

En milieu urbain, les ménages modestes sont en général plus exposés aux îlots de chaleur de chaleur

Insee Analyses • n° 99 • Novembre 2024



Les vagues de chaleur se traduisent par des températures significativement plus élevées en milieu urbain que dans la campagne environnante. Au sein même des villes, ce phénomène d'îlot de chaleur affecte différemment les quartiers selon la densité et la qualité des bâtiments, selon la végétation et selon les niveaux d'activité humaine. À Paris, Bordeaux, Lille et Nantes, ce sont à la fois les ménages les plus aisés et les plus modestes qui sont les plus exposés, car ils habitent dans les centres-villes. À Lyon, Marseille, Montpellier, Nice et Strasbourg, les ménages modestes sont les plus exposés au phénomène d'îlot de chaleur urbain et les ménages aisés sont les moins exposés, car ils habitent dans des quartiers périphériques moins denses, plus verts et aux constructions récentes. De façon générale, les ménages pauvres avec au moins une personne particulièrement jeune ou âgée sont exposés à des températures en moyenne légèrement plus élevées que les autres ménages. Ces ménages sont plus vulnérables aux fortes températures, et disposent de moins de possibilités pour y faire face : ils ont notamment plus rarement la climatisation ou une résidence secondaire.

L'exposition aux fortes températures est une menace pour la santé des personnes fragiles, d'autant plus dans un contexte de dérèglement climatique qui augmente la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur dont le nombre pourra être multiplié par un facteur 2 à 10 d'ici la fin du siècle selon le scénario climatique [Soubeyroux et al., 2021]. L'ensemble du territoire connaîtra une hausse des **journées et des nuits anormalement chaudes** lors des mois d'été dans les trois prochaines décennies [Fontès-Rousseau et al., 2022]. En milieu urbain, cette situation est plus préoccupante, car la température y est en moyenne plus élevée que dans la campagne environnante. Ce phénomène est qualifié d'îlot de chaleur urbain ► **sources**. L'écart de température est particulièrement grand la nuit, ainsi que lors d'épisodes de canicule. Il varie au sein des villes, notamment selon la **densité résidentielle**, la végétation, les caractéristiques du tissu urbain, ou encore les activités humaines.

Dans les neuf métropoles de cette étude, parmi les plus grandes villes de France (Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Lille, Nantes, Montpellier, Strasbourg et Nice), l'indice d'îlot de chaleur moyen, qui s'interprète comme la différence de température avec les zones rurales environnantes, est compris entre 1,2 °C (Nantes) et 4,1 °C (Nice) l'été 2017. Des données géographiques innovantes et très fines permettent d'étudier les différences de température extérieure au sein de ces

villes et d'analyser l'exposition des habitants aux îlots de chaleur urbains selon leur **niveau de vie**.

La densité de population, dont le lien avec le revenu varie selon les villes, contribue à l'exposition aux îlots de chaleur

Au sein même des villes, certains quartiers sont davantage exposés aux îlots de chaleur en raison notamment de différences de densité, de caractéristiques des bâtiments, de végétation et de niveaux d'activité humaine [Institut Paris Région, 2010]. Le centre des agglomérations est ainsi nettement plus exposé aux îlots de chaleur, comme l'illustrent les exemples de Paris et Lyon ► **figure 1**. Selon leur lieu de résidence, souvent très lié au revenu, certaines populations sont ainsi davantage exposées. La relation entre niveau de vie et exposition aux îlots de chaleur découle principalement de l'organisation spatiale des villes. Parmi les neuf villes étudiées ici, deux configurations apparaissent.

À Paris, Bordeaux, Lille et Nantes, les ménages les plus aisés et les plus modestes habitent plus souvent en centre-ville que les ménages au revenu médian ► **figure 2a, figure 3a**. Dans ces villes, ce sont donc à la fois les ménages les plus aisés et les ménages les plus modestes qui sont les plus exposés au phénomène d'îlot de chaleur urbain. Cette surexposition des ménages les plus aisés est la plus

marquée à Paris, où les 30 % des ménages aux niveaux de vie les plus élevés sont plus exposés que ceux aux niveaux de vie médians.

