



HAL
open science

COUPLAGE DE MATERIAUX FRAIS, PERMEABLES ET ARROSAGE URBAIN : EVALUATION D'UN DEMONSTRATEUR D'ILOT DE FRAICHEUR URBAIN

Maxime Frere, Martin Hendel, Laurent Royon

► **To cite this version:**

Maxime Frere, Martin Hendel, Laurent Royon. COUPLAGE DE MATERIAUX FRAIS, PERMEABLES ET ARROSAGE URBAIN : EVALUATION D'UN DEMONSTRATEUR D'ILOT DE FRAICHEUR URBAIN. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, 2020. hal-02964653

HAL Id: hal-02964653

<https://hal.science/hal-02964653>

Submitted on 12 Oct 2020

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.

COUPLAGE DE MATERIAUX FRAIS, PERMEABLES ET ARROSAGE URBAIN : EVALUATION D'UN DEMONSTRATEUR D'ILOT DE FRAICHEUR URBAIN

FRERE M. (1), HENDEL M. (1,2) et ROYON L. (1)

(1) Université de Paris, LIED, UMR 8236, CNRS, France, maxime.frere77@gmail.com

(2) Université Paris-Est, ESIEE Paris, Département SEN, France

Résumé : *Il est prévu que le changement climatique augmente la fréquence et l'intensité des canicules dans de nombreuses régions du monde. Les villes recherchent donc des solutions d'adaptation afin de limiter l'impact de ces événements. Plus particulièrement, plusieurs techniques existent pour les revêtements au sol : matériaux réfléchissants ou perméables par exemple. D'autres solutions telles que la végétalisation ou l'arrosage urbain sont également envisagées. La communication proposée ici porte sur l'analyse de la performance microclimatique d'un démonstrateur expérimental construit par Eiffage Route couplant matériaux frais, perméables et arrosage urbain de surfaces horizontales. Il ressort qu'il est préférable de choisir la nature et la colorimétrie de manière pertinente, permettant un gain maximum de 0,9°C sur la température ambiante et de 6,1°C sur l'UTCI. Alors que les solutions par humidification nous amènent à 1,2°C sur la température ambiante et de 2,4°C sur l'UTCI.*

Mots clés : *îlot de chaleur urbain, matériaux perméables, matériaux réfléchissants, arrosage urbain.*

Summary: *Climate change is projected to increase the frequency and intensity of heat waves in many parts of the world. Cities are therefore looking for adaptation solutions to limit the impact of these events. In particular, several techniques exist for floor coverings: reflective or permeable materials, for example. Other solutions such as greening or urban watering are also being considered. The communication proposed here concerns the analysis of the microclimatic performance of an experimental demonstrator built by Eiffage Route coupling fresh, permeable materials and urban watering of horizontal surfaces. From this study it appears that it is preferable to choose the nature and colorimetry in a relevant way, allowing a maximum gain of 0.9°C on ambient temperature and 6.1°C on UTCI. Whereas solutions by humidification bring us to 1.2°C on ambient temperature and 2.4°C on UTCI.*

Key words: *urban heat island, permeable materials, reflective materials, urban watering.*

Introduction

Dans le contexte actuel de changement climatique, la plupart des villes sont dans une période de réflexion afin de proposer des solutions pour lutter contre les problèmes d'îlots de chaleurs urbains (Bigorgne *et al.*, 2012). C'est dans ce contexte que l'entreprise Eiffage a souhaité développer un démonstrateur qui permet d'évaluer, dans un espace extérieur, différents types de matériaux et des procédés susceptibles d'induire un rafraîchissement en période de canicule. Une première phase d'expérimentation a été entreprise l'été 2019 dans cet espace, situé dans le sud de la France à Hyères.

Ces enrobés bitumineux sont composés de granulats, dont plusieurs dimensions sont utilisées en fonction des usages ces diamètres de grain vont constituer la granulométrie. Cette dernière est caractérisée par deux diamètres un minimal et un maximal en millimètre, usuellement noté [0/10] ou [6/10].

