

Introduction

Contexte et action de l'Ademe

L'accord international sur le climat pris lors de la Conférence de Paris en 2015, la COP21 (21^e Conférence des Parties), fixe comme objectif une limitation du réchauffement mondial entre 1,5°C et 2°C d'ici 2100. Dans ce cadre et par la loi pour la Transition énergétique pour la croissance verte, la France s'est engagée à lutter résolument contre le changement climatique, dans une perspective de Transition énergétique et écologique (TEE).

L'articulation entre politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et politiques territoriales et urbaines aux différentes échelles est cruciale : l'aménagement territorial et urbain a un rôle majeur à jouer pour répondre aux enjeux climatiques et de gestion durable des ressources.

L'Ademe (l'Agence de la transition écologique) est un acteur de référence pour l'expertise et la mise en œuvre des politiques publiques en matière d'adaptation au changement climatique. Le Plan national d'adaptation au changement climatique 2018 (PNACC 2) et la stratégie de l'Ademe sur l'adaptation intègrent de nombreux éléments de connaissance, de préservation et d'adaptation des écosystèmes, ainsi que des approches écosystémiques d'adaptation, approches dites vertes. En effet, ces approches vertes ont des bénéfices en termes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, mais pas seulement ; elles permettent également de recréer des services écosystémiques, de renforcer ou reconstituer des poches de biodiversité avec de nombreux autres co-bénéfices comme le rappelle le Plan Biodiversité : « La biodiversité en ville permet notamment de lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain et de favoriser le bien-être physique et mental des habitants. La ville devient alors plus résiliente face aux changements globaux et plus désirable. »

L'Ademe est mobilisée sur ces sujets depuis plusieurs années et consolide sa vision et ses équipes en 2020 autour d'une nouvelle direction Adaptation, Aménagement et Trajectoires bas carbone. Les projets présentés dans cet ouvrage ont été initiés et soutenus par l'Ademe et s'inscrivent dans sa Stratégie urbanisme durable 2018-2022 et sa Stratégie d'action sur l'adaptation au changement climatique. L'Ademe a souhaité, à travers cet ouvrage, *Adaptation au changement climatique et projet urbain*, regrouper au sein d'une publication unique les apports capitalisés ces dernières années sur le sujet.

Par ailleurs, l'Ademe poursuit son soutien à la recherche sur l'adaptation des systèmes urbains et territoriaux aux changements climatiques. Elle a retenu en 2019 six lauréats pour la quatrième édition de l'appel à projets de recherche Modeval-Urba¹. Ce sont sept projets de recherche qui vont notamment permettre l'atténuation de la surchauffe urbaine, avec des solutions basées sur la nature. Ces projets portent sur : la renaturation des cours d'écoles, la désimperméabilisation des sols artificialisés, l'évaluation des échanges radiatifs de la canopée urbaine, la création de fraîcheur via les parcs publics urbains, la modélisation microclimatique dans la conception des projets urbains et les conditions de déploiement de l'urbanisme réversible à des fins écologiques dans les espaces interstitiels.

Des études sur la végétalisation et des outils d'aide à la conception sont également en développement. D'autres résultats sont donc à suivre.

Contenu et vocation de cet ouvrage

Plusieurs résultats des projets présentés sont issus de l'appel à projet de recherche Modeval-Urba qui comprend un programme principal dédié aux villes et territoires durables en accord avec la Stratégie recherche et innovation de l'Ademe.

L'Ademe a conduit en 2017 un état de l'art des connaissances français et international sur le rafraîchissement urbain qui a conduit à dresser un panorama exhaustif de solutions, classées selon trois types :

- les solutions vertes (et bleues) : services écosystémiques, nature en ville (végétal, eau) ; les solutions basées sur la nature existent et restent à développer et surtout à généraliser ;
- les solutions grises : infrastructures urbaines (revêtements, mobiliers urbains, bâtiments et matériaux...);
- les solutions douces : gestion et usages de la ville (services, mobilités, modes de vie...).

Cette réflexion scientifique, menée en partenariat avec une communauté d'acteurs publics et privés, a permis de formaliser les résultats clés

¹ « 6 lauréats pour des solutions d'atténuation de la surchauffe urbaine #modevalurba », 2019 [en ligne sur www.presse.ademe.fr].

des travaux de recherche achevés sur le sujet de la surchauffe urbaine, mais surtout d'en avoir une lecture critique afin de dynamiser et d'approfondir la recherche ; ces enseignements, qui ont permis de nourrir les appels à projets ultérieurs, sont livrés dans cet ouvrage.

Sont également présentés : les méthodes de diagnostic de surchauffe urbaine actuellement disponibles, des exemples de mise en œuvre de stratégies et d'actions de résilience (notamment face aux changements climatiques) de collectivités, des solutions de rafraîchissement et des résultats de recherches sur l'intégration de données territoriales Énergie/Climat dans les documents de planification et les méthodes de cartographie micro-climatique fine des impacts des formes urbaines sur la surchauffe en milieu urbain.

L'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ces évolutions sont deux objectifs à intégrer aux conceptions urbaines, que ce soit dans les projets de territoires sur le long terme, mais également dans les opérations d'aménagement ou de rénovation urbaine. Ce recueil de projets a vocation à donner des pistes d'action et surtout donner aux décideurs, praticiens et futurs praticiens des possibles façons d'agir pour rendre plus adaptatifs et résilients les projets urbains d'aujourd'hui et de demain.

