

CONCEPTION D'UN SYSTÈME COMBINÉ RÉALITÉ AUGMENTÉE ET IMAGERIE CÉRÉBRALE NIRS

PROCÉDURES DE TESTS
(TEST DOCUMENTATION)
GBM8970-NIRS-AR.004 v 3.0
2022-04-13










| Nom | Matricule | Signature |
|--------------------------|-----------|---|
| Juliette Pelletier | 1953775 |  |
| Achille Vigneault | 1962145 |  |
| Justine Loignon-Lapointe | 1955621 |  |
| Gabriel Potvin | 1957331 |  |
| Kayla Rezendes | 1938396 |  |
| Khadija Yakoubi | 1958714 |  |
| Sandrine Bédard | 1954359 |  |
| Chiara Roche | 1888481 |  |
| Remidler Damour | 1963236 |  |

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Introduction | 6 |
| 2 | Plan de tests..... | 6 |
| 2.1 | Caractéristiques qui seront testées..... | 6 |
| 2.2 | Caractéristiques qui ne seront pas testées | 6 |
| 2.3 | Outils utilisés lors des tests..... | 7 |
| 3 | Les tests de RÉALITÉ AUGMENTÉE..... | 7 |
| 3.1 | Test T3.1 : Menu des paradigmes en réalité augmentée..... | 7 |
| 3.1.1 | Objectifs du test..... | 7 |
| 3.1.2 | Procédures | 7 |
| 3.1.3 | Les entrées | 8 |
| 3.1.4 | Les sorties attendues | 9 |
| 3.1.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 9 |
| 3.2 | Test T3.2 : Paradigme <i>N-back</i> | 10 |
| 3.2.1 | Objectifs du test..... | 10 |
| 3.2.2 | Procédures | 10 |
| 3.2.3 | Les entrées | 10 |
| 3.2.4 | Les sorties attendues | 10 |
| 3.2.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 10 |
| 3.3 | Test T3 : Paradigme <i>Stroop</i> | 11 |
| 3.3.1 | Objectifs du test..... | 11 |
| 3.3.2 | Procédures | 11 |
| 3.3.3 | Les entrées | 11 |
| 3.3.4 | Les sorties attendues | 12 |
| 3.3.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 12 |
| 3.4 | Test T4 : Qualité de l’immersion dans l’environnement augmentée..... | 12 |
| 3.4.1 | Objectifs du test..... | 12 |
| 3.4.2 | Procédures | 12 |
| 3.4.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 13 |
| 3.5 | Test T5 : Vitesse de défilement des items dans N-back..... | 13 |
| 3.5.1 | Objectifs du test..... | 13 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5.2 | Procédures | 13 |
| 3.5.3 | Les entrées | 13 |
| 3.5.4 | Les sorties attendues | 13 |
| 3.5.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 13 |
| 3.6 | Test T6 : Précision du Stroop en réalité augmentée | 14 |
| 3.6.1 | Objectifs du test | 14 |
| 3.6.2 | Procédures | 14 |
| 3.6.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 14 |
| 3.7 | Test T7 : Précision du N-back en réalité augmentée | 15 |
| 3.7.1 | Objectifs du test | 15 |
| 3.7.2 | Procédures | 15 |
| 3.7.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 15 |
| 3.8 | Test T8 : Accessibilité des paradigmes en réalité augmentée | 16 |
| 3.8.1 | Objectifs du test | 16 |
| 3.8.2 | Procédures | 16 |
| 3.8.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 16 |
| 3.9 | Test T9 : Défilement des images en réalité augmentée | 17 |
| 3.9.1 | Objectifs du test | 17 |
| 3.9.2 | Procédures | 17 |
| 3.9.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 18 |
| 4 | Tests de SYNCHRONISATION | 19 |
| 4.1 | Test T10: Limite de synchronisation | 19 |
| 4.1.1 | Objectifs du test | 19 |
| 4.1.2 | Procédures | 19 |
| 4.1.3 | Les entrées | 20 |
| 4.1.4 | Les sorties attendues | 20 |
| 4.1.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 20 |
| 4.2 | Test T11 : Acquisition de données | 20 |
| 4.2.1 | Objectifs du test | 20 |
| 4.2.2 | Procédures | 20 |
| 4.2.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.3 | Test T12 : Adaptabilité des pauses..... | 21 |
| 4.3.1 | Objectifs du test..... | 21 |
| 4.3.2 | Procédures..... | 21 |
| 4.3.3 | Les sorties attendues..... | 22 |
| 4.3.4 | Les résultats acceptables et inacceptables..... | 22 |
| 4.4 | Test T13 : Analyse des matériaux de la solution..... | 22 |
| 4.4.1 | Objectifs du test..... | 22 |
| 4.4.2 | Procédures..... | 22 |
| 4.4.3 | Les résultats acceptables et inacceptables..... | 22 |
| 5 | Test de l'INTÉGRATION PHYSIQUE..... | 23 |
| 5.1 | Test T14 : Ergonomie du produit et température de la tête..... | 23 |
| 5.1.1 | Objectifs du test..... | 23 |
| 5.1.2 | Procédures..... | 23 |
| 5.1.3 | Les sorties attendues..... | 23 |
| 5.1.4 | Les résultats acceptables et inacceptables..... | 23 |
| 6 | Tests sur l'ensemble du PRODUIT..... | 24 |
| 6.1 | Test T15 : Fonctionnement AR lorsqu'installé avec le NIRS..... | 24 |
| 6.1.1 | Objectifs du test..... | 24 |
| 6.1.2 | Procédures..... | 24 |
| 6.1.3 | Les sorties attendues..... | 24 |
| 6.1.4 | Les résultats acceptables et inacceptables..... | 25 |
| 6.2 | Test 16 : Intégration de tous les systèmes..... | 25 |
| 6.2.1 | Objectifs du test..... | 25 |
| 6.2.2 | Procédures..... | 25 |
| 6.2.3 | Les entrées..... | 25 |
| 6.2.4 | Les sorties attendues..... | 25 |
| 6.2.5 | Les résultats acceptables et inacceptables..... | 25 |
| 6.3 | Test T17 : Fonctionnement du produit..... | 26 |
| 6.3.1 | Objectifs du test..... | 26 |
| 6.3.2 | Procédures..... | 26 |
| 6.3.3 | Les entrées..... | 26 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.3.4 | Les sorties attendues | 26 |
| 6.3.5 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 26 |
| 6.4 | Test T18 : Facilité d'installation..... | 27 |
| 6.4.1 | Objectifs du test | 27 |
| 6.4.2 | Procédures | 27 |
| 6.4.3 | Les résultats acceptables et inacceptables. | 27 |
| 7 | Sommaire des Tests | 28 |

1 INTRODUCTION

Ce document présente les différents tests à effectuer pour valider le bon fonctionnement du prototype afin de s'assurer de sa qualité et du respect des exigences fonctionnelles.

Chaque test inclut un protocole clair et détaillé incluant les résultats acceptables pour valider le test.