En revanche, à Lyon, Marseille, Montpellier, Nice et Strasbourg, plus le niveau de vie des habitants est faible, puis ils sont exposés aux îlots de chaleur. Dans toutes ces villes sauf à Nice, les ménages aisés vivent plus souvent en périphérie ► **figure 2b, figure 3b**.

À Lyon, l'écart d'exposition aux îlots de chaleur entre les ménages classés selon leur niveau de vie est le plus marqué : l'été 2017, il atteint 0,41 °C entre le dixième le plus exposé et celui le moins exposé, avant Nice et Marseille où cet écart atteint respectivement 0,37 °C et 0,32 °C. Cette amplitude atteint 0,21 °C à Bordeaux et 0,27 °C à Paris. Dans cette dernière ville, les déciles les moins exposés sont les ménages aux revenus médians et les plus exposés, les plus aisés et les plus modestes. Ces amplitudes sont deux fois plus faibles dans les autres villes étudiées ici. Des différences de dixièmes de degré de l'indice d'îlot de chaleur urbain en 2017, année sans canicule, ne sont pas nécessairement significatives en termes de santé publique mais servent d'indicateur pour des écarts plus grands lors des futures vagues de chaleur. En effet, le phénomène d'îlot de chaleur est plus prononcé lorsque les températures absolues sont plus élevées [Harmay et al., 2023].

Les ménages les plus aisés vivent dans des quartiers plus verts (partout) et moins denses (sauf à Paris)

L'effet d'îlot de chaleur est favorisé par une forte densité résidentielle. Les bâtiments font obstacle à la circulation de l'air, et la forte **inertie thermique** de leurs matériaux contribue à retenir et restituer la chaleur [Institut Paris Région, 2010]. Habiter dans un quartier plus ou moins densément bâti est donc directement lié au risque d'exposition aux îlots de chaleur urbains. À l'inverse, la végétation, tout comme les sols non imperméabilisés, ont un effet rafraîchissant sur l'air extérieur, notamment, car ils conservent l'humidité.

Mesurer des indices de densité et de végétalisation du quartier dans lequel habite un ménage permet de mieux identifier les facteurs expliquant les relations entre niveau de vie et exposition aux îlots de chaleur ► **méthode**.

Dans toutes les villes étudiées, les ménages les plus aisés vivent dans des zones plus végétalisées que les ménages moins aisés ► **figure 5**. Les disparités de végétalisation du quartier de résidence contribuent aux inégalités d'exposition aux îlots de chaleur en fonction du revenu. Ces contributions sont particulièrement élevées dans les villes de Lyon, Marseille, Montpellier et Nice, où pour les 10 % des ménages aux niveaux de vie les plus élevés, la végétalisation du quartier de résidence contribue à un indice d'îlot de chaleur plus faible par rapport aux autres ménages, de l'ordre de 0,05 °C (Montpellier) à 0,12 °C (Nice).

Grislain-Letrémy *et al.* (2024) montrent que dans huit des neuf villes étudiées ici, le lieu de résidence des ménages aisés dans des quartiers moins densément bâtis explique une grande partie de leur sous-exposition au risque de fortes chaleurs ► **figure 4**. Par exemple, à Lyon, la forte densité résidentielle des quartiers où vivent les 10 % des ménages avec le niveau de vie le plus faible contribue à un indice d'îlot de chaleur plus élevé pour ces ménages par rapport aux autres ménages de la même ville, de l'ordre de 0,1 °C. La seule exception est la ville de Paris, caractérisée par une forte densité urbaine, sans grande variabilité selon le niveau de vie des ménages.

Les ménages aisés sont parfois parmi les plus exposés, en partie en raison de l'ancienneté des logements

Les caractéristiques du bâti expliquent aussi les îlots de chaleur urbains : par exemple, l'ancienneté et la hauteur des bâtiments dans un quartier augmentent le risque d'îlots de chaleur. Les ménages aisés résident dans des quartiers dont les bâtiments résidentiels ont en moyenne moins d'étages. Dans toutes les villes, cette moindre hauteur des bâtiments contribue à réduire le risque d'îlot de chaleur pour les ménages aux revenus plus élevés. En revanche, le rôle que joue l'ancienneté du bâti dans les différences d'exposition des ménages selon leur niveau de vie dépend des configurations des villes et de la répartition spatiale des ménages.

