

îlot de chaleur urbain

https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaueur-urbain.php

Notre planète-info

Auteur(s) Emmanuelle Valette, urbaniste Droits de reproduction réservés Dossier mis à jour le 16/03/2018

L'îlot de chaleur urbain (ICU) : définition et fonctionnement

Les hommes de science se sont depuis l'Antiquité intéressés aux relations entre le climat et la ville, que ce soit tout d'abord dans la prise en compte des conditions climatiques d'un site pour l'implantation et la conception architecturale des cités ou, plus tard, dans l'influence de la ville sur ses habitants et son environnement, notamment en matière de pollution de l'air.

Cependant, la mise en évidence d'un climat spécifiquement urbain n'intervient qu'au début du XIX^e siècle, lorsque le pharmacien britannique Luke Howard publie entre 1818 et 1820 Le climat de Londres, ouvrage qui étudie, à partir d'une série de relevés météorologiques d'une période de neuf ans, la température, les précipitations et le brouillard, le fameux smog, de la capitale anglaise. Il note ainsi une différence des températures nocturnes de l'ordre de 3,70 °C entre le centre de Londres et sa campagne, ce que l'on nomme aujourd'hui "îlot de chaleur urbain".

L'îlot de chaleur urbain est un effet de dôme thermique, créant une sorte de microclimat urbain où les températures sont significativement plus élevées : plus on s'approche du centre de la ville, plus il est dense et haut, et plus le thermomètre grimpe.



Coupe schématique de visualisation des températures en 2008 pour une nuit de canicule (type été 2003)

© Groupe DESCARTES - Consultation internationale de recherche et de développement sur le grand pari de l'agglomération parisienne, 02/2009

Selon une étude publiée en mars 2018 dans Physical Review Letters, aux États-Unis, le phénomène d'îlot de chaleur urbain concerne plus de 80 % de la population vivant dans les zones urbaines.

Facteurs qui jouent sur l'îlot de chaleur urbain

Les différentes études sur les îlots de chaleur urbains ont montré que ces différences de températures sont un phénomène assez complexe où s'entremêlent causes et effets. L'îlot de chaleur urbain, très variable, est dépendant du "type de temps" mais aussi de la situation géographique, climatique, de la couverture végétale et de la topographie de la ville.

Le moment de la journée

L'îlot de chaleur est tout d'abord dépendant du moment de la journée. Comme Howard l'avait déjà remarqué, l'îlot de chaleur urbain est surtout marqué la nuit lors des minima de températures. "En général, l'îlot de chaleur urbain commence à croître en fin d'après-midi et augmente au coucher du soleil pour atteindre son maximum au milieu de la nuit. Par nuit calme, il se crée alors une sorte de « bulle de chaleur » sur la ville", précise Météo-France.

A Paris la différence peut parfois dépasser les 10 °C à l'échelle journalière entre le centre de la ville et la