2 PLAN DE TESTS

2.1 Caractéristiques qui seront testées

Toutes les exigences listées dans le document de spécifications devront être testées. Toutes les fonctions que doit respecter le prototype se regroupent sous 5 types d'exigence, soit fonctionnelles, physiques et visuelles, liées à l'utilisation, de performance et de sécurité.

Pour les **exigences fonctionnelles**, les caractéristiques testées représentent les fonctions générales que doivent effectuer la partie de réalité augmentée du prototype et la partie de synchronisation, physique et électronique. En somme, les paradigmes seront testés pour s'assurer qu'ils présentent un fonctionnement adéquat selon les protocoles de psychologie standards et si l'acquisition, l'enregistrement et la synchronisation des données sont intégrés. Aussi, l'usage du prototype, soit l'observation de l'activité cérébrale lors d'une tâche motrice combinée à une tâche cognitive présentée à l'aide de la réalité augmentée sera testé, ainsi que chacune des fonctions nécessaires à cet usage.

Pour les **exigences physiques et visuelles**, les caractéristiques testées sont le style global de l'environnement augmenté, l'ergonomie, incluant le poids du dispositif sur la tête et l'adaptabilité du dispositif à plusieurs personnes, ainsi que les matériaux utilisés.

Pour les **exigences liées à l'utilisation**, les caractéristiques testées sont la facilité d'utilisation, d'installation et d'entretien, ainsi que l'accessibilité visuelle de l'environnement augmenté.

Pour les **exigences de performance**, les caractéristiques testées sont la vitesse du programme, soit la fluidité des images créant les scènes et leur apparition, la fiabilité et la disponibilité des données, et la robustesse et la tolérance à l'erreur du programme.

Pour les **exigences de sécurité**, les caractéristiques testées sont les prises en main facile et la réduction des dangers.

2.2 Caractéristiques qui ne seront pas testées

Certaines exigences ne seront pas testées, principalement parce que ce sont des limites posées au produit à concevoir.

Pour les **exigences fonctionnelles**, les caractéristiques du contexte ne seront pas testées, soit les exigences E5.1.1-1 et E5.1.1-2. De plus, les exigences concernant les limites du produit ne seront pas testées, soit les exigences E5.2.4-1, E5.2.4-2, E5.2.4-3.

Pour les **exigences physiques et visuelles**, le design du produit a été réfléchi afin d'optimiser l'exigence E6.3-1, soit l'exigence que le produit soit majoritairement conçu avec du matériel accessible au client. Aucune pièce n'a été ajoutée autre que celles accessibles et demandées par le client.

Pour les **exigences liées à l'utilisation**, le manuel de l'utilisateur et la formation à donner ne seront pas évalués puisqu'il s'agit seulement de vérifier que les documents et vidéos existent. Ce sont les exigences E7.2-1 et E7.3-1.

Pour les **exigences de sécurité**, les caractéristiques qui ne seront pas testées sont la clientèle cible, soit l'évaluation des utilisateurs du produit, et les effets secondaires. Cette dernière section n'est pas testée puisque chaque aspect du design a été conçu dans le but de diminuer les effets secondaires. Ce sont les exigences E9.1-1, E9.1-2, E9.3-1 et E9.3-2.

2.3 Outils utilisés lors des tests

Les outils suivants seront nécessaires pour certains tests présentés dans ce document : multimètre, circuit électrique fabriqué pour le test, chronomètre, balance et rallonge avec embout mâle-femelle jack.

3 LES TESTS DE RÉALITÉ AUGMENTÉE

Pour les tests reliés aux paradigmes en réalité augmentée, le jeu est déjà précompilé sur l'ordinateur et le branchement du casque est déjà effectué adéquatement sur l'ordinateur. La calibration des yeux est déjà effectuée. Ces paramètres seront testés dans le cadre d'autres tests, soit la **procédure 6.4.2**. Les boutons de réponse sont branchés à l'ordinateur, le bouton branché dans le port 1 correspond à la touche S du clavier, pour *same*. Celui dans le port 2 correspond à D, pour *different*.

3.1 Test T1 : Menu des paradigmes en réalité augmentée

Exigences touchées par ce test :

E5.2.1-1a, E8.1-2a, E5.2.1.5a, E5.2.1.5b, E7.1.4, E9.2-5a

3.1.1 Objectifs du test

Ce test a pour objectif de vérifier que le menu des paradigmes en réalité augmentée présente deux jeux dans l'environnement de réalité augmentée, soit *N-Back* et *Stroop*, que les jeux soient facilement ajustables selon les paramètres des exigences fonctionnelles, que le programme compile et que le temps de démarrage des jeux répond aux exigences. Ce test assume également que l'*Arduino* est connecté à l'ordinateur et que le bon port est sélectionné dans le menu.

3.1.2 Procédures

La procédure suivante sera effectuée par un membre de l'équipe du chercheur qui connaît les paradigmes de psychologie standard, mais qui n'a jamais effectué le jeu en réalité augmentée afin de valider l'accessibilité du menu et l'ajustement des paramètres.

- Ouvrir l'ordinateur avec le programme des paradigmes en réalité augmentée précompilé et s'assurer que le casque est branché à l'ordinateur et alimenté.
- Sélectionner le jeu N-back. Appuyer sur *Next*.

- Appuyer sur *Next* (sans spécifier de dossier). Vérifier que le message d'erreur « **Error : Please chose a valid filename** » apparaisse.
- Appuyer sur *Back* suivi de *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Préciser les paramètres suivants :
 - Speed: 0.9
 - Game Mode: Random
 - Mode: Visual
 - Number of items: 6
 - Number of levels: 3
 - Sequence levels: Single Task (N-back), Single Task (walk), Dual Task
 - Sequence « N »: 1, (None), 2
- Appuyer sur *Save parameters* et sur *Start* :
- Appuyer sur *Display instructions to the participant*.
- Appuyer sur *Play* en démarrant simultanément le chronomètre. Lorsque le jeu démarre, arrêter le chronomètre.
- Fermer le programme à l'aide du bouton *Quit*.
- Ouvrir le programme et sélectionner le jeu Stroop. Appuyer sur *Next*.
- Appuyer sur *Back* suivi de *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Conserver le nom *parameters.txt*. Appuyer sur *Next*.
- Appuyer sur *Load parameters* et choisir le fichier *parameters.txt*. Vérifier que les paramètres correspondent à ceux entrés précédemment. Faire *Back* 2 fois et sélectionner le jeu *Stroop*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Précisez les paramètres suivants :
 - Time : 20
 - Number of levels : 2
 - Sequence : Single Task (Stroop), Dual task
 - Sequence difficulty : 1, 2
 - Game Mode : Random
- Appuyer sur *Display instructions to the participant*.
- Appuyer sur *Play* en démarrant simultanément le chronomètre. Lorsque le jeu démarre, arrêter le chronomètre en ne fermant pas le jeu.
- Vérifier que le jeu s'exécute.
 - Stroop : présence de 3 boutons en réalité augmentée avec une couleur affichée au-dessus.
 - N-back : Défilement d'items en réalité augmentée.

3.1.3 Les entrées

- *N-back*
- *Stroop*
- Paramètres spécifiés pour chaque jeu dans la procédure.

