

# INFLUENCE DU NIVEAU DE MODÉLISATION URBAINE SUR UNE SIMULATION MICROCLIMATIQUE LASER/F

Vincent LECOMTE<sup>1</sup>, Hélène MACHER<sup>1</sup>, Pierre KASTENDEUCH<sup>2</sup>, Tania LANDES<sup>1</sup>, George NAJJAR<sup>2</sup>

1. Université de Strasbourg, INSA Strasbourg, 24 Boulevard de la victoire, 67000 Strasbourg, France, CNRS, Laboratoire ICUBE UMR 7357, Equipe TRIO, (vincent.lecomte, helene.macher, tania.landes)@insa-strasbourg.fr

2. Université de Strasbourg, CNRS, Faculté de Géographie et d'Aménagement, 3 Rue de l'Argonne, 67000 Strasbourg, France, Laboratoire ICUBE UMR 7357, Equipe TRIO, (kasten, georges.najjar)@unistra.fr

## Influence of urban level modeling on a LASER/F microclimate simulation

**Mots-clés :** simulation microclimatique, modèle thermo-radiatif, température de surface, LASER/F

**Keywords:** Microclimate simulation, Thermo-radiative model, Surface temperature, LASER/F

## Introduction

La lutte contre la formation d'îlots de chaleur urbains est un sujet de plus en plus prédominant et essentiel dans la perspective du réchauffement climatique. L'enjeu aujourd'hui est de comprendre l'impact de la géométrie urbaine et le rôle de la végétation pour lutter contre ce phénomène en milieu urbain. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet TIR4sTREEt qui vise à étudier l'importance de l'arbre en ville dans trois rues arborées de Strasbourg.

L'un des axes majeurs de ce projet est la validation de l'outil de simulation microclimatique LASER/F (Kastendeuch *et al.*, 2006). Ce modèle thermo-radiatif permet de réaliser des simulations microclimatiques à l'échelle de la rue et du quartier (Kastendeuch *et al.*, 2017) pour obtenir, entre autres, les températures de surfaces des éléments modélisés.

Dans ce travail, nous nous intéresserons dans un premier temps à l'influence du niveau de modélisation géométrique 3D des objets étudiés. Puis, dans un second temps, l'influence du niveau de caractérisation des matériaux sera étudiée dans l'outil. Enfin, les résultats seront analysés et comparés à des mesures (microclimatiques, écophysologiques et infrarouges thermiques) réalisées dans la zone d'étude.

## 1. Impact du niveau de modélisation géométrique

Le niveau de modélisation géométrique de la maquette est un point non négligeable dans une simulation microclimatique à l'échelle de la rue. Plus un élément urbain est modélisé finement, plus il sera possible d'analyser précisément sa température de surface et son impact sur son environnement proche. Certains éléments sont toutefois plus importants que d'autres, notamment les balcons, les fenêtres et le mobilier urbain (Lee *et al.*, 2020).

Plusieurs niveaux de modélisation seront testés à l'échelle du bâtiment et de la rue. Les bâtiments et les arbres d'intérêt seront modélisés à différents niveaux de détails. Les résultats des simulations réalisées à partir de ces éléments à différents niveaux de détails seront comparés. Le temps de calcul nécessaire au logiciel sera également pris en compte. Les résultats de la comparaison permettront d'évaluer la pertinence du niveau de modélisation géométrique dans LASER/F et de définir le niveau de représentation géométrique nécessaire et optimal de la maquette.

