

Dossier de Presse



Vue de la mini ville 2 de Sense-City © Crédits photo : Philippe Bruley, IFSTTAR

Inauguration de la deuxième mini-ville

26 novembre 2019

Université Paris-Est, Cité Descartes

Sommaire

Editorial

- Par **Cécile Delolme**, vice-présidente du projet I-Site FUTURE p 3
-  *Sense-City, un équipement stratégique* par **Frédéric Bourquin**, directeur du département COSYS de l'Ifsttar p 6
-  *De la mini-ville 1 à la mini-ville 2* par **Anne Ruas**, coordinatrice de l'EquipEx p 9
-  *Route dépolluante fonctionnalisée par nanostructures de ZnO* par **Yamin Leprince**, professeur à Université Paris-Est p 11
-  *Modèle et mesure pour un diagnostic thermique ciblé du bâtiment* par **Julien Waeytens**, chercheur à l'Ifsttar p 12
-  *Gestion durable des eaux pluviales urbaines : jardin de pluie et arbres de pluie* par **Marie-Christine Gromaire**, chercheur au LEESU p 14
-  *Des bancs rafraîchissants pour lutter contre les canicules* **Climespace, Elioth et Loma** p 15

Editorial

Sense-City, un équipement d'excellence pour l'I-Site FUTURE de Paris-Est

Cécile Delolme, *Vice-présidente du projet I-Site FUTURE*

Au cœur d'Université Paris-Est, dans la Cité Descartes, la mini-ville Sense-City représente un dispositif expérimental unique en matière de recherche et d'innovations urbaines. D'une surface de 800 mètres carrés, cette immense chambre climatique urbaine permet d'étudier des processus majeurs en ville comme les îlots de chaleur ou la pollution atmosphérique par l'acquisition de nombreuses données obtenues grâce à des réseaux de micro et nanocapteurs installés dans la chambre.

Cet équipement d'excellence est maintenant complètement opérationnel. Il est emblématique de la Cité Descartes, et plus spécifiquement de la future Université Gustave Eiffel qui sera créée au 1^{er} janvier 2020, et rassemble 6 établissements d'enseignement supérieur et de recherche de Paris dont l'Ifsttar.

Il s'agit maintenant de développer l'activité de cette plateforme en accueillant des travaux de recherche, de recherche-innovation, et de démonstrations avec des partenaires académiques et socio-économiques.

En association avec les salles blanches d'ESIEE Paris, le site de Paris-Est et l'Université Gustave Eiffel présentent une capacité unique de recherche et innovation sur la ville intelligente pour répondre aux enjeux énergétiques et environnementaux et apporter des outils et méthodes utiles et novateurs aux acteurs de l'aménagement urbain et au service des citoyens.

