

Conception et évaluation de métaphores sonores pour atteindre une position 3D sans la vue

Coline Fons^{1,2}, Christian Graff¹, Sylvain Huet², Denis Pellerin²

1. Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont-Blanc, CNRS, LPNC, 38000 Grenoble France
2. Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, GIPSA-lab, 38000 Grenoble, France

Introduction

Les personnes aveugles et malvoyantes ont parfois besoin d'assistance dans certaines tâches, comme par exemple trouver un objet et l'atteindre. Pour répondre à ce besoin, des dispositifs de substitution sensorielle (DSS) ont été créés, qui convertissent des informations spatiales, normalement accessibles par la vision, dans une autre modalité sensorielle qui est fonctionnelle, comme l'audition.

Nous voulons mesurer les avantages de différentes métaphores sonores en termes de rapidité et d'ergonomie, lors d'une tâche d'atteinte de cible.

Moving Towards and Reaching a 3-D Target by Embodied Guidance: Parsimonious vs Explicit Sound Metaphors¹

Pour un guidage précis dans un espace 3D, il est recommandé d'intégrer les trois dimensions spatiales en un seul flux auditif, qui permet d'avoir accès à toutes les informations en même temps. Mais cela peut créer une surcharge cognitive. Au contraire, la décomposition en axes vertical et horizontal serait plus incarnée.

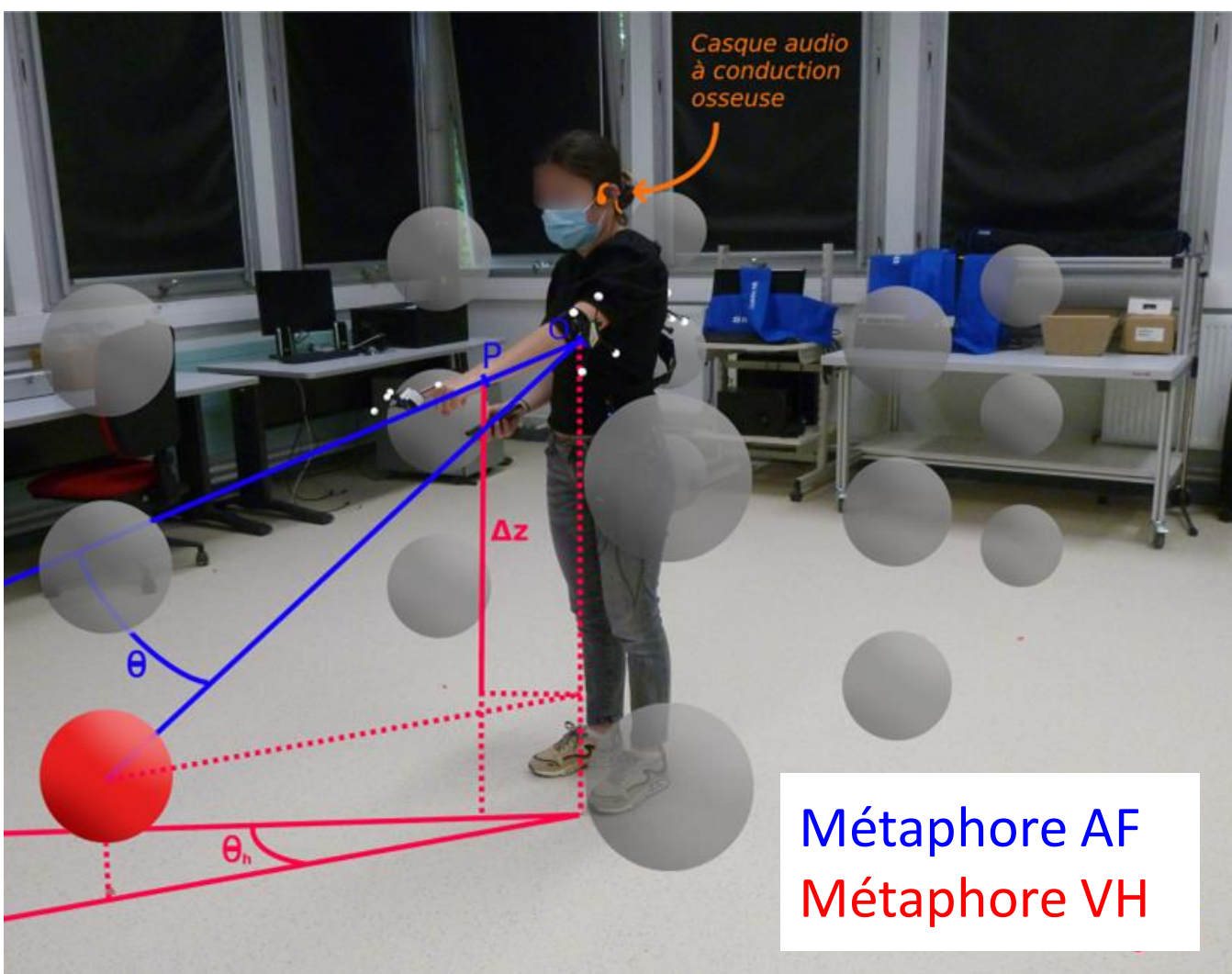
Objectif : trouver un équilibre entre précision du guidage et ergonomie.

