

# Séminaire Journées SOLENE 2015

-

Jeudi 19 novembre 2015



**AAU**  
**crenau**  
ambiances  
architectures  
urbanités

Programme – résumés des présentations



# Sommaire

Liste des participants.....	4
Programme.....	5
Des températures Météo-France aux températures locales des quartiers.....	6
Projet EVA : comparaison de dispositifs de rafraîchissement urbain. Résultats préliminaires.	7
Influence de la sinuosité sur la distribution du vent dans une scène urbaine.....	8
The appropriate strategies to reduce the surface urban temperature.....	9
Course solaire et ciel maillé : quantifier l'exposition au soleil dans le contexte de l'outil SketchUp.....	10
Borrowed tools, game engine technologies for real-time and interactive visibility analysis in urban environments.....	11
Développement d'indicateurs d'évaluation environnementale de projets d'aménagement à l'échelle du quartier basés sur l'analyse de cycle de vie et l'analyse morpho-climatique.....	12
Du bâtiment au quartier à énergie zéro en climat tropical. Développement d'outils de conception pour une optimisation morphologie/confort/énergie.....	13
EnvibatE : outil de modélisation des besoins énergétiques des bâtiments à l'échelle d'un quartier.....	14
Étude des besoins énergétiques d'un bâtiment : importance relative des flux radiatifs, du coefficient de convection et de la température d'air extérieur.....	15

## Liste des participants

Nom	Adresse mail	Société / Laboratoire
AL-HAFIZ Bisam	bisam.al-hafiz@crenau.archi.fr	CRENAU
BELGACEM Houda	houda.belgacem@crenau.archi.fr	CRENAU
BERNARD Jérémy	jeremy.bernard@crenau.archi.fr	CRENAU
CHAILLOU Françoise	francoise.chaillou@crenau.archi.fr	CRENAU
COLOMB Maxime	colomb.maxime@gmail.com	COGIT - IGN
DELMAS Aymeric	aymeric.delmas@imageen.re	PIMENT
DUFRASNES Emmanuel	emmanuel.dufrasnes@strasbourg.archi.fr	ENSA Strasbourg
GANGNEUX Julie	julie.gangneux@gmail.com	
GROS Adrien	adrien.gros@univ-lr.fr	LaSIE
LAUZET Nicolas	nicolas.lauzet@crenau.archi.fr	CRENAU
LEDUC Thomas	thomas.leduc@crenau.archi.fr	CRENAU
LOTTEAU Marc	mlotteau@nobatek.com	Nobatek
MERLIER Lucie	lucie.merlier@insa-lyon.fr	CETHIL
MORILLE Benjamin	benjamin.morille@ec-nantes.fr	IRSTV
QUEIROZ GAUDIN Teresa	teresaq_lyon1@hotmail.com	
RIBAULT Clément	clement.ribault@cea.fr	CEA LITEN
ROMBACH Emmanuelle	emmanuelle.rombach@live.fr	G.studio
SERVIÈRES Myriam	myriam.servières@ec-nantes.fr	CRENAU
SIGNORELLI Valerio	valerio.signorelli@crenau.archi.fr	CRENAU
SOTO Didier	didier.soto@univ-lyon3.fr	LABEX IMU
TOURRE Vincent	vincent.tourre@ec-nantes.fr	CRENAU

