

# Agir contre les Ilots de Chaleur Urbains (ICU)



L'avenue Jean Jaurès - source photo : A'U

Dans le cadre des études pour l'élaboration du Plan Climat Energie Territorial (PCET) de la Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole (CANM), de la définition de la trame verte et bleue urbaine de Nîmes, et de l'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) de la Révision du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Nîmes, les questions transversales de la santé publique, de l'environnement et de l'adaptation du territoire aux changements climatiques ont retenu tout l'intérêt de la Ville de Nîmes. Ainsi, dans l'objectif de maintenir et d'améliorer un cadre de vie toujours satisfaisant, elle souhaite mieux comprendre la problématique des îlots de chaleur urbains (ICU), synonyme d'inconfort en été et initier un travail préparatoire au déploiement à plus long terme, d'une stratégie pour agir contre.

Dans ce contexte, l'A'U a pour mission :

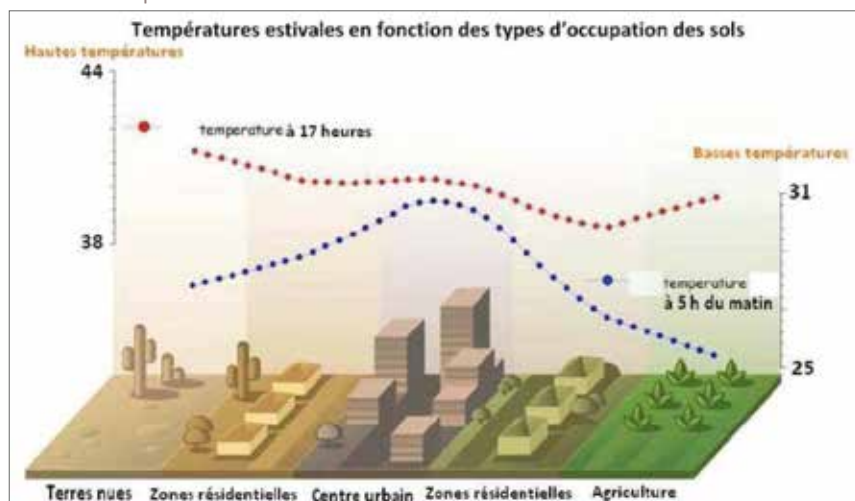
- d'aider la Ville à développer sa connaissance sur ce phénomène, en sensibilisant techniciens et élus sur la question des îlots de chaleur ;
- de l'accompagner pour structurer une méthodologie d'approche de la question, qui pourra également être partagée avec les communes de Nîmes Métropole ;
- d'initier le développement d'un plan d'action, en prenant comme territoire d'exploration le quartier de grands ensembles de Pissevin en plein projet de renouvellement, pour agir contre les ICU.

Cette note présente le sujet et les méthodologies existantes sur d'autres territoires. Elle introduit aussi la réflexion qui pourrait être menée sur le quartier de Pissevin, lors de l'élaboration du projet de renouvellement.

## Qu'est ce qu'un îlot de chaleur urbain (ICU) ?

L'ICU désigne une élévation de la température localisée observée en milieu urbain par rapport aux campagnes environnantes et par une diminution de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit. Les ICU constituent des micro climats artificiels.

Illustration du phénomène d'îlot de chaleur urbain



Source photo : Diagnostic environnemental de l'AVAP Nord Gambetta, Ville de Nîmes, BE : CLN Architecture et Initiatives durables – Mars 2014.

### Les principales causes

- les configurations urbaines, qui limitent l'action rafraichissante des vents ;
- l'importance des surfaces minérales des revêtements de sols et les matériaux de construction des bâtiments, qui absorbent la chaleur le jour, puis la restituent la nuit ;
- le dégagement de chaleur issue des activités humaines (rejets d'air chaud liés à la climatisation, aux moteurs, aux industries...), qui augmentent la température de la ville.

### Les principaux impacts

- des situations d'inconfort thermique, qui ont un effet néfaste sur la santé des citoyens ;
- des transformations de phénomènes météorologiques et du climat de la ville, comme la diminution de l'humidité relative de l'air ou la modification du régime des pluies et des brises, qui ont des répercussions environnementales (taux et répartition des polluants, violents orages, canicules...);
- des répercussions sur la consommation d'énergie pour le chauffage ou la climatisation.

### Le saviez-vous ?

Les ICU ne sont ni une cause, ni une conséquence du changement climatique en cours. Les effets de l'un aggravent les impacts de l'autre et vice versa.

Contrairement aux idées reçues, la pollution n'est pas responsable de la hausse des températures en ville. En effet, la pollution atmosphérique en ville n'est pas à l'origine de la formation des ICU et n'impacte pas sa caractérisation. Cependant, de fortes chaleurs combinées aux fortes pollutions peuvent entraîner des risques sanitaires.

Si en été, l'ICU a plutôt des effets négatifs, en hiver, il peut en revanche être bénéfique en limitant les consommations d'énergie liées au chauffage.

### sur notre territoire

À Nîmes, où le climat méditerranéen est très affirmé, les effets d'ICU sont particulièrement à prendre en considération puisque le réchauffement climatique, induisant des étés encore plus chauds, marqués par des périodes de sécheresse plus importantes, va très certainement accentuer l'augmentation de la chaleur urbaine et les situations d'inconfort en été. Il faut aussi considérer que le confort thermique des bâtiments est devenu une exigence de base. Si cette exigence n'est pas assurée, les utilisateurs la mettent en œuvre eux-mêmes, avec des équipements de climatisation. Ces équipements provoquent des apports de chaleur additionnels, à l'extérieur du bâtiment et aggravent ainsi plutôt la situation du climat urbain.

Par ailleurs, la problématique des ICU s'inscrit en relation avec de nombreux autres enjeux urbains : densité de population, modes de déplacements, activités humaines... C'est une problématique transversale qu'il convient donc de traiter de manière intégrée dans l'aménagement de la ville.

## Sur quels facteurs agir pour réduire le phénomène d'ICU ?

Outre l'environnement régional, de grands facteurs d'influence sur les ICU, et d'une manière plus générale sur le climat de la ville, sont prépondérants :

### Les formes urbaines

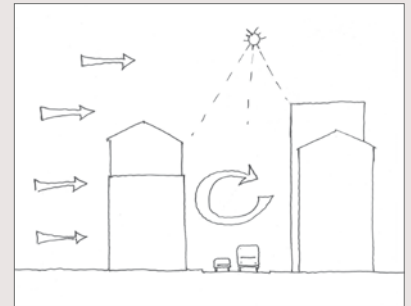
« C'est l'un des premiers facteurs de formations des îlots de chaleur urbains » (Source : IAU, *Les îlots de chaleur urbains - L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines*).

Il s'agit de la morphologie urbaine qui se rapporte aux formes tridimensionnelles, à l'orientation et à l'espacement des bâtiments qui constituent la ville. Selon la morphologie urbaine, la chaleur peut être plus ou moins accumulée,

restée captive ou pas, et des propriétés de refroidissement ou de réchauffement peuvent être plus ou moins développées.

