HAL
open science

Les services climatiques pour faciliter l'analyse des températures extrêmes à l'échelle locale : cas d'étude en Auvergne-Rhône-Alpes, France

Sandra Rome, Sylvain Bigot, Benjamin Le Roy, Malika Madelin, Sarah Duché

To cite this version:

Sandra Rome, Sylvain Bigot, Benjamin Le Roy, Malika Madelin, Sarah Duché. Les services climatiques pour faciliter l'analyse des températures extrêmes à l'échelle locale : cas d'étude en Auvergne-Rhône-Alpes, France. XXXIe Colloque de L'Association internationale de climatologie, Jul 2018, Nice, France. halshs-03824943

HAL Id: halshs-03824943

https://shs.hal.science/halshs-03824943v1

Submitted on 21 Oct 2022

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.

UMR 7300

E.S.P.A.C.E.

Association Internationale de Climatologie

XXXIe COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE

LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

ACTES DU COLLOQUE DE NICE

4 -7 juillet 2018

Éditeur scientifique
NICOLAS MARTIN

Colloque organisé par l'UMR 7300 ESPACE (CNRS / Université de Nice Sophia Antipolis)

LES SERVICES CLIMATIQUES POUR FACILITER L'ANALYSE DES TEMPERATURES EXTREMES A L'ECHELLE LOCALE : CAS D'ETUDE EN AUVERGNE-RHONE-ALPES, FRANCE

ROME S. [1], BIGOT S. [1], LE ROY B. [2], MADELIN M. [3], DUCHÉ S. [4]

[1] *Université Grenoble Alpes, IGE (UMR 5001, UGA-CNRS-IRD-G-INP), F-38000 Grenoble, France ; sandra.rome@univ-grenoble-alpes.fr ; sylvain.bigot@univ-grenoble-alpes.fr ;*
[2] *CNRM-GMME, F-31000 Toulouse, France ; benjamin.leroy@meteo.fr*
[3] *Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, UMR 8586 PRODIG, F-75000 Paris, France ; malika.madelin@univ-paris-diderot.fr*
[4] *Université Grenoble Alpes, Laboratoire PACTE, F-38000 Grenoble, France ; sarah.duche@univ-grenoble-alpes.fr*

Résumé *: Les services climatiques proposés à l'échelle urbaine restent relativement rares, alors que ces espaces cumulent d'importants enjeux sociétaux. L'étude de ces services, au travers des extrêmes thermiques estivaux dans les agglomérations de la région Auvergne-Rhône-Alpes, est effectuée grâce aux données quotidiennes de température (Tn, Tm et Tx) de l'air de 13 stations, sur la période 2000-16. La méthode de détection des vagues de chaleur est adaptée de celle développée par Soubeyroux et al. (2016); l'étude des surfaces urbaines chaudes repose sur l'analyse de l'image Landsat 8 (ETM+) du 4 juillet 2015, de résolution spatiale de 100×100 m. Les résultats montrent notamment les fortes variations thermiques estivales dans la région, et surtout au sein de l'agglomération grenobloise, montrant respectivement plus de 5°C (9°C) d'écart entre la ville-centre et l'espace péri-urbain (rural).*

Mots-clés : *services climatiques ; vagues de chaleur ; surfaces chaudes ; échelle locale ; Auvergne-Rhône-Alpes.*

Abstract: ***Climate services to facilitate the study of extreme temperatures at the local level: study case in Auvergne-Rhône-Alpes region, France.*** *The climate services offered at the urban scale remain relatively rare, while these spaces accumulate significant societal stakes. The study of these services, through summer thermal extremes in the urban areas of the region Auvergne-Rhône-Alpes, is operated using daily data of temperature (Tn, Tm and Tx) air temperature from 13 stations, over the period 2000-16. Heat waves detection arise from the method developed by Soubeyroux and al. (2016) in the Extremoscope project; Urban hot surfaces study ensues of the analysis of the image Landsat 8 (ETM +) of July 4th, 2015 (spatial resolution of 100 m). The results allow in particular to estimate the strong summer thermal variations in the region, and especially within the Grenoble urban district, showing respectively more of 5°C (9°C) of gap between the city-core and the peri-urban space (rural areas).*