3.1.4 Les sorties attendues

- Jeu *N-back* : Défilement d'items en réalité augmentée.
- Jeu *Stroop* :
 - Présentation d'une couleur écrite en réalité augmentée.
 - 3 boutons réponses (*red, blue, green*).

Les paramètres suivants sont présents :

- *N-back*
 - *Sequence Level* : Single Task (N-back), Single Task (walk), Dual Task
 - *Number of levels*
 - *Number of items*
 - *N-back*
 - *Speed*
 - *Fixed/Random*
 - *Visual/Audio/Both*
- *Stroop*
 - *Number of levels*
 - *Fixed/Random*
 - *Sequence Level* : Single Task (N-back), Single Task (walk), Dual Task
 - *Difficulty*: 1,2,3,4

3.1.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le résultat est acceptable si :

- Le menu présente les choix *N-back* et *Stroop*.
- Les deux jeux compilent.
- Le temps de démarrage du jeu est inférieur à 3s.
- L'utilisateur a été en mesure de spécifier les paramètres de la procédure sans erreur et sans aide humaine (le manuel d'utilisation peut être utilisé).
- Tous les paramètres de l'exigence fonctionnelle sont présents.
- Le bouton *Next* amène à la page suivante ; le bouton *Back* permet le retour à la page précédente. Le bouton *Start* démarre la séquence ; le bouton *Play* démarre un niveau du jeu ; le bouton *Quit* ferme le programme.
- Le programme affiche un message d'erreur si aucun dossier pour enregistrer les résultats n'est spécifié.

Sinon, le résultat est inacceptable.

3.2 Test T2 : Paradigme *N-back*

Exigences touchées par ce test :
E5.2.1-1b, E5.2.1-2a

3.2.1 Objectifs du test

Le test doit vérifier le fonctionnement du paradigme N-back auditif, visuel et combiné. Le test valide aussi l'enregistrement des réponses du participant.

3.2.2 Procédures

- Ouvrir l'ordinateur avec le programme des paradigmes en réalité augmentée précompilé et s'assurer que le casque est branché à l'ordinateur et alimenté. Les boutons de réponses sont branchés à l'ordinateur.
- Sélectionner le jeu N-back. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Préciser les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 0.9
 - Game Mode : Random
 - Mode : Visual
 - Number of items : 5
 - Number of levels : 3
 - Sequence levels : Single Task (N-back), Single Task (walk), Dual Task
 - Sequence « N » : 1, (None), 2
- Appuyer sur *Display instructions*. Appuyer sur *Start*.
- Exécuter le jeu. Répondre avec les boutons : *Same, Different, Same, Different, Same*.
- Ouvrir le fichier *Date_heure_Master.txt* dans le dossier choisi précédemment.
 - Vérifier que les réponses enregistrées soient S, D, S, D, S.
- Répéter en choisissant l'option *Audio* et *Both*.

3.2.3 Les entrées

- Audio N-back, Visual N-back, Audio and Visual N-back
- Paramètres du jeu.

3.2.4 Les sorties attendues

- Le fichier *Date_heure_Master.txt* présente les réponses suivantes :
 - S, D, S, D, S

3.2.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Résultat acceptable :

- Le fichier *Date_heure_Master.txt* présente les réponses données par le participant.

Sinon, le résultat est inacceptable.

3.3 Test T3 : Paradigme Stroop

Exigences touchées par ce test :
E5.2.1-1c, E5.2.1-2a, E8.4-1a

3.3.1 Objectifs du test

Ce test a pour objectif de valider la présence des niveaux du jeu *Stroop*, que le jeu se déroule sans interruption et que les réponses du participant soient bien enregistrées.

3.3.2 Procédures

- Ouvrir l'ordinateur avec le programme des paradigmes en réalité augmentée précompilé et s'assurer que le casque est branché à l'ordinateur et alimenté.
- Sélectionner le jeu *Stroop*. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Time : 90
 - Number of Levels : 4
 - Sequence difficulty: 1, 2, 3, 4
 - Sequence : Single Task (Stroop)
 - Game Mode: Fixed
- Appuyer sur *Display instructions*.
- Vérifier que les instructions de chaque niveau soient compréhensibles et correspondent au niveau attendu selon le protocole de psychologie standard.
- Appuyer sur *Tutorial*.
- Vérifier que chaque niveau contienne un tutoriel qui correspond au niveau attendu selon le protocole de psychologie standard (voir sorties attendues) et compter le nombre de retards (*lag*) pour chacun lors de la sélection des réponses par le participant.
- Appuyer sur *Continue* suivi de *Play*.
- Vérifier que chaque niveau corresponde au niveau attendu selon le protocole de psychologie standard (voir sorties attendues) et compter le nombre de retards (*lag*) pour chacun lors de la sélection des réponses par le participant. Un *lag* est défini comme une erreur ou arrêt temporaire lors de la sélection des boutons malgré un bon mouvement exécuté par le participant.
- Lorsque les 5 niveaux sont terminés, ouvrir le fichier *Date_heure_Master.txt* dans le dossier choisi précédemment. Vérifier qu'il y ait bien 5 essais et 4 tutoriels inscrits et que les réponses du participant soient bien inscrites dans chaque section associée au niveau correspondant.
- Vérifier que le jeu s'est déroulé sans interruption.

3.3.3 Les entrées

- Jeu Stroop
- Paramètres du jeu *Stroop* :
 - Time : 90
 - Number of Levels : 4
 - Sequence difficulty : 1,2,3,4

- Sequence : Single Task (Stroop)
- Game Mode: Fixed

3.3.4 Les sorties attendues

- Niveau 0 (Baseline) : Les couleurs red, green, blue écrites dans leur couleur respective.
- Niveau 1 : Des carrés de couleur red, green, blue affichés.
- Niveau 2 : Les couleurs red, green, blue écrites en blanc.
- Niveau 3 : Les couleurs red, green, blue écrites en rouge, vert ou bleu.
- Niveau 4 : Les couleurs *red, green, blue* écrites en rouge, vert ou bleu avec la possibilité d'être encadré.

3.3.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Les résultats sont acceptables si :

- Les 5 niveaux correspondent aux sorties attendues.
- Les instructions sont comprises par le participant.
- Les 4 niveaux (1 à 4) présentent des tutoriels.
- L'entièreté de la séquence se déroule sans interruption.
- Les réponses sont enregistrées dans le fichier .txt de réponses.
- Le nombre d'erreurs de sélection des boutons en réalité augmentée est inférieur à 5%.

Sinon, les résultats sont inacceptables.

3.4 Test T4 : Qualité de l'immersion dans l'environnement augmentée

Exigences touchées par ce test :
E5.2.1-1, E6.1-1, E5.2.1-4

3.4.1 Objectifs du test

Le test doit vérifier que les paradigmes en réalité augmentée soient immersifs.