A cela s'ajoute un liant permettant de maintenir l'ensemble, tout en gardant une certaine souplesse, ce dernier est usuellement issu de substrat de l'industrie pétrolière, mais il existe aussi des liants de nature végétal, pois ou algues et d'autres issus de résine. Puis vient la possibilité de colorer les liants et de choisir la nature du granulats (éruptive, métamorphique, sédimentaire et carbonaté) pour obtenir un panel de revêtement de surface horizontal aux propriétés différentes et s'adaptant aux usages.

L'article se focalise sur l'étude du comportement thermique, microclimatique et la création d'îlot de fraîcheur urbain. En s'intéressant principalement à l'impact des revêtements de sol, en effet Eiffage route étant spécialisé dans ce domaine et notamment dans les Béton Bitumineux (B.B.) qui corresponde à nos routes.

1. Données et Méthodes

1.1 Le démonstrateur

Cet ouvrage faisant 10m x 10m avec une enceinte en U de 2,5m de hauteur, orienté plein sud. Il a pour but de tester les solutions routières et d'aménagement dans un cadre microclimatique



et de confort thermique, ce dernier dispose d'un dispositif générant un écoulement sur la surface horizontale présente au sein de l'enceinte (Illustration de gauche). Cette dernière possède malgré tout une légère pente pour permettre l'écoulement.

Les cycles d'eaux étudiés ont été des écoulements de 15min avec 45min de séchage, de 8h jusqu'à 18h. L'humidification de surface s'effectue par débordement à l'aide d'un caniveau situé en amont du revêtement, puis l'excédent d'eau est récupéré dans le caniveau situé en aval pour rejoindre la cuve qui alimente le caniveau de débordement, autorisant ainsi un fonctionnement en circuit fermé.

1.2 Le protocole microclimatique

L'ensemble du protocole d'étude suit les méthodes explicitées par Hendel *et al.* (2015) et amélioré par Parison *et al.* (2020), afin de caractériser l'impact de l'humidification des revêtements. Ainsi des stations d'études similaires ont été utilisé, dont une situé au sein du démonstrateur et l'autre situé à 100m (Figure 1). Deux phases d'études ont été effectué, une avec le revêtement noir dit classique B.B. [0/10] (Mai 2019 – Juillet 2019) et l'autre avec le revêtement drainant clair B.Dr. (30% de vide) (Aout 2019 – Septembre 2019).

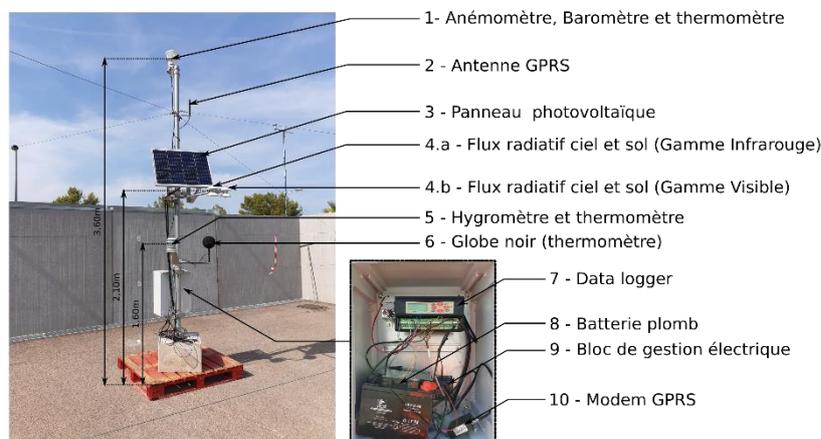


Figure 1 : Représentation des équipements présent sur les stations d'études microclimatiques.