Ainsi, dans les villes de Paris, Bordeaux, Lille et Nantes, la forte part de logements anciens (construits avant 1948) dans les quartiers de résidence des ménages aisés explique en partie les températures plus élevées

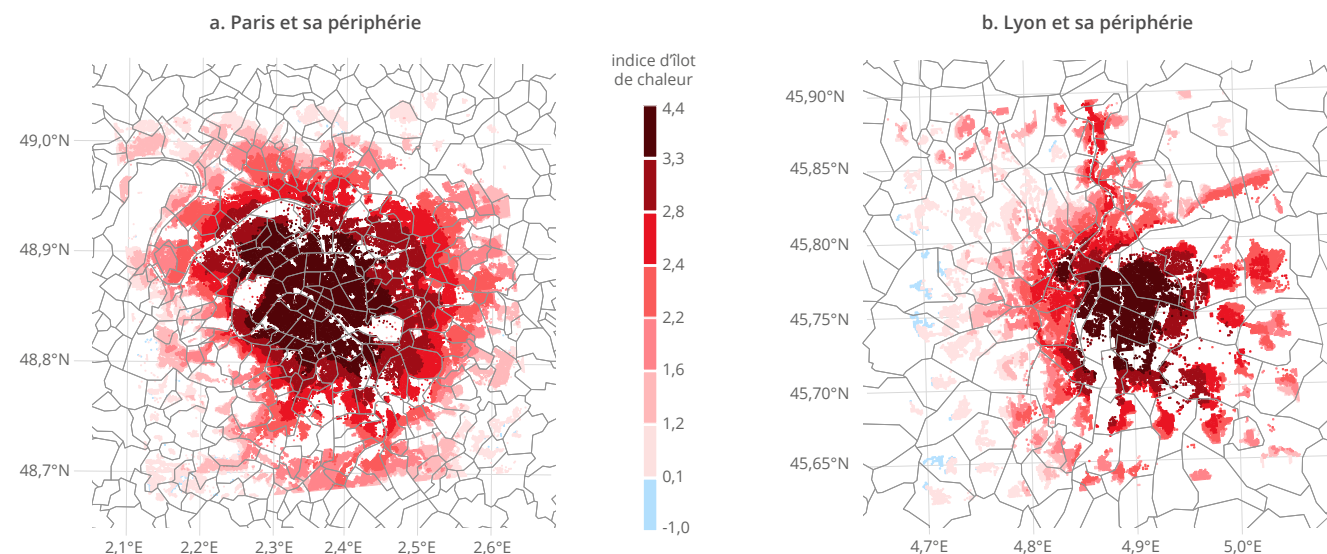
dans ces quartiers. Si l'inertie thermique du bâti ancien peut protéger la journée leurs habitants à l'intérieur, elle contribue à élever l'indice d'îlot de chaleur des ménages aisés par rapport aux autres ménages. En revanche, à Montpellier, Marseille, Nice, mais surtout Lyon et Strasbourg, la part de logements récents (construits après 1981) dans les quartiers de résidence des ménages aisés est plus élevée et contribue à diminuer le risque d'exposition de ces ménages aux îlots de chaleur.

Les ménages pauvres disposent de moins de moyens d'adaptation face aux fortes températures

Certaines populations sont particulièrement fragiles en période de fortes chaleurs. Les jeunes enfants et les personnes âgées sont plus susceptibles de souffrir de problèmes de santé (déshydratation, coups de chaleur, etc.) pouvant se traduire par une surmortalité lors des canicules les plus sévères, comme celle de 2003 [Inserm, 2004].