Par exemple, une configuration de rues étroites, entourées de hauts bâtiments, peut nuire à la bonne ventilation car elle crée des « canyons » où se stocke la chaleur occasionnée par le rayonnement solaire ou les activités humaines.

Effet de réchauffement dans une rue étroite, peu ventilée



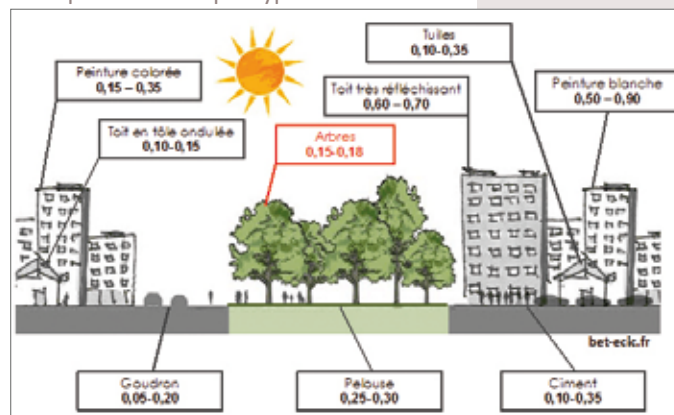
Source : A'U

### Le saviez-vous ?

### Les matériaux de construction et les revêtements de sol de l'espace public

Les propriétés radiatives et thermiques des matériaux utilisés, dans les constructions ou pour les revêtements de sol, sont les premières raisons de la formation des ICU. L'ICU résulte de la combinaison de l'albédo\* et de l'inertie thermique des matériaux employés.

Exemple d'albédo\* par type de matériaux



Source : BET-ECIC - Site internet : <http://bet-ecic.fr>

\*albédo : indice de réfléchissement d'une surface qui permet de mesurer sa capacité à renvoyer l'énergie solaire incidente. On utilise une échelle graduée de 0 à 1, avec 0 correspondant à aucune réflexion (le noir) et 1 pour un corps diffusant dans toutes les directions et n'absorbant aucun rayonnement (le miroir parfait).

Certains revêtements engendrent un stockage de la chaleur émise par le rayonnement du soleil. Les surfaces sombres, goudronnées, à faible albédo, absorbent et accumulent l'énergie solaire la journée, ce qui provoque une élévation de la température de surface et un déstockage de la chaleur emmagasinée, la nuit.

L'inertie thermique joue également un rôle déterminant dans le processus. Le principe d'inertie thermique peut se résumer

comme la capacité d'un matériau à accumuler, puis à restituer un flux thermique. Un matériau à forte inertie implique qu'il met un temps élevé à se réchauffer de manière uniforme, et seulement grâce à l'apport un flux thermique important, mais qu'à l'inverse, il met tout autant de temps à se refroidir. D'une manière générale, les matériaux de construction ayant une inertie plus grande que celle de la terre, ils contribuent donc fortement à la création d'ICU.

Le béton brut, qui a une inertie thermique assez élevée et un albédo faible, absorbe près de 80% de l'énergie qu'il reçoit. Soumis aux rayonnements du soleil, il va se réchauffer lentement. Lorsqu'il ne reçoit plus d'énergie, la nuit, il commence à se refroidir tout aussi lentement, alors que la température de l'air extérieur qui l'entoure a déjà beaucoup baissé. Il restitue ainsi de la chaleur, qui amoindrit l'effet rafraîchissant de la nuit, favorisant la création d'ICU.

## L'eau

L'eau constitue une source de fraîcheur grâce au phénomène d'évaporation. Au cours de ce processus, l'air ambiant se rafraîchit en cédant une partie de sa chaleur pour permettre l'évaporation. Les dispositifs de gestion des eaux de pluies alliant noues et

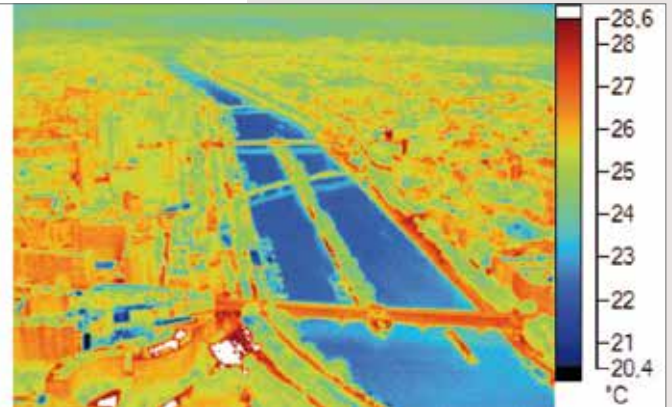
zones humides, les fontaines, qui permettent la dispersion de l'humidité sous l'action du vent, les plans d'eau et les rivières sont essentiels dans les mécanismes de rafraîchissement de la ville.



Le miroir d'eau réalisé par le fontainier J-M Llorca, à Bordeaux, apporte une fraîcheur bienfaisante sur les quais.

Source : A'U

Vue aérienne de la Seine, mettant en évidence la fraîcheur apportée par l'écoulement de la masse d'eau, le 2 août 2011, à 21h30.



Source : APUR - Les îlots de chaleur urbains à Paris - Phase 1

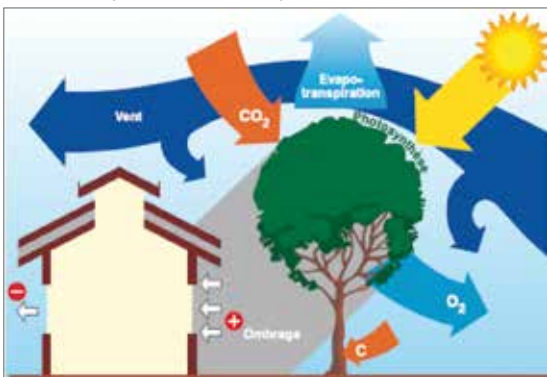
## La végétation

L'absence, ou la diminution du végétal, implique l'absence ou la perte de fraîcheur en milieu urbain. La végétation joue un rôle essentiel de protection contre la chaleur grâce au phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage des sols et des bâtiments, qui permet à l'air ambiant de se refroidir.

## Les activités humaines

Le dégagement de chaleur issu des activités humaines, tel que les rejets d'air chaud liés à la climatisation, aux véhicules à moteur, aux industries, contribuent à l'augmentation de la température de la ville, notamment dans les milieux urbains les plus denses où les activités sont concentrées.

Schéma du phénomène d'évaporation



Source : Diagnostic environnemental de l'AVAP du Faubourg Nord Gambetta, Ville de Nîmes - BE : CLN architecture et Initiatives durables - Mars 2014

## Le saviez-vous ?

En plein été l'écart de température entre une parcelle dépourvue de végétation et une autre ombragée peut atteindre entre 4° et 8 °C.