La zone climatique locale (LCZ) (Stewart and Oke, 2012) correspond à un site industriel LCZ 8, sachant que ce dernier est entouré au nord-ouest d'une zone agricole LCZ 8D, d'une zone d'activités LCZ8 au nord-est et d'une forêt LCZ A au sud.

1.3 L'albédo des revêtements

A cela s'ajoute une étude albédo-métrique (E1918-16), qui représente au final un des paramètres clef pour générer un îlot de fraîcheur. Ainsi pour les deux revêtements étudiés ces valeurs étaient : Pour le B.B. [0/10] Noir de 0,09 et le Drainant de 0,13.

2. Résultats

2.1 La température de surface

L'étude de l'évaporation, par le biais de caméra I.R. (Figure 2. Etude de la température de surface lors des phases d'évaporations. Le zéro temporel correspond à la fin de l'arrosage (15/45), La position Ref 3 correspond au redémarrage de l'humidification de surface. Un cliché à été pris toute les 30 secondes., a mis en évidence, que le refroidissement de la surface est constant tant que la surface reste humide. Autorisant ainsi un refroidissement effectif de 15°C de la surface, pendant une période de 30 minutes aux heures les plus chaudes. L'autre point mis en évidence est que le milieu drainant parvient à faire perdurer un effet rafraichissant, moindre (~5°C), par le biais de l'eau en rétention sous la surface sèche.

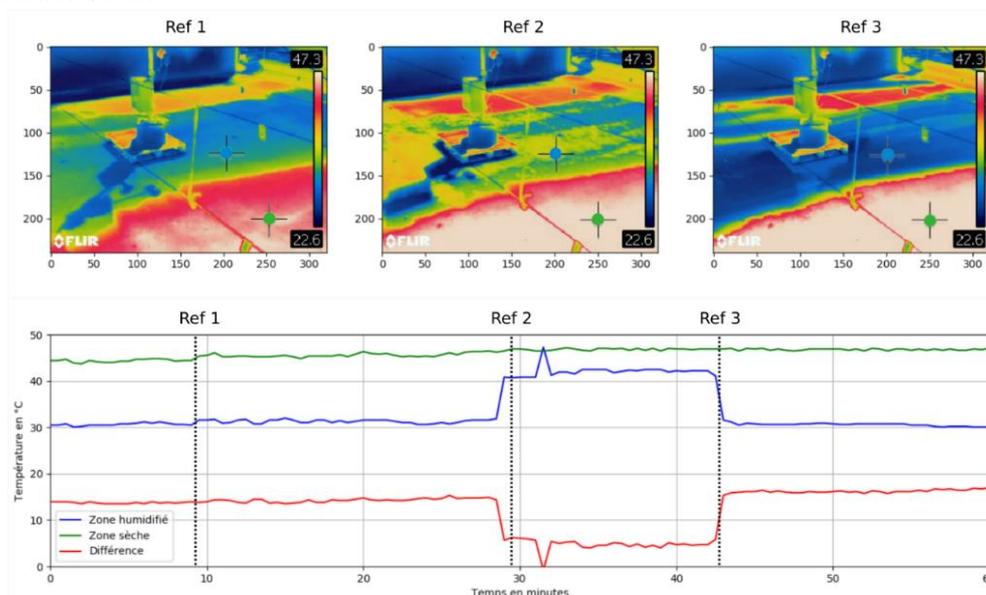


Figure 2. Etude de la température de surface lors des phases d'évaporations. Le zéro temporel correspond à la fin de l'arrosage (15/45), La position Ref 3 correspond au redémarrage de l'humidification de surface. Un cliché à été pris toute les 30 secondes.

2.2 L'impact microclimatique

Les mesures effectués nous ont ainsi permis de quantifier l'impact du revêtement drainant clair par rapport au revêtement classique B.B. [0/10] noir, ainsi que le comportement de ces derniers face à une humidification. Ainsi après avoir collecté suffisamment de données en journée radiative, en ayant humidifié le revêtement et sans humidification, pour définir une référence. Suite à cela, en fonction des groupes (référence, humidifié, avant changement de

revêtement etc....), un regroupement est fait : toutes les journées d'un même groupe et d'une même station sont ramener à une seule journée moyennée, pour chaque minute de la journée.

