**Protocole Expérimental Modifié**

**Échantillon :**

* 20 participants.
* Design expérimental en crossover : chaque participant réalise toutes les conditions expérimentales 0 à 7 dans un ordre randomisé par carré latin. Cette méthode est choisie car elle permet de contrôler efficacement l’effet d’ordre tout en limitant le nombre d’essais nécessaires, réduisant ainsi les biais inter-individuels et augmentant la puissance statistique.

**Protocole détaillé :**

Chaque participant réalisera les conditions suivantes dans l’ordre déterminé par le carré latin

**0.Condition témoin** :

* Paramètres : Aucune vibration, aucune masse ajoutée.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet de la vibration niveau 1 :**

* Paramètres : Vibration à 10 Hz, amplitude 1 mm.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet de la vibration niveau 2 :**

* Paramètres : Vibration à 20 Hz, amplitude 2 mm.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet d’une masse supplémentaire de 50 g :**

* Paramètres : Masse ajoutée (50 g) fixée à l’extrémité du dispositif.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet d’une masse supplémentaire de 100 g :**

* Paramètres : Masse ajoutée (100 g) fixée à l’extrémité du dispositif.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet d’une masse supplémentaire de 200 g :**

* Paramètres : Masse ajoutée (200 g) fixée à l’extrémité du dispositif.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet combiné masse 50 g + vibration niveau 1 :**

* Paramètres : Masse de 50 g + vibration à 10 Hz, amplitude 1 mm.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

1. **Effet combiné masse 100 g + vibration niveau 2 :**

* Paramètres : Masse de 100 g + vibration à 20 Hz, amplitude 2 mm.
* Répétitions : 10 lancers.
* Mesure : Enregistrement automatique de l’erreur.

**Durée totale estimée :**

* Chaque lancer nécessitera environ 15 secondes (préparation, lancer et enregistrement).
* 10 lancers par condition x 8 conditions = 80 lancers par participant.
* Temps total estimé : environ 20 minutes par participant, incluant pauses et instructions.

Cette durée raisonnable limite la fatigue et assure la validité des données récoltées.

**Mesure de l’erreur :** Pour chaque lancer, l’erreur est définie par la distance euclidienne entre la position finale de l’objet virtuel lancé et la position réelle de la cible.

* Enregistrement automatique de la position finale de l’objet.
* Calcul automatique de la distance euclidienne par rapport à la cible.
* Moyenne des erreurs sur les 10 lancers pour chaque condition expérimentale.

**Hypothèses de recherche explicitées :**

* Hypothèse principale : l’ajout de masse et/ou vibrations améliore la précision (ie réduit l’erreur moyenne) du lancer en réalité augmentée en améliorant la proprioception et la perception de l’effort.
* Nous attendons une interaction positive entre masse et vibration :une amélioration supérieure de la précision lorsque ces deux paramètres sont combinés.

**Méthodes complémentaires envisagées :** Pour renforcer la validité des résultats, nous prévoyons d’inclure :

* Une méthode de comparaison directe : Blind Walking afin de comparer la perception des distances entre lancer virtuel et déplacement physique.
* Des entretiens qualitatifs post-expérimentation (verbal report) pour recueillir le ressenti subjectif des participants concernant l’impact des vibrations et masses ajoutées.

**Choix des distances cibles :**

* Trois distances cibles distinctes seront utilisées : courte : 2m , moyenne : 3m , et longue : 4m.
* Ces distances permettent d’évaluer l’effet des conditions expérimentales sur différentes échelles spatiales et de détecter d’éventuels biais perceptifs liés à la profondeur.
* Chaque participant effectue les lancers de manière équitable sur les trois distances afin d’assurer une couverture représentative et équilibrée des différentes situations.