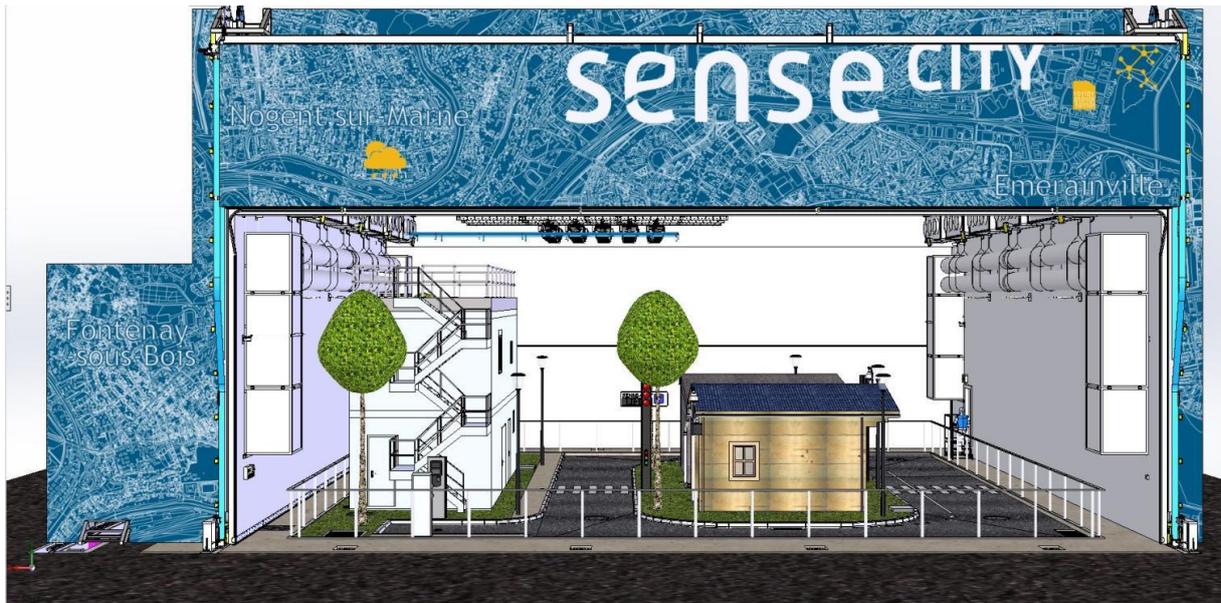


La chambre climatique fermée qui recouvre la mini-ville 1 © Crédits photo : Philippe Bruley, IFSTTAR

Sense-City est un équipement d'excellence du Programme d'investissements d'avenir de l'Agence nationale de la recherche, doté d'un budget de 9 millions d'euros pour la période 2011-2019. Sense-City est également soutenu par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (CPER 2014-2020). D'abord porté par Université Paris-Est, ce programme implique aujourd'hui un consortium de plusieurs partenaires : Ifsttar, ESIEE-CCIP, LPICM (UMR 7647 École Polytechnique-CNRS), CSTB, Inria et UPEM.

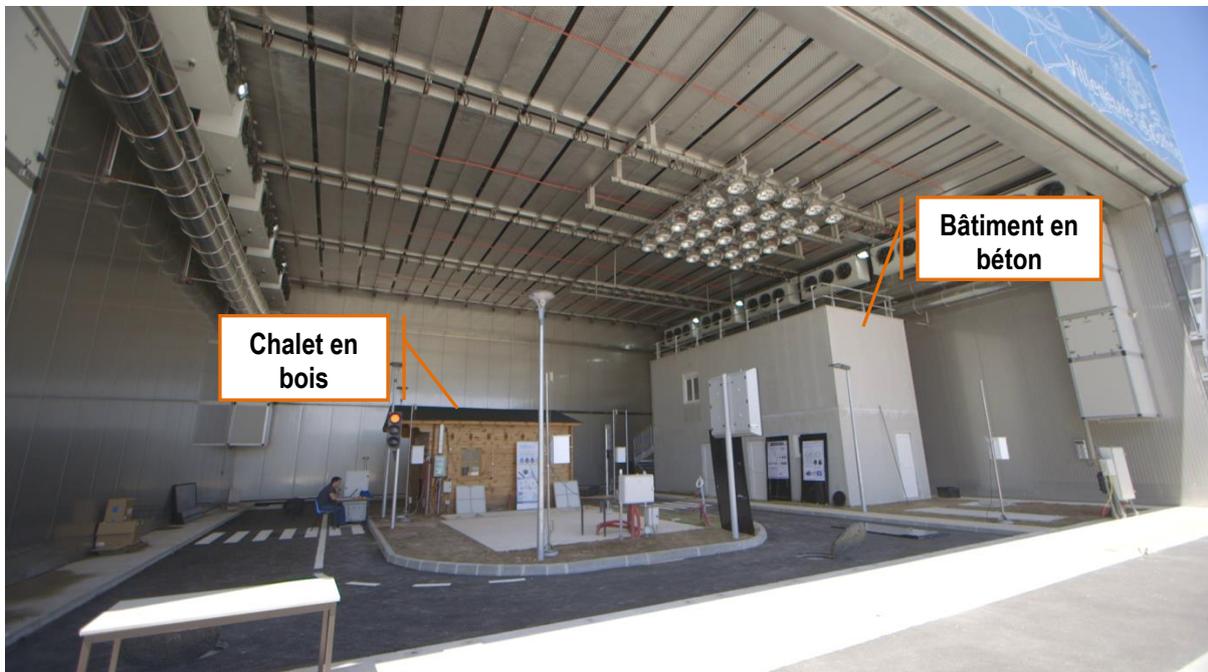
Caractéristiques techniques

- Une halle climatique de 200 tonnes, d'un volume utile de 3 200 m³ et déplaçable d'une mini-ville à l'autre en moins de 45 minutes.
- 2 espaces d'expérimentation – **pour accueillir deux mini-villes** - de 400 m² au sol chacun dont l'un doté d'une fosse étanche de 1 900 tonnes et d'un volume utile de 1 000 m³.
- Un rayonnement solaire généré par 30 lampes de 2000 W chacune.
- Une régulation de la température de -10 °C à +40 °C (en moins d'une demi-journée) et de l'humidité de 30 % à 98 %.
- Un plafond thermo-régulé de -10 °C à +40 °C, indépendant de la température de la halle.
- Une thermalisation de la pluie de +5 °C à +30 °C