# Programme

9h00	<i>Accueil des participants</i>	
9h20	Présentation de la journée	<i>Thomas LEDUC Benjamin MORILLE</i>
9h30	Des températures Météo-France aux températures locales des quartiers	<i>Jeremy BERNARD</i>
10h00	Projet EVA : comparaison de dispositifs de rafraîchissement urbain. Résultats préliminaires	<i>Benjamin MORILLE</i>
<i>Pause</i>		
11h00	Influence de la sinuosité sur la distribution du vent dans une scène urbaine.	<i>Houda BELGACEM</i>
11h30	The appropriate strategies to reduce the surface urban temperature	<i>Bisam AL-HAFIZ</i>
<i>Déjeuner</i>		
14h00	Course solaire et ciel maillé : quantifier l'exposition au soleil dans le contexte de l'outil logiciel SketchUp	<i>Thomas LEDUC</i>
14h30	Borrowed tools, game engine technologies for real-time and interactive visibility analysis in urban environments	<i>Valerio SIGNORELLI</i>
15h00	Développement d'indicateurs d'évaluation environnementale de projets d'aménagement à l'échelle du quartier basés sur l'analyse de cycle de vie et l'analyse morpho-climatique.	<i>Marc LOTTEAU</i>
<i>Pause</i>		
16h00	Du bâtiment au quartier à énergie zéro en climat tropical. Développement d'outils de conception pour une optimisation morphologie/confort/énergie.	<i>Aymeric DELMAS</i>
16h30	EnvibatE : outil de modélisation des besoins énergétiques des bâtiments à l'échelle d'un quartier	<i>Adrien GROS</i>
17h00	Étude des besoins énergétiques d'un bâtiment : importance relative des flux radiatifs, du coefficient de convection et de la température d'air extérieur.	<i>Nicolas LAUZET</i>
17h30	Clôture : Bilan de la journée séminaire SOLENE 2015	<i>Benjamin MORILLE</i>

# Des températures Météo-France aux températures locales des quartiers

Jérémy Bernard

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

De fortes disparités climatiques peuvent apparaître entre le centre d'une ville et sa périphérie. L'Îlot de Chaleur Urbain (ICU), défini comme la différence de température entre la ville et la campagne immédiatement environnante, en est un bon exemple. Les données météorologiques de référence utilisées pour la plupart des analyses qui nécessitent des données atmosphériques sont les données de stations Météo-France. Ces stations étant très souvent situées en-dehors des villes, des erreurs parfois importantes peuvent être engendrées en considérant la température Météo-France comme homogène sur le territoire d'une agglomération. Cette communication propose une méthode empirique pour estimer les différences de températures spatio-temporelles entre une station Météo-France et n'importe quel quartier d'une agglomération. La méthode est basée sur le lien existant entre la température et des variables géographiques telles que la forme urbaine et la typologie des sols où cette température est connue. D'un côté, des indicateurs climatiques sont calculés à partir de quatre années de mesures de température réalisées sur dix sites de l'agglomération de Nantes. De l'autre, des indicateurs géographiques (densité de bâtiments, de végétation, etc.) sont calculés pour chacun des sites de mesures à partir de bases de données géographiques. Des régressions linéaires sont ensuite réalisées afin de mettre en évidence les liens entre climat et géographie. En calculant les mêmes indicateurs géographiques pour l'ensemble des quartiers de l'agglomération, il est possible d'estimer quel sera l'ICU pour tout quartier de la ville à tout moment de l'année. Les seules informations nécessaires sont le fichier météorologique de la station Météo-France la plus proche, les bases de données géographiques du territoire concerné et les relations identifiées lors de ce travail.

# Projet EVA : comparaison de dispositifs de rafraîchissement urbain, résultats préliminaires

Benjamin Morille

Institut de Recherche en Science et Technique de la Ville (IRSTV) – Ecole Centrale de Nantes, CNRS : UMR2488 – 1, rue de la Noe 44300 Nantes, France

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

Le projet EVA (Eau, Végétation, Albédo), mené en collaboration avec Véolia, a pour objectif de comparer l'efficacité de 3 stratégies de rafraîchissement urbain : le recours à l'arrosage des chaussées, l'implémentation de dispositifs végétalisés et l'augmentation de l'albédo des surfaces.

Pour trois quartiers de la Part Dieu à Lyon, trois scénarios de mise en œuvre de ces stratégies ont été définis en ne considérant pour chaque scénario qu'un seul des dispositifs de rafraîchissement. L'influence de chaque aménagement est évalué en utilisant l'outil de simulation SOLENE-Microlimat et en analysant le confort extérieur en comparaison d'un scénario de référence correspondant à la situation actuelle du quartier.

