



Variabilité quotidienne et saisonnière de l'îlot de chaleur urbain à Rennes : premiers résultats du programme ECORURB

Vincent Dubreuil, Hervé Quénol, Olivier Planchon, Philippe Clergeau

► To cite this version:

Vincent Dubreuil, Hervé Quénol, Olivier Planchon, Philippe Clergeau. Variabilité quotidienne et saisonnière de l'îlot de chaleur urbain à Rennes : premiers résultats du programme ECORURB. F.Vinet. XXIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 2008, Montpellier, France. AIC, GESTER, Université Paul Valéry Montpellier III, pp.221-227, 2008. <hal-00325276>

HAL Id: hal-00325276

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00325276>

Submitted on 27 Sep 2008

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.

VARIABILITE QUOTIDIENNE ET SAISONNIERE DE L'ILOT DE CHALEUR URBAIN A RENNES : PREMIERS RESULTATS DU PROGRAMME ECORURB

DUBREUIL Vincent (*), QUENOL Hervé (), PLANCHON Olivier (**), CLERGEAU Philippe (***)**

(*) COSTEL CNRS UMR 6554 LETG, Université Rennes 2 et Professeur invité au CDS -*Centro de Desenvolvimento Sustentavel*-, Université de Brasilia (bolsista da CAPES), vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr

(**) COSTEL CNRS UMR 6554 LETG, Université Rennes 2, herve.quenol@univ-rennes2.fr

(***) Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité – UMR 5173, philippe.clergeau@mnhn.fr

Résumé : *Cet article présente les premiers résultats du programme de recherche ECORURB (Ecologie du Rural vers l'Urbain) dont un des objectifs est de mesurer l'impact de la ville sur le climat local. Pour cette étude, un réseau de 16 stations météorologiques automatiques a été installé selon un gradient centre-ville périphérie campagne. Les résultats obtenus permettent de montrer la variabilité temporelle de l'ICU (îlot de chaleur urbain). Ainsi, en 2006, l'intensité de l'ICU a surtout été marquée en fin de nuit pendant l'été (plus de 2,5°C en moyenne de 22h à 5h en juillet contre 1 à 1,3°C pendant les mois d'hiver). En revanche, pendant la journée, les écarts moyens horaires entre le centre-ville et la campagne ne dépassent pas quelques dixièmes de degrés.*

Mots-clés : *îlot de chaleur, climatologie urbaine, Rennes.*

Abstract: *This paper presents the first results of the research program ECORURB (Ecology Rural to Urban) of which one of the objectives is to measure the impact of the city on the local climate. For this study, a network of 16 automatic weather stations was installed according to a gradient from downtown area to periphery countryside. The results show the temporal variability of the UHI (urban heat island). Thus, in 2006, the intensity of the UHI was especially marked at the end of the night during the summer (more 2,5°C on average of 22:00 to 5:00 in July against 1 to 1,3°C during the winter). On the other hand, during the day, the time average deviations between the downtown area and the countryside do not exceed some tenth of degrees.*

Key words: *urban heat island, urban climatology, Rennes.*

Introduction

Parmi les modifications environnementales générées par l'accroissement urbain et qui sont susceptibles d'affecter la dynamique des espèces animales et végétales, le climat apparaît comme une des variables clés à contrôler et mesurer dans le cadre de programmes de recherches sur la ville. En effet, les modifications de surface et de l'occupation du sol (bâti, voirie) et la modification de la rugosité des surfaces sont autant de paramètres qui vont modifier le bilan de l'énergie à l'échelle locale et vont donc contribuer à générer un climat particulier à la ville (Oke, 1978). C'est dans cette logique qu'un réseau d'observation météorologique et biologique a été conçu sur les villes de Rennes et Angers. Après un bref aperçu du programme ECORURB, nous présentons dans ce papier les conditions de la mise en place du réseau d'observation climatologique de Rennes et les choix techniques et de localisation qu'il a fallu opérer. Enfin, les premiers résultats des années 2006 et 2007 concernant la variabilité spatio-temporelle de l'ICU (îlot de chaleur urbain) sont exposés.