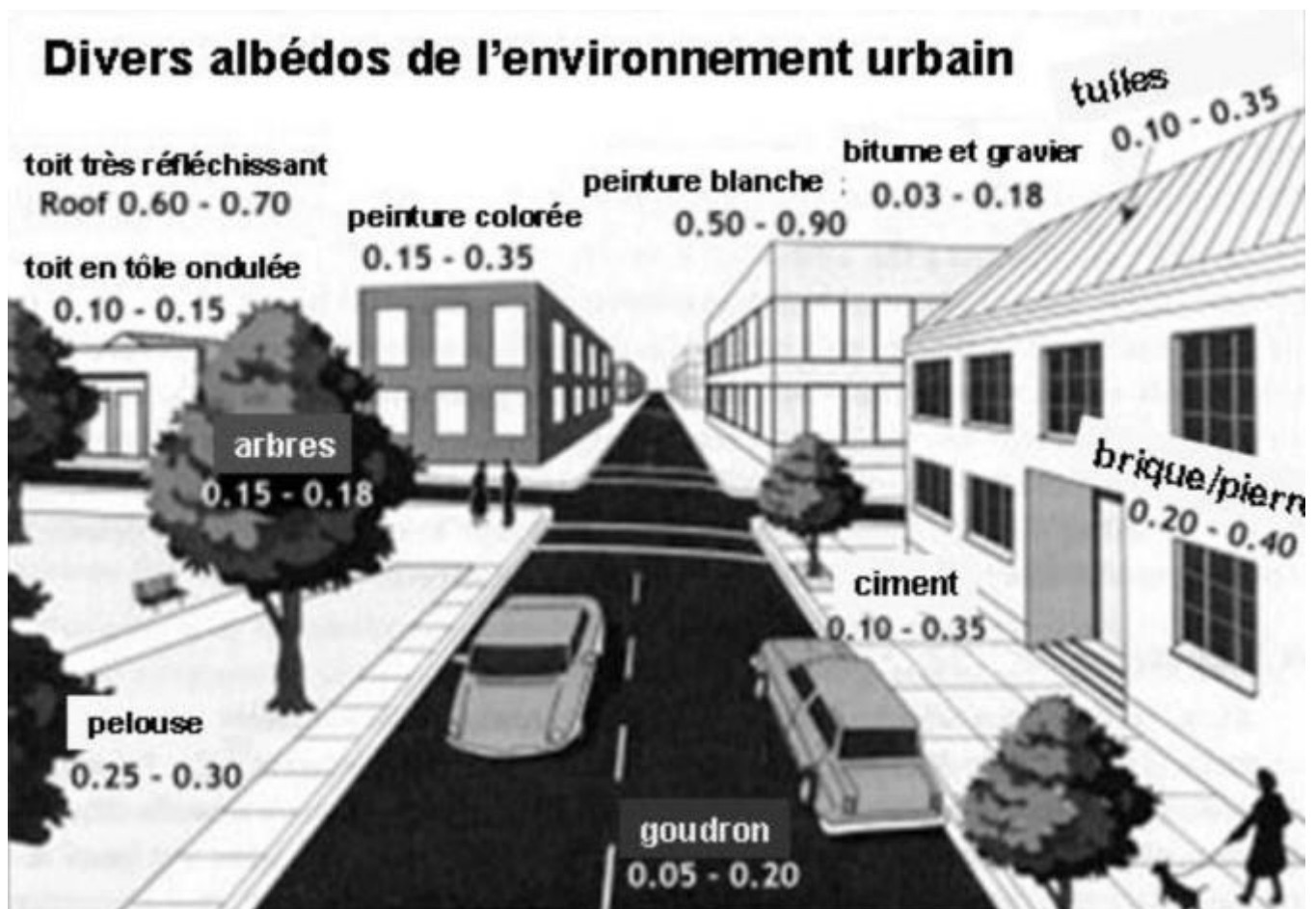
campagne la plus froide comme se fut le cas le 30 septembre 1997 où l'on a repéré une différence de 11,4 °C[1].

Cela est directement dû à l'urbanisation car la chaleur urbaine provient du bâti et du sol qui restituent l'énergie emmagasinée dans la journée.

L'occupation du sol et son albédo

En effet, le bâti, selon son albédo (indice de réfléchissement d'une surface) absorbe ou réfléchit l'énergie solaire. Ainsi, la ville absorbe pendant la journée 15 à 30 % d'énergie de plus qu'une aire urbaine[2]. Cette énergie est ensuite restituée lentement la nuit sous forme d'infrarouge (chaleur). Or, la géométrie du bâti piège cette énergie thermique.

La minéralité des villes et la densité du bâti sont donc des éléments fondamentaux dans la formation des îlots de chaleur.



Divers albédos de la ville. Compris entre 0 et 1 l'albédo caractérise le pouvoir réfléchissant d'un support. A 1 l'énergie lumineuse est entièrement renvoyée. © NASA

L'eau et la végétation constituent des moyens de rafraîchissement : par évaporation et évapotranspiration, elles rafraîchissent l'air dans la journée, cependant, l'eau ruisselle tellement rapidement vers les émissaires artificiels (égouts...) à cause de l'imperméabilité du sol urbain qu'elle n'a pratiquement pas le temps de s'évaporer. Or l'évaporation entraîne un rafraîchissement de l'air car le passage de l'état liquide à l'état gazeux consomme des calories (environ 600 par gramme d'eau évaporé). La végétation « transpire », évaporant l'eau présente en profondeur dans le sol. Grâce à cette évapotranspiration, végétaux et sols n'accumulent pas l'énergie solaire reçue au cours de la journée. Ainsi, selon les conclusions du projet de recherche [MUSCADE](#), rendues publiques début octobre 2014, la végétalisation de pleine terre est plus efficace que celle des toits pour rafraîchir l'air de la ville. Les toits végétalisés ont une influence limitée sur le confort extérieur mais peuvent améliorer l'isolation du bâti. Dans tous les cas, la végétation doit être suffisamment arrosée pour avoir un effet rafraîchissant en été, ce qui implique de développer des systèmes de gestion de l'eau à l'échelle locale (récupération d'eau à l'échelle du quartier ou du bâtiment).