Maquette de la mini-ville 1 © Crédits image : Eric Merliot, IFSTTAR

La chambre climatique et la première mini-ville ont été inaugurées en mars 2018



La mini-ville 1 à l'époque de son inauguration © Crédits photo : Philippe Bruley, IFSTTAR

Sense-City, équipement remarquable pour la recherche et l'innovation

Frédéric Bourquin, *directeur du département COSYS, Ifsttar*

Huit ans après la sélection du projet Sense-City par le CGI au titre du programme EQUIPEX, la plate-forme éponyme fonctionne. Constituée de plusieurs petits îlots urbains à l'échelle 1 recouverts tour à tour par une chambre climatique permettant d'y faire régner un climat en anticipation de la fin du siècle, elle constitue aujourd'hui un laboratoire d'innovation urbaine générique, bien adapté à la mise au point, à l'échelle 1, de solutions pour comprendre, mesurer, prédire le métabolisme urbain au sens large et y remédier. La pollution de l'air, de l'eau et des sols, la gestion intelligente de l'énergie, la géothermie, les îlots de chaleur, la construction biosourcée constituent autant de thématiques sur lesquelles des équipes de R&D et des entreprises ont su progresser grâce à l'équipement. En témoignent plusieurs records du monde en nanotechnologies pour la mesure précise à bas coût ou la photocatalyse, la création de 3 et bientôt 4 start-up (Altaroad, Ecotropy, Micad'O, Wind my roof), qui ont en partie fondé leur offre de valeur sur les données de validation obtenues sur Sense-City. En termes d'impact, les systèmes de nano-sondes pour la qualité de l'eau, validés sur le réseau de Sense-City, se trouvent déployés en Inde, les systèmes de pesage Altaroad pèsent les camions à la sortie des plus gros chantiers du Grand Paris Express.

Sense-City a ainsi réussi le pari de favoriser tout à la fois une recherche partenariale de très haut niveau et une innovation solvable concrétisée par un transfert de technologies et une création d'emplois dans le monde économique.



De Proteus à Micad'O : Expérimentations dans la boucle d'eau de Sense-City © Crédits photo Erick Merliot, IFSTTAR

Depuis mars 2018, 122 capteurs ont été branchés dans la mini-ville 1

Depuis mars 2018, 122 capteurs ont été branchés :

Ambiance :

- 9 mesures pour caractériser la météo
- 16 mesures pour la température extérieure
- 32 mesures pour la pollution extérieure (NO₂, O₃, PM)
- 12 mesures très précises de qualité de l'air intérieur ou extérieur (CO, CO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃)

Bâtiment en béton :

- 16 mesures pour étudier la thermique et la consommation énergétique du bâtiment en béton
- 4 mesures de qualité de l'air à l'intérieur du bâtiment en béton (NO₂, PM, COV)

