



**HAL**  
open science

# Exploration des ambiances numériques par l'émergence de l'intelligence artificielle générative et interactive dans les applications de la réalité virtuelle: Une approche intégrée dans la pédagogie en architecture

Rima Ayoubi

## ► To cite this version:

Rima Ayoubi. Exploration des ambiances numériques par l'émergence de l'intelligence artificielle générative et interactive dans les applications de la réalité virtuelle: Une approche intégrée dans la pédagogie en architecture. 2024, 10.58079/11uku . hal-04617597

**HAL Id: hal-04617597**

**<https://hal.science/hal-04617597v1>**

Submitted on 19 Jun 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# **Exploration des ambiances numériques par l'émergence de l'intelligence artificielle générative et interactive dans les applications de la réalité virtuelle : Une approche intégrée dans la pédagogie en architecture**

Rima Ayoubi, Doctorante équipe CRENAU, laboratoire AAU

De quelle manière utiliser la RV - alimentée par l'IA - dans la pédagogie pour sensibiliser les architectes de demain à l'environnement ? Comment intégrer, avec l'utilisation de ces technologies, la notion d'ambiance dans les projets d'architecture pour établir des nouvelles passerelles entre la perception sensible et la caractérisation physique de l'environnement ? Comment ces technologies peuvent-elle favoriser l'apprentissage des apprenants, stimuler leur engagement et leur participation active ?

*Mots-clés : Apprentissage Immersif, Ambiance Numérique, Représentation Sensible, RV (Réalité virtuelle), IA (Intelligence Artificielle).*

## **Ambiance outil d'Apprentissage et de Recherche en architecture**

Dans le domaine de la recherche architecturale et urbaine, les travaux réalisés en matière d'ambiance et la pédagogie qui en découle a fait de la notion un outil prometteur. L'introduction du concept d'ambiance dans les projets d'architecture permet, non seulement d'approfondir la compréhension de l'environnement mais remet en question les modes de spatialisation tant dans l'expérience sensible des usagers que dans les activités des concepteurs (Amphoux et al. 2018). Ainsi, elle engendre une approche sensible et conduit à développer des méthodologies interdisciplinaires qui intègrent la perception sensible et la caractérisation physique dans le processus de la conception architecturale (Thibaud 2022).

En passant par les sciences humaines et les sciences techniques, la notion d'ambiance devient un enjeu à la fois théorique et pratique (Amphoux et al. 2018). Ce passage dynamique de va et vient entre intuition et équation, comme le décrit Carlo Rovelli, construit le savoir et interroge également les méthodes d'apprentissage, y compris la manière d'aborder la complexité de la notion au sein du processus pédagogique.

## **Explorer les ambiances numériques par les technologies immersives**

Face à cette complexité, une émergence des solutions inattendue fait aujourd'hui son apparition avec le développement rapide des technologies. La transformation numérique ne se limite pas à une seule technologie mais elle est portée par un large spectre des avancements y compris l'intelligence artificielle générative et interactive, les technologies numériques et immersives comme la réalité virtuelle (RV) et le Métavers. Ce développement rapide génère évidemment de nombreux débats vis à vis de la pensée architecturale, interroge les méthodes d'apprentissage et pousse les recherches vers l'exploration des nouvelles perspectives.

## **Approcher les espaces d'Apprentissage et d'Enseignement en termes d'ambiances numériques.**

Le projet propose une exploration des implications des ambiances numériques dans la pédagogie des élèves en architecture. Cette démarche s'appuie sur une approche sensible enrichie par l'émergence de l'IA générative et interactive dans la réalité virtuelle, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles pratiques et méthodes de travail et d'apprentissage immersifs. Cela permettra d'approfondir des questions essentielles relatives à

(1) La représentation numérique des phénomènes physiques dans le virtuel, comme une augmentation à la réalité en mettant l'accent sur l'expression créative et sensible. Et ce qui

- dérive de la question vis à vis de l'échelle, la forme, les expériences sensorielles et interactives et la traduction des informations d'une forme à une autre (par l'IA générative)).
- (2) L'impact de l'IA sur la RV pour la création des scénarios immersifs, y compris l'utilisation d'avatars interactifs pour guider et assister les apprenants dans des environnements virtuels.
  - (3) L'effet de cette nouvelle représentation immersive sur l'apprentissage actif des apprenants, en prenant en considération les possibilités, les difficultés et les contraintes liées à la connaissance, l'échelle du temps et au budget.



