



Atlas climatique

sur le périmètre de Toulouse Métropole

mai 2020

SOMMAIRE

1. Introduction	5
Climat, énergie, un défi majeur à l'échelle des villes	5
MApUCE, un projet de recherche pour améliorer l'intégration du climat dans les documents d'urbanisme	6
2. Atlas climatique sur le périmètre de Toulouse Métropole	7
La base de données urbaines MApUCE	8
Les zones climatiques locales	10
Les types de situations météorologiques	12
Le stress thermique le jour : l'indicateur UTCI	14
La température de l'air la nuit : l'indicateur ICU	16
3. Atlas décliné par commune	20
4. Pour aller plus loin	58
Les productions du projet MApUCE	58
Les sites internet de référence	58
Les publications de l'aua/T	58
Les publications des partenaires	58

1. INTRODUCTION

Climat, énergie, un défi majeur à l'échelle des villes

Le changement climatique est une réalité qui ne fait plus débat. La mise en œuvre de politiques publiques adaptées et généralisées devient urgente. Si la question est planétaire et relève d'une prise en charge internationale et nationale, les réponses sont pour beaucoup de l'ordre de l'action locale.

En tant que premier niveau de l'action publique, les collectivités territoriales ont de fait un rôle déterminant à jouer, tant à travers leurs compétences directes (bâtiments, équipements, politique des déchets, transports collectifs), que leur responsabilité légale d'organisation et de planification en aménagement du territoire.

L'enjeu est majeur à l'échelle des villes, au regard des populations et des activités qu'elles concentrent dans une dynamique constante. Elles connaissent de ce fait une forte sensibilité au changement climatique.

Des projets ont été lancés par des laboratoires de recherche, des organismes publics et des agences d'urbanisme pour étudier différents aspects de l'interaction entre ville et changement climatique, et proposer des éléments de connaissance et des outils, pour envisager des scénarios d'adaptation.

Le présent **atlas climatique** valorise ainsi les travaux menés conjointement par Météo France, le Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires (LISST), l'aua/T et Toulouse Métropole, dans le cadre du projet de recherche MApUCE, en s'appuyant sur la démarche d'élaboration du Plan Local d'Urbanisme intercommunal et Habitat (PLUi-H) de la collectivité.

Il a pour objectif de mettre en valeur et de communiquer auprès des décideurs, des techniciens et du grand public, les enjeux climatiques et microclimatiques en milieu urbain sur le territoire de Toulouse Métropole.

Il vise une meilleure prise en considération et représentation des enjeux climatiques dans les politiques publiques d'aménagement du territoire et de planification.

Des cartes climatiques de l'environnement urbain ont ainsi été produites, qui représentent :

- un outil de diagnostic microclimatique du territoire urbain ;
- un levier potentiel de traduction réglementaire ultérieure des enjeux identifiés.

L'édition et la diffusion de cet atlas climatique sont portées par l'aua/T, partenaire « urbaniste » du projet MApUCE, dans le cadre de ses missions d'observation et d'animation territoriale.





MApUCE

Modélisation Appliquée
et droit de l'Urbanisme :
Climat urbain et Énergie

MApUCE, un projet de recherche pour améliorer l'intégration du climat dans les documents d'urbanisme

Un projet interdisciplinaire

Le projet MApUCE (Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie) vise à intégrer dans les politiques urbaines et documents juridiques les plus pertinents des données quantitatives de microclimat urbain et énergie.

A l'image de la ville, qui représente un système complexe, l'équipe projet, mobilisée entre 2014 et 2019, était très interdisciplinaire, regroupant des chercheurs en météorologie, architecture, géomatique, géographie, urbanisme, sociologie, énergie, droit, ainsi qu'un acteur opérationnel : la Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU), représentée localement par l'aua/T.

Les travaux ont bénéficié des retours d'analyses de systèmes d'acteurs de territoires « exemplaires » et d'une enquête menée auprès des 51 agences d'urbanisme du réseau FNAU.

Trois expérimentations ont également été menées à Toulouse, Aix-en-Provence et La Rochelle afin de confronter les outils développés à des démarches concrètes de planification.

Vers un renouvellement des outils et des compétences

Le projet MApUCE vise concrètement à améliorer les pratiques des urbanistes, à l'échelle des exercices de planification comme à celle des projets d'aménagement.

Les enjeux climatiques et énergétiques sont désormais en effet des enjeux transversaux des politiques publiques et ont acquis progressivement un statut de « motif » d'urbanisme dans l'élaboration des documents de planification (SCoT, PLU) ¹.

Encadrant les principales composantes des projets d'aménagement (équilibre espaces urbains – espaces non urbains, organisation et formes urbaines, place de l'eau et du végétal...), les outils de planification disposent de leviers opportuns pour prévenir ou réduire l'impact des dynamiques urbaines sur le climat local : objectifs de performance énergétique et environnementale, gestion des déplacements urbains, production d'énergies renouvelables...

1. Nouvel article L101-2 du code de l'urbanisme.



Ce travail a bénéficié
d'une aide de l'Agence
Nationale de la Recherche
portant la référence
ANR-13-VBDU-0004-06

2. ATLAS CLIMATIQUE sur le périmètre de Toulouse Métropole

Une augmentation des températures en ville

La métropole toulousaine connaît une hausse généralisée de températures et produit, dans le même temps, un microclimat particulier lié à son profil très urbain.

La température de l'air, comme le niveau de confort thermique à l'échelle des territoires vécus, dépend de plusieurs facteurs : l'occupation du sol, la morphologie des bâtiments, la topographie, la distance au centre-ville, etc.

Dans des situations extrêmes appelées à se multiplier – telles que les canicules –, ces effets locaux se combinent avec ceux du changement climatique, aggravant la situation.

Une attention portée au confort d'été

L'évolution du climat à long terme entraînera probablement une hausse des températures minimales et maximales, ainsi que la hausse de la fréquence, de la durée et de l'intensité des épisodes de vague de chaleur sur toute la France, en particulier sur le bassin méditerranéen.

A l'échelle locale, la température moyenne annuelle a déjà augmenté de 1,2°C, avec une hausse marquée des températures à partir du milieu des années 1990. Ce réchauffement est très net pour le printemps, l'été et l'automne. Du point de vue des précipitations, il y a peu ou pas d'évolution, mais la hausse des tempéra-

tures favorise l'évaporation et les étendues touchées par la sécheresse sont en progression.

Ces faits amènent à porter naturellement une attention particulière à la question du confort d'été sur ce territoire.

La lutte contre les îlots de chaleur urbains, pour une ville résiliente

Reconsidérer la conception de la ville pour la rafraîchir et réduire l'apparition des îlots de chaleur urbains constitue désormais un enjeu essentiel de sa résilience face au changement climatique.

Des données pour mieux comprendre et anticiper

Le projet MApUCE a permis de produire :

- d'une part des données urbaines et microclimatiques, intégrant la morphologie urbaine, l'architecture, la végétation, des typologies de bâtiments, des typologies de quartiers en lien avec le microclimat, des indicateurs socio-économiques et liés au comportement énergétique dans le tertiaire ;
- d'autre part des méthodes d'analyse et de simulation : identification des situations météorologiques récurrentes (Types de Temps Sensibles), analyse géomorphologique, amélioration des modèles atmosphériques en ville.

Un atlas cartographique pour partager la connaissance

Les cartographies suivantes sont présentées à l'échelle de la métropole toulousaine, territoire privilégié par le projet MApUCE.

Elles présentent rapidement les résultats obtenus, en matière de :

- Données urbaines, destinées à fournir des indicateurs urbains à des échelles spatiales pertinentes au regard des enjeux de climat urbain.
- Zones climatiques locales, représentant différents comportements climatiques observables selon la morphologie urbaine des quartiers.
- Types de situations météorologiques, qui apportent des informations supplémentaires par rapport à des données météorologiques moyennées et permettent de cibler l'observation sur des situations plus propices à l'apparition du phénomène d'îlot de chaleur urbain.
- Niveau de stress thermique diurne, qui impacte fortement le confort des citoyens la journée et qui est caractérisé à partir de l'indicateur Universal Thermal Index.
- Température de l'air nocturne, qui influence la capacité des bâtiments à se refroidir pendant les heures de repos nocturne et donc la santé des habitants ; elle est caractérisée par l'intensité de l'îlot de chaleur urbain ; cette information est croisée avec la population (2015) à deux niveaux de résolution.

La base de données urbaines MApUCE

La base de données urbaines MApUCE a pour objectif de fournir des indicateurs utiles, à une échelle spatiale pertinente, afin de permettre aux territoires de s'appropriier les problématiques d'adaptation au changement climatique, du point de vue du microclimat urbain et de la consommation énergétique.

Reproductible, elle s'appuie sur des données nationales disponibles sur l'ensemble du territoire français métropolitain et accessibles aux collectivités :

- la BD Topo[®] de l'IGN, qui inclut des informations sur la forme de chaque bâtiment (emprise au sol, hauteur) à une précision métrique, et sur son ou ses usages (industriels, publics, commerciaux...), ainsi que sur les infrastructures (routes, voies ferrées...);
- le recensement général de la population de l'Insee, à l'échelle de l'Iris, maillage statistique homogène et infra-communal², contenant des informations démographiques et socio-économiques sur les habitants, ainsi que sur les caractéristiques et l'équipement des ménages et des logements.

L'approche développée n'utilise pas la source d'information la plus précise possible (la plupart des collectivités ont des cadastres plus précis) ; elle présente cependant l'avantage d'être homogène sur l'ensemble de la France métropolitaine.

Environ 80 indicateurs morphologiques ont été calculés, à l'échelle du bâtiment, d'un ensemble de bâtiments contigus (bloc urbain) et/ou d'un îlot urbain (pâté de maisons appelé dans la base de données « **unité spatiale de référence, USR** »).

Ces indicateurs urbains sont pertinents pour simuler à la fois les îlots de chaleur urbains et la consommation énergétique des bâtiments, et ce à l'échelle des quartiers sur la France.

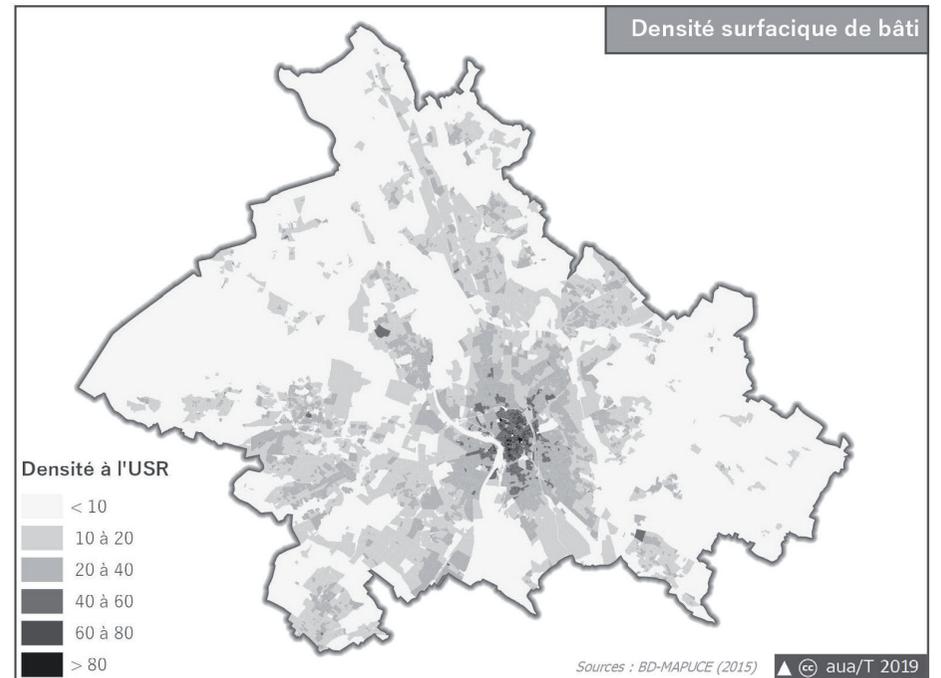
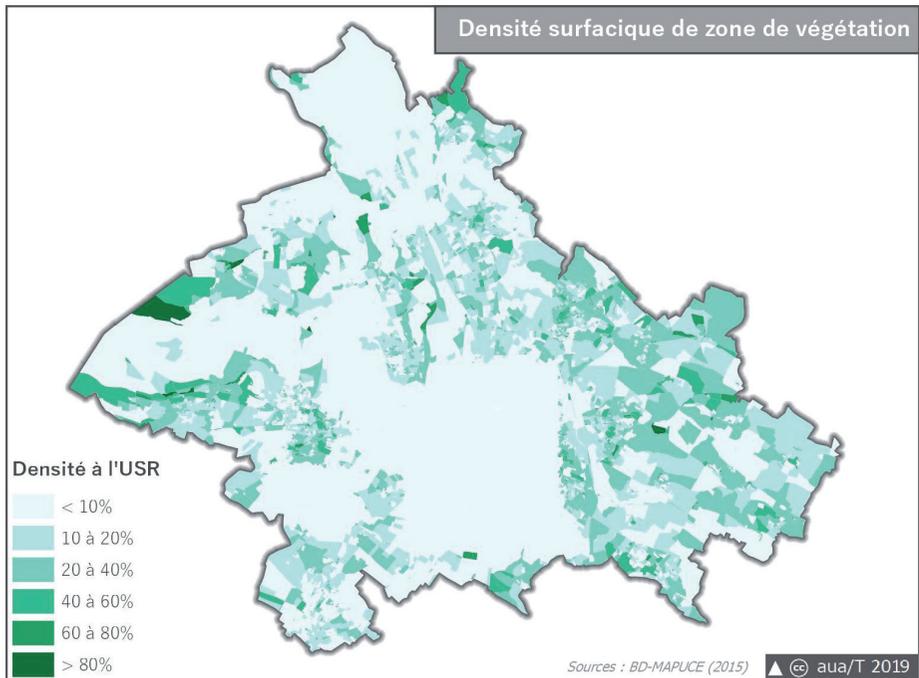
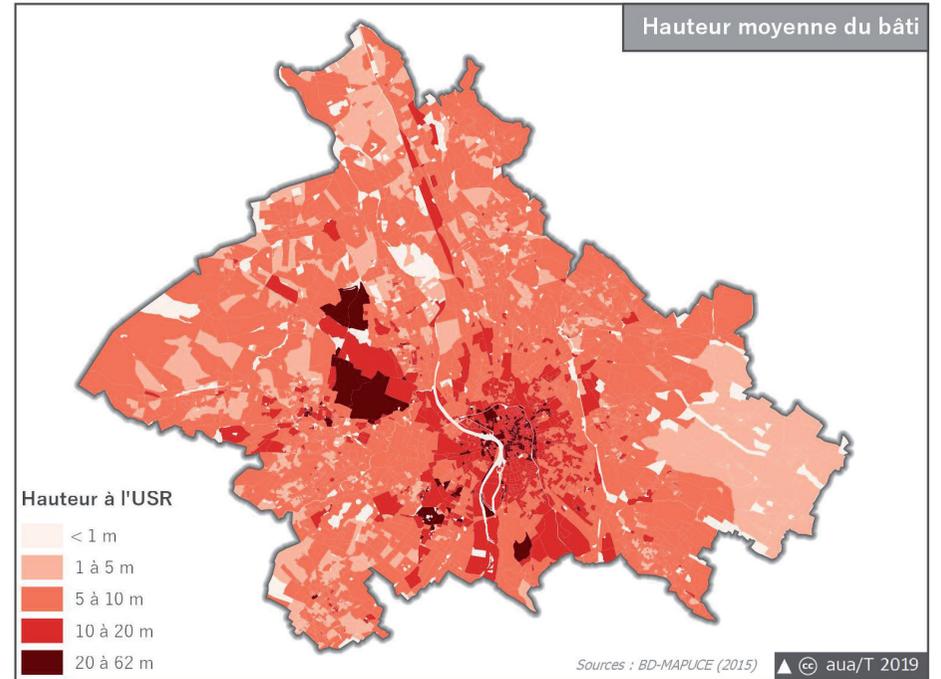
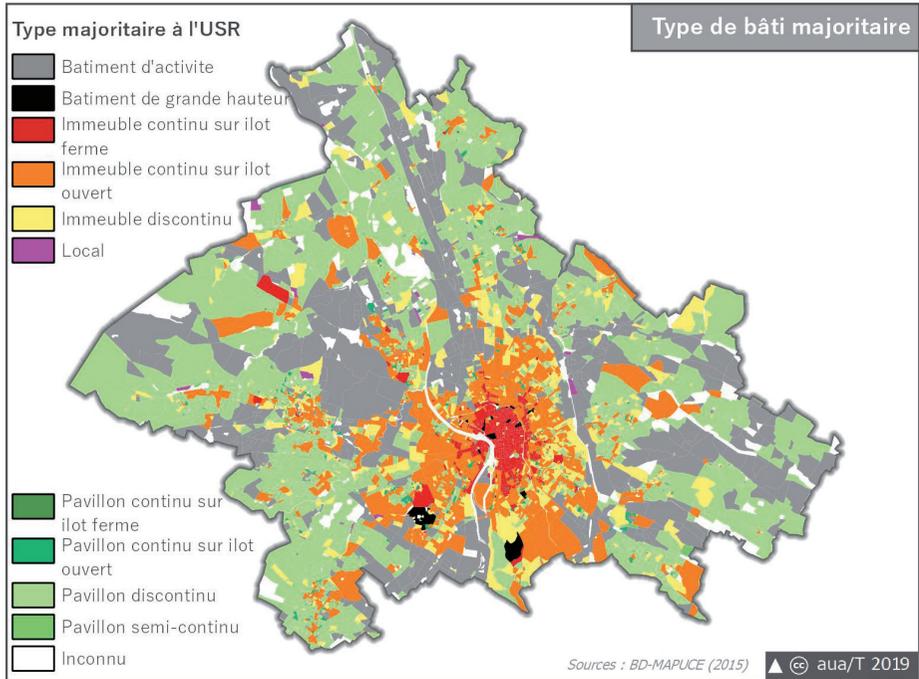
De façon complémentaire, une analyse architecturale des bâtiments typiques de France a été réalisée ; elle définit 10 archétypes architecturaux représentatifs de la plupart des bâtiments français.

Enfin, une recherche bibliographique sur le patrimoine architectural de différentes régions de France et sur les matériaux locaux a constitué le socle d'une base de données architecturales. Les technologies et matériaux les plus utilisés dans les constructions traditionnelles (avant 1948) jusqu'à aujourd'hui sont décrits en fonction de la typologie du bâtiment, de son usage, de la date de construction et de la zone géographique, et ce au regard des réglementations thermiques successives.

2. Chaque Iris regroupe entre 2 000 et 5 000 habitants.

A RETENIR !

- Une base de données urbaines homogène sur l'ensemble de la France.
- L'utilisation de données nationales, disponibles sur l'ensemble du territoire français métropolitain et accessibles aux collectivités.
- La production de 80 indicateurs à 3 échelles : bâtiment, ensemble de bâtiments contigus (bloc urbain) et îlot urbain (pâté de maisons).
- Des indicateurs pertinents pour simuler les îlots de chaleur urbains et la consommation énergétique des bâtiments.
- En complément : une analyse et une base de données architecturales.



Les zones climatiques locales

Plusieurs travaux de recherche ont montré l'impact de la morphologie urbaine des quartiers sur le microclimat de ces derniers. Entrent en ligne de compte les types d'habitation (ensemble d'immeubles compacts ou espacés, maisons éparses...), leurs caractéristiques (hauteur du bâti, effet canyon des rues...), la présence et les caractéristiques de la végétation (arbres denses ou éparses, pelouses, sols imperméabilisés...).

Ces caractéristiques favorisent l'émergence d'un régime particulier de température d'air, au sein de la couche d'air présente dans la canopée urbaine.

Dès lors que des zones présentent des traits spécifiques et homogènes en terme de morphologie urbaine, d'occupation du sol, de matériaux et de métabolisme urbain (10 indicateurs urbains sont ainsi usuellement retenus), elles peuvent être classifiées en différentes **zones climatiques locales** (en anglais Local Climate Zone – **LCZ**³).

Chaque type de LCZ possède ainsi un comportement climatique unique.

Permettant de standardiser (et donc de simplifier) l'analyse du climat urbain, les types de LCZ sont définis de façon quantitative et non équivoque, afin de limiter les biais d'interprétation. La classification LCZ vise à s'appliquer à la plupart des environne-

ments urbains et ruraux, et permettre la représentation et la comparaison des différents comportements climatiques observables au sein d'une même agglomération.

Elle propose ainsi une approche de l'amplitude de l'îlot de chaleur urbain, en l'absence de mesures ou de modélisation. Elle facilite de ce fait la comparaison entre agglomérations sur ce phénomène.

Dix-sept types de LCZ ont été définis (Stewart, 2011) : 10 types urbanisés, 7 types non urbanisés, ainsi que 4 sous-catégories plus éphémères (neige, sols humides...).

La base de données urbaines MApUCE constitue un socle pertinent pour construire les 10 indicateurs urbains retenus dans l'approche « zone climatique locale » et attribuer à chaque îlot urbain une valeur de cette classification. La représentation territoriale utilisant cette typologie LCZ est obtenue à une résolution de 100 mètres.

3. Stewart & Oke, 2009.

A RETENIR !