Source : « Adaptation au changement climatique - 12 fiches pour agir dans les collectivités locales », Ademe - 2012

## sur notre territoire

La caractérisation de l'ICU ou sa modélisation nécessite de documenter tous ces paramètres et de résoudre leurs multiples interactions heure par heure lors d'un épisode caniculaire. Le développement de la connaissance de ces facteurs, leur identification et leur analyse est un premier pas, vers le passage à l'action dans la lutte contre les ICU.



## Passer à l'action... comment les collectivités font face aux ICU ?

### Intégrer l'action dans une démarche de développement durable

Les dynamiques qui président à la formation des ICU et leurs conséquences, sont aussi des facteurs du changement climatique actuellement engagé. La plupart des collectivités qui luttent contre les ICU n'abordent pas cette question comme un phénomène isolé. La question des ICU est traitée dans le cadre de la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique et

de réduction de l'impact de la collectivité sur le climat, bien souvent au travers d'un Plan Climat Energie Territorial (PCET). Ainsi, les acteurs locaux inscrivent leurs actions dans une approche intégrant l'environnement dans sa globalité et mettent en perspective la problématique de l'ICU dans une démarche de développement durable.

Le Plan Climat Energie Territorial (PCET) est un projet territorial de développement durable axé sur la lutte contre le changement climatique. Il s'intègre au projet politique de la collectivité qui l'engage. Sa finalité est de définir un programme d'actions (dont par exemple, la résorption des îlots de chaleur) d'une part pour atténuer l'impact du territoire sur le climat en réduisant ses émissions à effet

de serre et d'autre part pour rendre moins vulnérable le territoire face au changement climatique en cours. Le cadre stratégique du PCET permet donc d'articuler les actions pour réduire les ICU, avec d'autres types d'actions sur les bâtiments, sur l'agriculture, les déchets, les déplacements, au bénéfice d'un objectif commun qui est la lutte contre le changement climatique.

L'Agenda 21 local est une démarche globale et concrète, dont l'objectif est de mettre en œuvre progressivement et de manière pérenne le développement durable, à l'échelle d'un territoire. Il est axé sur les 5 finalités qui sont :

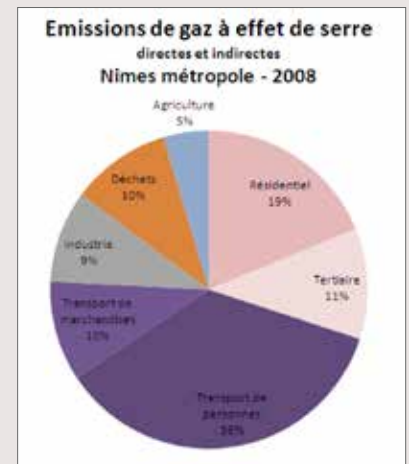
- la lutte contre le changement climatique et la protection de l'atmosphère,
- la préservation de la biodiversité, protection des milieux et des ressources,
- l'épanouissement de tous les êtres humains,
- la cohésion sociale et solidarité entre territoires et entre générations,

- les dynamiques de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

Il est porté par la collectivité et mené en concertation avec tous ses acteurs : élus et personnels, habitants, associations, entreprises, structures déconcentrées de l'Etat, réseaux de l'éducation et de la recherche... Il se traduit par un programme d'actions visant à améliorer la qualité de vie des habitants, économiser les ressources naturelles et renforcer l'attractivité du territoire.

### sur notre territoire

La mise en place des PCET est prévue par les lois Grenelle 1 et 2 pour les collectivités de plus de 50000 habitants (avec mise à jour tous les 5 ans). La CANM s'est engagée dans son élaboration en 2011. Elle a réalisé le « Profil Climat Energie » du territoire qui lui permet d'identifier sa vulnérabilité face aux enjeux du changement climatique et de connaître son profil d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), et travaille actuellement à la définition de sa stratégie et de ses objectifs.



### partenaires

#### L'ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) met à disposition des entreprises, des collectivités locales, et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable, pour la mise en œuvre des politiques publiques. Elle aide en outre, au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre. Depuis quelques années, elle porte une attention particulière à la lutte contre le changement climatique et l'adaptation aux conséquences de ce changement. Elle aide notamment les collectivités avec l'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU<sup>R</sup>, voir page 11), destinée à favoriser une plus-value environnementale dans les pratiques urbaines.

## Caractériser les phénomènes d'îlots de chaleur sur son territoire

L'objectif est de cartographier les ICU en combinant des mesures au sol avec des méthodes de télédétection et de géomatique. Il s'agit aussi d'identifier les causes ayant conduit à leur existence, comme les modes d'occupation des sols, les morphologies urbaines, les coefficients d'imperméabilisation, la densité de végétalisation, les albédos des matériaux...

Paris et sa région, qui ont de nombreux défis à relever en ce qui concerne le climat urbain, constitue un territoire de recherches, d'expérimentations et de réalisations exemplaires. Les axes de travail du Plan Climat Energie de Paris, initiés depuis 2007, ont permis de renforcer et d'améliorer les connaissances de l'ICU :

- en soutenant des programmes de recherche comme le projet

EPICEA (Étude pluridisciplinaire des impacts du changement climatique à l'échelle de l'agglomération parisienne, en 2012), mené par Météo-France et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ou encore avec le Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED), le projet VULCA (Vulnérabilité urbaine aux épisodes caniculaires et stratégies d'adaptation, en 2013);

- en travaillant étroitement avec l'Agence Spatiale Européenne pour le développement d'outils satellitaires ;
- en échangeant sur les pratiques innovantes ou expérimentales avec d'autres grandes villes du monde.

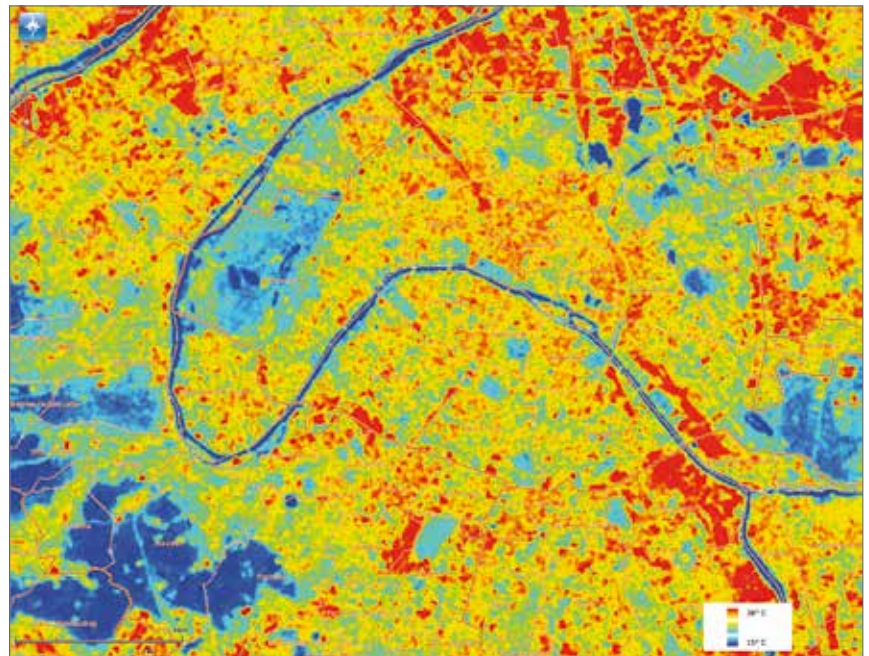
De plus, les connaissances sur le changement climatique et le phénomène d'ICU sont vulgarisées et diffusées grâce à l'association de Météo-France et l'Agence parisienne du Climat. De nombreux acteurs comme l'APUR, l'IAURIF, l'ADEME, Le Grand Paris, participent également à élaborer un socle de connaissance et d'expériences important.