Figure 1 : Utilisation de l'IA pour créer un avatar interactif afin de guider et assister les étudiants dans l'environnement virtuel de First Presbyterian Church of Tallahassee.

Dans le cadre de cette thèse, nous adoptons une approche centrée sur les ambiances numériques dans le processus pédagogique. Pour cela, nous examinons l'utilisation de la réalité virtuelle et de l'intelligence artificielle générative et interactive à travers des expérimentations menées sur des sites distincts. Nous intervenons ainsi dans des cours différents, adaptés à des niveaux de compétence et des connaissances variés des élèves. Bien que les objectifs des étudiants varient selon le cours, la recherche demeure concentrée sur les trois questions mentionnées précédemment. En fonction des objectifs spécifiques à chaque cas d'étude, nous adaptons la méthode ADDIE (Analyse, Conception, Développement, Implémentation et Évaluation) (Cahagne and Fuzet 2022) pour concevoir une expérience immersive. Cette démarche est complétée par une approche méthodologique mixte qui intègre à la fois des techniques quantitatives et qualitatives, afin de répondre aux questions de recherche (Pinard, Potvin, and Rousseau 2004). Ainsi, la méthodologie globale reste la même, mais elle peut être modifiée en fonction des objectifs définis et des contraintes spécifiques à chaque expérimentation. Cette étude explore donc différentes approches pour traiter les questions de recherche et propose des solutions adaptées à chaque cas d'étude.

### **Cas d'étude 1 - ENSA Nantes, France**

**Contexte :** Les Travaux Dirigés (TD) d'acoustique dispensés à l'école d'architecture de Nantes s'inscrivent dans le programme d'études des élèves en deuxième année de Licence en architecture, où la maîtrise de l'acoustique est essentielle pour la conception des espaces

architecturaux. En complément au cours magistral, les séances de TD sont organisées de manière à combiner des présentations théoriques avec des exercices pratiques sur des cas concrets. Ces TD ont pour objectif de familiariser les étudiants avec les principes fondamentaux de l'acoustique architecturale, notamment en ce qui concerne la propagation du son, la réverbération, l'absorption acoustique et l'isolation phonique.

Notre travail consistait à intervenir lors d'une séance de TD où les étudiants doivent résoudre un exercice concernant la propagation du son dans une salle. L'objectif est de les amener à concevoir la salle en appliquant les principes acoustiques étudiés. Ils devront ainsi considérer l'impact des matériaux sur la qualité sonore de l'espace, en visant à améliorer l'ambiance acoustique et à réduire les nuisances sonores dans la salle.

**Méthodologie** : Pour cette étude, les étudiants étaient invités à s'immerger virtuellement dans l'environnement de la salle, où ils ont eu l'opportunité d'utiliser un menu de réalité virtuelle (VR) pour interagir en temps réel avec leur environnement. Il consistait alors à créer un environnement virtuel conforme à l'exercice acoustique défini en passant par plusieurs étapes, notamment :

1. La modélisation de la salle et des équipements.
2. La conception et l'intégration d'un menu interactif RV pour une expérience immersive. Grâce à ce menu, les utilisateurs peuvent ajuster les dimensions de la salle ou les matériaux de finition des murs, du plafond et du sol, afin de tester les effets de leurs choix sur l'ambiance sonore.
3. La création de l'environnement sonore adapté aux principes fondamentaux de l'acoustique, comme la réverbération et l'absorption acoustique des matériaux.
4. À la fin de l'expérimentation, un questionnaire est adressé aux étudiants pour recueillir leurs ressentis quant à l'intégration de la RV dans le cadre du TD, ainsi que son impact sur leur compréhension de l'environnement sonore.



Figure 2 : Notre intervention lors d'une séance de TD acoustique à l'ENSA Nantes.