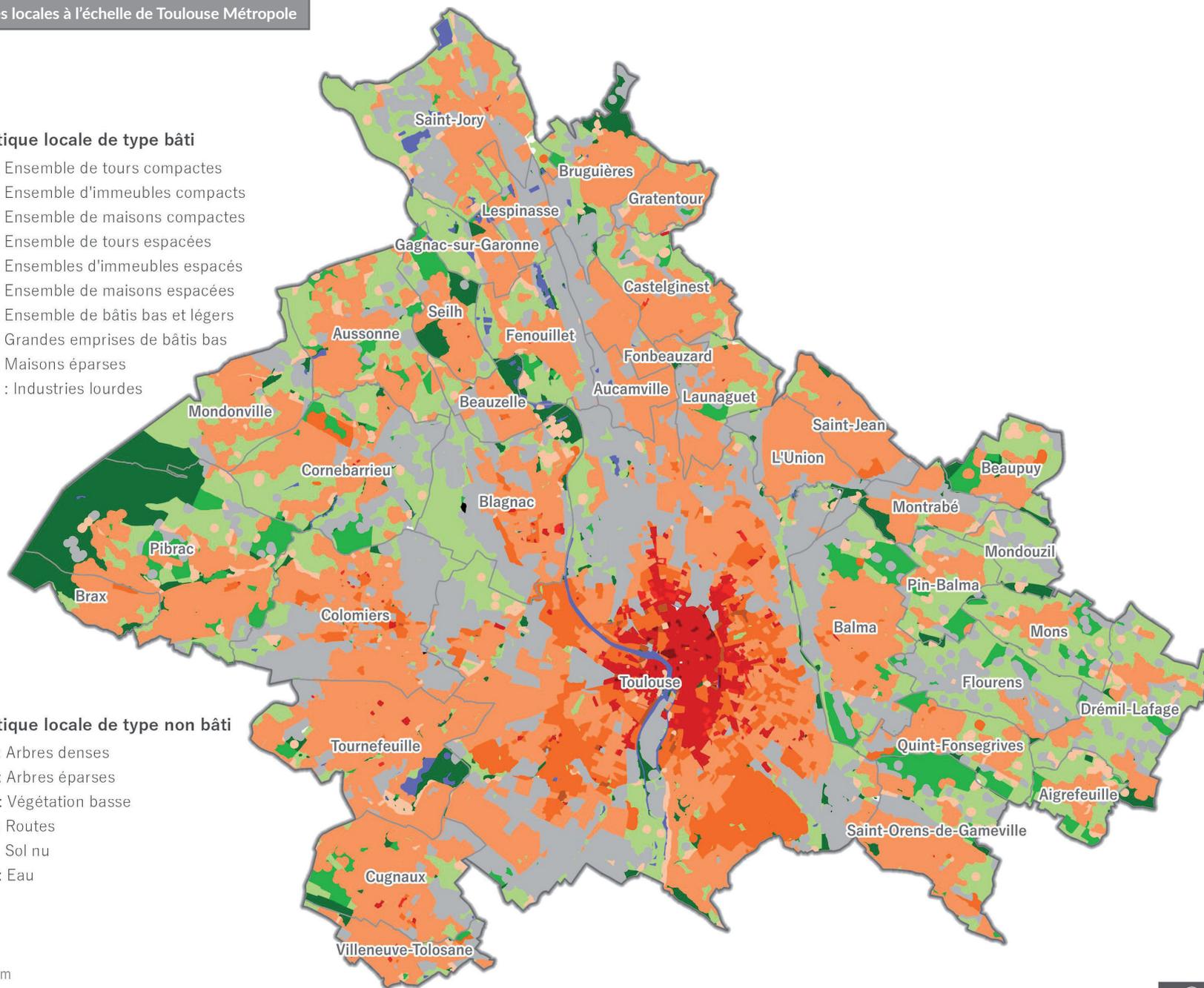
- Un impact démontré de la morphologie urbaine des quartiers sur le microclimat de ces derniers.
- Une classification des territoires homogènes en termes de morphologie urbaine, d'occupation du sol, de matériaux... en 17 zones climatiques locales (en anglais Local Climate Zone – LCZ).
- Une simplification de l'analyse du climat urbain, qui permet la représentation et la comparaison de différents comportements climatiques observables au sein d'une même agglomération, et entre agglomérations.
- Une première approche de l'amplitude de l'îlot de chaleur urbain, en l'absence de mesures ou de modélisation.
- Une représentation permise par la base de données urbaines MApUCE.

Zone climatique locale de type bâti

- LCZ 1 : Ensemble de tours compactes
- LCZ 2 : Ensemble d'immeubles compacts
- LCZ 3 : Ensemble de maisons compactes
- LCZ 4 : Ensemble de tours espacées
- LCZ 5 : Ensembles d'immeubles espacés
- LCZ 6 : Ensemble de maisons espacées
- LCZ 7 : Ensemble de bâtis bas et légers
- LCZ 8 : Grandes emprises de bâtis bas
- LCZ 9 : Maisons éparses
- LCZ 10 : Industries lourdes

Zone climatique locale de type non bâti

- LCZ A : Arbres denses
- LCZ B : Arbres éparses
- LCZ D : Végétation basse
- LCZ E : Routes
- LCZ F : Sol nu
- LCZ G : Eau



0 1 2 km

Sources : BD-MAPUCE(2015), traitements LCZ (LISST-2018)

Les types de situations météorologiques

Très souvent, seules des informations moyennées dans le temps, comme des roses des vents ou des profils annuels de température et d'humidité, sont mis à disposition des collectivités.

L'approche par type de temps météorologiques développée dans le projet MApUCE permet d'apporter de l'information supplémentaire en discriminant les situations plutôt ventées, chaudes, pluvieuses, anti-cycloniques froides d'hiver... et leur probabilité de se produire.

Toutes les situations météorologiques ne conduisent pas à un îlot de chaleur. Et certains enjeux peuvent être liés à des aléas météorologiques particuliers (fort vent ou précipitations par exemple) qui ne se produisent que pour certains types de situations.

Les types de temps sont définis à partir des conditions météorologiques locales du jour à l'extérieur de la ville, observées par exemple par une station météorologique de Météo-France sur un aéroport.

La climatologie observée sur la métropole toulousaine peut être expliquée par la succession de 11 situations météorologiques (**types de temps sensibles, TTS**), qui vont se décliner, avec certaines variations, en fonction de la saison.

Certains types de temps sont caractéristiques d'une saison en particulier, au sens où ils sont observés de manière plus fréquente durant la saison en question.

Sur ces 11 types de temps, il y a quatre situations de ciel clair, très présentes dans la région et caractérisées par des jours de forte stabilité atmosphérique (faible vent) et de forte insolation. Deux types de situations correspondent à des flux de vent de sud-est. Les précipitations les plus intenses sont concentrées sur deux types de temps et restent relativement peu fréquentes. Finalement, trois types de temps avec vent du nord-ouest fort ou faible et avec ou sans précipitations correspondent à des situations de transition ⁴.

Dans l'objectif de traiter la problématique du stress thermique estival, l'analyse s'est focalisée sur trois types de situations qui sont soit propices à des fortes températures journalières (TTS7), soit au développement d'un îlot de chaleur nocturne conséquent (TTS8), soit aux deux (TTS9).

A RETENIR !

- Une simulation qui permet de distinguer différentes situations météorologiques, à partir des conditions météorologiques observées localement.
- 11 situations météorologiques (ou types de temps sensibles - TTS) identifiés sur la métropole toulousaine.
- 3 situations météorologiques retenues pour observer le phénomène de stress thermique estival : des situations propices à des fortes températures journalières (TTS7), au développement d'un îlot de chaleur nocturne (TTS8), ou aux deux (TTS9).
- Une simulation du climat local permise par l'exploitation des éléments issus de la base de données urbaines MApUCE.

En l'absence de mesures couvrant tout le territoire, Météo France a eu recours à un modèle de simulation du climat local. Bien que la maille de calcul soit très fine (250 m de côté et quelques dizaines de mètres à la verticale), il est impossible de simuler l'influence de tous les bâtiments individuellement. C'est pourquoi une schématisation de la ville en « rue canyon » est utilisée, qui respecte les caractéristiques des quartiers dans chaque maille. Ces éléments sont issus de la base de données MApUCE.

La modélisation permet de représenter heure par heure une année type d'un point de vue climatique et, à partir de là, d'identifier et d'analyser des situations météorologiques.

4. Hidalgo & Jouglu, 2018.

Situations météorologiques intéressantes du point de vue du stress thermique

TTS7 : Jour typique d'été bien ensoleillé avec vent du Sud-Est (type de temps sensible 7)

C'est un type de jour typique d'été dont la température peut atteindre les 40° C. Il est caractérisé par une grande différence de température entre le jour et la nuit et un vent de Sud-Est persistant mais faible (2 - 3.5 - 2.5 m/s au matin, dans l'après midi et le soir respectivement)

TTS8 : Jour typique d'été bien ensoleillé avec vent du Nord-Ouest (type de temps sensible 8)

Bien que présent aussi pendant les autres saisons, c'est le type de jour le plus fréquent en été. La température reste relativement élevée en été, la température maximale est de 30° C, mais elle est plus douce que dans le type de temps précédent (TT7). Le vent de Nord-Ouest peut être relativement fort et humide, avec des pics de 4 m/s dans l'après midi.

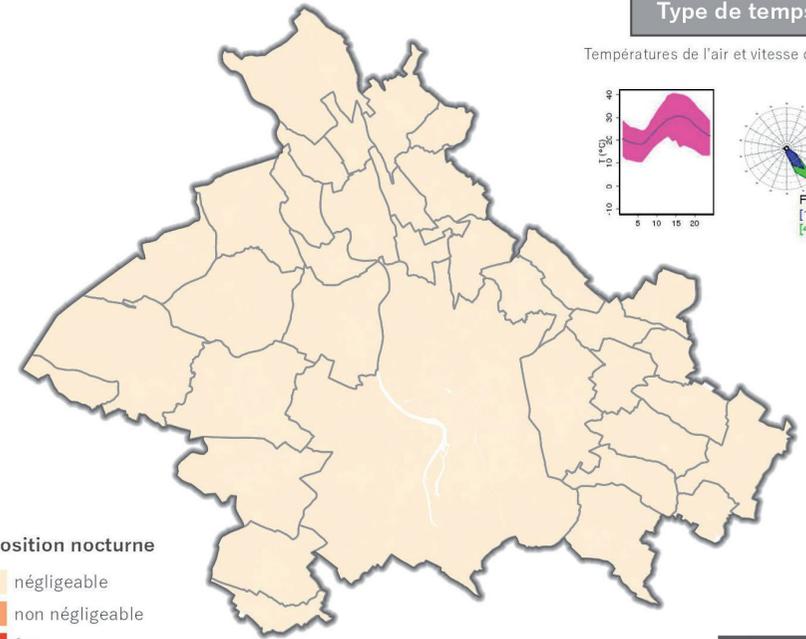
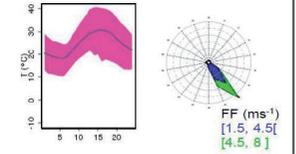
TTS9 : Jour ensoleillé, très chaud en été, avec vent du Nord-Ouest (type de temps sensible 9)

C'est également un type de situation météorologique très fréquent. En été, la température peut grimper jusqu'à 40° C. Le vent souffle d'Ouest le matin, du Nord-Ouest l'après midi et du Sud-Ouest dans la soirée. La vitesse du vent varie elle aussi entre 2 m/s le matin, 4 m/s en milieu de journée, et 2 m/s à nouveau en fin de journée. Ce type de temps sensible est très favorable à la formation d'un îlot de chaleur nocturne important sur le territoire.

Le temps N° 9 est considéré comme le plus propice au développement d'un îlot de chaleur urbain nocturne et sera considéré comme le temps de référence pour caractériser les ICU.

Type de temps N° 7

Températures de l'air et vitesse du vent



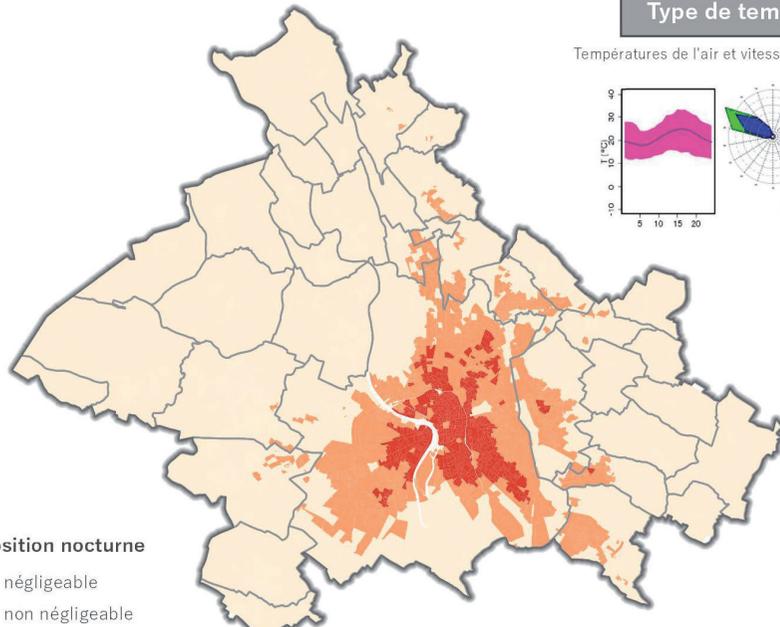
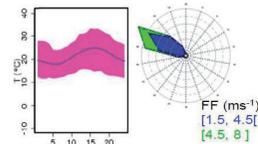
Exposition nocturne

- négligeable
- non négligeable
- forte

Sources : BD-MAPUCE(2015), Données climatiques (CNRM, LISST - 2018) ▲ aua/T 2019

Type de temps N° 8

Températures de l'air et vitesse du vent



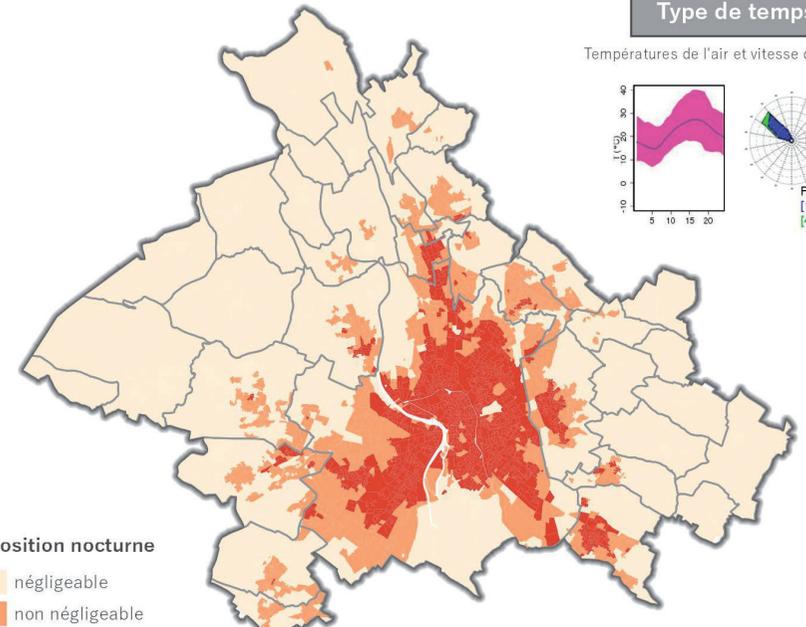
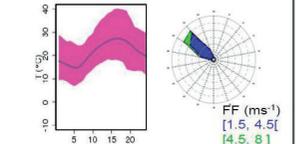
Exposition nocturne

- négligeable
- non négligeable
- forte

Sources : BD-MAPUCE(2015), Données climatiques (CNRM, LISST - 2018) ▲ aua/T 2019

Type de temps N° 9

Températures de l'air et vitesse du vent



Exposition nocturne

- négligeable
- non négligeable
- forte

Sources : BD-MAPUCE(2015), Données climatiques (CNRM, LISST - 2018) ▲ aua/T 2019

Le stress thermique le jour : l'indicateur UTCI

Le stress thermique est l'expression des efforts que doit fournir le corps pour maintenir sa température à 37°C ; plus il doit compenser, plus il se trouve en situation de stress.

L'indicateur universel de confort thermique, UTCI (Universal Thermal Climate Index en anglais) est un indicateur de mesure créé en 2009 dans le but de quantifier le confort thermique d'une personne dans le milieu dans lequel elle vit et de caractériser les conditions climatiques de ce dernier.

Il combine quatre paramètres : la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent et la radiation thermique reçue, avec un modèle physiologique, un modèle d'habillement et une condition de référence. Il s'exprime en degrés Celsius.

Cet indice se veut être un outil de portée universelle capable d'aider les pays à améliorer l'information au

public et aux décideurs sur l'environnement thermique et les implications des conditions thermiques dangereuses.

L'échelle de l'UTCI est divisée en plusieurs niveaux, correspondant à différents intervalles de température ressentie :

- les conditions idéales où il n'y a aucun stress thermique se situent entre 9 °C et 26 °C ;
- entre 26 °C et 46 °C et plus : on distingue quatre niveaux de stress de chaleur (modéré, fort, très fort et extrême) ;
- entre 9 °C et - 40 °C et moins : on distingue cinq niveaux de stress de froid (léger, modéré, fort, très fort et extrême).

Par exemple, un indice universel de climat thermique au-delà de 32 °C indique un fort stress de chaleur ; s'il est sous - 27 °C, il correspond un très fort stress de froid.

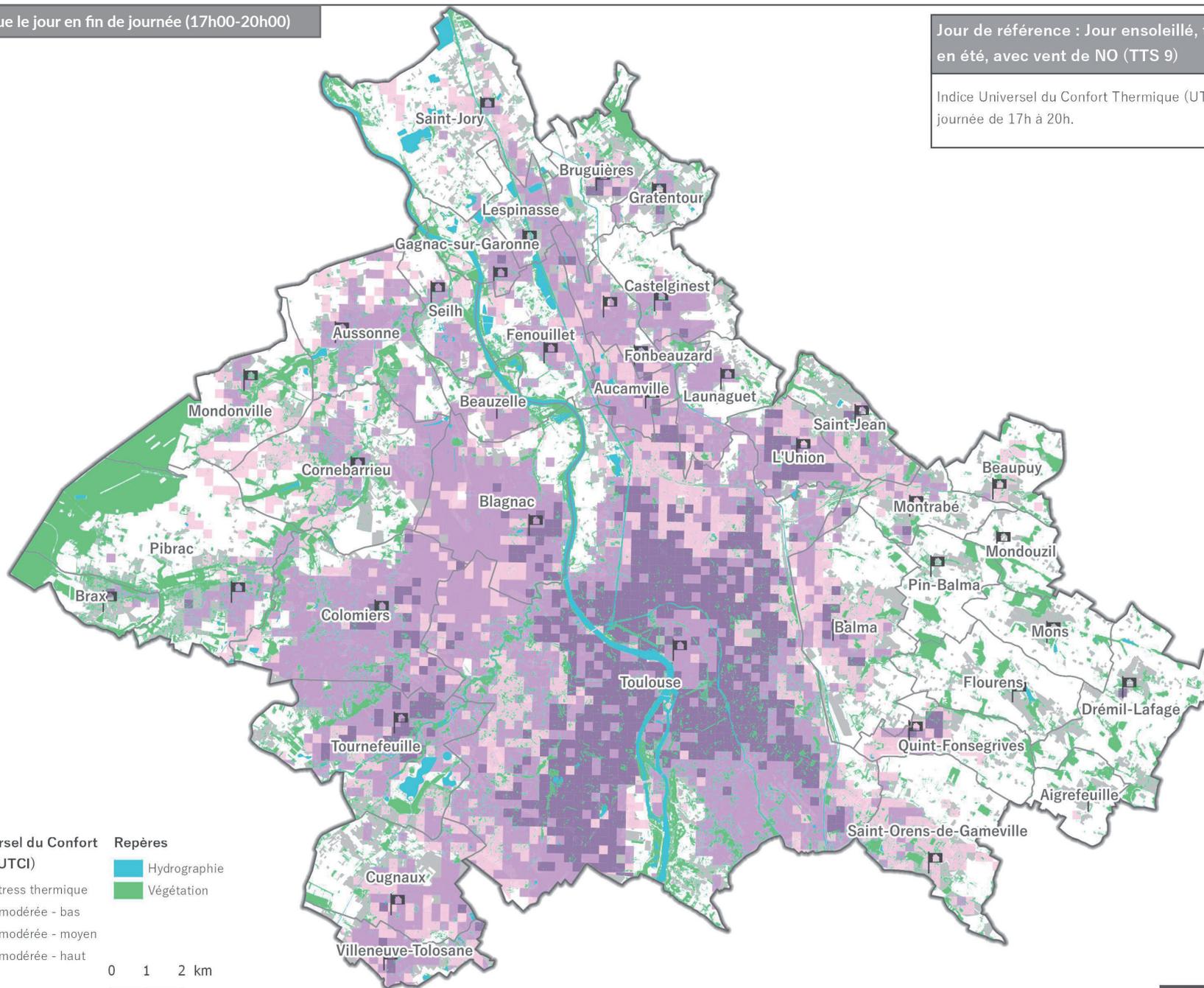
A RETENIR !

- Les efforts que doit fournir le corps humain pour maintenir sa température à 37°C sont exprimés par le « stress thermique ».
- Il est mesuré grâce à l'indicateur universel de confort thermique, UTCI, exprimé en degrés Celsius.
- Il est destiné à améliorer l'information sur l'environnement thermique et les implications (sanitaires, économiques...) des conditions thermiques dangereuses.
- Les conditions idéales, où aucun stress thermique n'est ressenti, se situent entre 9 et 26°C.
- Au-delà de 26°C, on distingue 4 niveaux de stress de chaleur.
- En-deçà de 9°C, 5 niveaux de stress de froid sont différenciés.

Stress thermique le jour en fin de journée (17h00-20h00)

Jour de référence : Jour ensoleillé, très chaud en été, avec vent de NO (TTS 9)

Indice Universel du Confort Thermique (UTCI) en fin de journée de 17h à 20h.



Indice Universel du Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut

Repères

- Hydrographie
- Végétation

1:140 000



Sources : Données climatiques (CNRM, LISST - 2018), couche végétation (aia/T - 2016)

▲ © aia/T 2019

La température de l'air la nuit : l'indicateur ICU

Spécifique au milieu urbain, le phénomène d'**îlot de Chaleur Urbain (ICU)** correspond à un excès de température en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines. Il résulte du stockage de la chaleur, issue du rayonnement solaire et des activités humaines, sous conditions météorologiques favorables : les surfaces urbaines très chaudes le jour limitent le refroidissement nocturne de l'air, créant alors un contraste avec le refroidissement rapide de la campagne. L'ICU est ainsi plus prononcé la nuit. Il s'observe à l'échelle d'une journée (phénomène rapide) et de façon récurrente si la situation météorologique est persistante.

Pour en savoir plus :

Ilot de chaleur urbain, Glossaire AC/TE, aua/T, 2018

La température de l'air nocturne est observée ici pour la situation météorologique estivale la plus propice à la fois au développement de fortes chaleurs diurnes et d'un fort ICU nocturne.

Sur la métropole toulousaine, cela correspond à une situation ensoleillée et très chaude d'été, avec du vent de nord-ouest : la température peut grimper jusqu'à 40°C, le vent de 4 m/s l'après-midi tombe à 2 m/s le matin et le soir.

