

# Atteindre et saisir sans voir, guidé par le son : avantage d'une expression explicite de la hauteur dans la direction de pointage

Coline Fons<sup>1,2</sup>, Christian Graff<sup>1</sup>, Sylvain Huet<sup>2</sup>, Denis Pellerin<sup>2</sup>

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 travaillons sur un dispositif permettant l'étude des DSS [1]. Nous voulons mesurer les avantages de différentes métaphores sonores en termes de rapidité et d'ergonomie, lors d'une tâche d'atteinte de cible.

La décomposition en axes vertical et horizontal serait plus incarnée, car la perception de la verticale et de l'horizontale reposent sur des mécanismes différents. Nous nous attendons donc à de meilleures performances pour une métaphore sonore qui dissocie la localisation sur les plans horizontal et vertical que pour une métaphore qui ne fait pas cette distinction.

## Méthode

**Tâche :** Le sujet est immergé les yeux fermés dans un espace de capture de mouvement. Il doit atteindre avec la main des cibles virtuelles en étant guidé par le son.

Il teste deux métaphores sonores différentes :

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

⇒ **VH ("Vertical / Horizontal")** : la direction sur l'axe horizontal ( $\theta_h$ ) 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 ( $\Delta Z$ )

Les paramètres sonores utilisés sont illustrés sur la figure 1..

**Mesure :** Les temps d'atteintes de cibles ont été mesurés pour chaque métaphore. A la fin de l'expérience, les participants remplissaient un questionnaire où ils notaient le confort, l'efficacité et la facilité pour chaque métaphore, sur une échelle de Likert allant de 1 à 7.