## 2. Impact de la caractérisation des matériaux

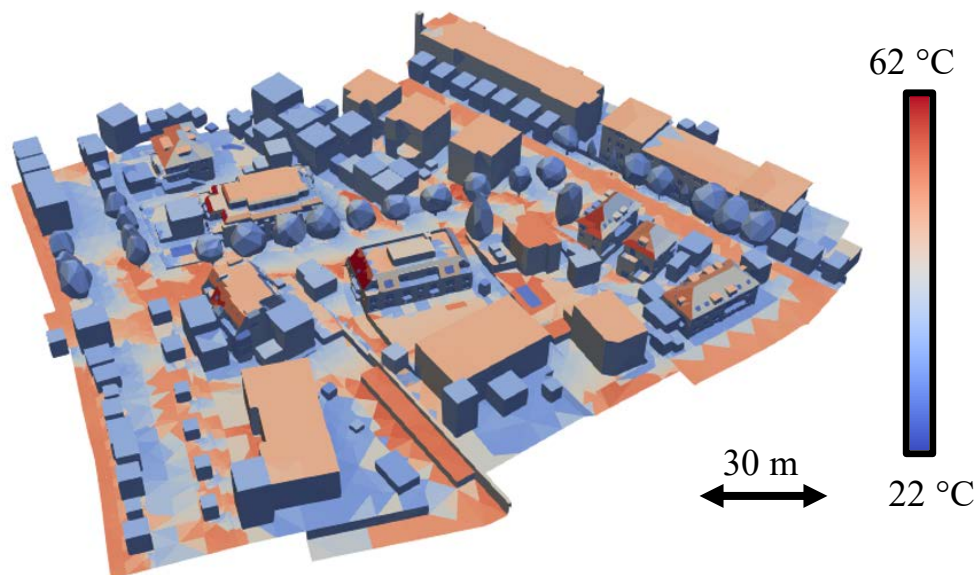
Les éléments de la maquette géométrique doivent également être caractérisés en termes de matériaux. Cet aspect joue un rôle déterminant dans la précision des températures de surfaces qui sont simulées. Chaque objet de la maquette est associé à un ou plusieurs matériaux. Il faut connaître les propriétés thermo-physiques des différents murs, des chaussées, des toitures, etc. Des valeurs telles que l'épaisseur, l'albédo, l'émissivité et la conductivité thermique doivent être renseignées dans une table des matériaux.

Dans la pratique, il est difficile de connaître l'ensemble des matériaux composant les éléments urbains. L'étude de la sensibilité de ces paramètres est donc nécessaire afin de déterminer leur impact dans les simulations et obtenir des températures de surfaces correctes (Roupioz *et al.*, 2018).

### 3. Validation des résultats

À partir de l'étude de l'influence de la modélisation géométrique et de la caractérisation des matériaux, il sera possible de définir des critères de paramétrisation optimale de la maquette. Ces résultats doivent toutefois être vérifiés par des mesures réalisées sur le terrain.

De nombreuses mesures microclimatiques telles que la température de l'air, le vent ou l'humidité, ont été acquises tout au long de l'été 2023 dans la zone d'étude. Ces mesures constituent d'une part des données de forçage nécessaires au lancement d'une simulation sur LASER/F. D'autre part, elles permettent de vérifier ponctuellement les résultats de simulations. Par ailleurs, de nombreuses images thermiques ont été prises dans la rue pour vérifier les températures de surfaces simulées (Fig. 1).



**Figure 1.** Températures de surfaces obtenues avec LASER/F sur la zone du projet TIR4sTREEt pour la journée du 23 août 2023 à 14h15

### Conclusion

La comparaison des données simulées et mesurées permettra de définir le niveau de modélisation et de caractérisation nécessaire de la maquette afin de pouvoir valider le modèle de simulation. Cela permettra également d'analyser et de quantifier l'effet rafraîchissant de l'arbre en ville.

À l'issue du projet, la vérification des températures de surfaces simulées se fera, non pas avec des images thermiques individuelles, mais à l'aide d'une maquette thermique 3D temporelle. Celle-ci sera produite par couplage de la maquette 3D et de l'ensemble des images thermiques prises dans la zone d'étude.

Une fois validées, les simulations permettront de tester différentes essences et dispositions d'arbres dans le but de proposer des scénarios de verdissement urbain et ainsi de trouver des solutions limitant la formation d'îlots de chaleur urbains.

**Remerciements :** Les auteurs souhaitent remercier l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour son soutien au projet TIR4sTREEt (ANR- 21 CE 22 0021).

### Bibliographie

- Kastendeuch P., Najjar. G. et Ringenbach N., 2006 : Modélisation du bilan radiatif et d'énergie d'un canyon urbain à Strasbourg. *Climatologie*, **3**.
- Kastendeuch P., Najjar G. et Colin J., 2017 : Thermo-radiative simulation of an urban district with LASER/F. *Urban Climate*, **21**, 43-65.
- Lee, D., Pietrzyk, P., Donkers, S., Liem, V., van Oostveen, J., Montazeri, S., Boeters, R., Colin, J., Kastendeuch, P., Nerry, F., Menenti, M. et Verbree, E., 2013 : Modeling and observation of heat losses from buildings: The impact of geometric detail on 3D heat flux modeling. *Proceedings of the 33rd European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL) Symposium*, Matera, Italy, 3-6.
- Roupioz L., Kastendeuch P., Nerry F., Colin J., Najjar G. et Luhache R., 2018 : Description and assessment of the building surface temperature modeling in LASER/F. *Energy and Buildings*, **173**, 91-102.