

Apport de la géomatique pour la caractérisation de l'Îlot de Chaleur Urbain à Rennes (France)

Hervé Quénol¹, Sébastien Bridier², Olivier Vergne¹ et Vincent Dubreuil¹

¹Laboratoire COSTEL, UMR6554 LETG
Université Rennes2, place du recteur Henri Le Moal
35043 Rennes Cedex (France)
herve.quenol@uhb.fr vincent.dubreuil@uhb.fr

²UMR ESPACE, Université de Provence,
Avenue Robert Schuman, 13 Aix en Provence (France)
Sebastien.bridier@up.univ-mrs.fr

Abstract. This study of the Urban Heat Island in Rennes (France) depends on the use of the investigation tools used in local climatology : the theoretical means (GIS and data bases, DEM) for the modelisation, the ground observations (temperature measurements) and remote sensing instruments (NOAA-AVHR). The combination between topography (slope, exposure, effects of orographical mask), characteristics of urban space (standard of frame, height of the frame, width of the streets), thermic images of remote sensing (NOAA-AVHR) as well as the weather data make it possible to model the UHI by carrying out a multiple regression. The results of this multiple regression are spatialized with matrix built in a Geographical Information System (GIS).

Palavras-chave: UHI, GIS, remote sensing

1. Introduction

En ville, l'expression la plus concrète de la modification du bilan d'énergie est l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU). Caractérisé par un dôme urbain, l'ICU est la manifestation de la hausse de températures engendrée par les caractéristiques physiques (bâti, ...) et les activités de la ville. L'ICU est défini par la différence de températures existant entre les secteurs centraux de l'agglomération et les secteurs périphériques. Au delà d'une trop simple distinction centre/périphérie, il s'agit surtout d'une différence de surface et d'occupation du sol : le centre est généralement occupé par un bâti dense, présentant des surfaces verticales, alors que la périphérie est occupée par des surfaces horizontales végétalisées ou humides.

L'étude de l'ICU est abordée ici suivant l'hypothèse reliant la répartition des températures avec les caractéristiques de l'espace bâti. En fonction de cette hypothèse, nous présentons une méthode permettant de caractériser l'ICU à partir de l'utilisation croisée des outils d'investigation employés en climatologie locale regroupant des moyens théoriques (SIG et bases de données comme le type de bâti, hauteur du bâti, largeur des rues, présence d'espaces vert, ...) et des données issues des images satellitaires thermiques (NOAA-AVHRR) et des observations de terrain (mesures en continu des températures) destinées à la validation et à la modélisation. Dans un premier temps, nous démontrerons comment l'analyse des données urbaines (surface, hauteur du bâti, ...) dans un SIG permet de modéliser la structure spatio-temporelle de l'ICU. Puis, nous verrons l'apport des données météorologiques et des images thermiques NOAA-AVHRR pour valider et améliorer la simulation de l'ICU à Rennes.

2. Simulation de l'ICU par l'analyse de la répartition du bâti

En supposant que le bâti et les surfaces imperméabilisées sont les principaux vecteurs de l'absorption et de la restitution de l'énergie solaire, l'étude de la répartition du bâti permet une première approximation de la répartition théorique des températures (Carrega, 1994 ; Bridier *et al*, 2005). Trois indicateurs ont été créés pour restituer la répartition du bâti à partir des

données issues du SIG de la *Base de Données Urbaines de la Ville de Rennes* (fig 1): le premier indicateur donne la répartition de la surface bâtie (a). Le second donne la répartition du volume de bâti (b). Le troisième donne la profondeur du canyon urbain (c). Ces trois indicateurs proviennent d'un traitement réalisé au sein du logiciel *Mapinfo* croisant une grille de taille variable (de 50 m à 1 km de côté) et le fichier du bâti (surface, hauteur). Les trois indices représentent chacun un aspect du bâti, surface au sol, volume ou surface exposée. La combinaison de ces indices indique, par exemple, la distribution de l'énergie solaire interceptée (fig 1d).