Les cartographies suivantes représentent une synthèse de l'intensité de l'ICU nocturne, pour un ensemble de 18 jours appartenant à cette situation de référence, et permettent d'identifier les zones à enjeu récurrentes.

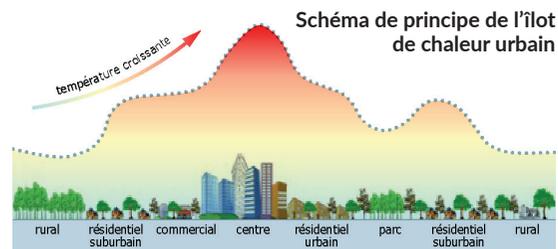
Trois classes sont représentées à l'échelle de l'îlot urbain (carte ci-contre) :

- Une exposition négligeable (0 à 2°C),
- Une exposition non négligeable (2 à 3°C),
- Une exposition forte (3 à 6°C).

Sous conditions favorables, Toulouse présente un ICU nocturne qui atteint 4°C en moyenne, pouvant aller jusqu'à 6°C.

En été, la partie la plus chaude n'est pas le cœur historique dense, mais ses faubourgs immédiats. Les zones commerciales et d'activité présentent également des niveaux de stress thermique importants. En première couronne, l'exposition à des niveaux forts de température apparaît moins importante, mais l'impact de l'urbanisation est non négligeable sur des extensions urbaines de grande surface. Ces zones peuvent vite basculer vers des niveaux d'exposition plus élevés selon les aménagements engagés.

On peut ainsi différencier des secteurs à enjeu en fonction de leur comportement microclimatique, et alimenter une réflexion urbaine stratégique et réglementaire pertinente.



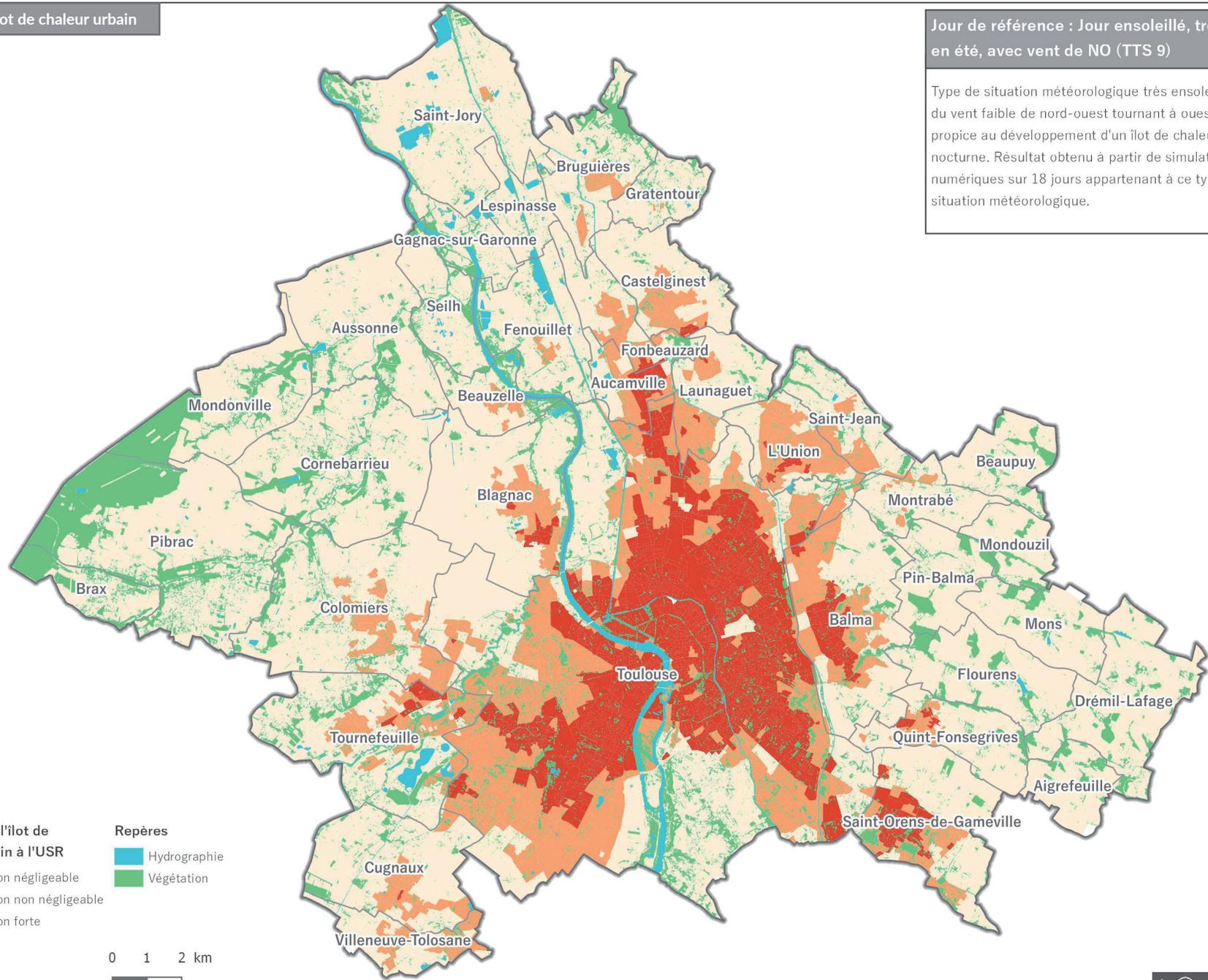
A RETENIR !

- **L'îlot de chaleur urbain correspond à un excès de température en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines.**
- **Il est plus prononcé la nuit et s'observe à l'échelle d'une journée.**
- **Il atteint 4°C en moyenne sur la métropole toulousaine, pouvant aller jusqu'à 6°C.**
- **Localement, la situation la plus propice au développement de l'ICU correspond à une situation ensoleillée et très chaude d'été (jusqu'à 40°C), avec du vent de nord-ouest (2 à 4 m/s).**
- **En été, la partie la plus chaude n'est pas le cœur historique dense, mais ses faubourgs immédiats.**
- **En première couronne, l'exposition peut vite basculer vers des niveaux forts selon les aménagements urbains envisagés.**

Intensité de l'îlot de chaleur urbain

Jour de référence : Jour ensoleillé, très chaud en été, avec vent de NO (TTS 9)

Type de situation météorologique très ensoleillée avec du vent faible de nord-ouest tournant à ouest le soir, propice au développement d'un îlot de chaleur urbain nocturne. Résultat obtenu à partir de simulations numériques sur 18 jours appartenant à ce type de situation météorologique.



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR
exposition négligeable
exposition non négligeable
exposition forte

Repères
Hydrographie
Végétation

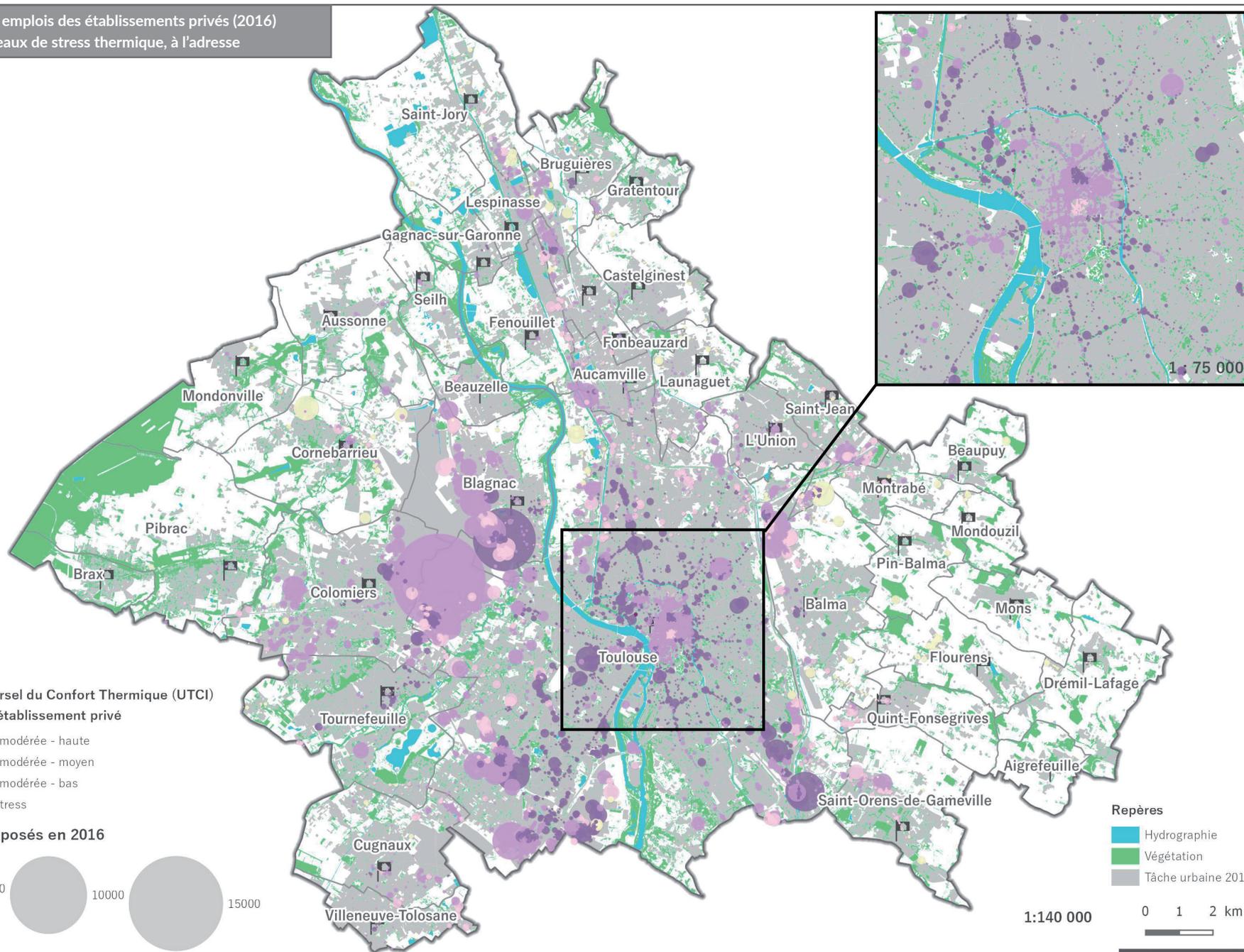
1:140 000



Sources : BD-MAPUCE (2015), Données climatiques (CNRM, LISST - 2018), couche végétation (aia/T - 2016)

▲ © aia/T 2019

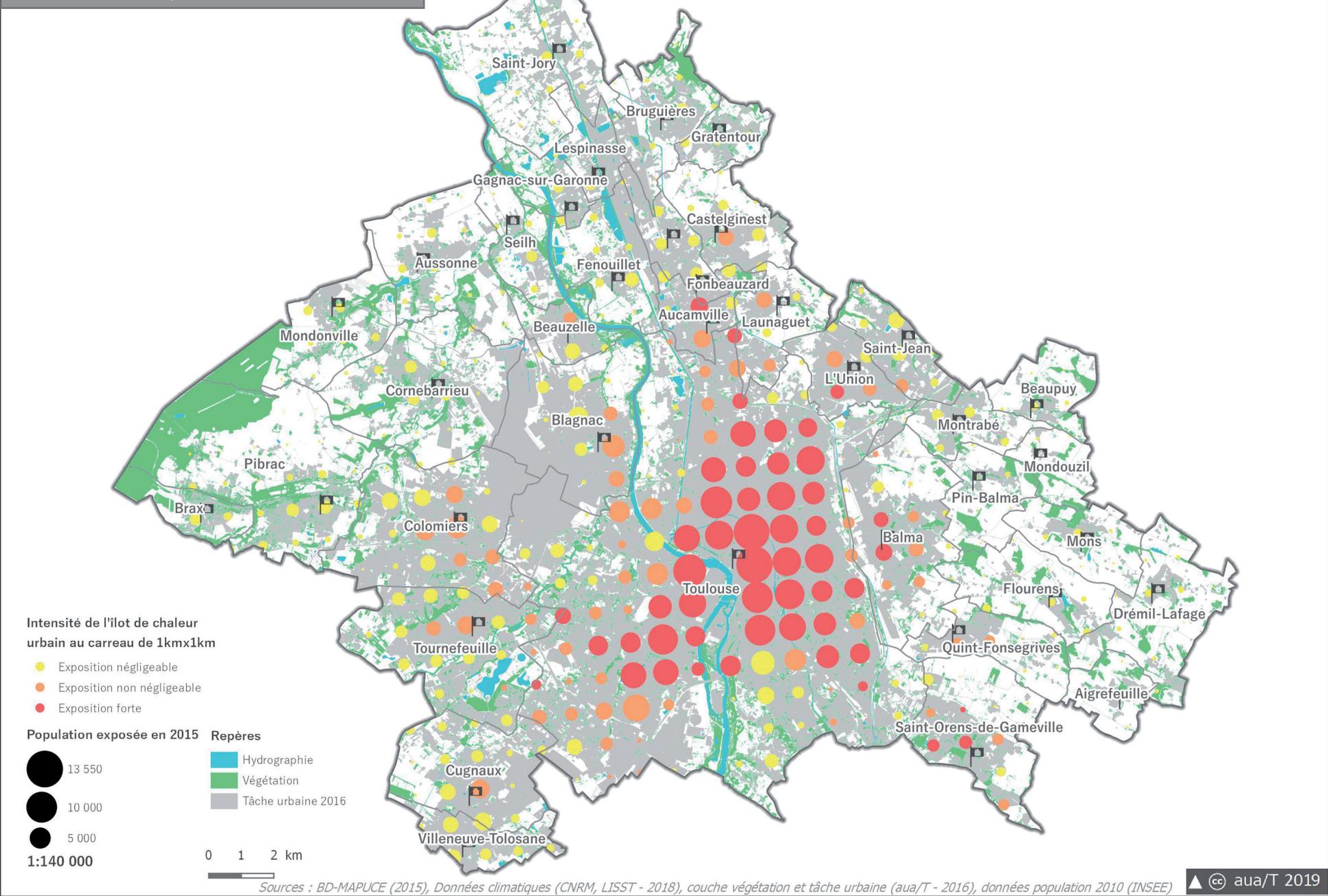
Exposition des emplois des établissements privés (2016)
aux quatre niveaux de stress thermique, à l'adresse



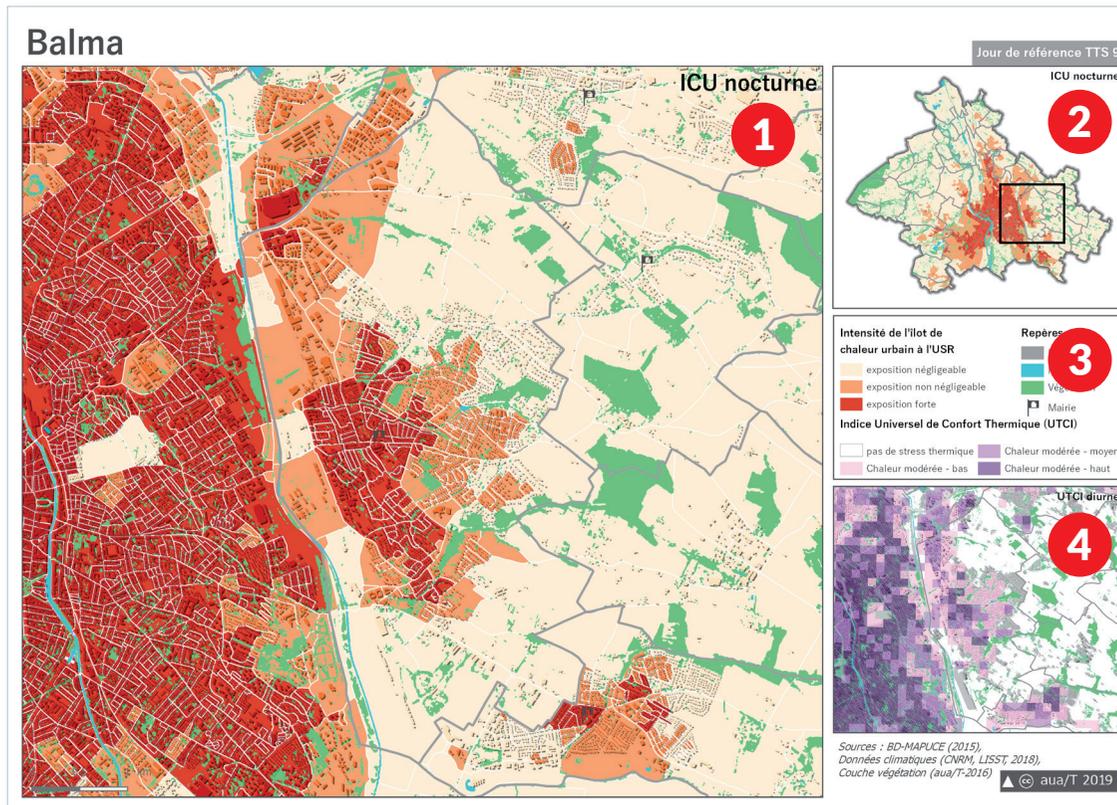
Sources : BD-MAPUCE (2015), Données climatiques (CNRM, LISST - 2018), couche végétation et tâche urbaine (aua/T - 2016), emplois salariés privés 2016 (SIRENE)

▲ © aua/T 2019

Exposition de la population (2015) aux trois niveaux d'intensité de l'îlot de chaleur urbain, à la maille de 1 000 x 1 000 m



3. ATLAS DÉCLINÉ PAR COMMUNE

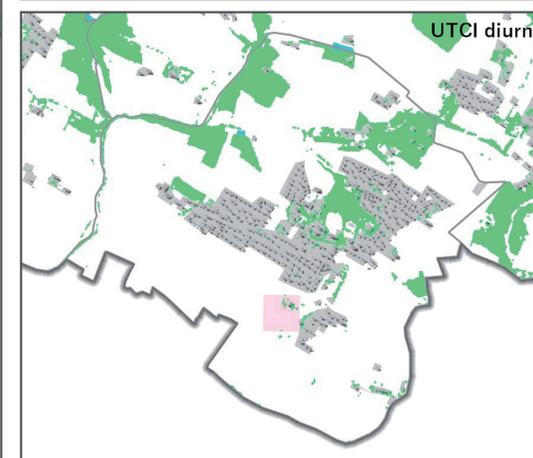
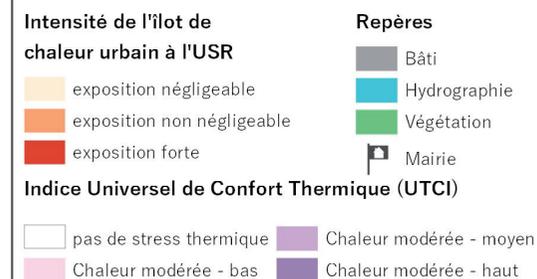
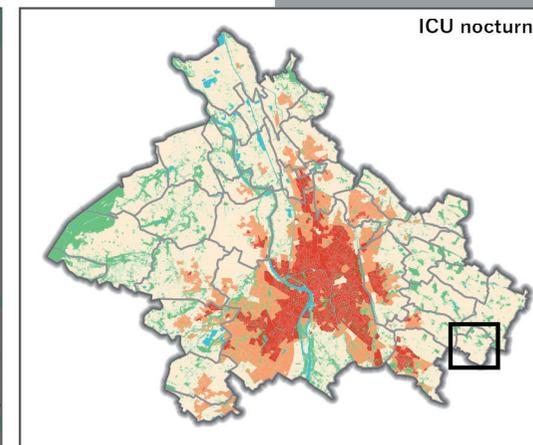
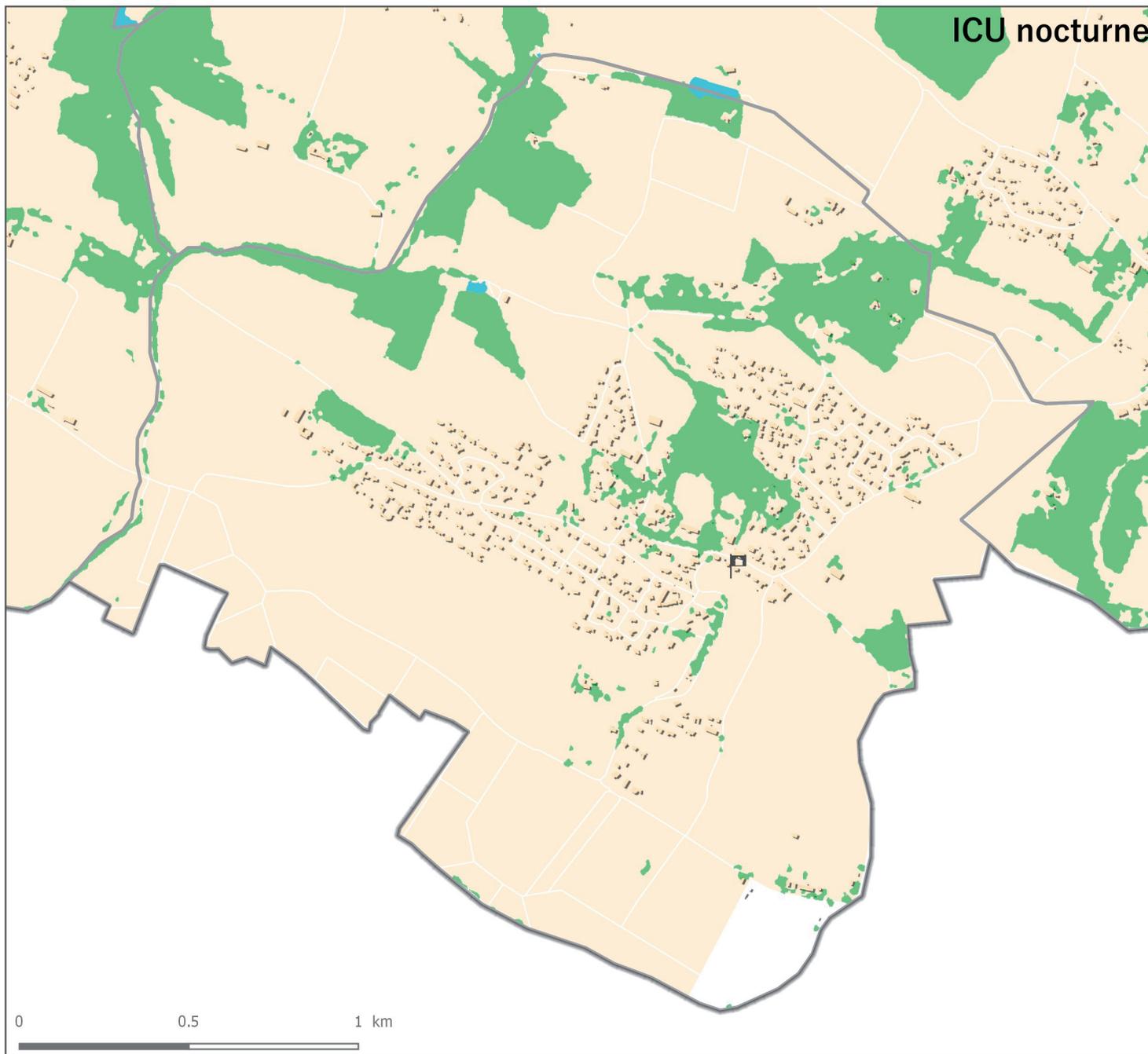


