

# VAGUES DE CHALEUR EN TOURAINNE

VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION  
DES ESPACES URBAINS  
AUX TEMPÉRATURES EXTRÊMES

atu 

Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours

Novembre 2024



# SOMMAIRE

L'URGENCE D'ADAPTER NOS CITÉS AUX VAGUES DE CHALEUR	3
<b>PARTIE 1 : LA VULNÉRABILITÉ AUX CANICULES</b>	<b>4</b>
Le risque climatique	4
La vulnérabilité du territoire	6
La vulnérabilité socio-démographique	10
Le gradient de naturalité : un indicateur synthétique de connaissance du territoire	14
Un atlas communal pour engager la transformation du tissu urbain	16
<b>PARTIE 2 : LES SOLUTIONS D'ADAPTATION</b>	<b>18</b>
Agir face à la surchauffe urbaine	18
Cas pratiques :	
■ Déminéraliser et planter une place de quartier	20
■ Focus sur ICEtool, un outil d'évaluation des projets	22
■ Retrouver le chemin de l'eau dans une zone commerciale	24
■ Focus sur les refuges climatiques	26
■ Requalifier les espaces publics d'un quartier de logements sociaux	28
■ Adapter à la chaleur un îlot ancien de centre-ville	30
■ Appliquer les principes du bioclimatisme au renouvellement urbain	32
<b>CONSTRUIRE LA SUITE ENSEMBLE</b>	<b>34</b>



# L'URGENCE D'ADAPTER NOS CITÉS AUX VAGUES DE CHALEUR

Avec le dérèglement climatique, la Touraine fait face à des vagues de chaleur et des canicules de plus en plus fréquentes et intenses. S'il s'agit de tout mettre en œuvre pour atténuer l'ampleur du réchauffement climatique, nous devons dans le même temps adapter les villes à ces températures extrêmes.

Tous les territoires ne sont pas égaux face à ces aléas climatiques. De nombreux facteurs sont susceptibles d'aggraver leur vulnérabilité : situation géographique, nature des sols et matériaux de surface, présence de couverture végétale, composition du tissu urbain, qualité du bâti, etc.

Certaines populations sont aussi plus fragiles selon leur état de santé, leur âge, leurs conditions de vie ou leurs activités professionnelles, notamment lorsque celles-ci sont pratiquées en extérieur.

Avec le soutien du Fonds vert, cette publication, dans une première partie, s'attache ainsi à apporter des éléments de connaissance afin d'identifier les villes et les quartiers d'Indre-et-Loire les plus à risque. L'ambition est aussi d'orienter les politiques publiques vers la transformation des espaces urbanisés vulnérables et de savoir où agir prioritairement afin de mieux anticiper les impacts de la surchauffe en Touraine.

Des solutions d'adaptation, souvent simples et peu coûteuses, peuvent en effet être mises en œuvre pour adapter nos villes à ces températures extrêmes. C'est toute une palette d'outils que donne à voir la seconde partie de ce document. À travers des illustrations et des solutions concrètes qui montrent des situations locales diverses : centres-bourgs, zones d'activité, quartiers d'habitats collectifs et pavillonnaires.

# PARTIE 1 LA VULNÉRABILITÉ AUX CANICULES

## LE RISQUE CLIMATIQUE

### VAGUES DE CHALEUR, CANICULES, DE QUOI PARLE-T-ON ?

Une « **vague de chaleur** » est un terme générique qui désigne un épisode de températures nettement plus élevées que les normales de saison pendant plusieurs jours consécutifs. On parle de vague de chaleur lorsque l'indicateur thermique est supérieur ou égal à 25,3°C pendant au moins 3 jours.

Une « **canicule** » est un épisode de températures élevées, lorsque les températures minimales, même la nuit, sont supérieures à 21°C et les maximales supérieures à 31°C pendant au minimum 3 jours et 3 nuits consécutifs.

La **canicule extrême**, canicule exceptionnelle par sa durée et son intensité, est considérée comme un risque majeur. Elle impacte les sociétés humaines dans leur ensemble ; élévation du risque sanitaire, tension sur la ressource en eau et les infrastructures de communication, désorganisation des activités socioéconomiques, etc.

Les vagues de chaleur touchent aussi les écosystèmes. La faune et la flore souffrent des températures extrêmes et de la sécheresse souvent associée, pouvant aboutir à une modification voire une disparition d'habitats naturels et une érosion de la biodiversité.



### À QUOI S'ATTENDRE EN TOURAINE ?

Les cartes suivantes présentent l'évolution probable du nombre de **nuits tropicales**, nuits durant lesquelles les températures minimales resteront supérieures à 20°C, à l'échelle de l'Indre-et-Loire. Cet indicateur est donc lié de près aux épisodes de canicule.

Entre 1976 et 2005 qui correspond à la période de référence, les habitants du département n'étaient confrontés au maximum qu'à 4 nuits tropicales en moyenne par année, avec peu de différences d'un point à l'autre du département.

En 2030, c'est entre 6 et 10 nuits tropicales que nous subirons, et de 12 à 17 en 2050 avec des nuances nettement plus marquées entre le nord et le sud de l'Indre-et-Loire. La

grande agglomération tourangelle comptabilisera davantage de nuits tropicales, tout comme le Lochois, le Richelais, et le Chinonais. En 2100, c'est plus de 30 nuits tropicales que nous pourrions connaître.

Le nombre de jours où les **températures dépassent 30°C** vont eux aussi s'accroître considérablement ; rarement plus de 10 jours sur la période de référence, il pourra doubler à l'horizon 2030, tripler à l'horizon 2050, pour atteindre 50 jours par an à l'horizon 2100.

C'est donc à ce type d'évènements que nous devons nous préparer, encore davantage en milieux urbains denses, à fortiori s'ils sont soumis au phénomène d'îlot de chaleur.

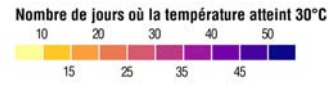


# TRAJECTOIRE DE RÉCHAUFFEMENT DE RÉFÉRENCE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (TRACC)

Nombre de nuits tropicales  
(température minimale supérieure à 20°C)



Nombre de jours où la température atteint 30°C

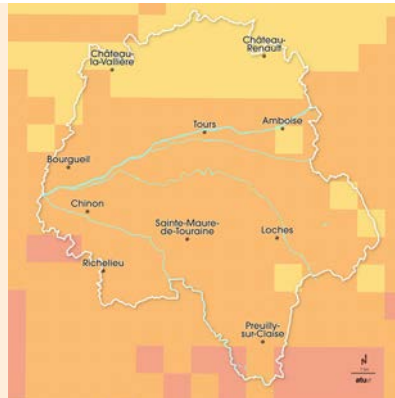


1976-2005



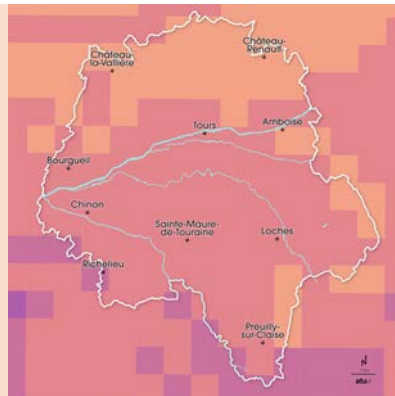
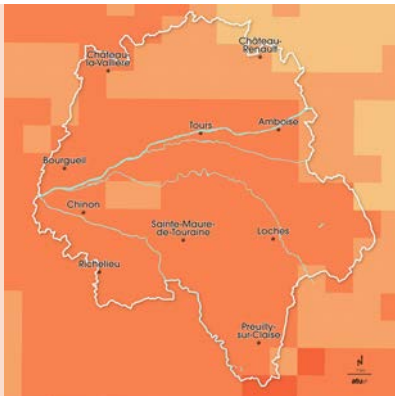
Période de référence

2030



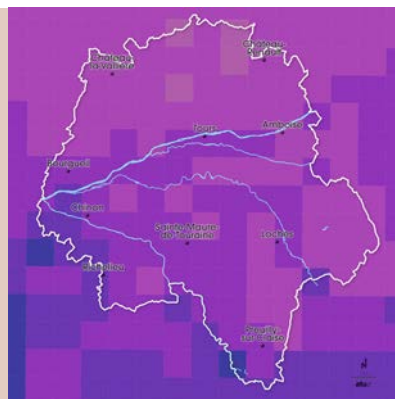
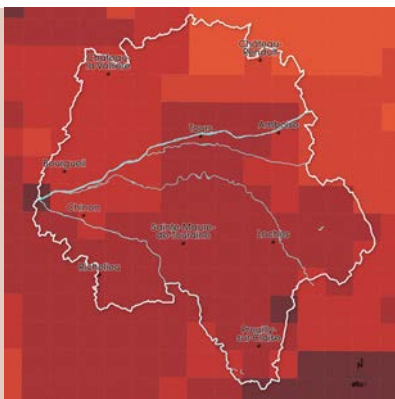
+ 2°C en France

2050



+ 2,7°C en France

2100



+ 4°C en France

Sources : IGN, BD Admin Express – BD Topo (2023) ; Météo France – CERFACS – IPSL, Portail DRIAS - TRACC (2023).

# LA VULNERABILITÉ DU TERRITOIRE

## LES TEMPÉRATURES DE SURFACE, UN PRÉCIEUX INDICATEUR À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

La méthode la plus accessible pour aller plus loin dans la connaissance de la vulnérabilité à l'échelle de tout le département d'Indre-et-Loire consiste à analyser les températures de surface à partir des mesures de radiance effectuées par les satellites Landsat et ASTER. Les mesures prises lors d'une journée chaude et d'un ciel dégagé, le 17 juin 2022, à 10h47, permettent d'identifier les secteurs où les sols et les toitures absorbent le plus de chaleur.

Cette méthode n'intègre pas d'autres paramètres inhérents au phénomène d'îlot de chaleur comme le vent, la chaleur anthropique ou encore le rayonnement solaire. Elle a donc ses limites et les données sont à analyser

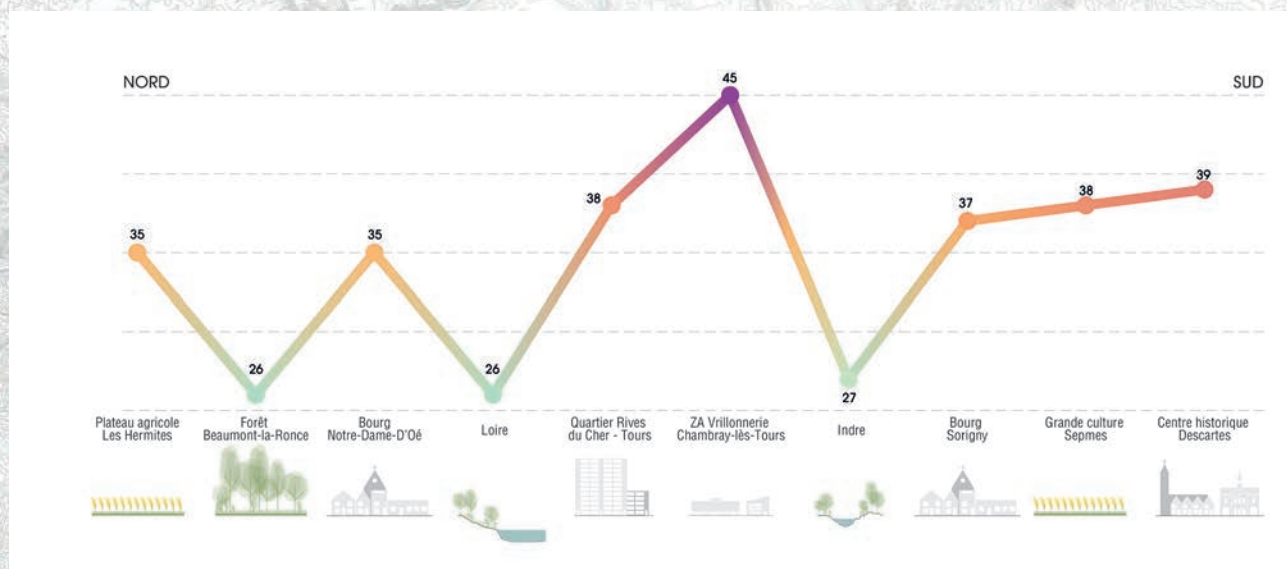
avec précaution. Lorsque l'échelle le permet, elle peut être utilement complétée par d'autres approches plus fines mais plus coûteuses. Météo France propose notamment des modélisations du climat et des milieux urbains pour diagnostiquer l'effet d'îlot de chaleur urbain à la commune.