Rôle de la conception urbaine et territoriale dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique

La question de la surchauffe urbaine est une problématique multiple qui s'exprime de jour comme de nuit et en fonction du type d'urbanisation. En cas de canicule, le manque de rafraîchissement nocturne en ville est un réel enjeu de confort, voire de santé pour les populations sensibles. Le phénomène climatique des îlots de chaleur urbains (Icu) désigne une différence de température, observée la nuit dans l'air, entre une ville et les zones rurales environnantes², l'écart pouvant varier de 2°C à 12°C. Il s'agit de concevoir des formes urbaines intégrant l'enjeu climatique local : apports solaires, vents, pluie, matériaux et revêtements, limitation des activités humaines émettrices de chaleur, etc.

Les réponses à apporter aux enjeux de surchauffe urbaine mobilisent des disciplines diverses (micro-climatologie urbaine, urbanisme, aménagement, paysagisme, biodiversité, etc.) et nécessitent l'utilisation d'outils de diagnostic et d'outils prospectifs permettant la mise en œuvre de stratégies d'adaptation intégrées aux documents de planification urbaine et aux projets d'aménagement urbain par les décideurs et les praticiens.

² GREUILLET, C. et GALSOMIES, L., « L'îlot de chaleur urbain et le lien avec la qualité de l'air », *Pollution atmosphérique*, numéro spécial, juin 2013, p. 163-172 [en ligne].

La mise en place des stratégies et plans nationaux, mais surtout leur traduction aux échelles régionale et locale, comme via les PCAET qui concernent aujourd'hui tous les EPCI de plus de 20 000 habitants, a permis d'appréhender de façon locale, la question du climat dans toutes les politiques (habitat, urbanisme, transport et mobilité, agriculture...) ou encore dans les documents d'urbanisme (Scot et PLU-I) qui sont des leviers déterminants en termes de gestion économe des sols et de conception de formes urbaines adaptées et résilientes.

L'intégration d'exigences d'aménagement et d'occupation du sol répondant au mieux à court et à long termes aux enjeux climatiques (perméabilité, couvert végétal, adaptation aux évolutions des usages et des fonctions, etc.) dans les documents de planification est nécessaire afin que les aménageurs aient à l'échelle plus fine du projet (Zac ou autre) des marges d'action renforcées.

La performance en termes de rafraîchissement, de confort thermique et d'ambiance dépendant fortement du contexte (localisation, climatologie, forme urbaine, activités, usages...), elle demande au préalable de réaliser un diagnostic de vulnérabilité de la surchauffe urbaine sur la zone concernée et, le plus souvent, une articulation et conjugaison de solutions et dispositifs.

L'action des aménageurs pour l'atténuation de la surchauffe en milieu urbain et la création d'îlots de fraîcheur peut être notamment permise par ces quatre actions dont la mise en œuvre est nécessairement à étudier et à adapter au contexte local.

La végétalisation

L'écart de température à 1,2 m du sol entre deux rues avec ou sans arbre est égal en moyenne à 0,7°C, et peut atteindre un maximum de 2°C (selon l'importance des zones ombragées, du type de végétation et de la période diurne/nocturne³).

Une bande de végétation d'une largeur de 50 à 100 m peut réduire de 3,5°C la température d'un quartier voisin, cet effet de fraîcheur pouvant être ressenti dans un rayon de 100 m⁴.

L'idée est de créer un réseau régional de parcs interconnectés, sous forme de « coulées verts », est née au XIX^e siècle, influencée par le Paris haussmannien avec ses parcs paysagers reliés par des boulevards plantés. Aux États-Unis, l'idée a été développée par Frederick Law Olmsted dans des projets tels que le « Collier d'Émeraude » de Boston, sur lequel Olmsted travailla de 1878 à 1896. À l'heure actuelle en France, la Ville de Nantes par exemple, a confié la conception d'une grande étoile verte et bleue très graphique vue du ciel et

³ VINET, J., *Contribution à la modélisation thermo-aérodynamique du microclimat urbain, Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs*, thèse de doctorat, Université de Nantes, 2000, multig.

⁴ LIÉBARD, A., DEHERDE, A., *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Paris, Le Moniteur, 2005.

inspirée du collier d'émeraude de Boston à un paysagiste français de renom, Gilles Clément. Il s'agit de mettre en réseau les coulées vertes qui courent le long de la Loire, de l'Erdre, du Cens, du Gesvres, de la Chézine et de la Sèvre avec les grands parcs et espaces verts nantais pour mailler la ville de promenades naturelles accessibles à pied ou en vélo depuis le centre ville.

Dans les secteurs les plus denses, les différentes surfaces (toitures, façades, voiries, voies de tram, etc.) peuvent être des opportunités à la végétalisation, mais il faut aussi se questionner sur la renaturation des sols et donc permettre de réintégrer des surfaces perméables et de rafraîchissement (nature, eau). L'acceptation de la densité passe par une forme de renaturation en milieu urbain. Les services rendus par l'arbre et les espaces boisés en ville représentent une véritable valeur économique et sociale. Les bénéfices économiques sont multiples : au Canada, il a été estimé qu'ils diminuent les coûts de climatisation en été (jusqu'à 50 %) et de chauffage (jusqu'à 15 %), augmentent la valeur foncière des propriétés (jusqu'à 15 %), diminuent les besoins en infrastructures de drainage, augmentent la durée de vie des chaussées, génèrent des emplois liés à la filière.