C'est pourquoi ces démarches sont une source importante pour la caractérisation du phénomène d'ICU et inspirent les réflexions de nombreuses collectivités.

## ↳ La détection aérienne

La représentation du différentiel de températures en zone urbaine et en zone rurale, peut être réalisée grâce à des images obtenues par télédétection satellitaire, notamment dans l'infrarouge thermique, qui peuvent rendre compte de la température de l'air à 2 mètres de la surface du sol.

Thermographie aérienne d'été de Paris (à partir d'image landsat).



Source : APUR, site internet <http://carto.apur.org:8080>

## ↳ Les observations au sol

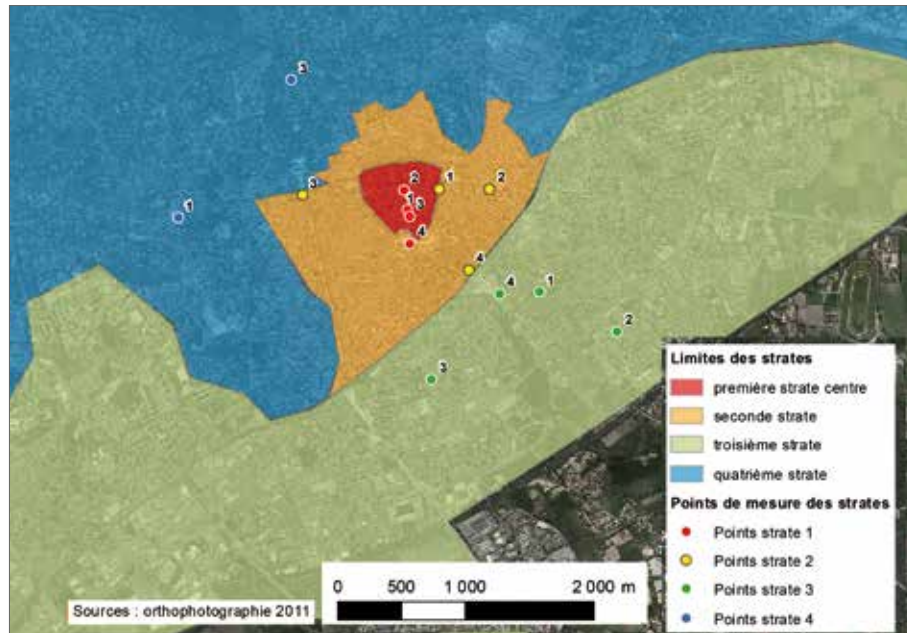
Des modélisations sont réalisées grâce à des capteurs de mesures météorologiques sur le terrain qui mesurent la température

éprouvée par le piéton. De plus, la thermographie infrarouge permet de visualiser les températures des objets qui nous entourent, elle

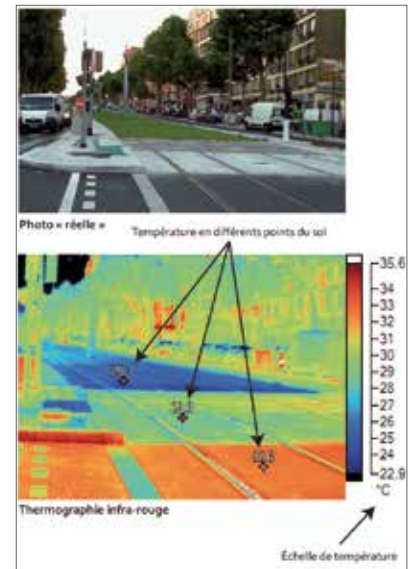
précise le diagnostic en offrant de bonnes résolutions d'image, qui révèlent des contrastes thermiques plus fins.

Observations au sol, emplacement des capteurs selon les strates typologiques de l'agglomération nîmoise, pour la campagne de mesures de températures estivales, entre 2013 à 2015, réalisée avec l'ADEME.

Exemples de clichés pris sur le Bd Mortier, Paris.



Source : ADEME



Source : APUR, « Les îlots de chaleur urbains à Paris – Phase 1 », 2012

## ↳ La modélisation urbaine

Des modèles urbains décrivant les caractéristiques des différents quartiers d'une ville sont combinés avec des modèles atmosphériques, tels que ceux utilisés pour la prévision du temps. Cela permet de comprendre les échanges d'énergie et d'eau entre les surfaces du bâti, le végétal et l'atmosphère urbaine et de simuler les circulations d'air, les effets du vent et des interactions complexes au sein du tissu urbain. Ainsi, dans le domaine de l'urbanisme, c'est un outil de diagnostic efficace qui permet de mener des actions pour l'atténuation des ICU existants, ou de faire des choix de conception dans le cadre d'un projet urbain.

Simulation de l'impact du vent sur le projet Porte de l'Europe à Luxembourg, réalisée par Meteodyn, modélisation logiciel Urbawind



Source : site internet, meteodyn.com



## ↳ La connaissance de l'action régulatrice de la végétation et de l'eau

La télédétection, la thermographie, l'ortho-photographie sont des outils qui permettent de mieux connaître le rôle régulateur de l'eau et du végétal pour évaluer les possibilités d'évapotranspiration, d'activités photo-synthétiques, d'ombrage qui rafraîchissent la ville en été.

Par exemple, pour la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB), la nécessité de trouver des solutions passives pour climatiser l'espace urbain passe par la végétalisation. C'est pourquoi, elle souhaite bien connaître les processus de régulation par la végétation en place. La CUB a acquis une connaissance importante de son patrimoine vert et bleu. De plus, elle a passé une convention avec l'Association Climatologique de la Moyenne Garonne et du Sud-Ouest (ACMG) pour diagnostiquer, pendant la période estivale, les îlots de chaleur et de fraîcheur. L'objectif est de croiser ces nouvelles données avec le schéma envisagé de la Trame Verte et Bleue (TVB) du projet urbain, et le tester sous l'angle de l'adaptation

Carte d'étude provisoire de la Trame verte et bleue de la Communauté Urbaine de Bordeaux, réalisés dans le cadre du PLU.