1. Présentation du programme de recherche ECORURB⁷

Depuis la fin de l'année 2003, un programme de recherche pluridisciplinaire centré sur la compréhension et la prédiction des relations biologiques ville-campagne (influencées par certains facteurs abiotiques comme le climat) est en place sur les agglomérations rennaise et angevine. Le projet ECORURB (Ecologie du Rural vers l'Urbain) s'appuie notamment sur la

⁷ <http://w3.rennes.inra.fr/ecorurb/>

comparaison de 12 stations boisées de même taille sur un gradient d'urbanisation (centre ville - périurbain – rural) sur chacune des villes de Rennes et d'Angers. L'équipe rassemble des chercheurs de diverses disciplines (agronomie, écologie, géographie, sociologie,...) et organismes (INRA, Universités, CNRS) et a obtenu un soutien financier et logistique important des deux villes et de leurs communautés d'agglomérations ainsi que de l'Institut Fédératif de Recherche CAREN (Centre Armoricaïn de Recherches en Environnement⁸). Ainsi, à Rennes, nous avons pu bénéficier du financement d'une partie du matériel et de la mise à disposition de terrains de la ville pour des expérimentations à long terme (10 ans) y compris l'installation de stations météorologiques le long d'un transect privilégié du centre ville vers le nord-est de l'agglomération (forêt de Rennes).

Le cœur du projet, d'un point de vue écologique et biologique porte donc sur l'étude des dynamiques des espèces à l'interface rural-urbain : processus de colonisation-invasion et d'adaptation des espèces aux milieux très anthropisés, étude des flux d'espèces à risques, évolution de la biodiversité aux interfaces de milieux. Un deuxième volet consiste à étudier les facteurs et/ou indicateurs contrôlant la biodiversité et la biologie urbaines. Deux aspects ont été retenus pour la ville de Rennes :

- l'étude de la dynamique des paysages et de l'occupation du sol (par télédétection),
- la cartographie des climats locaux au moyen de réseau de mesure et phénologie d'espèces indicatives (Mimet et al., 2005).

Ce dernier point fait donc l'objet d'une attention plus particulière à Rennes avec la mise en place d'un réseau d'observation climatique comportant 16 stations réparties sur l'agglomération.

2. Mise en place et test des stations météorologiques

Pour cette étude, on a privilégié des installations de stations fixes et automatiques qui permettent de mesurer l'ensemble des paramètres intéressants en continu. Le choix du matériel a été conditionné par l'expérience acquise depuis plus de dix ans au laboratoire COSTEL dans l'utilisation des stations météorologiques DAVIS Instruments. La station Weather Monitor 2 avait notamment déjà fait l'objet en 1994 d'une mention spéciale pour son excellent rapport qualité/prix dans la revue *la Météorologie*.

Dès leur acquisition, les stations ont d'abord été contrôlées pendant plusieurs semaines afin de tester l'homogénéité des mesures effectuées par tous les capteurs. Il est à noter que sur l'ensemble des stations acquises par le programme, seuls un capteur thermo-hygrométrique et un anémo-girouette ont présenté à la livraison des mesures manifestement incorrectes et ont dû être remplacés. Les tests de contrôle, montrent la bonne cohérence des mesures effectuées par les stations Weather Monitor 2. Pour les températures, l'écart moyen varie entre + 0,17°C et -0,09°C par rapport à la station de référence ; l'écart maximum moyen entre les 2 stations les plus différentes est inférieur à 3 dixièmes. Pour toutes les stations, les écarts supérieurs à 1°C représentent environ 1% des observations et les écarts supérieurs à 0,5°C représentent en général moins de 5% des observations. Pour l'humidité relative, les écarts varient de +1,9% à 3,9%, ce qui, compte tenu de la précision annoncée des capteurs par le constructeur (+ ou - 5%), est parfaitement acceptable (tab. 1).

Après cette période de test, les stations ont progressivement été installées entre la fin 2003 et la fin de l'année 2004 (2005 pour la dernière). Pour cette implantation, nous avons consulté