La Région Hauts-de-France et l'Ademe ont souhaité au travers d'un guide et de l'outil « Arbo Climat » épauler les collectivités, les aménageurs, les gestionnaires de patrimoine arboré, les élus afin de leur permettre de réaliser des scénarios de plantation et d'en évaluer l'impact sur la séquestration du carbone et sur le climat urbain⁵. Ce guide permet d'aborder l'arbre en milieu urbain comme un outil privilégié pour une démarche d'atténuation et d'adaptation climatique dans l'aménagement. En plus de contribuer à la biodiversité, l'arbre possède trois atouts principaux :

- il absorbe le CO₂ de l'atmosphère pour le stocker dans ses branches, son tronc et ses racines ;
- il apporte de l'ombre, rafraîchissement naturel en été, et facilite l'absorption des précipitations hivernales et d'épisodes violents ;
- il contribue au développement de la filière bois.

Planter des arbres pour améliorer le cadre de vie des habitants est avant tout un choix politique.

La présence de l'eau et la perméabilité des sols

La gestion de l'eau est cruciale, notamment dans une optique de végétalisation. La préservation de la ressource en eau (en limitant l'arrosage par la réutilisation des eaux de pluie ou le choix d'espèces n'en nécessitant aucun) est à intégrer à toutes les échelles du projet (de la planification à l'aménagement urbains). Concernant les risques d'inondations par exemple, plutôt que de résister à l'eau en continuant à construire des digues et en aménageant de nouveaux quartiers en situation vulnérable, il s'agit de redonner de la place à

⁵ Plus d'informations : www.arbre-en-ville.fr/arboclimat/

l'eau et de réfléchir à la façon de vivre avec et d'en maximiser les effets rafraîchissants (évapotranspiration plutôt qu'écoulement par exemple). À titre d'exemple, à La Nouvelle-Orléans, ont été créés des jardins de pluies, des corridors verts et bleus pouvant non seulement absorber mais aussi filtrer l'eau pluviale, et un espace naturel, le Mirabeau Water Garden, a été réaménagé pour qu'y soient intégrés des bassins végétalisés pouvant capter des millions de mètres cubes d'eau. Ou encore, le projet Bleu Montréal vise à faire couler à nouveau à ciel ouvert rivières et cours d'eau, longtemps enfouis, afin de redonner sa place à l'eau dans le paysage urbain. Pour Isabelle Thomas, enseignante à l'Université de Montréal, une démarche urbaine de résilience passe par « une démarche intégrée, collective, des actions adaptées aux enjeux locaux et aux réalités des collectivités » ; c'est donc ainsi « qu'une ville devient résiliente et favorise implicitement un changement de comportement ⁶ ».

Ces approches peuvent être décrites grâce au concept parlant de « Villes-éponges » désignant selon la définition du Canadian Water Summit « des villes qui ont établi un lien entre infrastructure verte et implémentation de mesures de “développement à faible impact” avec un asset management efficace au sein d'une approche qui associe eaux de pluie et mitigation des inondations ».

Dans ces aménagements, une grande partie de l'eau finit par s'évaporer, ce qui contribue à refroidir l'environnement avoisinant. Le principe de la ville éponge revient en effet à garder l'eau de pluie dans la ville plutôt que de la « jeter » dans nos égouts. L'intérêt est ainsi double : cela permet de refroidir naturellement l'environnement urbain, mais aussi d'utiliser une eau qui est fournie gratuitement et naturellement.

Ce concept utopique fut initialement proposé par l'architecte Peter Cook dans les années soixante-dix, qui voit dans la *sponge city* le rêve d'une ville qui « s'absorbe » dans son paysage.

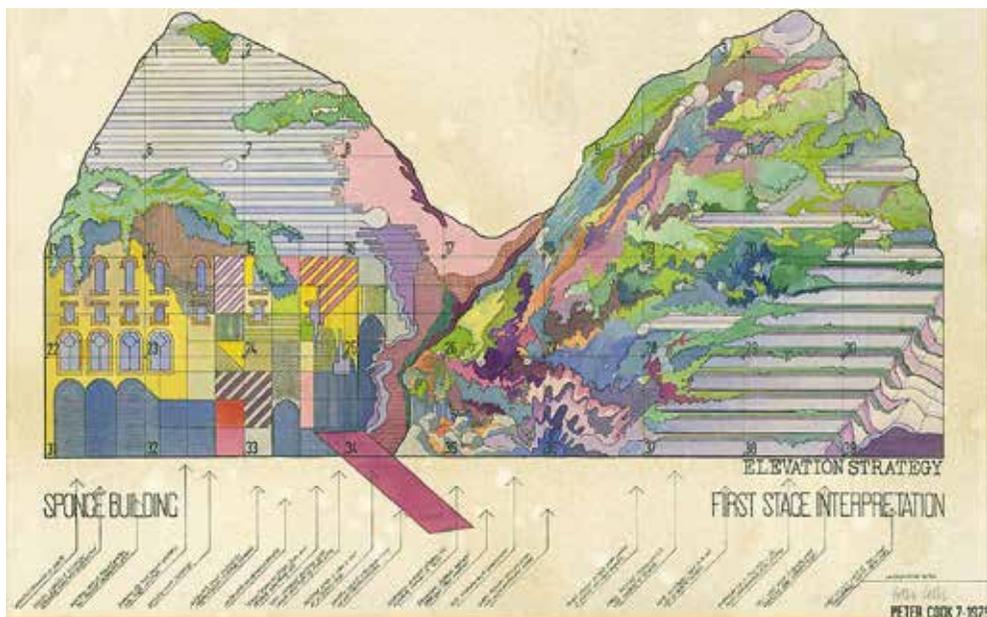
Particulièrement approprié et testé en Chine, le sens actuel du concept s'est concrétisé avec un programme national lancé fin 2014 visant à faire en sorte qu'à l'horizon 2030, 80 % des aires urbaines locales soient capables d'absorber et de réutiliser 70 % des eaux de pluie torrentielles qui les touchent. Wuhan est la pionnière de ces villes-éponges qui conçoivent des jardins pluviaux et des toits végétalisés, aménagent des dispositifs de « bio-rétention » d'eau, pensent les trottoirs et les chaussées pour faciliter le ruissellement de l'eau, et, enfin, construisent des revêtements routiers perméables (ou poreux). Ces derniers, comme Taipei l'a bien compris, permettent de réduire les effets des îlots de chaleur urbains. Ce plan a permis aux infrastructures des villes chinoises, à Shenzhen en particulier, de se « verdier ».