Clés de lecture des cartes communales

- 1 Îlots de Chaleur Urbain à l'USR (exposition la nuit)
- 2 Localisation de la commune
- 3 Légende commune aux 3 cartes
- 4 Indice Universel de Confort Thermique au carreau de 250 x 250 mètres (exposition en journée)

Aigrefeuille

Jour de référence TTS 9

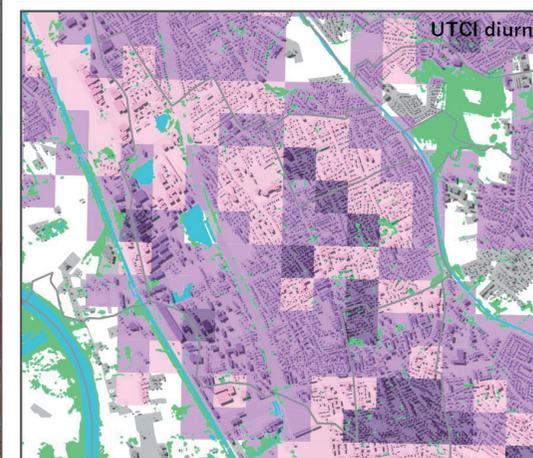
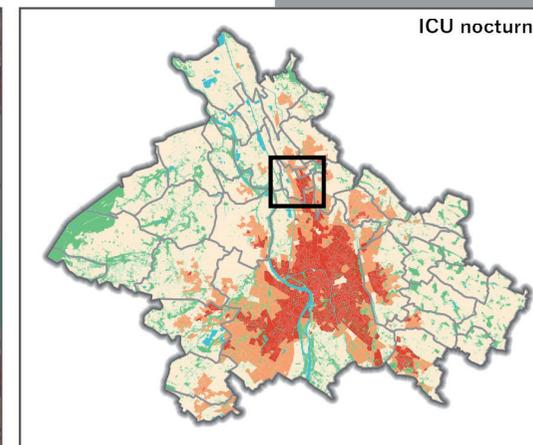
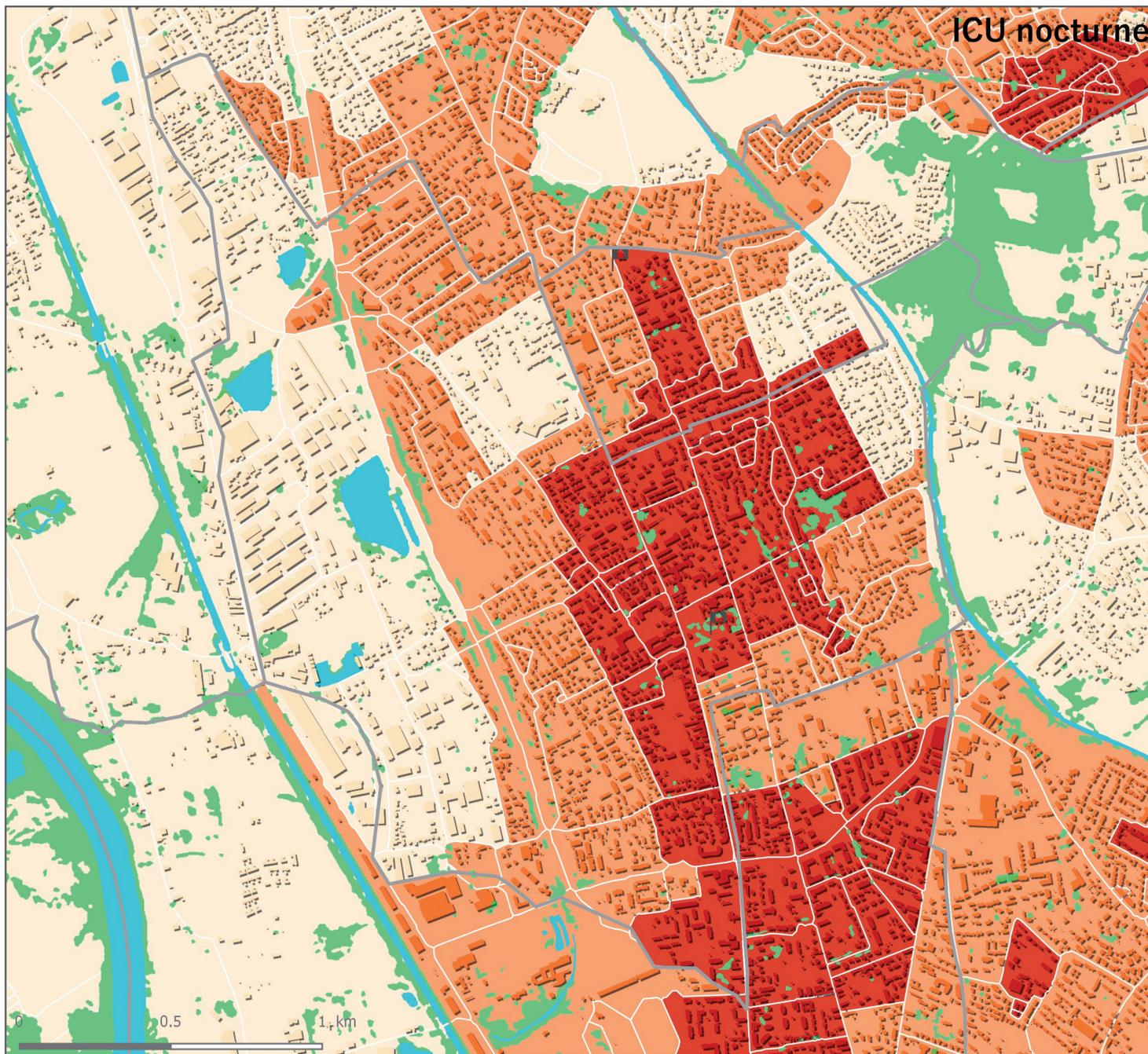


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016)

▲ © aui/T 2019

Aucamville

Jour de référence TTS 9

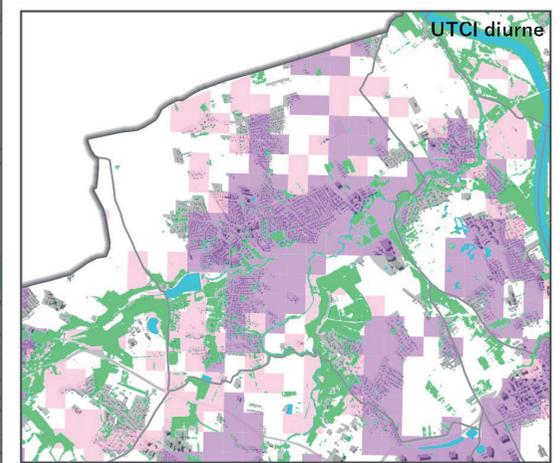
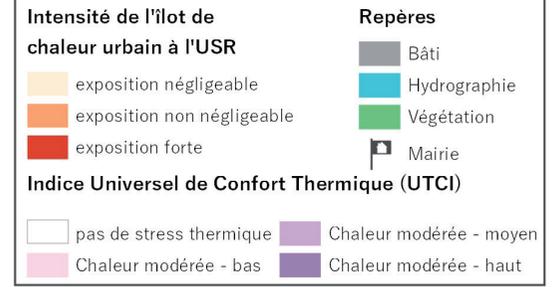
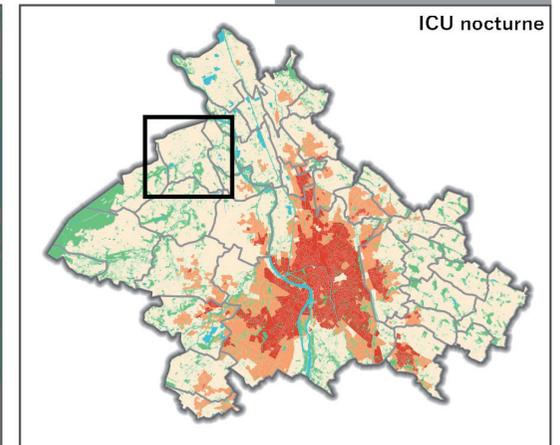
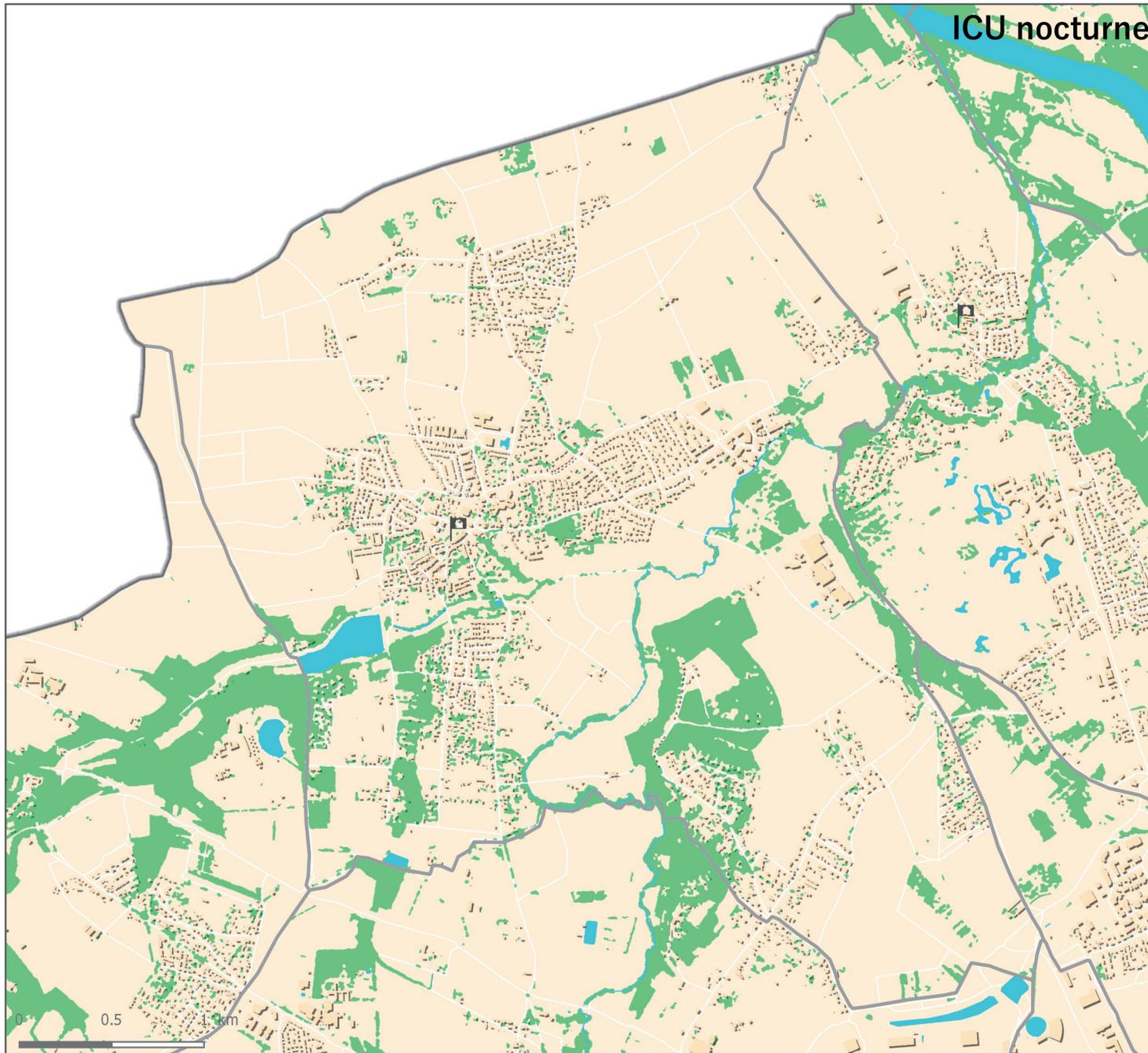


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Aussonne

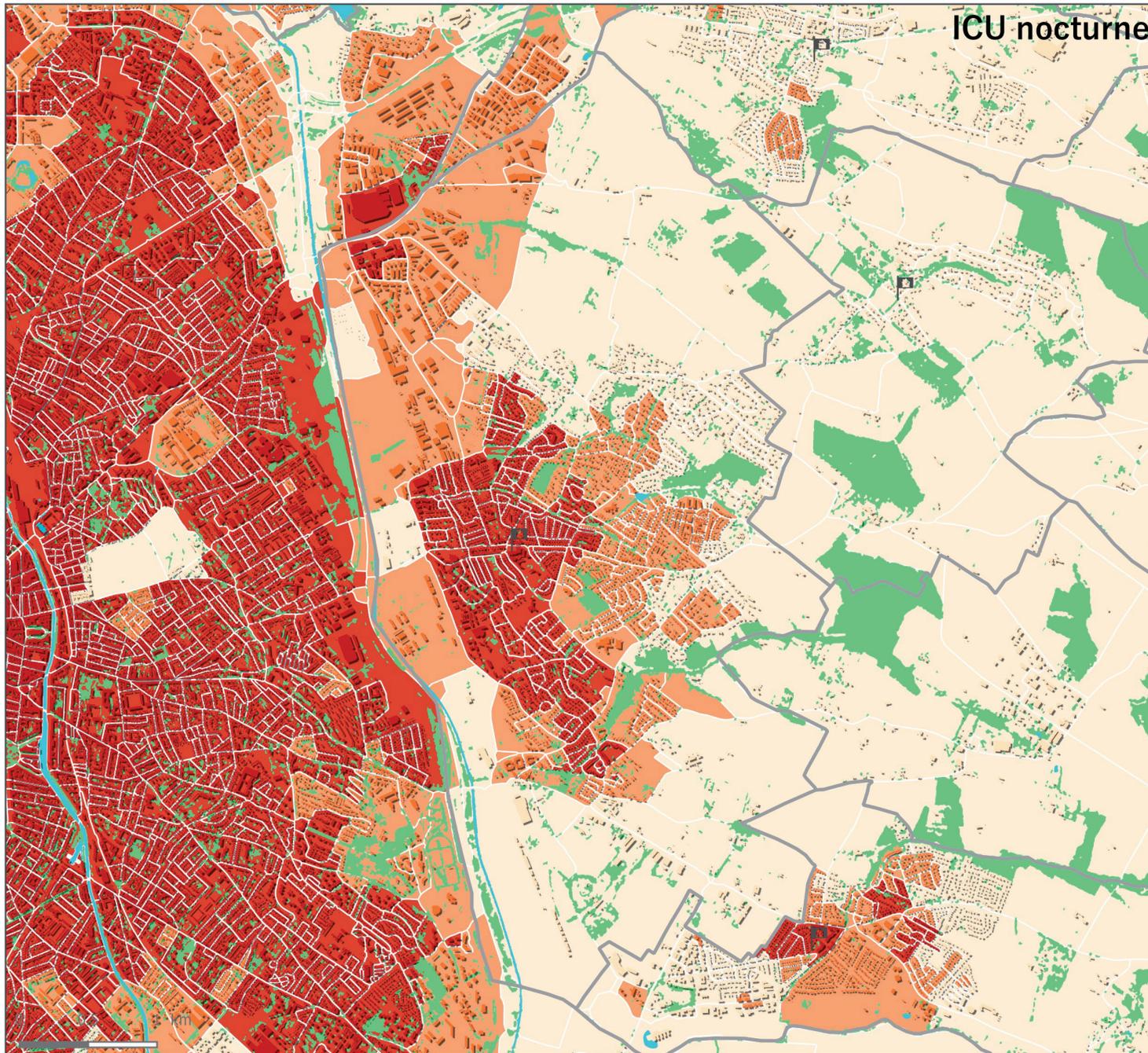
Jour de référence TTS 9



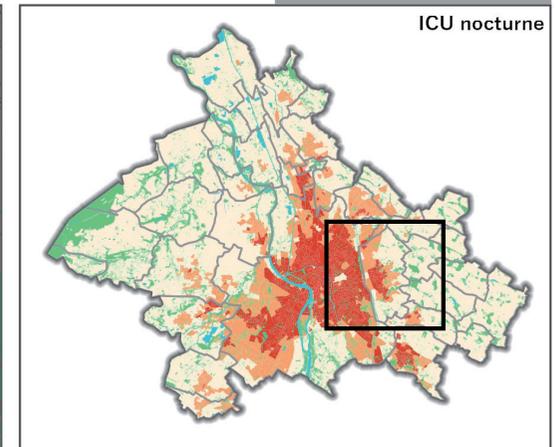
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016) aua/T 2019

Balma

Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

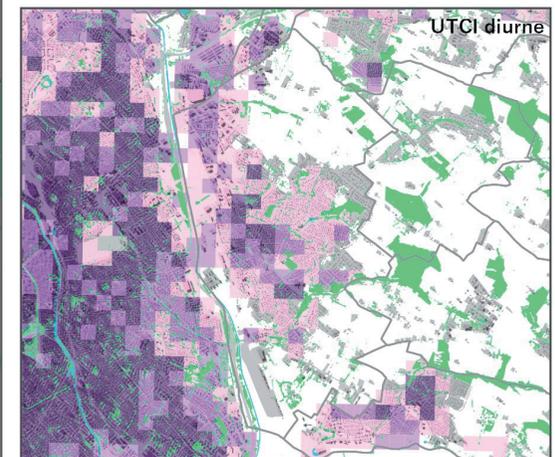
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



UTCI diurne

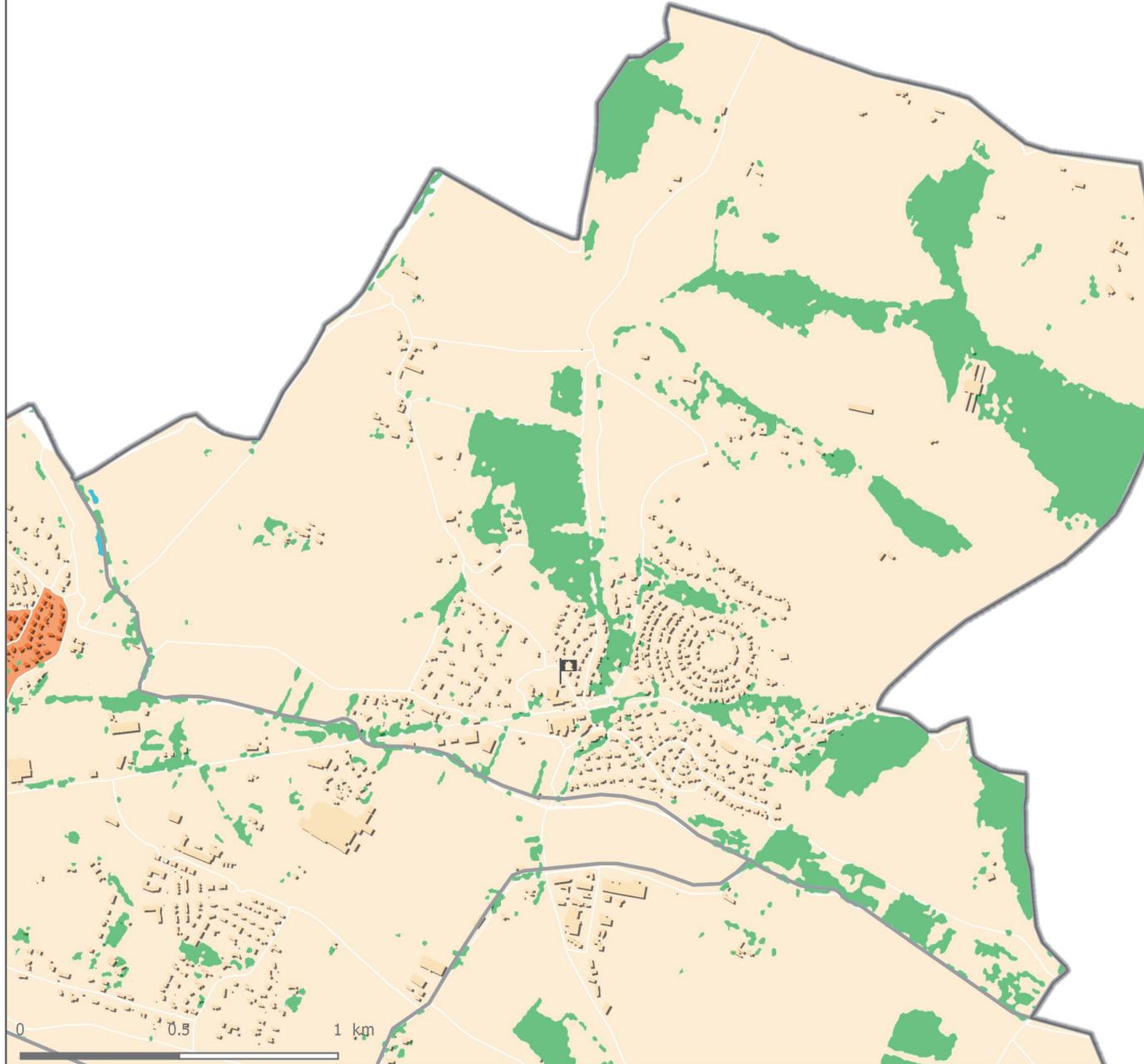
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