Les ménages comprenant au moins un enfant de moins de 10 ans ou un senior de 65 ans ou plus, tous revenus confondus, ne sont pas plus exposés aux îlots de chaleur que les autres. En revanche, sur l'ensemble des villes étudiées, sauf à Paris, lorsque ces ménages sont aussi en situation de difficulté financière, avec un niveau de vie sous le **seuil de pauvreté**, ils sont exposés à des températures un peu plus élevées que les autres ménages. L'indice d'îlot de chaleur a été plus élevé de 0,1 °C en moyenne au cours de l'été 2017 pour ces ménages en situation de pauvreté et comprenant une personne vulnérable, par rapport aux autres ménages.

► 1. Indice d'îlot de chaleur nocturne, l'été 2017

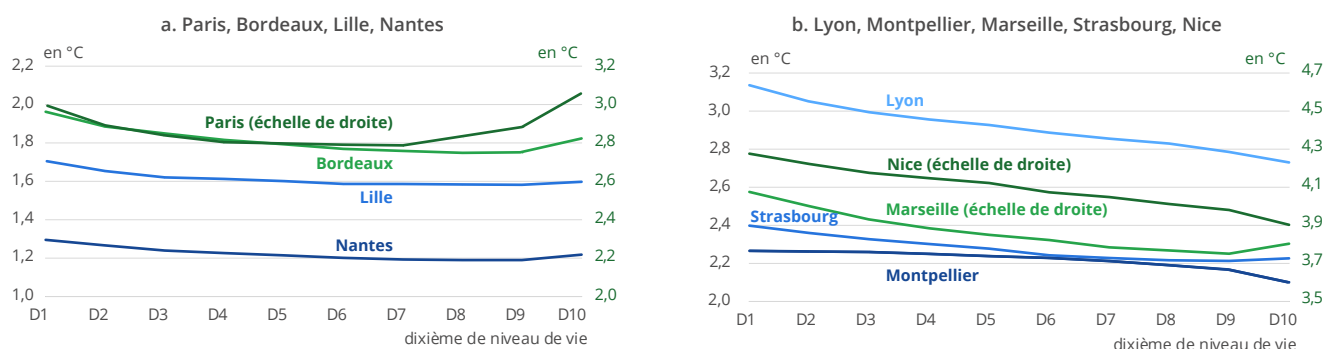


Lecture : Un indice d'îlot de chaleur du carreau de 2 signifie que dans ce carreau, la différence entre la température minimale (en pratique nocturne) moyenne sur l'été 2017 avec la température minimale (en pratique nocturne) moyenne de la campagne environnante est de 2°C.

Champ : Commune de Paris et sa périphérie, commune de Lyon et sa périphérie, ménages redevables de la taxe d'habitation en 2017.

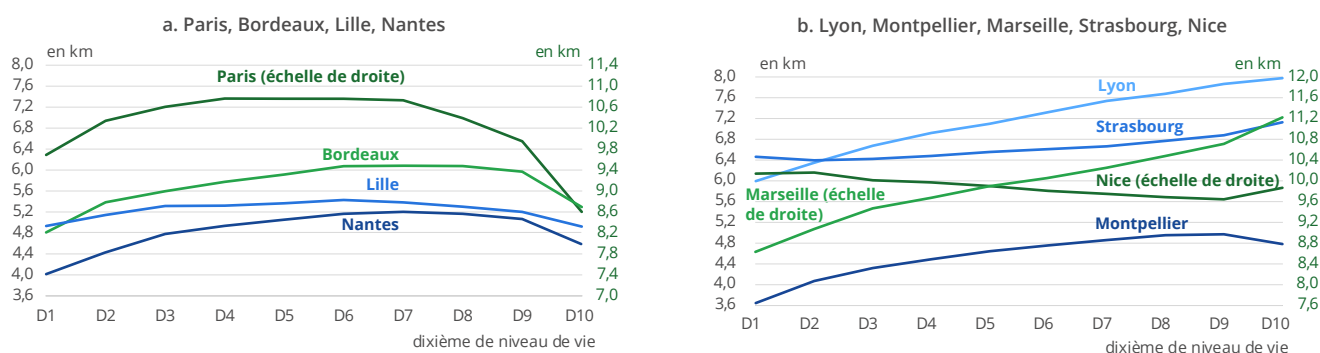
Source : ECMWF Copernicus Climate Change ; calculs Insee.