⁶ DA CUNHA, A., THOMAS, I., (dir), *La ville résiliente, Comment la construire ?*, Montréal, Presses de l'université de Montréal, 2017.



Le Nouvelle-Orléans, Mirabeau Water Garden, projet, 2018-2021.

Montréal, le projet Bleu Montréal, plaquette de présentation, 2019, extrait.

Peter Cook, *Sponge City*, projet, 1975.

Après son succès chinois, le modèle de la ville-éponge séduit les zones climatiques sur-exposées, des Caraïbes au Kenya, à Copenhague, Berlin ou New York. Rotterdam, que l'on appelle la «ville-éponge» ; nom tout à fait approprié pour cette cité dont le destin est lié à l'eau depuis huit siècles.

La perméabilité des sols pour l'infiltration des eaux de pluie étant cruciale, moins visible que des actions de végétalisation, planifier et aménager dans une optique de villes-éponges est tout aussi indispensable.

Les matériaux constructifs du bâti et de l'espace public

Le choix des matériaux de construction et des infrastructures urbaines, la place de la végétation et de l'eau, sont déterminants, tant l'imperméabilité des revêtements et la capacité d'absorption des matériaux vis-à-vis du rayonnement solaire vont accentuer le réchauffement de la zone urbaine.

Il a été estimé que les surfaces foncées pourraient représenter plus de 40 % de la superficie d'une ville. Par une journée ensoleillée de 26°C (à l'ombre), un toit exposé au soleil peut atteindre une température de 80°C si sa couleur est foncée, 45°C si sa couleur est blanche et seulement 29°C s'il est recouvert de végétaux⁷.

Très fréquemment, en passant de l'asphalte au béton, ces revêtements ont un albédo très faible ce qui signifie qu'ils réfléchissent peu les rayons du soleil et emmagasinent de la chaleur. Il en résulte une élévation de la température ambiante, typique de l'effet d'îlot de chaleur urbain. Des mesures simples comme choisir des revêtements des espaces publics légèrement colorés ou blancs participent à l'augmentation de l'albédo globale d'une ville.

Certaines expériences d'utilisation de matériaux à rétention d'eau ont montré des résultats encourageants avec des diminutions de température d'air à 1,5 m de l'ordre du degré Celsius à certaines périodes de la journée. Cependant, selon certains⁸, les matériaux à rétention d'eau sont des dispositifs de rafraîchissement qui, s'ils s'avèrent performants, devront être mis en œuvre dans des régions pluvieuses et humides afin d'éviter des conflits d'usage de l'eau.

Le choix des matériaux et des couleurs qui permettent de limiter la surchauffe dans les aménagements est à anticiper par les maîtres d'ouvrages dès les appels d'offres.

Les formes urbaines

Les travaux de recherche menés notamment par les équipes françaises et américaines de l'Unité mixte internationale MSE (CNRS/MIT) et du Centre interdisciplinaire des nanosciences de Marseille (CNRS/Aix-Marseille

⁷ FISCHETTI, M., « Green Roofs, Living Cover », *Scientific American*, vol. 298, 2008, p.104-105.

⁸ SANTAMOURIS, M., « Using Cool Pavements as a Mitigation Strategy to Fight Urban Heat Island, A Review of the Actual Developments », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 26, 2013, p. 224-240.

Université) sur l'impact du tissu urbain sur le rafraîchissement révèlent bien les interrelations entre caractéristiques spatiales et micro-climat. Il a ainsi été montré que plus le tissu urbain est organisé, comme la plupart des villes nord-américaines avec des rues très rectilignes et un plan en damier, plus la chaleur est piégée et qu'à l'inverse, plus le tissu est sinueux, à l'image de nombreux cœurs de villes historiques, plus la chaleur s'évacue facilement. L'article « Role of city texture in urban heat islands at night time ⁹ », publié en janvier 2018, présente les résultats de ces travaux. Sur une cinquantaine de villes étudiées (dont New York, Boston ou Chicago), il a ainsi été démontré que les effets des îlots de chaleur variaient nettement selon le tissu urbain. Les chercheurs ont mesuré ce paramètre grâce à des outils de physique qui permettent de réduire la complexité de la ville à une description statistique (c'est-à-dire des « lots » de bâtiments pertinents), permettant donc de mettre en évidence ce différentiel entre ville « organisée » et ville « moins organisée ».

La structure du bâti urbain comprend la typo-morphologie du cadre bâti ainsi que les matériaux utilisés pour la construction des bâtiments et des différentes infrastructures urbaines. Ces éléments influencent fortement l'Icu. L'orientation des rues peut avoir un impact sur le phénomène des Icu, ainsi que d'autres éléments tels que la densité surfacique (rapport entre la surface des toitures et celle du terrain) et la compacité de la ville (densité de ses habitations, proximité de ses équipements et services ou encore de ses réseaux de transports et communication). Le Guide « Faire la ville dense, durable et désirable ¹⁰ » de l'Ademe propose une approche opérationnelle des questions de densité et de formes urbaines et met en lumière certains exemples concrets de mise en œuvre inspirants.

