

## Perception spatiale de rendus haptiques sans contact par ultrasons

Les réseaux à commande de phase de haut-parleurs à ultrasons [1][2] sont une technologie innovante pour produire des stimuli tactiles à distance dans des applications d'interface homme-machine (IHM). Ils fonctionnent en focalisant les ondes acoustiques émises par plusieurs hauts parleurs à ultrasons de manière à produire des variations de pression importantes dans des petites régions de l'espace dont les coordonnées sont précisément contrôlées. Lorsque la peau entre en contact avec celles-ci, on obtient des sensation vibrotactiles (voir Figure 1). Une vidéo présentant le concept peut être visionnées à [https://youtu.be/tBMkBS\\_Rlgc](https://youtu.be/tBMkBS_Rlgc).

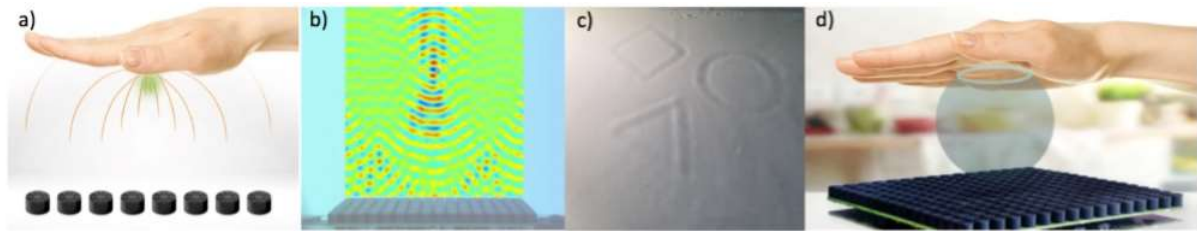


Figure 1: Les dispositifs haptiques sans contact à ultrasons (exemple en (d)) produisent des sensations vibrotactiles à distance en focalisant la pression acoustique générée par plusieurs haut parleurs à ultrasons vers une zone très localisée de l'espace appelée point focal (en vert en (a)). L'image (c) montre des formes géométriques ainsi projetées dans un bain d'huile. Lorsque de telles projections sont effectuées sur la peau, on peut ressentir des formes géométriques, ce qui permet l'affichage tactile d'objets virtuels (d) [3].

Ces affichages tactiles novateurs trouvent des applications dans les interfaces 3D gestuelles e.g. pour des applications automobiles [4], les arts et le divertissement [5][6] ainsi que les interactions en réalité virtuelle [7][8]. Un exemple d'interaction en réalité virtuelle peut être visionné à <https://youtu.be/YMi4lgL1dVc>.

Les aspects technologiques de ces affichages sont en constante évolution, et ces systèmes se montrent prometteurs entre autre pour les cas d'utilisation mentionnés ci-dessus. Pourtant, une compréhension fondamentale de la relation entre les paramètres de rendu tactile et la perception des formes affichée nous manque toujours.

**L'objectif de ce stage est d'étudier, pour un dispositif haptique sans contact à ultrasons, les liens entre les différents paramètres de rendu et les propriétés perceptuelles des stimuli vibrotactiles obtenus grâce à des méthodes psychophysiques (voir Figure 2).**

En particulier, nous comptons étudier :

- Le lien entre les distributions de pression générées et les dimensions et formes des stimuli vibrotactiles perçus.
- Le lien entre les paramètres de rendu (pas spatial et temporel, vitesse de balayage) et la taille, continuité et propriétés géométriques perçus des stimuli.

De plus, nous envisageons l'étude de la perception de stimuli tactiles dans le contexte d'applications de guidage tactile d'utilisateur, c'est-à-dire l'étude de l'interprétation que font des utilisateurs de ces stimuli et de leur évolution lorsque ceux-ci indiquent des mouvements requis ou des modifications d'un environnement observé.

Ce stage s'effectuera dans le cadre du projet Européen H-Reality (<https://team.inria.fr/rainbow/fr/research/research-project/hreality/> et [hreality.eu](http://hreality.eu)). Les recherches seront effectuées à Rennes au sein de l'IRISA, le plus grand centre de recherché en informatique de France, avec plus de 900 chercheurs et 41 équipes réparties entre Rennes, Lannion et Vannes. Le

laboratoire a été fondé en 1975 en tant que collaboration entre le CNRS, l'université de Rennes 1, l'ENS Rennes, l'INSA Rennes et l'Inria.