► 2. Indice d'îlot de chaleur urbain par dixième de niveau de vie et par ville



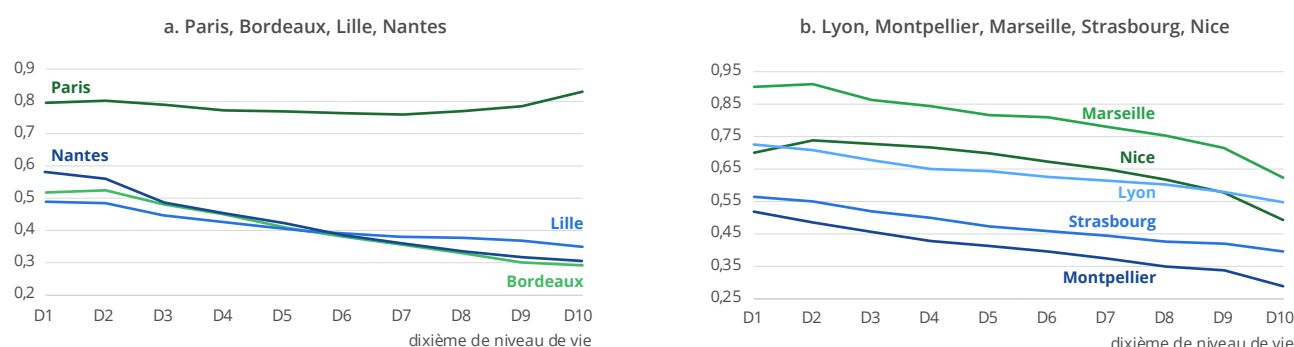
Lecture : Les ménages du 1^{er} dixième de niveau de vie vivant à Lyon ou dans sa périphérie sont en moyenne exposés à un indice d'îlot de chaleur de 3,14°C.

► 3. Distance au centre-ville par dixième de niveau de vie et par ville



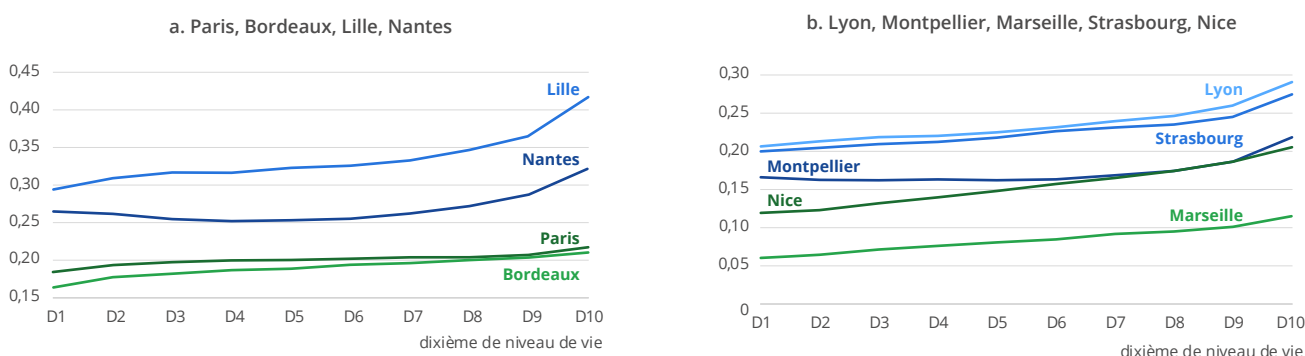
Lecture : Les ménages du 1^{er} dixième de niveau de vie vivant à Paris ou dans sa périphérie habitent en moyenne à 9,7 km du centre-ville.

► 4. Densité résidentielle par dixième de niveau de vie et par ville



Lecture : Les ménages du 1^{er} décile de niveau de vie vivant à Lyon ou dans sa périphérie résident dans des quartiers dont la densité résidentielle est en moyenne de 0,72.

