

Virtual Throwing as a Method to Evaluate Distance Perception in VR

Achraf Essaleh, Gautier Tandeau de Marsac, Marc Duboc

Encadrant : Etienne Peillard

Groupe : 33, projet : 59

Introduction

Objectif de la présentation

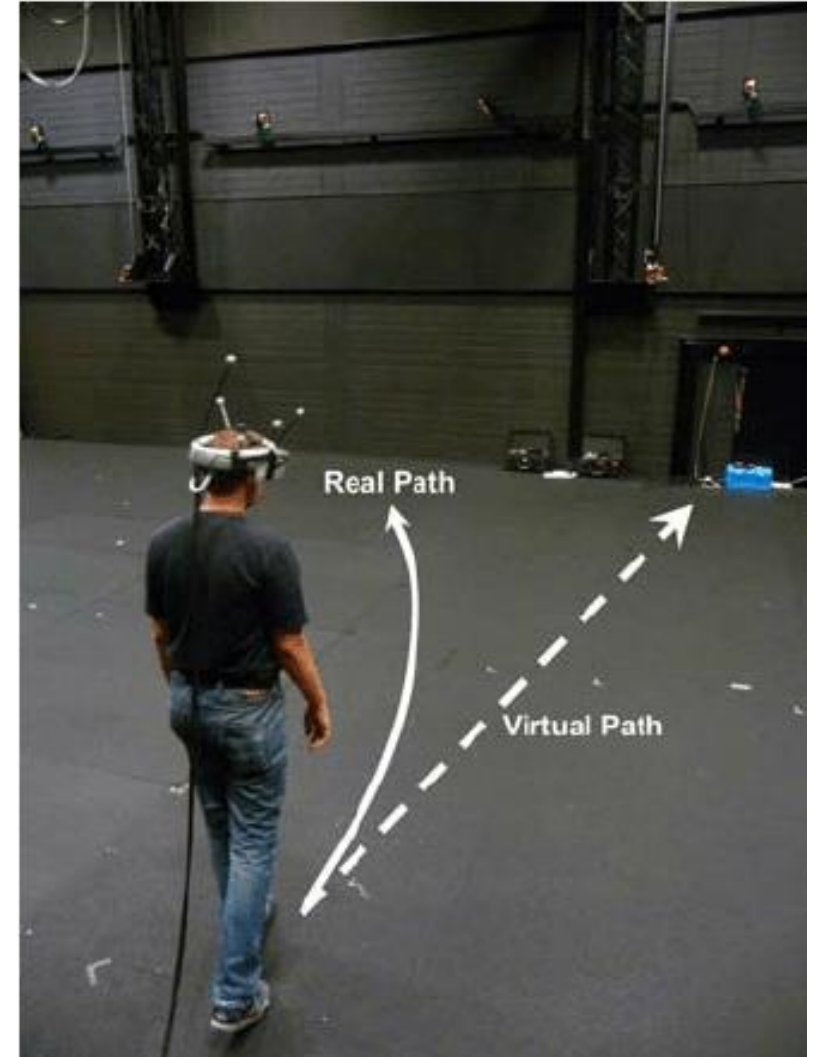
Présenter une étude expérimentale sur l'effet des retours haptiques dans la perception des distances en réalité virtuelle.

Contexte

- Sous-estimation fréquente des distances en VR (~30 %).
- Causes : limitations visuelles, absence de repères sensoriels fiables.

Plan

- 1) Problématique de recherche
- 2) Hypothèses et objectifs
- 3) Méthodologie
- 4) Dispositif expérimental
- 5) Résultats statistiques
- 6) Résultats visuels
- 7) Discussion
- 8) Limites et perspectives
- 9) Conclusion



Problématique de recherche

Problème identifié

- Les environnements virtuels altèrent la perception des distances.
- La perception egocentrique en VR est biaisée par la perte de repères sensoriels (proprioception, retour tactile).

Limites des approches actuelles

- Méthodes de correction géométrique peu efficaces.
- Feedback purement visuel insuffisant.

Hypothèse centrale

L'ajout de retours haptiques (masse et vibration) permettrait une amélioration de la perception de la distance.

Hypothèses et objectifs

Hypothèses

- H1 : L'ajout de masse ou de vibration réduit l'erreur d'estimation de distance.
- H2 : La combinaison des deux induit un effet renforcé (synergie sensorielle).