Tâche dynamique d'atteinte de cible virtuelle avec le doigt

Deux métaphores sonores:

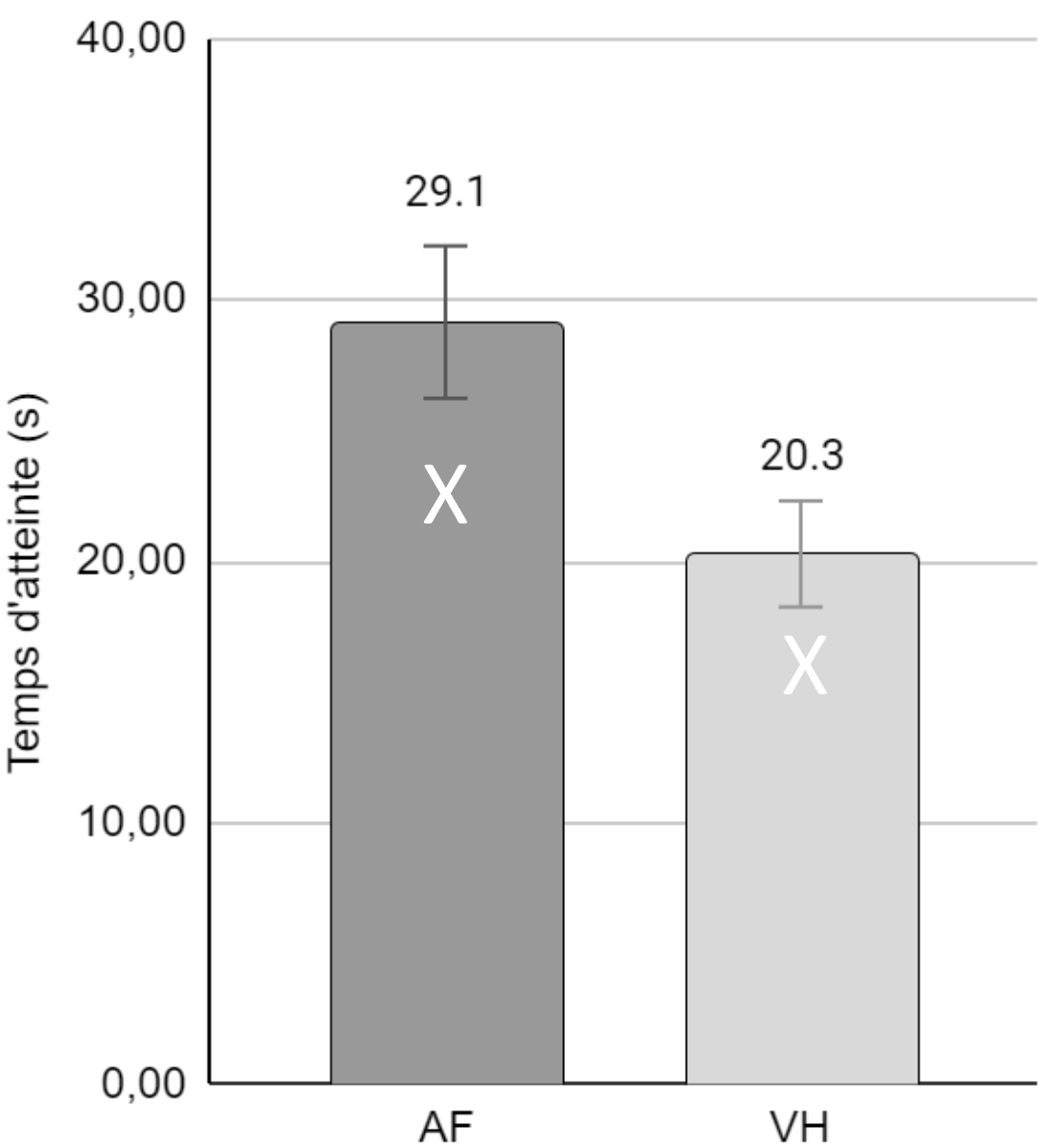
⇒ **AF ("Angle-Fréquence")** : la direction globale du pointage (θ) est codée par la fréquence du son.