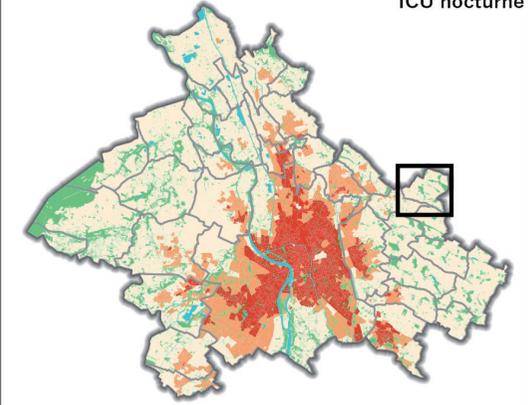
Beaupuy

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

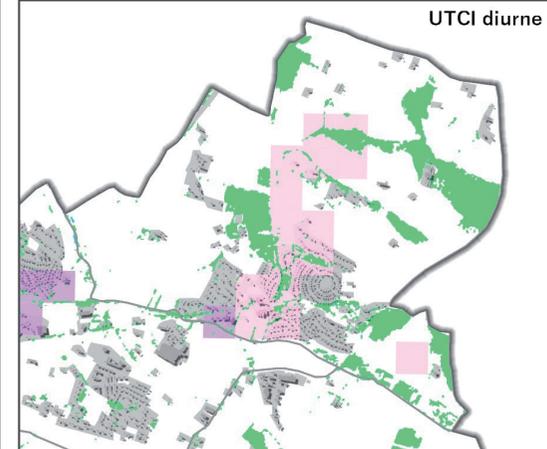
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut
- Chaleur modérée - moyen

UTCI diurne

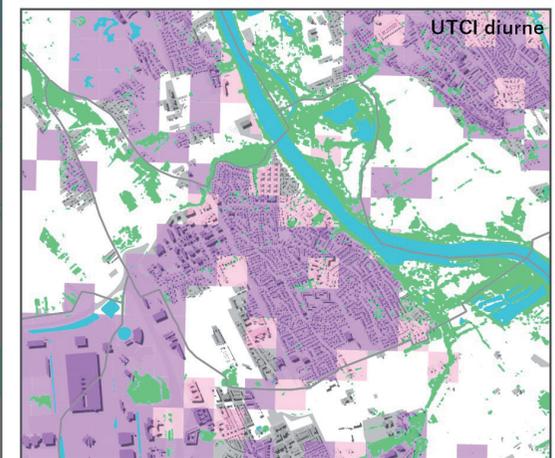
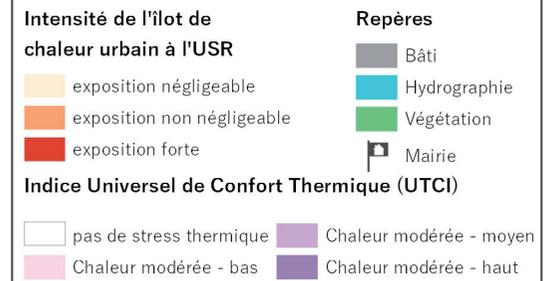
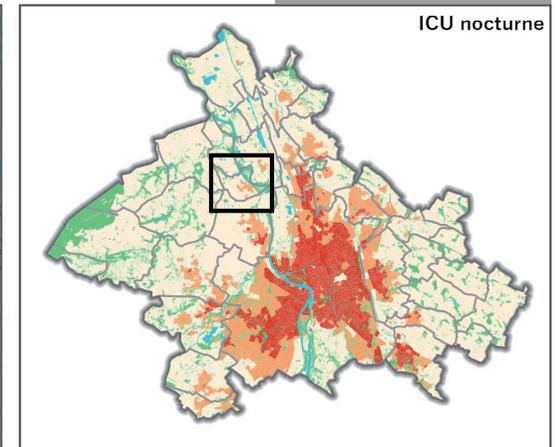
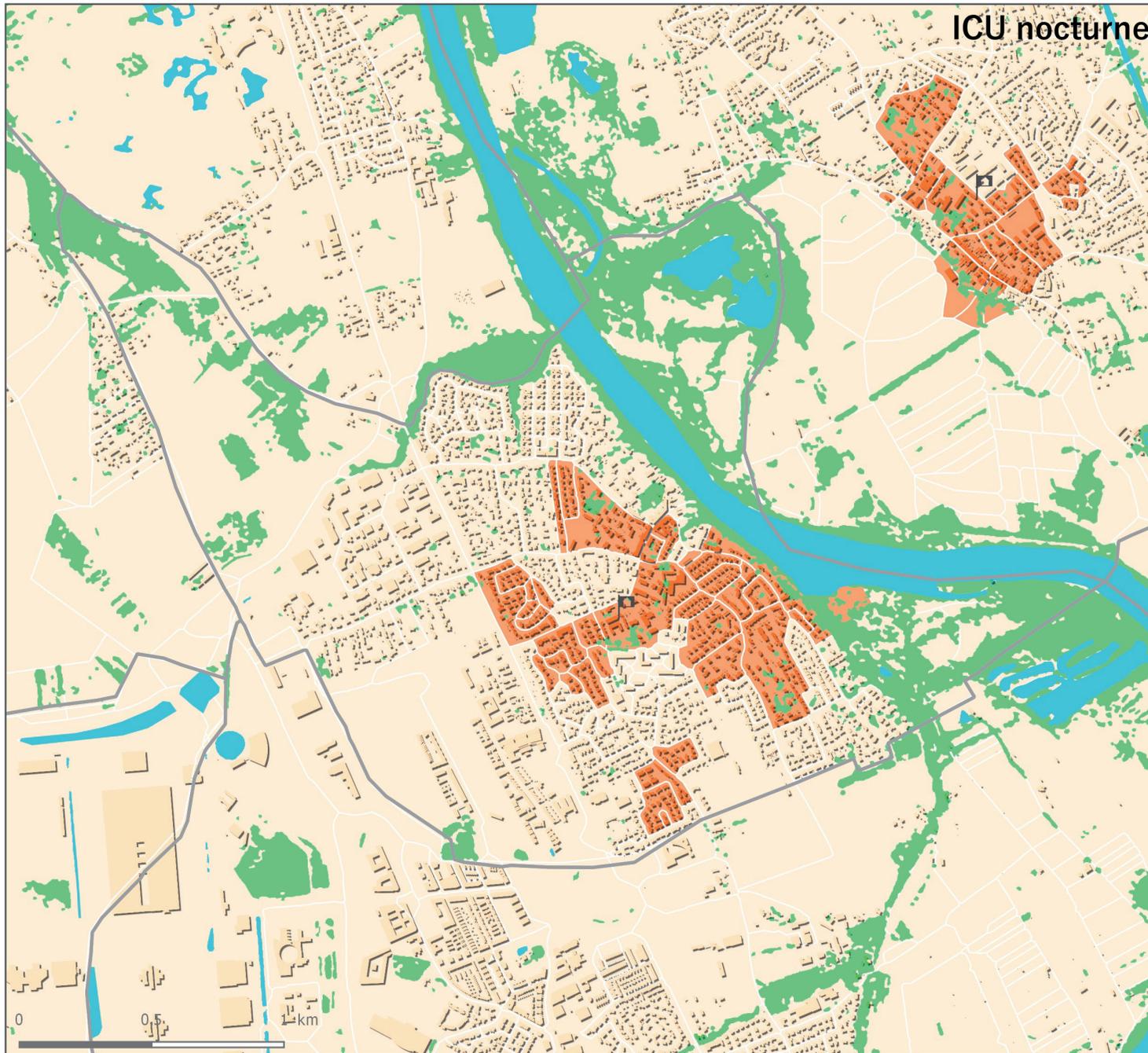


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Beauzelle

Jour de référence TTS 9

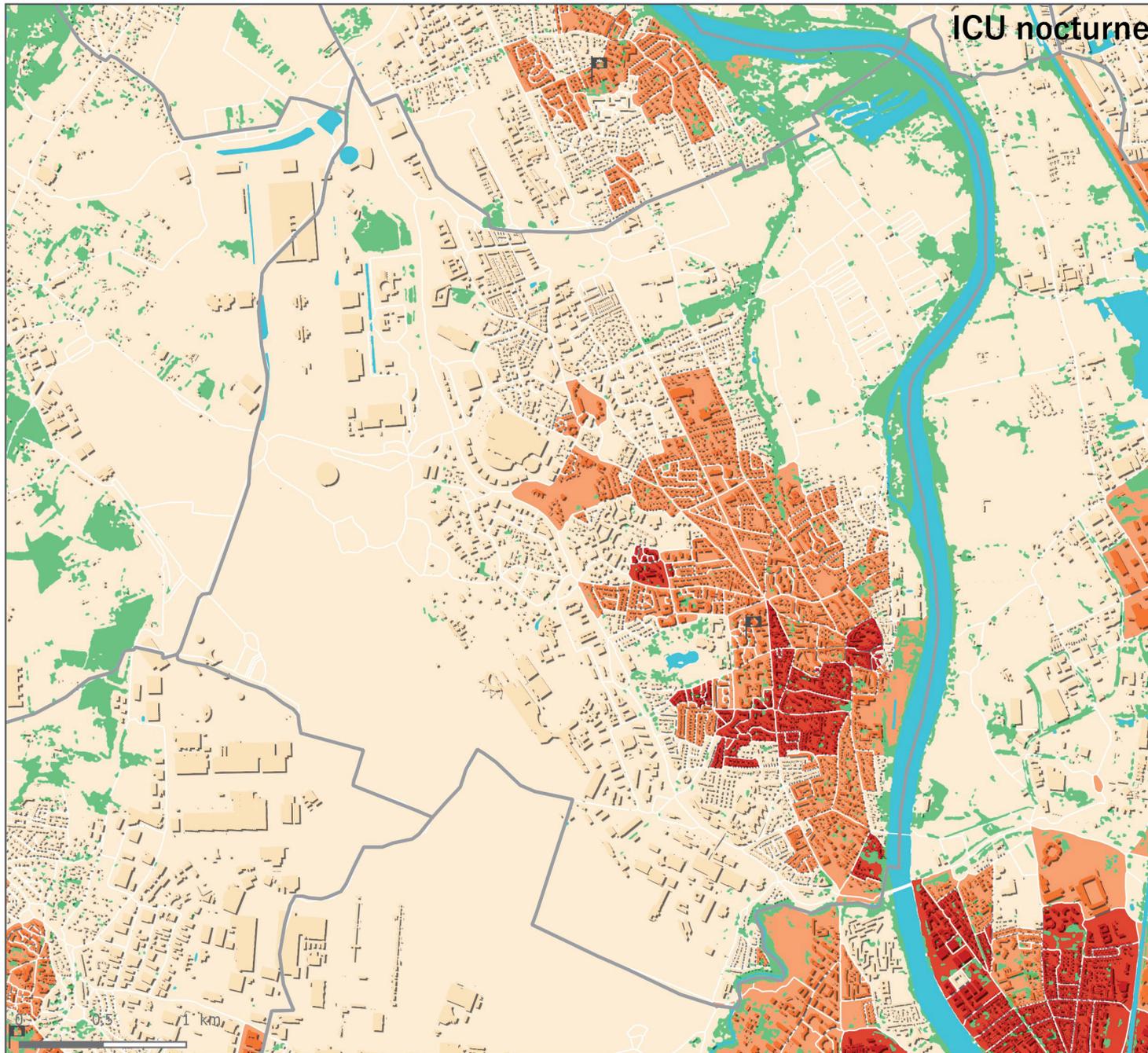


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

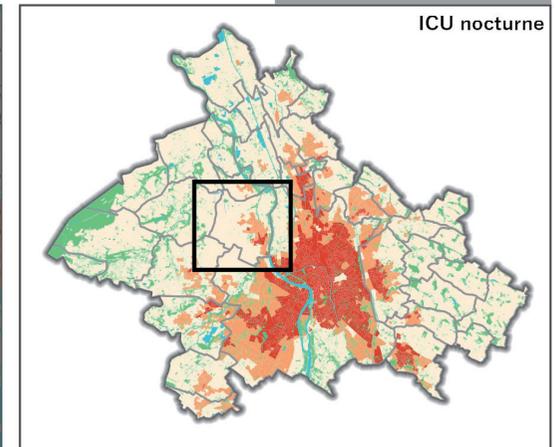
▲ © aua/T 2019

Blagnac

Jour de référence TTS 9

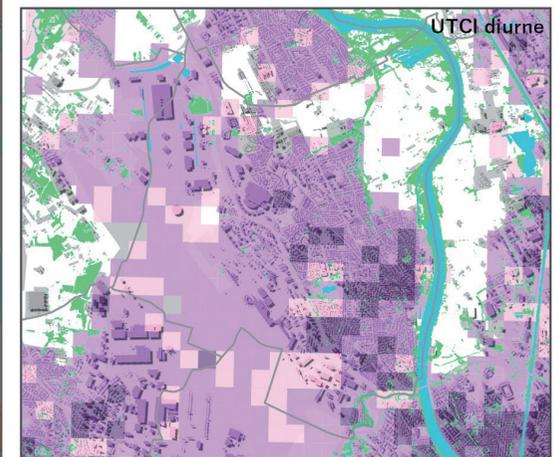


ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR		Repères	
	exposition négligeable		Bâti
	exposition non négligeable		Hydrographie
	exposition forte		Végétation
			Mairie
Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)			
	pas de stress thermique		Chaleur modérée - moyen
	Chaleur modérée - bas		Chaleur modérée - haut



UTCI diurne

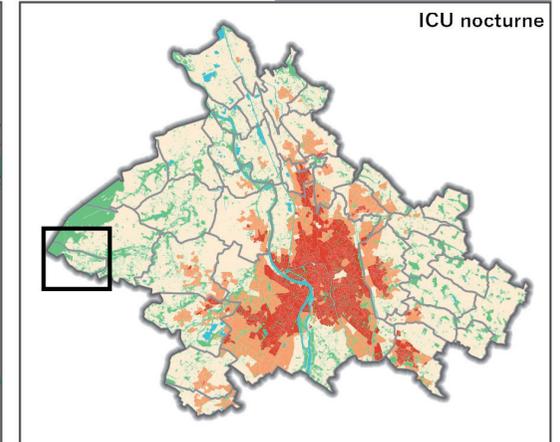
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)



Brax

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

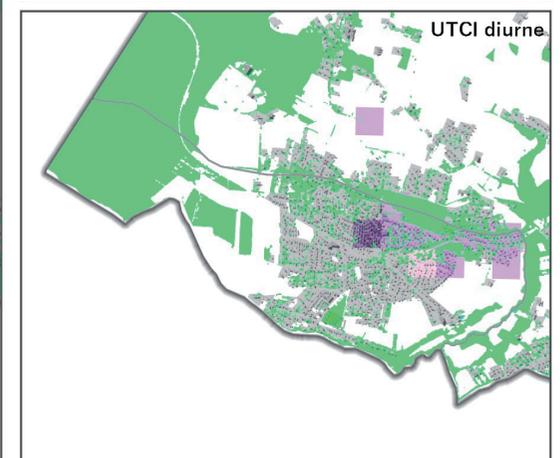
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



UTCI diurne

0 0.5 1 km

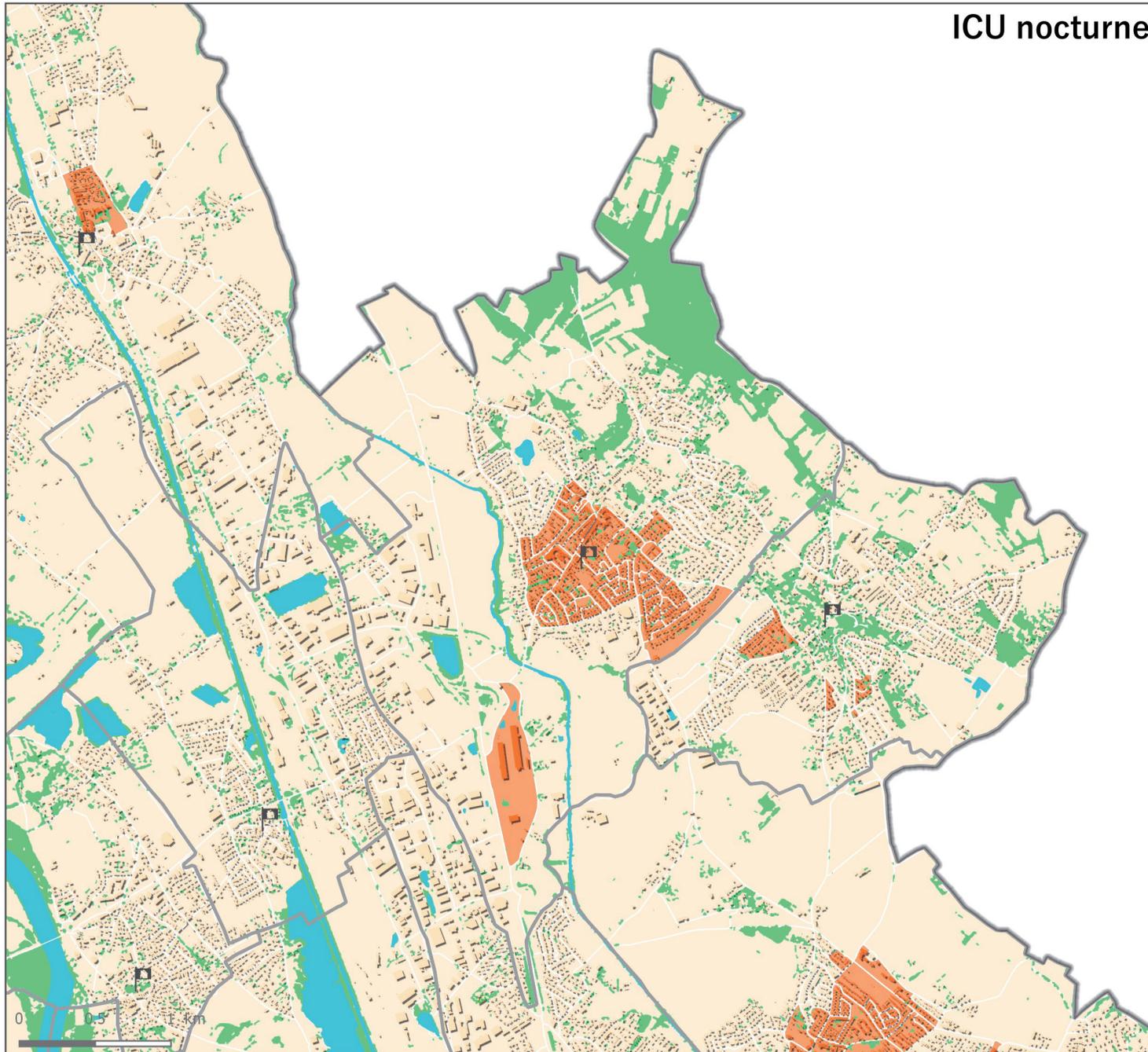
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016)

▲ © aui/T 2019

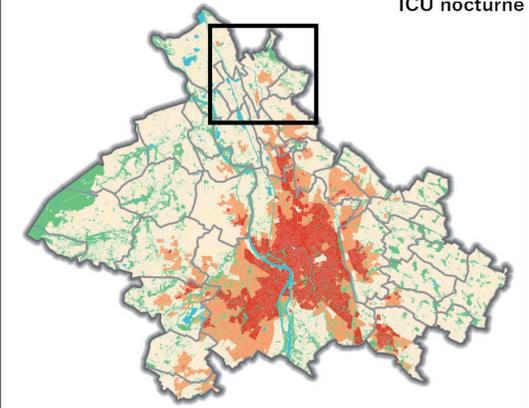
Bruguières

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

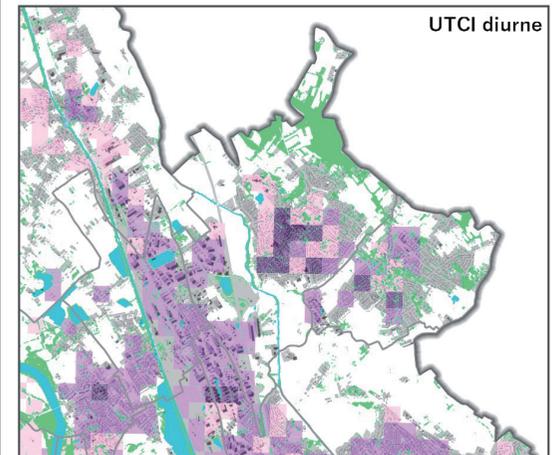
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne