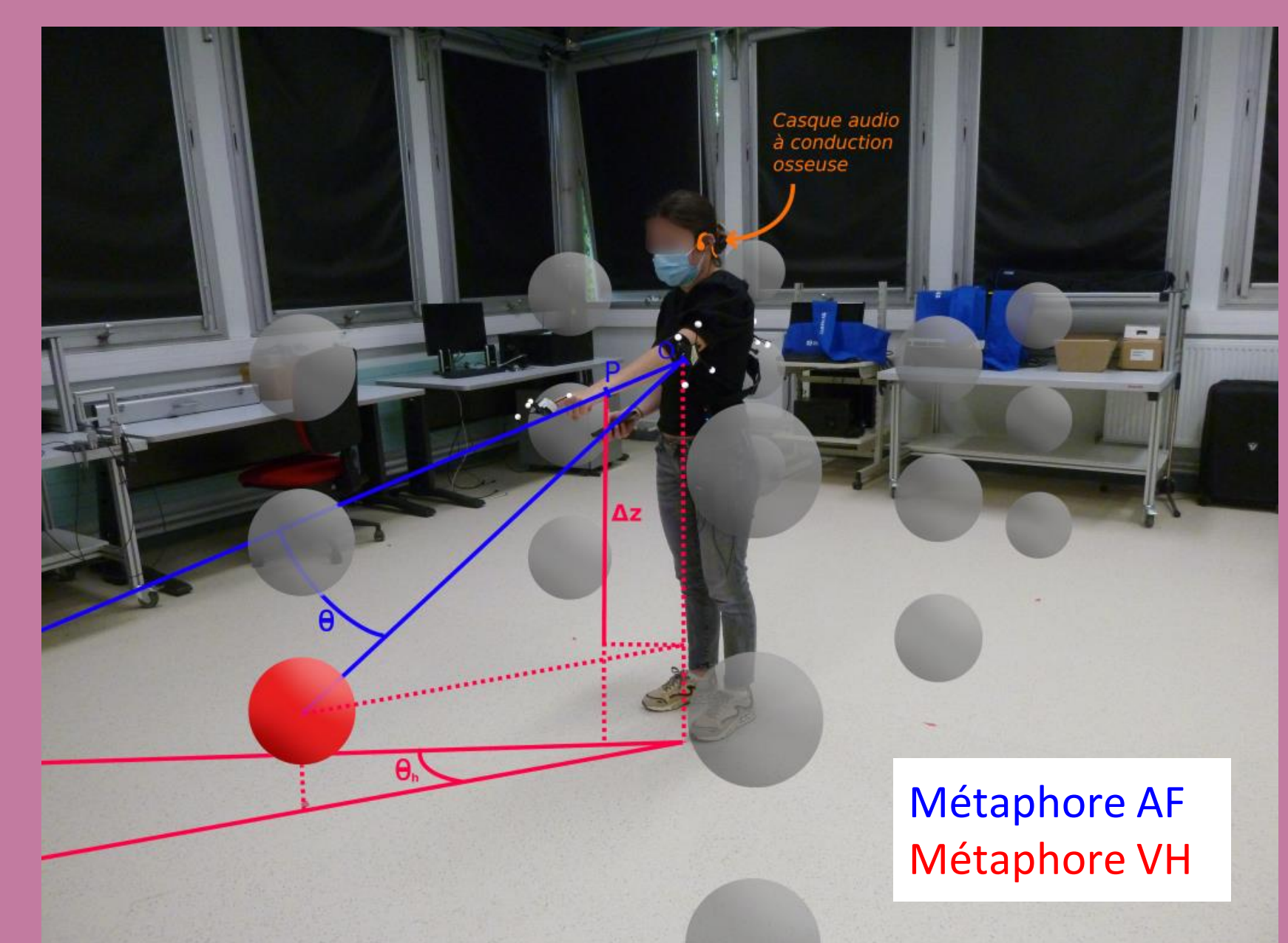


Figure 1. Photomontage montrant la position des sphères virtuelles (la sphère rouge étant la cible à atteindre), avec schéma de principe des 2 métaphores et illustration des marqueurs ayant servi à capturer la position des membres du participant [2]

## Résultats

Pour étudier le lien entre le temps d'atteinte de cible et la métaphore sonore, nous avons utilisé un modèle de Cox. Les temps sont plus courts pour la métaphore VH que pour la métaphore AF ( $z = 4,80$  ;  $p < 0,01$ )

Nous avons regardé la distribution de probabilité des notes donnés à chacun des trois critères (efficacité, confort, facilité) en réalisant une régression ordinale. Les sujets ont noté la métaphore VH comme étant plus facile que la métaphore AF ( $z = -2,29$  ;  $p = 0,02$ ).