Chalet en bois

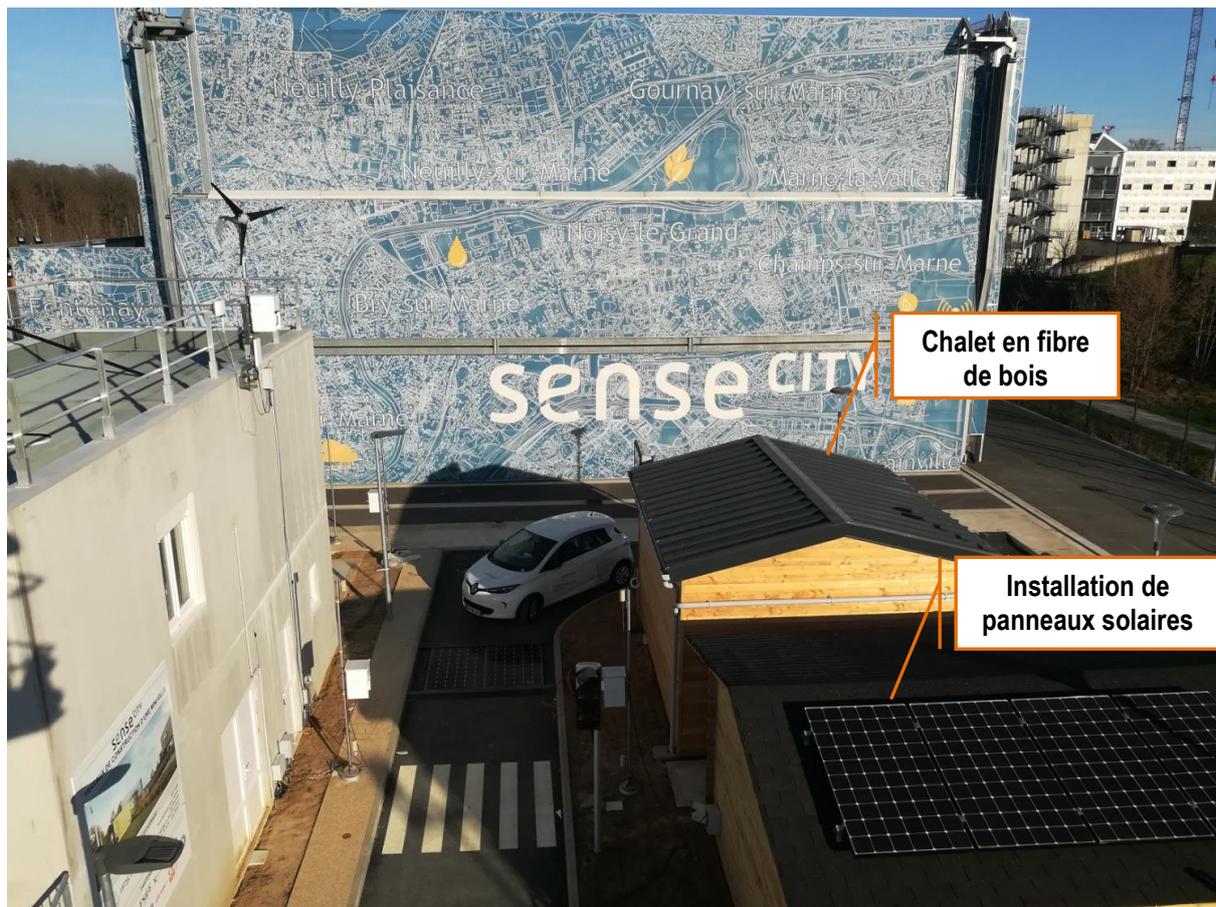
- 18 mesures pour étudier la thermique et la consommation énergétique du chalet de bois
- 8 mesures de qualité de l'air à l'intérieur du chalet de bois (NO₂, PM, COV)

Boucle d'eau

- 9 mesures (Cl, conductivité, débit, pression, température, pH)

Géothermie :

- 40 capteurs (température)



La mini-ville 1 hors chambre climatique © Crédits photo : Philippe Bruley, IFSTTAR

Un chalet en fibre de bois et des panneaux solaires ont également été installés début 2019



De la mini-ville 1 à la mini-ville 2

Anne Ruas, géographe, coordinatrice de Sense-City

Depuis l'inauguration de Sense-City en 2018, de nombreuses améliorations ont été apportées à la mini-ville 1 dont l'installation 1/ de capteurs remontant 122 mesures sur un système d'information adhoc, 2/ d'un bâtiment en fibre de bois pour étudier les propriétés thermiques de ce matériau écologique et 3/ de panneaux solaires pour avancer sur les échanges énergétiques. Ces équipements ont permis la réalisation de nombreuses expérimentations, par exemple sur la thermique du bâtiment, sur les surfaces dépolluantes ou sur l'efficacité des bancs rafraîchissants pour lutter contre les canicules en villes.

En parallèle, l'équipe Sense-City a travaillé sur la conception et la construction de la nouvelle mini-ville, la mini-ville 2, qui sera inaugurée en novembre 2019. La mini-ville 2 permettra de mieux étudier l'apport de la végétation et de l'eau en ville, entre autres pour apporter de nouvelles solutions lors des canicules. D'autres expérimentations sont également prévues dont la construction d'une maison en terre crue pour mieux étudier les propriétés thermiques sous différents climats programmés.