Des cartographies de température de surface, de température d'air et de température moyenne radiante ont été produites pour les différents scénarios ainsi que des cartographies des écarts de ces variables entre les différents scénarios d'utilisation des dispositifs de rafraîchissement et celui de référence. En différents points des quartiers, les évolutions temporelles des grandeurs étudiées ont également été tracées pour une journée estivale.

Après avoir décrit la démarche scientifique du projet, ces résultats préliminaires seront donc présentés, puis les étapes à venir seront exposées. En parallèle, la méthodologie utilisée pour mener à bien les simulations sera détaillée.

# Influence de la sinuosité sur la distribution du vent dans une scène urbaine

Houda Belgacem

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances  
Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication,  
CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand -  
BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

Le sujet de master est lié à la thématique de l'environnement physique urbain et sa relation à la morphologie bâtie. De nos jours l'expansion de l'urbanisation et la complexification des formes urbaines mènent à des instabilités et turbulences microclimatiques. Les architectes et les urbanistes sont appelés à prendre en compte des effets de leurs conceptions, de leurs modélisations de l'espace sur la vie extérieure des gens. En effet, la composition formelle de la ville produit des impacts sur l'environnement et par là sur le confort physiologique du piéton et sa fréquentation des espaces publics. Ceci détermine l'agrément ou le désagrément des usagers de l'espace et par là le succès ou l'échec d'une conception urbaine.

Plusieurs études ont montré que la morphologie de la ville crée une propre atmosphère urbaine : un microclimat. En effet, le microclimat 'perçu' à différentes échelles, ville, quartier, rue, est déterminé non seulement par les conditions climatiques mais principalement par la géométrie de l'espace bâti. Cette géométrie se divise en espaces construits (îlots) et espaces non construits (trame viaire, parcs...). Dans notre travail de master, on s'est focalisé sur l'espace qui s'intercale entre les bâtiments, l'espace non construit ou le vide urbain. On a choisi une forme précise de tissu urbain, qui est la forme organique avec des rues sinueuses et des trajets courbés. On a essayé de définir la corrélation entre cette forme irrégulière et une composante microclimatique : le vent, étant donné la complexité de ce phénomène et son rôle important dans plusieurs problématiques de l'atmosphère urbaine (par exemple : îlot de chaleur urbain, qualité de l'air et dispersion des polluants).

Ce mémoire de master avait pour but de quantifier la relation entre le mouvement du vent proche du sol (niveau piéton) et une géométrie urbaine sinueuse. On s'est servi des outils mathématiques pour paramétrer la sinuosité urbaine. On a essayé sur plusieurs cas théoriques d'établir le lien entre ces deux éléments à travers des simulations numériques utilisant Code\_Saturne suivant la manière dont il est préprogrammé dans SOLENE-Microclimat. La configuration géométrique change d'un cas à un autre en donnant des valeurs différentes aux paramètres géométriques principaux de la sinuosité dessinée. Des analyses graphiques des résultats obtenus ont aidé à identifier les zones de confort et d'inconfort aéraulique pour chaque cas, et déduire l'effet du changement des caractéristiques géométriques de l'espace extérieur sinueux sur la répartition de la vitesse moyenne du vent (des valeurs approximatives de la vitesse moyenne du vent).



# The appropriate strategies to reduce the surface urban temperature

Bisam Al-Hafiz

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

The second part of the thesis entitled “Impact of construction materials on urban heat island and building energy needed” focuses on the appropriate strategy that is compatible with the orientation of this study, i.e. location of the case study, climate conditions, economic conditions, etc.