Cela nous donne ainsi quatre lots de données : jours d'études station d'étude E1, jours d'études station de référence E2, jours de références station d'étude R1 et jours de références station de référence R2. Puis on effectue l'opération suivante sur le paramètre qui nous intéresse : $E2 - E1 = E$ et $R2 - R1 = R$ puis on effectue $R - E$, ce différentiel sera en mesure de caractériser les effets du changement sur le milieu, tout en éliminant les effets des paramètres non contrôlables tel que le vent et autres variations de conditions environnementales.

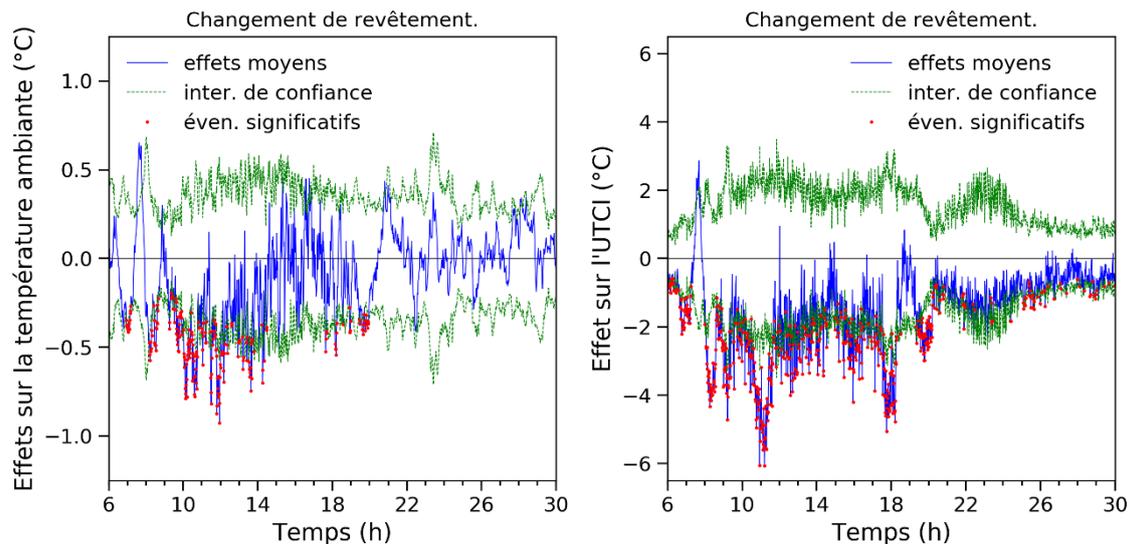


Figure 3. Caractérisation des impacts sur la température, à gauche, et sur l'UTCI. Pour le passage d'un revêtement noir BB0/6 à un revêtement drainant clair, l'ensemble des capteurs se trouvent à 1,60m.

En appliquant la méthode du modèle linéaire à effet fixe (Parison, Hendel, & Royon, 2020) Nous parvenons à montrer dans un premier temps l'impact positif que représente un choix de matériaux claire (Figure 3), l'impact de l'humidification dans cette configuration (Figure 4) et finalement l'impact globale du dispositif (Figure 5). Les valeurs clefs associées à ces graphiques sont représenté dans le Tableau 1. Il a été choisi de représenté l'UTCI, cette température équivalente prenant en compte l'ensemble des paramètres climatiques et un modèle morphologique, autorisant ainsi une bonne synthétisation des résultats.

