l'objet de notre prochain rapport : le rapport de planification.

## Références

- [1] ANSES. *Inactivité physique et sédentarité chez les jeunes : l'Anses alerte les pouvoirs publics.* 2020. URL : [https://www.anses.fr/fr/content/inactivite% C3%A9-physique- et -s%C3%A9dentarit%C3%A9-chez-les-jeunes-l'anses-alerte-les-pouvoirs-publics](https://www.anses.fr/fr/content/inactivite-physique-et-sedentarite chez-les-jeunes-l'anses-alerte-les-pouvoirs-publics). (consulté : 4 Novembre 2022).
- [2] Mehdi AOUICHA et al. *Rapport de Spécification fonctionnel - Move on Progress.* Nov. 2021.
- [3] Paul BERTHELOT et al. *Rapport de Spécification fonctionnel - Recognition of 3D Gesture.* Déc. 2020.
- [4] Maxime CHAO. *Your Shape 2012 : La vidéo de lancement.* URL : <https://www.jeuxactu.com/your-shape-fitness-evolved-2012-77363.htm>.
- [5] Antoine COURMONT. *Baromètre du numérique 2021 – Les chiffres des usages numériques en France.* Juill. 2021. URL : <https://linc.cnil.fr/fr/barometre-du-numerique-2021-les-chiffres-des-usages-numeriques-en-france>. (consulté : 4 Novembre 2022).
- [6] HISOUR. *Reconnaissance gestuelle.* URL : <https://www.hisour.com/fr/gesture-recognition-42946/>. (consulté : 2 Novembre 2022).
- [7] INRIA. *Réalité virtuelle : quel rôle dans le sport de haut niveau ?* URL : <https://www.inria.fr/fr/realite-virtuelle-role-sport-haut-niveau>.
- [8] MIRROR. *The Nearly Invisible Home Gym.* URL : <https://www.mirror.co>.
- [9] William MOCAËR, Eric ANQUETIL et Richard KULPA. « Réseau Convolutif Spatio-Temporel 3D pour la Reconnaissance Précoce de Gestes Manuscrits Non-Segmentés ». In : *RFIAP 2022 - Congrès Reconnaissance des Formes, Image, Apprentissage et Perception.* Vannes, France, juill. 2022, p. 1-9. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03682604>.
- [10] Frédéric MOUCHON. *Sédentarité des Français : le cri d'alarme de l'Anses sur cette « bombe à retardement ».* Fév. 2022. URL : <https://www.leparisien.fr/societe/sante/sedentarite-des-francais-le-cri-dalarme-de-lances-sur-cette-bombe-a-retardement-15-02-2022-DNWQBP4XYFE57I2GAX5SXLCRI.php>.
- [11] NINTENDO. *Ring Fit Adventure.* URL : <https://ringfitadventure.nintendo.com/fr/>.
- [12] OCULUS. *FitXR.* URL : [https://www.oculus.com/experiences/quest/2327205800645550/?locale=fr\\_FR](https://www.oculus.com/experiences/quest/2327205800645550/?locale=fr_FR).
- [13] OCULUS. *VZFit.* URL : [https://www.oculus.com/experiences/quest/2088366894520136/?locale=fr\\_FR](https://www.oculus.com/experiences/quest/2088366894520136/?locale=fr_FR).
- [14] OMS. *Activité physique.* URL : <https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/physical-activity>.
- [15] Hugo XHIGNESSE. *La pratique du sport à l'heure du numérique : identification des facteurs motivant les consommateurs à utiliser des applications mobiles sportives.* URL : <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/11658>.