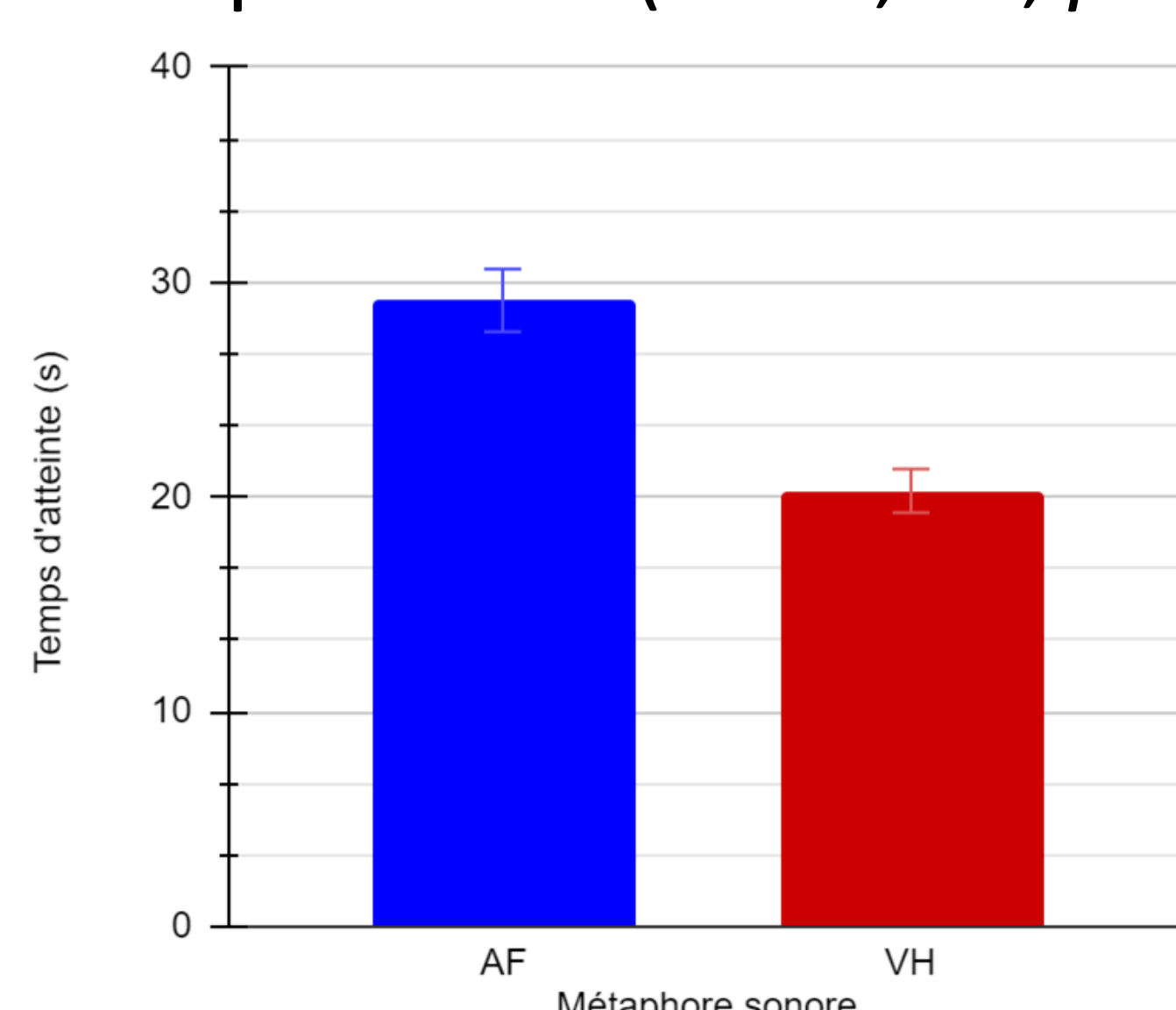


Figure 2. Temps d'atteinte de cible en fonction de la métaphore sonore. Les barres représentent l'intervalle de confiance à 95%.