3.4.2 Procédures

- Faire les étapes suivantes pour 5 individus :
 - Allumer l'ordinateur avec le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé.
 - Installer le casque AR sur la tête du participant et brancher le casque adéquatement à l'ordinateur selon la **procédure 6.4.2**.
 - Choisir le jeu *Stroop*. Appuyer sur *Next*.
 - Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
 - Laisser les paramètres par défauts. Appuyer sur *Start*.
 - Appuyer sur *Display instructions to participant* suivi de *Start*.
 - Demander au sujet le niveau d'immersion ressenti face à l'environnement augmenté sur une échelle de 0 à 10, où 0 signifie « aucune compréhension de l'environnement augmenté » et 10 signifie « environnement très immersif ». Pour le Stroop, mentionner au participant que l'immersion peut être qualifiée par le réalisme des boutons en réalité augmentée. Pour le N-back, le réalisme des items défilés peut qualifier l'immersion.

- Répéter pour le test N-back.

3.4.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Si la moyenne des 5 individus est supérieure ou égale à 5, l'immersion est acceptable, sinon, elle est inacceptable.

3.5 Test T5 : Vitesse de défilement des items dans N-back

Exigence touchée par ce test :
E5.2.1-6a

3.5.1 Objectifs du test

Le test doit vérifier que l'intervalle des items défilés en réalité augmentée lors du jeu *N-back* soit bien de 5s, avec une marge d'erreur de plus ou moins 1s.

3.5.2 Procédures

- Allumer l'ordinateur avec le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé. Le casque est déjà installé sur la tête du participant et branché adéquatement à l'ordinateur.
- Choisir le jeu N-Back. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Entrer les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 0.5
 - Game Mode : Fixed
 - Mode : Visual
 - Number of items : 15
 - Number of levels : 1
 - Sequence levels : Single Task (N-back)
 - Sequence « N » : 2
- Appuyer sur *Start*.
- Appuyer sur *Display instructions*. Appuyer sur *Start* en démarrant le chronomètre simultanément.
- Chaque fois qu'un item arrive vers le participant, marquer un tour sur le chronomètre.
- À la fin de l'essai, calculer la moyenne des intervalles entre chaque objet.
- Répéter le test pour les vitesses suivantes : 1; 1,5; 2.
- Fermer le programme.

3.5.3 Les entrées

- Paramètres du jeu N-back.

3.5.4 Les sorties attendues

- Les objets du N-Back qui se déplacent.

3.5.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Si en moyenne, l'intervalle de temps pour les 15 items de 4 essais est dans l'intervalle de $5 \pm 1s$, le résultat est acceptable. Sinon, le test est inacceptable.

3.6 Test T6 : Précision du Stroop en réalité augmentée

Exigence touchée par ce test :
E5.3.-1a

3.6.1 Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que le *Stroop* en réalité augmentée permette une précision équivalente au protocole standard *Stroop* effectué sur papier.

3.6.2 Procédures

- Faire les étapes suivantes pour 4 individus.
- Choisir aléatoirement l'ordre des tests pour les 4 individus, soit l'étape 1 ou 2.
 - 1. Test Stroop en réalité augmentée :
 - Allumer l'ordinateur avec le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé. Le casque est déjà installé sur la tête du participant et branché adéquatement à l'ordinateur.
 - Sélectionner le jeu Stroop. Appuyer sur *Next*.
 - Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
 - Sélectionner les paramètres suivants :
 - Time : 50
 - Number of Levels : 4
 - Sequence difficulty : 1, 2, 3, 4
 - Sequence : Single Task (Stroop)
 - Game Mode : Fixed
 - Appuyer sur *Start*.
 - Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
 - Sélectionner *Display instructions* suivi de *Play*.
 - 2. Test Stroop papier :
 - Réaliser le test Stroop selon les instructions fournies en Annexe.
 - Comparer les temps de réponse pour chaque individu pour le test papier et en réalité augmentée à l'aide du fichier *Date_heure_Master.txt* pour chaque individu.

3.6.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le résultat est acceptable si le temps de réponse est égal à $\pm 5\%$ en réalité augmentée comparé au format papier pour chaque individu.

3.7 Test T7 : Précision du N-back visuel et audio en réalité augmentée

Exigence touchée par ce test :
E5.3.-1a

3.7.1 Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que le *N-back* en réalité augmentée en mode audio permette une précision équivalente au *N-back* en réalité augmentée en mode visuel.

3.7.2 Procédures

- Faire les étapes suivantes pour 4 individus.
- Choisir aléatoirement l'ordre des tests pour les 4 individus, soit visuel ou audio en premier.
 - Allumer l'ordinateur avec le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé. Le casque est déjà installé sur la tête du participant et branché adéquatement à l'ordinateur.
 - Choisir le jeu N-Back. Appuyer sur *Next*.
 - Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
 - Enter les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 1
 - Game Mode : Random
 - Mode : Visual (ou Audio)
 - Number of items : 15
 - Number of levels : 2
 - Sequence levels : Single Task (N-back)
 - Sequence "N" : 1, 2
 - Appuyer sur *Play*.
 - Appuyer sur *Display instructions*. Démarrer le chronomètre et appuyer sur le bouton *Start* au même moment.
 - Chaque fois qu'un item arrive vers le participant, marquer un tour sur le chronomètre. Marquer aussi un tour à chaque réponse du participant.
 - À la fin de l'essai, calculer la moyenne des intervalles entre chaque objet et la réponse.
 - Fermer le programme à l'aide du bouton *Quit*.
 - Répéter le test avec le mode Audio.

3.7.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le résultat est acceptable si le temps de réponse est égal à $\pm 5\%$ en réalité augmentée visuelle et audio pour chaque individu.

3.8 Test T8 : Accessibilité des paradigmes en réalité augmentée

Exigences touchées par ce test :
E7.4-1a, E7.4-1b, E7.4-1c

3.8.1 Objectifs du test

L'objectif du test est de vérifier que le niveau sonore soit ajustable pour permettre une écoute adéquate des mots présentés dans le N-back auditif tout en ne causant pas de dommage aux tympans du participant. Ce test permet également de vérifier que la police et les couleurs soient accessibles (soit, qu'elles correspondent aux éléments issus de la littérature).

3.8.2 Procédures

- Allumer l'ordinateur avec le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé. Le casque est déjà installé sur la tête du participant et branché adéquatement à l'ordinateur.
- Choisir le jeu *N-back*, appuyer sur *Next*.
- Valider que la police du menu est *Atkinson Hyperlegible* en comparant avec un exemple sur le navigateur. Vérifier que la couleur est bleue.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 1
 - Game Mode : Fixed
 - Mode : Visual
 - Number of items : 10
 - Number of levels : 1
 - Sequence levels : Single Task (N-back)
 - Sequence « N » : 2
- Sélectionner *Display instructions*.
- Appuyer sur *Play*. Jouer au jeu. Lorsque le niveau est terminé, valider que le son peut être modifié et vérifier la modification à la suite du changement en jouant au prochain niveau. Faire pour 3 volumes sonores différents.

3.8.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Les résultats sont acceptables si :

- La police du menu correspond à *Atkinson Hyperlegible*.
- L'écriture est en bleu.
- Le volume sonore est ajustable (pour les 3 niveaux).
- Un ajustement du volume se remarque lors de l'exécution du jeu.

Sinon, il est inacceptable.

3.9 Test T9 : Défilement des images en réalité augmentée

Exigence touchée par ce test :
E8.1-1a

3.9.1 Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que le *N-back* en réalité augmentée permet un défilement continu des images en réalité augmentée.

