



HAL
open science

Influence du “ head-tracking ” sur l’externalisation en écoute binaurale non-individualisée

Etienne Hendrickx, Peter Stitt, Jean-Christophe Messonnier, Jean-Marc Lyzwa, Brian F. G. Katz, Catherine de Boishéraud

► **To cite this version:**

Etienne Hendrickx, Peter Stitt, Jean-Christophe Messonnier, Jean-Marc Lyzwa, Brian F. G. Katz, et al.. Influence du “ head-tracking ” sur l’externalisation en écoute binaurale non-individualisée. 3èmes Journées Perception Sonore, Jun 2017, Brest, France. , 2017. hal-01543693

HAL Id: hal-01543693

<https://hal.univ-brest.fr/hal-01543693>

Submitted on 21 Jun 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etienne Hendrickx (UBO Lab-STICC), Peter Stitt (LIMSIS), Jean-Christophe Messonnier (CNSMDP), Jean-Marc Lyzwa (CNSMDP), Brian F.G. Katz (UPMC, Institut d'Alembert) et Catherine de Boishéraud (CNSMDP)

INTRODUCTION

Binaural : Recréer au niveau des oreilles de l'auditeur une scène sonore réaliste, à l'aide d'un casque

Le binaural peut être :

Naturel ou Synthétique

Individualisé ou Non-Individualisé

La présente étude se focalise sur la **synthèse binaurale non-individualisée** (nombreux avantages)

Apparitions fréquentes d'artefacts...

- Notamment l'*internalisation* des sources sonores (\neq externalisation)
- Surtout dans le cas de sources frontales et arrière...

En binaural, le head tracking permet :

- Une meilleure localisation en azimut et en élévation
- Une réduction du nombre d'inversions avant/arrière...

- ... et une meilleure externalisation ???

→ Résultats d'études précédentes pas très concluants :

| Author | Response | Notes |
|-----------------------|------------|--|
| Loomis et al. (1990) | Oui ! | Tests informels... |
| Kawaura et al. (1991) | Oui ! | 3 sujets seulement... |
| Begault et al. (2001) | Non ! | Stimuli courts (<3s) Mouvements de tête non contrôlés et probablement limités |
| Wenzel (1995) | Un peu ... | Résultats moyennés sur toutes les positions testées |

EXPÉRIENCE

• Étude limitée au plan horizontal

Différences par rapport aux études précédentes :

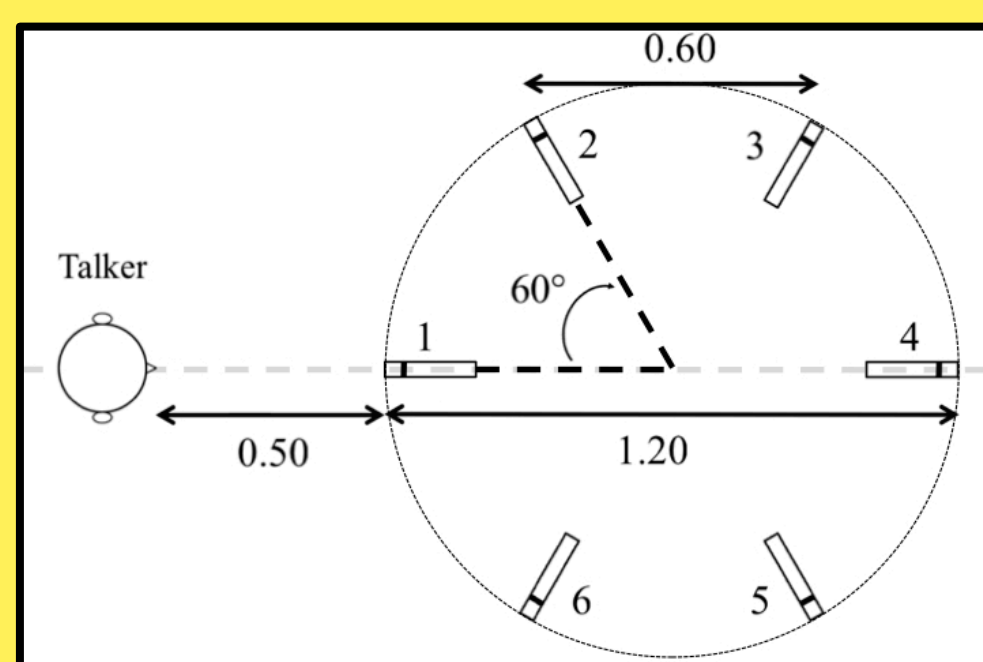
- Analyse azimut par azimut
- Stimulus plus long (9s)
- Mouvements de tête plus larges ($\pm 90^\circ$) et contrôlés
- Étude de l'impact sur l'externalisation *après* le mouvement de tête, et non *pendant*

