

LE STRESS THERMIQUE DIURNE DANS L'AIRES URBAINE GRENOBLOISE : RÉFLEXION SUR LES DÉFINITIONS, LES ÉCHELLES SPATIO-TEMPORELLES ET LES MÉTHODES DE QUANTIFICATION-SPATIALISATION

Thomas LAGELOUZE^{1,2}, Sandra ROME¹, Julia HIDALGO², Sylvain BIGOT¹,
Xavier FOISSARD¹

1. Univ. Grenoble Alpes, Institut des Géosciences de l'Environnement (UMR 5001, Univ. Grenoble Alpes – CNRS – INRAE – IRD – Grenoble INP), IGE, CS 40700 - 38058 Grenoble Cedex 9 – France, thomas.lagelouze@univ-grenoble-alpes.fr ; sandra.rome@univ-grenoble-alpes.fr ; sylvain.bigot@univ-grenoble-alpes.fr ; xavier.foissard@univ-grenoble-alpes.fr

2. Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires (UMR 5931, Université de Toulouse-CNRS-EHESS-ENSFEA), LISSST, 31058 Toulouse – France, julia.hidalgo@univ-tlse2.fr

Daytime heat stress in the Grenoble urban area: a look at definitions, spatiotemporal scales and quantification-spatialization methods

Mots-clés : stress thermique, géostatistiques, analyses urbaines, territoire grenoblois

Keywords: heat stress, geostatistics, urban analyses, Grenoble area

Introduction

Le réchauffement climatique actuel s'accompagne de vagues de chaleur plus intenses, plus longues et plus fréquentes. À ce titre, les milieux urbains font l'objet d'une attention particulière en raison de l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU), qui exacerbe les températures urbaines par rapport aux territoires ruraux environnants, et expose davantage les populations citadines lors des épisodes d'extrêmes thermiques (IPCC, 2023). Aussi, l'exposition continue à la chaleur provoque de nombreuses conséquences sur la santé humaine (World Meteorological Organization, 2021), dont les plus documentées portent sur les troubles physiologiques. En effet, le corps humain dissipe la chaleur excédentaire par des processus de thermorégulation tels que la sudation ou la vasodilatation. Sa capacité à maintenir l'homéostasie (*i.e.* la régulation de la chaleur corporelle) ne dépend pas simplement de la température de l'air mais également d'autres variables climatiques spécifiques comme l'humidité de l'air (Brouillet, 2020).

Ainsi, dans le cadre des travaux précédents sur l'évaluation de la vulnérabilité sociale prenant en compte la phase nocturne de la ville au prisme de l'ICU (Lagelouze, 2022), et du projet doctoral récemment débuté (<https://www.theses.fr/s368280>) en lien avec 2 programmes de recherche de l'ADEME (PAENDORA_2 et CASSANDRE), il s'agit ici de se concentrer sur la phase diurne. Cet objectif soulève alors la nécessité de confronter les composantes socio-économiques et sociodémographiques qui expliquent une partie des inégalités de la vulnérabilité à la chaleur, à un indice de stress thermique. Ce dernier peut se définir comme une variable qui fait état des conditions climatiques préalablement identifiées comme exerçant une pression physique et psychologique sur le corps humain (Brouillet, 2020). Cette notion est aujourd'hui largement étudiée et l'analyse de la littérature scientifique idoine permet d'établir plusieurs remarques quant à sa conceptualisation et sa conception : (1) selon les régions, de nombreux indices sont employés et font appel à des variables climatiques différentes (McGregor *et al.*, 2015) ; (2) chaque étude ne prend pas en compte des échelles temporelles équivalentes pour caractériser le stress thermique ; (3) le stress thermique peut être étudié à plusieurs échelles spatiales, qui ne requièrent pas toutes ultérieurement les mêmes logiques de quantification. À ce titre, tout un champ d'études se focalise sur la spatialisation du stress thermique en milieu urbain à l'aide de méthodes ou modèles statistiques spécifiques, mais se confronte à la difficulté d'obtenir des données qui soient spatialement et physiquement précises.