3.9.2 Procédures

- Ouvrir Unity Hub. Sélectionner VRNIRS.
- Allumer l'ordinateur et installer le casque comme indiqué par la **procédure 6.4.2**.
- Appuyer sur l'icône *Play* comme indiqué à la **figure 3.1**.

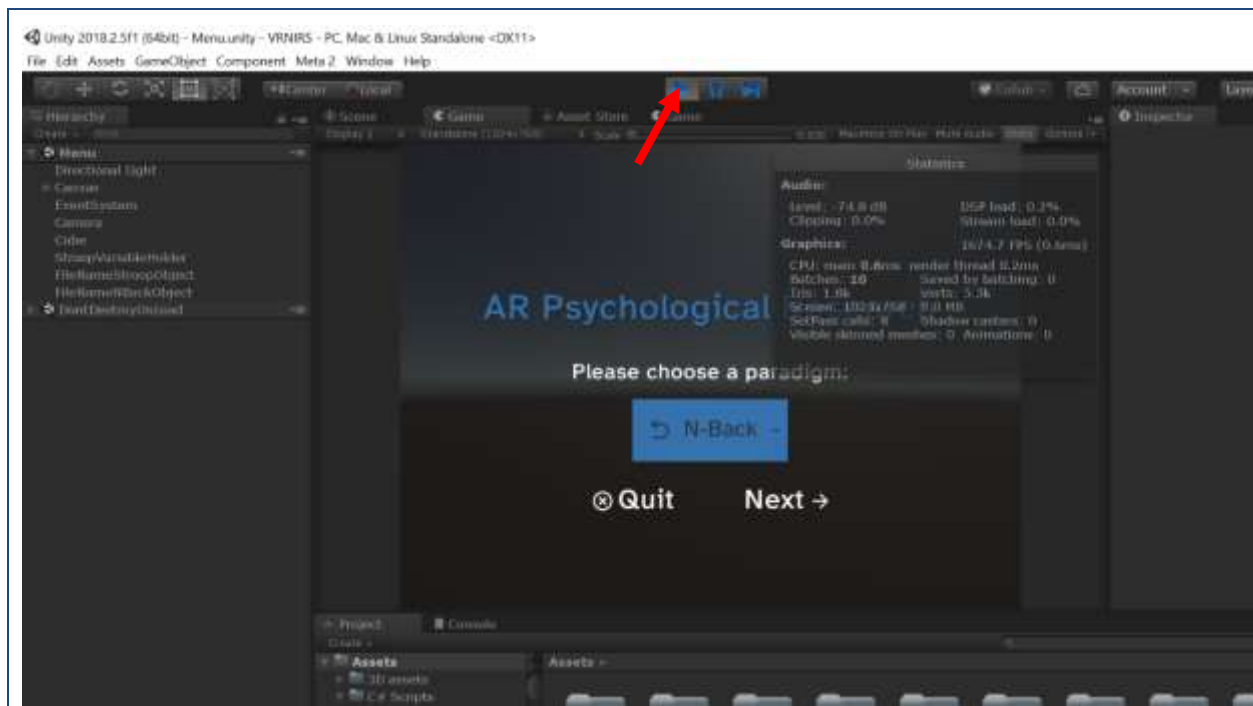


Figure 3.1 : Démarrage du jeu sur Unity.

- Sélectionner le jeu *N-back*. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 1
 - Game Mode : Fixed
 - Mode : Both
 - Number of items : 10
 - Number of levels : 1
 - Sequence levels : Single Task (N-back)
 - Sequence « N » : 2

- Appuyer sur *Start*.
- Sélectionner « Display instruction to the participant » suivi de *Play*.
- Appuyer sur l'onglet *Stats* (voir **figure 3.2.**). Vérifier que le paramètre FPS est d'au moins 30 FPS pendant l'entièreté du jeu.

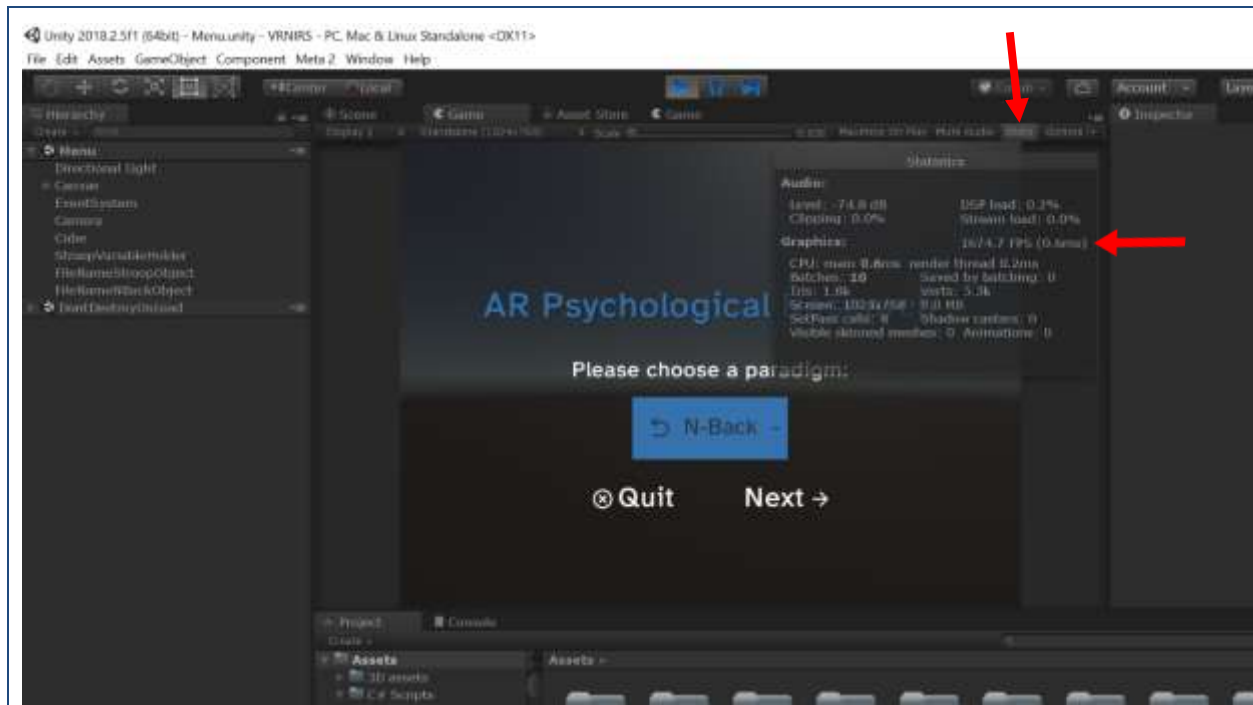


Figure 3.2 : Ouverture onglet Stats sur Unity et vérification des FPS.

3.9.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Si le paramètre FPS est supérieur à 30 FPS tout au long du jeu, le résultat est acceptable, sinon, il est inacceptable.