The problem for this study can be summarized as: urbanization, increase the world’s population lives in cities, cities are warmer than rural areas (UHI), as a result of gradual surface modifications that include replacing the natural vegetation with buildings and roads. The main objective is to find the appropriate alternatives construction materials and some strategies to reduce the urban heat island effect, as well as energy consumption on residential complexes in Nineveh city – Iraq,

Through accurate analysis of data using computer simulation (SOLENE-Microclimate), the first part of this study concluded that for any construction materials, there are two possibilities: first possibility, materials lead to reduce the external surfaces' temperature but adversely affected the indoor surfaces' temperature and thermal comfort such as heavy weight concrete block materials. So some ways to maintain thermal comfort inside building spaces, e.g. air conditioning, have to be founded. Second possibility, materials lead to reduce the internal surfaces' temperature and finally maintain indoor thermal comfort such as a pumice block. So some methods have to be founded to reduce the external surfaces' temperature such as using double wall, green wall and roof, shade and shadow and high value of albedo.

This study will adopt the second alternative and selected pumice block as best materials. Therefore, in this step, it will try to find the best strategies to reduce the surface temperature compatible with its case study. Scientific literature reported a series of strategies reducing the surface temperature such as green roofs and walls, double-wall, or appropriate values of albedo, etc.

The research works achieved a lot of simulations regarding these strategies, and this is what will be shown and discussed in the SOLENE workshop.

# Course solaire et ciel maillé : quantifier l'exposition au soleil dans le contexte de l'outil SketchUp

Thomas Leduc

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

La quantification de l'exposition à l'éclairement solaire direct *a priori* est un préalable utile à l'organisation et à la régulation du « droit au soleil » (dans un environnement urbain nécessairement générateur d'effets de masques), au positionnement optimal de dispositifs de captation du rayonnement solaire (tels que des panneaux photovoltaïques), à l'agencement des espaces (qu'il s'agisse de minimiser le piégeage radiatif pour diminuer l'effet d'îlot de chaleur, de supprimer des effets d'éblouissement ou *a contrario* de satisfaire l'héliotropisme de clients s'installant en terrasse de cafés ou restaurants), etc.

Si la géométrie solaire et son exploitation au profit de l'évaluation des gisements en milieu urbain est connue et maîtrisée de longue date, nous pouvons constater que leur mise en œuvre dans le contexte d'un outil « *user-friendly* » et largement diffusé en agence d'architecture tel que *SketchUp* se limite essentiellement au tracé d'ombres. Notre proposition vise, par l'implémentation de fonctionnalités exploitant la géométrie solaire, à faciliter la production « d'atlas solaires » pour des fragments urbains dont la modélisation spatiale intègre les « encombrants de toiture » (chiens assis, souches de cheminées, etc.).

A partir du maillage de la voûte céleste (hémisphérique) et de la donnée des conditions d'insolation (hauteur et course du soleil en fonction de la date), l'approche proposée consiste dans un premier temps à projeter les positions solaires successives sur la voûte hémisphérique maillée puis, dans un second temps à les agréger à l'item de partition. La géode de ciel « solaire » étant pré-calculée (plus de la moitié des items de partition ont des bilans nuls et peuvent de ce fait être retranchés pour accélérer les calculs ultérieurs), déterminer la durée (resp. l'intensité) cumulée d'exposition à l'éclairement solaire direct d'un point de l'espace urbain, revient – en première approche – à additionner les durées (resp. intensités) de chacun des items de partition dont les centres sont vus depuis le point d'intérêt. Ce dernier calcul, parce qu'il exploite pleinement les capacités du moteur de lancer de rayon natif de *SketchUp*, est très efficace.

Après un exposé de la méthode, nous présenterons quelques cas d'applications, pour des maquettes à divers niveaux de détails, visant à quantifier l'exposition solaire de terrasses ou pans de toitures. Les cartes thématiques obtenues seront discutées ainsi que les potentialités et limites de la méthode utilisée (qui, à titre d'exemple, ne prend pas en compte les conditions atmosphériques telles que la nébulosité, l'état du ciel, etc.). Pour conclure, nous présenterons une implémentation logicielle de l'ombroscope (Groleau & Péneau, 1977) permettant de superposer les masques de l'environnement bâti aux trajectoires solaires de l'abaque solaire universel GIRASOL (*ibid.*).