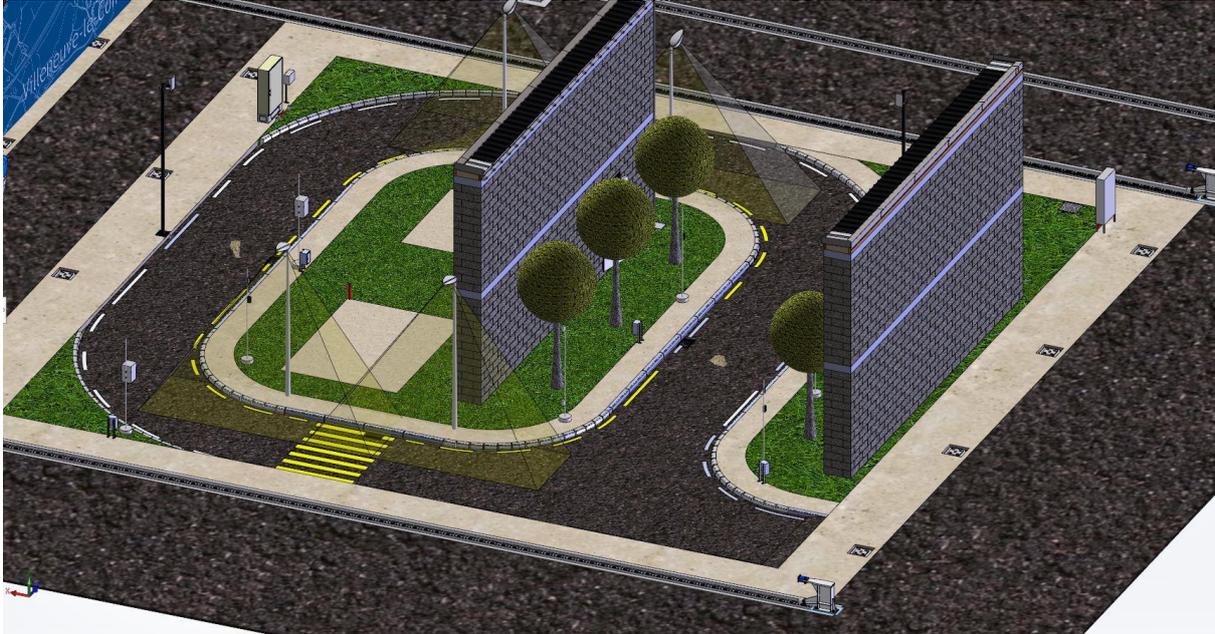


Mini-ville 2 : de la maquette © Crédits image : Erick Merliot, IFSTTAR ; à la construction © Crédits photo Philippe. Bruley, IFSTTAR

Expériences présentées pendant l'inauguration du 26 novembre 2019 :

- Mesure et simulation pour le monitoring de la pollution de l'air
- Route dépolluante fonctionnalisée par nanostructures de ZnO
- Micro-capteur spectral ubiquitaire pour l'analyse des gaz et de la qualité de l'air
- Nanocapteurs multiplexés pour l'analyse de l'eau
- Construction en terre crue stabilisée et renforcée : durabilité et performances
- Bise : Expérimentation sur un bâtiment en biomatériaux
- E-birdy, plateforme pour les tests de fiabilité et d'interopérabilité des systèmes
- Diagnostic thermique d'un bâtiment

- Etude des interactions entre géostructures thermiques au sein d'un écoulement
- Expérimentation radar pour la détection/localisation des réseaux enterrés
- Gestion durable des eaux pluviales urbaines : jardin de pluie et arbres de pluie
- Apprentissage statistique pour la détection et la caractérisation d'activités intérieures



Maquette de la mini-ville 2 © Crédits photo : Erick Merliot, IFSTTAR

La mini-ville 2 est inaugurée le 26 novembre 2019



La mini-ville 2 et la chambre climatique © Crédits photo : Philippe Bruley, IFSTTAR