Il s'agit de concevoir des formes urbaines intégrant l'enjeu climatique local : apports solaires, vents, pluie, mais aussi matériaux et revêtements, et mode de vie comme la limitation des activités humaines émettrices de chaleur, etc. Dans ce but, le projet Epicure ¹¹ a visé la création d'une base de données croisées pour les acteurs de l'urbanisme, grâce à l'intégration de trois modèles numériques : Genius (morphologie urbaine) ; Teb (échanges ville-atmosphère) ; Urban Weather Generator (Icu). Par ailleurs, plusieurs travaux ¹² sur les Local Climate Zones s'intéressent à une granulométrie fine aux enjeux microclimatiques associés aux caractéristiques du tissu urbain.

Les pratiques et savoirs ancestraux, comme les villages de certaines latitudes, entièrement blancs et aux ruelles sinueuses, sont aussi riches d'enseignements.

⁹ SOBSTYL, J., *et al.*, « Role of City Texture in Urban Heat Islands at Nighttime », *Physical Review Letters*, vol. 120, 2018.

¹⁰ *Faire la ville dense, durable et désirable, Agir sur les formes urbaines pour répondre aux enjeux de l'étalement urbain*, février 2018 [en ligne sur www.ademe.fr].

¹¹ État paramétrique de la Performance de dispositifs urbains pour un Rafraîchissement environnemental, conduit par le Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique (Game) et Laboratoire de recherche en architecture (LRA) de l'Ensa Toulouse, soutenu par l'Ademe et finalisé en 2015.

¹² Menés notamment par le Cerema.

Le fonctionnement du territoire est également déterminant par exemple pour la localisation des activités humaines qui rejettent de la chaleur (véhicules thermiques, chauffage, climatisation, etc.).

Enfin, adapter nos villes au-delà de les rendre résilientes aux évolutions climatiques, c'est d'abord s'appuyer sur de nouvelles formes de gouvernance basées sur une approche pluridisciplinaire : fédérer en interne l'ensemble des services de la collectivité (urbanisme, énergie, voiries, espaces verts, assainissement...) ; mobiliser l'ensemble des acteurs, économiques notamment, opérateurs, entreprises, dès les phases amont de diagnostic ; créer une solidarité territoriale face à cet enjeu ; associer des experts pour partager une culture commune et les citoyens pour s'intéresser à leurs pratiques dans la ville, renforcer leur rôle actif et garantir une ville inclusive.

Une notion émergente, très liée à celle de résilience, est aussi celle de réversibilité : par exemple, la possibilité pour un bâtiment, un îlot urbain ou un équipement de changer radicalement de fonction le moment venu. Ce qui est possible, comme le montre le Grand Lyon et ses 113 ha de désimperméabilisation et des projets de reconversion de friches polluées, pour lesquels des critères environnementaux sont attendus dans le cadre des appels à projets portés (AAP) et soutenus par l'Ademe.

Adaptation et réversibilité sont donc des notions fondatrices en matière de politique et d'ingénierie urbaines permettant d'apporter des réponses concrètes à l'urgence climatique et sociale.

Les textes proposés dans cet ouvrage collectif viennent témoigner de ces théorisations et de leur mise en œuvre en les illustrant par le projet.

HÉLOÏSE MARIE, KARINE LAPRAY, MARJORIE MUSY

Diagnostiquer la surchauffe urbaine, quelle méthode pour quel enjeu ?

Résumé

La surchauffe urbaine est une problématique qui s'exprime de jour comme de nuit avec des répercussions à l'échelle des villes et de leurs alentours, mais surtout à l'échelle du vécu de l'habitant. Le terme surchauffe urbaine a été choisi car il évite l'abus de langage prêté au phénomène « d'îlot de chaleur urbain » dont la caractéristique la plus marquée est le relevé de températures plus élevées en soirée et la nuit en ville. Il intègre la notion d'inconfort thermique des espaces extérieurs en journée, qui exprime le ressenti des usagers. Les caractéristiques de la ville sont les principales causes de la surchauffe : forme urbaine dense, minéralité, manque de végétation... Les collectivités et acteurs du territoire ont donc un rôle à jouer pour rafraîchir les villes. Avant de mettre en place des actions de rafraîchissement urbain adaptées à chaque contexte, il est nécessaire d'établir un diagnostic pour déterminer les enjeux liés à la chaleur urbaine et les leviers d'action. Il existe une diversité de méthodes de diagnostic qui peuvent être choisies en fonction des résultats attendus et des objectifs visés. Le recensement national et international des diagnostics pour établir un panorama des méthodes employées a permis de révéler plusieurs enseignements.

Mots-clés

îlot de chaleur urbain ; méthodes de diagnostic ; surchauffe urbaine ; adaptation au changement climatique ; confort urbain

Abstract

Urban overheating is an issue expressed at day and night with repercussions at the city scale and their surroundings, and at the scale of the lived experience of inhabitants. The term urban overheating was chosen to avoid the misuse of "urban heat island" phenomenon, the most prominent feature of which is the record of higher temperatures in the evening and at night in the city. It includes the notion of outdoor thermal discomfort in the day related to people feeling. Urban characteristics are the main causes of overheating: dense urban form, minerality, lack of vegetation... Local authorities and actors therefore have a role to play in cooling cities. Before setting up urban cooling actions adapted to each context, it is necessary to establish a diagnosis to determine the issues related to urban heat and levers of action. A variety of assessment methods can be chosen based on the expected results and objectives. The national and international census of assessment studies enabled to draw an overview of methods allowed to reveal several conclusions.