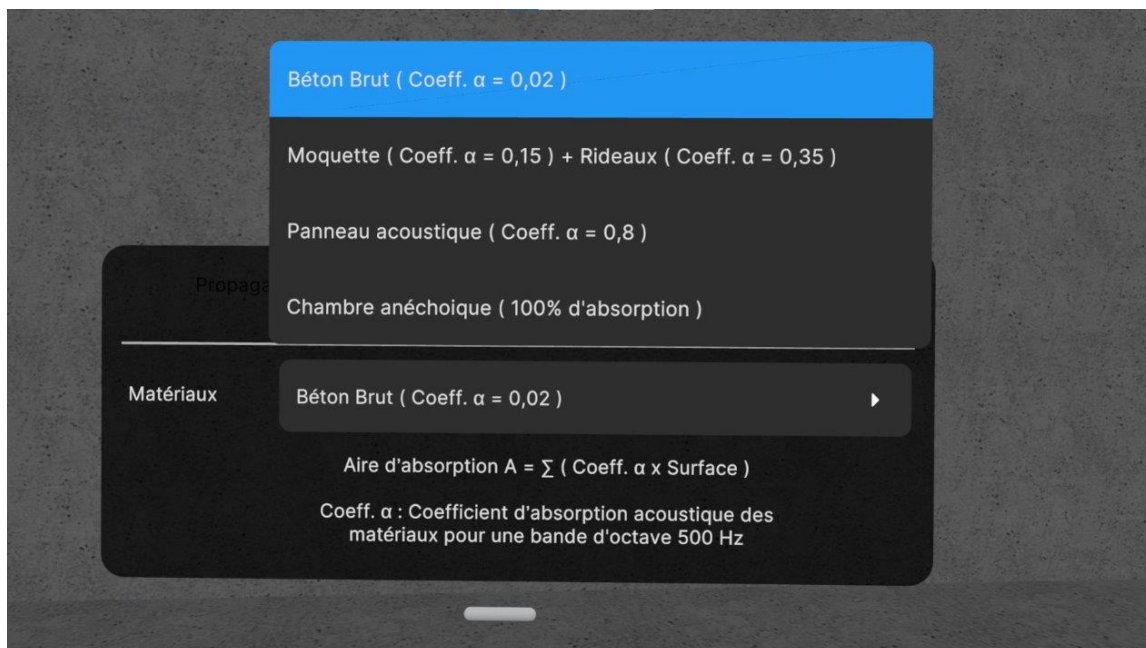


Figure 3 : Menu de réalité virtuelle (VR) pour interagir en temps réel avec l'environnement sonore

## Cas d'étude 2 - FAMU Floride, Etats-Unis

**Contexte** : En réponse à la demande de l'université de Floride FAMU, nous nous engageons dans un projet de documentation numérique des sites historiques, explorant ainsi les nouvelles technologies émergentes dans les domaines de la pédagogie et du patrimoine. Ce projet vise à développer un espace de réalité virtuelle interactif permettant aux étudiants de la 3ème à la 8ème année scolaire d'en apprendre davantage sur le patrimoine auditif et l'acoustique architecturale de trois sites spécifiques. Notre objectif principal est de créer des visites pédagogiques virtuelles pour Lee Hall Auditorium, l'Église First Presbytérien de Tallahassee et l'intérieur de la cathédrale de Saint-Augustin.

**Méthodologie** : Cette étude est organisée en trois parties (Lescop et al. 2022) :

1. La collecte des données en utilisant un scanner, un drone (pour collecter des données sur le toit ou les structures plus élevées), appareil photo (pour documenter les finitions intérieures par des photos et vidéos à 360 degrés) et des mesures acoustiques des salles.
2. La création des modèles numériques des 3 sites, tout en explorant l'émergence de l'IA dans le contexte des applications de la RV, y compris :
  - a. La lasergrammétrie (reconstruction 3D à partir du balayage laser)
  - b. La photogrammétrie (reconstruction 3D à partir des photos)
  - c. Les ambiances sonores
  - d. Le système interactif
3. La collecte et l'analyse des données des participants seront effectuées en utilisant la technique du questionnaire à la fin de l'expérience.