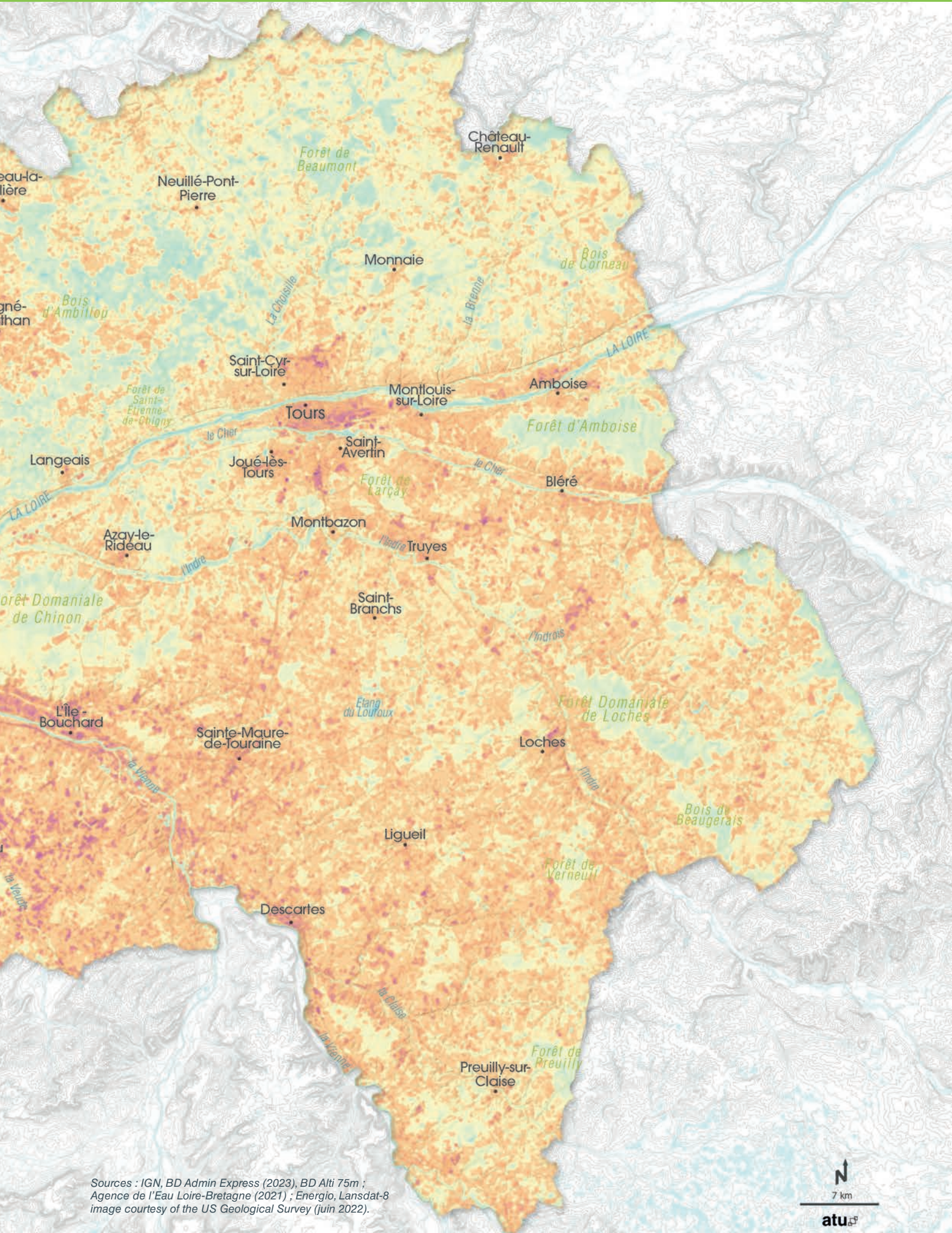
L'analyse des températures de surface reste plus accessible techniquement et financièrement pour de vastes échelles de territoire. Et nous apporte des indications extrêmement précieuses sur les « points chauds » susceptibles d'aggraver la vulnérabilité aux températures extrêmes et, à contrario, sur les sites plus frais où se réfugier lors des vagues de chaleur.

### Conditions météo du 17 juin 2022

Couverture nuageuse nulle sur le département et journée chaude avec 35°C en journée et plus de 17°C la nuit précédente.

Relevé météo de la station de Parçay-Meslay à 11h : 28,9°C (température sous abri).





Sources : IGN, BD Admin Express (2023), BD Alti 75m ;  
 Agence de l'Eau Loire-Bretagne (2021) ; Energio, Landsat-8  
 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022).



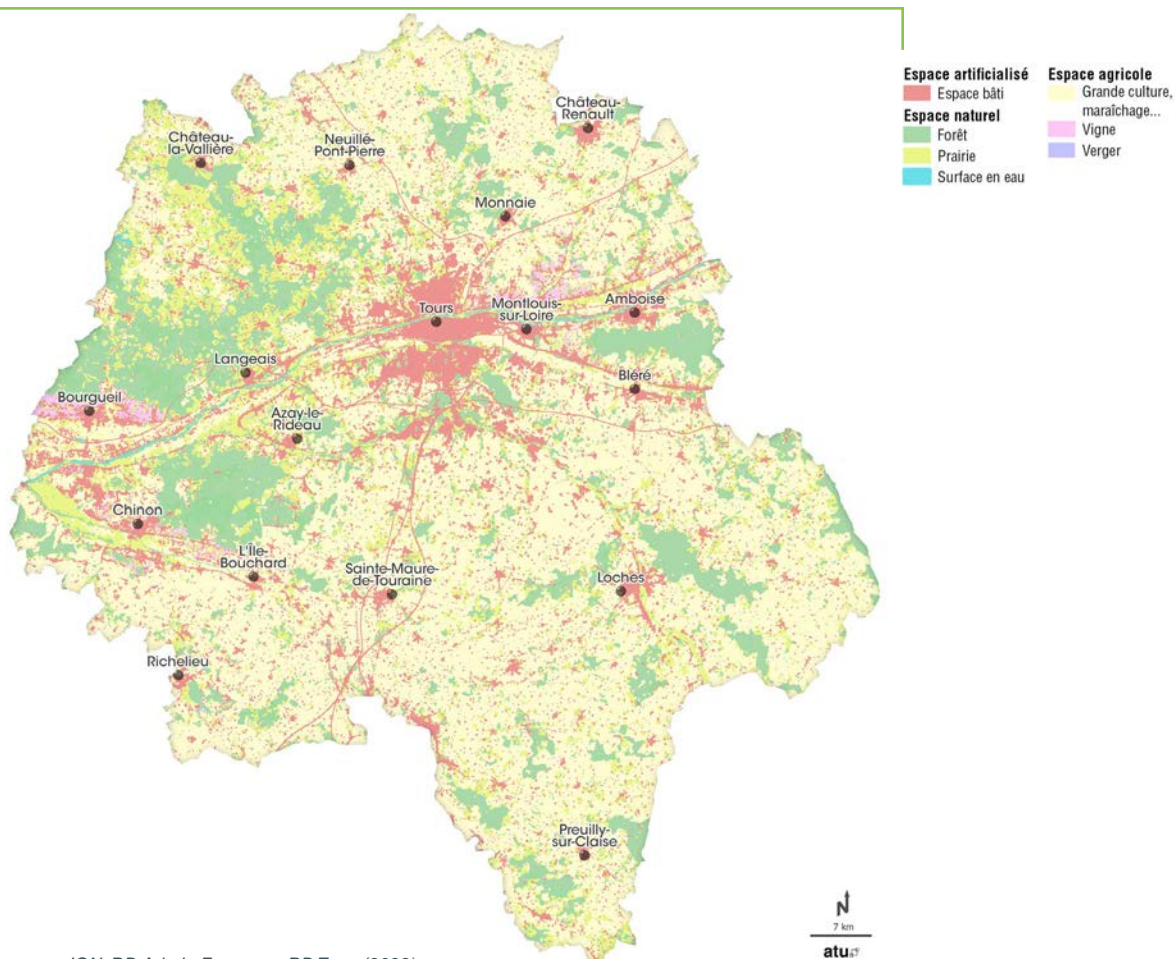


## DES BOISEMENTS ET DES COURS D'EAU, VÉRITABLES ILOTS DE FRAÎCHEUR

La cartographie issue de cette analyse des températures de surface nous montre bien les différenciations spatiales. Un peu plus de 22% du territoire conserve des températures inférieures à 29°C, majoritairement au nord du département, mais

aussi au sud. Ces espaces plus frais correspondent principalement aux surfaces en eau et aux massifs boisés ; croissant boisé de la gâtine du nord-ouest, gâtines du nord, le Ruchard.

### Occupation du sol



Sources : IGN, BD Admin Express – BD Topo (2023) ; Portail THEIA, CESBIO (2021).

## DES TERRES AGRICOLES ET DES ESPACES BÂTIS SOUMIS À DES TEMPÉRATURES IMPORTANTES

A contrario, près de 60% du territoire est concerné par des températures entre 30°C et 34°C, aussi bien sur des terres agricoles - de la prairie à la grande culture - que des espaces urbanisés.

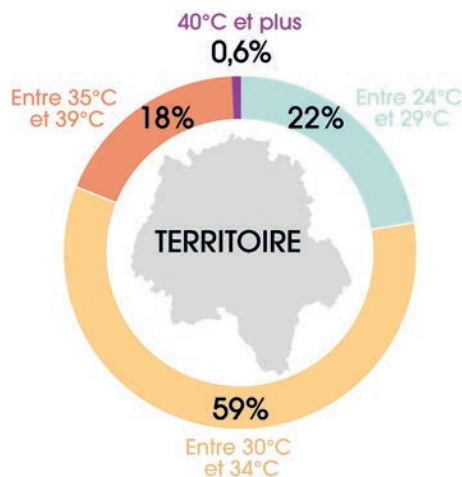
Un peu plus de 18% du territoire est touché par des températures extrêmes, entre 35°C et 39°C. Ressortent très clairement les espaces les plus bâtis ; le cœur métropolitain, la Ville-aux-Dames, Montlouis-sur-Loire, Amboise, les espaces urbanisés de la vallée de l'Indre et du Cher, Loches, Sainte-Maure de Touraine, Chinon, Bourgueil, etc. Mais les milieux agricoles sont là-aussi concernés : plateau de Sainte-Maure et Champeigne, plateau du Richelais et vallée de la Vienne, confluence Loire Vienne, le Ruchard, le Savignéen.

0,6% du territoire connaît des températures de surface supérieures à 40°C. Il s'agit principalement des zones d'activité et de terres de grandes cultures.

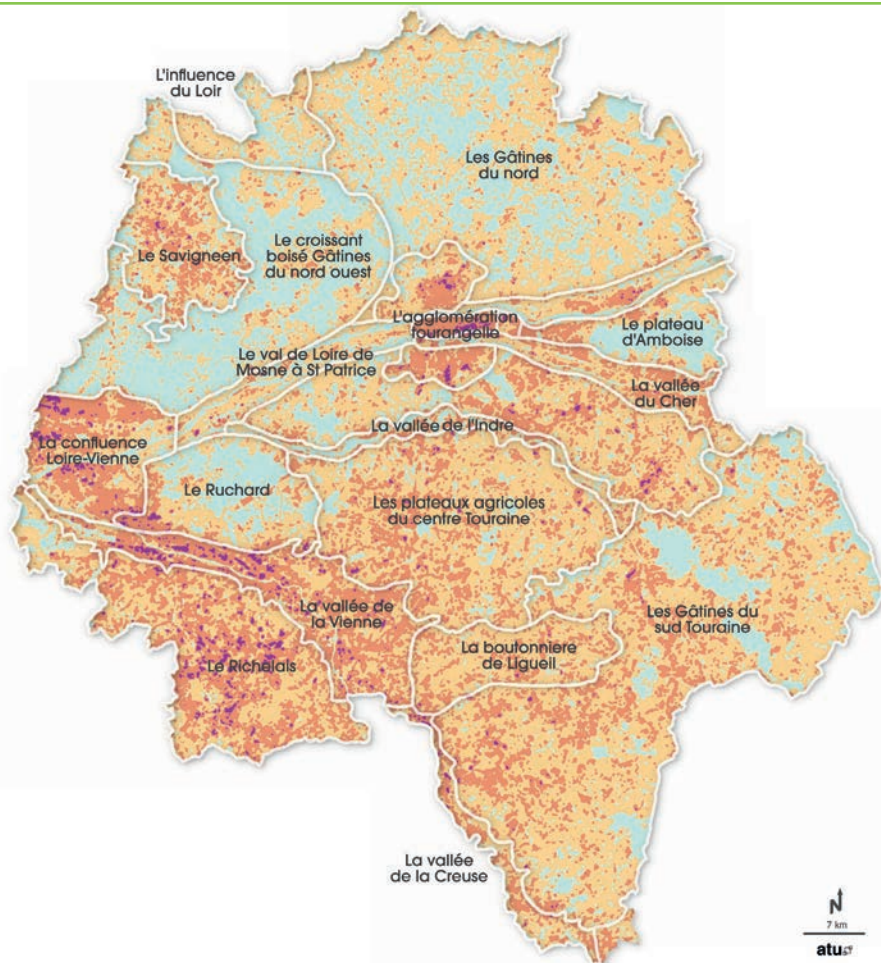
La climatologie locale est l'un des facteurs expliquant ces différences de température, dans le Richelais et le Bourgueillois notamment, où les températures locales sont légèrement plus chaudes et les moyennes de précipitations annuelles légèrement inférieures à la moyenne départementale.

Cependant, une telle répartition à l'échelle de l'Indre-et-Loire s'explique principalement par le mode d'occupation du sol. Les températures sont les plus élevées, là où les sols sont bâtis mais aussi, là où les surfaces sont peu arborées

et faiblement végétalisées ; grande culture, vigne et même certaines prairies. À l'inverse, lorsque le couvert arboré et les surfaces en eau sont généreuses, les températures de surface sont moins élevées.



### Températures et grandes unités paysagères



Températures de surfaces le 17 juin 2022

- Moins de 30°C
- Entre 30°C et 34,9°C
- Entre 35°C et 39,9°C
- 40°C et plus
- Entité paysagère

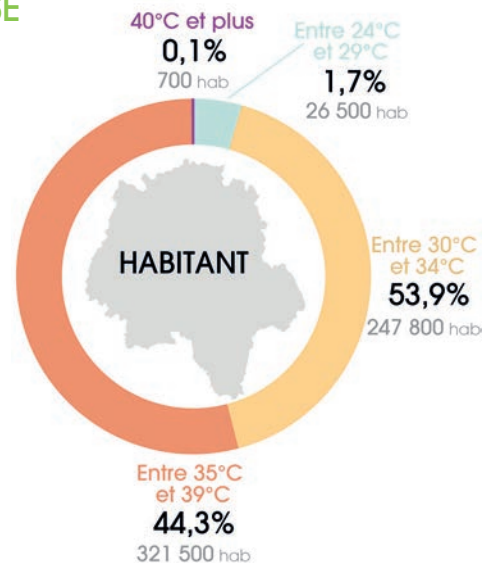
Sources : IGN, BD Admin Express (2023) ; Energio, Landsat-8 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022) ; DREAL, Centre Val de Loire, Étude des paysages d'Indre-et-Loire (2001).

# LA VULNÉRABILITÉ SOCIO-DÉMOGRAPHIQUE

## UNE GRANDE MAJORITÉ DE LA POPULATION SOUMISE À DES TEMPÉRATURES DE SURFACE TRÈS ÉLEVÉES

Si l'on croise ces températures de surface du 17 juin 2022 avec la répartition de la population d'Indre-et-Loire, ce sont plus de 44% des habitants qui vivent dans des secteurs concernés par des températures de surface très élevées, de 35°C à 39°C. Et près de 54% par des températures allant de 30°C à 34°C.

Là encore, ces températures ne sont pas celles réellement ressenties par la population, d'autres facteurs influençant la température de l'air. Mais elles nous indiquent que les espaces où vivent la grande majorité des habitants du département ne sont d'ores et déjà pas adaptés aux vagues de chaleur.