► 5. Végétation par dixième de niveau de vie et par ville



Lecture : Les ménages du 1^{er} décile de niveau de vie vivant à Paris ou dans sa périphérie résident dans des quartiers dont l'indice de végétation est de 0,18 en moyenne.

Champ : Communes de Paris, Bordeaux, Lille, Nantes, Lyon, Marseille, Montpellier, Nice, Strasbourg et périphéries, ménages redevables de la taxe d'habitation en 2017.
Sources : Insee ; ECMWF Copernicus Climate Change ; calculs Insee.

À l'intérieur des logements, ces écarts peuvent être vécus de manière amplifiée, en particulier selon les niveaux d'isolation et de confort thermique. Les ménages modestes habitent en effet plus souvent des logements de moindre efficacité énergétique, moins bien isolés [Le Saout *et al.*, 2022]. L'isolation des logements représente un coût financier élevé. La climatisation est un dispositif qui, au niveau collectif, aggrave le phénomène d'îlots de chaleur, en rejetant de l'air chaud à l'extérieur mais en rafraîchissant l'intérieur des logements. En 2013, l'utilisation en était encore marginale,

mais très variable selon le niveau de vie du ménage : seulement 4 % des 10 % des ménages les plus modestes déclaraient posséder un système de climatisation à leur domicile contre 11 % des 10 % des ménages les plus aisés. Enfin, les ménages avec des difficultés financières ont moins de possibilités de s'installer dans un autre logement moins exposé lors des vagues de chaleur : dans les villes étudiées, 2 % seulement des ménages dont les revenus se situent en dessous du seuil de pauvreté et qui comprennent un individu jeune ou âgé possèdent une résidence secondaire, contre 8 % pour l'ensemble des ménages. ●

Céline Grislain-Letrémy
(Banque de France, CREST-ENSAE),
Julie Sixou (Insee),
Aurélien Sotura (Banque de France)

Retrouvez davantage de données associées à cette publication sur insee.fr

► Sources

Les données relatives aux ménages et à leurs logements sont issues des données des [fichiers démographiques sur les logements et les individus \(Fidéli\)](#), une source administrative géolocalisée regroupant notamment des données de la taxe d'habitation, des propriétés bâties, des impôts et des déclarations de revenus. Sur la pauvreté et le niveau de vie des ménages, les données sont enrichies avec le [fichier localisé social et fiscal \(Filosofi\)](#). Les ménages sont géolocalisés aux coordonnées du centroïde de la parcelle cadastrale de leur résidence principale.

L'indice d'îlot de chaleur urbain est calculé à partir de modélisations horaires de températures extérieures à 2 mètres du sol, pour des carreaux de 100 mètres de côté. Ces modélisations sont produites par *Copernicus Climate Change Service* à partir du modèle de climat urbain "UrbClim". L'indice d'îlot de chaleur urbain est défini comme l'écart entre la température minimale (donc nocturne en pratique) pour la ville et pour la zone rurale environnante. Il correspond à la moyenne entre mai et août 2017 de l'écart entre la température quotidienne minimale (en pratique nocturne) du carreau et la moyenne des températures minimales de la zone rurale considérée. Il s'agit des températures nocturnes, car les matériaux des espaces urbains ont la capacité de stocker la chaleur, le jour, et de la libérer dans l'atmosphère la nuit. C'est donc à ce moment-là que les écarts de température avec les zones rurales sont les plus élevés. L'indice d'îlot de chaleur urbain est modélisé à une résolution de 100 m x 100 m.

L'indice de végétation correspond à la proportion de pixels verts par carreau de 100 mètres de côté, d'après des photos satellites prises entre mai et juin 2017 (issues du satellite Sentinel2-L2A, du programme Copernicus).

Les informations relatives à la possession d'un climatiseur sont issues de l'[Enquête Logement 2013](#).

L'étude porte sur les villes de Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Lille, Nantes, Strasbourg, Montpellier et Nice et se restreint aux ménages redevables de la taxe d'habitation en 2017, dont l'adresse fiscale est située au 1^{er} janvier 2017 dans le centre-ville ou la périphérie de ces villes.