⁸ <http://www.caren.univ-rennes1.fr/>

le plan cadastral du bâti de l'agglomération rennaise afin de repérer les secteurs a priori favorables à l'installation des stations. Logiquement, les espaces disponibles sont essentiellement les parcs mais aussi les cimetières, les enceintes de bâtiments scolaires et de certaines administrations. La nécessité de pouvoir accéder aux stations nous a fait écarter les installations dans des sites sensibles (plan Vigipirate), privilégiant plutôt les établissements scolaires avec lesquels il est, en outre, possible de proposer une activité pédagogique autour du matériel installé. Enfin, les sites retenus doivent être à proximité des parcelles de suivi de la biodiversité, être répartis de façon assez homogène sur l'agglomération (la partie nord-est étant cependant privilégiée pour l'étude écologique) et tenir compte des types de bâtis existants (grands ensembles, pavillonnaire...). De façon plus précise, les obstacles à proximité des stations restant nombreux en ville, nous avons également cherché à placer les stations dans des sites bien dégagés vers le sud (pour éviter les effets d'ombre pour la mesure des températures maximales) ainsi que vers l'ouest afin de mieux tenir compte des vents dominants. De façon délibérée, il a donc été choisi de privilégier les mesures de températures, la quantification précise de l'îlot de chaleur urbain étant, par hypothèse, le phénomène le plus susceptible d'affecter la répartition des espèces.

Station 022	Station 023	Station 024	Station 025	Station 026	Station 027
Température	Température	Température	Température	Température	Température
% écart 0° :	% écart 0° :	% écart 0° :	% écart 0° :	% écart 0° :	% écart 0° :
36.46	27.08	10.11	14.80	26.71	11.91
%écart0-0,5°	%écart0-0,5°	%écart0-0,5°	%écart0-0,5°	%écart0-0,5°	%écart0-0,5°
59.93	67.87	86.28	79.78	68.95	85.20
%écart0,5-1°	%écart0,5-1°	%écart0,5-1°	%écart0,5-1°	%écart0,5-1°	%écart0,5-1°
2.89	3.25	2.17	4.69	3.61	2.17
%écart+1°	%écart+1°	%écart+1°	%écart+1°	%écart+1°	%écart+1°
0.72	1.81	1.44	0.72	0.72	0.72
Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :
0.09 °C	0.14 °C	-0.07 °C	0.17 °C	0.11 °C	-0.09 °C
Humidité :	Humidité :	Humidité :	Humidité :	Humidité :	Humidité :
Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :	Ecart moyen :
-3.2 %	-3.6 %	1.9 %	-3.9 %	-2.8 %	-3.7 %

Tableau 1. Comparaison des écarts de températures et d'humidité relative entre 6 stations et la station de référence pour la deuxième décennie de novembre 2003.

Les principaux problèmes rencontrés dans l'exploitation du réseau ont surtout concerné l'alimentation électrique des stations, les données manquantes représentant, selon les stations, entre moins de 2% et 31% des séries chronologiques pour la période 2005-2007 (fig. 1). Une station (15- Bréquigny) n'a pas pu être utilisée du fait de travaux importants intervenus sur le site d'implantation en 2006 et 2007 et qui ont entraîné de trop grandes pertes de données. Sans tenir compte de cette station (ni de celle de référence de Météo France à Saint Jacques de la Lande), le taux de disponibilité global des données atteint 82% pour les 3 dernières années de fonctionnement (l'année 2004 étant évidemment plus lacunaire du fait de l'installation progressive des stations au cours de l'année). La figure 1 montre qu'il a d'ailleurs été plus facile de maintenir en fonctionnement les stations rurales (moins de contraintes d'accès aux sites et à l'alimentation électrique) que les stations urbaines. Après près de 4 années de fonctionnement de ce réseau nous présentons ici les premières synthèses des observations concernant les températures moyennes horaires et mensuelles.