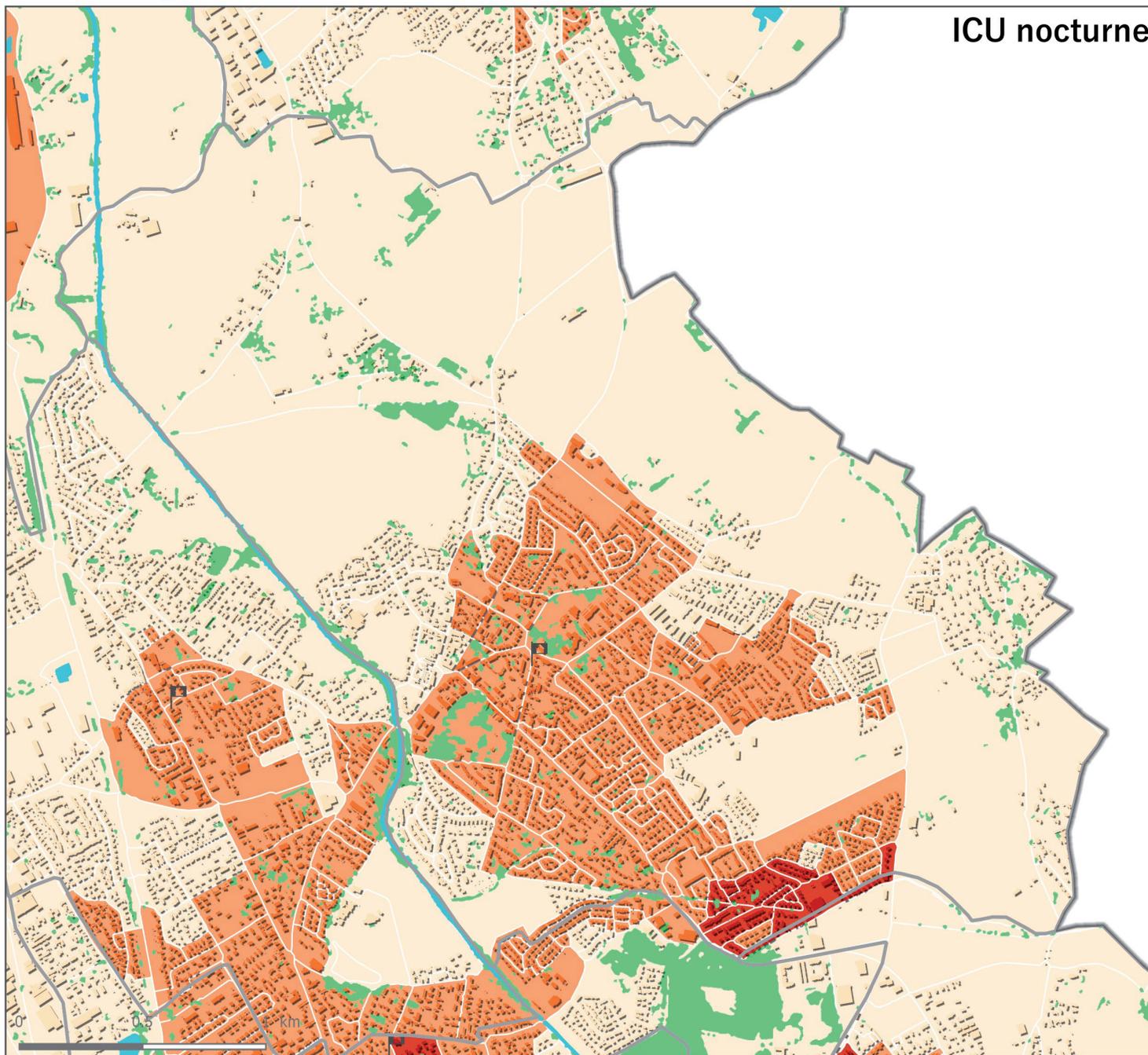


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

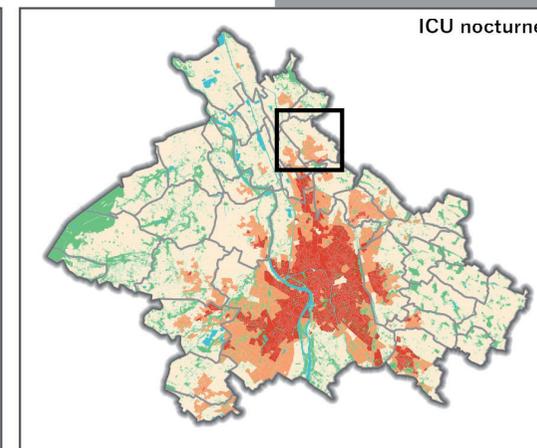
▲ © aua/T 2019

Castelginest

Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

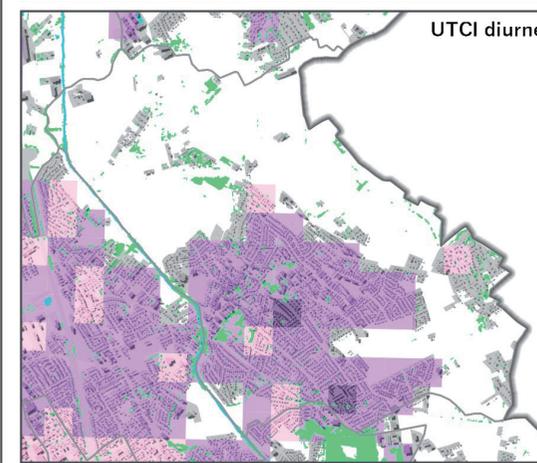
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut



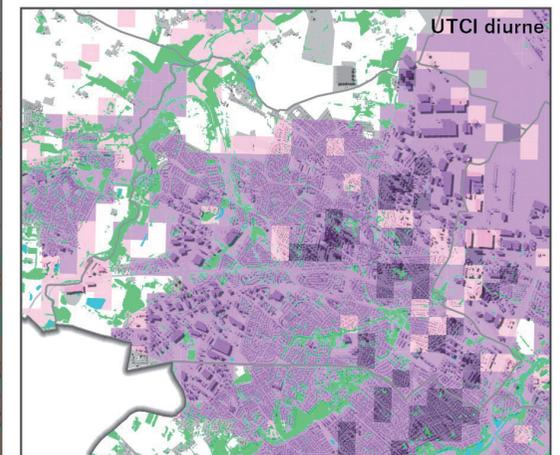
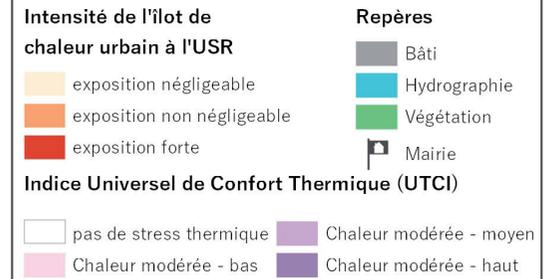
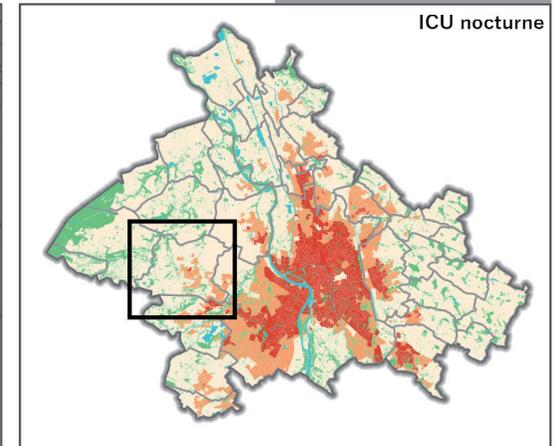
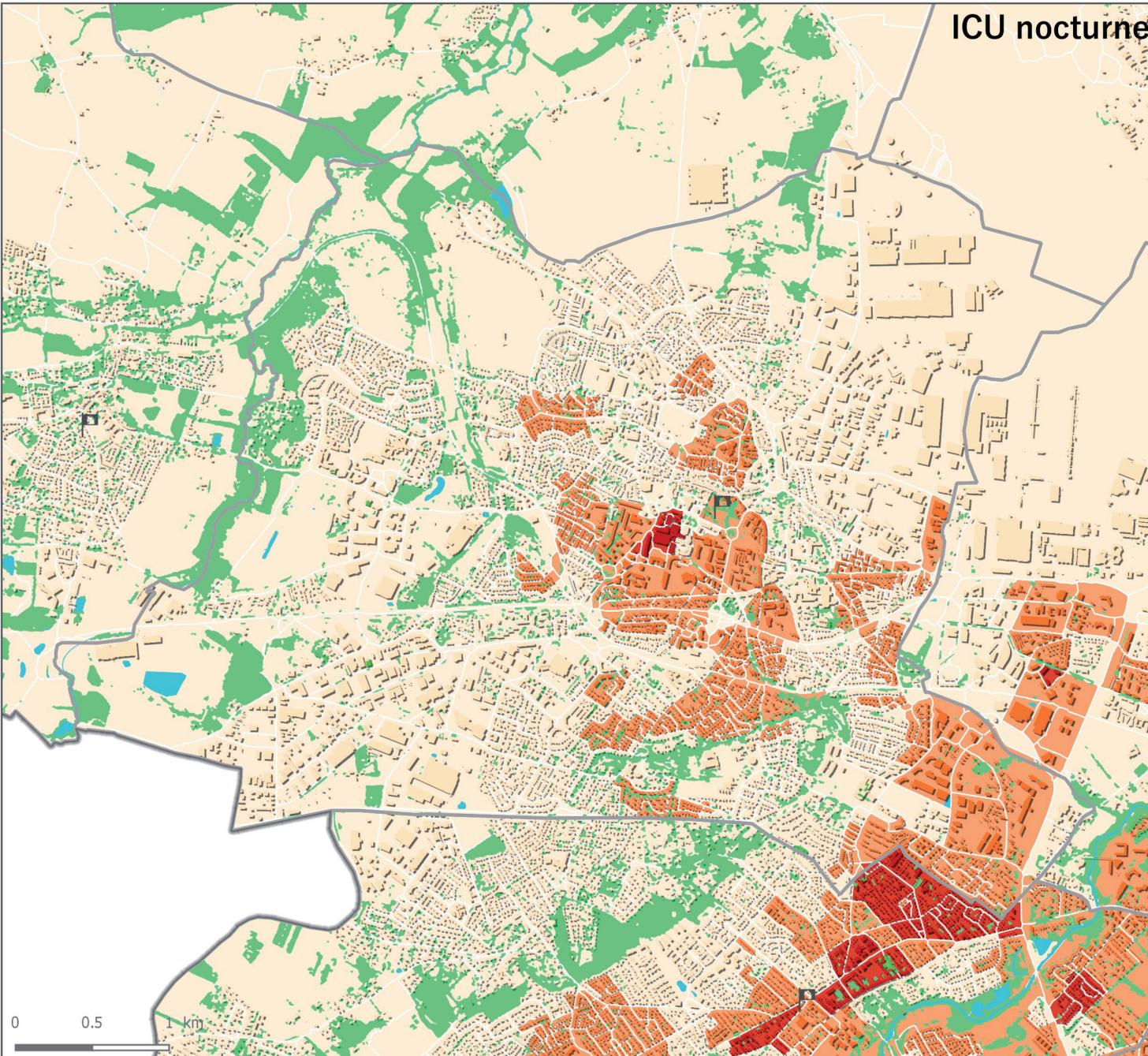
UTCI diurne

Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Colomiers

Jour de référence TTS 9

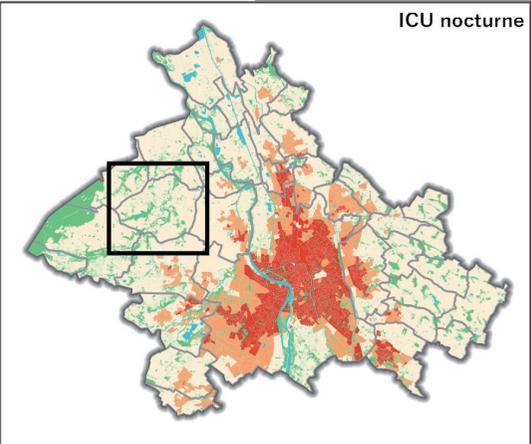
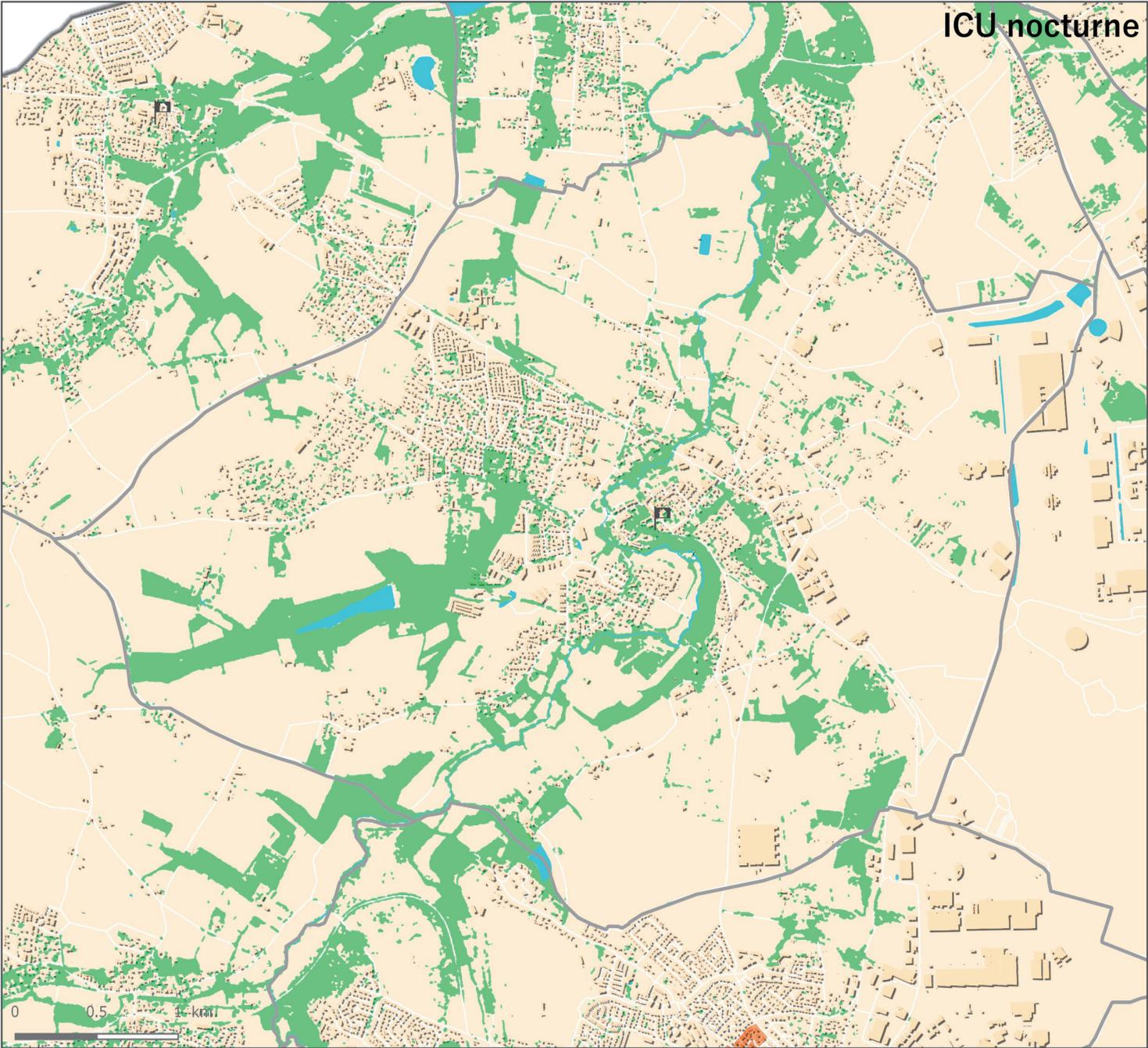


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016)

▲ © aui/T 2019

Cornebarrieu

Jour de référence TTS 9



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

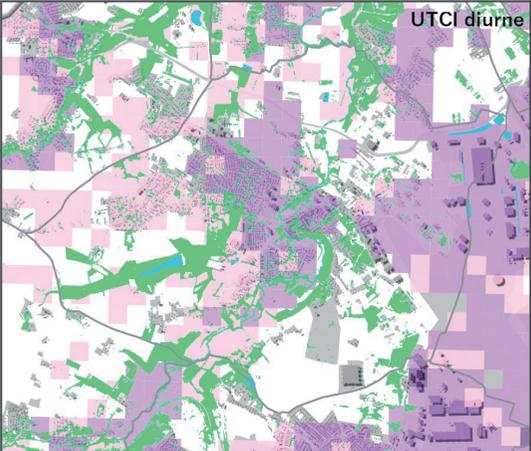
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

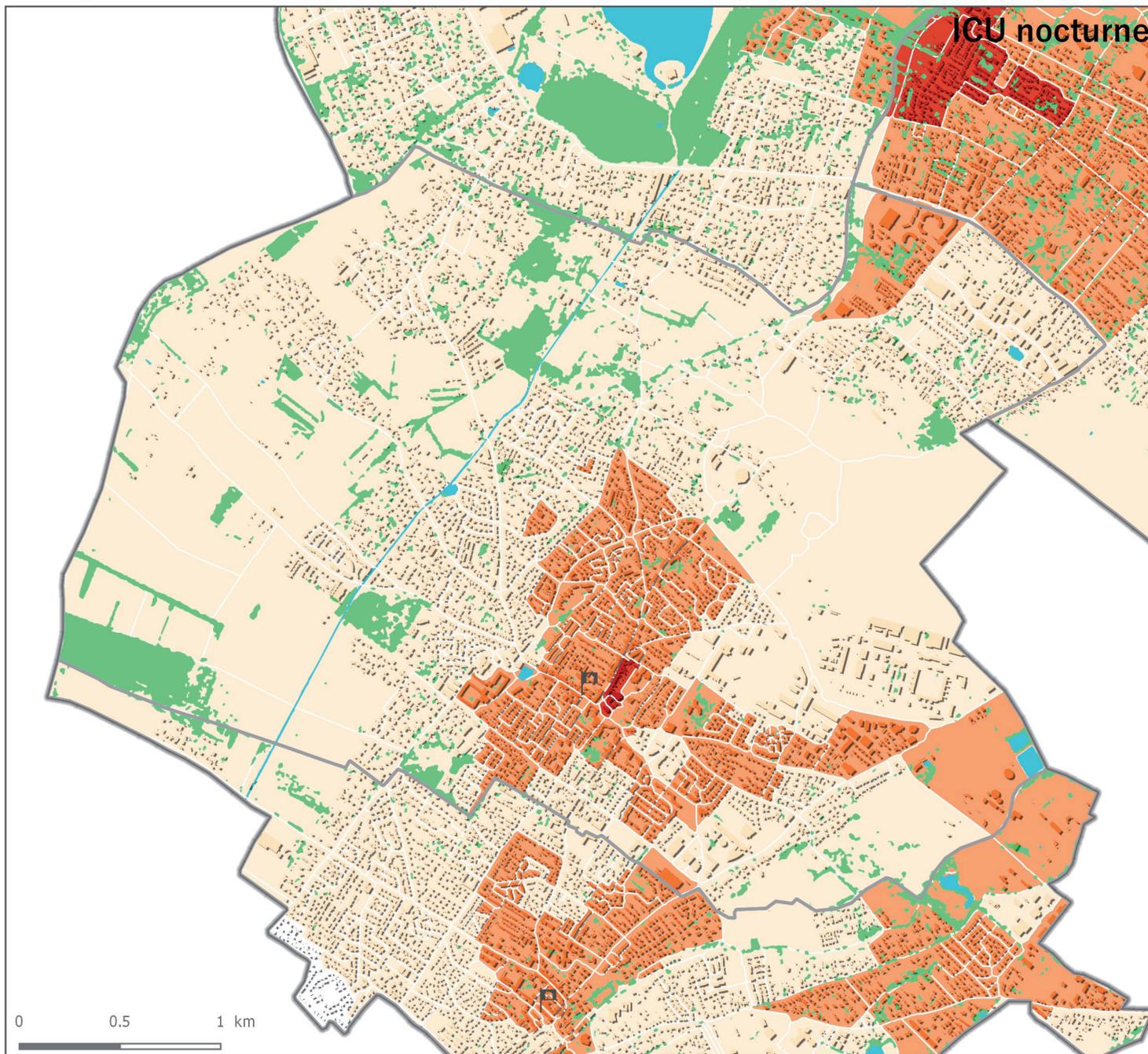
- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



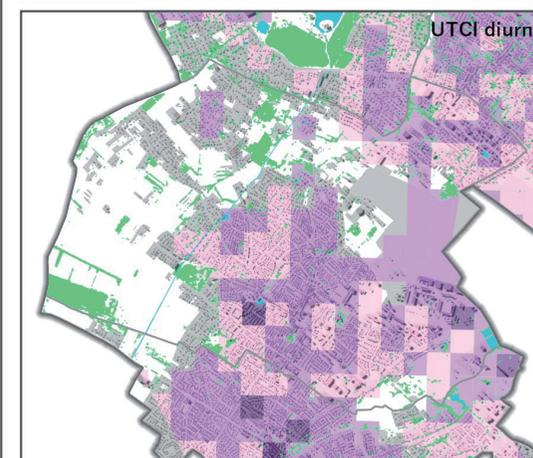
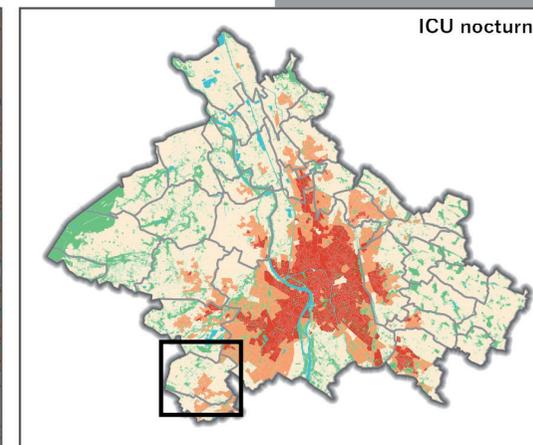
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016) ▲ © aua/T 2019