3 Hypothèses :

- Micro-mouvements involontaires de la tête → améliore l'externalisation s'il y a un head-tracker
- Larges mouvements de tête avec head tracking → améliore considérablement l'externalisation
- Larges mouvements de tête sans head tracking → diminue considérablement l'externalisation

Stimulus

- Extrait (9s) d'un poème lu par un homme
- Enregistré dans un studio du CNSMDP
- Arbre multicanal (6 cardioïdes)
- « Binauralisé » sur 6 enceintes virtuelles



Distances en mètres

Test perceptif

- Salle d'écoute du CNSMDP, lumières éteintes
- Casque Sennheiser HD600
- Head Tracker Hedrot et moteur binaural Bipan
- 10 sujets experts
- Pour chaque présentation d'un stimulus, noter l'externalisation perçue :
0 = voix perçue à l'intérieur de la tête
5 = voix externalisée et lointaine

Variables Indépendantes :

- Conditions (x4) :
S0 : Tête immobile – pas de HT (head tracking)
ST : Tête immobile – avec HT
M0 : Larges mvts de tête ($\pm 90^\circ$) – pas de HT
MT : Larges mvts de tête ($\pm 90^\circ$) – avec HT
- Orientations (x12): $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$, etc.
- HRTFs non individualisées (x3)

Test répété 5 fois de suite

(4h de test par sujet sur plusieurs jours)

CONCLUSIONS

Larges mouvements de tête = meilleure externalisation, aussi bien pour des sujets experts que naïfs

Larges mouvements de sources = meilleure externalisation également, mais dans une moindre mesure

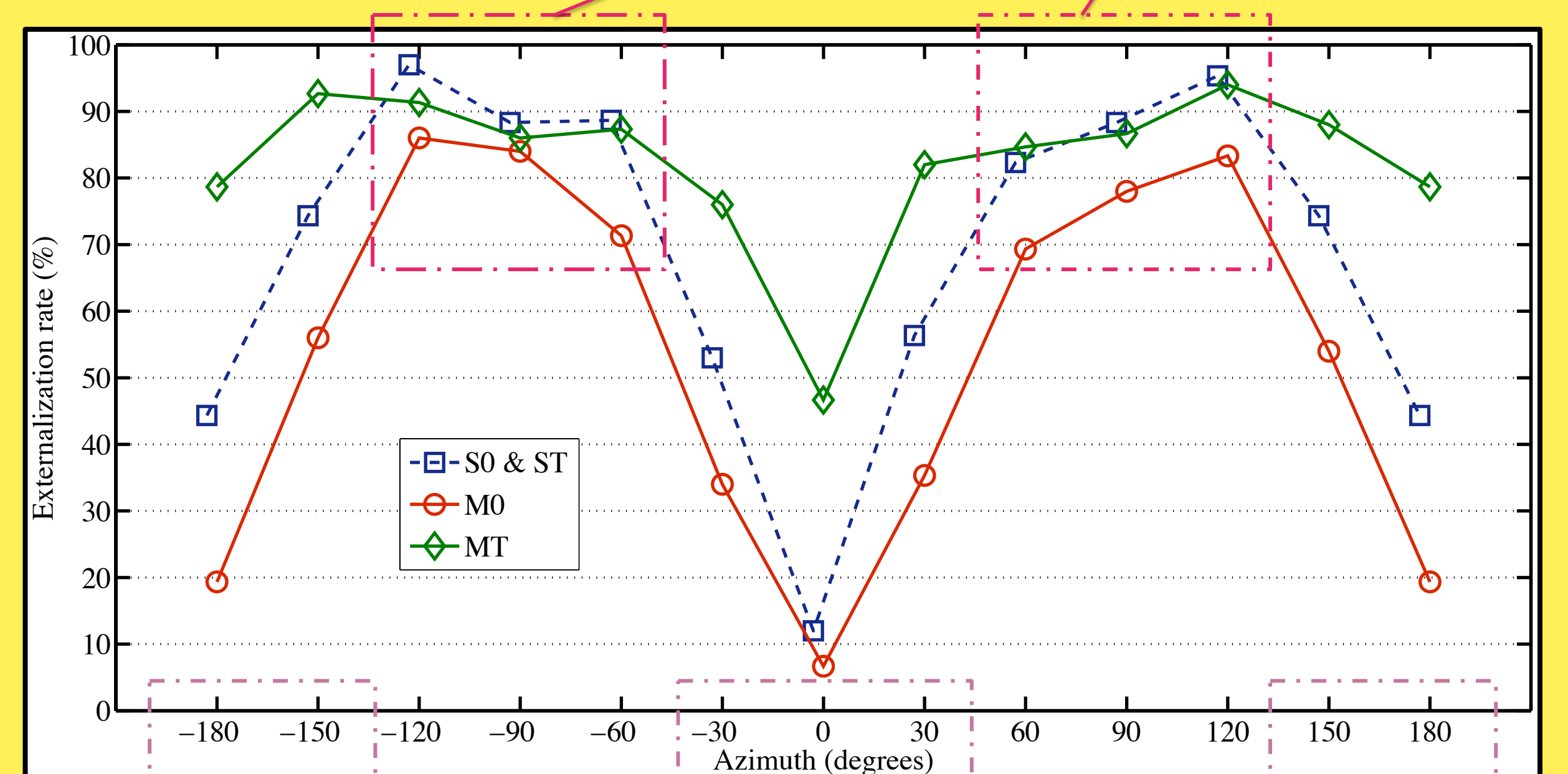
Études envisagées :
→ Influence de la modalité visuelle (dans le noir / salle avec lumières allumées / salle avec lumières allumées et indices visuels cohérents)
→ Amélioration de l'externalisation à 0° et 180° en entraînant le sujet, avec mouvements de tête plus longs/plus amples