Keywords: *climate services; heat wave; hot surfaces; local scale; Auvergne-Rhône-Alpes region.*

Introduction et notion de services climatiques

La variabilité spatiale des phénomènes météorologiques et climatiques, en lien avec les états de surface, influence et diversifie les impacts du changement climatique à l'échelle locale, et façonne la cartographie du risque induit. Informer sur le climat à cette échelle et étudier son évolution s'avèrent essentiels et au centre du concept de "services climatologiques" généralement appelés "services climatiques" ('*climate services*'), que l'on peut résumer comme la mise à disposition d'un éventail de ressources sur toute la chaîne de valeurs (données, produits, aide à la décision...) directement utilisables par les acteurs impliqués dans les actions induites par le changement climatique (impact, atténuation, adaptation) (Lémond, 2010). Provenant de demandes sociétales grandissantes et diversifiées en informations climatiques régionalisées, performantes et innovantes, les services climatiques favorisent les synergies entre les besoins des utilisateurs et les ressources disponibles *via* la recherche (*Ibid.*). Ces services regroupent donc l'ensemble des informations et prestations qui permettent d'évaluer et de qualifier le climat passé, présent ou futur, d'apprécier la vulnérabilité des activités économiques, de l'environnement et de la société au

changement climatique, et de fournir des éléments pour entreprendre des mesures d'atténuation et d'adaptation (AllEnvi, 2014). Ces concepts et objectifs demeurent récents, surtout en France, et leur apport dans les planifications locales repose encore souvent sur « des retours d'expériences » fondés sur des événements et risques climatiques historiques ou lacunaires, ou de mauvais référentiels (Bigot *et al.*, 2017a). Parmi les services climatiques français, on peut citer les programmes DRIAS [les futurs du climat] ou encore EXTREMOSCOPE (2013-2016) dont l'objectif fut de déterminer si les événements extrêmes qui touchent la France (vagues de chaleur, pluies diluviennes…) sont attribuables au changement climatique et s'ils seront plus fréquents et/ou plus intenses dans le futur. Il convient donc de co-construire dans une démarche intégrée avec les acteurs, des indicateurs pertinents pour les politiques, en lien avec la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (Planton *et al.*, 2018). Ceci est très rarement réalisé hors de Paris (projets EPICEA ou RepExtrem), alors que d'autres villes méritent la même attention. Par exemple, la région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) regroupe 7 agglomérations de plus de 100 000 habitants, la plupart situées en relief contrasté, à l'instar de Grenoble située en fond de vallée entre Alpes et Préalpes.

Cette communication fait le point sur l'inventaire récent (2000-2016) et les particularités des vagues de chaleur dans les plus grandes agglomérations de la région AURA. Les vagues de chaleur sont étudiées ici en s'inspirant de la méthode développée par Soubeyroux *et al.* (2016) dans le projet EXTREMOSCOPE. Il s'agit aussi de critiquer les divergences et imprécisions des services climatiques obtenus à l'échelle d'une ville de taille moyenne comme Grenoble.

1. Données et méthodes

1.1. Données thermiques utilisées

L'objectif est d'étudier les extrêmes thermiques chauds susceptibles d'avoir des impacts sanitaires sur les habitants des agglomérations dépassant 50 000 habitants et possédant une aire urbaine supérieure à 100 000 personnes en région AURA, soit Annecy (stations de Cran-Gévrier et Meythet), Chambéry (station de Challes-les-Eaux), Clermont-Ferrand, Grenoble (stations de Saint-Geoirs, Le Versoud, Les Frênes et Le Rondeau), Lyon (stations de Bron et de Tête d'Or), Saint-Etienne et Valence (station de Chabeuil) (Figure 1).

