Salle immersive 3D pour la recherche expérimentale sur le comportement humain

Cahier des Clauses Administratives Particulières

CCTP n° 26383

Accord-cadre 26.14.020

Le présent CCTP concerne l'acquisition d'une salle immersive dédiée aux recherches sur le comportement humain à l'aide d'environnements virtuels immersifs (Livrable 1 sur 2) ainsi que le développement de quatre scenarii expérimentaux sur mesure (Livrable 2 sur 2). La salle immersive sera installée dans un espace dédié de la plateforme Cognition Comportements Usages (CCU) de la Maison des Sciences Humaines et Sociales (MSHS-T).

1. Description du contexte de l'achat

Cet équipement sera utilisé pour la recherche scientifique et principalement dans des domaines issus des sciences humaines et sociales : psychologie, sciences du langage, sciences du cerveau, archéologie. Les utilisateurs.trices de cet équipement seront des personnels scientifiques issus de l'université ou du CNRS et de différents statuts : étudiant.e.s, chercheur.e.s, ingénieur.e.s. La salle immersive permettra de mener des expérimentations dont l'objectif principal sera la compréhension du comportement humain dans des environnements complexes, dynamiques et réalistes. Les participant.e.s aux expérimentations pourront être de plusieurs types en fonction de la question de recherche visée : enfants, adultes, personnes âgées, avec ou sans pathologies. Les données sur le comportement seront collectées grâce à des équipements tiers disponibles sur la plateforme CCU (voir plan page 2 du présent document), équipements non concernés par la présente consultation. Les données collectées par la salle immersive seront anonymes et concerneront les interactions entre le.la participant.e et les éléments de la scène visuelle.

Une large communauté de chercheur.e.s a été sollicitée pour la définition des besoins, et quatre cas d'usages ont identifiés donnant lieu au développement de quatre scenarii expérimentaux (détaillés dans la section 4) :

- Traversée d'un passage piéton en milieu urbain
- Figuration de l'altérité en environnement semi réaliste
- Exploration d'un modèle 3D de la grotte Chauvet
- Exploration d'une scène audio-visuelle 3D captée sur le terrain

2. Description de l'environnement d'installation

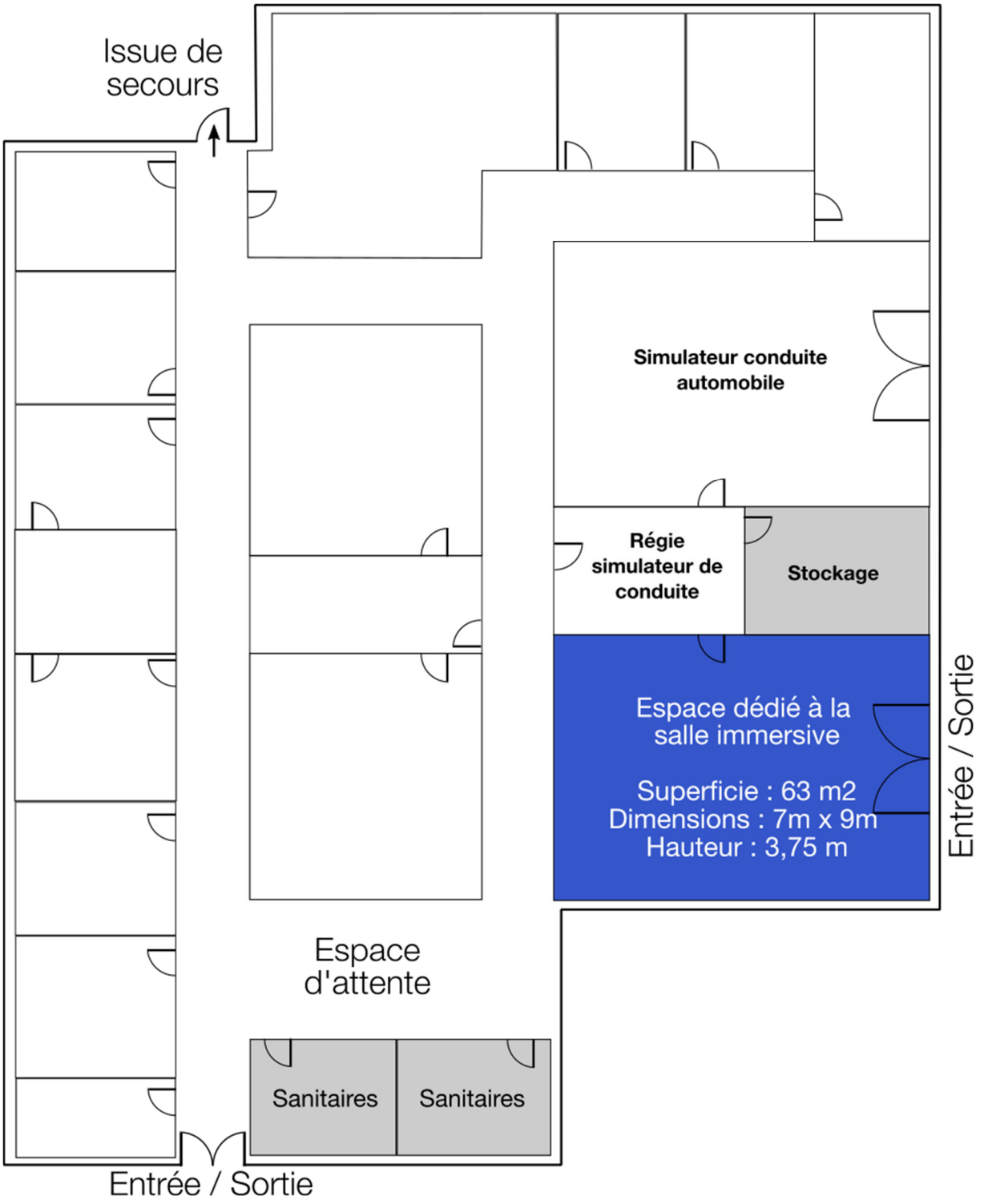
La salle immersive sera installée dans un espace dédié dans la plateforme Cognition Comportements Usages (CCU)[1]. La plateforme CCU est un espace de 450 m2 dédié aux recherches expérimentales sur le comportement humain. Les équipements sont regroupés en plateaux techniques (mesures physiologiques, babylab, simulateur de conduite automobile, son 3D, robots, oculométrie, etc.) et mutualisés par la MSHS-T à l'ensemble de la communauté scientifique.