RÉSULTATS

Tests de Wilcoxon avec corrections de Bonferroni

Pas de différence sig. entre S0 et ST
→ Résultats groupés

Azimuths latéraux :
- Bonne externalisation
- Différence non sig. entre MT, S0 et ST
- $M0 \leq$ autres conditions



Azimuths frontaux et arrière :
- Différences sig. marquées : $MT > S0 \& ST > M0$
- Externalisation particulièrement faible à 0° et 180°

● Larges mvts de tête avec head tracking = meilleure externalisation pour sources frontales et arrière
Externalisation *robuste, immédiate* et observée avec les 3 HRTFs
Amélioration nettement plus marquée que dans les études précédentes → Pourquoi ?

● Pas d'influence du head tracker lorsque la tête est fixe

● Larges mouvements de tête sans head tracker = chute importante de l'externalisation
→ Situation fréquente !

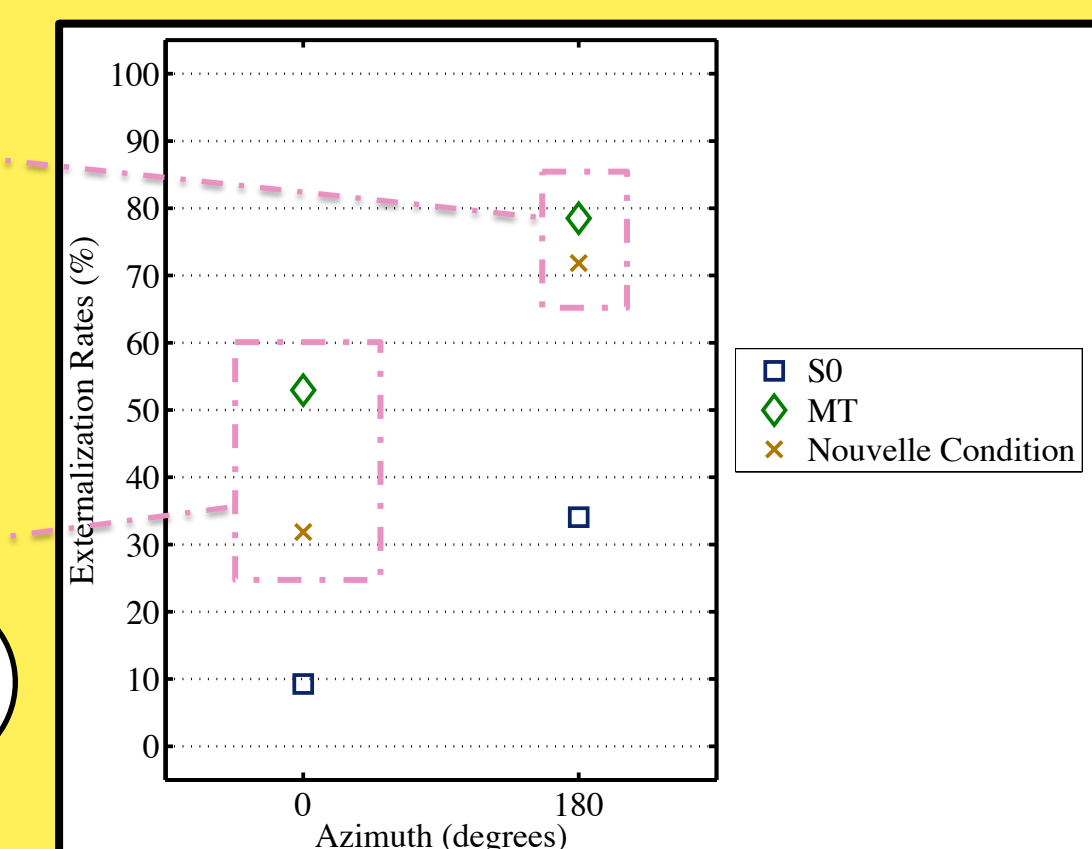
EXPÉRIENCE SUPPLÉMENTAIRE

Expérience quasi similaire mais :

- 9 Sujets naïfs (et non experts)
- 0° et 180° uniquement
- Conditions ST et M0 supprimées
- Ajout d'une **condition supplémentaire** :
Tête immobile – pas de HT – rotation automatique de la scène autour du sujet ($\pm 90^\circ$)

Amélioration de l'ext. à 180° :
mvts de tête légèrement > mvts de sources ($p = 0.048$)

Amélioration de l'ext. à 0° :
mvts de tête > mvts de sources



$MT > S0$ à 0° et 180°

● Larges mvts de tête avec head tracking = meilleure externalisation

● Larges mvts de sources = meilleure externalisation :
• à 180° : comparable aux mvts de tête
• à 0° : pas aussi efficace que les mvts de tête

- E. Hendrickx, P. Stitt, J.-C. Messonnier, J.-M. Lyzwa, B. F. G. Katz et C. de Boishéraud (2017). Improvement of externalization by listener and source movement. *J. Audio Eng. Soc.* (accepté le 5 mai 2017).