⇒ **VH ("Vertical / Horizontal")** : la direction sur l'axe horizontal (θ_h) est codée par la fréquence du son. L'axe vertical est codé par un bruit blanc présent quand la main du participant est à la hauteur de la cible (Δz)

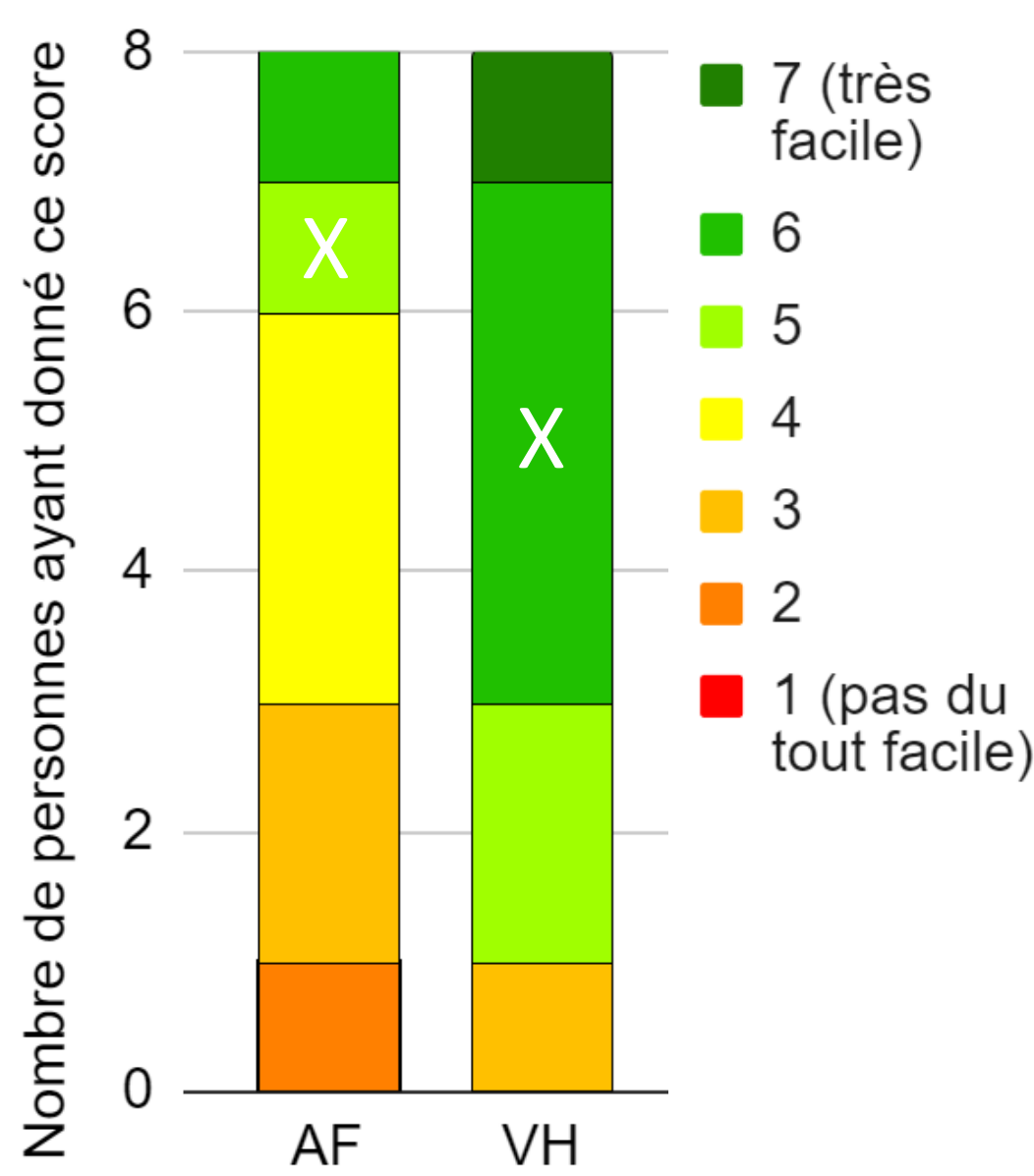


a. Position des sphères virtuelles, avec schéma de principe des deux métaphores sonores

Résultats: n = 8 voyants + 1 malvoyant (croix blanches)