La plateforme est située au rez-de-chaussée de la Maison de la Recherche de l'université Toulouse Jean Jaurès. Un espace dédié d'environ 63 m2 et de 3,75 m de hauteur sous plafond est prévu pour accueillir la salle immersive ainsi que tous les équipements de pilotage (voir plan ci-dessous). L'accès à cet espace peut se faire via la régie du simulateur de conduite automobile, ou via une double porte de 3 mètres de large offrant un accès facile à un large couloir donnant sur l'extérieur du bâtiment. La régie du simulateur de conduite automobile ne pourra pas être utilisée pour la régie de la salle immersive.

L'espace est équipé de deux blocs de climatisation pour contrôler la température ambiante, l'accès à internet se fait via des prises RJ45 murales, et la fixation au sol est possible si nécessaire.

La salle est également équipée de 8 vidéoprojecteurs BARCO F90-4K13 issus d'un transfert d'équipement en provenance d'une autre unité CNRS, ils devront être testés par le soumissionnaire afin d'évaluer s'ils peuvent être utilisés pour la salle immersive et ainsi éviter l'acquisition de nouveaux vidéoprojecteurs.

[1] https://mshs.univ-toulouse.fr/plateformes/les-plateformes-technologiques/ccu-cognition-comportements-et-usages/



Plan de la plateforme Cognition Comportements Usages (CCU), et caractéristiques de l'espace dédié à la salle immersive.

3. Caractéristiques attendues

La salle immersive devra permettre aux utilisateurs.trices de créer des environnements 3D hautement immersifs, réalistes et dynamiques dans le but de mener des recherches expérimentales sur le comportement humain avec un maximum de contrôle sur les éléments de la scène visuelle et sonore. Le choix s'est porté sur la technologie de type « 3D cave (Cave Automatic Virtual Environment)» car cette technologie offre une immersion hautement qualitative tout en évitant les problématiques liées à

l'utilisation des casques de réalité virtuelle (vision périphérique, vision de son propre corps, inconfort visuel, etc.).

- **Matériel**

  - Salle immersive à 4 plans : 3 murs et sol
  - Largeur et longueur : 4 mètres +/- 10%)
  - Hauteur : 2,5 mètres +/- 10%)
  - Rampe d'accès PMR
  - 3D visuelle stéréoscopique mono utilisateur
  - Capture des mouvements des principales parties du corps : tête, mains, épaules, hanches, genou
  - Possibilité d'interagir avec les éléments de la scène avec des manettes ou via une capture du mouvement
  - Minimisation des ombres portées du corps du participant sur les écrans
  - Autocalibration
  - 8 vidéoprojecteurs de marque BARCO F90-4K13 (en provenance d'une autre unité CNRS) doivent être testés par le titulaire afin d'évaluer s'ils peuvent être utilisés pour la salle immersive et ainsi éviter l'acquisition de nouveaux vidéoprojecteurs.
    - si ces vidéoprojecteurs ne sont pas compatibles, fourniture en Prestation supplémentaire éventuelle des vidéoprojecteurs nécessaires à l'installation.
  - Pupitre de contrôle : poste informatique principal permettant de piloter l'ensemble des équipements
  - Son 3D binaural (casque sans fil de type « in-ear monitor »)

- **Logiciel**

  - Compatibilité avec les environnements 3D développés sous Unity : les utilisateurs.trices doivent pouvoir intégrer facilement leurs environnements développés avec Unity dans la salle immersive ;
  - Outils de communication pour pouvoir interagir avec les participant.e.s dans le cadre des expérimentations, par exemple via la présentation des consignes orales ou visuelles ;
  - Transmission en temps réel via UDP de la position de la tête (coordonnées, azimuth, élévation et rotation) vers un logiciel tiers pour le son 3D binaural ;
  - Transmission en temps réel de *triggers* vers un logiciel tiers de mesures physiologiques (ex : EEG, fNIRS), sous forme de briques logicielles réutilisables
  - Création d'un fichier LOG avec l'ensemble des actions et interactions réalisées pendant une séance d'utilisation ;
  - Création d'une interface simplifiée permettant à des utilisateurs non experts de lancer une simulation sans connaissances préalables.