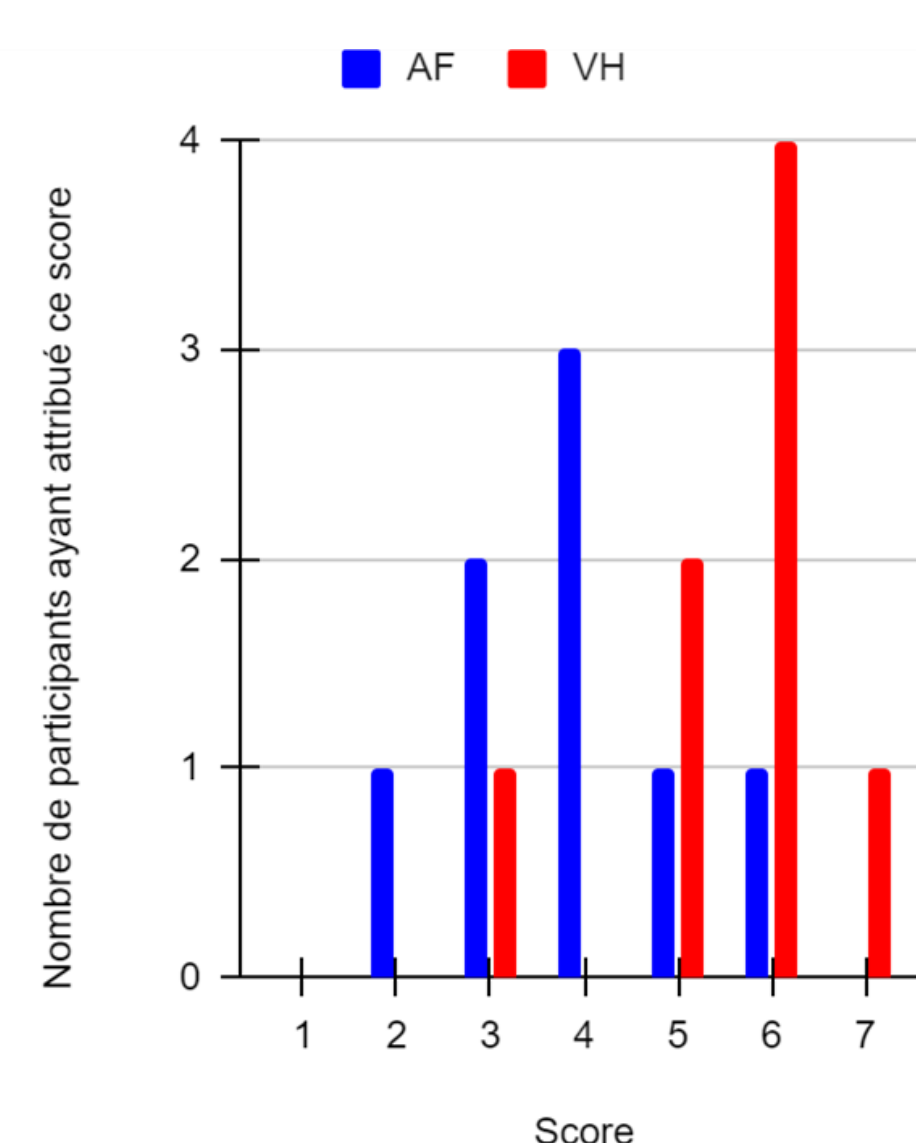


Figure 3. Répartition des notes en fonction de la métaphore pour le critère "facilité", de 1 "pas du tout facile" à 7 "très facile"

## Conclusions

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.

Cette étude pourra être complétée par la participation à l'expérience de personnes aveugles ou malvoyantes.

## Références

- [1] Guezou-Philippe, A., Huet, S., Pellerin, D., & Graff, C. (2018). Prototyping and Evaluating Sensory Substitution Devices by Spatial Immersion in Virtual Environments. Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. <https://doi.org/10.5220/0006637705960602>
- [2] Darj, C. (2021, 21 septembre). Pointage par substitution sensorielle. Plateforme BIOMECA. <https://biomecagipsalab.wordpress.com/2021/09/21/pointage-par-substitution-sensorielle/>

# Reaching and grasping without seeing, guided by sound : pointing efficiency improves by providing the target height explicitly

Coline Fons<sup>1,2</sup>, Christian Graff<sup>1</sup>, Sylvain Huet<sup>2</sup>, Denis Pellerin<sup>2</sup>

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

Visually impaired people sometimes need assistance in certain tasks, such as finding a lost object and reaching it. To address this need, sensory substitution devices (SSD) has been designed, which convert spatial information, usually available through vision, in another sensory channel which is functional, like hearing.

We developed a procedure for studying sensory substitution devices (DSS) using a virtual prototyping platform based on a motion capture system [1]. We aim to measure the benefit of different sound metaphors in terms of speed and ergonomics, during a target reaching task.

The decomposition into vertical and horizontal axes would be more embodied, because spatial perception along horizontal and vertical axes is differentially embodied. Therefore, we expect better performance for a sound metaphor that dissociates localization on the horizontal and vertical planes than for a metaphor that does not make this distinction.

## Method

**Task:** The subject is immersed in a motion capture room, with his eyes closed. He has to reach virtual targets with his hands, while being guided by sound.

He experiments two sound metaphors :

⇒ **AF ("Angle-Fréquence")**: the overall pointing direction ( $\theta$ ) is encoded by the pitch of the sound.

⇒ **VH ("Vertical / Horizontal")**: the direction on the horizontal axis ( $\theta_h$ ) is encoded by the pitch of the sound. The vertical axis is coded by a white noise present when the participant's hand is at the same height as the target ( $\Delta z$ )

The sound settings are illustrated by figure 1.