b. Temps d'atteinte de cible en fonction de la métaphore sonore.



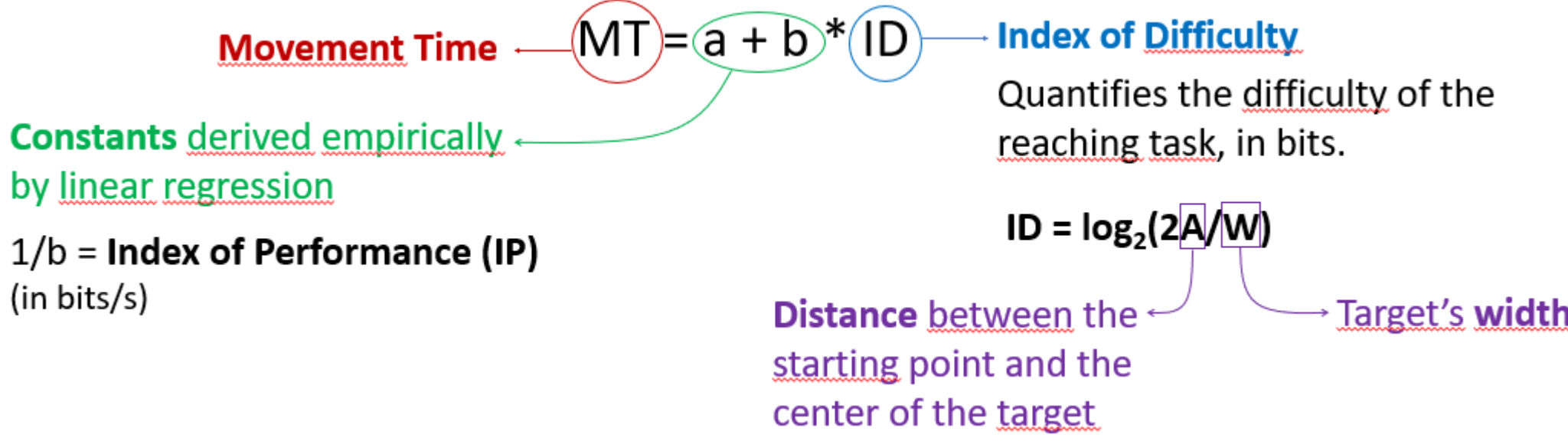
c. Répartition des notes en fonction de la métaphore pour le critère « facilité », de 1 « pas du tout facile » à 7 « très facile »

Conclusion : Utiliser une métaphore distinguant le plan horizontal et le plan vertical permet d'atteindre une cible plus rapidement et plus facilement qu'une métaphore qui ne fait pas cette dissociation.