- **Critères de performance**

  - Très faible latence audio-visuelle (inférieure à 10 ms)
  - Grande précision de la captation du mouvement pour le rendu 3D
  - Compatibilité avec les normes ISO 9241-110 (ergonomie) et ISO 14001 (environnement).

- **Sécurité**

  - Chiffrement des données en transit et au repos.
  - Authentification forte pour l'accès aux systèmes.

4. Développement de 4 cas d'usages

- **Cas 1. Traversée d'un passage piéton en milieu urbain**

Scène audio-visuelle : un passage piéton sur une rue à double sens dans un centre-ville réaliste.

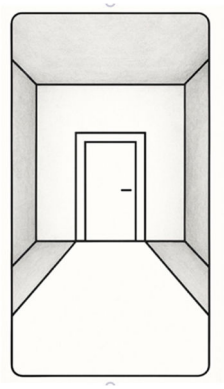
Véhicules : tout type de véhicules (automobiles, deux-roues, camions) et PNJ humains, dont le déplacement est manipulable.

Données collectées sur le comportement du ou de la participant.e : position, vitesse, ralentissement ou arrêt, distance d'approche à un objet de la scène.

Tâche à réaliser : le.la participant.e va devoir s'engager dans le passage piétons et s'assurer qu'il n'y a pas de voiture qui arrive, dans différentes configurations notamment lorsque que l'environnement immédiat est obstrué par un objet (ex : camion, matériel de chantier, etc.) masquant la voie.

- **Cas 2. Figuration de l'altérité en environnement semi-réaliste**

Scène visuelle : l'environnement semi-réaliste représente une salle intérieure dessinée en noir et blanc (voir illustration ci-dessous). Six objets sont posés au sol, eux sont représentés de manière réaliste : un couteau, une bouteille d'eau, un livre, un téléphone portable, une lampe torche, un nounours. Trois personnes et un chat doivent pouvoir être ajoutées dans l'environnement en fonction de la situation étudiée. Les 3 personnes sont représentées de manière réaliste, ils.elles regardent la porte, une est assise, une est debout, et une est allongée. Le chat est représenté de manière réaliste, il regarde la porte et est calme.



Tâche à réaliser : après écoute de la consigne orale, le.la participant.e va devoir choisir un objet et ouvrir la porte. Trois situations seront étudiées : participant.e seul.e, avec 3 personnes ou avec un chat.

- **Cas 3. Navigation dans un modèle 3D de la grotte Chauvet**

Scène visuelle : un modèle 3D de la grotte Chauvet pour casque de VR (fourni) devra être adapté pour la salle immersive.

Tâche à réaliser : se déplacer dans le modèle 3D de la grotte Chauvet.

- **Cas 4. Exploration d'une scène audio-visuelle 3D captée de terrain**

Scène visuelle : une captation audio-visuelle 3D (fournie) devra être adaptée pour la salle immersive.

Tâche à réaliser : se déplacer dans la scène.

5. Maintenance et SAV

- **Maintenance**
    - Contrat de maintenance
        - préventive
        - corrective, à l'issue de la garantie de base, en l'absence d'extension de garantie.

- **SAV**
    - Garantie de 3 ans minimum.
    - Support technique pour l'aide au développement (déploiement d'applications sur le dispositif).

- Stock de pièces détachées sur site ou à proximité.

- **Formation des utilisateur.trices**

Une formation initiale est attendue afin de former les utilisateur.trices dans toutes les étapes nécessaires à l'utilisation de la salle immersive. La formation devra comprendre a minima : la mise en marche de la salle, l'importation d'environnements développés sous Unity, l'exploration et l'interaction avec cet environnement dans la salle immersive, la récupération du fichier LOG, la communication avec logiciels tiers (i.e., triggers, UDP, etc.). Cette formation comprendra la réalisation d'une séance en présentiel sur site ainsi que la création d'un support réutilisable et partageable.

6. Évolutivité

La salle immersive devra pouvoir être modifiée dans le futur en fonction de l'évolution des besoins des utilisateurs. Les principales évolutions envisagées à ce jour sont l'ajout d'écrans pour augmenter la longueur de la salle immersive, l'ajout d'un tapis pour le déplacement, la possibilité d'avoir deux utilisateurs en même temps ainsi que la possibilité de collaborer à distance avec d'autres salles immersives.