Face à ce constat, et dans le besoin des projets futurs, cette étude se propose d'étudier le stress thermique dans l'aire urbaine grenobloise, en apportant des pistes de réflexion sur la manière de le définir, de le calculer et surtout, de le spatialiser à l'échelle locale / micro-locale. L'objectif final est d'aboutir à une conception générale du stress thermique en milieu urbain, suffisamment robuste pour venir alimenter les modèles d'évaluation de la vulnérabilité sociale à la chaleur, à l'instar ce qui a pu être réalisé pour l'ICU.

1. Matériel et méthodes

1.1. Site d'étude

La zone étudiée correspond aux communes de Grenoble (158 240 habitants en 2020) et Échirolles (36 970 habitants) situées au sein du département de l'Isère. La topographie contrastée environnante de fond de vallée leur confère des spécificités topoclimatiques diurnes et intra-saisonnières, parmi lesquelles se trouve l'accumulation d'air chaud pendant la saison estivale.

1.2. Données et méthodes utilisées

Les données climatiques quotidiennes utilisées proviennent du réseau de 62 capteurs thermiques et 5 stations météorologiques installés sur les deux communes considérées, dont les mesures couvrent la période 2019-2023. Les données d'occupation du sol pour caractériser l'environnement urbain sont issues de l'IGN.

La méthode de conception, de quantification et de spatialisation sera explorée à différents niveaux scalaires (échelle de la ville, d'un quartier ?) et temporels (saison estivale, événement caniculaire, journée très chaude, etc.) les plus adaptés à l'étude. Aussi, plusieurs indices seront testés (*e.g.* l'Humidex), ainsi que plusieurs méthodes statistiques pour la spatialisation (*e.g.* modèle de régression linéaire, modèle SOLWEIG, etc.).

2. Résultats

L'objectif premier serait d'aboutir à une cartographie du stress thermique, similaire aux données modélisées de l'ICU issues du projet MApUCE (Suher-Carthy *et al.*, 2023), déjà utilisées pour évaluer la vulnérabilité sociale dans les métropoles de Toulouse et Grenoble (Lagelouze, 2022).

Discussion et conclusion

Cette partie reviendra sur les deux composantes du projet d'étude ; (1) d'un point de vue strictement climatique, elle permettra de relater de potentielles réponses obtenues quant à la mesure du stress thermique, ainsi que les problématiques qui restent encore en suspens. Ces conclusions permettront de faire le lien avec le second point (2), qui insistera sur le caractère interdisciplinaire dans lequel ce travail s'inscrit, et de fait, la manière dont le premier point y a contribué. En effet, l'objectif sous-jacent est d'accompagner les organismes partenaires sur les questions de vulnérabilité sociale à la chaleur en ville, en fournissant des méthodologies qui permettront d'avancer sur les formulations de réponses interdisciplinaires plus adaptées, et des résultats qui pourront servir de leviers décisionnels.

Remerciements : Ce travail est réalisé dans le cadre des projets CASSANDRE et PAENDORA2 financés par l'APR PACT2e de l'ADEME, et le Labex Structuration des Mondes Sociaux (SMS).

Bibliographie

- Brouillet A, 2020, Évolution des extrêmes de température et de stress thermique au 21^{ème} siècle : cooccurrence, vitesses relatives et implications sur la perception du réchauffement climatique. PhD thesis, Université Paris-Saclay. (NNT : 2020UPASV015). (tel-03104239)
- IPCC, 2023: Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Lagelouze T, 2022. Comparaison de méthodes d'évaluation statistiques de la vulnérabilité sociale à la hausse de la chaleur en milieu urbain : application aux métropoles de Toulouse, Grenoble, Lyon et Paris. Master 2 Mention « GAED » Parcours : GEOgraphie Information Interface Durabilité EnvironnementS. Université Grenoble Alpes, 69 p. (dumas-03774994)
- McGregor GR, Bessemoulin P, and WMO, 2015, Heatwaves and health guidance on warning-system development. World Meteorological Organization: Genf. ISBN 978-92-63-11142-5
- Suher-Carthy M, Lagelouze T, Hidalgo J, Schoetter R, Touati N, Jouglar R and Masson V, 2023, Urban heat island intensity maps and local weather types description for a 45 French urban agglomerations dataset obtained from atmospheric numerical simulations. Data in Brief 50: 109437. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109437>
- World Meteorological Organization, 2021, WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019). 90. ISBN 978-92-63-11142-5