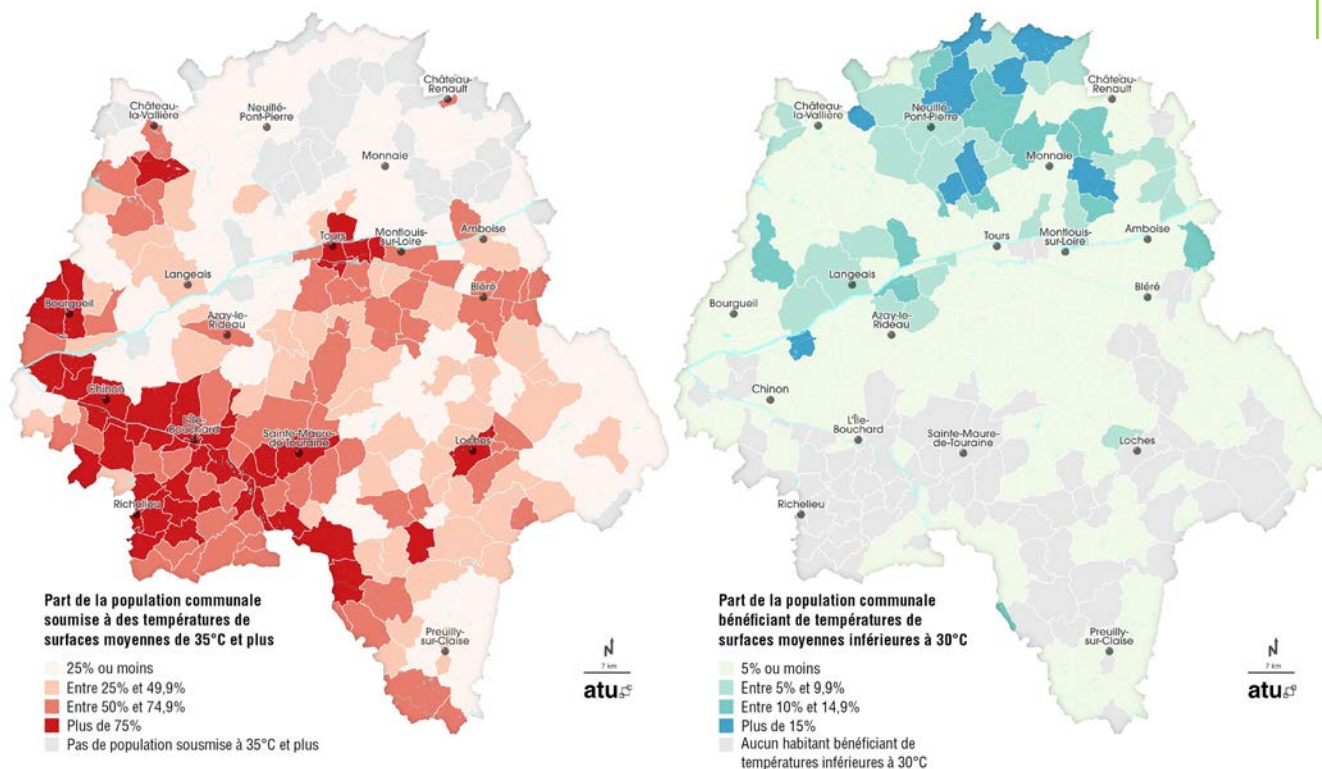


## DE FORTES DISPARITÉS TERRITORIALES

Les cartographies de la part de la population communale soumise à des températures de surface de plus de 35°C et à moins de 30°C fait apparaître une nette différenciation à l'échelle départementale. Une part importante des habitants du cœur métropolitain, du Saignéen

et des communes situées sur un arc ouest/sud-ouest est soumise à des températures élevées. Tandis qu'au nord/nord-est, les températures de surface moyennes sont plus clémentes pour la majeure partie de la population.

## Températures de surface moyennes et répartition des habitants



Sources : IGN, BD Admin Express, BD Topo (2023) ; Energio, Landsat-8 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).

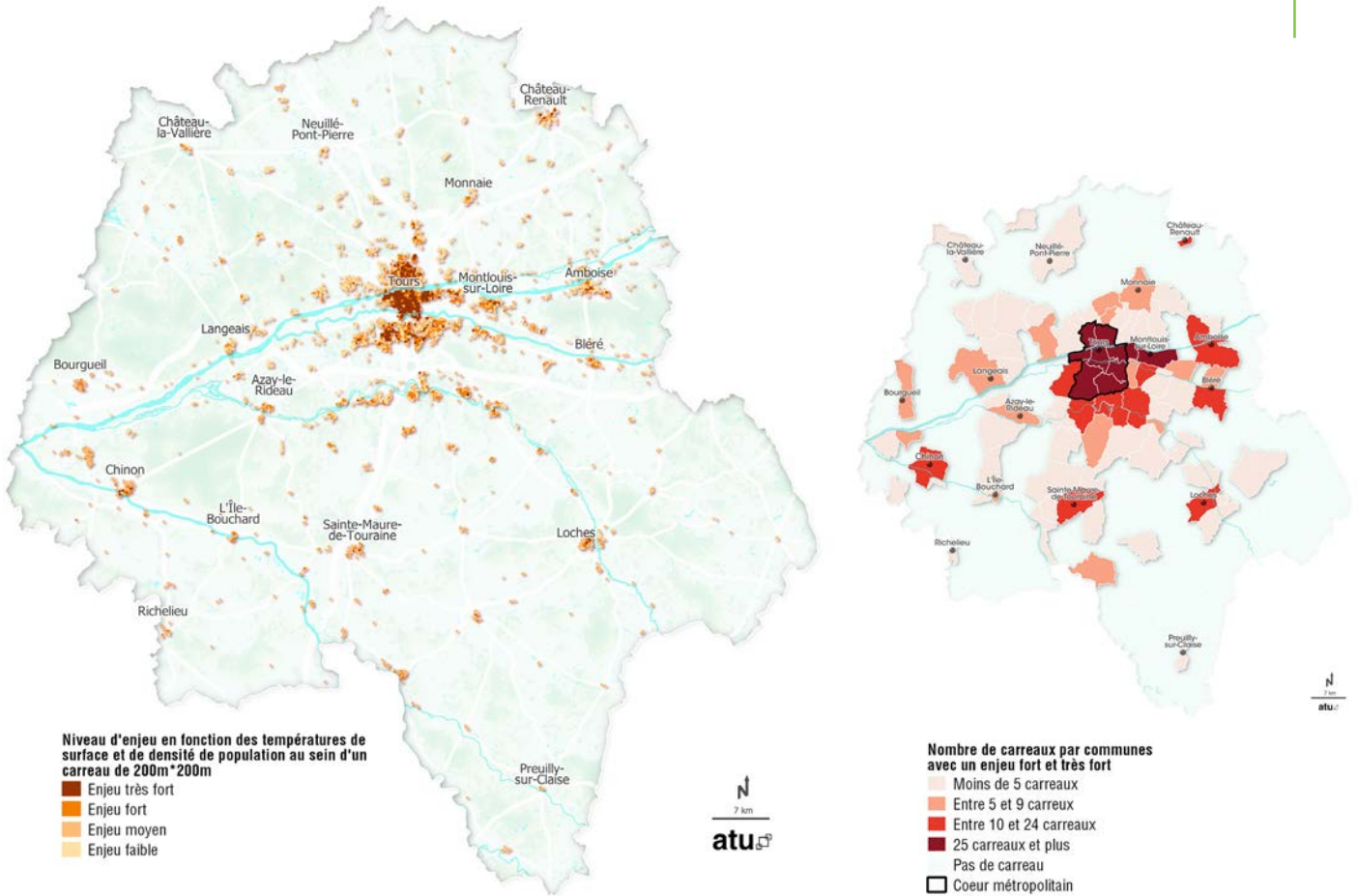
## DES COMMUNES URBAINES PARTICULIÈREMENT CONCERNÉES

Afin de hiérarchiser les secteurs habités présentant le plus d'enjeu, l'analyse s'est appuyée sur la grille utilisée par l'Insee, celle du carreau de 200 mètres de côté. Les carreaux comptant moins de 10 habitants à l'hectare ont été exclus. Au sein de chacun des carreaux retenus, la densité de population a été croisée avec les températures moyennes, permettant de les classer en 4 classes

d'enjeu, de faible à très fort. Pour plus de lisibilité à l'échelle départementale, nous avons ensuite calculé le nombre de carreaux présentant des enjeux forts à très forts par commune, pour faire ressortir celles où agir en priorité. C'est le cœur métropolitain, auquel s'ajoutent La Ville-aux-Dames et Montlouis-sur-Loire, qui concentre la plus grande densité de population soumise à des températures

importantes (en marron sur la carte). Viennent ensuite Ballan-Miré, Véretz, Amboise, Nazelles-Négron, Château-Renault, Monts, Montbazou, Veigné, Esvres, Bléré, Chinon, Sainte-Maure de Touraine, Loches (en rouge). Puis suivent Bourgueil, Avoine, Langeais, Azay-le-Rideau, Luynes, Chanceaux-sur-Choisille, Notre-Dame-d'Oé, Monnaie, Descartes, etc.

### Niveaux d'enjeu entre les températures de surface et la densité de population



Sources : IGN, BD Admin Express, BD Topo (2023) ; Energio, Lansdat-8 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).

HIÉRARCHISATION DES ENJEUX		DENSITÉ DE POPULATION			
		Entre 10 et 20 habitants par hectare	Entre 21 et 40 habitants par hectare	Entre 41 et 60 habitants par hectare	Plus de 60 habitants par hectare
TEMPÉRATURES DE SURFACE	Entre 30°C et 34°C	FAIBLE	MOYEN	FORT	TRÈS FORT
	Entre 35°C et 39°C	MOYEN	FORT	TRÈS FORT	TRÈS FORT
	40°C et plus	FORT	Pas de carreau		

## LA VULNÉRABILITÉ SOCIALE, UN FACTEUR AGGRAVANT LE RISQUE

Les populations vulnérables sont les premières concernées dès la survenue d'un pic de chaleur.

Ces personnes considérées comme les plus à risque sont les personnes âgées, les nourrissons, les travailleurs exposés à la chaleur en extérieur, les personnes souffrant de maladies chroniques ou de handicaps, celles qui sont isolées, dépendantes ou fragiles, et les personnes précaires. Mais plus l'intensité et la durée de la

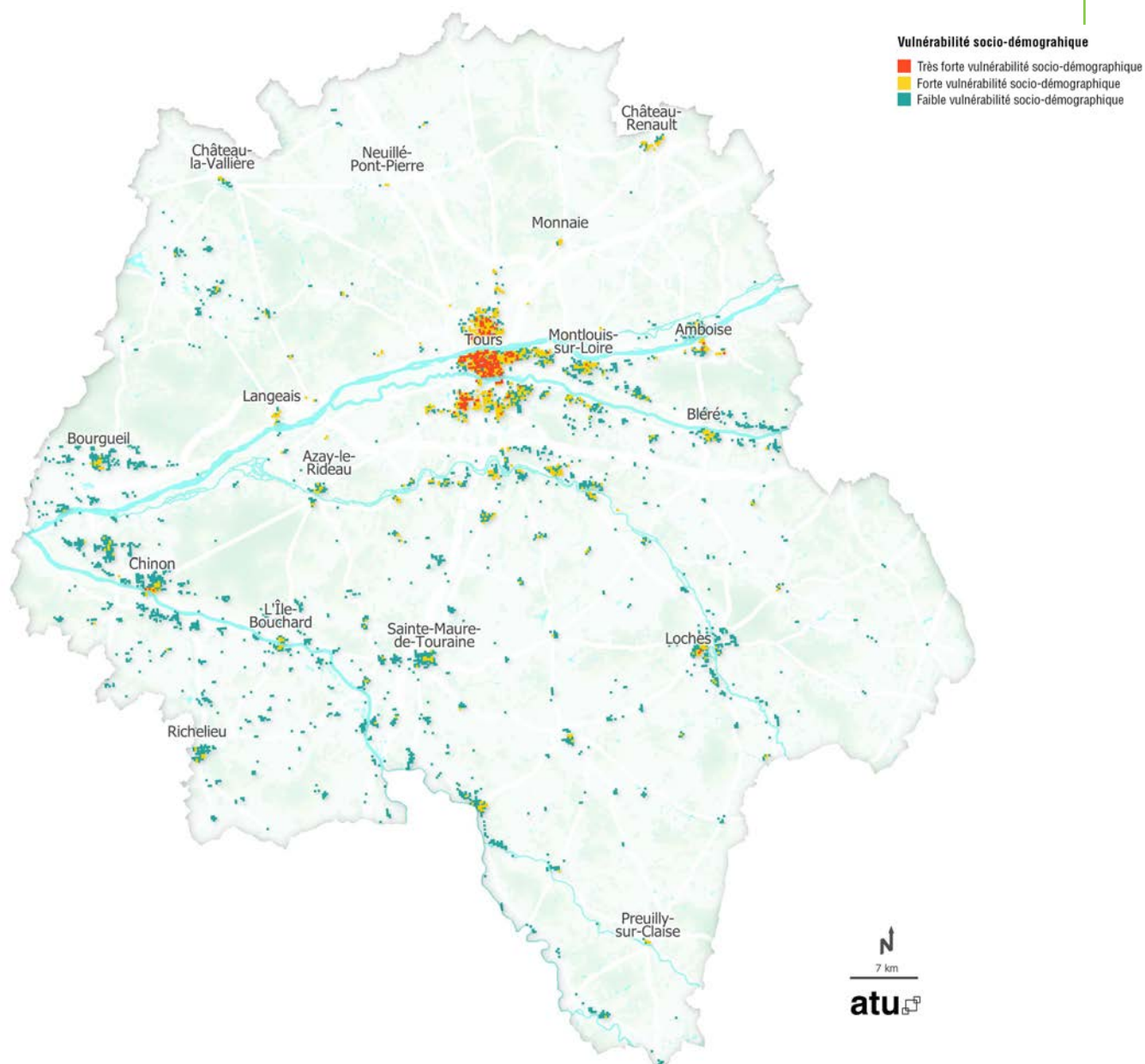
vague de chaleur va s'élever, plus la taille et les catégories de populations impactées vont augmenter. Tous, y compris les jeunes et les adultes en bonne santé, peuvent alors être concernés.

Cependant, certains indicateurs permettent de mieux appréhender le risque et de prévenir les inégalités. La carte suivante fait apparaître les territoires, à l'échelle du carroyage

Insee, qui connaissent des températures de surface moyennes, supérieures ou égales à 35°C, et une faible à très forte vulnérabilité socio-démographique, au regard de 4 variables :

- la densité de population ;
- le nombre d'enfants de moins de 3 ans ;
- le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus ;
- le nombre de ménages pauvres.