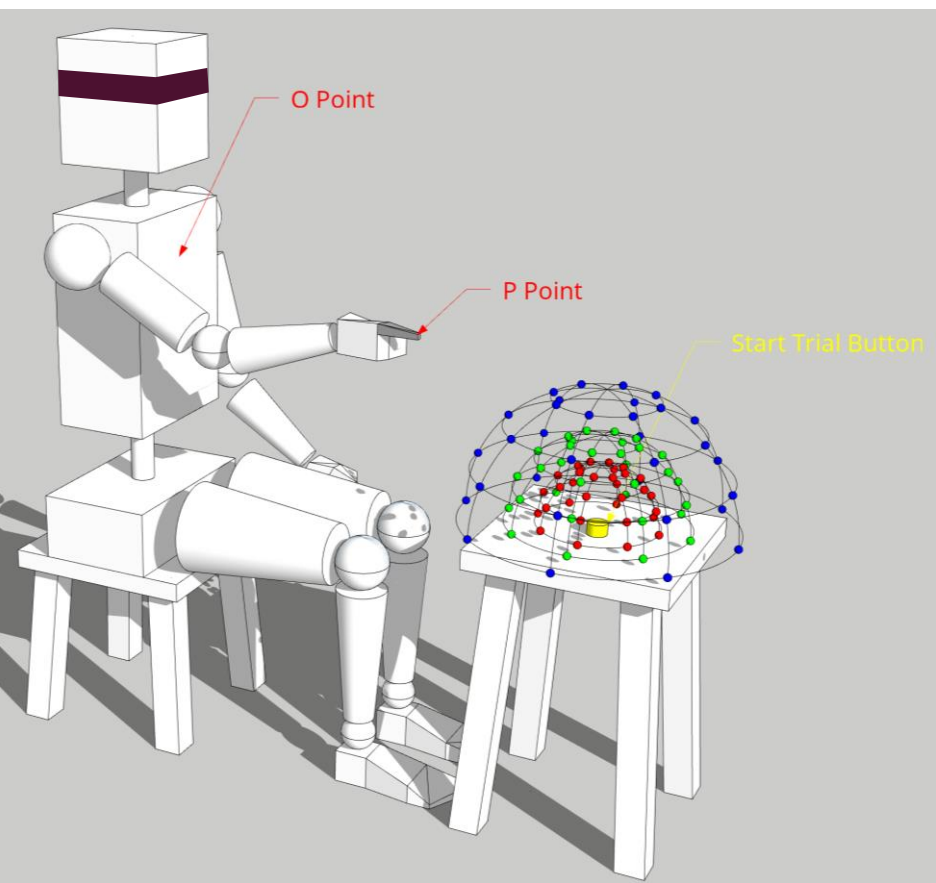
Using Fitts' Law to Compare Sonification Guidance Methods for Target Reaching Without Vision²

Les systèmes de guidage sonore sont généralement évalués par le temps d'atteinte moyen dans une tâche d'atteinte de cible. Mais les paramètres expérimentaux variant entre les études influencent les temps d'atteinte, rendant compliquée toute comparaison.

Objectif : Utiliser la loi de Fitts pour comparer les performances à des tâches d'atteinte de cible guidée par le son.