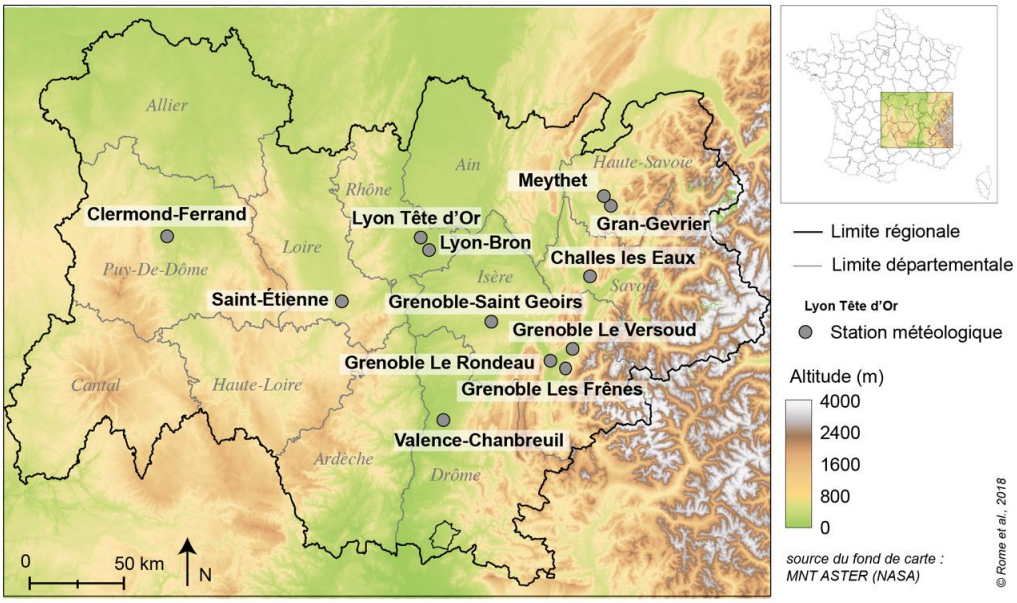

Figure 1. Localisation des principales stations climatiques urbaines analysées en région Auvergne-Rhône-Alpes.

Pour ces 13 stations urbaines et péri-urbaines, sont retenues les séries des températures quotidiennes (Tn, Tm, Tx) estivales (JJA) sur la période 2000-2016. Toutes les données proviennent de Météo-France *via* la Publithèque, sauf celles de Grenoble Les Frênes et Le Rondeau issues de l'association Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

1.2. Méthodes de détection des extrêmes de chaleur à différentes échelles spatio-temporelles

1.2.1. Détection des vagues de chaleur estivales (2000-2016) en région AURA

Une vague de chaleur représente une période de plusieurs jours consécutifs anormalement chauds (Robinson, 2001). Durant cette période, la température de l'air dépasse un seuil donné, généralement pendant 2 à 6 jours consécutifs selon les auteurs et selon la période diurne considérée (Tn, Tm ou Tx). Les seuils choisis diffèrent suivant l'objectif de l'étude et/ou la zone concernée, et peuvent correspondre à des seuils absolus ou relatifs, *e.g*. les percentiles de la période de référence de la série étudiée (McGregor *et al*., 2015).

Dans le présent travail, nous adaptons la méthode développée dans EXTREMOSCOPE aux stations de la région AURA, pour les mois de JJA et sur la période 2000-2016 (en raison de la disponibilité des données). Un nouveau mode de représentation des vagues de chaleur, proposé par Le Roy (2017), permet d'illustrer à la fois la sévérité et le déroulement de chaque épisode chaud par le nombre de jours où la température moyenne estivale est supérieure à certains seuils statistiques (percentiles 95, 96, 97, 98 et 99).

1.2.2. Suivi des extrêmes de chaleur et des variations thermiques intra-urbaines à Grenoble

Comme exemple spécifique, le suivi des températures horaires lors d'une vague de chaleur, début juillet 2015, pour quatre stations météo de l'agglomération grenobloise, permet de quantifier l'amplitude thermique entre stations et d'estimer les variations de température de l'air au sein de l'aire urbaine, montrant l'existence d'un îlot de chaleur urbain (ICU).