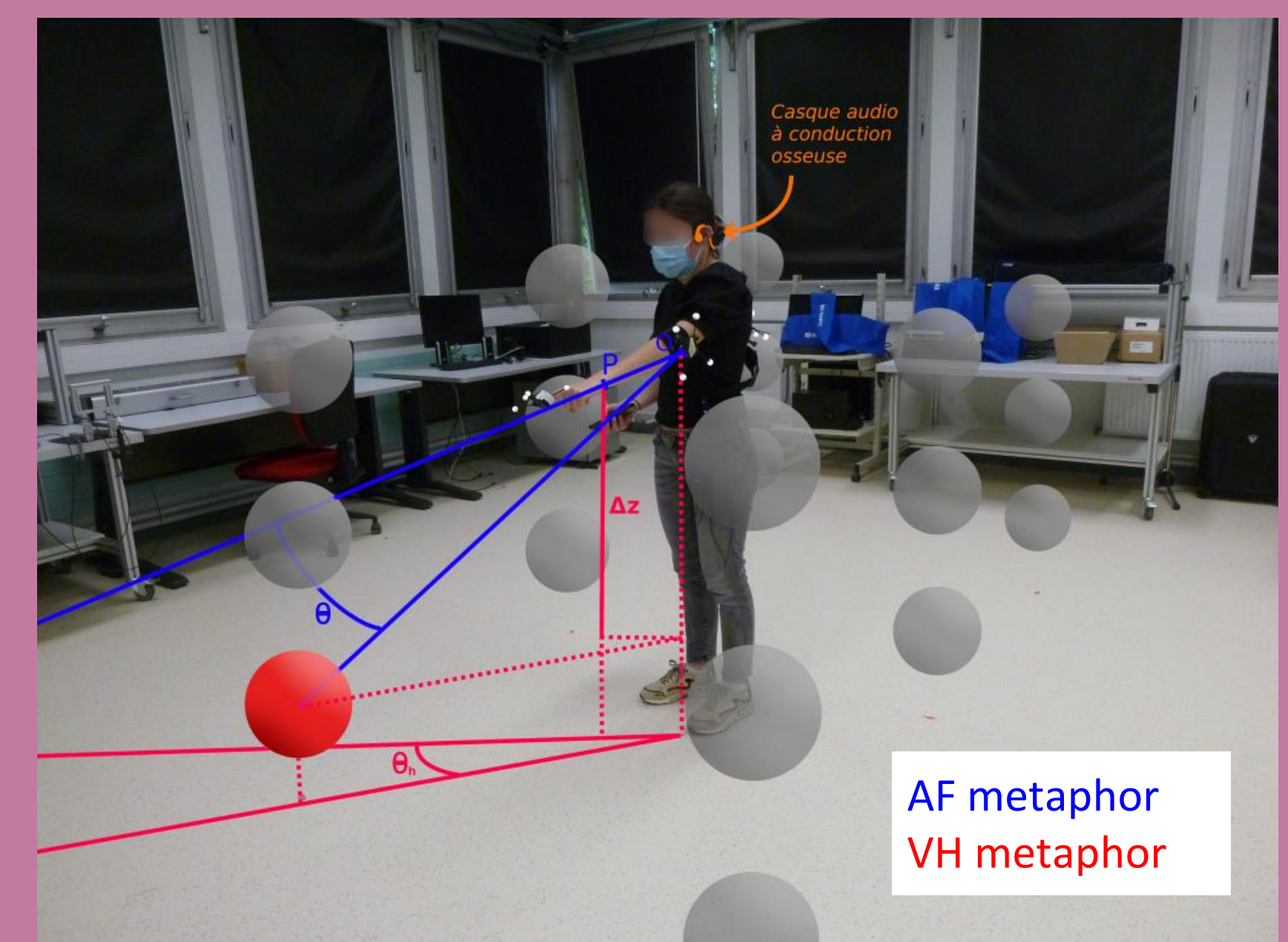


Figure 1. Photomontage showing the position of the virtual spheres (the red sphere being the target), with a schematic diagram of the 2 metaphors and illustration of the markers used to capture the position of the participant's limbs [2]

**Measure:** Target reaching times were measured for each metaphor. At the end of the experiment, the participants filled out a questionnaire in which they rated the comfort, efficiency and ease of each metaphor, on a Likert scale ranging from 1 to 7

## Results

To study the link between target reaching time and sound metaphor, we used a Cox model. The times are shorter for the VH metaphor than for the AF metaphor ( $z = 4.80$ ,  $p < .01$ )

We looked at the probability distribution of the scores given to each of the three criteria (effectiveness, comfort, ease) by performing an ordinal regression. Subjects rated the VH metaphor as being easier than the AF metaphor ( $z = -2.29$ ,  $p = .02$ ).