Source : Volet ville-nature du PLU 3.1 – décembre 2012 – a'urba

au changement climatique. Outre tirer profit des fonctions sociales et économiques de la TVB dans le projet du territoire, l'ambition de cette démarche est d'engager l'amélioration des pratiques de gestion du patrimoine vert dans l'optique de la « bioclimatisation ».

La CUB est engagée dans une démarche de labellisation Cit'ergie depuis 2011, qui consiste à récompenser les collectivités qui mettent en œuvre une politique énergétique et/ou climatique ambitieuse.

## ↳ La mise au point d'un atlas des phénomènes influant sur l'ICU

Les données de modes d'occupation des sols, croisées avec d'autres critères comme les périodes de construction, la hauteur des bâtiments, les vents, les matériaux et leurs albédos, la population, la végétalisation, la présence d'eau, permettent d'affiner l'analyse de

l'ICU d'un territoire, en apportant des informations sur les facteurs qui influent son processus de création.

Par exemple, l'Agence d'urbanisme de Grenoble a développé en partenariat avec la Métro, un atlas des phénomènes influant sur l'îlot

de chaleur urbain, dans le cadre du Plan Climat de l'agglomération grenobloise et de l'adaptation aux changements climatiques. L'étude se base essentiellement sur l'occupation des sols croisée avec d'autres critères.



## ↳ Le diagnostic urbain avec les habitants

Plusieurs villes françaises se sont lancées dans la démarche de balades thermiques avec des habitants : avec l'aide d'un expert en énergie, des volontaires se promènent dans un quartier munis d'une caméra thermique, de manière à visualiser les déperditions de chaleur des bâtiments. Un échange après la balade permet de diagnostiquer les défauts des bâtiments et de trouver des solutions adaptées.

À Grenoble, c'est la sensibilité des habitants qui est utilisée pour mesurer les différentiels de température : les balades thermiques initiées dans le centre ville par les étudiants de l'École Nationale d'Architecture (en 2008), ont permis d'inviter les habitants volontaires à sentir les différences de températures, entre la rue et un parc, entre les berges de l'Isère et le centre ville, etc... Chaque

Un travail sur la température urbaine initiée par les étudiants de l'École d'architecture de Grenoble



Source : « Balade thermique, sensations garanties » G.LOGUIDICE et E.MARQUET – École d'architecture de Grenoble – 2008.

balade se termine par un compte-rendu permettant de dialoguer et d'échanger des idées pour enrichir le diagnostic du climat urbain.

Ces "Balades" sont destinées à sensibiliser le grand public sur les effets du changement climatique. Elles permettent de se

rendre compte des enjeux de la réhabilitation énergétique comme du phénomène d'îlot de chaleur urbain. La population, par ce biais, peut être informée sur les actions de lutte menées par les collectivités et des outils qui existent aujourd'hui, telle que la thermographie infrarouge.

## Lutter contre les ICU, au travers des documents d'urbanisme

L'élaboration d'un document de planification ou d'urbanisme (SCoT, PLUi, PLU) est l'occasion de prendre en compte l'amélioration du climat urbain, la résorption des ICU ou encore l'adaptation au changement climatique :

- **Le rapport de présentation expose l'État Initial de l'Environnement (EIE)** qui caractérise le climat local et son évolution (réchauffement, précipitations...). Il permet de relever l'impact d'événements climatiques passés et analyse la vulnérabilité du territoire. Le diagnostic permet, quant à lui, de repérer des éléments de confort ou d'inconfort thermique, de localiser les établissements recevant des personnes sensibles (hôpitaux, maison de retraite...),

de localiser des quartiers à enjeu prioritaire en matière d'ICU, d'analyser le potentiel végétal, la présence de l'eau... Ces 2 volets, EIE et Diagnostic, sont les étapes clés pour caractériser et bien connaître le phénomène d'ICU.

- **Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)** des SCoT, PLUi et PLU permet de fixer les orientations stratégiques pour l'adaptation au changement climatique : la préservation renforcée des trames vertes et bleues, le confortement de modes d'urbaniser écologiques, la promotion de l'architecture bioclimatique, etc.

- **Les documents de traduction opérationnelle** - Documents d'Orientations et d'Objectifs (DOO), les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP), les plans de zonage des PLU, les règlements écrits et graphiques - peuvent comporter des dispositions concrètes comme l'identification de zones prioritaires d'interventions pour les ICU, la protection de secteurs favorables au développement des zones de fraîcheur en ville ou encore l'adoption de dispositions en matière d'espaces réservés aux zones vertes.

● **Dans le PLU en particulier,**

les mesures réglementaires sont particulièrement utiles. Elles sont à adapter selon la situation, le contexte urbain et l'architecture locale, pour limiter le phénomène d'ICU.

L'article 13 du règlement du zonage peut être utilisé pour augmenter la masse végétale et favoriser la ventilation en été, instaurer des toitures végétalisées, conforter les bassins et noues à ciel ouvert, pousser à installer des fontaines permettant de rafraîchir l'atmosphère en période de forte chaleur, etc.

L'article 11, qui vise à réglementer le traitement architectural des constructions peut être utilisé pour augmenter l'utilisation de revêtements de sols et de bâtiments plus réfléchissants (avec un albédo élevé). Les couleurs et les inerties des matériaux peuvent être également spécifiées par exemple en fonction des objectifs de résorption d'ICU à atteindre dans les zones à enjeux prioritaires.

Les espaces verts peuvent être développés ou des zones de fraîcheur protégées en utilisant le zonage Naturel, les Espaces Réservés ou encore les Espaces Boisés Classés.

À l'instar de Paris, Grenoble ou Lyon qui ont défini un coefficient de biotope ou de végétalisation dans leur PLU, il est possible d'intégrer dans le règlement du zonage du PLU des mesures pour augmenter la proportion en espaces verts de pleine terre en ville ;

À Paris, le coefficient de biotope est calculé en fonction de la surface de la couverture et de la qualité du support, en fonction des règles qui s'appliquent à la zone, ce qui permet de prendre en compte tous types de surfaces (pleine terre, murales ou en toiture).

Mur végétal du musée du quai Branly



Source : site internet « <http://www.murvegetalpatrickblanc.com> »

Carte de l'AVAP de Grenoble



Source : Ville de Grenoble

Dans le cadre de l'évolution de la ZPPAUP du centre historique en Aire de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), la Ville de Grenoble intègre de nouvelles règles relatives à la prise en compte des enjeux environnementaux dans l'aménagement des espaces publics. Suite au diagnostic particulièrement abouti, le règlement vise à augmenter la végétalisation des zones de l'AVAP qui ont une densité végétale très faible, à limiter les surfaces imperméabilisées, à choisir des matériaux à faible inertie et à albédo élevé pour les toits et les revêtements des espaces publics, à protéger les fontaines, et à favoriser des dispositifs de protection solaire.