Nous complétons cette analyse de la température de l'air par une cartographie thermique des surfaces *via* le traitement de l'image Landsat 8 du 4/7/15 (10h23), avec une résolution spatiale de 100 m. Ce *monitoring* spatial de la prédisposition à l'échauffement de surface suit quatre étapes : 1/ cartographier et repérer les surfaces chaudes et froides ; 2/ discriminer et tenir compte des états de surfaces à l'échelle de la commune ; 3/ intégrer le '*sky view factor*' comme facteur d'influence ; 4/ aboutir à une cartographie intégratrice de la prédisposition à l'ICU en pondérant les différents critères.

2. Résultats : des services climatiques à différentes échelles spatio-temporelles en milieu urbain

2.1. Différentes représentations des vagues de chaleur en région Auvergne-Rhône-Alpes

Depuis le début du 21e siècle, se sont produites entre 2 et 5 vagues de chaleur dans les villes de la région AURA selon les méthodes EXTREMOSCOPE d'une part, et Le Roy (2017) d'autre part. Il est possible de comparer la durée, l'intensité maximum et ainsi la sévérité lors des épisodes de vague de chaleur récents (2000-2016), représentés sur la Figure 2 selon les deux méthodes (ici à Grenoble-Le Versoud pour exemple). Le nombre de vagues de chaleur détectées est similaire entre les deux méthodes, soit en moyenne 3,2 épisodes, ayant une durée de 6 à 12 jours. Seul le mode de représentation diffère puisque l'approche proposée par Le Roy (2017) détaille la sévérité tout au long de la vague de chaleur. La méthode selon Soubeyroux *et al*. (2016) permet de recenser 3 vagues majeures sur l'ensemble des villes : début août 2003, fin juillet 2006 et début juillet 2015. D'autres vagues, plus isolées, apparaissent également : fin juin 2003 à Cran-Gevrier uniquement, et mi-juillet à Cran-Gevrier, Meythet, Grenoble-Le Versoud et Valence-Chabeuil. La vague d'août 2003 apparaît

comme la plus longue et la plus sévère de toutes celles recensées pour chaque ville. Elle débute le 3 ou le 4 août 2003 selon la ville et la méthode choisie, et dure entre 11 et 12 jours.

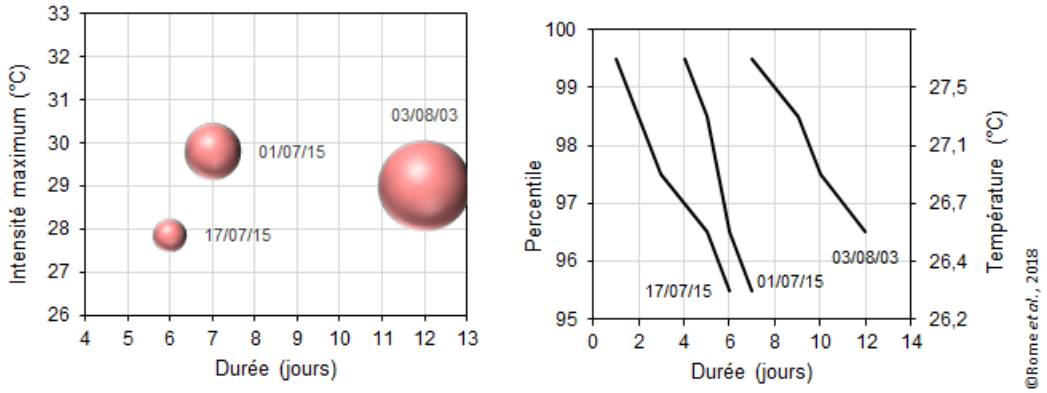

Figure 2. Sévérité des vagues de chaleur estivales (JJA) recensées de 2000 à 2016 à Grenoble-Le Versoud ; à gauche : relation intensité maximum (°C) et durée (nombre de jours) selon EXTREMOSCOPE ; à droite : déroulement, durée, intensité des vagues de chaleur selon Le Roy (2017) ; chaque trait représente une vague de chaleur selon la méthode Soubeyroux *et al.* (2016). Le graphique se lit de bas en haut en partant des dates en étiquettes qui représentent la date de début de la vague de chaleur. Chaque point du trait correspond alors au nombre de jours ayant dépassé le seuil associé.