### Vulnérabilité socio-démographique des territoires soumis à des températures de surface moyennes $\geq 35^{\circ}\text{C}$



Sources : IGN, BD Admin Express, BD Topo (2023) ; Energio, Landsat-8 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).



# LE GRADIENT DE NATURALITÉ : UN INDICATEUR SYNTHÉTIQUE DE CONNAISSANCE DU TERRITOIRE

Il existe une nette corrélation entre gradient de naturalité et température de surface. Celle-ci s'élève en effet lorsque la « naturalité » du tissu urbain est faible.

Ce gradient de naturalité est un indicateur synthétique, issu du croisement de différents critères : l'indice de perméabilité des sols, le taux d'occupation du sol par les espaces végétalisés et les surfaces en eau, et la part de la strate arborée. Plus un sol est imperméable et la végétation absente, plus la naturalité

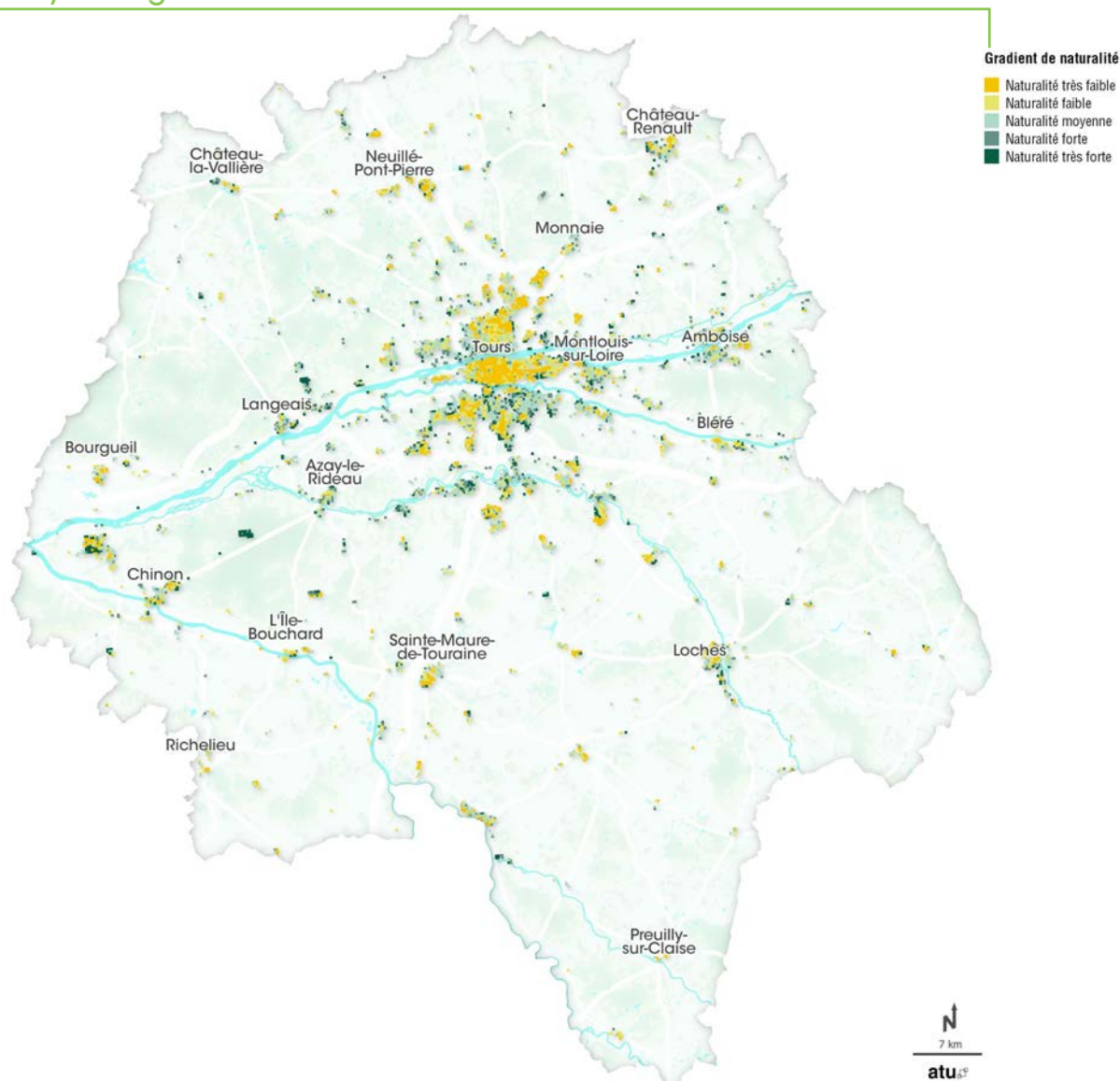
est faible ; un parking par exemple. Inversement, un sol laissant s'infiltrer l'eau, accueillant une forte part d'espaces végétalisés, de surface en eau (cours d'eau, mare, etc.) et une large strate arborée aura une naturalité forte.

Il a été calculé pour tous les carreaux comprenant au moins 10 habitants à l'hectare et/ou au moins 10 emplois à l'hectare, et dans tous les périmètres des zones d'activité. Cette méthode offre l'intérêt d'une lecture synthétique du tissu urbain permettant d'identifier les secteurs

déficitaires sur lesquels agir en priorité, pour atténuer la vulnérabilité du territoire aux canicules. La lecture des cartes suivantes fait apparaître les communes présentant une naturalité très faible à faible.

Mais cet indicateur présente encore davantage d'intérêt lorsqu'il est décliné à une échelle plus fine. Il permet ainsi d'identifier quartiers et îlots les plus vulnérables en termes d'occupation du sol, au regard de l'imperméabilité des sols et de l'offre en espace végétalisé.

## Analyse du gradient de naturalité



Sources : IGN, CoSIA (2021), BD Admin Express, BD Topo (2023) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).

## Les composantes du gradient de naturalité



Indice de perméabilité

+



Occupation du sol par le végétal et les surfaces en eau

+



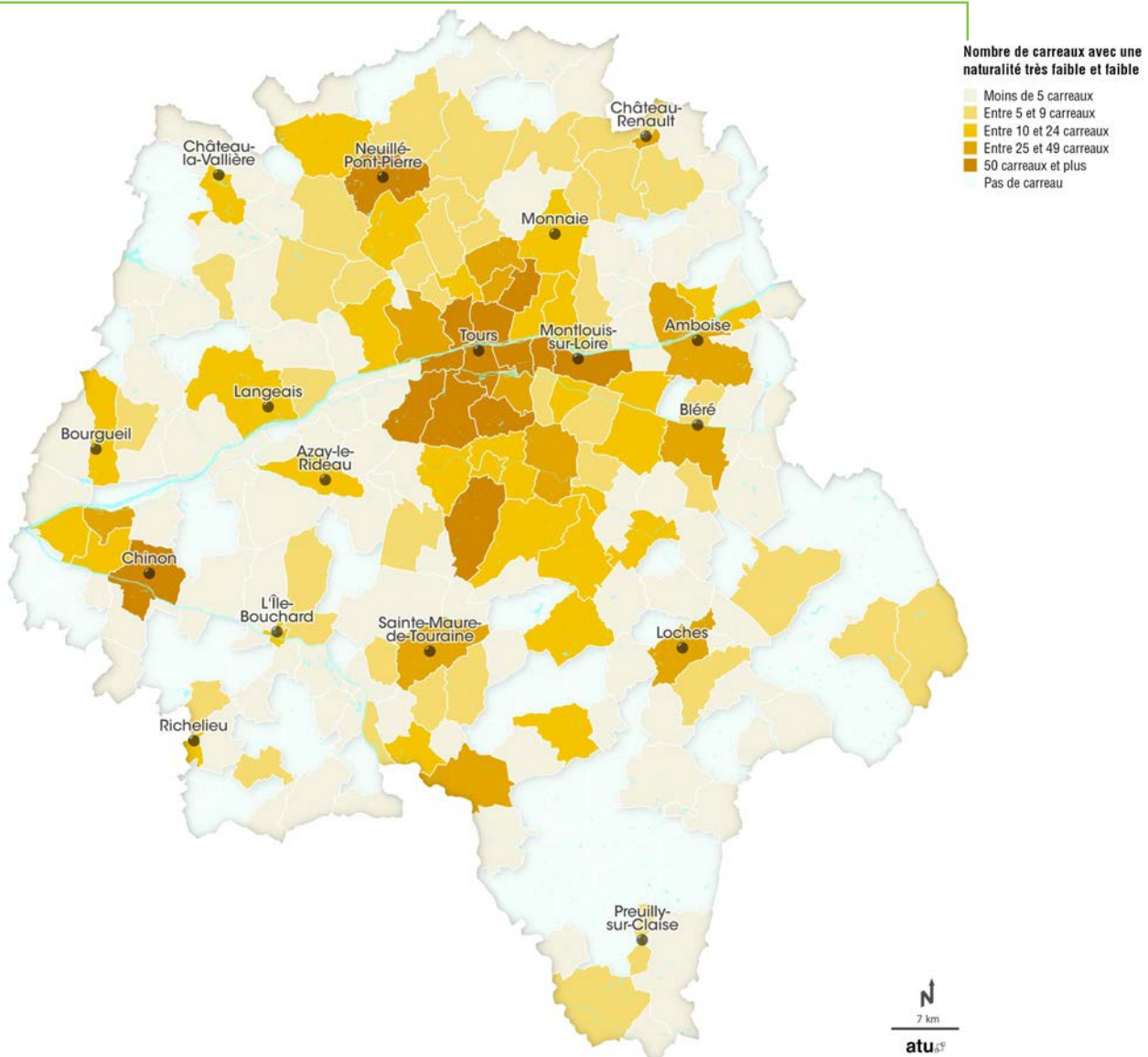
Part de la strate arborée

=



Gradient de naturalité

## Communes présentant une naturalité faible à très faible



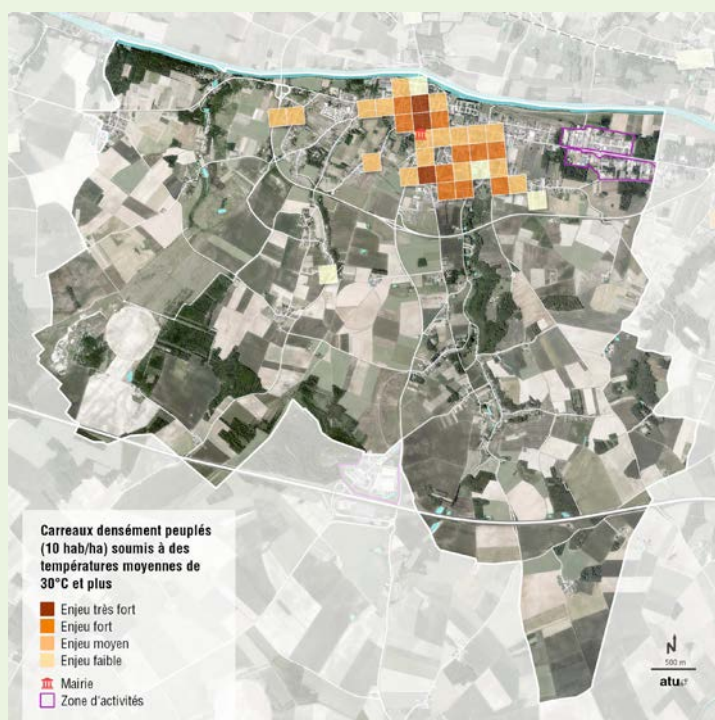
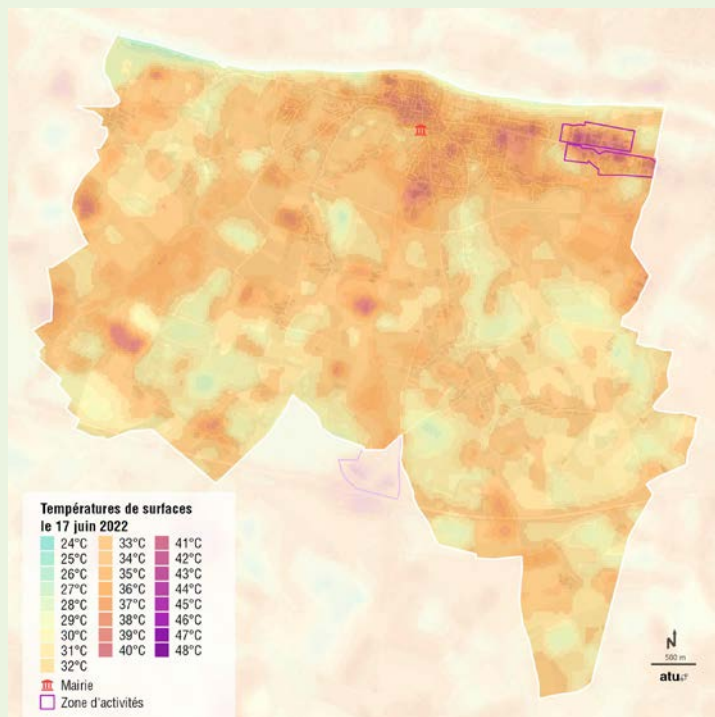
Sources : IGN, CoSIA (2021), BD Admin Express, BD Topo (2023) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).