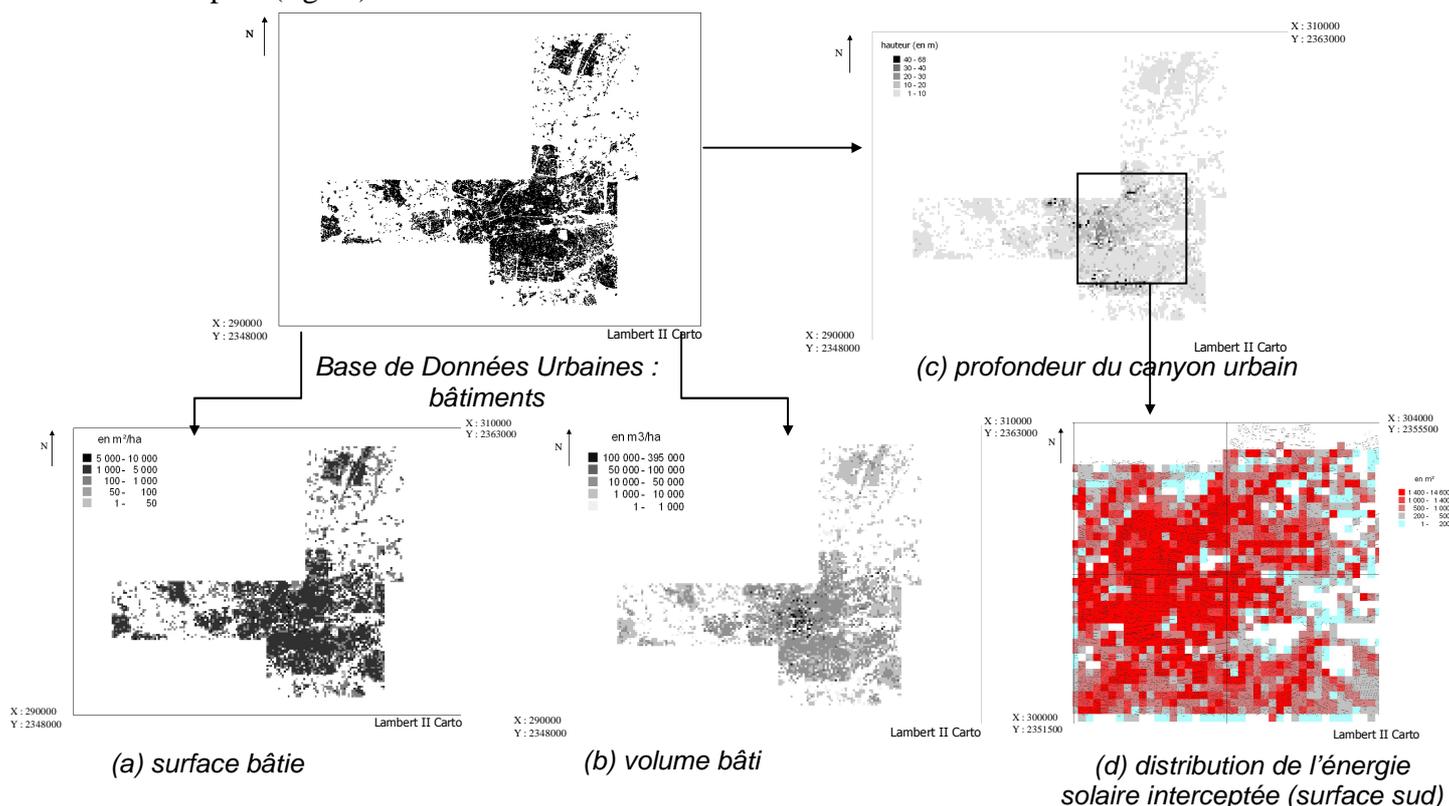


Figure 1 : Indicateurs de la répartition du bâti.

3. Validation avec les données météorologiques et des images

L'étape de la validation a été réalisée à partir des données météorologiques obtenues sur le terrain puis avec l'intégration des images thermiques NOAA-AVHRR.

Les relevés météorologiques obtenus à partir du réseau de stations météorologiques ECORURB (Ecologie – Rural / Urbain) ont permis de mettre en évidence une forte variabilité spatio-temporelle de la température, d'une part, entre la ville et la campagne et d'autre part, à l'intérieur même de la ville, en fonction des caractéristiques environnementales (type de bâti, présence d'espaces verts, ...). Par exemple, par temps calme (anticyclonique), la différence de température entre Rennes et la campagne peut atteindre plusieurs degrés. La température instantanée est plus chaude dans les secteurs urbanisés que dans les secteurs végétalisés. Plus le bâti est dense, plus la température nocturne est chaude (fig 2). Il existe une bonne corrélation entre la densité du bâti et les températures. Le lien températures élevées/bâti est le plus significatif durant les nuits anticycloniques (ciel clair et vent faible).

La seconde méthode de validation repose sur des données satellitaires. Par absence des images thermiques mieux adapté au modèle, les données NOAA-AVHRR16 ont été utilisées, et ce, malgré leur basse résolution. Ces images, permettant l'estimation de la température de surface au kilomètre (Dubreuil et al, 2002), ont complétées les mesures de terrain. Les canaux

4 et 5 ont été redressés géométriquement et corrigés des effets atmosphériques par la méthode split window de Le Gléau (1996), méthode utilisée et conseillée par Météo-France¹ (fig 3).