Keywords

Urban heat island ; assessment tools ; urban overheating ; climate change adaptation ; urban comfort

L'adaptation du territoire troyen au changement climatique : une opportunité en vue de la convergence des politiques publiques

Résumé

La Seine constitue la colonne vertébrale autour de laquelle s'est développé le territoire de l'agglomération de Troyes qui regroupe 81 communes sur 890 km². La présence de l'eau fut, au fil des siècles, déterminante dans l'évolution topographique de la ville au regard des besoins défensifs, économiques, sociaux et des avancées techniques. Le territoire est donc particulièrement attentif aux effets du changement climatique.

L'analyse croisée des conséquences des inondations par débordement de la Seine et de celles du changement climatique a permis de mettre en cohérence des politiques publiques paysage, habitat, risques, climat et nature en ville afin de minimiser les effets des épisodes de hausses des températures et d'augmentation de la pluviométrie.

Mots-clés

Troyes - Seine- trame hydraulique- politiques publiques-cohérence

Abstract

The Seine is the backbone around the agglomeration of Troyes, which includes 81 towns in 890 km². The presence of water has been, throughout the centuries, a determining factor in the topographical evolution of the city with a view to defensive, economic, social needs and technical progress. The territory is therefore particularly concerned to the impacts of climate change.

The cross-analysis of the consequences of floods caused by the Seine overflow and those resulting of climate change has made possible to align public policies on landscape, housing, risks, climate and nature in the city in order to minimise the effects of episodes of temperature and rainfall increases.

Keywords

Troyes – Seine – hydraulic frame - public policies – coherence

La recherche des cobénéfices dans les projets urbains : pierre angulaire d'une démarche de résilience

Résumé

La résilience urbaine propose un cadre renouvelé à l'action publique territoriale et s'impose comme un outil de la transition écologique et solidaire. Par son approche transversale, inclusive et collaborative des projets urbains, elle permet de développer de nouvelles méthodes, centrées sur la recherche de bénéfices cumulatifs ainsi que sur leur évaluation systématique. Cette démarche rend non seulement possible l'amélioration, à court terme, de la qualité de vie des habitants mais répond aussi aux défis sociaux et environnementaux du XXI^e siècle. Cet article vise à illustrer ce processus au travers de l'expérience de praticiennes de la résilience urbaine et d'un exemple emblématique de cette approche : le projet parisien des cours d'écoles « Oasis ».

Abstract

Urban resilience offers a renewed framework for local public policy and imposed itself as a key tool for the ecological and solidarity-based transition. Through transversal, inclusive and collaborative urban projects, it allows for the development of new methods centered on the research of cumulative benefits and their evaluation on a systemic level. This approach not only helps the improvement of the quality of life of inhabitants in the short run but it also participates to tackling the social and environmental challenges of the 21th Century. This article aims at illustrating this process by delineating the experience of urban resilience practitioners and by analysing a landmark case study : the « oases » schoolyards project in Paris.

Mots-clés

Résilience urbaine, adaptation au changement climatique, évaluation des politiques publiques, pensée systémique, développement territorial...

Keywords

Urban resilience, adaptation to climate change, public policy evaluation, system thinking, local development...

Rafraîchissement des villes : solutions existantes et pistes de recherche

Résumé

Cet article synthétise les connaissances relatives aux dispositifs d'amélioration du confort thermique extérieur en ville. Ces dispositifs de rafraîchissement sont classés selon trois types : solutions vertes pour les solutions basées sur la nature (végétation, sol et eau), grises dès lors qu'ils utilisent des infrastructures et douces pour les dispositifs basés sur une stratégie politique ou sur les usages. Ces types sont subdivisés en sous-catégories pour lesquelles nous avons réalisé un état des lieux des recherches afin d'établir un bilan des performances des solutions. Tout d'abord les périodes de la journée et l'environnement urbain qui affectent leur performance sont discutés. Ensuite les éventuels co-bénéfices ou points de vigilance relatifs à l'utilisation des dispositifs sont mis en évidence. Enfin plusieurs pistes de recherche sont proposées pour renforcer la connaissance des dispositifs de chaque sous-catégorie.

Mots-clés

état de l'art, adaptation au changement climatique, climat urbain, confort thermique, solution de rafraîchissement

Abstract

This article summarizes the knowledge regarding measures used to improve the urban thermal comfort. These measures are classified according to three types: green for nature-based measures, grey when they utilize infrastructures and soft for the measures based on policies and use. Subclasses are then created and informations about the measures belonging to each sub-class are gathered. First, the time of the day and the urban environment that affect the measures performances are discussed. Then the potential co-benefits or the vigilance points relative to the measure use are highlighted. Finally, several research leads are proposed to strengthen the measure knowledge of each subclass.

Keywords

state of the art, climate change adaptation, urban climate, thermal comfort, cooling solutions

Le projet Pændora : planification, adaptation et énergie

Résumé

Suite à une enquête auprès des agences d'urbanisme françaises, deux verrous sont apparus limitant la prise en compte des problématiques micro-climat et énergie dans la planification. Le premier est lié aux méconnaissances des acteurs des thématiques liées à l'énergie, la mitigation et l'adaptation du changement climatique, et le deuxième au manque de données disponibles. Le projet Pændora lèvera ces deux verrous, en produisant une base de données libre et évolutive (pour les études environnementales et climatiques), et ce à l'échelle des quartiers pour l'ensemble des communes de France, et en concevant des méthodologies d'accompagnement des acteurs de l'urbanisme sur les thématiques liées à l'adaptation au changement climatique.