# UN ATLAS COMMUNAL POUR ENGAGER LA TRANSFORMATION DU TISSU URBAIN

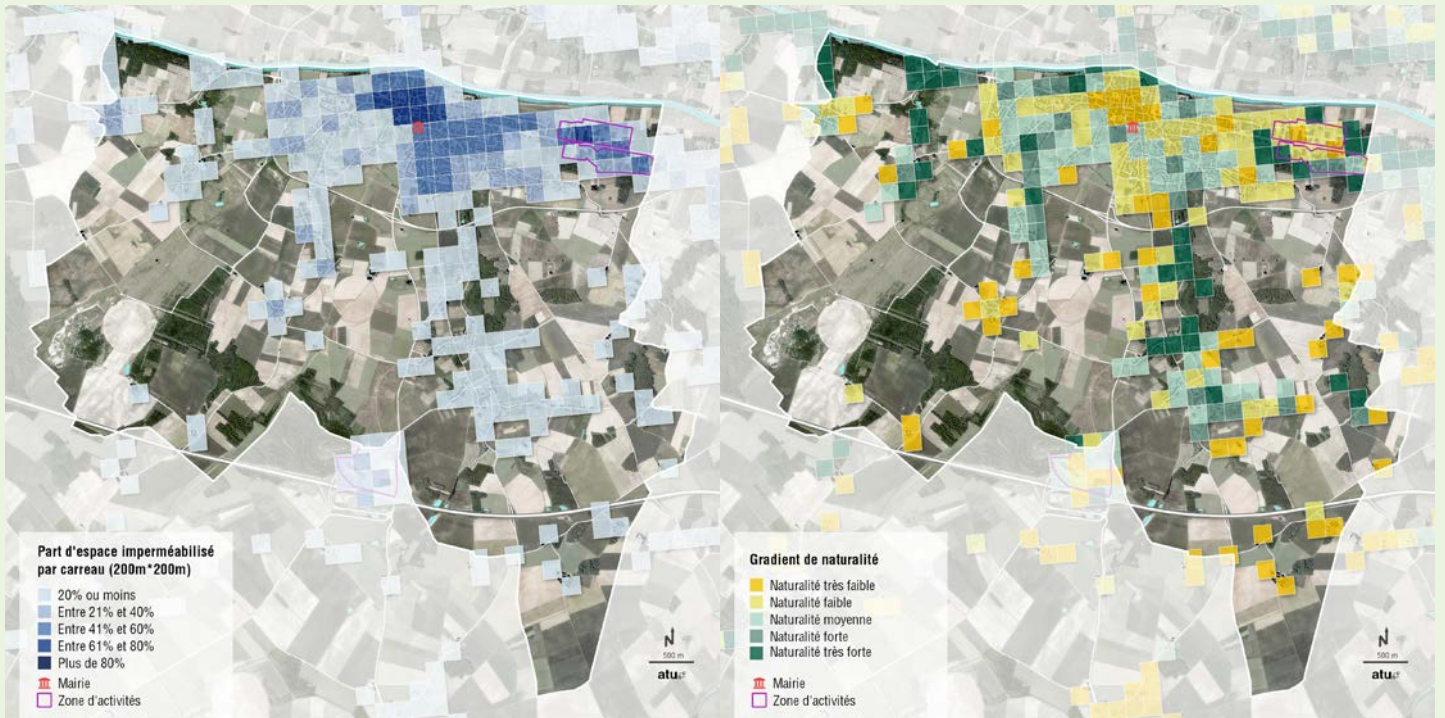
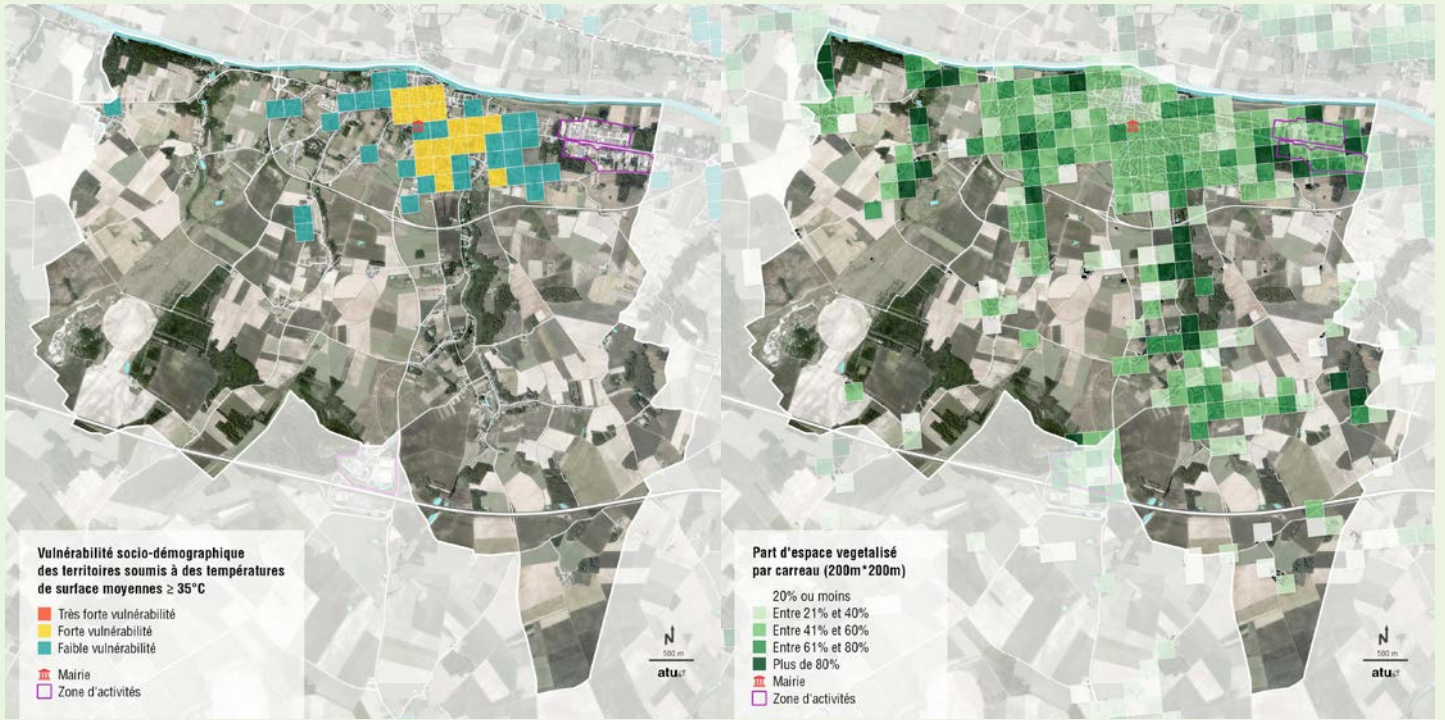
## L'EXEMPLE DE BLÉRÉ

Un atlas pour chacune des communes d'Indre-et-Loire a été réalisé. Il permet de visualiser les températures de surface puis de les mettre en relation avec la part des espaces imperméabilisés et végétalisés, synthétisée in fine par le gradient de naturalité. L'exemple de Bléré fait apparaître des températures de surface plus importantes dans le bourg et la zone d'activité à l'est. Ces secteurs sont les plus imperméabilisés. La part des espaces végétalisés y est plus faible, et la carte du gradient de naturalité, croisé avec les indicateurs de vulnérabilité sociodémographique fait apparaître les secteurs où l'action publique pourrait se porter en priorité.

Ces éléments sont à lire comme une aide à la décision pour orienter les investissements publics en matière de rafraîchissement vers les secteurs les plus vulnérables à la surchauffe urbaine à l'échelle de l'ensemble des communes du département. Pour éclairer les décisions politiques, les cartes et les indicateurs sont mis à la disposition des élus locaux par l'ATU.



Sources : IGN, BD Admin Express, BD Ortho 20cm, BD Topo (2023) ; DGFIP-CD37, Cadastre PCI Vecteur (2023) ; Energio, Lansdat-8 image courtesy of the US Geological Survey (juin 2022) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).



Sources : IGN, CoSIA (2021), BD Ortho 20cm, BD Topo (2023) ; DGFIP-CD37, Cadastre PCI Vecteur (2023) ; INSEE, Filosofi – Données carroyées (2019) ; traitements ATU (2024).

# PARTIE 2 LES SOLUTIONS D'ADAPTATION

## AGIR FACE À LA SURCHAUFFE URBAINE

Agir face aux chaleurs intenses demande d'adapter nos villes et nos comportements. Modification des horaires de travail en extérieur, extension de l'ouverture des équipements pour s'y réfugier lors des canicules, réduction de l'usage des véhicules thermiques, etc. Ces modifications sociétales et comportementales devront aussi s'accompagner de la disparition de solutions à court terme comme la climatisation qui, en contribuant à élever la température en ville, constitue une « mal-adaptation ».

Il va, au contraire, nous falloir mettre en œuvre des solutions pérennes, sans impact négatif à long terme. L'objectif de cette partie de la publication est d'en présenter certaines, axées sur les solutions d'aménagement qui

permettront d'adapter nos villes à travers les politiques publiques portées par les collectivités.

D'après le guide de l'ADEME «Rafrâichir les villes», édité en mai 2021, il est possible de distinguer plusieurs typologies de solutions. Les premières, fondées sur la nature, s'appuient sur les effets bénéfiques de la présence du végétal - les solutions vertes - et de l'eau en ville - les solutions bleues.

Les solutions d'aménagement concernant la morphologie urbaine, les éléments construits et en particulier la nature des matériaux utilisés sont quant à elles regroupées sous le terme de solutions grises.

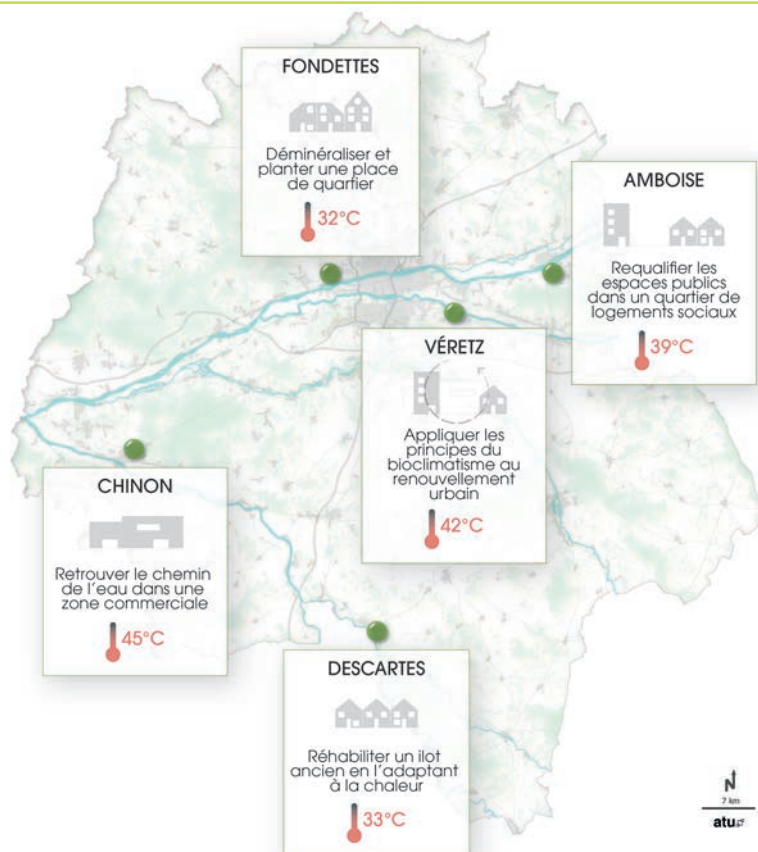
Elles forment ensemble une boîte à outil à déployer dans les projets, à des échelles d'application variées. Elles

peuvent être combinées, en évitant les effets d'annulation les unes avec les autres, et en veillant à évaluer les impacts et les co-bénéfices.

Pour illustrer ce panel de solutions, des cas pratiques sont proposés : une place à Fondettes, une zone commerciale à Chinon, un quartier de logements sociaux à Amboise, un îlot bâti dans le cœur de bourg de Descartes, un terrain en renouvellement urbain à Véretz.

Les propositions qui sont faites constituent des pistes de projets. Autant d'exemples d'actions à mener pour adapter le tissu urbain aux vagues de chaleur, mais aussi pour lutter contre l'érosion de la biodiversité et faire en sorte que la ville reste accueillante et vivable pour tous.

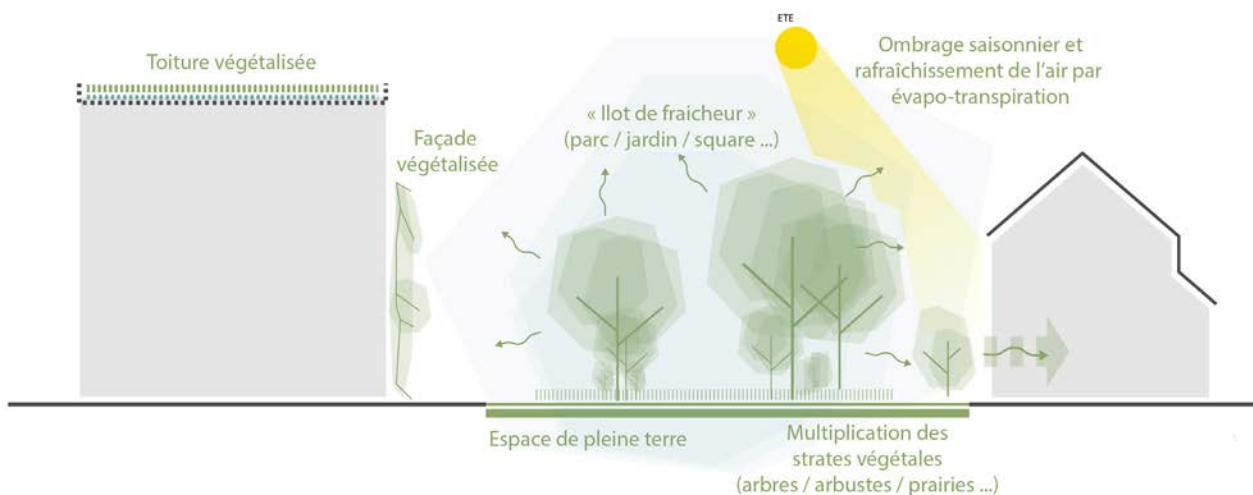
### Les cas pratiques



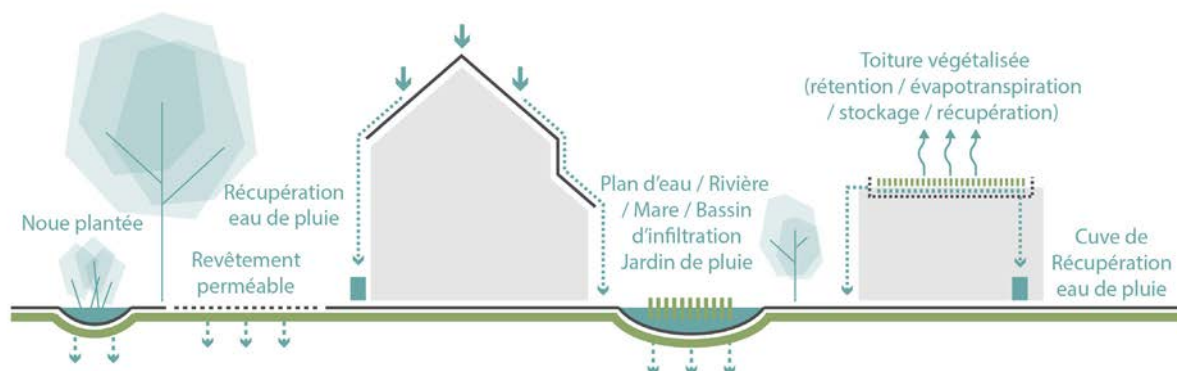
Sources : IGN, BD Admin Express, BD Topo (2023) ; Elioth by Egis, Plugin QGIS ICEtool ; traitements ATU (2024).