Tâche statique d'atteinte de cible virtuelle avec le doigt



d. Position des sphères virtuelles

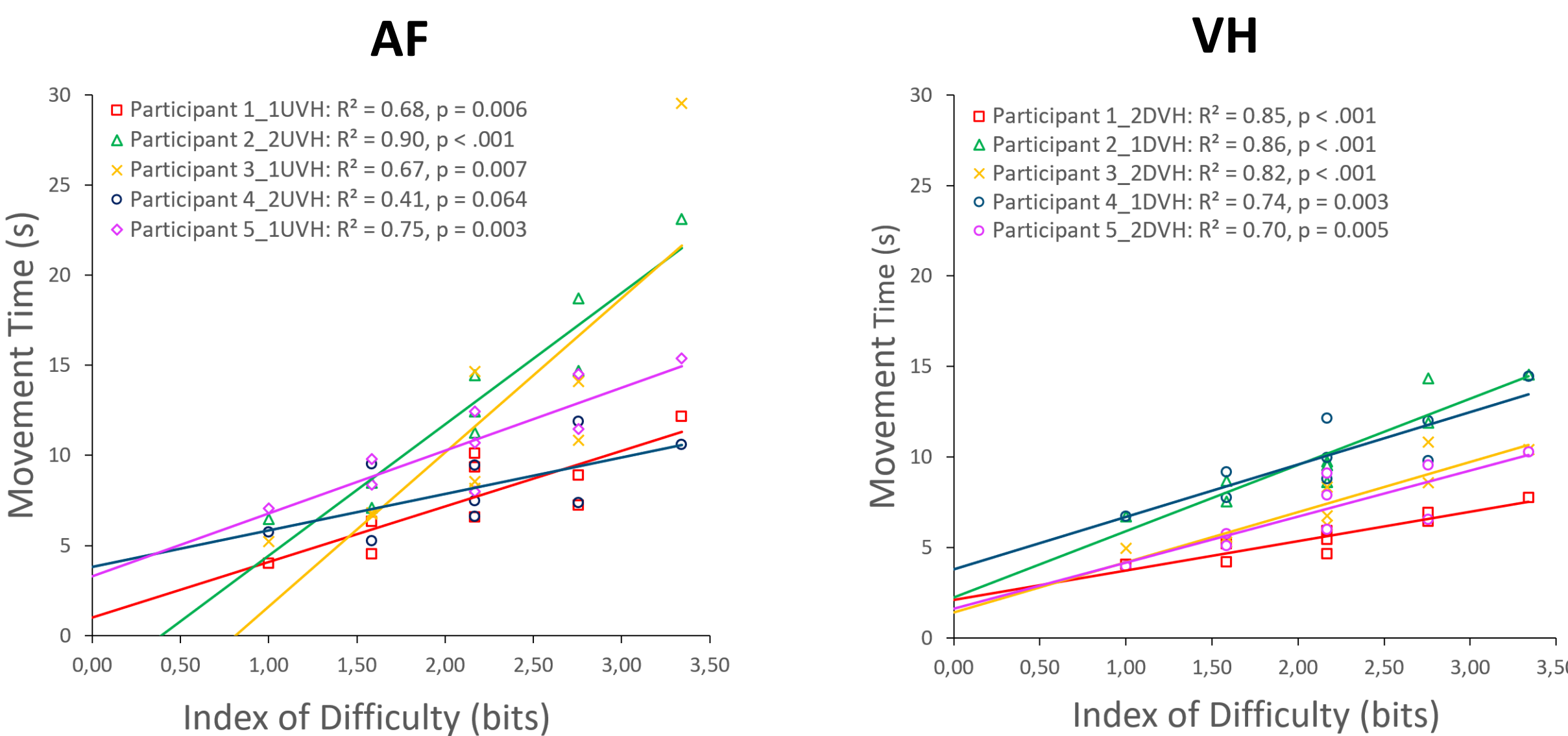
Deux métaphores sonores : AF et VH.

Trois tailles de cible (W) : 5.33 cm, 8 cm, 12 cm.

Trois distances au point de départ (A) : 12 cm, 18 cm, 27 cm

→ Cinq conditions de difficulté (ID) : 1 bit, 1.58 bits, 2.17 bits, 2.75 bit, 3.34 bits.

Résultats: n = 4 voyants



e. Droites de régression linéaire des temps d'atteinte moyens (MT) en fonction de l'indice de difficulté (ID)

- Les temps d'atteinte (MT) sont corrélés à l'indice de difficulté (ID) pour AF et VH
- L'indice de performance (IP) pour la métaphore AF (IP = 0.20 bits/s) est inférieur à l'IP pour la métaphore VH (IP = 0.37 bits/s)

Conclusion : La loi de Fitts est une métrique valide pour comparer différentes méthodes de guidage vers des cibles. La différence de performance entre AF et VH est trouvée à la fois avec la méthode classique (temps d'atteinte) et la loi de Fitts.

1. Fons, C., Huet, S., Pellerin, D., Gerber, S., Graff, C. (2023). Moving Towards and Reaching a 3-D Target by Embodied Guidance: Parsimonious Vs Explicit Sound Metaphors. In: Antona, M., Stephanidis, C. (eds) Universal Access in Human-Computer Interaction. HCI 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14020. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35681-0_15



2. Fons, C.; Huet, S.; Pellerin, D. and Graff, C. (2024). Using Fitts' Law to Compare Sonification Guidance Methods for Target Reaching Without Vision. In *Proceedings of the 19th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications - HUCAPP*; ISBN 978-989-758-679-8; ISSN 2184-4321, SciTePress, pages 444-454. DOI: 10.5220/0012346400003660



Perspectives

- Test d'une métaphore « séquentielle » guidant la personne sur une dimension spatiale à la fois.
- Création de métaphores multimodales combinant guidage sonore et guidage haptique.
- Application des métaphores au guidage de la visée pour le tir au pistolet laser pour rendre le laser-run accessible aux personnes aveugles et malvoyantes.