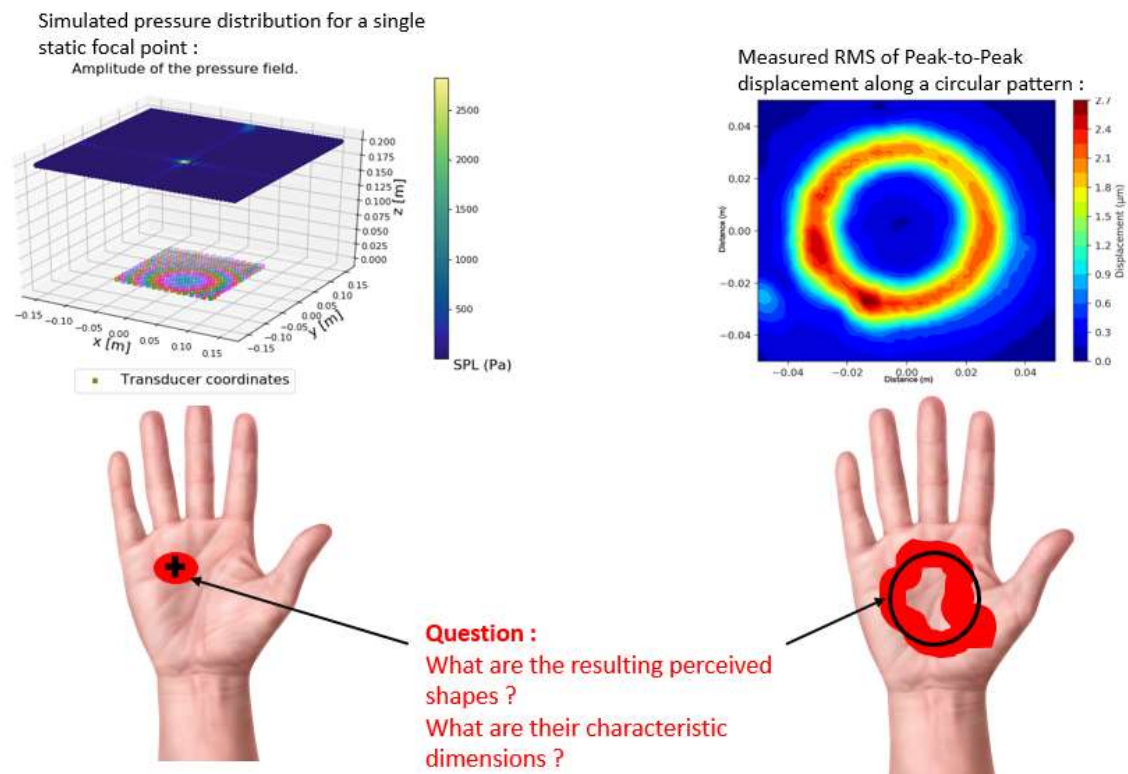


Figure 2: Les données de mesure et de simulation peuvent nous fournir de bonnes estimations des distributions de pression et des déplacements générés sur la peau, cependant le lien entre ceux-ci et les propriétés géométriques perçues (formes, dimensions, régularité) restent à étudier.

Le/la candidat(e) idéal(e) sera passionné(e) de la **perception humaine** et des **sciences cognitives appliquées**, et fortement **motivé(e) pour élaborer et conduire des études utilisateurs**. Une expérience préalable avec l'haptique, ainsi que des compétences techniques (e.g., programmation simple en Matlab/Python/C++) seraient un plus mais ne sont pas nécessaires. Le/la candidat(e) devra montrer un esprit d'initiative, un esprit critique et de bonnes capacités en communication.

Le stage est prévu pour une durée de 6 mois. En fonction des résultats et des volontés de l'étudiant(e), la possibilité de continuer en thèse sur un sujet connexe pourra se présenter. Les candidatures (CV + lettre de motivation) sont à envoyer par e-mail à Thomas Howard ([thomas.howard@irisa.fr](mailto:thomas.howard@irisa.fr)) avec en CC Claudio Pacchierotti ([claudio.pacchierotti@irisa.fr](mailto:claudio.pacchierotti@irisa.fr)) et Maud Marchal ([maud.marchal@irisa.fr](mailto:maud.marchal@irisa.fr)).

[1] Carter, Tom, et al. "UltraHaptics: multi-point mid-air haptic feedback for touch surfaces." *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM, 2013.

[2] Iwamoto, Takayuki, et al. "Airborne ultrasound tactile display." in *ACM SIGGRAPH 2008 New Tech Demos*. 2008.

[3] Long, B., Seah, S. A., Carter, T., & Subramanian, S. (2014). "Rendering volumetric haptic shapes in mid-air using ultrasound". *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 33(6), 181.

[4] Harrington, Kyle, et al. "Exploring the use of mid-air ultrasonic feedback to enhance automotive user interfaces." *Proc. of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. ACM, 2018.

[5] Ablart, Damien, Carlos Velasco, and Marianna Obrist. "Integrating mid-air haptics into movie experiences." *Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*. ACM, 2017.

[6] Vi, Chi Thanh, et al. "Not just seeing, but also feeling art: Mid-air haptic experiences integrated in a multisensory art exhibition." *International Journal of Human-Computer Studies* 108 (2017): 1-14.

[7] Georgiou, Orestis, et al. "Touchless haptic feedback for VR rhythm games." *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. IEEE, 2018.

[8] Martinez, Jonatan, et al. "Touchless haptic feedback for supernatural VR experiences." *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. IEEE, 2018.