## Les solutions fondées sur la nature

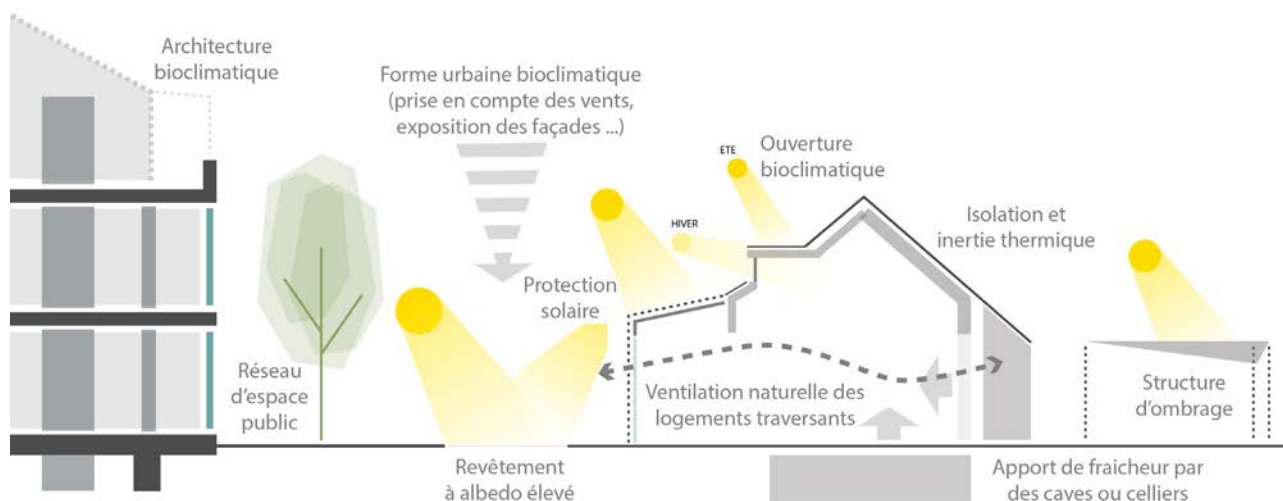
### Les solutions vertes



### Les solutions bleues



### Les solutions grises



## CAS PRATIQUES

### DÉMINÉRALISER ET PLANTER UNE PLACE DE QUARTIER

#### Fondettes, place William Turner

L'espace étudié à Fondettes est une place au cœur d'un petit quartier de logements sociaux constitués de maisons accolées avec jardin à l'arrière, et seuil planté à l'entrée de l'habitation. D'une superficie de 650 m<sup>2</sup>, elle constitue le principal espace public et est entièrement minéralisée, peu utilisée par les habitants et inadaptée aux fortes températures. Seuls quelques tilleuls, qui semblent souffrir du manque d'espace de pleine terre à leurs pieds, apportent un peu d'ombrage en été.

Le projet consiste en une requalification de cet espace public, qu'il s'agit de déminéraliser, afin de retrouver un espace de pleine terre généreux en cœur de quartier. En permettant de nouveau à l'eau

de s'infiltrer, le sol retrouve vie, les plantations s'épanouissent, offrent ombrage et rafraîchissement de l'air par évapotranspiration.

Des végétaux complémentaires aux tilleuls existants, de strates et d'essences variées sont plantés sur le pourtour. Une gestion différenciée est mise en place afin de laisser se développer une partie en prairie et de tondre uniquement là où cela est nécessaire pour les usages récréatifs.

Pour réduire l'impact écologique du chantier, les pavés existants sont conservés et réassemblés pour former des pas japonais, permettant de traverser au sec par temps de pluie. Le béton qui a été enlevé est valorisé, à proximité, pour des sous-couches



routières ou bien détourné pour en faire du petit mobilier de jardin.

Cette place initialement entièrement minérale, soumise à des températures de surface importantes lors des vagues de chaleur, devient un petit jardin agréable en cœur de quartier où l'on peut se retrouver au frais et à l'ombre des arbres. Cet aménagement permet à lui-seul de faire baisser de 5°C les températures moyennes de cet îlot.

#### Éléments de diagnostic



Petit quartier de logements sociaux composé de maisons accolées, organisé autour d'une place centrale

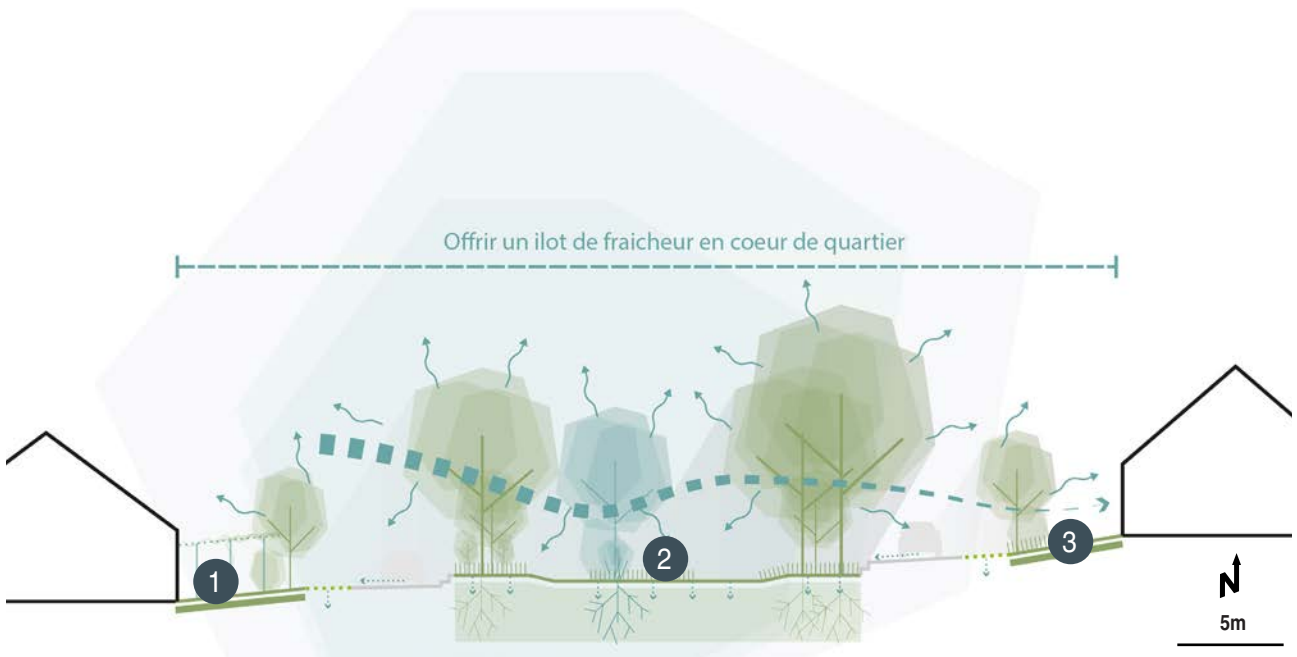
État existant



Coupe de l'état existant : une place minérale peu adaptée aux épisodes de canicule



Principes d'aménagement



1 - Désimpermeabiliser les seuils des maisons



2 - Déminéraliser et végétaliser la place pour offrir un petit jardin de coeur de quartier



3 - Planter les seuils des maisons





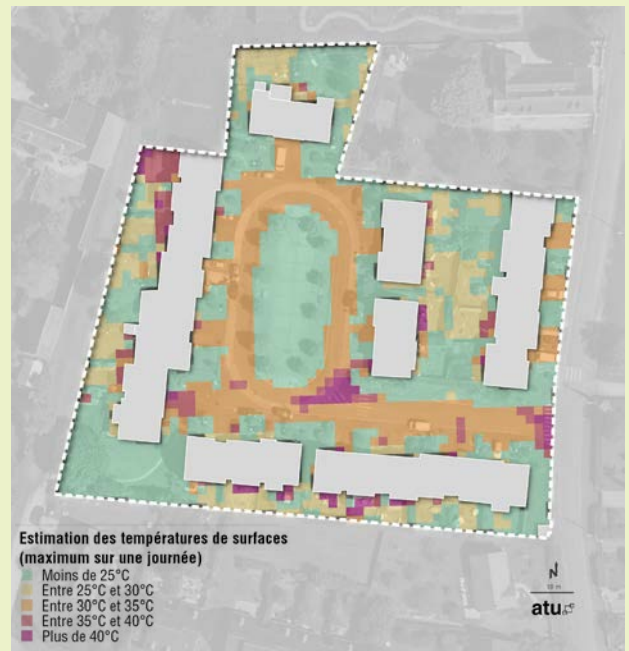
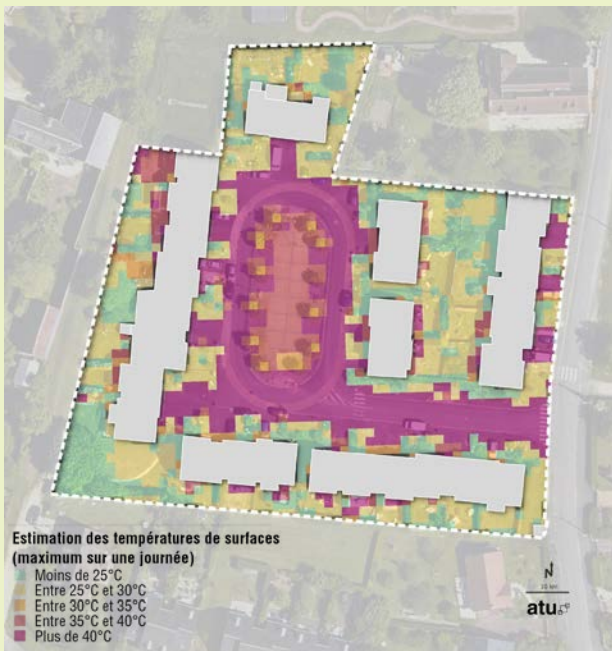
## ■ FOCUS SUR ICETOOL, UN OUTIL D'ÉVALUATION DES PROJETS

L'outil ICEtool est un programme informatique libre qui s'intègre au logiciel QGIS, permettant d'estimer les températures de surface d'un espace en fonction de plusieurs critères : la végétation, la nature des revêtements de sol, leur albedo, l'ombrage des bâtiments et celui des arbres, etc. Il permet ainsi d'évaluer le gain en termes de températures de surface d'une situation projetée par rapport à une situation existante, et de comparer différents scénarios. Il offre aussi la possibilité d'évaluer l'infiltration de l'eau dans le sol, par le calcul d'un coefficient de ruissellement.

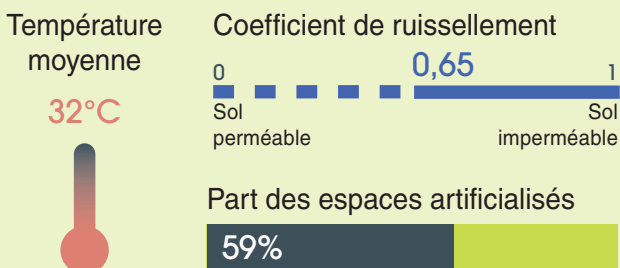
C'est un outil d'évaluation précieux pour orienter l'action, bien que certains facteurs inhérents au phénomène d'îlot de chaleur urbain ne soient pas pris en compte (températures atmosphériques, orientation et vitesse du vent, revêtements des façades des bâtiments limitrophes ou situations microclimatiques).



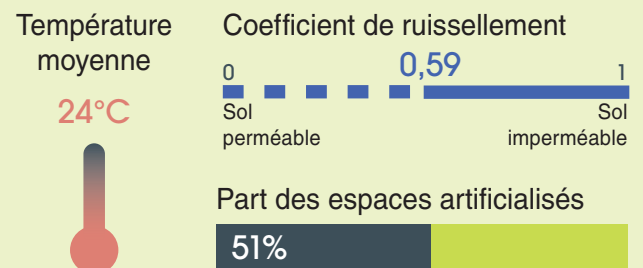
Sources : Tours Métropole Val de Loire, Orthophotos (2019) ; Elioth by Egis, Plugin QGIS ICEtool ; traitements ATU (2024).



**SIMULATION ICETOOL AVANT**



**SIMULATION ICETOOL APRÈS**



## RETROUVER LE CHEMIN DE L'EAU DANS UNE ZONE COMMERCIALE

### Chinon, Blanc Carroi

La zone commerciale du Blanc Carroi est située en entrée de ville, à la lisière de la forêt de Chinon. Créée en 2010, elle a fait l'objet d'un projet architectural spécifique avec une attention particulière sur l'insertion paysagère, les matériaux utilisés pour les bâtiments et la part d'espaces verts. Cependant, par l'emprise importante des bâtiments et des surfaces imperméabilisées, le cycle de l'eau a été perturbé et l'aménagement actuel reste vulnérable aux températures élevées.

De nouvelles plantations et l'amélioration de la gestion de l'eau constituent sur ce site les principaux leviers d'adaptation. Dans le projet proposé, les eaux pluviales sont déconnectées des réseaux souterrains, afin de leur permettre de s'infiltrer là où elles tombent, notamment le long des ombrières, des bâtiments et des stationnements. L'eau est accueillie dans des espaces d'infiltration pouvant

prendre différentes formes en fonction de l'espace disponible : des fossés linéaires, des jardins de pluie ponctuels... À certains endroits stratégiques, les bordures existantes le long des voiries sont supprimées pour laisser l'eau imprégner les espaces verts et s'infiltrer en terre, permettant une croissance des végétaux facilitée.

Il est proposé que les espaces verts existants soient davantage plantés pour offrir une canopée généreuse et continue. De nouvelles masses végétales sont créées, prenant la forme de bosquets constitués de végétaux d'essences et de strates variées. Ces bosquets deviennent de petits îlots de fraîcheur, apportant de l'ombrage et offrant une continuité boisée avec la forêt toute proche.

En fonction du remplissage des stationnements et de l'usage du maillage viaire, il est envisagé la réduction de l'emprise des voiries



au profit d'espaces plantés et naturels. En supprimant quelques places, les bosquets présents sur les parkings sont agrandis et recueillent les eaux de ruissellement. L'accès central nord-sud est supprimé. L'accès par la rue Georges Guynemer à l'est est conservé. Les surfaces ainsi libérées sont déminéralisées, largement plantées et permettent de relier les grands espaces d'infiltration localisés au sud.

