

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 641

*Mathématiques et Sciences et Technologies du numérique,
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : *Signal, Image, Vision*

Par

« Charlotte SCARPA »

**« Evaluation of Multicriteria Workspace Comfort Using Virtual Reality
and Physiological Indicators under Performance Constraints »**

« Sous-titre de la thèse »

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 25 Mars 2026

Unité de recherche : LS2N

Rapporteurs avant soutenance :

Niall Murray Senior lecturer, Technological University of the Shannon, Irlande
Maud Marchal PU, Université de Rennes

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	Guillaume Lavoué	Fonction et établissement d'exercice (8)(à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Gwénaëlle Haese	Ingénieur de recherche, CSTB de Nantes
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
Dir. de thèse :	Patrick Le Callet	PU CL.EX, LS2N
Co-dir. de thèse :	Toinon Vigier	MCF, LS2NMCF (8) (si pertinent)

Invité(s)

Prénom Nom Fonction et établissement d'exercice

Titre : Évaluation multicritère du confort des environnements de travail basée sur la réalité virtuelle immersive et l'analyse d'indicateurs physiologiques sous contraintes de performance

Mots clés : Confort au travail, Evaluation multisensorielle, Réalité virtuelle, Indicateurs physiologiques, Performance cognitive

Résumé : Cette thèse propose une approche multisensorielle pour l'évaluation du confort au travail, intégrant des mesures subjectives, cognitives et physiologiques au sein d'environnements immersifs en réalité virtuelle. Le confort est considéré comme un phénomène dynamique et contextuel, résultant de l'interaction entre plusieurs modalités sensorielles et les contraintes de performance cognitive imposées aux utilisateurs. Un cadre expérimental original est développé, combinant des environnements virtuels immersifs avec des stimulations vibroacoustiques réelles afin de reproduire des situations de travail à la fois contrôlées et écologiquement plausibles.

Deux études expérimentales analysent l'influence conjointe des stimuli visuels, auditifs et vibratoires sur la perception du confort, la performance cognitive et les réponses physiologiques. Les indicateurs mobilisés incluent des évaluations subjectives, des mesures de performance sous charge attentionnelle, ainsi que des signaux physiologiques tels que l'activité électrodermale et la variabilité de la fréquence cardiaque. Les résultats mettent en évidence des interactions multisensorielles significatives ainsi qu'une forte variabilité interindividuelle, soulignant l'intérêt de la réalité virtuelle pour des approches d'évaluation du confort centrées sur l'utilisateur.

Title : Evaluation of Multicriteria Workspace Comfort Using Virtual Reality and Physiological Indicators under Performance Constraints

Keywords : Workplace Comfort, Multisensory evaluation, Virtual Reality, Physiological Indicators, Cognitive performance

Abstract : This thesis presents a multisensory approach to workplace comfort assessment, integrating subjective, cognitive, and physiological measures within immersive virtual reality environments. Comfort is conceptualised as a dynamic and context-dependent phenomenon emerging from interactions between multiple sensory modalities and cognitive performance constraints.

An original experimental framework is developed, combining immersive virtual environments with real vibroacoustic stimulation to reproduce workplace situations that are both controlled and ecologically plausible.

Two experimental studies investigate the combined effects of visual, auditory, and vibratory stimuli on comfort perception, cognitive performance, and physiological responses. The assessment relies on subjective evaluations, performance measures under attentional load, and physiological indicators such as electrodermal activity and heart rate variability.

The results reveal significant multisensory interactions and marked inter-individual variability, highlighting the relevance of virtual reality as a tool for user-centred and multidimensional evaluation of workplace comfort.