"En ville, l'énergie solaire est au contraire emmagasinée dans les matériaux des bâtiments et le bitume des routes et des parkings, des surfaces imperméables empêchant l'évaporation de l'eau des sols. Lorsque la nuit arrive, cette énergie est restituée à l'atmosphère urbaine. La nuit, l'air au-dessus de la ville se refroidit donc moins vite qu'à la campagne" explique Météo-France.

La circulation d'air

L'îlot de chaleur urbain dépend également des vents. Un vent fort va favoriser la circulation de l'air et donc diminuer le réchauffement du substratum urbain par un air chaud. A l'inverse, un vent faible entraîne une stagnation des masses d'air qui ont alors le temps de réchauffer le bâti : ainsi, plus le temps est calme et dégagé, plus l'îlot de chaleur urbain est intense. De plus, la forme urbaine joue sur le régime des vents : une rue étroite et encaissée, formant un canyon, empêchent les vents de circuler et fait alors stagner les masses d'air.

Les activités humaines

Enfin, il est important de noter ici l'importance de la chaleur anthropique, notamment en hiver : chauffage, climatisation, industries, circulation automobile, éclairage, etc. sont autant de facteurs qui font augmenter les températures et la pollution (qui elle aussi indirectement par effet de serre réchauffe l'atmosphère au niveau mondial) et donc favorisent l'apparition d'un îlot de chaleur[3] mais aussi plus simplement réchauffe la ville, même en l'absence d'îlot de chaleur urbain.

Par exemple, une route éclairée aura une température d'1°C supérieure par rapport à une route non éclairée.

Ville étendue ou ville compacte ?

L'îlot de chaleur urbain est peu influencé par l'expansion urbaine. Toutefois, le confort thermique des habitants est dégradé en ville compacte, du fait de la concentration de population dans le centre de l'agglomération, indiquent les résultats du projet MUSCADE. Toutefois, **plus une ville est organisée**, comme la plupart des villes nord-américaines, **plus l'effet des îlots de chaleur urbains est important** et plus la chaleur reste piégée, et inversement pour les villes « désorganisées », dont les cœurs de villes historiques où la chaleur s'évacue facilement montre l'étude publiée dans Physical Review Letters en mars 2018[6].

De plus, dans un contexte de [réchauffement climatique](#), les consommations d'énergie du bâti restent similaires pour les villes étendues et compactes. Ainsi, l'impact d'une politique de contrôle de l'étalement urbain a peu d'influence sur les émissions de gaz à effet de serre résultant des consommations d'énergie des bâtiments. Ces émissions sont essentiellement conditionnées par les choix des technologies pour les moyens de transport.

L'exploitation de l'énergie solaire

L'utilisation de [panneaux solaires](#) permet de diminuer très légèrement l'îlot de chaleur urbain indique le projet MUSCADE. En outre, dans la perspective d'un climat de plus en plus chaud, la production d'énergie solaire résultant de l'implantation massive de panneaux photovoltaïques sur les toits pourrait compenser à l'échelle annuelle la consommation d'énergie des bâtiments pour le chauffage et la climatisation.

Conséquences de l'îlot de chaleur urbain

Les îlots de chaleur sont à leur tour à l'origine de transformations de phénomènes météorologiques. Ainsi, ils font diminuer l'humidité relative, le nombre de jour de gel et les brouillards. De plus, ils modifient le régime des pluies en faisant diminuer les perturbations en hiver lorsque le temps est stable, mais, lorsque le temps est instable, l'îlot de chaleur urbain provoque une augmentation de l'intensité des précipitations provoquant parfois de violents orages car *"la ville perturbe principalement la circulation convective des masses d'air. Son influence est ainsi marquée sur les phénomènes violents comme les fortes averses, les*

orages ou encore les chutes de grêle. Les journées d'orage peuvent ainsi augmenter de 20 à 30 % (Duchêne-Marullaz, 1980)"[4].