Enfin, l'ensemble des interventions de déminéralisation et de plantation est mis en valeur de sorte à proposer des espaces extérieurs « frais » pour les salariés et les clients. Du petit mobilier est installé à l'ombre des arbres pour créer des espaces de pause et d'échanges.

### Éléments de diagnostic

Des espaces paysagers et ombragés de qualité mais peu valorisés



Le parking du supermarché: un espace exposé aux fortes chaleurs malgré la présence de pergolas et de quelques arbres

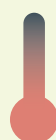


Zone d'activités

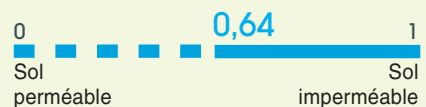
#### SIMULATION ICETOOL AVANT

Température moyenne

45°C



Coefficient de ruissellement



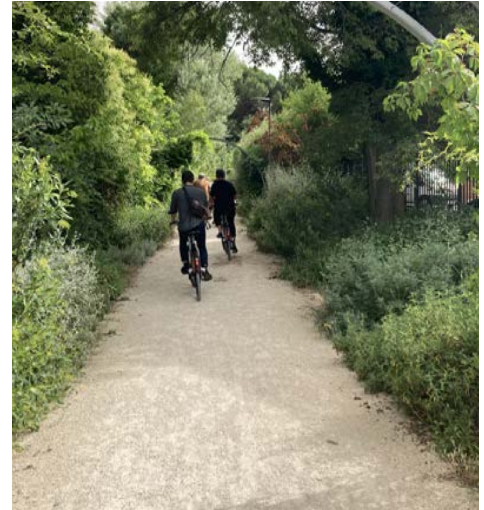
Part des espaces artificialisés

60%

Principes d'aménagement



1 - Supprimer la voirie centrale pour créer une coulée verte généreuse



2 - Végétaliser les pergolas



3 - Créer une noue centrale recueillant les eaux de pluie du parking



4 - Agrandir et enrichir les bosquets existants avec de nouvelles essences



5 - Croquis d'ambiance projet : installer du mobilier pour proposer des lieux accueillants et ombragés aux salariés et aux clients



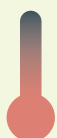
6 - Croquis d'ambiance projet : diversifier et accentuer la présence du végétal sur le parking ; noues, plantes grimpantes, bosquets constitués d'arbres et d'arbustes...



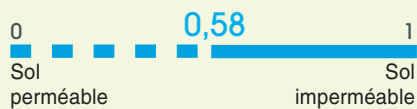
SIMULATION ICETOOL APRÈS

Température moyenne

35°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés



## FOCUS SUR LES REFUGES CLIMATIQUES

Le bâti tourangeau ancien recèle de réelles qualités bioclimatiques. Orientation du bâtiment dans le site par rapport à la course du soleil, murs épais en matériaux naturels respirant et à forte inertie, volets persiennes protégeant du soleil estival tout en gardant un peu de lumière à l'intérieur, etc : autant d'atouts permettant de conserver une certaine fraîcheur à l'intérieur du bâtiment l'été.

Une partie du bâti contemporain a délaissé ces préoccupations thermiques et particulièrement le sujet du confort d'été. Si l'on ajoute les bâtiments anciens qui ont fait l'objet de réhabilitation altérant leur qualité bioclimatique, les logements aménagés sous combles non-isolés,

les bâtiments invivables en période estivale sans climatisation, c'est une grande partie du parc bâti qui se trouve inadapté aux nouvelles conditions climatiques.

L'état du parc actuel est un facteur aggravant pour le bien-être de la population face aux vagues de chaleur. Et la lenteur de son adaptation thermique impose désormais de proposer des refuges climatiques pour protéger les vies humaines lors des canicules. Des communes réfléchissent à la création d'un maillage d'espaces de fraîcheur où se retrouver pour traverser l'évènement. Équipements bien isolés, églises, cavités troglodytiques, et bien d'autres lieux à identifier collectivement

peuvent en effet offrir un abri à ceux qui en sont dépourvus lors de fortes chaleurs. Les piscines, les espaces de baignade en milieu naturel, l'accès à l'eau de façon générale qu'il s'agisse de s'y plonger tout entier, de se rafraîchir ou de se désaltérer font aussi partie de ces services indispensables.

Pour accéder à ces refuges, le cheminement doit lui-aussi procurer de la fraîcheur, et tous ces sites doivent être mis en connexion avec les espaces verts arborés existants en ville, les forêts, lacs et rivières à proximité des zones urbaines.

### Les espaces de baignade

Les espaces de baignade qu'ils soient ou non aménagés sont cruciaux en période de fortes chaleurs. Concernant les espaces aménagés, il ressort de fortes disparités entre les territoires à l'échelle départementale, certains en étant fortement dépourvus. C'est le constat du Service Départemental à la Jeunesse, à l'Engagement et aux Sports d'Indre-et-Loire qui a produit en 2021 un inventaire de l'offre en piscines publiques et en points de baignade aménagés en milieu naturel. Ce maillage reste donc à étoffer.

En 2022, l'ATU a par ailleurs mené une enquête sur le sujet de la baignade en Loire\*. Celle-ci a fait apparaître une forte demande, malgré l'interdiction généralisée de la baignade dans le fleuve, et une nécessité d'apprendre à la population à y évoluer en toute

sécurité par l'apprentissage de la nage en milieu naturel. Les constats issus de cette enquête réinterrogent notre lien aux cours d'eau d'Indre-et-Loire : levée de l'interdiction totale ou partielle, qualité de l'eau, élargissement des possibilités d'accès à l'eau, aménagement écologique et paysager des berges, préservation des habitats naturels, de la faune et de la flore, connaissance du milieu et mise en œuvre de cheminements ombragés pour relier tous ces refuges climatiques entre eux.



\*Vague, la revue qui vogue, juillet 2022, ATU, POLAU.

## L'accès aux équipements publics

Les canicules représentent un risque majeur et à ce titre, nécessitent de s'organiser, tout comme les collectivités le font face au risque inondation : atténuer la vulnérabilité par l'adaptation de nos cités aux fortes chaleurs et la réhabilitation thermique des bâtiments, offrir des lieux refuge lors de la survenue de vagues de chaleur, s'organiser pour accueillir et sauvegarder les plus vulnérables...

Madrid ouvre gratuitement certains de ses lieux culturels lors des fortes chaleurs. Toulouse étend les horaires d'ouverture de ses parcs, piscines, bases de loisirs, musées et médiathèques. Paris ouvre des cours d'école devenues « cours oasis », hors période scolaire. D'autres communes

inventorient et cartographient leurs espaces refuge, espaces d'accueil et de secours, pour les mettre à disposition des personnes les plus vulnérables. Autant d'expériences inspirantes qui se multiplient.



## Le patrimoine troglodytique

La Touraine est bien connue pour ses habitations et chapelles troglodytiques, ses refuges et carrières souterraines issues de l'extraction du tuffeau. Trois zones principales regroupant un grand nombre de cavités ont été identifiées : la vallée de la Loire, celle de la Vienne et les zones de confluence de la Vienne et de l'Indre avec la Loire. Selon une estimation de Cavités 37, l'Indre-et-Loire possède environ 1 200 km de galeries souterraines et 14 000 cavités\*.

À peu près la moitié est à l'abandon, ces cavités ne trouvant pas toujours de nouveaux usages, de par leur situation, leur insalubrité, leur profondeur ou la disparition d'activités traditionnelles comme la culture de champignons. Les caves, utilisées

pour l'élevage du vin grâce à leur qualité thermique et hygrométrique, sont même parfois délaissées au profit de chais modernes, climatisés artificiellement mais facilement accessibles pour le matériel viticole actuel.

On observe cependant un regain d'intérêt pour les habitations troglodytiques tant habiter la roche se révèle une expérience singulière. Particulièrement appréciable lors des fortes chaleurs, gageons que ce précieux patrimoine vernaculaire retrouve un nouveau souffle, pour son grand confort thermique. Peu de besoin de chauffage en « troglo » et encore moins de climatisation ! Tout ce réseau pourrait se révéler une véritable opportunité pour notre territoire s'il était remis en valeur.



\*Des cavités, des risques, des lois, par Cavités 37, novembre 2016.

# REQUALIFIER LES ESPACES PUBLICS D'UN QUARTIER DE LOGEMENTS SOCIAUX

## Amboise, quartier Malétrenne

Immeubles et maisons accolées composent ce quartier de logements sociaux à Amboise. Les rénovations thermiques dont il a fait l'objet, en partie, ont sensiblement amélioré le confort thermique à l'intérieur des bâtiments. Cependant, le quartier reste vulnérable aux vagues de chaleur au sein des logements ne bénéficiant pas de réhabilitation thermique prenant en compte le confort d'été. L'espace public généreux mais peu ombragé renforce cette vulnérabilité, tout comme la forte part de surfaces imperméabilisées par les parkings et la voirie.

Le projet illustré ici consiste en une requalification globale des espaces publics permettant à la fois de se ressourcer lors de fortes chaleurs et de se retrouver entre habitants, en complément de la rénovation thermique des bâtiments s'inspirant des principes du bioclimatisme. Une continuité d'espaces apportant de la fraîcheur est créée en s'appuyant sur les espaces verts existants, à

partir de laquelle s'organisent les cheminements, les espaces de rencontre et les espaces naturels. La place centrale est traitée comme un îlot de fraîcheur, poumon vert en cœur de quartier. Elle accueille des jardins partagés où l'on peut jardiner à l'ombre d'arbres fruitiers. Les cheminements sont rationalisés, libérant des espaces pour planter, notamment les seuils et accès des bâtiments. Grâce à l'emprise généreuse des espaces verts, une gestion différenciée est pratiquée. En fonction de leurs usages, une partie d'entre eux est tondue plus fréquemment pour accueillir le public, tandis que d'autres font l'objet d'un entretien moins intensif pour laisser la place à la faune et à la flore.

Les places de stationnement sont désimperméabilisées et ombragées avec l'utilisation de matériaux perméables, de nouvelles plantations et la conservation des arbres existants, en particulier ceux présentant une canopée et une biomasse



importantes. La voirie est apaisée avec l'utilisation de revêtements clairs et l'arasement des bordures permettant à la fois de faciliter la circulation piétonne et de laisser l'eau rejoindre les espaces verts. Les rues qui traversent le quartier deviennent des rues jardinées, où les habitants peuvent s'impliquer dans leur fleurissement.

En complément du traitement des espaces publics, une attention est portée sur les bâtiments avec la création de balcons extérieurs sur lesquelles poussent des plantes grimpantes, ombrageant ainsi les logements en été. Les pieds d'immeubles sont également aménagés afin de recueillir les eaux pluviales et installer des plantations.

## Éléments de diagnostic

Des bâtiments rénovés thermiquement mais un espace extérieur peu accueillant



Un espace public généreux mais peu qualitatif

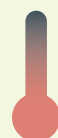


Quartier de logements sociaux composé de bâtiments collectifs et de petites maisons groupées

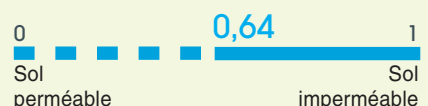
### SIMULATION ICETOOL AVANT

Température moyenne

39°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés

64%

Principes d'aménagement

1 - Coupe projet



2 - Créer des balcons



3 - Croquis d'ambiance projet, conserver les arbres existants



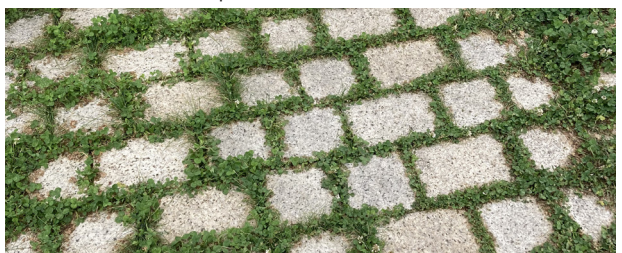
4 - Créer des rues jardinées



5 - Croquis d'ambiance projet



6 - Utiliser des matériaux perméables



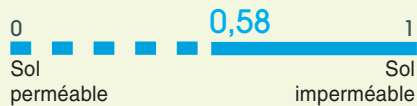
SIMULATION ICETOOL APRÈS

Température moyenne

32°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés



# ADAPTER À LA CHALEUR UN ILOT ANCIEN DE CENTRE-VILLE

## Descartes, îlot ancien du centre-ville

Cet îlot ancien est situé en cœur de ville dans un contexte urbain dense et minéral. Il est compact et se compose de bâtiments d'époque, de style et d'état variés à un ou deux étages. Quelques cours subsistent en cœur d'îlot. Des enseignes commerciales, en partie vacantes, sont présentes en rez-de-chaussée sur la rue principale. Sur le reste des pourtours de l'îlot prend place un bâti rural ancien accompagné de quelques granges.

L'adaptation du bâti ancien aux canicules doit se faire de façon globale en croisant performance thermique, respect du patrimoine et transformation pour de nouveaux usages.

Le contexte de l'îlot présente plusieurs atouts sur lesquels s'appuyer : la présence d'arcades et de venelles ombragées, de végétation le long de certains murs et de cours ouvertes.

La proposition consiste à assurer une circulation d'air en été en accentuant la ventilation naturelle de l'îlot par la dédensification de son cœur pour retrouver des espaces de pleine terre. Les cours deviennent de petits jardins connectés à la rue et sur lesquels peuvent s'ouvrir les bâtiments existants conservés. La ventilation, l'apport de lumière et la présence de jardins permettent de rendre plus désirable cet îlot du centre-ville.

La création de passages traversants, le recul des rez-de-chaussée commerciaux pour créer des arcades ombragées et la plantation le long des murs permet d'accentuer la ventilation et l'apport de fraîcheur.

L'organisation interne des bâtiments est faite selon cette circulation de l'air, en privilégiant les ouvertures au nord, en maximisant les espaces intérieurs traversants, en ouvrant



les rez-de-chaussées sur les cours plantées, en ventilant les espaces intérieurs communs par l'ajout de châssis de toit. Des protections solaires sur les baies des façades exposées sont mises en place.

Une attention particulière est apportée à l'isolation des bâtiments, par le respect de leurs caractéristiques architecturales et esthétiques et par l'utilisation de matériaux biosourcés, locaux. Le maintien d'une partie des combles non habités permet de réguler la chaleur provenant de la toiture où se concentrent les déperditions.