En moyenne, sur l'ensemble des villes, 2/3 des jours ont dépassé le seuil P99 (*i.e.* 28,5°C en moyenne), avec au minimum 5 jours sur 12 à Clermont-Ferrand et jusqu'à 10 jours sur 12 à Meythet et Valence.

2.2. Suivi de la vague de chaleur et des conditions intra-urbaines en juillet 2015 à Grenoble

À l'échelle de l'agglomération grenobloise, le suivi horaire de l'épisode du 4 au 10 juillet 2015 (Figure 3) montre que la température de l'air dépasse 35°C pendant plus de 4 jours consécutifs dans les stations urbaines et péri-urbaines, mais pas à St Geoirs en milieu rural.

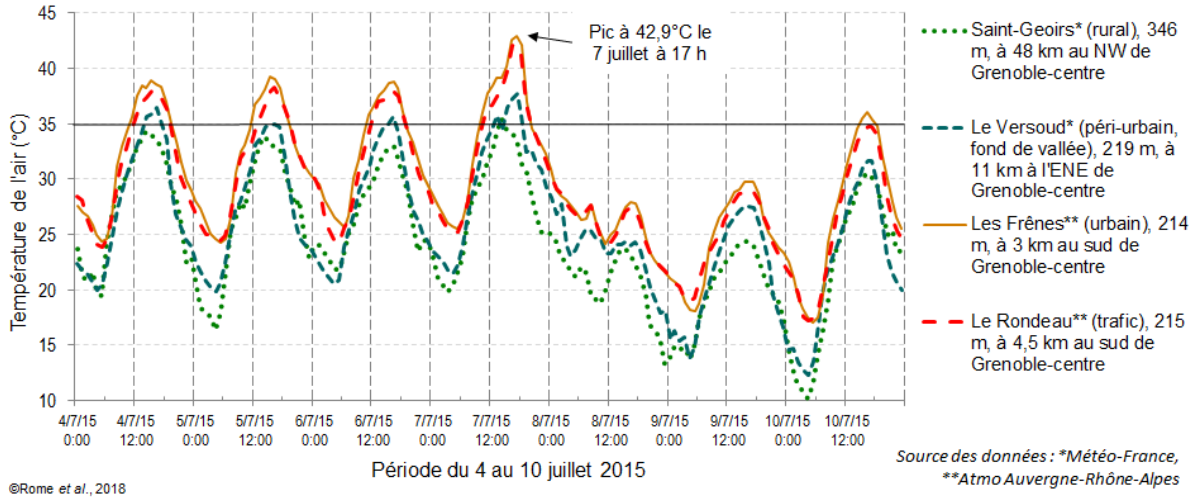

Figure 3. Evolution horaire de la température de l'air du 4 au 10 juillet 2015 dans quatre stations météorologiques de l'agglomération de Grenoble. Le trait horizontal noir indique le seuil caniculaire diurne à 35°C.

Une très forte anomalie positive de température est enregistrée le 7 juillet à 17h, supérieure à 5 voire 9°C entre la ville-centre (Les Frênes : 42,9°C), l'espace péri-urbain (37,7°C au Versoud) et l'espace rural (33,5°C à Saint-Geoirs). Ces contrastes intra-urbains sont sous-

estimés par les services publics et les méthodologies actuelles de veille climatique ; en effet, selon l'ORECC (2018), la station de Saint-Geoirs ("La Côte-Saint-André") est considérée comme station de mesure météorologique de référence, représentative du climat du territoire Grenoble Alpes Métropole et ce, parce qu'elle fait partie du réseau de Météo-France et qu'elle dispose de données homogénéisées pour le paramètre « température ». Or cette station, située à 48 km au NW de Grenoble, à une altitude de 346 m (contre 210 m à Grenoble), en zone rurale et dans un contexte topographique de plateau dégagé, n'est absolument pas représentative de la « cuvette grenobloise » de fond de vallée intra-alpine, surchauffée en été par l'absence de brassages.