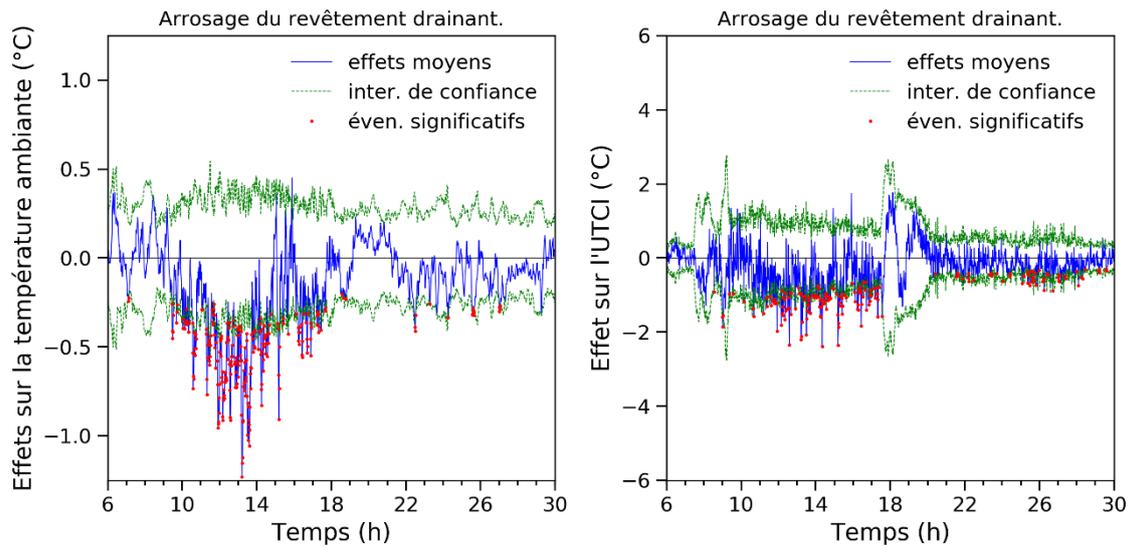


Figure 4. Caractérisation des impacts sur la température, à gauche, et sur l'UTCI, à droite. Pour le passage du B.B. [0/10] au revêtement drainant., l'ensemble des capteurs se trouve à 1,60m

Un premier constat est que le changement de revêtement, bien qu'ayant un effet moindre sur la température ambiante que l'effet de l'arrosage urbain, à un effet marqué sur l'UTCI qui prend en compte les aspects radiatifs environnants. Cela peut s'expliquer par la différence d'albédo entre les deux matériaux le revêtement drainant étant plus clair (0.13 contre 0.09). En parallèle bien que l'arrosage montre un effet plus important sur la température son impacte final sur la température équivalente UTCI reste moindre.