## Éléments de diagnostic

Un tissu bâti ancien à l'alignement le long de rues étroites végétalisées



Les arcades dans le tissu bâti ancien, un dispositif pour marcher à l'ombre et au sec

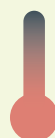


Îlot bâti de centre-ville

### SIMULATION ICETOOL AVANT

Température moyenne

33°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés

100%

Principes d'aménagement



Reconfigurer les cellules commerciales pour créer des passages couverts

1 - Végétaliser les pieds de murs



2 - Retrouver des espaces de pleine terre en coeur d'îlot



3 - Réhabiliter les bâtiments existants avec soin selon les principes du bioclimatisme et végétaliser les cours



4 - Installer des châssis de toit au nord et/ou à l'est, pour ventiler les espaces intérieurs



SIMULATION ICETOOL APRÈS

Température moyenne

19°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés



# APPLIQUER LES PRINCIPES DU BIOCLIMATISME EN RENOUVELLEMENT URBAIN

## Véretz, friche commerciale

À Véretz, une friche commerciale offre une belle opportunité de renouvellement urbain au sein d'un quartier pavillonnaire. La parcelle est aujourd'hui occupée par les bâtiments d'un garage et d'un ancien supermarché, de grandes aires de stationnement et d'espaces de pleine terre. Le projet illustré ici déploie les principes du bioclimatisme, destinés à garantir le bien-être des occupants, à réduire les consommations de chauffage et éviter le recours à la climatisation.

La composition du quartier s'organise autour d'une trame paysagère nord-sud qui remplit plusieurs fonctions puisqu'elle permet la gestion de l'eau

à ciel ouvert, un traitement végétal ombrageant les façades, la desserte apaisée et agréable des nouveaux bâtiments.

La trame paysagère permet ainsi la création d'un réseau d'espaces de fraîcheur au sein du quartier. L'association de la forme urbaine, de la présence du végétal et de la gestion de l'eau permet ainsi de tirer parti du rayonnement solaire et d'assurer la circulation de l'air dans le quartier, l'ombrage des façades et la présence d'espaces paysagers frais et apaisés. La conception architecturale des bâtiments s'appuie également sur les principes bioclimatiques, en favorisant la ventilation naturelle avec des



espaces traversants, en protégeant les ouvertures des façades exposées par des dispositifs de protection solaire, en maximisant l'inertie par une isolation efficace utilisant des matériaux biosourcés et locaux.

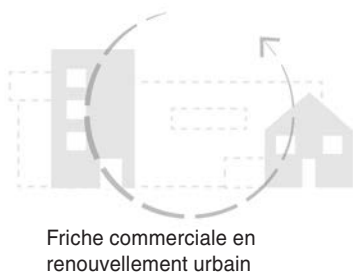
Le projet architectural sera conçu en étroite collaboration avec le projet paysager pour pouvoir bénéficier des avantages apportés par les plantations.

## Éléments de diagnostic

Un bâti vacant, un espace en friche dans un quartier de maisons individuelles



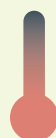
Un espace de pleine terre subsiste entre la RD et la friche



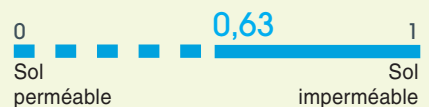
### SIMULATION ICETOOL AVANT

Température moyenne

42°C



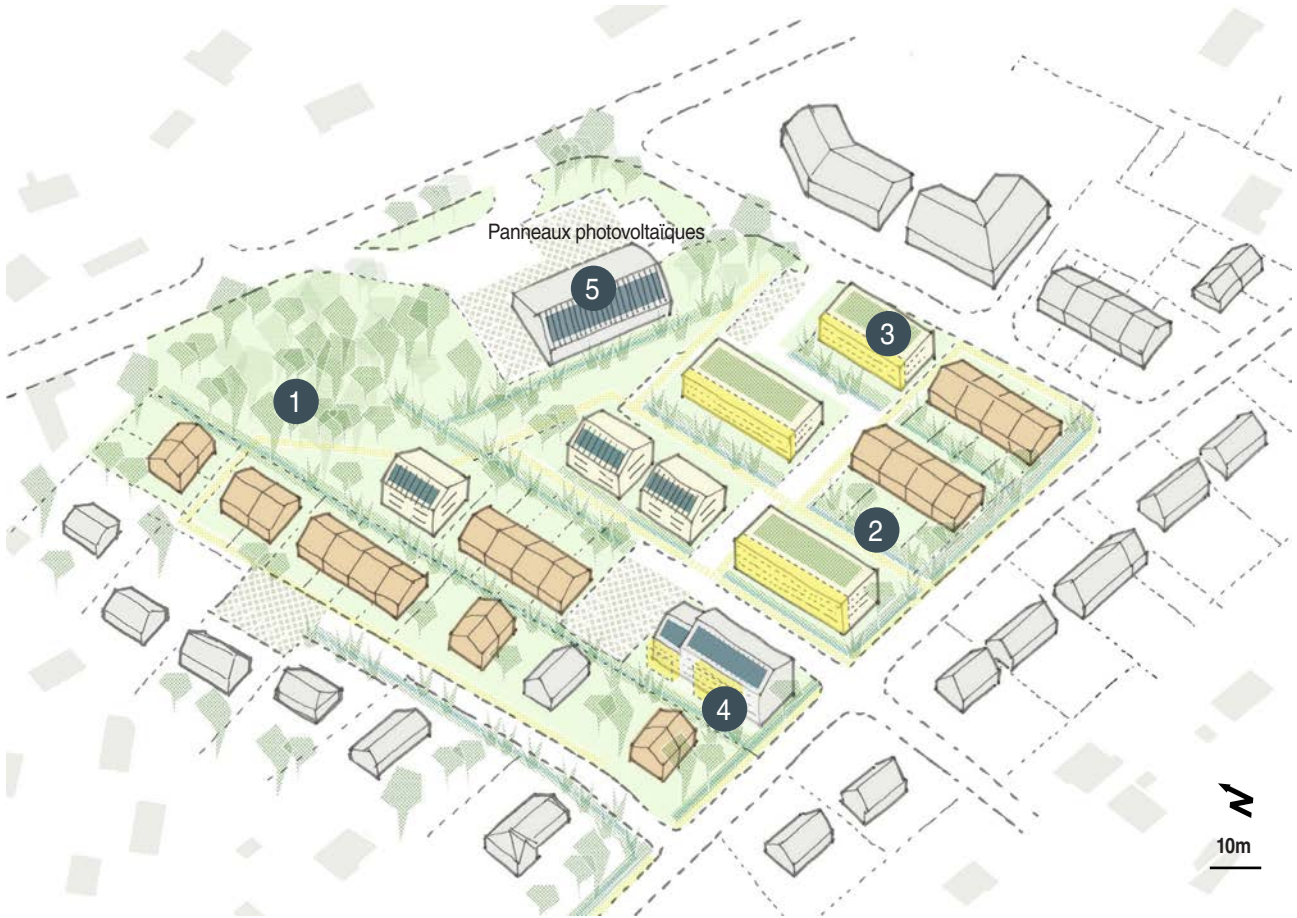
Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés

57%

Principes d'aménagement



1 - Créer un espace vert collectif accessible, permettant d'infiltrer les eaux pluviales



2 - Créer un maillage constitué de nœuds, d'une trame plantée et de cheminements doux



3 - Créer des bâtiments neufs selon les principes du bioclimatisme



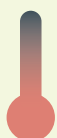
4 - Réhabiliter les bâtiments existants conservés en proposant des espaces extérieurs



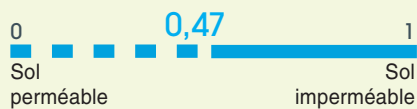
SIMULATION ICETOOL APRÈS

Température moyenne

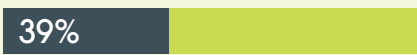
26°C



Coefficient de ruissellement



Part des espaces artificialisés



# CONSTRUIRE LA SUITE ENSEMBLE

L'étude sur les vagues de chaleur en Touraine montre que l'inconfort thermique peut toucher l'ensemble du territoire à des degrés divers : 44 % des habitants vivent ainsi dans un secteur qui subit des températures de surfaces élevées en période estivale. L'analyse de ces températures, cartographiées à la suite du survol de l'Indre-et-Loire par le satellite Landsat, est riche d'enseignements. Climatologie locale et occupation des sols : autant de facteurs qui influent localement sur les différences de températures. L'ambition est de mettre en évidence les archipels thermiques à l'échelle d'un vaste territoire, le département d'Indre-et-Loire.

Non seulement cette démarche montre l'acuité de la crise climatique en Indre-et-Loire, mais elle apporte surtout une aide à la décision aux élus locaux par la mise à disposition d'un atlas communal. Où concentrer les efforts de rafraîchissement à l'échelle d'une commune ? Comment mesurer l'impact d'une intervention publique en la matière ? En croisant les vulnérabilités territoriales et socio-démographiques aux épisodes caniculaires, l'étude fait apparaître les espaces les plus fragiles au regard de ce risque majeur, ce qui permet de flécher les secteurs prioritaires à l'échelle communale.

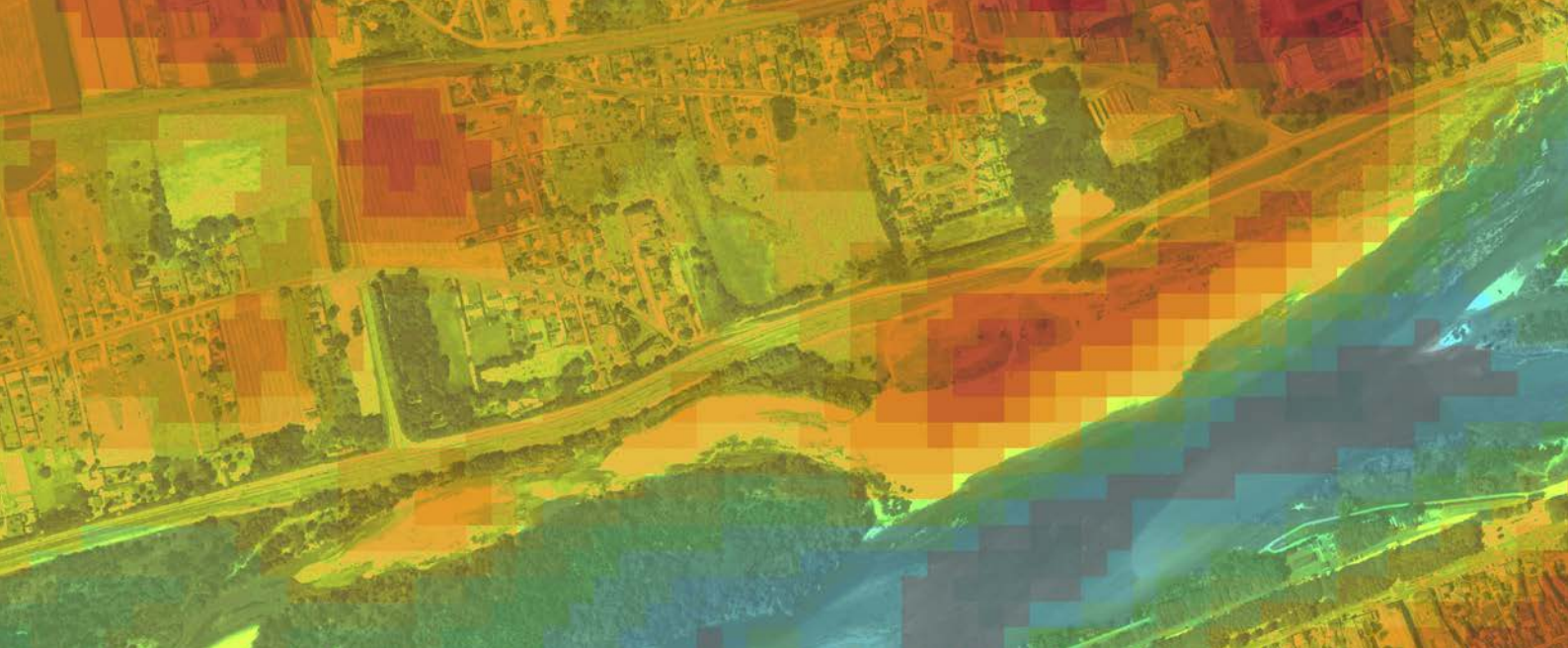
La mobilisation par l'ATU d'un outil innovant - le programme informatique ICEtool - offre désormais aux élus du territoire la possibilité d'arbitrer en amont d'une opération. L'opportunité de mesurer les gains en matière de confort thermique est une belle avancée - avant et après une action de renaturation et préalablement au lancement des travaux. En découle de nouveaux critères de choix politique, critères qui montrent l'attention portée au rafraîchissement des villes et à l'infiltration de l'eau. Des facteurs de qualité de vie à l'horizon 2050.

La démarche menée avec le soutien du Fonds vert ne se contente pas de hiérarchiser les vulnérabilités locales face aux chaleur extrêmes. Elle apporte aussi des illustrations inspirantes, met en lumière des solutions concrètes. Déminéraliser et planter. Retrouver le chemin de l'eau. Intervenir sur les espaces communs. Renouer avec les principes bioclimatiques des constructions vernaculaires. Toutes les pistes sont documentées en seconde partie de cette publication.

Pour combattre la surchauffe urbaine, ces études de cas illustrent les actions à mettre en œuvre en s'appuyant sur l'ingénierie locale (ATU et ADAC I CAUE 37). La suite reste donc à construire ensemble.

POUR ALLER PLUS LOIN ET CONSULTER L'ATLAS CONCERNANT VOTRE TERRITOIRE :  
CONTACTEZ-NOUS AU 02 47 71 70 70  
OU PAR MAIL : [atu@atu37.fr](mailto:atu@atu37.fr)





**atu** 

Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours

3 cour, 56 avenue Marcel Dassault  
37200 Tours

Tél : 02 47 71 70 70

Mail : [atu@atu37.fr](mailto:atu@atu37.fr)

[www.atu37.org](http://www.atu37.org)

© ATU - Novembre 2024

**VAGUES DE CHALEUR EN TOURAINE**

**Comité de rédaction :**

Bénédicte Métais, Sébastien Pividal et Louis Richard.

**Conception graphique et cartographique :**

Willy Bucheron, Vincent Chardon, Fanny Chenu,  
Camille L'Huilier et Louis Richard.

**Traitement statistique :**

Marion Chéry, Camille L'Huilier  
et Coralie Mouffok-Chabe.

Les droits de reproduction (textes, cartes, graphiques,  
photographies) sont réservés sous toutes formes.

**Crédits photographiques :**

ATU, ADAC | CAUE 37, sauf mention.

**Impression :**

PhotoScan.