Cugnaux

Jour de référence TTS 9



0 0.5 1 km

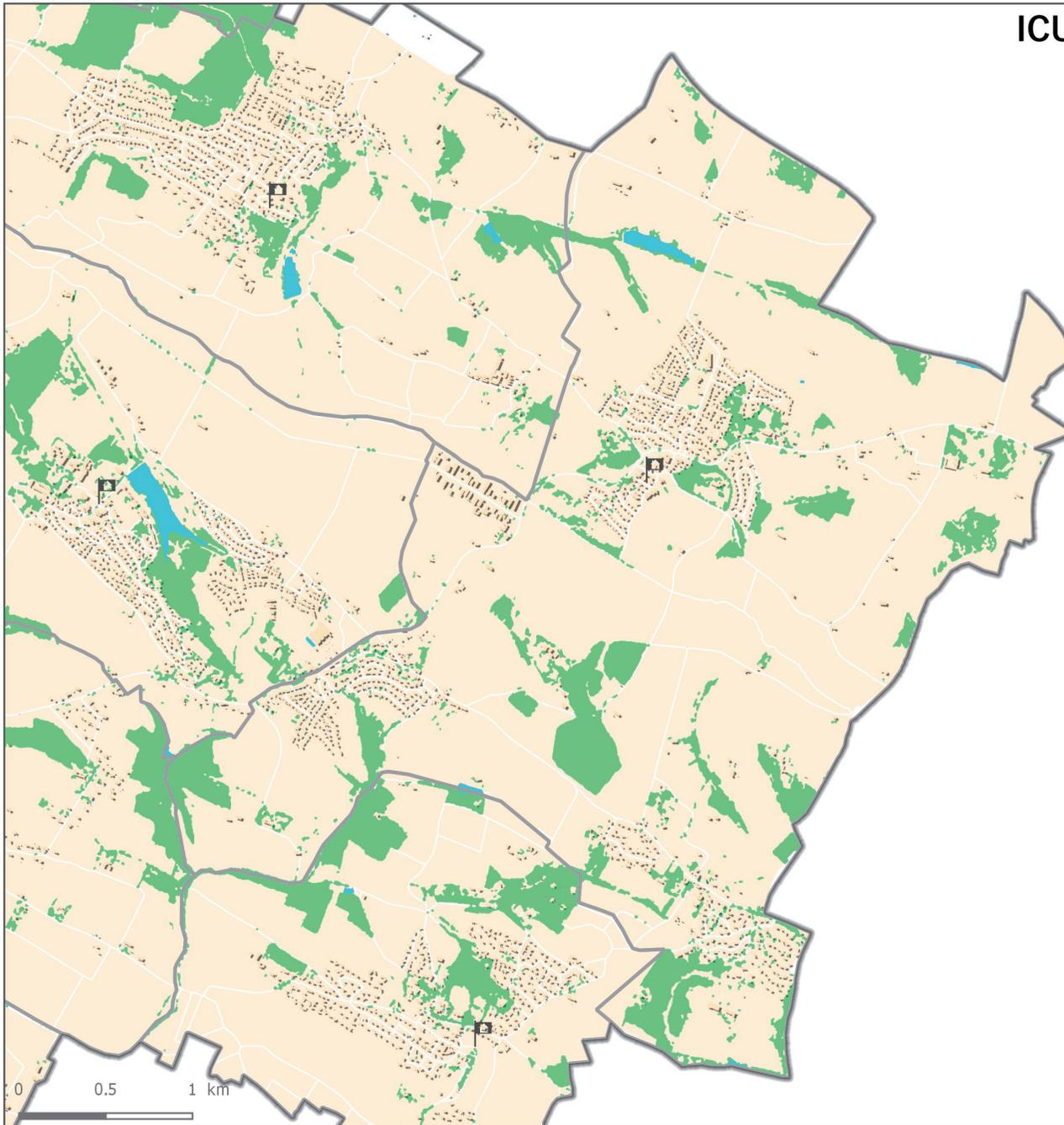


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016) aui/T 2019

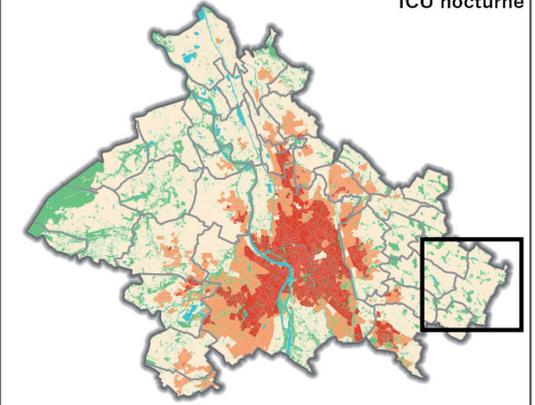
Drémil-Lafage

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

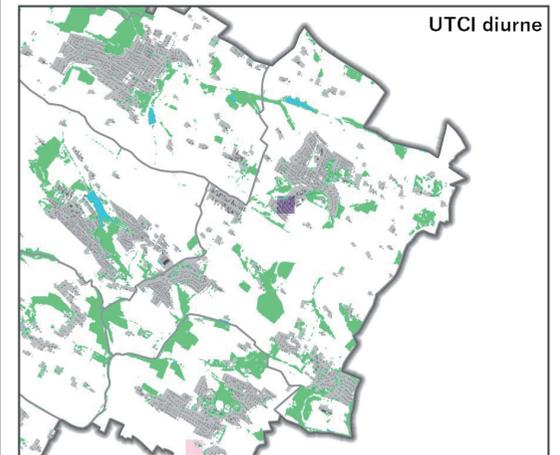
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne

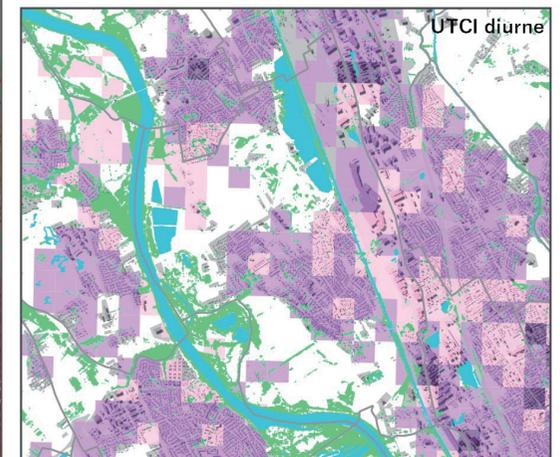
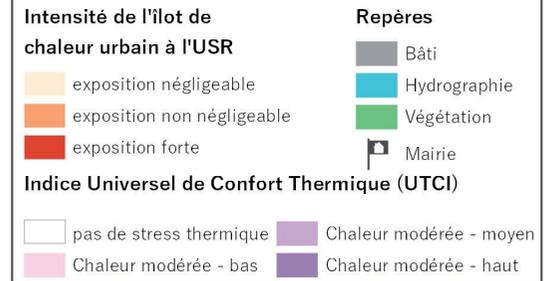
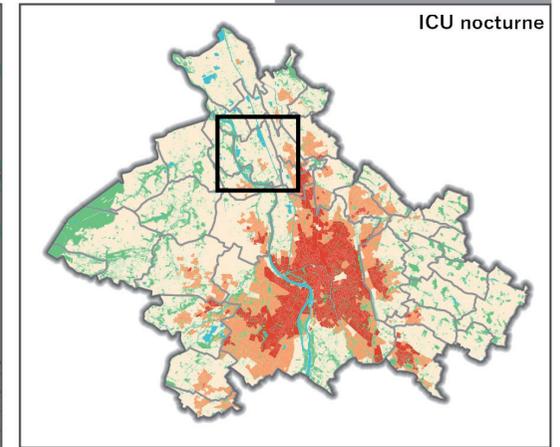
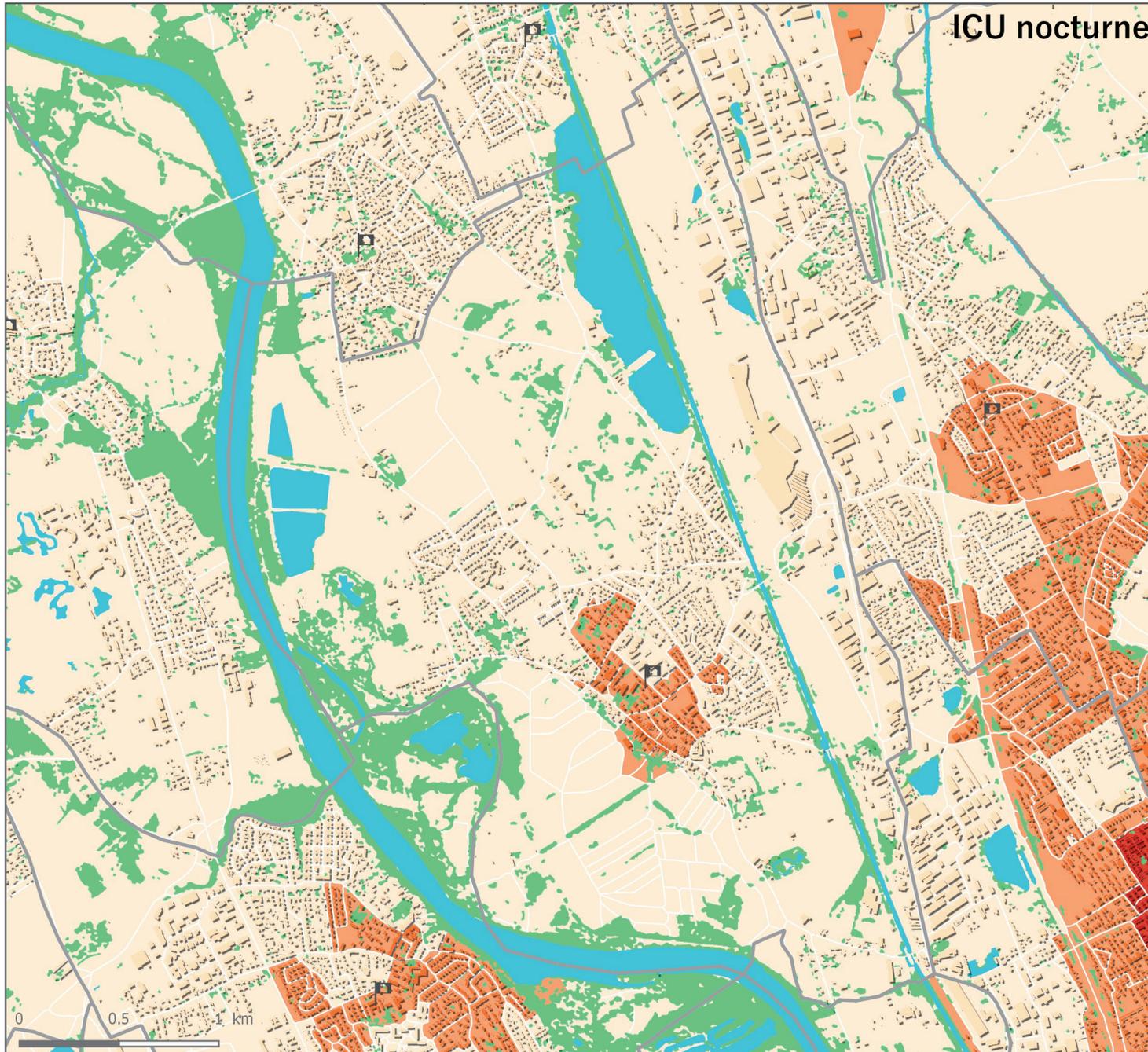


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Fenouillet

Jour de référence TTS 9

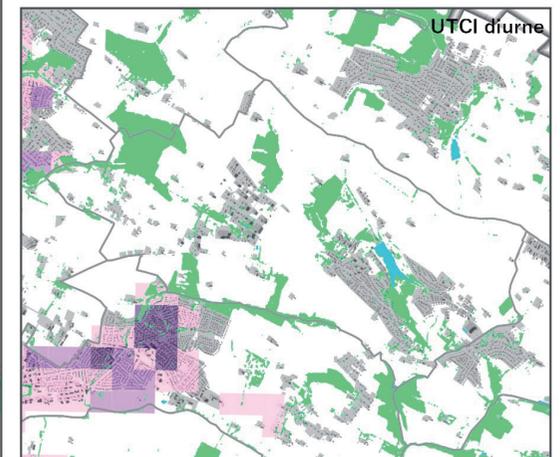
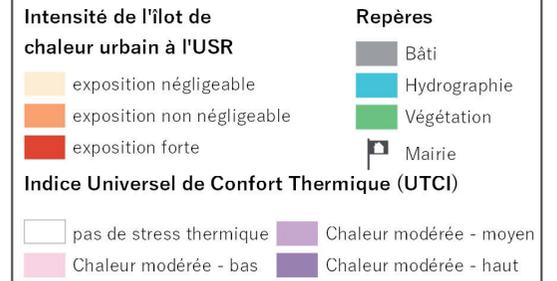
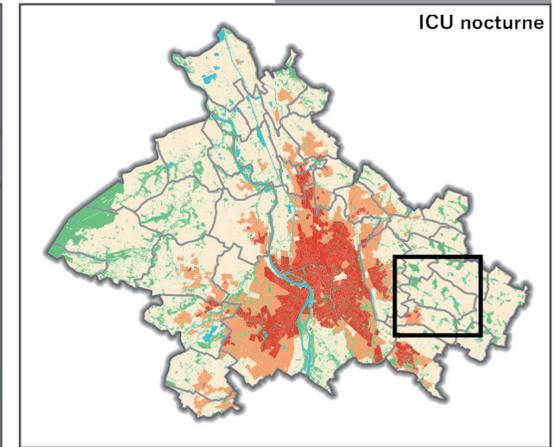
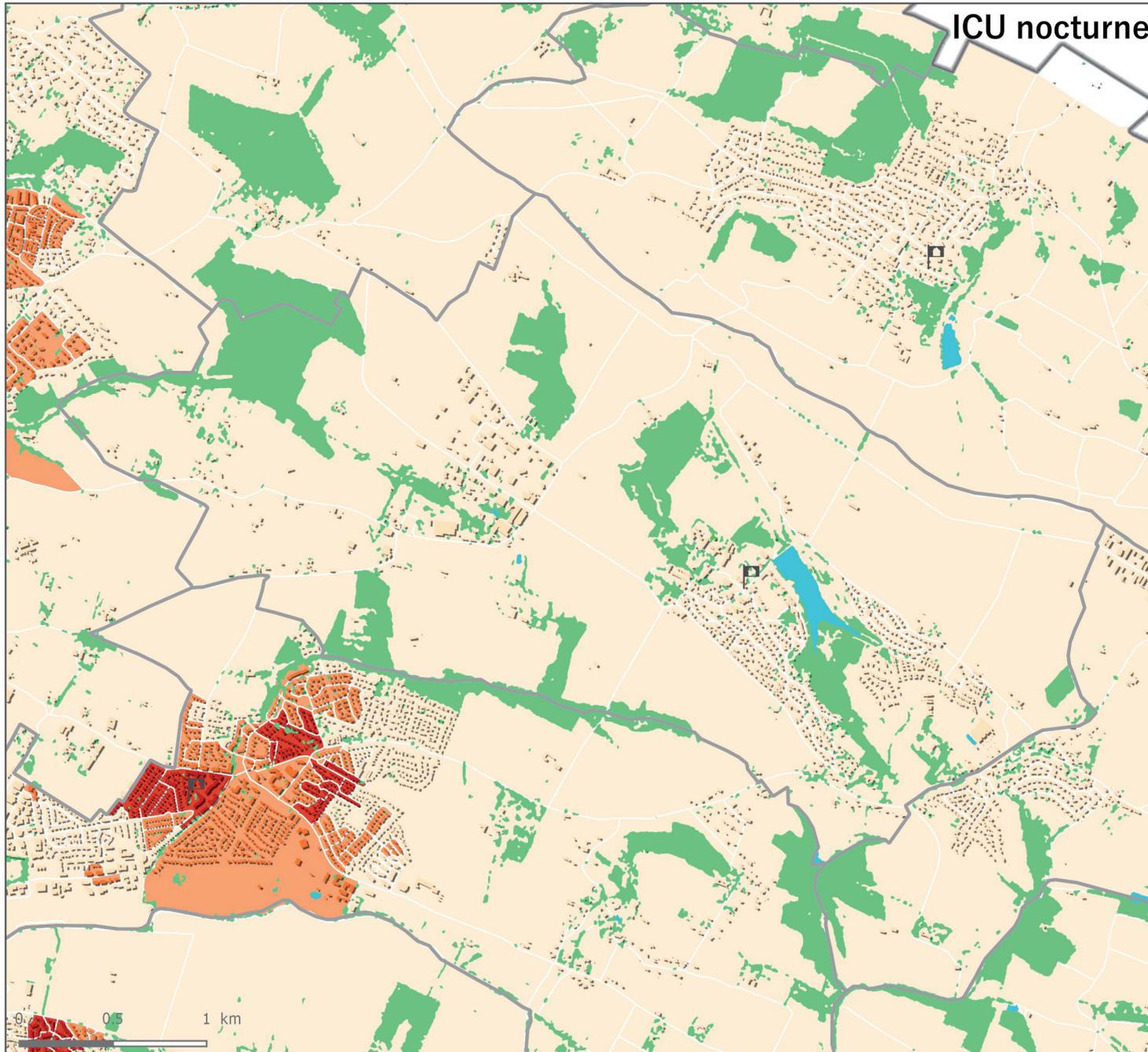


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016)

▲ © aui/T 2019

Flourens

Jour de référence TTS 9

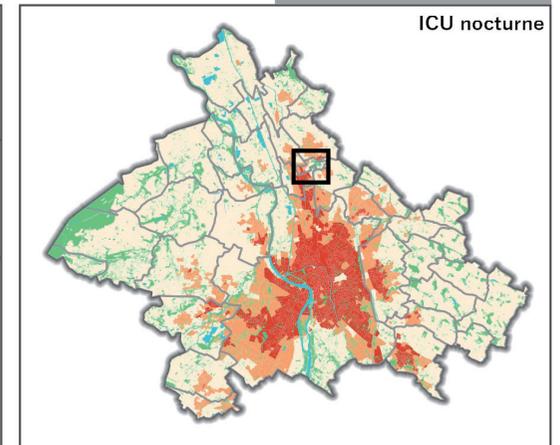
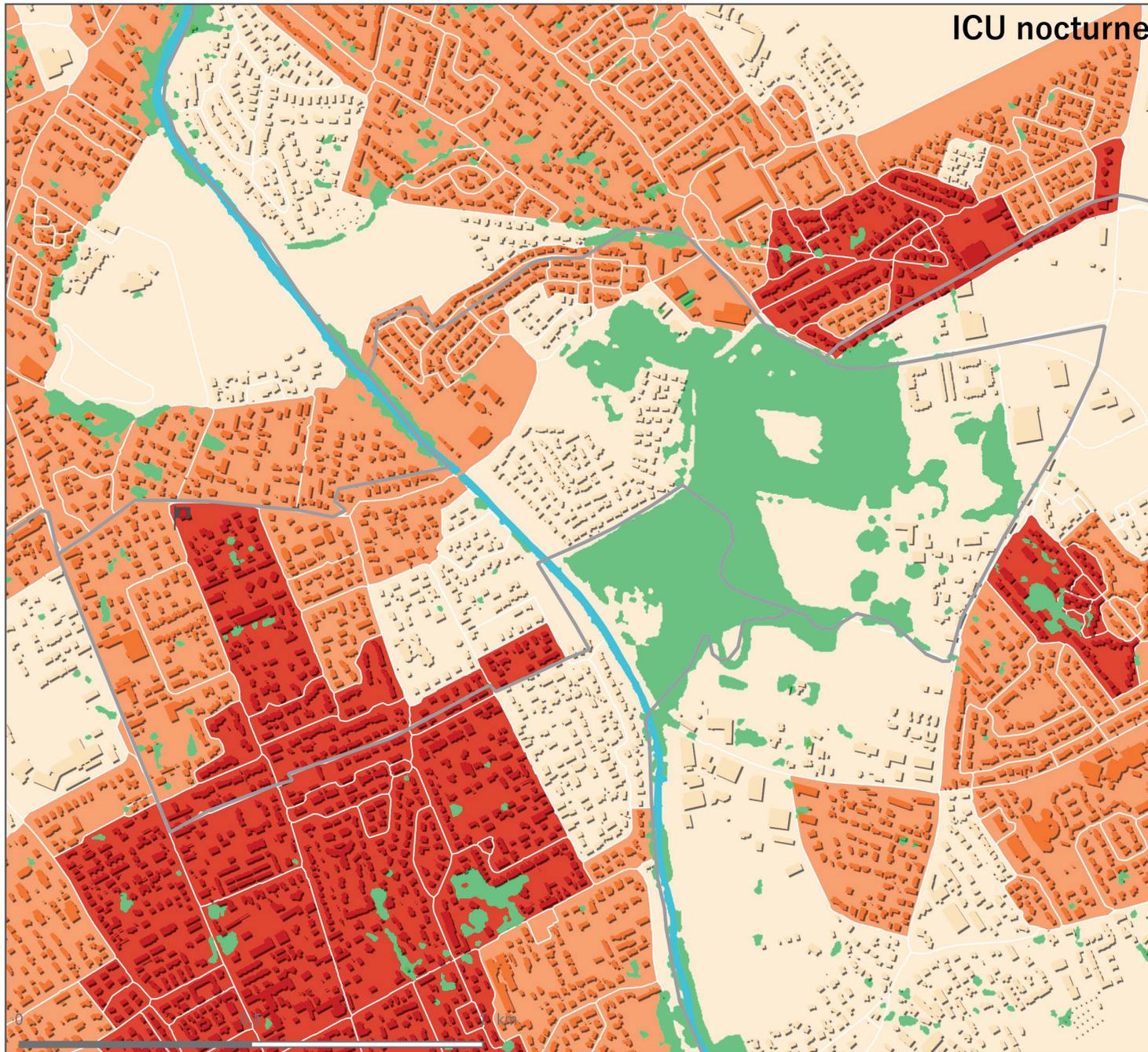


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Fonbeauzard

Jour de référence TTS 9



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

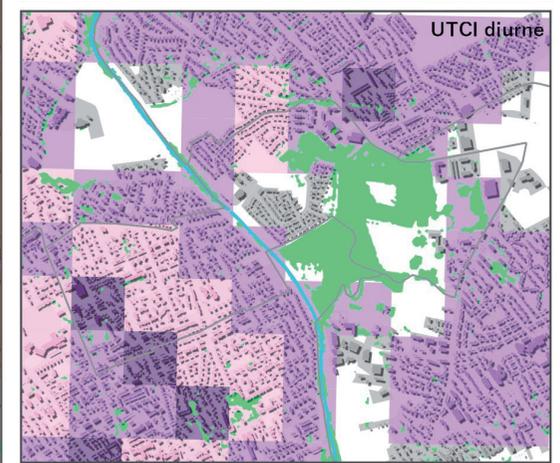
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

