

Offre de thèse financée

**ENSA Nantes (AAU, UMR CNRS 1563)**

## Perception des ambiances lumineuses architecturales dans des dispositifs numériques immersifs

### Mots clés

Immersion ; réalité virtuelle ; traitement d'image ; ambiances lumineuses ; perception visuelle ; *high dynamic range* ; architecture.

### Informations générales

Le/La doctorant.e sera recruté.e dans le cadre du projet PERCILUM, une recherche pionnière qui explore **la perception des ambiances lumineuses architecturales dans les environnements virtuels. Son ambition est de développer de nouveaux outils immersifs de visualisation des ambiances lumineuses dans un objectif pédagogique.** Ces outils permettront d'améliorer la compréhension des ambiances lumineuses afin de faciliter l'aide à la décision pour les acteurs concernés par l'éclairage.

PERCILUM est financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre de l'appel à projets générique 2019. Il est mené par une équipe pluridisciplinaire de chercheurs issus de quatre laboratoires : le laboratoire Ambiances, Architectures, Urbanités (AAU, UMR 1563) ; le Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N, UMR 6004) ; le Laboratoire Génie Civil et Bâtiment (LGCB) et le laboratoire Environnement Ville Société (EVS, UMR 5600).

**Le sujet de thèse s'inscrit dans la tâche 3 du projet Percilum : *"Analyse et caractérisation de la perception située des ambiances lumineuses in situ et dans des dispositifs numériques à point de vue libre."***

### Sujet de thèse

Aujourd'hui, les dispositifs immersifs de visualisation disponibles sur le marché (autrement appelés « casques de réalité virtuelle ») rendent possible la perception de la spatialité, fonctionnalité très utile pour explorer virtuellement l'architecture. Néanmoins, cette exploration est limitée car la perception des ambiances lumineuses au travers ces dispositifs n'offre pas une fidélité à la réalité satisfaisante.

**L'objectif principal de la thèse est d'évaluer et de caractériser la perception d'ambiances lumineuses en fonction des caractéristiques architecturales et d'éclairage de la scène, du dispositif de restitution (casque de réalité virtuelle, écrans immersifs...) et des traitements appliqués à l'image.** Les résultats obtenus devront permettre de proposer des recommandations quant au rendu d'images architecturales dans des systèmes numériques immersifs permettant de suggérer des types d'ambiances lumineuses.

En effet, au-delà de la maîtrise quantitative du flux lumineux permettant des économies d'énergie dans les bâtiments, la lumière porte des valeurs essentielles, affectives et culturelles, qui participent à la qualité de vie dans les espaces intérieurs [Hobday, 2006 ; Boubekri, 2008] et à la conception d'espaces bienfaisants pour l'homme [Andersen, 2015 ; Mardaljevic, 2005]. Nombreux sont les architectes qui s'en saisissent pour créer des ambiances, révéler des volumes, rythmer un parcours et émouvoir [Zumthor, 2006 ; Holl, 2011 ; Pallasmaa, 2012]. Les formations délivrées auprès des acteurs du bâtiment nécessitent donc des outils qui prennent en compte cette dimension qualitative de la lumière afin de procéder à des

choix de conception. Toutefois, bien que l'état de l'art indique que l'utilisation de dispositifs de reproduction d'images pour la visualisation d'ambiances lumineuses est un thème de recherche actif [Murdoch et al., 2015], il n'existe pas de travaux qui aboutissent à une restitution fidèle des ambiances lumineuses sur tout type de scène et vis-à-vis de l'ensemble des dimensions perceptives associées [Zhao et al., 2015 ; Schielke, 2016].

Le travail de thèse se concentrera en particulier sur l'utilisation des technologies *High Dynamic Range* (HDR) et de réalité virtuelle pour restituer le plus fidèlement une ambiance lumineuse. Les technologies HDR permettant aujourd'hui de capturer et de restituer une plus grande gamme de contrastes, il conviendra d'évaluer la perception visuelle du rendu d'images omnidirectionnelles (360) dans des casques de réalité virtuelle selon différentes dimensions ayant un intérêt dans l'étude des ambiances (fidélité par rapport à la réalité, confort, dimension affective, esthétique, etc.). Pour cela, les modèles de perception et métriques développées pour l'étude de la qualité d'expérience des systèmes HDR [Cadik et al., 2008 ; Krasula et al., 2014 ; Yeganeh et al., 2013 ; Vigier et al., 2016 ; Perrin et al. 2017] devront être étendues et adaptées à l'étude des ambiances lumineuses architecturales et aux cas d'application du projet.