Morphologie du quartier du faubourg Nord Gambetta



Source : Diagnostic environnemental de l'AVAP Nord Gambetta, Ville de Nîmes, BE : CLN Architecture et Initiatives durables – Mars 2014

De même, la Ville de Nîmes, qui mène actuellement des études pour l'AVAP du quartier du faubourg Nord Gambetta, souhaite placer les questions environnementales au cœur de ce projet. Le diagnostic environnemental apporte des éléments de connaissance sur les facteurs qui influencent le climat, positionne la problématique d'adaptation au réchauffement urbain comme un enjeu clé pour ce quartier et propose plusieurs actions qui seraient à envisager.

## Favoriser les bonnes pratiques

Les collectivités peuvent se munir d'un guide de recommandations pour la qualité urbaine, d'une charte des espaces publics, d'un référentiel d'aménagement durable, pour venir en appui des documents de planification et soutenir la mise en œuvre d'une ville durable.

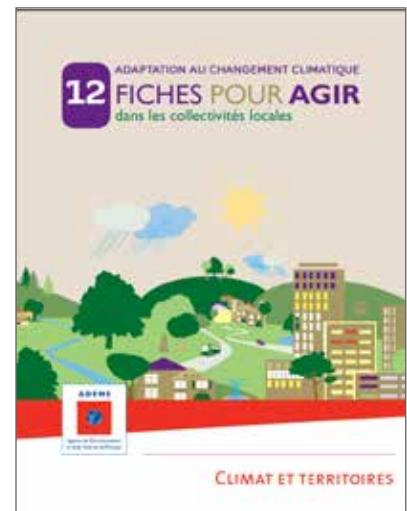
Pour offrir un terrain propice à la mise en œuvre de principes favorables au climat urbain (taux supérieurs de végétalisation, limitation des surfaces imperméabilisées, choix des matériaux à faible inertie et à albédo élevé pour les toits et

revêtements des espaces publics, dispositifs de protection solaire des bâtiments et des espaces publics, recommandations architecturales bioclimatiques...), les collectivités peuvent aussi adopter l'AEUR.

## ↳ L'approche AEU® :

Afin de réduire l'impact environnemental des nouveaux projets urbains, l'ADEME propose l'AEU®. Cette approche a vocation à accompagner l'élaboration des documents de planification et la mise en œuvre d'opérations d'aménagement telles que les ZAC, les opérations de renouvellement urbain, les éco-quartiers... Elle permet l'intégration de la dimension environnementale à chaque étape du projet et le traitement, de manière

séparée, puis croisée de toutes les thématiques environnementales (l'eau, l'énergie et le climat, les déplacements, la biodiversité et le paysage, les déchets, le bruit, les sols et sites pollués). Facilitant la participation des parties prenantes de l'aménagement (élus, techniciens, associations, habitants...), la transversalité entre les thématiques environnementales, et la solidarité, c'est une démarche qui favorise la mise en place de principes de développement durable.



## ↳ Le référentiel AURA

La Ville de Montpellier s'est dotée d'un outil à destination des urbanistes, aménageurs et constructeurs, en vue de favoriser les bonnes décisions pour les futures opérations pour assurer, entre autres, le confort d'été sans climatisation. Il s'agit d'un référentiel en aménagement, accompagné d'objectifs chiffrés

et de sa grille d'indicateurs, qui permet de mesurer la qualité de l'opération projetée. Parmi les divers indicateurs, l'un est particulièrement original pour la question de l'ICU : le ratio entre la surface de la canopée, à terme, des arbres de moyen et grand développement et la surface totale non bâtie du secteur d'étude.

La Canopée comme critère de confort d'été



Source : Ville de Montpellier, référentiel AURA « Améliorer l'Urbanisme par un Référentiel d'Aménagement ».



## Le guide de qualité urbaine et d'aménagement durable de la CUB

La CUB met à la disposition des différents acteurs de la construction et de l'aménagement urbain un guide de recommandations pour faciliter la compréhension des attentes exprimées dans le règlement du PLU et les OAP. Ce guide, annexé au PLU, propose des exemples et des préconisations

pour assurer la qualité urbaine, architecturale, environnementale. Certaines préconisations, concernant la diminution des déplacements et l'usage de l'automobile, la contribution du végétal dans les quartiers, le confort urbain, l'écologie urbaine, etc., ont un impact direct les causes des ICU.

## Les prescriptions à travers un Plan Climat Énergie

Le Plan Climat Énergie de Paris prescrit des obligations thermiques (pour la rénovation ou le neuf) au-delà des réglementations nationales,

qui insistent sur le confort thermique estival, le rafraîchissement naturel, l'intégration du bioclimatisme ou encore la pose de protections solaires extérieures.

La réhabilitation de la Halle Pajol (architecte F-H. Jourda), en un bâtiment à énergie positive, pionnier en matière d'architecture écologique, marque la mise en œuvre du Plan Climat de la Ville



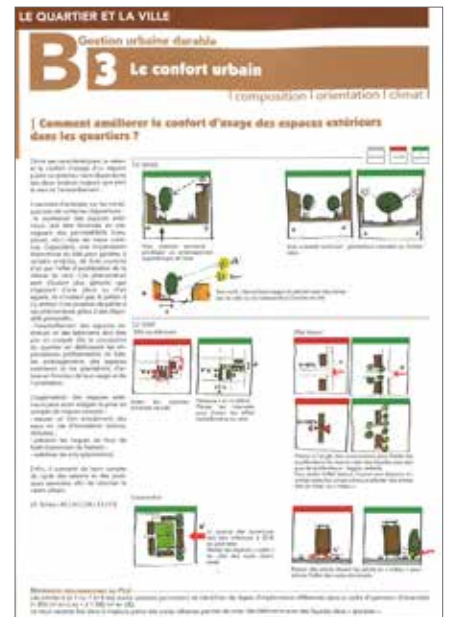
Source photo : Tartget, agence de communication

## Référentiel conception et gestion des espaces publics

À Lyon, les services de l'Eau, la Propreté et la Voirie, ont élaboré un référentiel de conception et de gestion des espaces publics, destiné aux maîtres d'ouvrage et à leurs maîtres d'œuvre intervenant sur le domaine public. Il apporte des solutions et des choix d'aménagements pour

les professionnels, tout au long des opérations, afin d'assurer une gestion future adéquate et partagée. Le référentiel est composé de plusieurs fiches concernant des matériaux, des thématiques, ou des ouvrages techniques : l'une d'entre elles portent plus particulièrement sur la lutte contre les ICU.

Fiche illustrant la manière dont il est possible d'améliorer le confort urbain en fonction de la morphologie urbaine et du climat, du Guide d'aménagement durable de la CUB



Source : Communauté Urbaine de Bordeaux - 2008

Des mesures pour réduire le phénomène des ICU, extrait du référentiel des espaces publics du Grand Lyon.



