

Plongées virtuelles dans la perception de l'éclairage et de l'espace urbain

— PHASE 4 - HALOS & POLLUTION LUMINEUSE : NIGHT SKY EXPLORER VR (2024-2025)

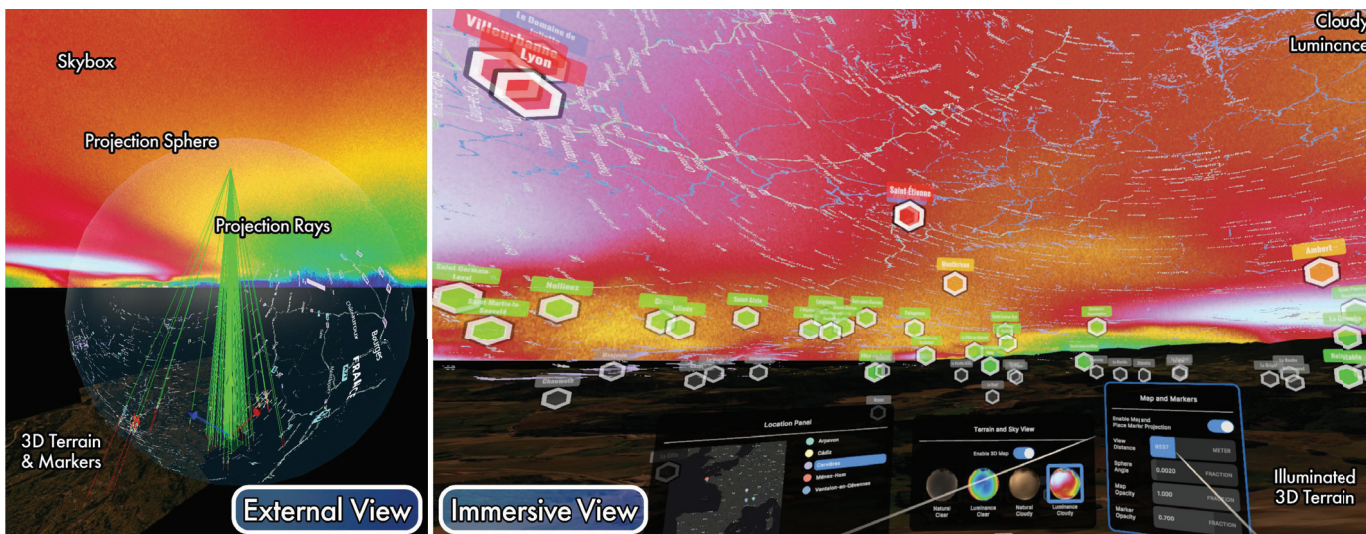
Objectifs

La pollution lumineuse issue de la lumière artificielle la nuit est nocive pour l'observation astronomique, les écosystèmes et la santé humaine. **Visualiser son impact sur le ciel nocturne et identifier les sources de pollution est essentiel, tant d'un point de vue pédagogique qu'en vue d'atténuer ses effets.** Les méthodes traditionnelles tendent à reposer sur des images et des cartes statiques, séparées, qui manquent d'immersion et ne facilitent pas la compréhension intuitive. Dans le cadre d'une collaboration entre le bureau d'études DarkSky Lab et des chercheurs en informatique (Lab-STICC, ENIB), une application de réalité virtuelle combinant des images All-Sky calibrées avec des données géospatiales a été mise au point afin de **permettre aux utilisateurs d'explorer et de comprendre les sources de pollution lumineuse de manière immersive.**