4 TESTS DE SYNCHRONISATION

4.1 Test T10: Limite de synchronisation

Exigences touchées par ce test :

E5.2.2-1a, E5.2.2-2a, E8.3-1

4.1.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de valider les limites de synchronisation des systèmes. Pour ce faire, le test consiste à effectuer l'évaluation des délais de communication entre chacun des systèmes. La **figure 4.1** présente les délais qui doivent être évalués dans chacun des systèmes, représentés par des flèches.

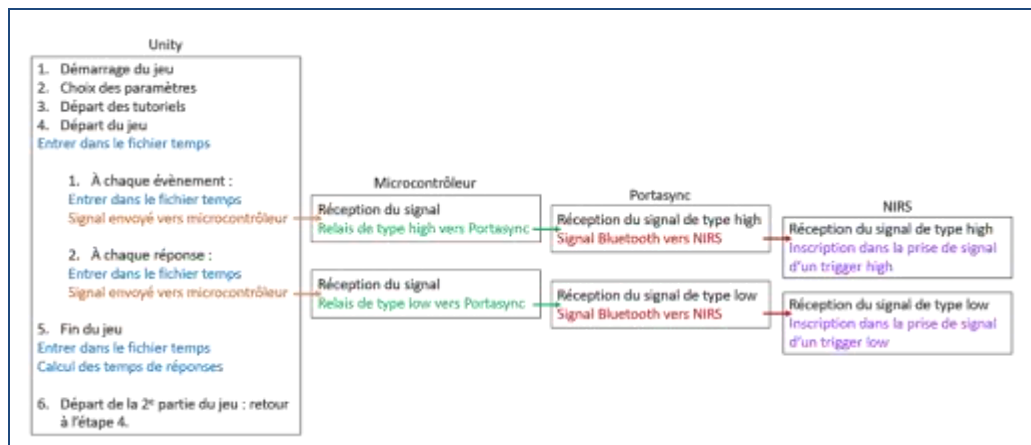


Figure 4.1 : Design de la partie synchronisation de la solution

4.1.2 Procédures

Faire pour les deux paradigmes, soit Stroop et N-Back :

- Installer le produit selon la **procédure 6.4.2**.
- Lancer le jeu, le choix des paramètres n'est pas important.

À la fin du jeu :

- Système de réalité augmentée
 - Trouver le fichier *TEST_synchro_AR*, dans le dossier choisi dans le menu.
 - Calculer le délai d'envoi d'un signal selon les entrées dans le fichier.
- Arduino
 - Trouver le fichier *TEST_synchro_Arduino*, dans le dossier choisi dans le menu.
 - Vérifier le délai d'envoi d'un signal selon le fichier.
- Système d'imagerie NIRS
 - Rien n'est à calculer, puisque la télécommande Portasync est utilisée et a une précision de 100ms à 200ms.
- Système de Footswitch
 - Rien n'est à calculer, puisque la télécommande utilisée a une précision de 100ms.

4.1.3 Les entrées

- Les 2 fichiers *TEST_synchro AR* et *TEST_synchro_Arduino*

4.1.4 Les sorties attendues

- Délai des signaux envoyés entre les systèmes

4.1.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Deux paramètres doivent être vérifiés pour que le test soit validé : le délai total et la fluctuation des délais.

Le produit est accepté si le délai total est 10ms, excluant la transmission Bluetooth, qui a un délai entre 100 et 200ms. Les fluctuations des délais d'un système sont inférieures à 2 ms. Sinon, ce n'est pas acceptable.

4.2 Test T11 : Acquisition de données

Exigences touchées par ce test :
E5.2.2-3, E8.3-2a

4.2.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que toutes les données de chaque système soient enregistrées et consultables.

4.2.2 Procédures

Il s'agit de valider que les données soient accessibles à la suite d'une utilisation complète du produit, incluant effectuer un paradigme, faire l'acquisition avec *Oxysoft* (logiciel du NIRS) et faire l'acquisition des *footswitch*. Voir la **procédure 6.4.2** pour l'installation des systèmes.

- Les logiciels *Oxysoft* et *Vicon Nexus* sont déjà ouverts et configurés pour l'acquisition de données.
- Lancer le jeu.
- Jouer au moins un niveau du jeu et répondre aux questions.
- Aller à la localisation du fichier *Date_heure_Master.txt*, dans le dossier choisi précédemment dans le menu.
- Vérifier que l'on peut trouver le fichier MASTER incluant les paramètres et les checkpoints du jeu.
- Observer le logiciel *Oxysoft* et celui pour les footswitch, *Vicon Nexus*, vérifier que l'on peut voir les marqueurs sur les deux logiciels.
- Ouvrir le fichier Matlab qui permet d'analyser le fichier.
- Vérifier que le fichier Matlab est capable d'exploiter les données du fichier *Date_heure_Master.txt*, dans le dossier choisi précédemment dans le menu.

4.2.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le dispositif est acceptable si les fichiers sont enregistrés à l'endroit prévu, qu'ils sont consultables et que les données peuvent être analysées. Sinon, ce n'est pas acceptable.

4.3 Test T12 : Adaptabilité des pauses

Exigence touchée par ce test :
E5.2.2-5

4.3.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que le produit suit la progression des tests.

4.3.2 Procédures

La première partie du test est de vérifier que le temps d'attente variable entre les niveaux n'a pas d'impact sur la synchronisation.

- Ouvrir l'ordinateur avec le programme des paradigmes en réalité augmentée précompilé et s'assurer que le casque est branché à l'ordinateur et alimenté.
- Sélectionner le jeu *Stroop*. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Time : 90
 - Number of Levels : 4
 - Sequence difficulty : 1, 2, 3, 4
 - Sequence : Single Task (Stroop)
 - Game Mode : Fixed
- Avant chaque début de niveau, attendre différents temps d'attente avant de lancer le niveau. Les temps d'attente doivent être choisis aléatoirement, au minimum 20 secondes et calculés avec un chronomètre.
- Lancer le niveau en sélectionnant *Play*.
- Noter les temps d'attente.
- Ouvrir le fichier *Date_heure_Master.txt*, dans le dossier choisi précédemment dans le menu.
- Calculer dans le fichier temps les variations entre la fin d'un niveau et le début du niveau suivant.

La deuxième partie du test sert à valider que le bouton *Replay Level* du jeu pour refaire un niveau n'a pas d'impact sur la synchronisation.

- Ouvrir l'ordinateur avec le programme des paradigmes en réalité augmentée précompilé et s'assurer que le casque est branché à l'ordinateur et alimenté.
- Sélectionner le jeu *Stroop*. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Time : 90
 - Number of Levels : 4
 - Sequence difficulty: 1, 2, 3, 4
 - Sequence : Single Task (Stroop)
 - Game Mode: Fixed
- Lancer le niveau en sélectionnant *Play*
- Après un niveau, sélectionner le bouton *Replay Level*.
- Noter le niveau qui recommence.
- Ouvrir le fichier *Date_heure_Master.txt*, dans le dossier choisi précédemment dans le menu.

- Vérifier que les *checkpoints* incluent bien deux fois le niveau qui a été recommencé.

4.3.3 Les sorties attendues

- Les temps de variations entre chaque niveau.
- Deux entrées dans le fichier *Date_heure_Master.txt* pour le même niveau.