Les dispositifs ciblés ici sont des dispositifs à point de vue libre qui offrent à l'utilisateur la possibilité de bouger la tête et de naviguer dans l'image autour de trois degrés de liberté. Cette mobilité permet en particulier de s'intéresser aux transitions lumineuses et à l'adaptation visuelle de l'utilisateur lors de ces transitions. Elle nécessite cependant d'adapter les méthodes de représentation des contenus HDR en proposant des algorithmes de tone mapping et de rendu haute luminance adaptés à la fenêtre de visionnage sélectionnée par l'utilisateur et à la latence des systèmes, tout en conservant une cohérence spatio-temporelle de la luminosité et des contrastes [Cutchin and Li, 2016]. La scénarisation de reproduction, notamment la possibilité de se déplacer dans la scène fera l'objet d'études, dans l'objectif de la similarité de l'expérience sensible vécue entre scène réelle et scène reproduite.

Des expérimentations pour l'évaluation de la perception des ambiances lumineuses dans des systèmes numériques immersifs devront être menées dans ce travail de thèse. Dans une démarche interdisciplinaire, ces expérimentations devront reposer sur des protocoles intégrant à la fois des mesures subjectives (entretiens, questionnaires) et objectives (mesures du comportement, oculométrie) afin de caractériser avec précision la perception sensible de ces ambiances. Les opérateurs de tone mapping pouvant modifier la saillance des objets d'une scène éclairée [Narwaria et al., 2012 ; Ellahi et al. 2020], l'étude de la fidélité perceptuelle des ambiances lumineuses à partir de la mesure de l'attention visuelle et sa comparaison dans les scènes réelles et rendues, sera également traitée dans ce projet. Les travaux récents du LS2N sur l'étude de l'attention visuelle dans les casques de réalité virtuelle et les outils de comparaison de scanpaths seront particulièrement utiles.

### **Contexte de travail**

Le/La candidat.e retenu.e sera recruté.e sous contrat doctoral et accueilli.e conjointement au sein des laboratoires AAU-CRENAU et LS2N. Il.Elle sera inscrit.e à l'Ecole Doctorale Sciences pour l'Ingénieur (SPI) hébergée à L'Ecole Centrale de Nantes.

La direction de la thèse sera assurée par Daniel Siret, directeur de l'UMR AAU, chercheur spécialiste d'ensoleillement en architecture. L'encadrement sera complété par Toinon Vigier, maitresse de conférences en informatique à l'Université de Nantes, chercheure dans l'équipe Image Perception Interaction du LS2N, et Céline Drozd, chercheure au sein de l'équipe CRENAU et spécialiste de la lumière en architecture et de la pédagogie des ambiances.

Date de prise de fonction souhaitée : janvier 2021

Quotité : 100%.

Durée : 36 mois

Lieu de travail : Nantes, France (ENSA Nantes, Université de Nantes)

Rémunération brute mensuelle selon la grille du CNRS.

Employeur : CNRS.

## **Profil**

### *Formation*

Compte tenu de l'aspect interdisciplinaire de la recherche, la personne recrutée pourra être issue de plusieurs domaines de formations :

- Master 2 ou diplôme d'ingénieur en informatique (IHM, réalité virtuelle, traitement des images) avec une appétence pour les sciences humaines.
- Master 2 en architecture ou design avec une appétence pour les sciences du numérique (réalité virtuelle, images).
- Master 2 en sciences cognitives avec une appétence pour les sciences du numérique (réalité virtuelle, images).

### *Compétences attendues*

- Aptitude à travailler en autonomie, capacité organisationnelle.
- Goût et aptitude pour le travail expérimental (rigueur méthodologique, mise en oeuvre de l'expérimentation, recueil et analyse de données)
- Compétences en communication orale et écrite : mémoire, article, compte-rendu scientifique.
- Maîtrise de l'anglais oral et écrit (présentations, entretiens et publications).

## **Candidature**

Conformément à l'engagement du CNRS dans le cadre de la stratégie européenne des ressources humaines pour la recherche (HRS4R), les candidats intéressés doivent déposer leur dossier de candidature sur l'espace de candidature du Portail Emploi du CNRS (<https://bit.ly/2Ho8qk7>), à l'exclusion de toute autre procédure. Ce dossier comprendra :

- Une lettre de motivation (5 000 à 7 000 signes) mettant en évidence l'adéquation du profil du candidat avec le sujet de thèse,
- Un CV personnel synthétique (1 page maximum).

Date limite pour l'envoi des candidatures : 12/11/2020

Les candidates et candidats présélectionnés seront conviés à un entretien, en présentiel ou à distance.

## **Contacts**

Toinon Vigier [toinon.vigier@univ-nantes.fr](mailto:toinon.vigier@univ-nantes.fr)

Daniel Siret [daniel.siret@aau.archi.fr](mailto:daniel.siret@aau.archi.fr)