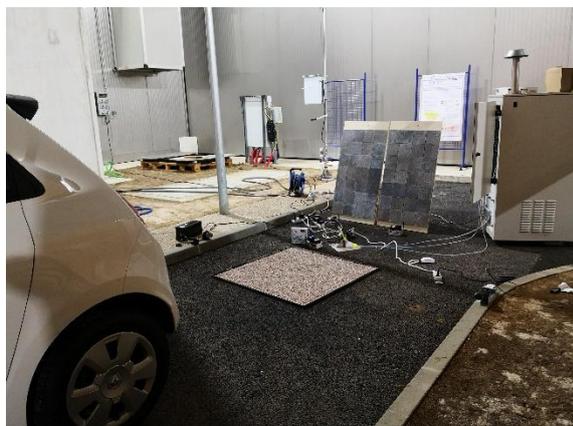


Route dépolluante fonctionnalisée par nanostructures de ZnO

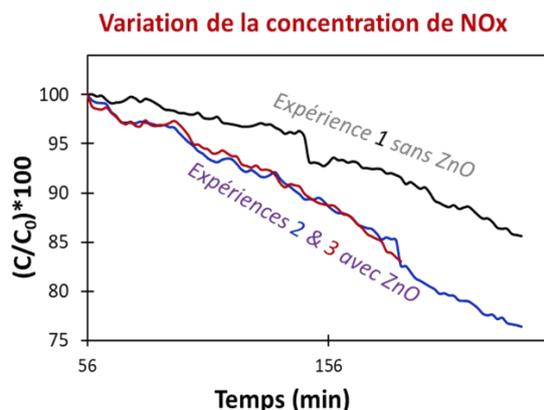
Yamin Leprince, *professeur à Université Paris-Est*
Marie Le Pivert, *doctorante*

Aujourd'hui, la pollution de l'air par les oxydes nitriques (NO et NO₂) connus sous le nom de NO_x est devenue un problème environnemental majeur. La photocatalyse hétérogène à base de semi-conducteurs, tel que le ZnO, est considérée comme une approche efficace et respectueuse de l'environnement pour diminuer les concentrations de NO_x dans l'air. De plus, utiliser les nanostructures de ZnO comme les photocatalyseurs, répond aux exigences de l'efficacité et de la durabilité. Afin de dépolluer le NO_x produit par les automobiles, le projet vise à développer une route dépolluante fonctionnalisée par les nanostructures de ZnO. Ainsi, sous la lumière solaire, et par l'effet photocatalytique, la concentration de NO_x sera considérablement diminuée.

La première expérience menée dans la mini-ville 1 de Sense-City en juillet 2019 a démontré l'efficacité de ces matériaux innovants : une portion de la route bitumée dont les granulats ont été recouverts de nanostructures de ZnO et un muret de carrelages recouverts de nanostructures de ZnO ont été élaborés. Dans la chambre hermétique de la mini-ville 1, la pollution a été volontairement engendrée par un véhicule en accélération et sous le simulateur solaire. Par effet photocatalytique, il a été constaté que la concentration de NO_x a été significativement diminuée en présence des surfaces dépolluantes.



Expérience dans la mini-ville 1 © Crédits photo : Yamin Leprince, Université Paris-Est





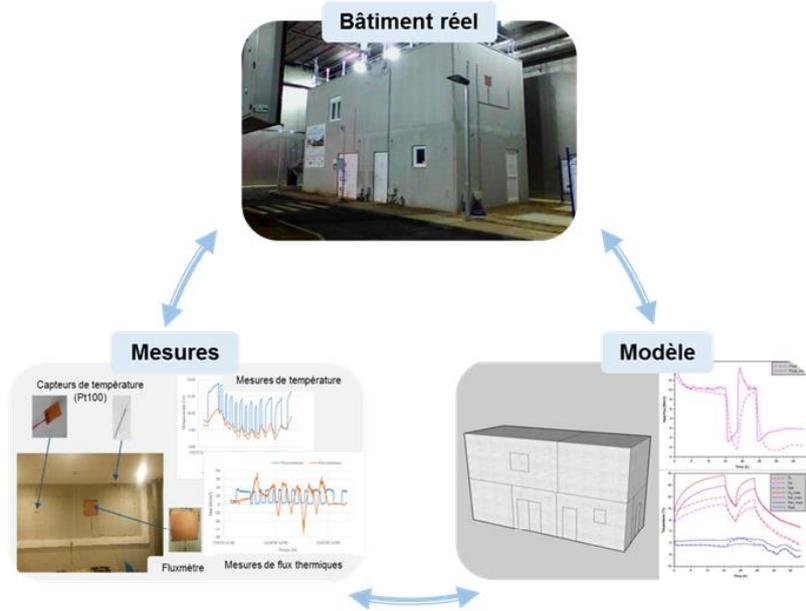
Modèle et mesure pour un diagnostic thermique ciblé du bâtiment