Objectifs expérimentaux

- Évaluer séparément et conjointement les effets de la masse et de la vibration.
- Quantifier l'impact sur la précision du lancer virtuel et l'estimation de trajectoire.

Méthodologie

Participants

- 20 sujets droitiers, âgés de 20 à 35 ans.

Conditions expérimentales

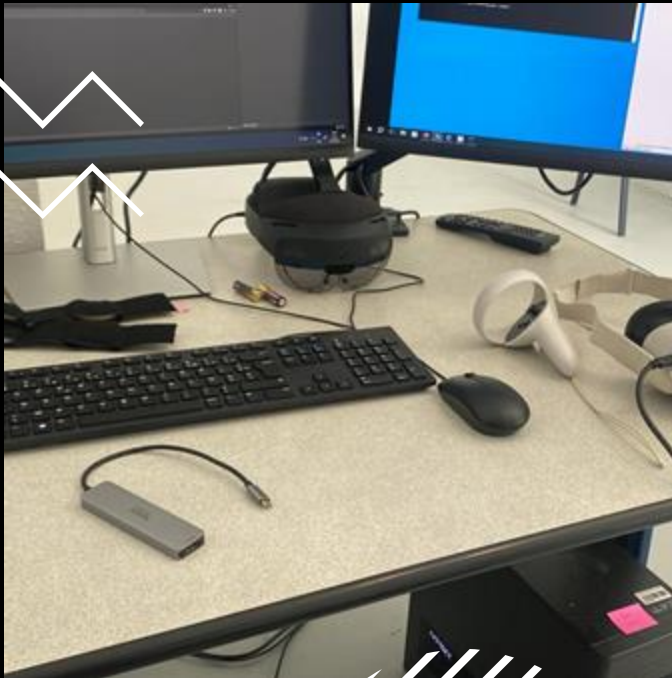
- 8 conditions réparties en : contrôle, vibration (10 Hz / 20 Hz), masse (50g / 100 g / 200 g), combinaisons.
- Ordre contrebalancé (plan en carré latin).

Tâches

- Lancers vers trois cibles (4 m, 7 m, 12 m).
- Test de transfert : épreuve de marche en aveugle (blind walking).