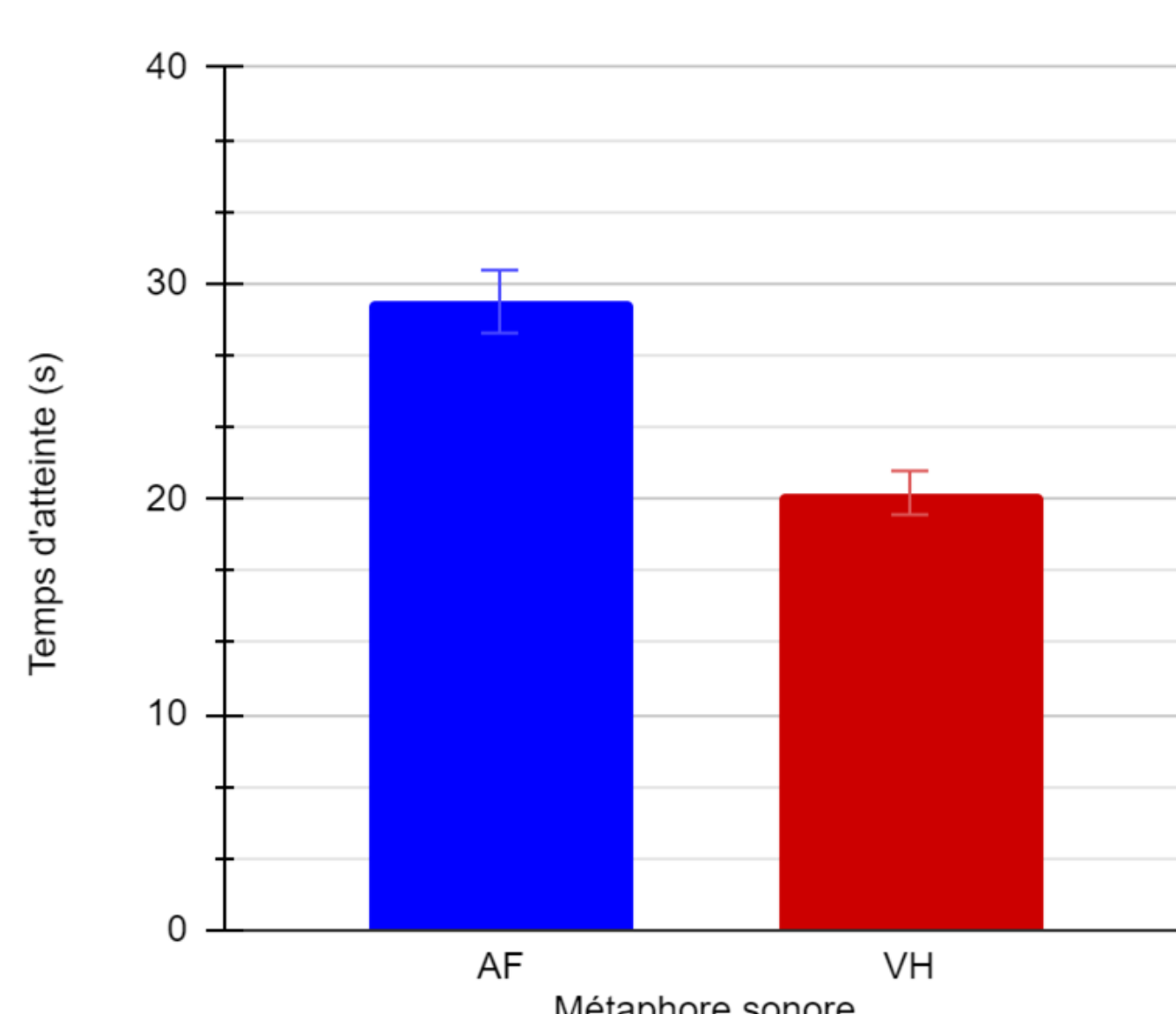


Figure 2. Target reaching time depending on the sound metaphor. The bars represent the 95% confidence interval.