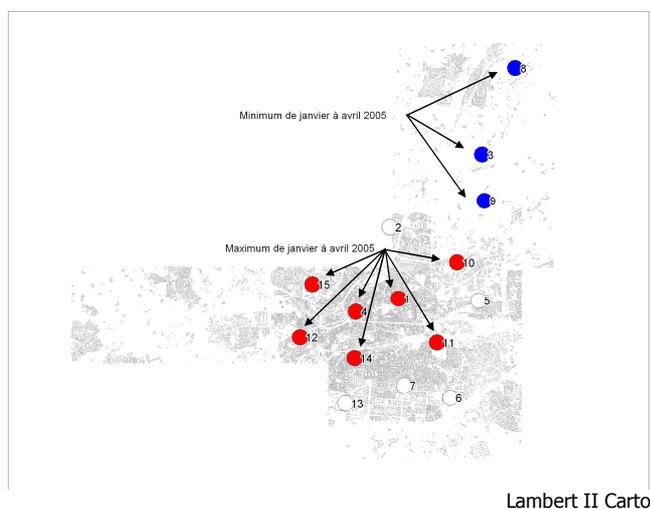


Figure 2 : Températures entre janvier et avril 2005.

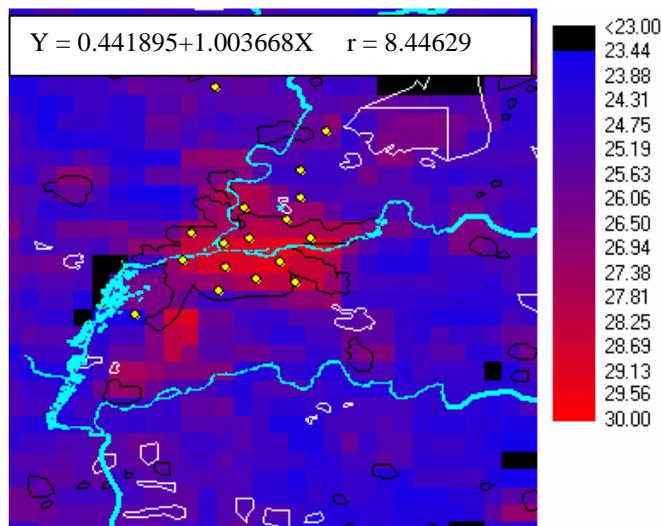


Figure 3 : Image NOAA-AVHRR de la nuit du 19 février 2005.

Ces images ont mis en évidence une grande variation spatiale des températures. La comparaison avec la répartition de l'espace bâti montre une relation étroite entre la localisation des pixels les plus chauds et des zones où le bâti est très dense. Les traitements et les corrélations, réalisés avec le logiciel *IDRISI*, entre les températures de surface (T_s) et la température de l'air (T_a) sont les meilleures lorsque l'ICU est fort, c'est-à-dire la nuit par temps anticyclonique. Par exemple, la nuit du 19 février 2005, la corrélation entre l'image thermique NOAA-AVHRR (6h UTC) et la température de l'air est $r=0,84$ (fig 3). Les images NOAA-AVHRR permettent de visualiser et de confirmer les hypothèses quant aux îlots de chaleur, à condition de prendre en compte la complexité du site et des interactions entre les propriétés thermiques des différents espaces mis en jeu (ex : espaces boisés ou aux surfaces en eau). La résolution spatiale du capteur utilisé paraît appropriée à cette première visualisation générale. Elle n'est cependant pas assez précise pour étudier les phénomènes complexes dus à l'environnement de l'agglomération rennaise et qui agissent sur l'ICU.

4. Conclusion

La combinaison des différents outils utilisés en climatologie par les géographes permet de croiser différents types d'informations pour évaluer l'ICU. Il semble évident que les hypothèses sont confirmées, aussi bien pour les températures de l'air sous abris que pour les températures de surfaces issues des images NOAA-AVHRR. La relation entre ces différents types d'informations offre la possibilité de modéliser l'ICU par régression multiple.

Bibliographie

- Dubreuil V., Montgobert M. et Planchon O. Une méthode d'interpolation des températures de l'air en Bretagne : combinaison des paramètres géographiques et des mesures infrarouge NOAA-AVHRR. *Hommes et Terres du Nord*, no. 1, pp. 26-39, 2002.
- Bridier S., Quénot H. et Kermadi S. Méthodes d'analyse de la répartition des températures et de l'îlot de chaleur urbain à Lyon. *XXè colloque de l'Association Internationale de Climatologie*. Gènes, 85-88, 2005.
- Carrega P. *Topoclimatologie et habitat*. Revue d'Analyse Spatiale Quantitative et Appliquée. Thèse d'Etat, vol 35&36, 408p, 1994.

¹ Images corrigées et fournies par SATMOS (Centre de Météorologie de Lannion).