Dispositif expérimental



Matériel

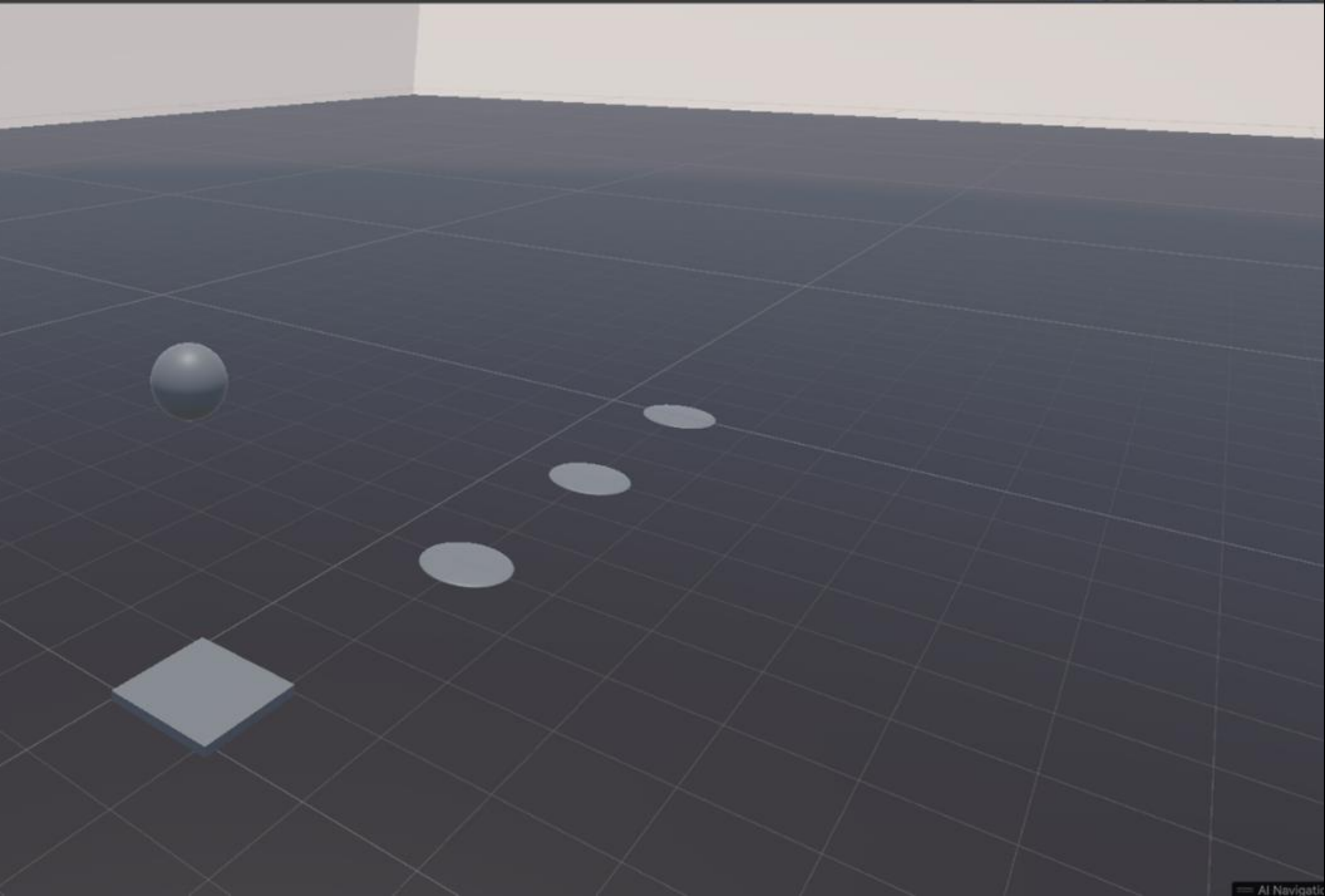
- Casque Oculus Quest 2, manette avec détection de mouvement.
- Bracelets de masse fixés au poignet, stimulation vibrotactile au relâchement.

Environnement

- Scène Unity de 400 m², simulation à 90 FPS.

Mesures collectées

- Erreur euclidienne moyenne entre impact et cible.
- Retours qualitatifs post-séance.



Résultats statistiques

i) **Nettoyage des données**

ii) **Vérification de la normalité des donnée: Shapiro-wilk -> p_value**

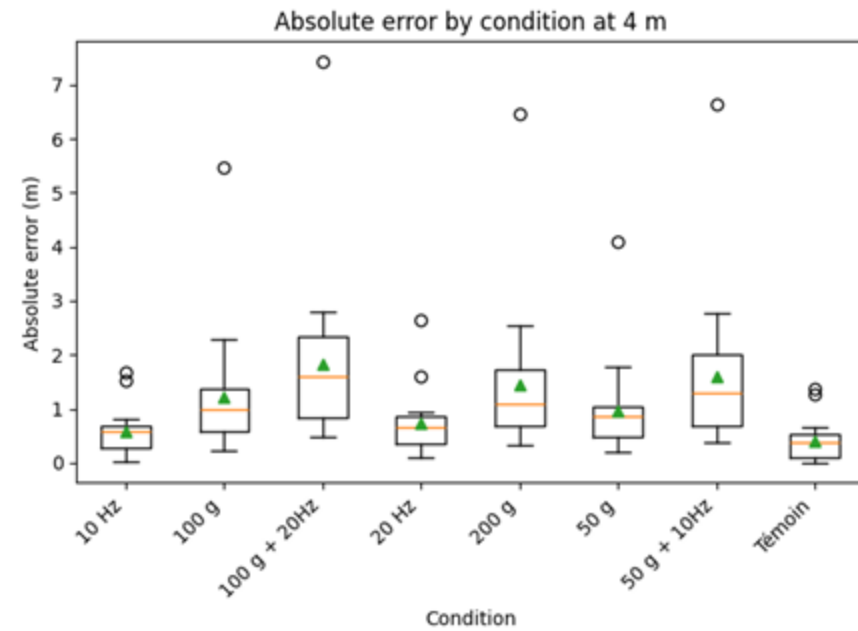
iii) **Test de Friedman** → valeurs significatives pour au moins deux conditions -> p_value