# **Borrowed tools, game engine technologies for real-time and interactive visibility analysis in urban environments**

Valerio Signorelli

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS (UMR1563), École Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

The constant improvement of high resolution aerial and ground remote sensing techniques have given the possibility to develop detailed virtual models of urban environment. These solutions, together with the rapid growth of computing power, provide to urban planners and architects effective supports to better understand the complexity of the urban structure. In addition to these technical improvements, the open data movement and the European regulations on data transparency (2007/2/EC INSPIRE) have also facilitate the access to these data. At the same time, the videogame industry has started to employ large, actual and detailed urban environments to provide more engaging game experiences. Thanks to the high degree of visual quality and physical reliability achieved, their intrinsically capability for developing interactivity products and manage the temporal and dynamic dimension, the technical solutions developed in the videogame industry, and the outcomes obtained from them, can overtake the quality reached by visual simulation tools commonly used in the urban practices. Nowadays, the game engine technologies are used in research fields and activities also not closely related to the entertainment industry (i.e. education, archeology, architecture) however, while it is undeniable their role as effective representation and communication means, their strength as innovative analysis tools is still underestimated. Within this context the ongoing research intend to employ the game engine technologies for developing a tool able to perform real-time visibility analysis in large and detailed urban virtual models. In other words to use the three-dimensional urban models as useful backgrounds for achieving further analysis and simulations. In particular the research is focused on the notion of the isovist, formally theorized at the end of the '70ies by Michael Benedikt, as a means for describing, through specific quantitative indicators, the perception of the space in the urban environment. The game engine Unity has been employed for developing the prototype based on a recent virtual urban model of the city of Nantes (CityGML, Level of Detail 3). The prototype permits the creation of multiple two-dimensional isovists in real-time through ray-casting technique, intervisibility analysis between two or more isovists, as well as the calculation of different quantitative indicators, linked to the urban morphology and suggested by the research conducted by Michael Benedikt and Michael Batty: surface and perimeter of the isovist; maximum, minimum and average distance; compactness; convexity; concavity. The high performances currently achieved by the tool allow us to envisioning promising further developments in the research field of the visibility analysis in urban environment.

# Développement d'indicateurs d'évaluation environnementale de projets d'aménagement à l'échelle du quartier basés sur l'analyse de cycle de vie et l'analyse morpho-climatique

Marc Lotteau

NOBATEK, 67 rue de Mirambeau, 64600 Anglet, France

Université de Bordeaux, ISM, UMR 5255, 351 Cours de la Libération, 33400 Talence, France

Le Centre de Ressources Technologiques Nobatek a développé lors d'une précédente thèse avec le laboratoire GRECAU (ENSAPBx), le logiciel NEST pour l'évaluation de la performance environnementale des projets d'aménagement. Cet outil permet de réaliser dès la phase de masterplanning, une évaluation du projet basée sur la méthodologie de l'analyse de cycle de vie. Il propose notamment l'évaluation d'indicateurs « consommation d'énergie primaire » et « émission de gaz à effets de serre (GES) » qui tiennent compte de l'ensemble des phases du cycle de vie du quartier ; depuis l'extraction des matières premières, la fabrication et le transport des matériaux de construction, jusqu'à la fin de vie.

Cependant l'outil actuel ne permet pas de pleinement rendre compte de certains choix de conception du projet. Notamment il ne rend pas compte de l'influence de la forme urbaine et des choix d'aménagements.

L'objectif de la présente thèse (Nobatek/INEF4, CyVi-ISM, CRENAU, ENSAPBx) est donc le développement d'une méthodologie pour la prise en compte de l'influence de la forme urbaine et des choix d'aménagement sur la « consommation d'énergie primaire » et sur les « émissions de GES », et ce sur l'ensemble du cycle de vie du projet. Ce travail s'appuiera sur le développement de deux modules pour, i) l'évaluation de « l'énergie grise » d'une forme urbaine, et ii) l'évaluation de l'influence de la forme urbaine sur les consommations énergétiques des bâtiments via ses interactions avec les sollicitations microclimatiques.