Les frontières des villes étudiées sont des rectangles englobant la ville principale ainsi que la zone péri-urbaine. Selon les villes, entre 46 % et 62 % des ménages de l'aire urbaine correspondante sont inclus dans notre analyse.

► Définitions

Une **journée anormalement chaude** est une journée pour laquelle la température maximale est supérieure d'au moins 5 °C à la température maximale de référence (calculée au niveau local sur la période 1976-2005).

Pour une zone donnée, la **densité résidentielle** est le ratio entre la somme des surfaces résidentielles habitées et l'aire totale de la zone.

Le **niveau de vie** est égal au revenu disponible du ménage divisé par le nombre d'unités de consommation (UC). Ces unités de consommation sont déterminées par une échelle d'équivalence dite de l'OCDE qui attribue 1 UC au premier adulte du ménage, 0,5 UC aux autres personnes de 14 ans ou plus et 0,3 UC aux enfants de moins de 14 ans.

Le principe d'**inertie thermique** correspond à la capacité d'un matériau à absorber puis à libérer de la chaleur. En général, plus un matériau est lourd et épais, plus son inertie thermique est élevée. Cette propriété est en grande partie responsable de la formation des îlots de chaleur urbains, car les matériaux de construction ont une plus grande inertie thermique que les matières naturelles.

Un individu (ou un ménage) est considéré comme **pauvre** lorsqu'il vit dans un ménage dont le niveau de vie est inférieur au seuil de pauvreté. En France et en Europe, le seuil est le plus souvent fixé à 60 % du niveau de vie médian.

► Méthode

Les contributions des différents facteurs (densité, végétation, part de bâtiments anciens, etc.) à l'indice d'îlot de chaleur urbain auquel sont exposés les ménages classés par dixième de niveau de vie sont estimées au niveau carreau à partir d'un modèle linéaire estimé par les moindres carrés, avec effets fixes ville. La contribution de chaque facteur est obtenue en multipliant le coefficient associé issu de ce modèle avec sa valeur moyenne par dixième de niveau de vie, pour chaque ville. Cette méthode permet de tenir compte du fait que l'importance de chaque variable peut varier d'une ville à l'autre. La contribution de chaque variable est ensuite normalisée en soustrayant la moyenne de la variable pour chaque ville. Cette normalisation permet d'évaluer l'importance de chaque variable dans l'exposition relative de chaque dixième de niveau de vie par rapport aux autres dixièmes, plutôt que l'exposition à l'indice d'îlot de chaleur absolu.

► Pour en savoir plus

- Grislain-Letrémy C., Sixou J., Sotura A., "Urban Heat Islands and Inequalities: Evidence from French Cities", Documents de travail n° 2024-21, Insee-Banque de France, octobre 2024.
- Harmay N., Choi M., "The urban heat island and thermal heat stress correlate with climate dynamics and energy budget variations in multiple urban environments", *Sustainable Cities and Society*, avril 2023.
- Fontès-Rousseau C., Lardellier R., Soubeyrou J.-M., « Un habitant sur sept vit dans un territoire exposé à plus de 20 journées anormalement chaudes par été dans les décennies à venir », Insee Première n° 1918, août 2022.
- Le Saout R., Mesqui B., Rathle J.-P., « Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1^{er} janvier 2022 », Observatoire national de la rénovation énergétique, juillet 2022.
- Soubeyrou J.-M. *et al.*, « Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS-2020 pour la métropole », Rapport Météo-France, avril 2021.
- Institut Paris Région, « Les îlots de chaleur urbains », Répertoire de fiches connaissance, novembre 2010.
- Inserm, « Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 », Rapport final remis au Ministre de la Santé et de la Protection Sociale, octobre 2004.

Direction générale :
88, avenue Verdier
92541 Montrouge Cedex

Directeur de la publication :
Jean-Luc Tavernier

Rédaction en chef :
B. Lhommeau,
S. Papon

Rédaction :
A. Saint-Orens

Maquette :
M. Gaziav

✉ @InseeFr
www.insee.fr

Code Sage : IA2499
ISSN 2416-7851
© Insee 2024
Reproduction partielle autorisée sous réserve de la mention de la source et de l'auteur