iv) **Test post-hoc : Wilcoxon**

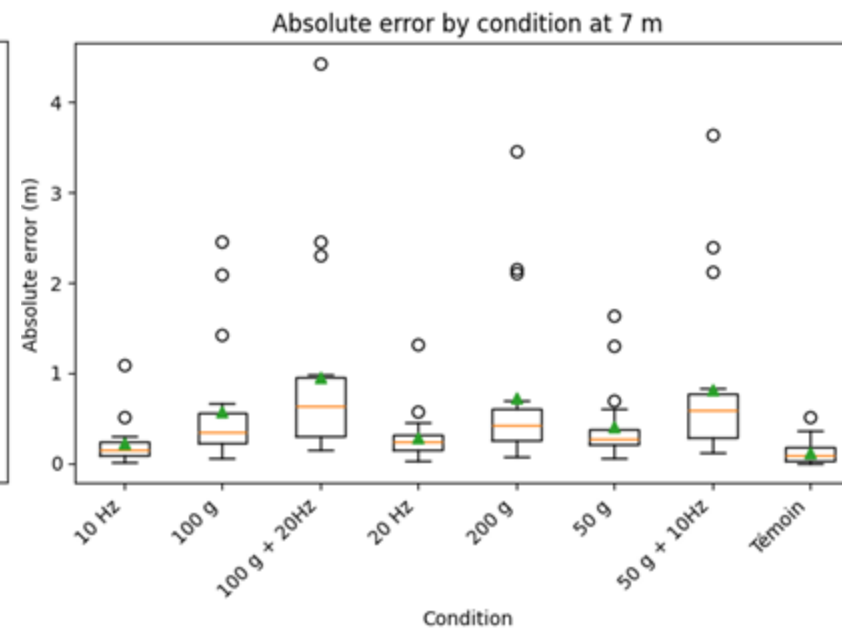
v) **Correction du seuil de significativité avec Bonferroni**

- Tous les types de feedback influencent les performances de lancer.
- L'effet combiné n'est pas toujours bénéfique.