4.3.4 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le dispositif est acceptable si l'écart calculé correspond à celui attendu et choisi. L'erreur humaine est prévue (temps de réaction pour déclencher le minuteur est d'environ 200-300ms), il est donc acceptable qu'il y ait 1% d'erreur maximum (équivalant à 0,2s/20s). Il faut également qu'à l'utilisation du bouton *Replay Level*, le fichier *Date_heure_Master.txt* enregistre le deuxième essai du niveau. Sinon, ce n'est pas acceptable.

4.4 Test T13 : Analyse des matériaux de la solution

Exigences touchées par ce test :
E6.3-2a, E6.3-3, E7.1-2

4.4.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de valider que les matériaux choisis dans la solution sont accessibles et peu coûteux, pour faciliter le remplacement en cas de problème, et ont la possibilité d'être désinfectés en cas de contact rapproché avec des participants.

4.4.2 Procédures

- Valider le prix payé pour chaque item acheté en consultant le *Excel Budget et prix* lié au projet;
- Valider l'endroit où l'item a été acheté;
- Vérifier que chaque item destiné à être en contact avec un participant peut être désinfecté avec des lingettes d'alcool.

4.4.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Pour que le produit soit jugé acceptable, le prix doit être inférieur à 100\$ par item, les items qui doivent être désinfectés ne doivent pas être endommagés par le processus et le lieu d'achat doit être accessible, soit en ligne ou dans un magasin de Montréal. Sinon, ce n'est pas acceptable.

5 TEST DE L'INTÉGRATION PHYSIQUE

5.1 Test T14 : Ergonomie du produit et température de la tête

Exigences touchées par ce test :

E6.2-1a, E6.2-2, E6.2-3a, E9.2-1a, E9.2-2, E9.2-3, E9.2-6a

5.1.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que le produit est ergonomique. Pour ce faire, les paramètres de poids du produit, de confort, de stabilité et de liberté de mouvement sont évalués.

5.1.2 Procédures

Première partie : poids du dispositif d'assemblage

- Faire la pesée des systèmes AR et NIRS.
- Faire la pesée des dispositifs d'intégration.

Deuxième partie :

- Effectuer les étapes suivantes pour 5 individus :
 - Installer le système selon la procédure 6.4.2.
 - Il n'est pas nécessaire de démarrer le logiciel *Oxysoft*.
 - Démarrer un des 2 paradigmes, le choix des paramètres est libre.
 - Il faut qu'il y ait au moins une tâche *Dual-task*.
 - Le participant doit jouer pendant plus de 10 minutes.
 - Au bout des 10 minutes, demander à la personne d'indiquer sur une échelle de 1 à 5 :
 - Le confort (1 = pas confortable, 5 = très confortable).
 - Le poids ressenti (1 = très lourd, 5 = léger).
 - La stabilité du dispositif (1 = dispositif instable, 5 = dispositif stable).
 - La liberté des mouvements avec le maintien du dispositif sur la tête (1 = aucun mouvement possible, 5 = beaucoup de mouvement possible).
 - Demander au participant d'indiquer sur une échelle de 1 (pas de chaleur) à 10 (très chaud) à quel niveau la chaleur ressentie s'élève après chaque niveau joué.

5.1.3 Les sorties attendues.

Le poids attendu du dispositif est inférieur à 10% des poids additionnés des systèmes NIRS et AR.

Pour les 4 critères d'évaluation, les valeurs de 5 sont attendues pour chaque critère et pour tous les individus.

5.1.4 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le poids acceptable du dispositif doit être inférieur à 10% des poids additionnés des systèmes NIRS et AR.

Pour chaque critère évalué par un individu, des valeurs supérieures ou égales à 3 sont acceptées pour juger le dispositif acceptable.

Pour la température, la moyenne doit être inférieure à 5 pour que le produit soit acceptable. Sinon, ce n'est pas acceptable.

6 TESTS SUR L'ENSEMBLE DU PRODUIT

6.1 Test T15 : Fonctionnement AR lorsqu'installé avec le NIRS

Exigence touchée par ce test :
E5.2.2-7

6.1.1 Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que l'intégration des casques AR et NIRS permet le fonctionnement adéquat de chaque dispositif.

6.1.2 Procédures

- Installer le produit selon la **procédure 6.4.2**.
- Dans la barre de recherche *Windows*, rechercher *Meta Eye Calibration*. Ouvrir l'application correspondante.
- Suivre les instructions dans le casque pour effectuer la calibration des yeux.
- Ouvrir le programme de paradigmes en réalité augmentée précompilé.
- Choisir le jeu N-Back. Appuyer sur *Next*.
- Sélectionner un dossier pour enregistrer les résultats. Appuyer sur *Next*.
- Entrer les paramètres suivants et appuyer sur *Start* :
 - Speed : 0.5
 - Game Mode : Random
 - Mode : Visual
 - Number of items : 5
 - Number of levels : 1
 - Sequence levels : Single Task (N-back)
 - Sequence "N" : 2
- Appuyer sur *Display instructions* et sur *Start*.
- Vérifier que les objets sont dans le champ de vision du participant et ne sont pas dédoublés.
- Lorsque le jeu est terminé, quitter le jeu à l'aide du bouton *Quit*.
- Éloigner une des 2 télécommandes Bluetooth de l'autre à l'aide d'une rallonge avec embout mâle-femelle jack.
- Répéter à partir de l'étape 4 pour le jeu *Stroop* avec les paramètres suivants :
 - Time : 50
 - Number of Levels : 1
 - Sequence difficulty : 2
 - Sequence : Single Task (Stroop)
 - Game Mode : Fixed

6.1.3 Les sorties attendues

- Les données du NIRS et des *footswitchs*.

6.1.4 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le résultat est acceptable si :

- La calibration des yeux est effectuée entièrement et permet de ne pas voir en double.
- Le champ de vue lors des jeux *N-back* et *Stroop* permet d'observer l'écriture, les objets ainsi que les boutons des réponses en entier.
- Les données dans *Oxysoft* ne semblent pas être altérées, il n'y a aucune interférence entre le casque AR et NIRS.
- Il n'y a pas d'interférence entre les télécommandes Bluetooth.

6.2 Test 16 : Intégration de tous les systèmes

Exigences touchées par ce test :
E5.1.2-2a, E5.1.2-1

6.2.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que le produit intègre les systèmes de casque de réalité, de système d'imagerie NIRS, de tapis roulant et de bouton de réponse.

6.2.2 Procédures

- Vérifier que le système de réalité augmentée est présent, incluant le casque, l'ordinateur de contrôle et les boutons de réponses.
- Vérifier que le système d'imagerie NIRS est présent, incluant la télécommande Portasync, le casque, les capteurs et l'ordinateur avec le logiciel d'acquisition de données.
- Vérifier que les systèmes suivants sont également présents : le tapis roulant, les *footswitchs* et la boîte contenant l'Arduino.
- Vérifier qu'il y ait un câble jack 3.5-BNC femelle pour la connexion Arduino-Portasync.
- Vérifier qu'il y ait un câble jack 3.5-BNC femelle pour la connexion Arduino-Télécommande *Footswitch*.
- Valider qu'il y ait un câble USB 2.0 Cable Type A/B pour la connexion Arduino, ordinateur.
- Vérifier que la connexion entre le système de réalité augmentée et l'Arduino fonctionne :
 - Lancer le jeu.
 - Entrer le nom du port dans lequel l'Arduino est connecté.
 - Observer la lumière de l'Arduino s'allumer lorsque la connexion est établie.

