

## Journées SOLENE 2014 : Programme de la « Journée Séminaire »

9h00	<i>Accueil des participants</i>	
9h20	Présentation de la journée	<i>Thomas LEDUC Benjamin MORILLE</i>
9h30	<b>Présentation de projet</b> : Modélisation des échanges radiatifs entre les bâtiments et leur environnement et modélisation du microclimat local	<i>Nicolas LAUZET</i>
10h00	<b>Présentation de projet</b> : Influence des arbres de rue dans un modèle de micro-climat urbain	<i>Emilie REDON</i>
<i>Pause</i>		
11h00	<b>Présentation de projet</b> : Impact of construction materials on urban heat island and buildings energy demand	<i>Bisam AL-HAFIZ</i>
11h30	<b>Cas d'étude</b> : Caractérisation du comportement radiatif des tissus urbains à partir de l'analyse de la forme urbaine	<i>Anne BERNABE</i>
<i>Déjeuner</i>		
14h00	<b>Cas d'étude</b> : Étude préliminaire de l'influence de divers dispositifs végétalisés sur les consommations énergétiques de bâtiment à l'échelle d'un quartier	<i>Benjamin MORILLE</i>
14h30	<b>Cas d'étude</b> : Étude du confort urbain à Roland Garros.	<i>Emmanuel SCHWARTZMANN</i>
15h00	<b>Cas d'étude</b> : Analysis of the impact of the implementation of buildings and of the façade materials in the thermal comfort of users and in the urban microclimate: Case Study in a housing complex of social interest	<i>Natália Carolina MARRA</i>
<i>Pause</i>		
16h00	<b>Développement</b> : Du modelleur 3D Trimble SketchUp à la plate-forme Salomé : avantages et inconvénients du couplage d'un modelleur 3D grand-public à un outil de simulation numérique multi-physique.	<i>Thomas LEDUC</i>
16h30	<b>Développement</b> : Utilisation de SOLENE pour la modélisation des besoins énergétiques des bâtiments à l'échelle d'un quartier avec le modèle EnvibatE.	<i>Adrien GROS</i>
17h00	Clôture : Bilan des journées Solene 2014 et perspectives	<i>Benjamin MORILLE</i>

---

# Modélisation des échanges radiatifs entre les bâtiments et leur environnement et modélisation du microclimat local

Nicolas Lauzet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de recherche méthodologique d'architecture (CERMA) – Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS : UMR1563, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France

## Résumé

Dans le cadre du programme villes et bâtiments durables de l'ANR, le projet MERUBBI a démarré en 2013 et court sur 4 ans.

L'objectif principal de MERUBBI est le développement d'une méthodologie de conception des bâtiments neufs, adaptée aux exigences des concepteurs et destinée à intégrer de façon raisonnée la question de l'exploitation des ressources utiles de l'environnement. Ce projet réunit plusieurs partenaires privés et publics tels que HPC SA, BETEM ou encore EDF R&D (coordinateur).

Un des rôles du CERMA est la simulation numérique de l'environnement de cas d'étude afin de définir le microclimat local et de déterminer les échanges radiatifs de la scène urbaine. Cependant, pour évaluer l'exploitation du potentiel de l'environnement par les bâtiments, nous ne savons pas précisément quel niveau de représentation des phénomènes microclimatiques est nécessaire et suffisant. Nous allons donc dans un premier temps produire cette connaissance en fonction des problèmes traités. Sur la base de 9 cas d'étude (3 cas à Nantes, 3 à Paris et 3 à Strasbourg), nous allons évaluer :

- la nécessité d'une approche CFD en comparaison d'approches utilisant des coefficients d'échange par convection basés sur des profils de vent,
- la possibilité de réduire les calculs radiatifs en fonction des surfaces participantes,
- le niveau de couplage nécessaire pour la rétroaction du bâtiment étudié sur le microclimat urbain.

Cette connaissance sera ainsi établie en fonction du type de bâtiment (maison individuelle, logement collectif ou bureaux) et du niveau de densité de l'environnement (quartier isolé, moyennement dense ou dense).