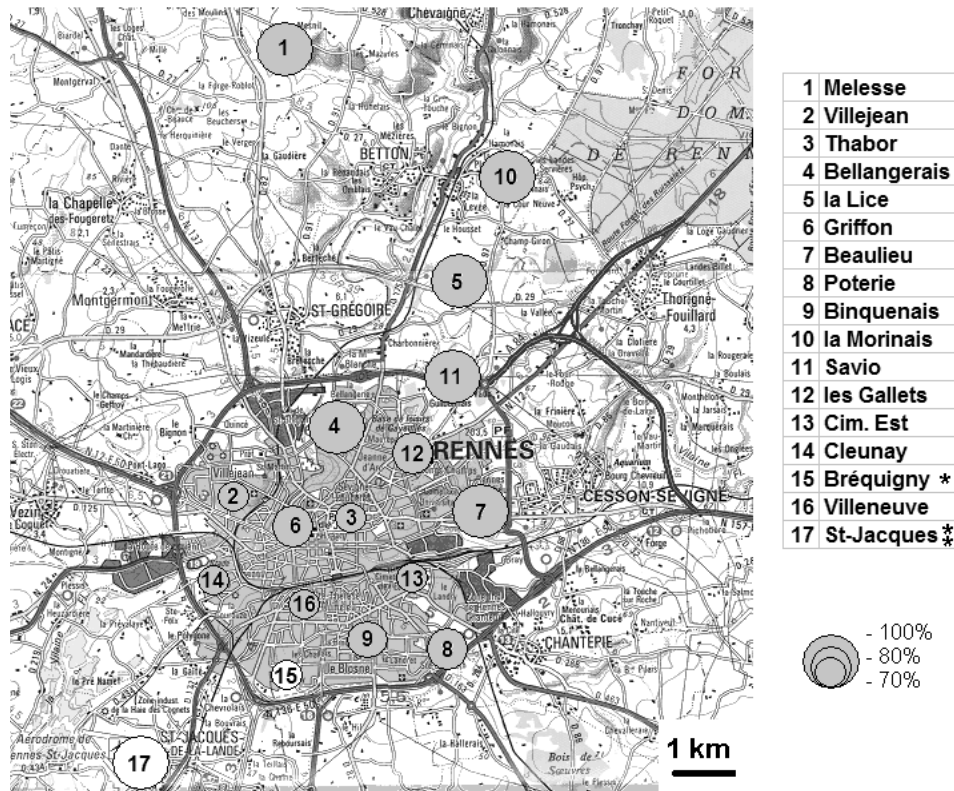


Figure 1. Carte de localisation des stations météorologiques et pourcentage de données disponibles pour la période 2005-2007 (fonds de carte IGN © au 1/100.000^e). * station 15 désactivée en 2006-2007 suite à des travaux sur le site ; ** station 17, station synoptique Météo France de Saint Jacques de la Lande.

3. Variabilité spatio-temporelle de l'îlot de chaleur urbain à Rennes

Les données du tableau 2 montrent que l'îlot de chaleur urbain (ICU) est bien marqué pour les températures minimales (moyennes et absolues), plus que pour les températures maximales. En juillet 2006, par exemple, l'écart moyen pour les minima atteint ainsi 2,8°C contre 1,4°C pour les maxima ; l'écart entre les températures moyennes est également plus modeste mais dépasse tout de même 2°C certains mois (septembre 2007). Ces données, complétées par des transects thermiques nocturnes, montrent que le gradient campagne / centre-ville atteint 1,5 à 2 degrés en moyenne en fin de nuit mais peut dépasser 7 degrés dans certaines situations : deux écarts records de 8,1°C et 8,2°C ont même été observé le 22 septembre 2005 à 21 heures et le 19 juillet 2006 à 5 heures ! Dans le détail, l'environnement immédiat de chaque station laisse apparaître des nuances liées à l'hétérogénéité du bâti ou l'existence de parcs intra-urbains (Alcoforado, 1996) : ainsi, la station centrale (3) du Thabor (principal parc du centre ville) enregistre des températures minimales un peu moins élevées que celle du Griffon (6) située dans une cour fermée sans végétation du centre historique.

Les données saisonnières et horaires montrent aussi clairement la variabilité temporelle de l'ICU. Pour illustrer ce point, les deux stations extrêmes du centre-ville (6- Griffon) et de La Lice (5, en proche périphérie rurale de Rennes) ont été retenues ; ces deux stations présentent également assez peu de lacunes (complées avec les données de la station la plus proche) pour pouvoir être comparées sur près de deux années. Ainsi, en 2006, l'intensité de l'ICU a été plus marquée en fin de nuit pendant l'été (plus de 2°C en moyenne de 21h à 5h en juillet, un des mois les plus chauds enregistré à Rennes avec une moyenne des maxima de 28,9°C, 2^e valeur la plus élevée après celle d'août 2003), que pendant les mois d'hiver (1 à 1,2°C). En revanche, pendant la journée, les écarts moyens horaires entre le centre-ville et la campagne ne dépassent pas quelques dixièmes de degrés (tab. 3).