Dans le second module, il s'agira d'évaluer les potentiels d'une forme urbaine en lien avec plusieurs thématiques telles que : la maximisation des apports solaires, le rafraîchissement nocturne, l'éclairage naturel ou encore les potentiels de production d'énergies renouvelable. Dans cette optique nous travaillons, dans le cadre d'une étude préalable, avec le logiciel SOLENE pour comprendre les ordres de grandeur des différents termes du bilan énergétique d'une surface urbaine à l'échelle d'un projet d'aménagement, pour cerner l'influence des sollicitations microclimatiques sur les termes du bilan, et étudier l'influence de la forme et des aménagements. Nous nous appuyons sur deux cas d'étude et un jeu de scénarios dans le but de dégager des arguments pour isoler des thématiques clés en termes d'interactions entre forme urbaine et climat, et pour guider nos choix vers des indicateurs « simplifiés » pour l'aide à la conception.

# Du bâtiment au quartier à énergie zéro en climat tropical. Développement d'outils de conception pour une optimisation morphologie/confort/énergie

Aymeric Delmas

Physique et Ingénierie Mathématique pour l'Énergie et l'Environnement (PIMENT) –  
Université de la Réunion : EA4076 – Campus universitaire du Tampon 117 rue du Général  
Ailleret 97430 Le Tampon, France.

## PROBLEMATIQUE

En climat tropical, la performance énergétique d'un bâtiment dépend grandement de l'interaction entre ses occupants, son enveloppe et son environnement. Les températures d'air élevées, des taux d'humidité importants et un fort rayonnement solaire impliquent des conditions parfois extrêmes entraînant inconfort des occupants et dépenses énergétiques élevées notamment en matière de climatisation. Une conception bioclimatique des bâtiments permet de répondre à ces problématiques, mais nécessite la prise en compte des phénomènes microclimatiques locaux (multi-réflexion, îlot de chaleur urbain, écoulements et turbulences de vent) affectés par la morphologie urbaine. Une morphologie adaptée constitue également un potentiel de production d'énergie solaire encore insuffisamment exploité.

## METHODE ET OBJECTIFS

- Sélection, adaptation et utilisation de modèles et outils existants pour une meilleure prise en compte des phénomènes microclimatiques urbain dans la conception de quartier en climat tropical.  
*Couplage de modèles radiatifs, thermiques et CFD(Computational Fluid Dynamics) : modèle microclimatique.*
- Optimisation géométrique de la forme urbaine pour le confort extérieur, la ventilation naturelle et la production d'énergie photovoltaïque.  
*Modélisation paramétrique (Rhino-Grasshopper) et optimisation multi-objectifs par algorithme évolutif (Galapagos).*
- Développement d'un outil d'exploration, de conception et d'optimisation de la performance environnementale d'un quartier en climat tropical.

## ATTENTES / POSSIBLES UTILISATIONS DE SOLENE-MICROCLIMAT

- Exploration des possibilités de simulation du microclimat offertes par SOLENE-microclimat (coefficients de pression sur les façades pour estimer le potentiel de ventilation naturelle ; vitesses, températures et humidité de l'air pour confort, etc.)
- Possibilité d'utilisation des géométries et maillages générés via Rhino dans le contexte de SOLENE-microclimat.
- Couplage direct/indirect avec l'interface Rhino-Grasshopper.

# EnvibatE : outil de modélisation des besoins énergétiques des bâtiments à l'échelle d'un quartier

Adrien Gros

Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement (LaSIE) – CNRS : UMR7356,  
Université de La Rochelle – Avenue Michel Crépeau - 17042 La Rochelle Cedex 1, France

EnvibatE a été développé pour coupler la simulation du microclimat et la modélisation des besoins énergétiques des bâtiments d'un quartier pour une saison ou une année. Lorsqu'il s'agit de réaliser une simulation annuelle des besoins énergétiques d'un quartier, la description détaillée de l'ensemble des phénomènes physiques n'est pas adaptée. EnvibatE utilise donc un modèle réduit de bâtiment pour décrire le comportement thermique des bâtiments, et un modèle de type zonal pour simuler les champs de température d'air extérieur. Dans ce cadre, SOLENE est utilisé pour calculer le rayonnement solaire direct et diffus reçu par chaque paroi du quartier. Les résultats ainsi obtenus et les facteurs de formes calculés grâce à SOLENE sont alors combinés pour simuler à l'aide de modèles simplifiés le rayonnement solaire après multi-réflexions et le rayonnement de grande longueur d'onde.