Pour pallier cette absence d'information et établir des diagnostics utiles pour l'agglomération grenobloise, l'imagerie Landsat permet de cartographier les températures de surface et d'évaluer les zones infra-urbaines susceptibles d'être les plus chaudes, variables en fonction des substrats : végétation, eau, toiture, voirie (Figure 4).

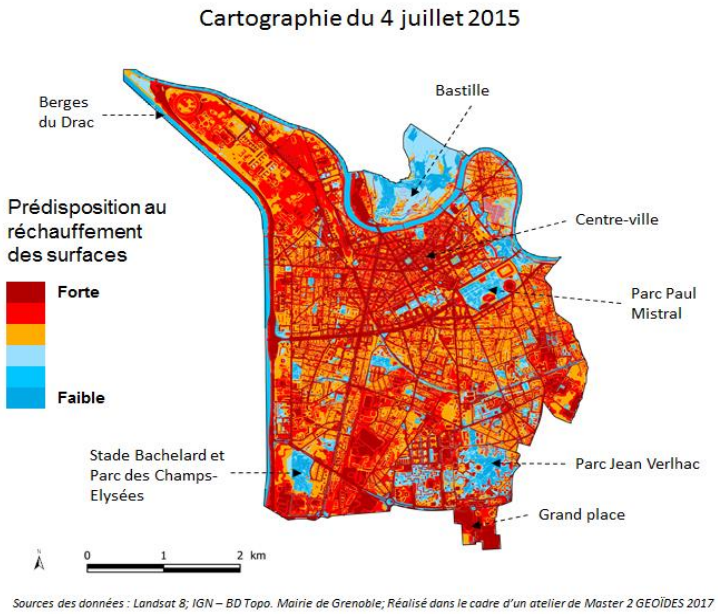

Figure 4. Prédisposition à l'apparition de surfaces chaudes/fraîches dans la ville de Grenoble calculée à partir de l'imagerie Landsat ETM+ ; exemple du 4 juillet 2015.

Par exemple, la comparaison des distributions statistiques des températures de surface selon 6 grands types de substrat urbains présents à Grenoble (4/7/15, 10h23) montre un écart moyen de 4,9°C entre les surfaces fraîches et chaudes (Figure 5). Les noyaux très chauds correspondent aux espaces bâtis denses et aux grands axes asphaltés, alors que les îlots de fraîcheur potentiels concernent surtout les cours d'eau et les espaces végétalisés (y compris certains axes de circulation bordés d'arbres).

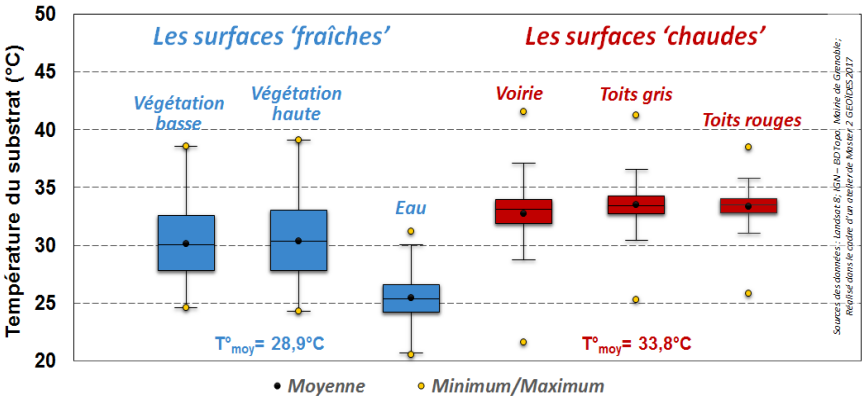

Figure 5. Comparaison statistique ('box-plot') des températures de surface selon 6 grands types de substrat urbains présents à Grenoble (calculées à partir de l'image Landsat 8 du 4 juillet 2015 à 10h23).