---

# Influence des arbres de rue dans un modèle de micro-climat urbain

Émilie Redon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique (CNRM-GAME) - CNRS : UMR3589, INSU Météo France - Météo France CNRM, 42 Avenue Gaspard Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 1, France

## Résumé

Plus la végétation urbaine est présente, plus elle influence le climat urbain à l'échelle de la ville entière par ses propriétés radiatives, aérodynamiques, thermiques et d'humidité. De récents développements du modèle de canopée urbaine TEB ont été réalisés pour représenter explicitement la végétation dans les aires urbanisées, notamment les interactions à fine échelle entre les surfaces minérales, la végétation et l'atmosphère. Le modèle TEB, dans sa version TEB Veg, inclut aujourd'hui une paramétrisation dédiée à la végétation basse dans le canon urbain (Lemonsu et al. 2012) et aux toits végétalisés (de Munck et al. 2013).

Un des principaux objectifs de la thèse est de mieux représenter les arbres de rue, qui constituent une technique alternative à l'atténuation de l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU) et à l'amélioration du confort thermique grâce aux effets d'ombrage. En effet, la strate arborée modifie les bilans radiatif et d'énergie à l'intérieur du canyon en interceptant et absorbant une partie du rayonnement solaire incident, créant de l'ombrage et augmentant l'humidité relative de l'air par évapotranspiration (évaporation du sol et transpiration des feuilles). Les arbres de rue ont aussi un impact sur les dynamiques locales en modifiant l'écoulement dans le canyon.

Le but du projet associant TEB et SOLENE est de comparer les résultats obtenus par notre modèle de micro-climat urbain dédié aux applications à l'échelle du quartier à la ville (TEB) à ceux simulés par un modèle d'ensoleillement à fine échelle (SOLENE), notamment en termes de température de l'air au milieu de la rue et d'indice de confort thermique (UTCI). Les deux critères retenus sont d'ores-et-déjà disponibles en diagnostic (ou sortie) des deux modèles.

---

# Impact of construction materials on urban heat island and buildings energy demand

Bisam Al-Hafiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de recherche méthodologique d'architecture (CERMA) – Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS : UMR1563, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand – BP16202 – 44262 Nantes Cedex 2, France

## Résumé

Cities have warmer climates than rural areas. This phenomenon is known as Urban Heat Island (UHI). Some of the main reasons of this UHI are building and urban soil materials. There are many attempts to avoid UHI through using new type of materials such as using materials with high solar reflectance and far-infrared thermal emissivity or “cool materials”. The main objective of my study is to identify the impact of construction materials on UHI and energy consumption. This study is conducted to evaluate the ability of different kinds of construction materials to avoid UHI and achieved energy consumption on residential complexes in Nineveh city - Iraq - which will be constructed in many cities in Iraq. It offers three major questions:

- What are the types of the conventional construction materials used in the actual projects and what are their impacts on the UHI and energy consumption?
- What are the new types of construction materials that should be used in order to avoid UHI and reduce energy consumption?
- Does the building form, or the method to construct grouped buildings, have an impact on UHI?

To answer these questions and to achieve the objectives, simulations will be carried out using SOLENE-Microclimat. The simulations will consider the building and urban spaces with:

- The actual materials;
- Novel type of materials produced in France (especially by Calcia Company);
- Novel type of materials used on the walls changed from vertical walls to slanted walls;
- Novel type of materials changing the type of insulation and its location, inside or outside the walls.

After this presentation of my PhD project, few time will be devoted to explain why I choose SOLENE-Microclimat to lead my research and what was the difficulties that I met by using it: geometry production, building energy consumption evaluation and outside air temperature computation.

---

# Caractérisation du comportement radiatif des tissus urbains à partir de l'analyse de la forme urbaine

Anne Bernabé<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche en Science et Technique de la Ville (IRSTV) – École Centrale de Nantes, CNRS : UMR 2488 – 1, rue de la Noé 44300, Nantes, France

## Résumé

Les échanges d'énergie au sein de l'îlot, et en conséquence le climat urbain, sont conditionnés par l'énergie solaire reçue et absorbée par les surfaces. La particularité de la ville réside dans sa surface développée. Un des phénomènes remarquables en site urbain est le piégeage radiatif. Celui-ci consiste en l'absorption progressive des flux radiatifs issus des réflexions multiples entre les surfaces. Ainsi la surface urbaine absorbe en moyenne plus d'énergie qu'une surface isolée, cette énergie est partiellement transformée en chaleur sensible et contribue à l'élévation de la température de l'air.