- le 1^{er} et le 2 septembre (circulation de NW) sont marqués par une forte nébulosité trahie par une faible amplitude thermique diurne (de l'ordre de 6°C) et un vent modéré de 4 à 5 m/s : l'ICU est à peine marqué. Le 3 et le 4 septembre, la nébulosité diminue, l'amplitude thermique augmente et l'ICU s'intensifie (près de 4°C pendant la nuit). Malgré l'augmentation des températures dans les jours qui suivent (anticyclone sur les îles Britanniques), la forte nébulosité impose un ICU modéré (de 2 à 3°C.) du 5 au 18 septembre.
- L'ICU redevient plus marqué du 19 au 22 (circulations d'W à SW) et le 29-30 septembre (circulation de S) : ce sont surtout les ciels clairs (importante amplitude thermique diurne supérieure à 13°C) et secondairement la faible vitesse du vent (1 à 3 m/s) qui expliquent cette situation. En revanche, du 24 au 27 septembre (séquence perturbée), le vent plus fort (7 à 9 m/s) entraîne à nouveau la quasi-disparition de l'ICU.

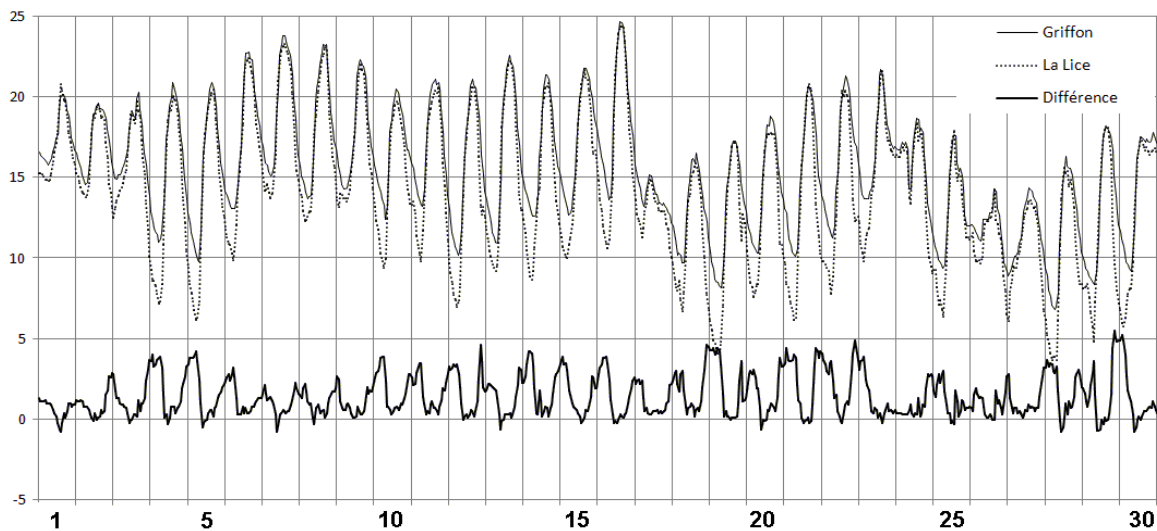


Figure 2. Variations horaires de la température (°C) à Rennes en septembre 2007 pour les stations de Griffon (6- centre ville) et la Lice (5- campagne) ; en gras différence Griffon – la Lice.

Conclusion

L'étude de l'îlot de chaleur urbain d'une ville moyenne comme Rennes montre que celui-ci est bien marqué, notamment l'été et pendant la nuit : ceci s'explique essentiellement par la restitution de chaleur (rayonnement infrarouge) par les surfaces urbanisées pendant la nuit et notamment l'été où l'accumulation diurne est également plus importante en ville qu'en campagne (où la présence de végétation renforce le flux de chaleur latente). Par ailleurs, le gradient de température ville-campagne est d'autant plus marqué que le vent et la nébulosité sont faibles, situations en moyenne plus fréquentes pendant l'été. La poursuite du programme ECORUB sur 10 ans devrait permettre de mettre en évidence l'accroissement de cet ICU avec l'extension prévue de l'agglomération et les modifications climatiques et biologiques à venir dans les quartiers où les changements d'utilisation du sol seront les plus importants.

Références bibliographiques

- Alcoforado M.J. 1996. Comparaison des ambiances bioclimatiques estivales d'espaces verts à Lisbonne. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, **9**, 273-280.
- Cantat O., 2004. L'îlot de chaleur urbain parisien selon les 'types de temps'. *Norois*, **191**, 75-102.

Mimet A., Dubreuil V., Quenol H., Roze F., Clergeau P. 2005. Dynamique de la végétation en relation avec la température dans l'agglomération rennaise ; *Actes du XVIII colloque de l'Association Internationale de Climatologie* (Gênes, Italie, septembre 2005), 81-84.

Oke T.R. 1978. *Boundary layer Climates*. Methuen & Co, London, 372 p.