Source : Site internet du Grand Lyon

## A Nîmes, un territoire d'exploration pour la question de l'ICU : le quartier de Pissevin

### Pissevin, un quartier moderne des années 60

Le quartier de Pissevin, à l'ouest du centre ville de Nîmes, est issu de l'urbanisme des grands ensembles construits dans les années 60. De conception moderniste, il est constitué de volumes simples et imposants, barres, tours et dalles, avec de nombreux espaces verts faisant contrepoint à l'urbanisme de masse. Avec le quartier Valdegour présentant une typologie urbaine et des dysfonctionnements semblables, ils font partie, depuis 20 ans, de la géographie prioritaire de la Politique de la Ville à Nîmes. Ainsi, ils ont bénéficié de plusieurs procédures d'amélioration, qu'il est toutefois nécessaire de prolonger ou de faire évoluer.

### L'inscription de la thématique de l'ICU dans une dynamique de projet urbain et la mission de l'A'U

Aujourd'hui, une opération de renouvellement urbain ambitieuse pour remodeler en profondeur et redonner à ces quartiers une qualité et un rôle à jouer dans l'ouest nîmois doit être engagée. Ces sites sont pressentis pour intégrer le Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU).

Pour Pissevin, il s'agit notamment d'améliorer la qualité de vie des habitants en repensant l'organisation urbaine de ce quartier au travers du concept de parc habité et dans une approche globale et durable. Les principes devront s'inscrire dans une démarche fortement ancrée dans la prise en compte des problématiques environnementales et sous l'angle de l'adaptation au changement climatique.

Morphologie urbaine du quartier de Pissevin



Crédit : Baptiste Rinato pour l'A'U

Ainsi, la Ville souhaite introduire parmi les lignes directrices du projet de renouvellement les questions du cadre de vie, de l'environnement, de l'énergie et notamment la question des ICU.

Cette ambition nécessite que les études futures apportent une expertise dans ces domaines, la définition des enjeux et des propositions de leviers pour intégrer ces questions et adapter le quartier au changement climatique. Les bases posées par l'A'U sont à priori favorables. Elles devront être vérifiées et confortées par la maîtrise d'œuvre. Un "schéma directeur énergétique" du renouvellement urbain de Pissevin Valdegour, en cours d'initialisation par la Ville et Nîmes Métropole, permettra la définition des objectifs communs à tous les acteurs et les engagements de chacun, qui conforteront l'ambition de la collectivité vers la transition énergétique.

C'est dans ce cadre que l'A'U accompagne la Ville de Nîmes, notamment sur la question de la prise en compte des ICU dans

le projet de renouvellement de Pissevin.

### Les recherches de l'Apur, un modèle potentiel ?

Suite au travail de collaboration avec Météo-France et le CSTB sur les impacts du changement climatique pour la région parisienne, l'Apur a prolongé la réflexion sur les ICU. Les premiers enseignements qu'il en tire concernent sa compréhension de l'ICU et les grands facteurs d'influence du climat parisien. Entre autres, l'Apur démontre l'influence de la morphologie urbaine sur l'ICU. Pour cela, il compare deux extrêmes en matière de forme urbaine : un tissu dense et compact qu'on trouve dans le noyau ancien de Paris, et un tissu moderne hérité de la reconstruction après guerre, plus « dilué ». Cette analyse est intéressante pour le cas du quartier de Pissevin, dont la morphologie est sensiblement comparable à celle du tissu moderne de la Cité Michelet pris en exemple.

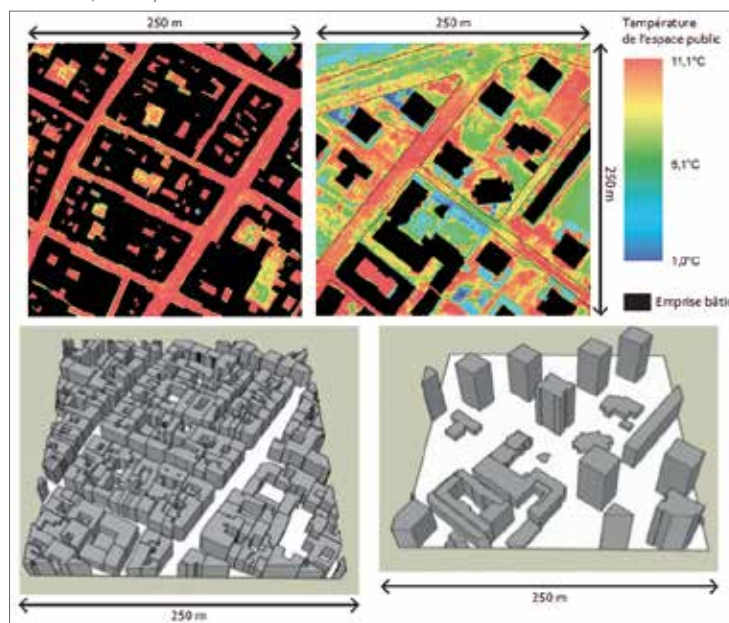
Cette première approche permet à l'Apur de dégager deux tendances :

« - Les formes denses et compactes qui voient peu le ciel, et que l'on trouve dans les tissus les plus anciens de Paris, s'échauffent faiblement avec l'insolation journalière mais ne possèdent pas de grandes capacités de refroidissement la nuit ;

- Les formes urbaines très « diluées, de type périurbaines, s'échauffent fortement à cause de l'insolation journalières mais peuvent se refroidir efficacement la nuit. »

Ainsi, chaque forme urbaine possède ses avantages et ses inconvénients. Au-delà des 2 formes urbaines évoquées, l'Apur a ensuite mené un travail plus fin afin de clarifier avec précisions le comportement microclimatique des formes urbaines multiples, de différentes époques.

Comportements climatiques différents selon les formes urbaines : modélisation en 3 D du bâti (en bas) et les températures au sol (en haut) pour un tissu historique ancien (Rue du Renard, 4<sup>ème</sup>) et un tissu plus moderne (Cité Michelet, 19<sup>ème</sup>).



Source : Les îlots de Chaleur à Paris – phase 1, Apur (Atelier Parisien d'Urbanisme) – décembre 2012

## Un élargissement de la réflexion, au contexte climatique global de la Ville de Nîmes

De cette expérience, on peut en conclure que le phénomène d'inconfort thermique que l'on peut constater sur le quartier Pissevin serait à comparer et à mettre en perspective avec le climat urbain général de la ville. Il serait intéressant de comparer les différentes formes urbaines de Nîmes et leurs performances par rapport au phénomène d'ICU, afin de bien connaître les spécificités liées aux différentes strates ou typologies urbaines. Le croisement de cette connaissance avec les densités de population, les surfaces de parcs, la présence d'établissements sensibles qui reçoivent un public ou des personnes vulnérables (personnes âgées, malades...), les projets à venir, etc., permettrait de définir plus finement les enjeux liés aux ICU.