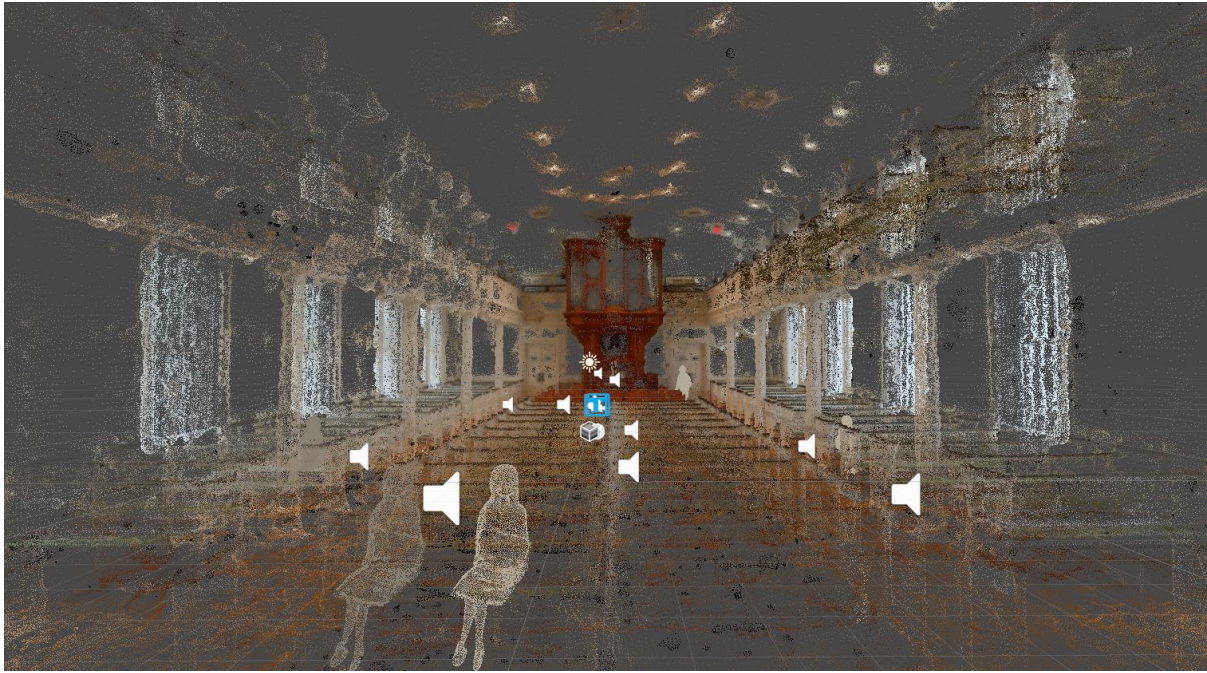


Figure 4 : Nuage de points de l'intérieur de First Presbyterian Church of Tallahassee.

### Références bibliographiques

Pascal Amphoux, Anne Sauvageot, Jean-Paul Thibaud, Jean-Yves Petiteau, Elisabeth Pasquier, et al. La notion d'ambiance : une mutation de la pensée urbaine et de la pratique architecturale. [Rapport de recherche] n°140, IREC (Institut de Recherche sur l'Environnement Construit) ; Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). 1998, 181 p. < [hal-01882553](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01882553) >

Cahagne, Clément, and Benjamin Fuzet. 2022. *Concevoir et Diffuser Une Expérience de Formation Immersive*. Gereso.

Lescop, Laurent, Andrew Chin, Sang Bum Park, Anahid Ehtemami, and Shonda Bernardin. 2022. "FAMU Digital Documentation, a VR Narrative for Architectural Education." < [hal-03523016](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03523016) >

Pinard, Renée, Pierre Potvin, and Romain Rousseau. 2004. "Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation." *Recherches qualitatives* 24: 58–82. <https://doi.org/10.7202/1085563ar>.

Thibaud, Jean-Paul. 2022. "Ambiance », in : *Psychologie Environnementale : 100 Notions Clés*. Edited by Dorothée Marchand, Karine Weiss, and Enric Pol. Dunod. <https://hal.science/hal-03500397>.