Julien Waeytens, *chercheur à l'Ifsttar*

Dans le contexte actuel de dérèglement climatique et d'épuisement des ressources, la réduction des consommations énergétiques finales du secteur résidentiel/tertiaire représente un enjeu majeur. En France, ce secteur compte pour environ 45% des consommations énergétiques finales. De plus, le parc immobilier français est constitué majoritairement de bâtiments anciens et énergivores dont le taux de renouvellement annuel est faible (1% à 2%). Ainsi les bâtiments existants représentent un important gisement d'économies d'énergie. Afin d'entreprendre des travaux de rénovation énergétique pertinents, il est judicieux d'identifier les éléments du bâtiment entraînant de fortes déperditions de chaleur et de les quantifier. Dans le cadre d'une thèse de doctorat, une stratégie numérique a été proposée afin de réaliser un diagnostic thermique ciblé du bâtiment. Cette méthode s'appuie sur des mesures *in situ* et un modèle physique de thermique du bâtiment.

Grâce à Sense-City, deux types d'expérimentations sur le bâtiment en béton ont été réalisés. Dans un premier temps, un essai normalisé a été mené avec une température extérieure constante afin de caractériser l'isolation des parois. Dans un second temps, un scénario de climat hivernal a été reproduit et les données des capteurs ont été exploitées afin de valider la méthode numérique proposée.

Les résultats obtenus font actuellement l'objet de publications dans des revues internationales.



Application au bâtiment Sense-City d'une méthode numérique couplant mesure et modèle pour un diagnostic thermique ciblé © Crédits image : JulienWaeytens, IFSTTAR



Gestion durable des eaux pluviales urbaines : jardin de pluie et arbres de pluie

Marie-Christine Gromaire, *directrice de recherche au LEESU*

Dans le contexte actuel de perturbation croissante du climat, qui vient se superposer à la pression liée à l'artificialisation continue des sols, la gestion des eaux pluviales urbaines prend une nouvelle dimension. L'eau pluviale urbaine devient non plus seulement un facteur de risque (hydrologique, sanitaire et environnemental) si elle n'est pas bien gérée, mais aussi et surtout une ressource précieuse qu'il faut réintégrer à la ville pour en faire un vecteur d'adaptation et de résilience des milieux construits. Cela passe par la promotion d'une gestion diffuse des ruissellements, dans des ouvrages basés sur la nature, favorisant la rétention de l'eau, sa filtration, son infiltration et/ou son évapotranspiration. L'eau pluviale urbaine devient ainsi support au développement de la nature en ville et une ressource précieuse pour améliorer le confort thermique urbain et la qualité de vie.

La mini-ville 2 de Sense-City met l'accent sur l'étude de ces interactions entre l'eau, la végétation et le sol en milieu urbain. Le rôle du couvert végétal (gazon, arbres d'alignement, infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales), et plus largement, les fonctions écosystémiques assurées par les sols plantés y seront appréhendés en lien avec les conditions climatiques.

La mesure en continu dans Sense-City de données couplées sur les conditions météorologiques, l'état hydrique des sols et les débits issus du « jardin de pluie » et des « arbres de pluie » constitue un support inédit pour progresser dans la connaissance et la modélisation des processus hydrologiques en jeu et ainsi optimiser la conception de ces systèmes.