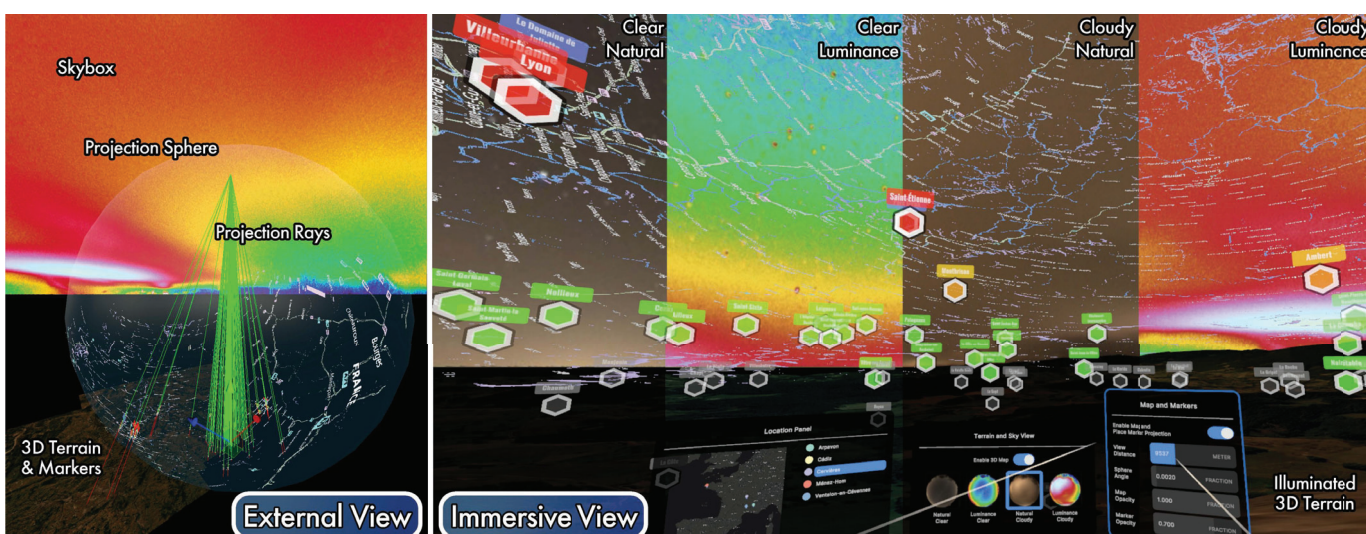
Méthodologie

L'application *Night Sky Explorer VR* a été développée dans Unity en intégrant Cesium (données géospatiales) en 3D et l'API Overpass d'OpenStreetMap (marqueurs de localisation). L'utilisateur peut choisir entre différentes localisations pour lesquelles des images nocturnes « All-Sky » ont été calibrées et traitées à l'aide de l'instrument Sky Quality Camera. Le système propose à la fois des vues naturelles, qui affichent un panorama complet en dôme à 360°, et des vues de la luminance, qui isolent les halos de pollution lumineuse artificielle en soustrayant les corps célestes. Les images en forme de dôme ne constituant pas un panorama totalement sphérique, un terrain 3D photoréaliste issu de Google Earth est également intégré grâce au plugin Cesium. Enfin, le terrain est par ailleurs éclairé par la Skybox pour renforcer le réalisme et fournir un ancrage contextuel dans l'environnement en réalité virtuelle.

Pour visualiser les sources de pollution lumineuse correspondant aux halos, des cartes routières et des marqueurs de localisation sont projetés sur une sphère environnante en utilisant **une projection stéréographique inverse**, méthode basée sur des travaux antérieurs concernant la géovisualisation multi-perspectives, ici implémentée à l'aide du Shader Graph de Unity. Il s'agit ainsi de créer une vue focus+contexte par le biais d'une déformation géométrique douce. Cette projection courbe la carte et les marqueurs vers le haut, en **englobant l'utilisateur et en l'immergeant dans la géovisualisation.** Les marqueurs qui se trouveraient sous l'horizon deviennent visibles, leur position verticale indiquant leur distance par rapport à l'observateur. **Les paramètres de projection sont réglables en temps réel, ce qui permet à l'utilisateur de découvrir de multiples géographies et effets souhaités.**



Captures 1 & 2 : Exemples de Skybox de radiances superposées avec des réseaux routiers stéréographiés et des noms de lieux catégorisés



Résultats et perspectives

Les réactions de plusieurs experts de la pollution lumineuse urbaine face à nos prototypes suggèrent que **cet outil pourrait s'avérer très utile à des fins pédagogiques et exploratoires.** L'utilisateur peut établir une corrélation visuelle entre les halos lumineux dans le ciel et des sources spécifiques de pollution lumineuse au sol. **L'environnement immersif et les commandes intuitives facilitent la compréhension et renforcent l'engagement de l'utilisateur** par rapport à des méthodes plus traditionnelles. De futures améliorations pourront intégrer des cartes de radiance à partir de données satellitaires de radiance nocturne VIIRS-DNB pour afficher aussi la radiance des zones vues de l'espace. Cela permettrait de générer de nouvelles Skybox à partir des données VIIRS-DNB, d'explorer des régions sans données photographiques et de valider les résultats de simulations par rapport aux photographies existantes. Une étude auprès d'utilisateurs permettra d'évaluer **l'efficacité de cet outil dans un contexte pédagogique.**

L'ÉQUIPE SCIENTIFIQUE



Maxim Spur

Chercheur postdoctoral,
CERV/ENIB



Olivier Augereau

Maître de conférences
en informatique, ENIB



Philippe Deverchère

Expert en analyse de la
pollution lumineuse, DarkSkyLab



Edna Hernández González

Maîtresse de conférences en
aménagement et urbanisme, UBO

Merci à tous les participants et à nos partenaires !