Pour caractériser le phénomène de piégeage radiatif, Aida (1982a) introduit la notion d'albédo urbain ou albédo effectif. Par analogie avec l'albédo des surfaces, l'albédo effectif est décrit comme le rapport entre le flux réfléchi vers le ciel et le flux solaire incident reçu par la forme urbaine. Cet indicateur est compris entre 0 et 1, il permet de quantifier l'énergie absorbée par la forme. L'albédo effectif dépend d'un certain nombre de paramètres, liés aux propriétés des matériaux de surface et à la géométrie de la forme urbaine. Mais il est également lié aux facteurs spatio-temporels comme l'orientation, l'angle d'incidence ou la hauteur solaire (Aida, 1982b, Kondo 2001).

Nous proposons d'étudier dans un premier temps séparément l'impact de la forme urbaine sur les propriétés radiatives des tissus urbains. Plusieurs études mettent en relation l'albédo effectif et les paramètres de forme urbaine établies sur des géométries simplifiées (canyon ou plot). Dans une étude récente Groleau et Mestayer (2013) montrent que les valeurs d'albédos effectifs dépendent de la densité bâtie et de la densité de façade, surface des façades rapportée à la somme des surfaces urbaines. Basée sur une analyse d'environ 300 configurations géométriques régulières, leur étude a permis de construire des abaques pour déterminer l'albédo à partir de ces deux paramètres géographiques.

Nous proposons d'étendre ces observations sur des géométries urbaines proches des configurations réelles. Notre étude s'appuie sur les données géographiques de référence (BD Topo®). Notre analyse est basée sur un échantillon comprenant 10% des îlots tirés au hasard sur les territoires de Nantes et Lyon, soit 440 géométries urbaines. Chaque îlot est caractérisé par des propriétés morphologiques au travers d'indicateurs que nous définirons.

Dans notre étude, nous réalisons les calculs d'albédo effectif avec le modèle radiatif de

SOLENE. La modélisation des échanges radiatifs et particulièrement le calcul des facteurs de forme entre les surfaces nécessitent la modélisation discrète de la scène urbaine. Nous avons développé une chaîne de traitement permettant d'extraire les bâtiments à partir de de la BD Topo<sup>®</sup>. Nous tentons de prédire l'albédo effectif en fonction des paramètres morphologiques par des modèles de régression linéaire.

---

# Preliminary study of the impact of urban vegetated devices on energy consumption of building in a district scale

Benjamin Morille<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche en Science et Technique de la Ville (IRSTV) – École Centrale de Nantes, CNRS : UMR 2488 – 1, rue de la Noé 44300, Nantes, France

<sup>2</sup> Centre de recherche méthodologique d'architecture (CERMA) – Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS : UMR 1563, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes – ENSA Nantes - 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2, France

## Résumé

Following the rise of the population living in cities, town planners have to increase the building density in order to avoid a urban sprawl. Yet, a huge building density induces higher risks of urban heat island effect, which increases buildings needs for air conditioning. Urban vegetated devices such as trees, grass area, green walls and green roofs can have an influence on building energy consumption due to several phenomenon:

- Direct impacts such as buildings insulation in the case of green walls and roofs. They also reduce convective losses since they constitute a mechanical protection. Vegetation on buildings as well as trees also limits solar radiation incoming.
- Indirect impacts on urban microclimate, such as lower air temperature due to the transpiration of vegetation and lower temperature of neighboring surfaces (green surfaces and shaded ones) which reduces indirect solar and long wave radiation incoming on the studied building.

The different influences of urban vegetation on building energy consumption are known in a qualitative way but not well in a quantitative way. This is the reason why the aim of this preliminary study is to identify which are the most efficient urban vegetated devices to mitigate the building cooling needs. Numerical simulations were carried out for canyon street configurations. The 3D numerical tool developed at CERMA Architectural Research Methodology Laboratory (Malys, 2012) takes into account the urban microclimate as well as the thermal behaviour of buildings and the crop interactions. The outside airflow is modeled using a CFD tool (Code Saturne, EDF, 2013) which is coupled with the SOLENE (Solene, 2013) thermo-radiative model and a building thermal model (Bouyer, 2001). Since vegetated devices influence is strongly depending on the kind of construction (Malys, 2012), low and high insulated buildings with low and high rates of windows are studied. The influence of various crop configurations on the energy consumption is analysed in order to investigate the

interactions between each vegetated device. Green walls and the trees are shown to be the most efficient to reduce energy consumption of buildings and this is even more true that the buildings are low insulated or with a high rate of windows. The impacts of grass area or green walls on neighboring buildings are almost only sensible when there is no tree in the street and no green wall and roof on the studied building. These results are a first step to assess the influence of vegetation on energy consumption at the district scale.