Conclusion

Les services climatiques restent encore souvent peu adaptés, voire peu utiles sous leur forme actuelle à l'échelle urbaine s'ils ne sont pas déclinés et étudiés avec les bons référentiels et aux pas de temps fins (hebdomadaire à infra-journalier). Un exemple de mauvaise représentation reste l'utilisation de la station météorologique de La Côte Saint-André comme référence climatique de Grenoble, située à 48 km au NW de la ville-centre, et très peu représentative du climat local grenoblois. Par ailleurs, les seuils et méthodes de détection des vagues de chaleur, dans un objectif de sensibilisation et de prise de décision (politiques, aménagements, niveau de vigilance voire systèmes d'alerte) doivent encore être améliorés pour être adaptés à chaque cas urbain. Très concrètement, les travaux de vulgarisation et fondés sur des analyses de terrain, engagés depuis 3 ans sur les extrêmes thermiques à l'échelle de Grenoble (Bigot *et al.*, 2017b), ont participé ou renforcé la prise de conscience des élus locaux et leur volonté de végétalisation de certains quartiers à forte prédisposition aux ICU ; des réalisations et aménagements urbains sont ainsi en cours, par exemple pour végétaliser l'emblématique place Grenette, espace macadamisé situé au cœur historique de la ville.

Remerciements : les auteurs remercient Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour la fourniture des données de températures quotidiennes de l'air des stations grenobloises intra-urbaines Les Frênes et Le Rondeau, ainsi que Météo-France *via* la Publithèque pour les autres données.

Références bibliographiques

Allenvi, 2014. *Mise en œuvre de la stratégie scientifique de développement des services climatiques*. Alliance nationale de recherche pour l'environnement, note stratégique 3, 10 p.

Bigot S., Duché S., Madelin M. & Rome S., 2017a. « Etude du climat urbain : pour une mise à disposition de nouveaux services climatiques », *BSGLg* [En ligne], **68**, http://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=4505.

Bigot S., Bertrand M., Rome S. & Duché S., 2017b. *La prédisposition aux îlots de chaleur urbains (ICU) à Grenoble : cartographie par télédétection et intérêt des mesures in situ.* Colloque international "Biennale Villes en Transition", Grenoble, 9-11 mars 2017.

Lémond J., 2010. *Le projet DRIAS : premières études et documents* ; CNRM / GAME, Météo-France, CNRS ; Direction de la Climatologie. Réunion Comité Utilisateurs, le 29 juin 2010.

Le Roy B., 2017. *Étude du climat estival urbain de la région Auvergne-Rhône-Alpes : approches satellitaire et stationnelle*. Mémoire de Master 2 GAED-Géoïdes, Université Grenoble Alpes, 45 p.

McGregor G.R. (lead editor), Bessemoulin P., Ebi K. & Menne B. (editors). 2015. *Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development.* World Meteorological Organization & World Health Organization. WMO-No. 1142. Geneva – Switzerland. 114 p.

ORECC (Observatoire Régional des Effets du Changement climatique), 2018. *Profils climat territoriaux des 90 EPCI soumis à un PCAET*. Le changement climatique en Auvergne-Rhône-Alpes, Profil climat territorial, Territoire : Grenoble Alpes Métropole (METRO) http://orecc.auvergnerhonealpes.fr

Planton S., Vautard R. & Rajaud A., 2018. Développer les services climatiques. In *Théma*, Essentiel, Commissariat général au développement durable. Sous la direction de Monnoyer-Smith L., Commissaire général au développement durable, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, France.

Robinson P.J., 2001. On the definition of a heat wave. *Journal Applied Meteorology*, **40**, 762-775.

Soubeyroux J.-M., Ouzeau G., Schneider M., Cabanes O. & Kounkou-Arnaud R., 2016. Les vagues de chaleur en France : analyse de l'été 2015 et évolutions attendues en climat futur. *La Météorologie*, **94**, 45-51.