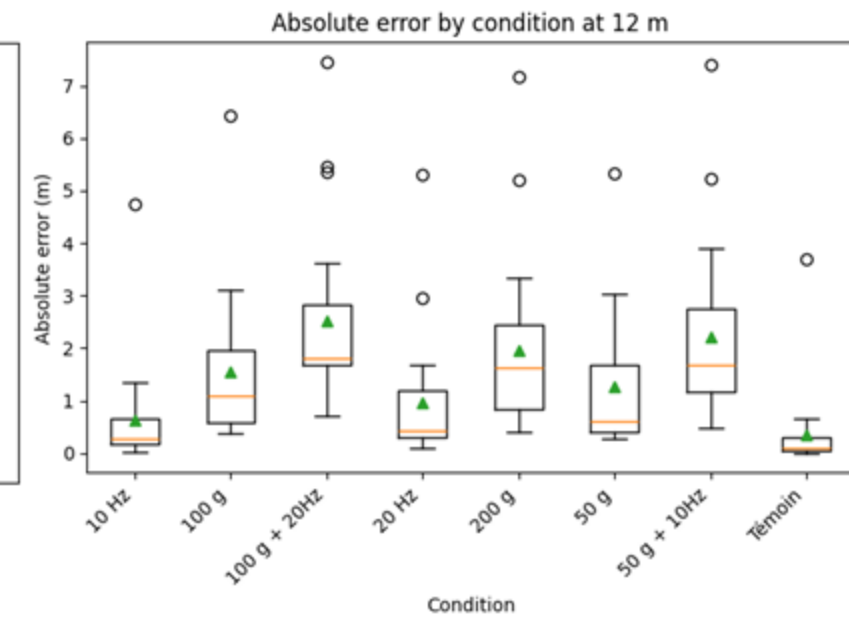
Erreurs absolues



Erreur absolue à 4m

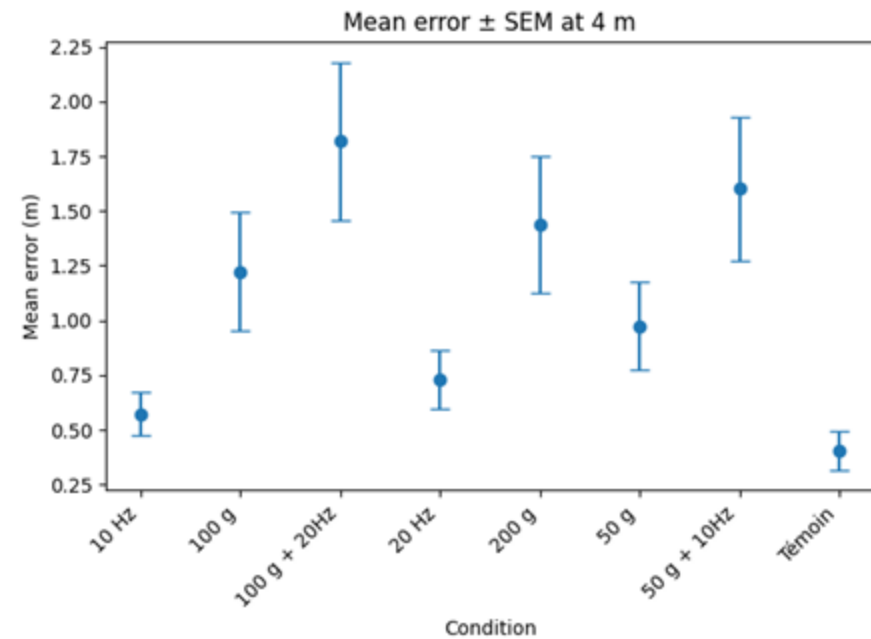


Erreur absolue à 7m

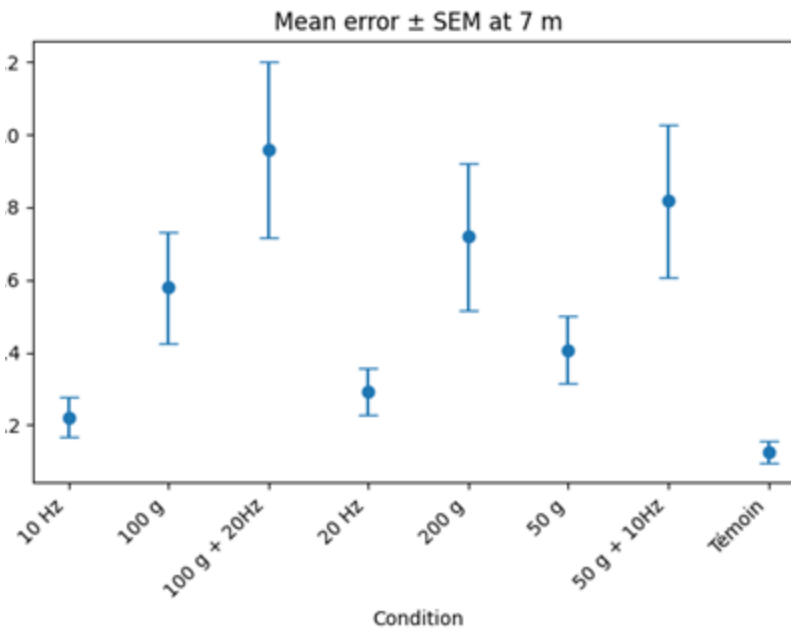


Erreur absolue à 12m

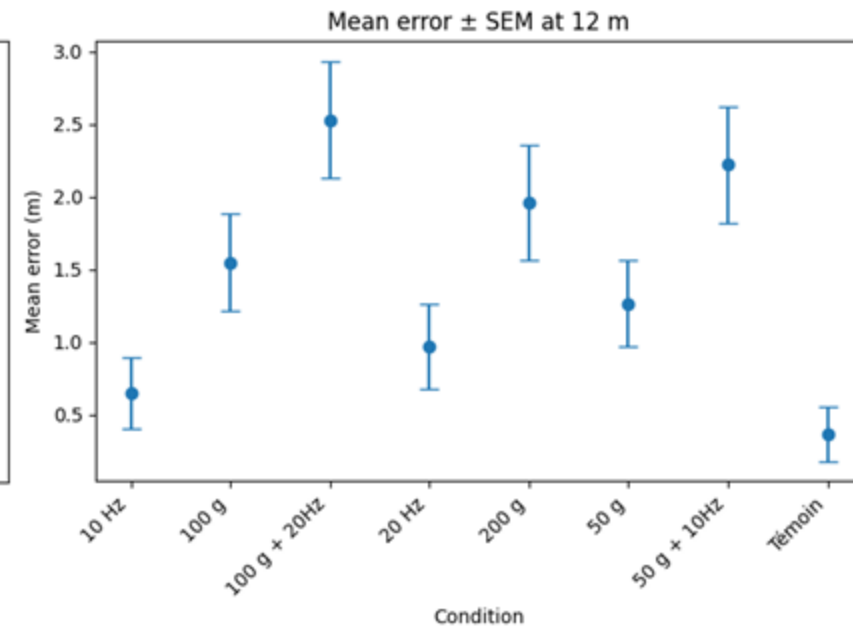
Erreurs moyennes



Erreur moyenne à 4m



Erreur moyenne à 7m

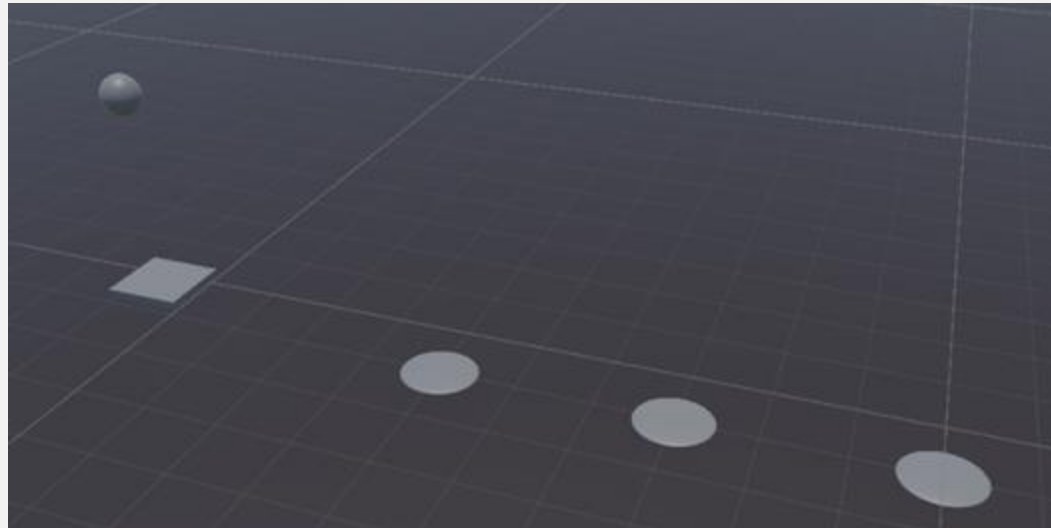


Erreur moyenne à 12m

Résultats visuels

Principaux constats

- Erreur minimale en condition contrôle.
- L'erreur augmente avec la masse, puis avec la vibration.
- Erreur maximale observée en condition combinée masse + vibration.



Discussion

Analyse des effets

- Masse : aide à calibrer le lancer mais provoque de la fatigue musculaire.
- Vibration : améliore la perception du moment de relâchement.
- Masse + vibration : surcharge proprioceptive, effets perturbateurs.

Retour des participants

- Apprentissage rapide avec les vibrations.
- Fatigue progressive avec les bracelets les plus lourds.
- Certains jugent les vibrations à haute fréquence distrayantes.

Limites et perspectives

Limites expérimentales

- Effet de fatigue non négligeable avec les bracelets de 200 g.
- Résultats difficilement généralisables à d'autres gestes que le lancer.

Pistes de développement

- Adapter dynamiquement les paramètres haptiques.
- Étendre l'étude à des tâches locomotrices ou interactives.
- Application aux jeux, à l'entraînement immersif ou à la rééducation.

Conclusion

Résultats principaux

- Les retours haptiques influencent la perception des distances en VR.
- La combinaison masse + vibration nécessite un réglage précis pour éviter les effets négatifs.

Ouverture

- Vers une meilleure compréhension des interactions multisensorielles en réalité virtuelle.
- Intégration raisonnée de feedbacks haptiques dans les interfaces immersives.

Annexes

- Graphiques détaillés (par exemple Fig. 5)
- Tableau des p-values ajustées
- Références scientifiques :
 1. Sahm et al., ACM TAP, 2005
 2. Auffret et al., IEEE VR, 2020
 3. Lin et al., IEEE 3DUI, 2012