De plus, les îlots de chaleur urbains influencent des paramètres qui dans une interrelation vont le renforcer. Ainsi, les différences de chaleur entre centre et périphérie (tout comme entre des lieux chauds comme les rues et des lieux frais comme les parcs à plus petite échelle) sont à l'origine de "brises de campagne", c'est-à-dire des vents thermiques faibles qui vont des zones froides aux zones plus chaudes, favorisant ainsi la concentration de polluants dans les secteurs les plus urbanisés et les plus denses, autrement dit les secteurs qui souffrent déjà le plus des îlots de chaleur.

Notons enfin que si les îlots de chaleur urbain ne sont ni une cause, ni une conséquence du changement climatique, les effets de l'un sur l'autre aggravent les impacts de chacun. Ainsi, le changement climatique qui prévoit une augmentation des températures générales rendra l'îlot de chaleur urbain encore plus intense. De même, dans une bien moindre mesure toutefois, les dynamiques qui président à la formation des îlots de chaleur urbain et leurs conséquences (consommations d'énergie pour se réchauffer ou se rafraîchir, pollutions...) contribuent au changement climatique.

Dans les pays aux climats chauds ou tempérés, l'effet "ICU" augmente significativement la facture énergétique. En revanche, pour des régions aux climats froids, il peut potentiellement permettre de réduire la demande énergétique.

De la pollution de l'air au changement climatique

Les années 1970 : le prisme de la pollution atmosphérique

L'étude de J. Dettwiller, "Evolution séculaire du climat de Paris, Influence de l'urbanisation", paru en 1970 et qui semble être l'une des premières références françaises, décrit, à partir des relevés des stations météorologiques, les différences entre le centre de l'agglomération parisienne et les limites de la zone urbaine tant en ce qui concerne les températures, que les précipitations, les vents, l'humidité relative ou les brouillards. Il montre alors bien les difficultés pour réaliser de telles études dues au manque de données (le nombre de stations météorologiques de l'agglomération parisienne est largement insuffisant). Si Dettwiller ne fait pas encore ressortir concrètement les conséquences et les usages de ses observations, il commence à apparaître que cela pourrait servir à l'aménagement, notamment pour situer certaines installations polluantes en fonction du climat : "*C'est un apport considérable au dossier du climat des villes. [...] Elle nous enseigne que nous avons beaucoup à apprendre encore sur ces climats, constatation peu réconfortante puisque la connaissance de ces derniers aurait (ou devrait) servir de fondements à la mise en place des zones industrielles, résidentielles et d'affaires*" (Loup, 1971).

Ce mouvement qui lie climat urbain et environnement ne fait que grandir avec les craintes de plus en plus précises et médiatiques, notamment en matière de [pollution atmosphérique](#). La demande sociale de connaissance permet alors à la climatologie urbaine, en s'orientant vers ces questions, de sortir de son carcan et de trouver un écho dans les mouvements environnementalistes et écologistes qui naissent à cette époque.

A Paris, la pollution atmosphérique demeure très problématique. Ainsi, G. Escourrou fait directement le lien entre îlot de chaleur et diffusion des polluants (1986) et préconise alors, comme le suggérait J. Loup en 1971, des lieux d'implantation pour les industries polluantes. Cette étude, basée sur les relevés des stations météorologiques d'Ile-de-France et sur des relevés effectués à divers endroits, souligne encore une fois le manque de moyens techniques pour mesurer efficacement les variations climatiques entre deux points. Les images satellites n'ont alors pas encore réellement fait leur entrée sur la scène scientifique française qui semble alors en retard sur les études étrangères et particulièrement américaines.