---

# Etude du confort thermique extérieur à Roland Garros

Emmanuel Schwartzmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RFR éléments, 47 rue de Paradis, 75010 PARIS, France

## Résumé

Dans le cadre de la réhabilitation du triangle historique de Roland-Garros, la qualité spatiale et les ambiances climatiques des espaces extérieurs revêtent une importance majeure. RFR éléments est en charge des études environnementales de ce projet et notamment du confort climatique.

Le tournoi se déroulant à la fin du printemps, les risques d'inconfort climatique sont essentiellement associés aux surchauffes résultant de températures d'air élevées associées à d'intenses échanges radiatifs de courtes et grandes longueurs d'ondes. L'objet de l'étude est d'évaluer l'influence du facteur de réflexion du rayonnement solaire (albédo) sur les températures de surface, puis d'en déduire une température ressentie approximée afin de mettre en place des solutions d'amélioration du confort thermique, des zones critiques aux zones moins exposées, pendant le tournoi. En fonction de la localisation, cela se traduit par des préconisations de revêtements autour du court Philippe Chatrier, et de matériaux composant le mobilier urbain.

Le logiciel SOLENE a la capacité d'effectuer des calculs thermo-radiatifs et permet donc d'accéder aux températures de surfaces des matériaux. L'étude se concentre sur le périmètre du Court Central Philippe Chatrier. Une sélection de jours critiques représentatifs de la période du tournoi est effectuée à partir du logiciel Météonorm. Sur une géométrie simplifiée des alentours du court une variation du paramètre albédo permet de comparer les températures de surfaces entre elles et d'en déduire les zones critiques sujettes à une surchauffe, afin de préconiser les revêtements à mettre en œuvre pour limiter l'inconfort. Pour les zones moins sensibles bénéficiant d'ombrage, une étude particulière sur la montée en température permet de prescrire le matériau adéquat. En outre, une extrapolation des résultats permet de dresser une sélection judicieuse des matériaux qui composent le mobilier urbain en fonction de leur localisation.

On montre que, dans les zones critiques constamment exposées au soleil, l'asphalte peut monter à une température d'environ 70°C et que la température ressentie correspondante est inacceptable. Il est donc proposé pour limiter l'inconfort d'utiliser un revêtement d'asphalte plus clair, notamment par une teinte dans la masse. On montre également que des efforts doivent être faits sur des zones moins sensibles bénéficiant d'ombrages matinaux, une temporisation des surchauffes grâce à l'ombrage étant impossible en raison de la montée en température très rapide de l'asphalte.

---

# Analysis of the impact of the implementation of buildings and of the façade materials in the thermal comfort of users and in the urban microclimate: Case Study in a housing complex of social interest

Natália Carolina Marra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Architecture School of the Federal University of Minas Gerais (EA UFMG- LABCON), Rua Paraíba, 697 - Funcionários - Belo Horizonte - Minas Gerais

## Résumé

The urbanization process in Belo Horizonte, capital of Minas Gerais (Brazil) has been marked by huge volume of migration of rural-urban type. As a result of this expansion, several areas with irregular occupancy emerged. In 2005, the municipal government, created "Vila Viva", a program whose goal is to provide low-income population with opportunities for decent housing. The buildings in this program are unfortunately not well designed. Because of the need for maximum utilization of land, these buildings are placed with the minimum distance required by the city and the materials used on the facades and roof, have no thermal performance required by Brazilian standards. .

The aim of this study is to see how the modification of the facades and roof materials of these buildings, of the spacing between the blocks and the substitution of mineral soil by grass area can influence the thermal comfort of users and the energy consumption.