Le but de cet exposé est de présenter les similitudes et différences entre EnvibatE et SOLENE-microclimat. On explique notamment comment les résultats obtenus à partir de SOLENE sont utilisés pour réaliser un calcul simplifié des conditions microclimatiques du quartier. Une seconde partie présente les résultats obtenus à partir d'EnvibatE sur certains cas d'étude : le quartier Pin Sec à Nantes, le nouveau quartier Atlantech à La Rochelle ou le quartier Part-Dieu à Lyon.

# Étude des besoins énergétiques d'un bâtiment : importance relative des flux radiatifs, du coefficient de convection et de la température d'air extérieur

Nicolas Lauzet

Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU) – UMR Ambiances  
Architectures Urbanités (UMR AAU) - Ministère de la Culture et de la Communication,  
CNRS (UMR1563), Ecole Centrale de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand -  
BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France.

Le projet ANR MERUBBI a pour but le développement d'un outil d'aide à la décision (type plate-forme logiciel) pour la conception des bâtiments neufs.

Ce projet réunit plusieurs partenaires privés et publics tels que EnerBIM, BETEM ou encore EDF R&D (coordinateur), CEA, ENSA, ENSAN, CETHIL et CRENAU.

Un des rôles du CRENAU dans MERUBBI porte sur la modélisation du microclimat urbain.

L'apport du projet consiste à ne pas se limiter au seul bâtiment mais à prendre en compte son environnement proche. Ce principe se traduit dans les faits par la construction d'une maquette 3D de l'îlot d'étude (bâtiments existants...) et du bâtiment neuf à intégrer. C'est via cette géométrie 3D que vont être évalués les impacts du quartier sur le bâtiment neuf et également les impacts de ce nouveau bâtiment sur l'îlot urbain et les bâtiments existants.

Pour réaliser cette évaluation d'impacts, le microclimat du quartier d'études est modélisé dans le but de récupérer les données d'entrée pour les outils de thermique du bâtiment, outils de thermique chargés d'estimer les besoins énergétiques des constructions (bâtiment d'étude et parc bâti existant).

En préalable à la modélisation du microclimat, il importe de connaître le niveau de représentation des phénomènes microclimatiques nécessaire et suffisant pour estimer les besoins énergétiques des bâtiments. L'idée est ici de produire cette connaissance par le biais d'une étude de sensibilité sur les besoins énergétiques d'un bâtiment neuf (isolé).

Sur six cas d'étude (deux cas à Nantes, deux à Paris et deux à Strasbourg), sont évalués :

- *la nécessité d'une approche CFD (computational fluid dynamic) en comparaison d'approches utilisant des coefficients d'échange par convection basés sur des profils de vent ou constant,*
- *l'intérêt du calcul des inter-réflexions solaires (radiation courte longueur d'onde, CLO),*
- *l'intérêt de la prise en compte des échanges par radiation grande longueur d'onde (GLO) avec les surfaces de la scène urbaine et avec le ciel (facteurs de vue : du ciel, et de scène)*
- *l'utilisation d'une température extérieure issue de la CFD, discrétisée sur toute la scène*

SOLENE-microclimat permet de représenter une scène urbaine en 3D, avec la possibilité d'étudier les flux solaires, les températures des surfaces de la scène ainsi que les besoins énergétiques d'un seul bâtiment. Le couplage à l'outil de CFD Code\_Saturne permet la simulation aéraulique. Cet outil répond bien aux besoins pour la réalisation de l'étude de sensibilité.

Liste de diffusion SOLENE-Microclimat

**[solene@services.cnrs.fr](mailto:solene@services.cnrs.fr)**