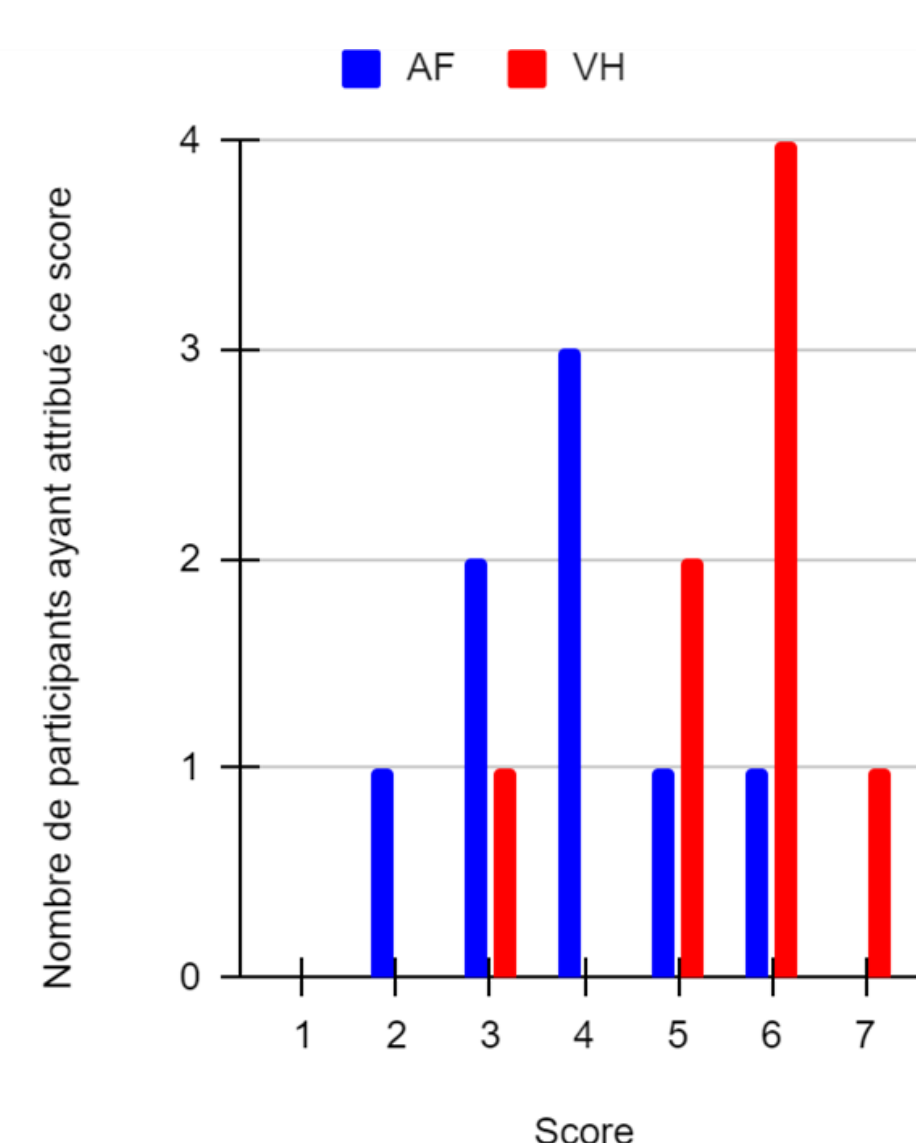


Figure 3. Distribution of scores for each metaphor for the "ease" criterion, from 1 "not at all easy" to 7 "very easy"

## Conclusions

Using a metaphor that dissociates the horizontal plane and the vertical plane allow the subjects to reach a target more quickly and easily than a metaphor that does not make this distinction.

This study could be completed by the participation in the experiment of blind or visually impaired people.

## References

- [1] Guezou-Philippe, A., Huet, S., Pellerin, D., & Graff, C. (2018). Prototyping and Evaluating Sensory Substitution Devices by Spatial Immersion in Virtual Environments. Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. <https://doi.org/10.5220/0006637705960602>
- [2] Darj, C. (2021, 21 septembre). Pointage par substitution sensorielle. Plateforme BIOMECA. <https://biomecagipsalab.wordpress.com/2021/09/21/pointage-par-substitution-sensorielle/>