Mots-clés

Adaptation au changement climatique ; Climat urbain ; Données urbaines ; Open data ; Urbanisme

Abstract

A survey in the French urban planning agencies showed that two factors limit the consideration of micro-climate and energy issues in urban planning. He first one is linked to the lack of specific knowledge on these themes, the other to the lack of data. The Pændora project aims to produce an open database of urban data for environmental and climatic studies. These data will cover the whole territories of France, at the scale of the urban blocks. Support methodologies to Urban planning actors will also be developed during the project, in order to facilitate the knowledge transfer and acculturation in urban planning agencies and city administrations.

Keywords

Adaptation to Climate Change ; Urban Climate ; Urban data ; Open data ; Urban Planning

De la fraîcheur à l'Oasis urbaine : une approche multisensorielle et participative du bien-être en ville

Résumé

Le besoin contemporain de la fraîcheur en ville interroge plus largement la question du bien-être urbain, c'est-à-dire l'ambiance qui lui est associée. Sentir le frais depuis son logement en écoutant un fort bruit routier n'offre aucun confort soutenable. En présentant l'oasis urbaine comme une figure de composition environnementale de la ville, le présent article réinterroge les outils et méthodes de conception pour donner à celle-ci une dimension multisensorielle et participative basée sur une représentation experte de l'attachement des gens pour leur habitat, croisant les dimensions sensible, spatiale et sociale avec la métrologie environnementale.

Mots-clés

bien-être ; fraîcheur ; ambiance ; co-conception ; participatif ; représentations urbaines partagées

Abstract

The contemporary need for freshness in the city questions more broadly the question of urban well-being, that is to say the atmosphere associated with it. Feeling fresh from your home while listening to a loud road noise offers no sustainable comfort. By presenting the urban oasis as a figure of environmental composition of the city, this article re-examines the tools and methods of design to give it a multi-sensory and participative dimension. This dimension is based on an expert representation of people's attachment to their habitat, crossing the sensitive, spatial and social dimensions with environmental metrology.

Keywords

Well-being ; coolness ; ambiance ; co-design ; participatory ; shared urban representations

Les auteurs

BALAY Olivier est architecte ; il poursuit une triple activité depuis 1983, une activité d'architecture à Lyon – d'abord en indépendant, puis en tant qu'associé depuis 1993 (Agence Balaÿ, Boinay, Pierron), une activité de chercheur au Cresson (Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain, UMR AAU 1563 CNRS, laboratoire MCC France, doctorat d'Urbanisme en 1992 et Habilitation à diriger des recherches en 2002) et une activité d'enseignement à l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (de façon continue de 1984 à 2007) et à l'Ensa de Saint-Étienne (de 1996 à 1998). Il est depuis 2007 professeur Théories et pratiques de la conception architecturale et urbaine à l'Ensa de Lyon. Il dirige Casa Architecture Urbanisme Environnement sonore depuis 2015.

BERNARD Jérémy est chercheur associé au laboratoire LAB-STICC. Il a une formation d'ingénieur en énergétique et a effectué son doctorat à l'IRSTV sur l'influence des formes urbaines et des types de sols sur l'intensité de l'îlot de chaleur urbain. Il a participé à plusieurs campagnes de mesures climatologiques visant notamment à identifier les effets de la végétation sur le rafraîchissement et également à plusieurs projets de recherche portant sur la modélisation du climat urbain (projet Pændora - Ademe / projet Urclim - Union européenne).

BROSSIER Justine a une formation en biologie environnementale puis urbanisme durable ; elle intervient depuis 2016 au sein du bureau d'études Tribu (approche du développement durable des projets urbains et des bâtiments) sur des projets d'aménagement de quartiers durables et sur des projets de territoire.

DÉGEORGES Stéphan est architecte du patrimoine, responsable du pôle Architecture Ville et territoire au CAUE de Haute-Savoie. Il assure le développement et l'animation du réseau des architectes-conseils de la Haute-Savoie. Il organise des formations et des événements de sensibilisation à l'attention des élus et des agents des collectivités pour forger les termes d'une culture partagée de l'Architecture, de l'Urbanisme et de l'Environnement. Il développe ou participe à divers programmes d'études ou de recherches relatifs aux qualités de la ville du XXI^e siècle.

FOMPEYRINE Noémie est responsable de la Mission Résilience de la Ville de Paris. À ce titre, elle coordonne la mise en œuvre d'une stratégie visant à renforcer la résilience du territoire parisien face aux crises et aux enjeux globaux qui le menacent et le fragilisent. Auparavant, elle a conseillé le Maire-Adjoint de Paris chargé de la voirie, des transports, de la mobilité et de l'espace public, auprès duquel elle a initié et coordonné des politiques publiques en faveur de la qualité de l'air et d'un meilleur partage de l'espace public. Diplômée d'un master de l'École urbaine de Sciences Po Paris, elle a étudié les défis urbains à l'échelle mondiale, dans le cadre de travaux de recherche et de missions à Lima, Bangkok, Maputo, Casablanca et Tanger. Elle a présidé l'association « Noise, le bruit de la ville », dont l'ambition est de renforcer les liens entre Paris et le Grand Paris, par des événements culturels et l'exploration d'espaces urbains en mutation.