- E. Hendrickx, P. Stitt, J.-C. Messonnier, J.-M. Lyzwa, B. F. G. Katz et C. de Boishéraud (2017). Influence of head tracking on the externalization of speech stimuli for non-individualized binaural synthesis. *J. Acoust. Soc. Am.*, 141(3), 2011-2023.
- P. Stitt, E. Hendrickx, J.-C. Messonnier et B.F.G. Katz (2016). The role of head tracking in binaural rendering. *Proceedings of the 29th Tonmeisterstagung, VDT International Convention*, Cologne, Allemagne, 350-355.
- Loomis, J. M., Hebert, C., & Cicinelli, J. G. (1990). Active localization of virtual sounds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 88(4), 1757-1764.
- Kawaura, J. I., Suzuki, Y., Asano, F., & Sone, T. (1991). Sound localization in headphone reproduction by simulating transfer functions from the sound source to the external ear. *J. Acoust. Soc. Am. Jpn.* (E), 12(5), 203-216.
- Begault, D. R., Wenzel, E. M., & Anderson, M. R. (2001). Direct comparison of the impact of head tracking, reverberation, and individualized HRTFs on the spatial perception of a virtual speech source. *J. Audio Eng. Soc.*, 49(10), 904-916.
- Wenzel, E. M. (1995). The relative contribution of interaural time and magnitude cues to dynamic sound localization. In *Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, 1995.*, IEEE ASSP Workshop on (pp. 80-83). IEEE.
- Baskind, A., Carpentier, T., Noisternig, M., Warusfel, O., & Lyzwa, J. M. (2012). Binaural and transaural spatialization techniques in multichannel 5.1 production. In *27th Tonmeisterstagung, VDT International Convention*.
- Brimijoin, W. O., Boyd, A. W., & Akeroyd, M. A. (2013). The contribution of head movement to the externalization and internalization of sounds. *PLoS one*, 8(12), e83068.