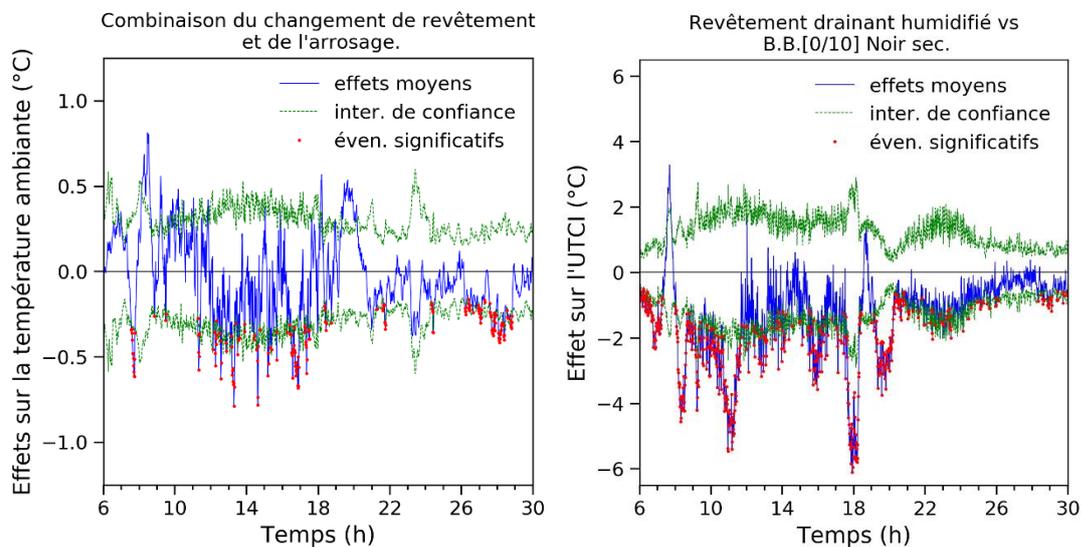


Figure 5. Caractérisation des impacts sur la température, à gauche, et sur l'UTCI, à droite. Entre le revêtement drainant humidifié et le B.B[0/6] Noir, l'ensemble des capteurs se trouve à 1,60m.

Finalement la combinaison du changement et de l'arrosage permet d'avoir des effets rafraichissants plus marqué en fin de journée par rapport au changement de revêtement seul. Il est important de garder en tête que cette étude nécessite d'être poursuivie notamment pour obtenir un nombre plus important de journées radiatives d'études pour le revêtement drainant humidifié, afin d'obtenir un minimum de 10 jours utilisables.

Tableau 1. Valeurs de complément d'information associé aux différents test statistique effectué.

Etude	Paramètre	Effet Maximum	Heure du maximum	Effet moyen	N _{ref}	N _{étude}
Arrosage drainant	T _{air}	-1.2°C	13h09m	-0.5°C	14	8
	UTCI	-2.4°C	14h26m	-0.9°C	14	8
Changement de revêtement	T _{air}	-0.9°C	12h01m	-0.4°C	15	14
	UTCI	-6.1°C	11h15m	-2.5°C	15	14
Impact total	T _{air}	-0.8°C	13h05m	-0.1°C	15	8
	UTCI	-6.1°C	17h58m	-2,1°C	15	8

Conclusions et Discussion

L'ensemble de cette étude a permis de mettre en avant l'importance de choisir un revêtement clair, tout en restant dans la limite non éblouissante. Le milieu drainant, tant qu'à lui, par sa capacité de rétention permet de prolonger le phénomène d'évaporation.

Il est clair, en revanche, qu'il est préférable de choisir un bon revêtement, autorisant un gain de 6.1°C sur l'UTCI, que de déployer des solutions d'arrosages, amenant à seulement un gain de 2.4°C sur cette température équivalente. Bien que ces dernières permettent malgré tout de limiter l'échauffement global son impact est négligeable devant l'impact du changement de revêtement.

L'analyse de l'impact sur l'air demande de récolter plus de données notamment sur l'été 2020 afin d'augmenter la fiabilité statistique de cette étude. En plus de cela l'étude se poursuivra sur l'impact que peut avoir la végétation sur ce démonstrateur.

Offrant ainsi la possibilité de caractériser les performances gagner par le passage de la solution d'enrobé noir classique à une solution complète de lutte contre les problématiques des Ilots de chaleurs urbains.

Bibliographie

- Bigorgne, J., Alba, D., & Blancot, C., 2012. *Les îlots de chaleur urbains à Paris - Cahier n°1 à 5*. APUR, 35p.
- E1918-16. (s.d.). Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped surface in the Field.
- Hendel M., Royon L., & Y., D. (2015). Pavement-Watering in Cities for Urban Heat Island Mitigation and Climate Change Adaptation : A Study of its Cooling Effects and Water Consumption in Paris. Sorbonne Paris Cité.
- Parison, S., Hendel, M., & Royon, L. (2020). An Updated Method for Quantifying the Field Effects of Urban Heat Island Mitigation Techniques(In review).
- Stewart & Oke (2012). Local Climate Zones for Urban Temperature Studies, University of British Columbia