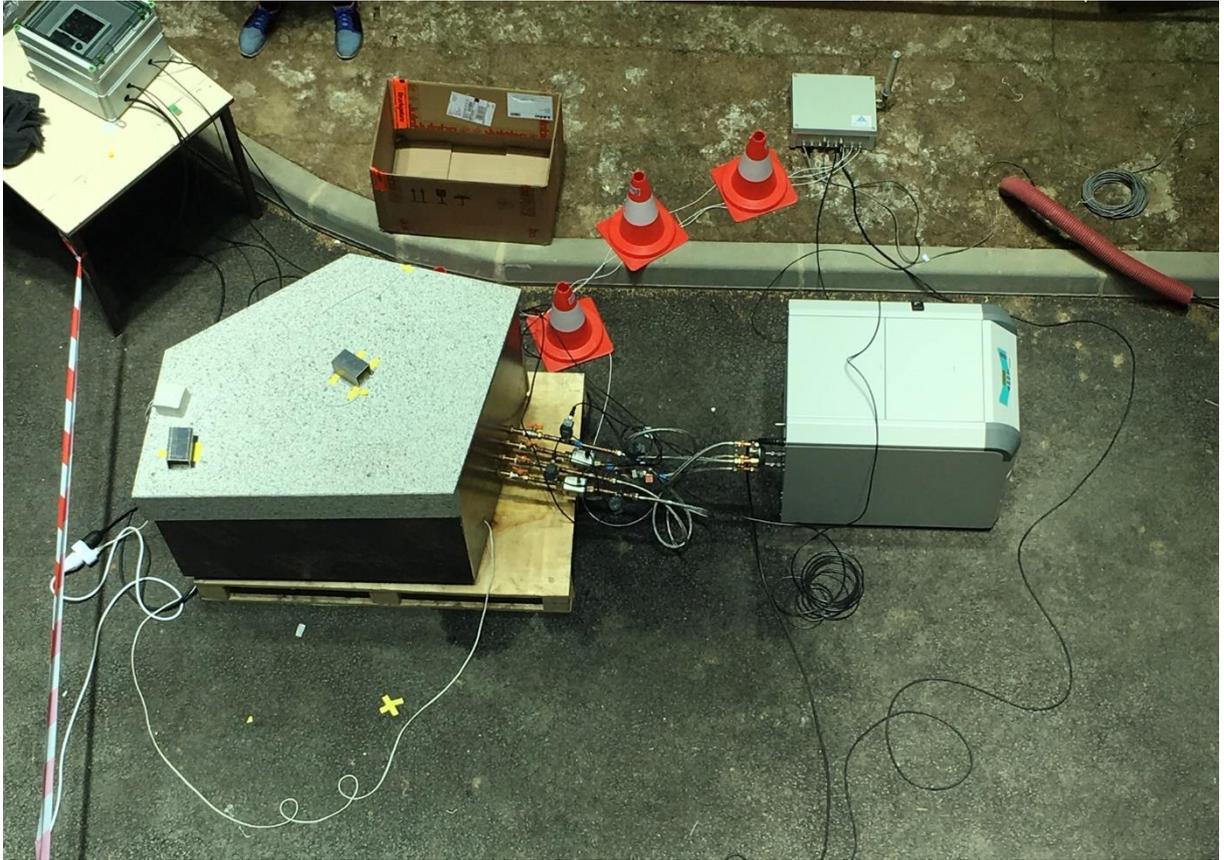
Des bancs rafraîchissants pour lutter contre les canicules

Climespace, Elioth et Loma

Offrir des pauses de fraîcheur et des espaces refuges en ville est devenu indispensable. S'inscrivant dans le plan climat de Paris énonçant que « *d'ici 2020, il est souhaité qu'aucun Parisien ne soit à plus de 7 minutes de marche d'un îlot de fraîcheur* », Climespace, une société qui délivre du froid pour les immeubles de bureau, crée des zones tempérées extérieures profitant de son réseau de production de froid. Développant des micro-espaces tempérés, permettant de profiter de l'espace public en plein été, Climespace conçoit du mobilier frais appelé « banque urbaine ».

Pour garantir son bon fonctionnement, la société intervient sur l'ensemble des critères d'échange thermique : la température radiante de l'objet, le rayonnement solaire, la température de l'air, la température de contact et la vitesse d'air. Les solutions retenues portent notamment sur l'assise conductrice, l'ombrage, le soufflage d'air. L'îlot frais répond ainsi aux trois modes de transfert thermique : la conduction, le rayonnement et la convection. Les solutions passives de rafraîchissement s'avérant peu efficaces lors de canicule, Climespace a mis au point un système autonome en énergie. Cette innovation s'appuie sur des panneaux photovoltaïques pour alimenter les batteries, ces dernières, efficaces en énergie peuvent faire fonctionner des ventilateurs.

La chambre climatique Sense-City a permis de valider les hypothèses de refroidissement, en conditions simulées sous différents climats (dont des canicules extrêmes) et en faisant varier la température de l'air, l'humidité et le rayonnement solaire. A l'aide de mesures d'expérimentation (par caméra thermique, sonde de température d'air, d'eau, débitmètre, taux d'humidité, mesure de rayonnement), différents scénarios numériques ont ainsi pu être établis. Sense-City s'est avéré être un moyen efficace permettant de se rendre également compte des sensations thermiques. Ainsi, les approches expérimentales et théoriques restent le meilleur moyen d'aborder la physique complexe du confort. La banque urbaine permet l'expérience du frais urbain.



Expérimentation en cours d'un micro-espace tempéré © Crédits photo : Climespace, Elioth et Loma

Contact presse :

Émilie Vidal, chargée des relations médias

Tél : 01 81 66 82 15 ou 06 19 71 21 95 –

Mail : emilie.vidal@ifsttar.fr