À ce titre, une étude en cours pourra être riche d'enseignement : une campagne de mesures de températures estivales sur les différentes strates typologiques de l'agglomération nîmoise (cf : page 7), est engagée par l'ADEME dans le cadre d'un programme de recherche qui vise à mieux connaître les îlots de chaleur des 3 principales agglomérations du Languedoc Roussillon (Montpellier, Perpignan et Nîmes). Le but de cette recherche est de cartographier l'amplitude thermique des ICU des 3 agglomérations, caractériser l'ampleur thermique de ces ICU, et proposer des mesures réductrices ou correctrices permettant de limiter l'importance et l'extension de ce phénomène.

Cette étude pourra, en partie, répondre aux questions suivantes :

- Les caractéristiques de la ville de Nîmes par rapport aux autres agglomérations ?
- Nîmes forme-t-elle un ICU ? Comporte-t-elle des ICU ?
- Au sein de la ville de Nîmes, quel type d'ICU la morphologie urbaine de Pissevin peut-elle constituer ?
- Quelle mesure donner au confort/inconfort thermique du quartier de Pissevin ?

Le développement d'un tel éclairage sur le niveau d'exposition et la sensibilité de la ville de Nîmes sera utile, d'une part, pour faire des choix méthodologiques ou adopter une stratégie globale de lutte contre les ICU et, d'autre part, pour bien contextualiser le quartier de Pissevin dans son territoire.



## La prise en compte du phénomène d'ICU, à l'échelle du quartier de Pissevin

Il n'est toutefois pas obligatoire d'attendre cet éclairage pour caractériser l'ICU du quartier de Pissevin.

Dans le cadre du projet de renouvellement, les études à venir pourraient comporter un état des lieux dont les objectifs seraient de localiser les espaces de confort ou d'inconfort thermique, de définir les espaces à enjeux prioritaires en matière d'exposition aux risques d'inconfort thermique comme les espaces publics et établissements sensibles, d'analyser le potentiel pour la diminution de l'effet d'ICU.

Pour parvenir à ces objectifs, identifier les facteurs qui influencent le confort thermique du quartier, documenter ces paramètres et comprendre leurs interactions, notamment lors d'un épisode caniculaire est un premier pas indispensable pour éviter, diminuer et résoudre les effets d'ICU dans le quartier renouvelé. L'expertise pourrait porter sur :

- La trame végétale existante, y compris le potentiel de densification végétale (grandes surfaces de stationnement, espaces libres non végétalisés ou dalles à végétaliser) ;
- Les niveaux d'imperméabilisation des sols (densité minérale) ;
- Les revêtements de sol, matériaux et couleurs des façades, matériaux des toitures (avec propriétés thermiques et albédos) ;
- Les dispositifs existants pour la protection solaire (stores, treilles, kiosques, passages et galeries couvertes, fontaines, ...)
- L'exposition des volumes, la morphologie des espaces bâtis et des espaces extérieurs, l'orientation et l'espacement entre les bâtiments ;
- Les secteurs urbains dont la morphologie contribue au réchauffement (rues étroites, cœurs d'îlot, peu ventilés, grandes façades orientées à l'ouest...)
- Les espaces bénéficiant de l'influence thermique des parcs, espaces naturels ou plans d'eau.

## Conclusion

La connaissance et l'expertise de ces paramètres permettront de mieux étudier l'impact des projets de l'opération de renouvellement (démolitions, constructions, requalifications d'espaces publics...) et de faire des choix inscrits dans une démarche véritablement environnementale. Grâce à ces connaissances, la définition des enjeux prioritaires en matière d'exposition aux risques d'inconfort, par le croisement avec d'autres bases de données urbaines (équipements publics, population, vulnérabilités des personnes, plan local des déplacements...) sera d'autant plus précise.

La démarche sur Pissevin/Valdegour, pourrait constituer un préalable pour la stratégie d'approche qui

pourrait être appliquée ensuite sur l'ensemble de la ville. Elle pourrait constituer ainsi un véritable laboratoire, pour ce qui est du développement de la connaissance, des enjeux et des leviers d'actions pour minimiser l'effet d'ICU.

Tout au long des études, l'A'U accompagne les collectivités de Nîmes et Nîmes Métropole dans ce projet. L'A'U peut être notamment en appui pour compléter la connaissance de certains facteurs qui influence l'ICU, en définissant les enjeux à l'échelle de l'espace public et des espaces privés extérieurs, ainsi qu'à l'échelle du bâti ou en envisageant les dispositifs permettant d'atténuer l'effet de chaleur urbaine en été.

Une protection solaire potentielle ?



Un trottoir à l'ombre pour les écoliers



Alternance d'espaces verts et de minéralité



Une prépondérance de matériaux susceptibles d'échauffement



Trame verte de Pissevin



Terrain de sport, exposé au rayonnement solaire



## Sources bibliographiques (études et recherches)

- ↳ « **Adaptation au changement climatique - 12 fiches pour agir dans les collectivités locales** »  
Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) – 2012
- ↳ « **Les îlots de chaleur urbains à Paris – Phase 1** »  
APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme) – *Décembre 2012*
- ↳ « **Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier 2** »  
APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme) – *Mai 2014*
- ↳ « **Les îlots de chaleur urbains - Répertoire de fiches connaissance** »  
IAU (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile de France) – *Novembre 2010*
- ↳ « **Les îlots de chaleur urbains - L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines** »  
IAU (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile de France) – *Novembre 2010*
- ↳ « **Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains** »  
Institut national de santé publique du Québec – *Juillet 2009*
- ↳ « **PLU, énergie(s), adaptation climatiques – Bonnes pratiques françaises** »  
Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise –  
A. Dravigny et R. Javourez – *Juillet 2010*
- ↳ « **Atlas des phénomènes influant sur l'îlot de chaleur urbain – Agglomération grenobloise** »  
Agence d'urbanisme de la région grenobloise en partenariat avec la METRO – *Aout 2008*
- ↳ « **Boite à Outils- Air, Climat & Urbanisme** »  
Agence d'urbanisme de la région grenobloise – 2014
- ↳ « **Planification et adaptation au changement climatique** »  
ETD/ADEME – *Mars 2014*



## pour aller +loin SUR LE WEB

[www.notre-planete.info](http://www.notre-planete.info)

[www.meteofrance.fr](http://www.meteofrance.fr)

[www.apc-paris.com](http://www.apc-paris.com)

[www.ademe.fr/languedoc-roussillon/](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon/)

[www.ilot-de-chaleur.fr/](http://www.ilot-de-chaleur.fr/)

<http://info-icu.blogspot.fr/>

[http://conseils.xpair.com/actualite\\_experts/ilot-chaleur-urbain-consequences-batiments.htm](http://conseils.xpair.com/actualite_experts/ilot-chaleur-urbain-consequences-batiments.htm)