LANNOU Caroline a une formation initiale d'ingénieur en systèmes industriels et un master en Management de l'environnement et du développement durable de l'Université de technologie de Troyes. Elle est directrice Énergie (tant dans sa planification que pour sa gestion opérationnelle au sein des bâtiments communaux et communautaires), Développement durable et Climat au sein de la ville de Troyes et de l'agglomération.

LAPRAY Karine a une formation initiale d'ingénieur énergie & environnement ; elle fait partie du bureau d'études Tribu (approche du développement durable des projets urbains et des bâtiments) depuis 1997, et depuis 2003, elle est responsable de l'Agence de Lyon qu'elle a créée. Gérante de la Scop Tribu, depuis 2014, elle encadre l'ensemble des missions de Tribu en maîtrise d'œuvre et assistance à maîtrise d'ouvrage Développement Durable sur les opérations de bâtiment et d'urbanisme. Par ailleurs, elle intervient dans les formations initiales et continues sur les thématiques du durable : écoles d'architectures de Lyon, de Grenoble et formations professionnelles.

LEROY-THOMAS Marie a une formation littéraire puis en sciences humaines et urbanisme ; elle intervient dans les études et opérations à l'échelle du grand territoire jusqu'aux quartiers depuis 2012 au sein du bureau d'études Tribu (approche du développement durable des projets urbains et des bâtiments). Ses qualités rédactionnelles l'amènent à la réalisation d'études et publications sur divers sujets au sein de l'agence.

MARIE Héloïse a une formation d'architecte avec un master recherche « Sciences et techniques des environnements urbains » ; elle intervient comme chef de projets dans le domaine de la qualité environnementale du bâtiment et de l'urbanisme durable au sein du bureau d'études Tribu depuis 2009. Elle réalise aussi la communication, les illustrations au sein de l'agence. Elle a participé à plusieurs projets opérationnels et études de recherche en lien avec la thématique de l'îlot de chaleur urbain et du confort des espaces extérieurs et notamment pour l'Ademe : la publication *Surchauffe urbaine : méthodes et applications territoriales de diagnostic*, l'étude d'*État de l'Art des solutions de rafraîchissement urbain* et le projet de recherche *Ménager des oasis urbaines : outils et méthodes*.

MARRY Solène est docteur en Aménagement et Urbanisme et en charge de la recherche urbaine au sein du pôle Aménagement des villes et territoires / Direction Adaptation, Aménagement et Trajectoires bas carbone de l'Ademe (Agence de la transition écologique). Elle pilote notamment les appels à projets de recherche sur les espaces urbains et les territoires résilients et coordonne le suivi et la valorisation scientifique des projets. Elle est l'auteur des ouvrages *L'espace sonore en milieu urbain* paru aux Presses universitaires de Rennes en 2013 et *Territoires durables, de la recherche à la conception* (dir.) paru aux Éditions Parenthèses en 2018, ainsi que d'articles scientifiques sur les formes urbaines, les ambiances, la qualité environnementale et la résilience des territoires.

MUSY Marjorie est directrice de recherche au Cerema à Nantes, responsable de l'équipe BPE (Bâtiments performants dans leur environnement). Après une agrégation en Génie-Civil et thèse en thermique du bâtiment, son activité scientifique a essentiellement contribué à quatre domaines liés : la modélisation thermique et aérodynamique des bâtiments, la modélisation microclimatique urbaine, l'évaluation de stratégies d'adaptation climatique, en termes de formes urbaines, d'aménagements, de confort et de bilan énergétique, la proposition d'indicateurs d'aide à la décision pour les projets urbains. Un autre thème de recherche transversal a fortement structuré ses activités, il s'agit du végétal urbain (coordination du projet ANR VegDUD) et par extension des solutions basées sur la nature en ville (Direction scientifique du projet H2020 (www.nature4cities.eu/)). Elle est également directrice adjointe de l'IRSTV (Institut de recherche en sciences et technique de la ville FR CNRS 2488) depuis 2012 et coordinatrice pour la cellule énergie du CNRS du groupe thématique Bâtiments et Ville.

THIOLLIER Raphaëlle est diplômée en politiques sociales et urbaines de l'Institut d'Études politiques de Grenoble ; elle travaille pour la Ville de Paris depuis 2009. Elle a d'abord travaillé pour le service « politique de la ville » au sein des quartiers défavorisés des XI^e et XIX^e arrondissements, notamment dans le domaine éducatif. Forte de ces expériences en accompagnement de projets et en développement de réseaux multipartenariaux, elle a rejoint l'équipe de la mission résilience du secrétariat général de la ville en mars 2019 pour s'occuper du projet des cours Oasis.

Table

Solène Marry Introduction	5
Héloïse Marie, Karine Lapray, Marjorie Musy Diagnostiquer la surchauffe urbaine, quelle méthode pour quel enjeu ?	17
Benjamin Morassi, Caroline Lannou, Amandine Moniot L'adaptation du territoire troyen au changement climatique : une opportunité en vue de la convergence des politiques publiques	31
Noémie Fompeyrine, Raphaëlle Thiollier La recherche des cobénéfices dans les projets urbains : pierre angulaire d'une démarche de résilience	57
Jérémy Bernard, Marjorie Musy, Héloïse Marie Rafrâichissement des villes : solutions existantes et pistes de recherche	73
Valéry Masson Le projet Pændora : planification, adaptation et énergie	91
Marie Leroy-Thomas, Karine Lapray, Olivier Balaÿ, Stéphan Degeorges, Justine Brossier De la fraîcheur à l'Oasis urbaine : une approche multisensorielle et participative du bien-être en ville	105