6.2.3 Les entrées

- Le nom du port de connexion de l'Arduino dans l'ordinateur AR.

6.2.4 Les sorties attendues

- Lumière lors de la connexion Arduino-Ordinateur AR.

6.2.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Le produit est valide si tous les items sont présents, que les fils ne sont pas endommagés et que la lumière de l'Arduino s'allume pour indiquer la connexion avec l'ordinateur du système de réalité augmentée.

6.3 Test T17 : Fonctionnement du produit

Exigences touchées par ce test :

E5.2.2-6, E5.2.2-7, E5.2.3-1, E5.3-2, E5.2.1-3

6.3.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que le produit fonctionne.

6.3.2 Procédures

- Faire l'installation de tous les systèmes selon la **procédure 6.4.2**.
- Lancer le jeu.
- Vérifier que chaque système fonctionne :
 - Imagerie NIRS : Regarder les données acquises dans *Oxysoft*.
 - Regarder les marqueurs créés par la télécommande PortaSync dans *Oxysoft*.
 - Ouvrir le fichier Matlab permettant l'analyse du fichier *Date_heure_Master.txt*.
 - AR :
 - Trouver le fichier *Date_heure_Master.txt*.
 - Trouver le fichier *Date_heure_Test_synchro_AR.txt*.
 - Arduino :
 - Trouver le fichier *Date_heure_Test_synchro_Arduino.txt*.
 - Footswitch :
 - Regarder les données acquises dans le logiciel *Vicon Nexus*.
 - Regarder les marqueurs faits par la télécommande dans le logiciel *Vicon Nexus*.

6.3.3 Les entrées

- Le nom du port dans lequel est connecté l'Arduino.
- Les paramètres de jeu de l'AR.

6.3.4 Les sorties attendues

- Les marqueurs dans *Oxysoft* et *Vicon Nexus*.
- Les données acquises dans *Oxysoft* et *Vicon Nexus*.
- Le fichier *Date_heure_Master.txt*.
- Les fichiers *Date_heure_Test_synchro_AR.txt* et *Date_heure_Test_synchro_Arduino.txt*.

6.3.5 Les résultats acceptables et inacceptables.

Pour que le produit soit jugé acceptable, il faut que :

- L'acquisition des données soit faite pour tous les systèmes, NIRS et *Footswitch*.
- Les marqueurs créés avec les télécommandes soient visibles dans chaque logiciel, *Oxysoft* et *Vicon Nexus*.
- Les fichiers de synchronisation *Date_heure_Test_synchro_AR.txt* et *Date_heure_Test_synchro_Arduino.txt* et le fichier *Date_heure_Master.txt* soient accessibles.
- Le fichier Matlab soit accessible.

Sinon, le produit n'est pas acceptable.

6.4 Test T18 : Facilité d'installation

Exigence touchée par ce test :
E7.1-1a

6.4.1 Objectifs du test

Le test a pour objectif de vérifier que l'installation sur le participant du produit est facile et rapide.

6.4.2 Procédures

- Effectuer les étapes suivantes pour un échantillon de 4 personnes :
 - Installation du casque AR et ordinateur :
 - Ouvrir l'ordinateur sur sa session usager où le jeu est précompilé sur le bureau de l'ordinateur.
 - Ouvrir la boîte du casque AR, sortir le casque et son fil d'alimentation avec la connexion pour la prise de courant correspondant au pays actuel.
 - Brancher l'alimentation du casque AR selon les instructions dans le guide fourni dans la boîte du casque.
 - Brancher le fil HDMI dans la prise reliée à la carte graphique de l'ordinateur.
 - Brancher le fil USB du casque AR dans la prise USB 3.0 (en bleu) de l'ordinateur.
 - Brancher au port USB du même ordinateur que le casque les boutons de réponses.
 - Appuyer sur le bureau sur l'application VRNIRS.
 - Effectuer l'installation du dispositif sur la tête.
- Installer le casque de tissu du système d'imagerie.
- Placer les capteurs dans le casque de tissu.
- Installer le casque d'AR, placer en même temps l'appui de tête en mousse synthétique.
- Placer l'émetteur Bluetooth dans la poche dédié à cet effet.
 - Démarrer le système d'imagerie NIRS :
 - Ouvrir l'ordinateur NIRS.
 - Lancer le logiciel *Oxysoft*.
 - Installer l'Arduino :
 - Brancher l'Arduino au port USB de l'ordinateur AR.
 - S'assurer que l'Arduino est bien branché aux télécommandes *PortaSync* et *Footswitch*.
 - Chronométrer le temps d'installation, depuis le moment où les systèmes sont rangés jusqu'au produit installé, branché et prêt à être démarré. Cela inclut le démarrage des programmes nécessaires au fonctionnement du produit.

6.4.3 Les résultats acceptables et inacceptables.

Si la moyenne des 4 participants est inférieure à 10 minutes, c'est jugé satisfaisant. Sinon, ce ne l'est pas.

7 SOMMAIRE DES TESTS

| ID | Description | Réf. vers une section de ce document | Notes |
|-----|---|--------------------------------------|-------|
| T1 | Menu des paradigmes en réalité augmentée | 3.1 | |
| T2 | Paradigme N-back | 3.2 | |
| T3 | Paradigme Stroop | 3.3 | |
| T4 | Qualité de l'immersion dans l'environnement augmentée | 3.4 | |
| T5 | Vitesse de défilement des items dans N-back | 3.5 | |
| T6 | Précision du Stroop en réalité augmentée | 3.6 | |
| T7 | Précision du N-back en réalité augmentée | 3.7 | |
| T8 | Accessibilité des paradigmes en réalité augmentée | 3.8 | |
| T9 | Défilement des images en réalité augmentée | 3.9 | |
| T10 | Limite de synchronisation | 4.1 | |
| T11 | Acquisition de données | 4.2 | |
| T12 | Adaptabilité des pauses | 4.3 | |
| T13 | Analyse des matériaux de la solution | 4.4 | |
| T14 | Ergonomie du produit et température de la tête | 5.1 | |
| T15 | Fonctionnement AR lorsqu'installé avec le NIRS | 6.1 | |
| T16 | Intégration de tous les systèmes | 6.2 | |
| T17 | Fonctionnement du produit | 6.3 | |
| T18 | Facilité d'installation | 6.4 | |

HISTORIQUE DES VERSIONS

| Version | Date | Détails | Auteur(s) |
|---------|------------|--------------------------------|-----------|
| 1.0 | 2022-02-23 | Version initiale | SB, JP |
| 2.0 | 2022-03-18 | Correction selon feedback reçu | SB, JP |
| 3.0 | 2022-04-13 | Relecture et corrections | GP |