The methodology used will be the computational simulation with SOLENE-Microclimate in order to evaluate the surface temperature of the facades, the internal temperature in one of the buildings and the surface temperature of the outdoor spaces during a typical winter day and a typical summer day. The free thermal regime will initially be taken into consideration to check the internal temperature and the thermal regime forced to check the energy consumption. Three situations will be studied, the real situation, a proposal modifying the materials and ground cover and a proposal modifying the ground cover and the distances between buildings. The expected results are a reduction of internal temperature of the rooms, and thus a reduction in energy consumption, particularly in the proposal with the modification in distances between the buildings. A critical analysis of the buildings tin of the housing complex "Vila Viva" aims to develop a new policy of building and more awareness and constructive pattern of housing complexes, as well attendance of present Brazilian standards.

---

# Du modelleur 3D Trimble SketchUp à la plate-forme Salomé : avantages et inconvénients du couplage d'un modelleur 3D grand-public à un outil de simulation numérique multi-physique

Thomas Leduc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de recherche méthodologique d'architecture (CERMA) – Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS : UMR 1563, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes – ENSA Nantes – 6 quai François Mitterrand - BP16202 - 44262 Nantes Cedex 2,

## Résumé

Les référentiels géographiques (composante topographique vectorielle) permettent, à partir de la donnée des empreintes de bâtiments et de l'attribut d'élévation à l'épannelage, de générer rapidement des maquettes numériques pour de larges étendues urbaines. Ces maquettes, juxtaposition de prismes droits représentant le bâti, sont certes simples à produire et à utiliser (simplicité bienvenue dans le cas de simulations aérauliques en veine numérique par exemple), elles manquent néanmoins, dans de nombreuses configurations urbaines réelles, de vraisemblance. Le tissu urbain, pour ne parler que de sa morphologie, est effectivement parfois complexe et l'absence de modèle numérique de terrain ou la présence exclusive de toitures terrasses peuvent parfois, par excès de simplification, conduire à des résultats de simulation sinon faux du moins localement approximatifs. Ainsi, en comparant des facteurs de vue du ciel (SVF) calculés sur une maquette CityGML LoD1 construite à partir de la BD TOPO® d'une part et sur une maquette CityGML LoD2 d'autre part, pour un même terrain d'étude de l'agglomération strasbourgeoise, (Brasebin et al., 2012, p. 8) confirme que la modélisation des toitures est signifiante dans les zones à forte densité de bâti.

Pour produire des maquettes numériques plus conformes à la réalité des formes urbaines qui restent compatibles avec les outils de simulation du microclimat urbain utilisés au laboratoire CERMA, nous avons développé récemment un plugin dans le contexte du logiciel SketchUp. Ce développement peut aussi s'inscrire dans une logique de rapprochement (ou plus précisément d'interfaçage) des outils des communautés d'architectes ou de praticiens des agences d'architecture d'une part et des outils des communautés dites des sciences pour l'ingénieur ou praticiens des bureaux d'étude d'autre part.

Nous profiterons de la présentation de ce développement pour évoquer ses limites et contraintes d'utilisation. Nous le recontextualiserons aussi dans une stratégie plus globale du "chantier SOLENE" de couplage par la donnée géométrique (couplage "lâche" et modèle data-centric). Nous présenterons enfin quelques perspectives d'évolution.

---

# Utilisation de SOLENE pour la modélisation des besoins énergétiques des bâtiments à l'échelle d'un quartier avec le modèle EnvibatE

Adrien Gros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement (LaSIE) – CNRS : UMR 7356,  
Université de La Rochelle – Avenue Michel Crépeau – 17042 La Rochelle Cedex 1

## Résumé

EnvibatE est un modèle permettant de coupler la modélisation du microclimat et la modélisation des besoins énergétiques des bâtiments d'un quartier pour une saison ou une année. Afin de réaliser la simulation annuelle des besoins énergétiques d'un quartier, la description détaillée des processus 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 modéliser les champs de températures d'air extérieur. Dans ce cadre, SOLENE est utilisé pour calculer la répartition du rayonnement solaire direct et diffus dans le quartier. Les résultats obtenus à partir de SOLENE sont utilisés pour calculer à l'aide de modèles simplifiés le rayonnement solaire après multiréflexion et le rayonnement de grande longueur d'onde.

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