Une perte d'intérêt dans les années 1990

Mais cette fois encore, l'intérêt retombe car les problématiques qui avaient porté la lumière sur le climat

urbain vont être en partie réglées. En effet, la pollution atmosphérique va être prise très au sérieux et des mesures vont être mises en place. En 1979, est créé Airparif, chargé de la surveillance de la qualité de l'air. Mais c'est durant les années 1990 que la loi sur l'air de 1996 va fixer les bases d'une vraie politique de limitation de la pollution atmosphérique. Elle vise ainsi à "renforcer de manière significative les volets observation et information sur la qualité de l'air" en instaurant les plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) et les plans de protection de l'atmosphère (PPA). De même, le 1er octobre 1997 lors d'un pic de pollution au dioxyde d'azote, est mise en place une circulation alternée limitant la circulation des véhicules trop polluants. Bien que cette opération n'ait fait diminuer les émissions que de 20 %, aujourd'hui la qualité de l'air de l'agglomération parisienne s'est quelque peu améliorée depuis une vingtaine d'années. Ainsi, les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) ont été divisées par 20 et les particules (« fumées noires ») par huit en 40 ans. Cependant, les particules, l'oxyde d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV) stagnent ou reculent très lentement alors que l'ozone (O₃) augmente quelque peu (ADEME).

Plus que par les réglementations, la baisse de la pollution, et par la même de l'attention pour la climatologie urbaine, provient de la désindustrialisation, particulièrement en région parisienne, des années 1980 et 1990. Les études qui entraient dans la thématique "îlot de chaleur" par le prisme de la pollution atmosphérique ne semblent plus se justifier au regard du grand public et des décideurs. Toutefois, cette problématique va ressurgir avec le changement climatique.

La reprise en compte du climat urbain dans la perspective du changement climatique

La grande rupture en France est marquée, au tournant du siècle, par l'entrée sur la scène politique et médiatique du changement climatique d'une part, et, d'autre part, par un événement sanitaire inédit en France jusqu'alors, [la canicule du mois d'août 2003](#), qui entraîne une surmortalité de près de 60 %, soit près de 14 800 personnes en France entre le 1er et le 20 août. La région parisienne est quant à elle encore plus touchée puisque l'on a enregistré une surmortalité de 134 % sur la région Île-de-France soit plus de 4 800 décès excédentaires par rapport au nombre attendu (ORS, 2003a).

Ces deux éléments vont faire passer l'îlot de chaleur urbain du domaine de la nuisance au domaine du risque. L'îlot de chaleur urbain n'est plus une simple gêne pour les citoyens, ce n'est plus une question d'inconfort lors des fortes chaleurs estivales sans réelles conséquences. A présent, il s'agit d'un risque, c'est-à-dire la combinaison entre un aléa (ici la canicule), sa probabilité d'occurrence et un enjeu, dans ce cas de santé publique pour les populations vivant en ville. Les différents travaux sur le changement climatique, et notamment ceux du GIEC qui revêt une importance politique singulière (Dahan Dalmedico, 2006), montrant que les épisodes caniculaires devraient se multiplier dans les zones tempérées dans les années à venir, l'îlot de chaleur urbain passe alors au centre des préoccupations politiques et sociales afin de limiter les conséquences sanitaires des canicules.

La question des pollutions passe alors clairement au second plan dans les études sur le climat urbain, toutes se concentrant sur les moyens d'adaptation et d'atténuation pour prévenir le risque canicule. C'est donc, finalement, après de nombreuses apparitions et disparitions, par ce biais que les îlots de chaleur urbains prennent aujourd'hui toute leur importance dans la recherche en climatologie, et la recherche de moyens pratiques de prévention vont permettre d'ouvrir la question à d'autres domaines de compétence.

Références

1. "[L'îlot de chaleur urbain parisien selon les types de temps](#)" ; Olivier Cantat - Norois environnement, aménagement, 2004
2. "Les villes font-elles leur temps ?" ; Martine Tabeaud, professeur, Université Paris 1 - Ville et Environnement, SEDES, 2006
3. "Climat et micro-climat urbain, pollution atmosphérique et nuisances météorologiques localisées" ; Gisèle Escourrou - IAURIF, 1996

4. "[Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville](#)" ; Morgane Colombert, Thèse de doctorat Génie urbain - Université Paris-Est, 2008
5. "Dettwiller (J.). — Evolution séculaire du climat de Paris. Influence de l'urbanisation" ; Jean Loup - Revue de géographie alpine, 1971
6. [Role of City Texture in Urban Heat Islands at Night Time](#). J.M. Sobstyl, T. Emig, M.J. Abdolhosseini Qomi, R. J.-M. Pellenq, and F.-J. Ulm. Physical Review Letters, 9 mars 2018