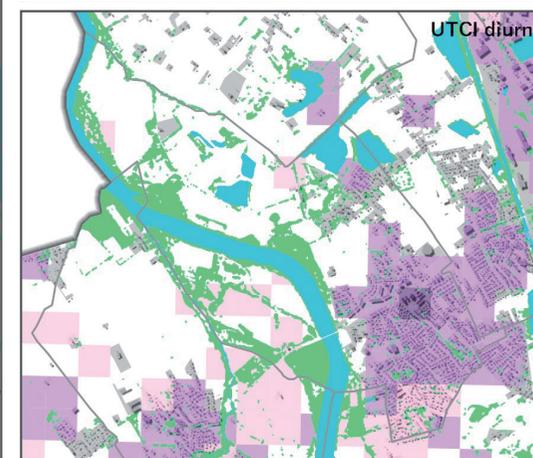
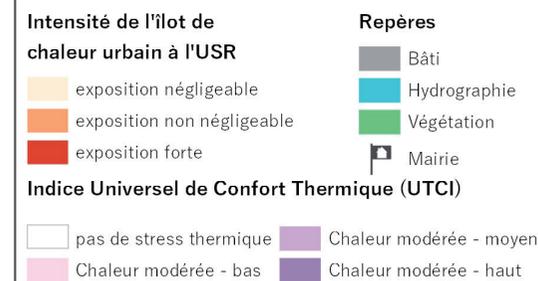
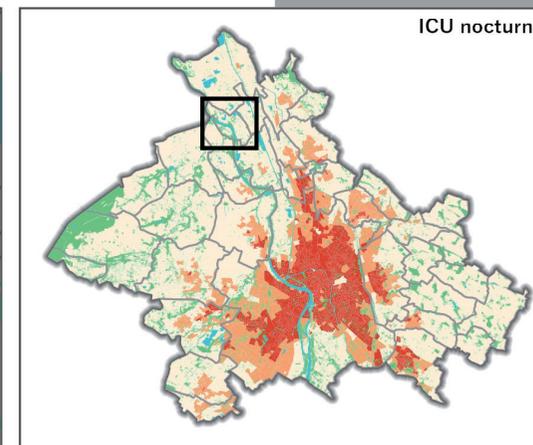
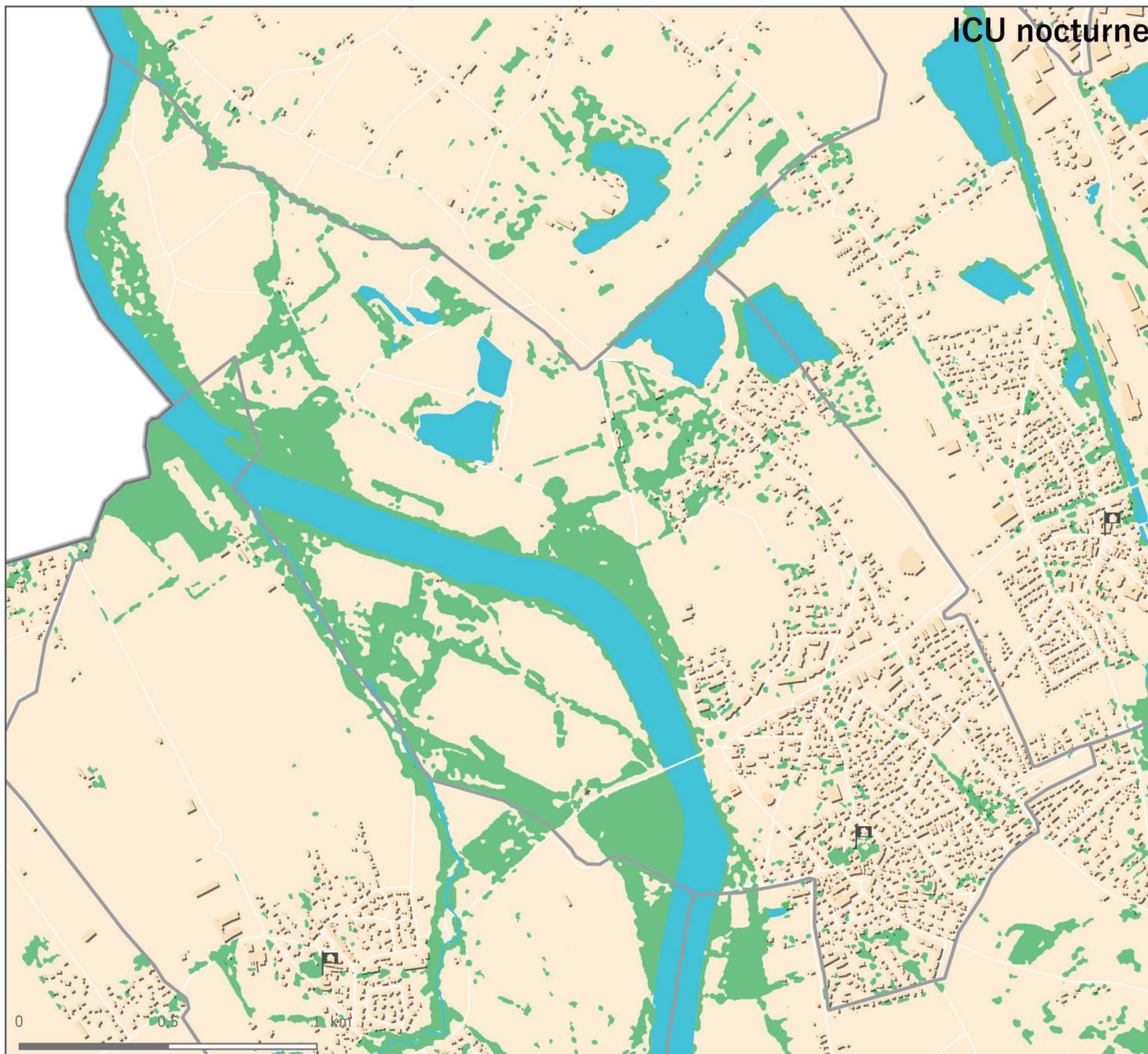
- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut
- Chaleur modérée - moyen



Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016) ▲ aua/T 2019

Gagnac-sur-Garonne

Jour de référence TTS 9



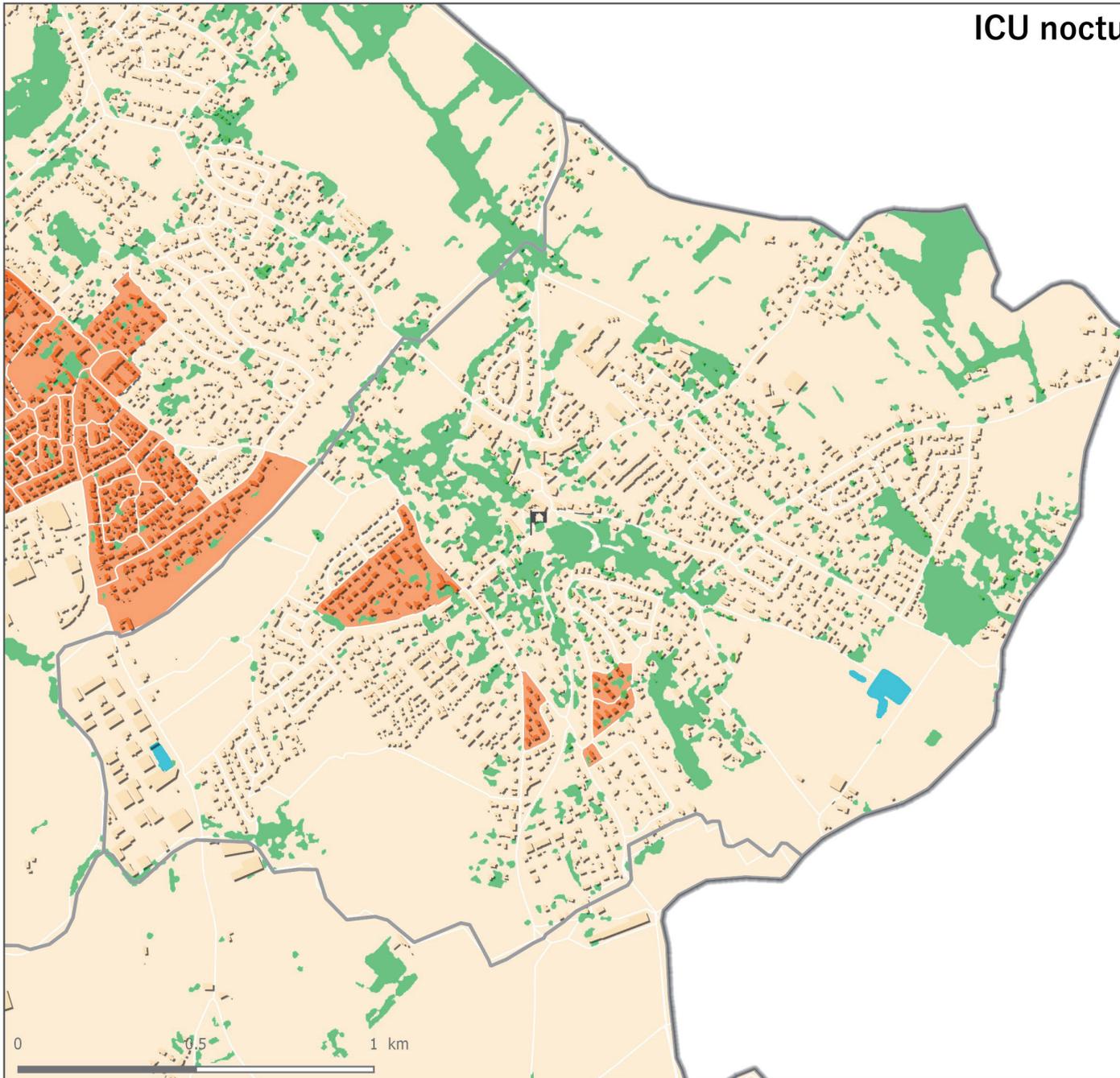
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

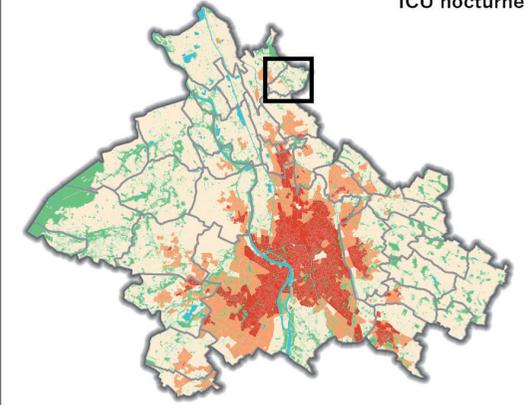
Gratentour

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

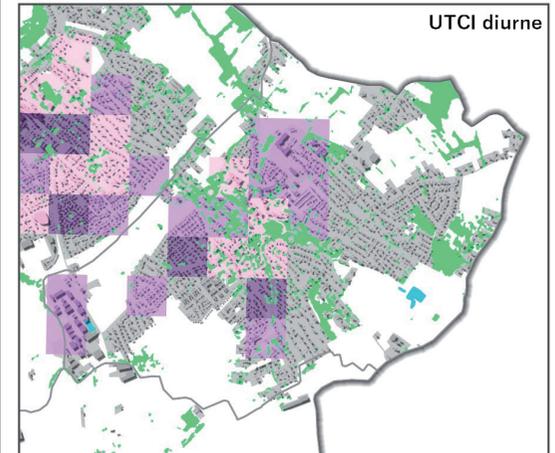
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne



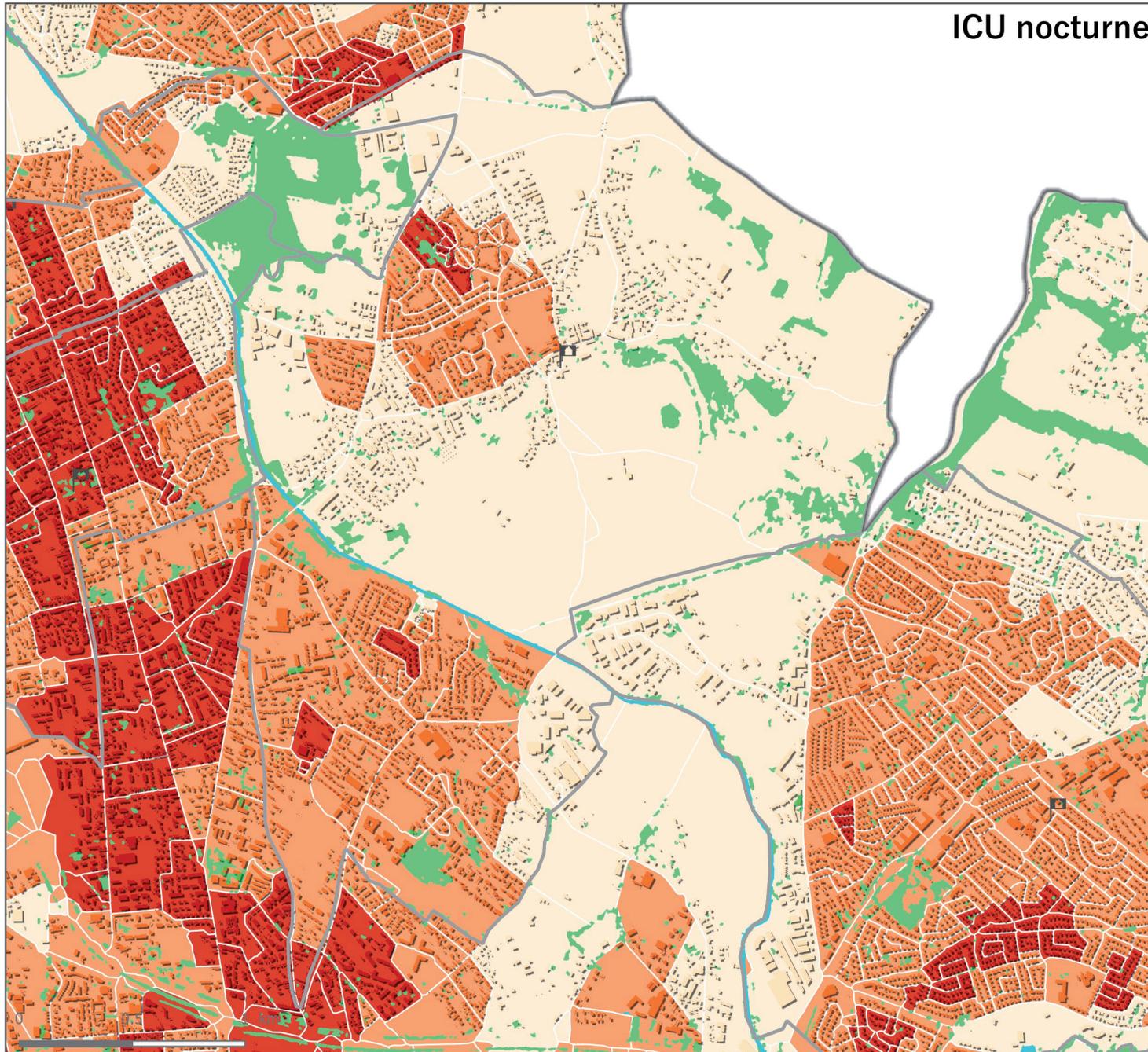
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aia/T-2016)

▲ © aia/T 2019

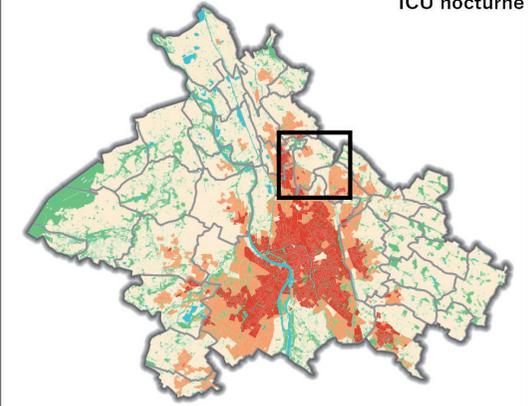
Launaguet

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

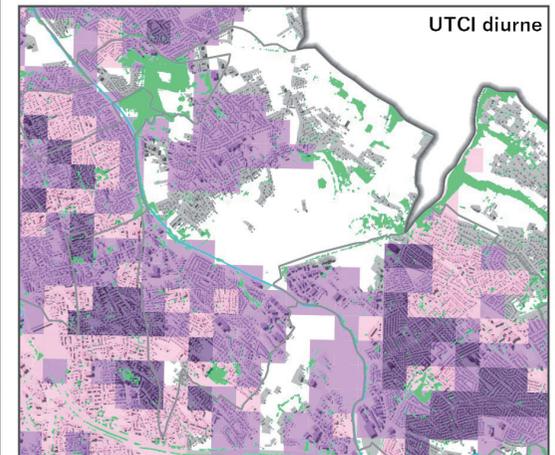
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne



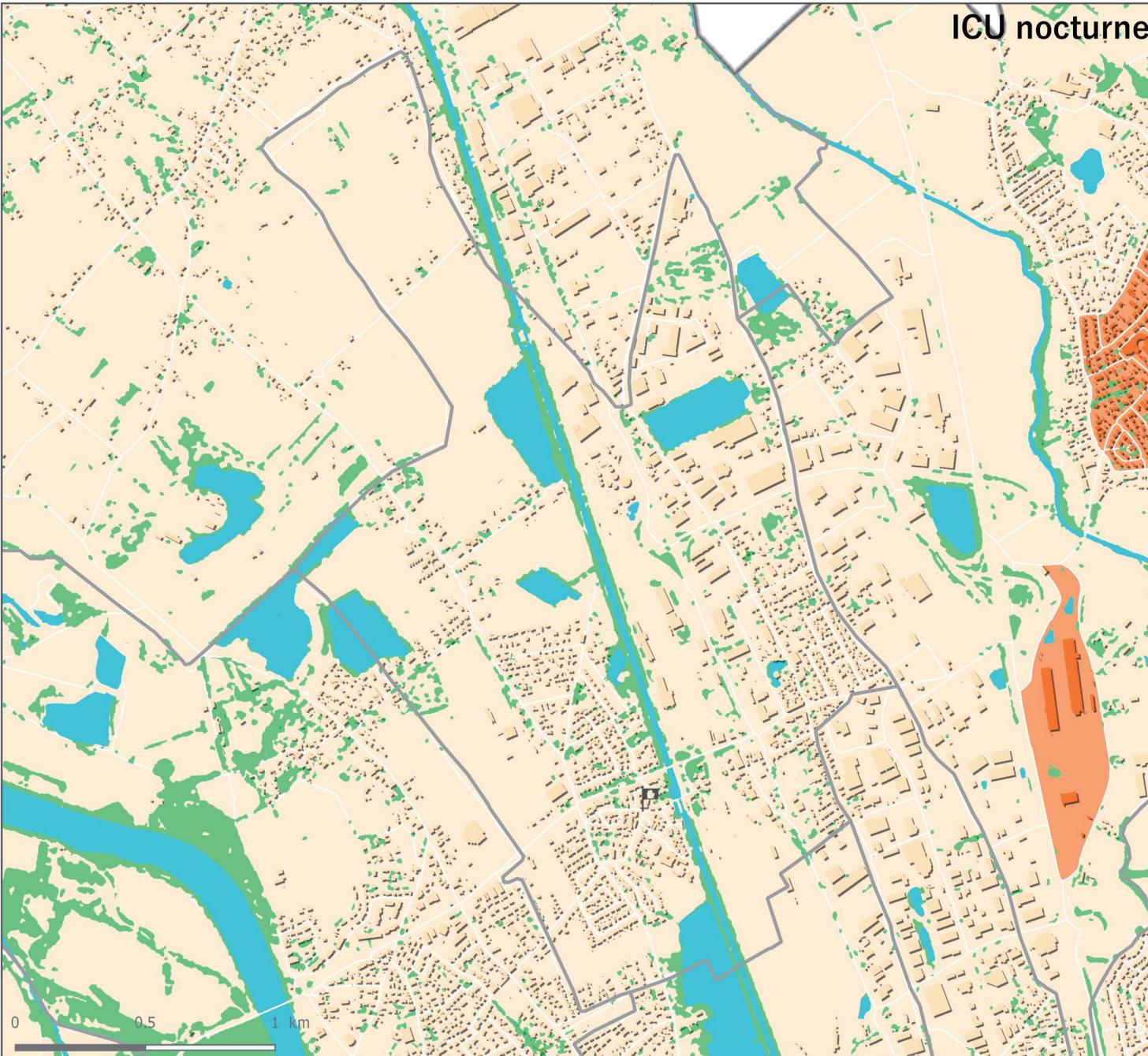
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

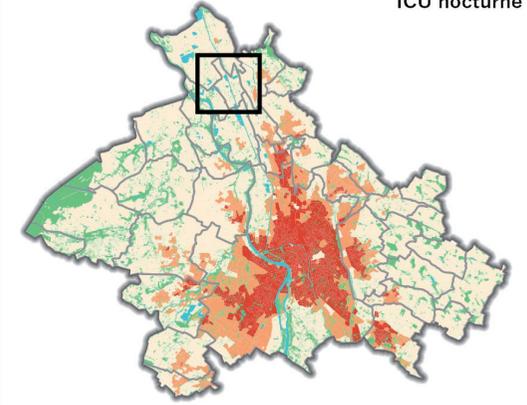
Lespinasse

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

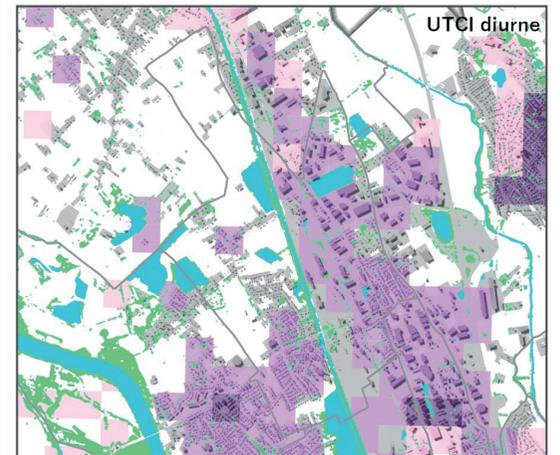
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne

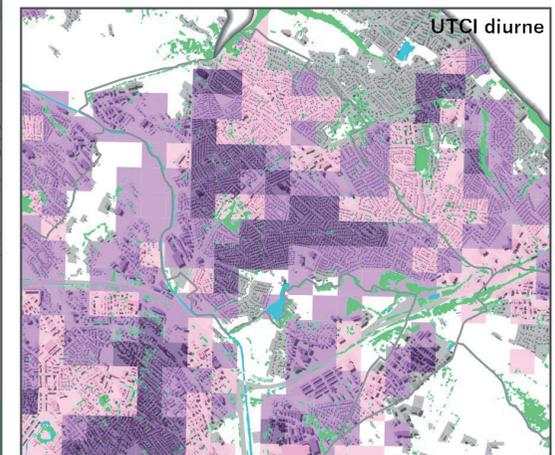
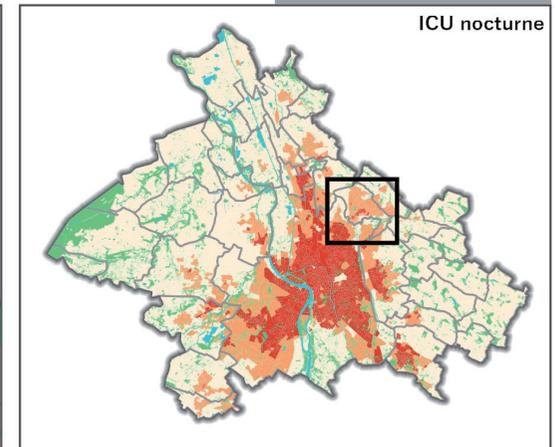
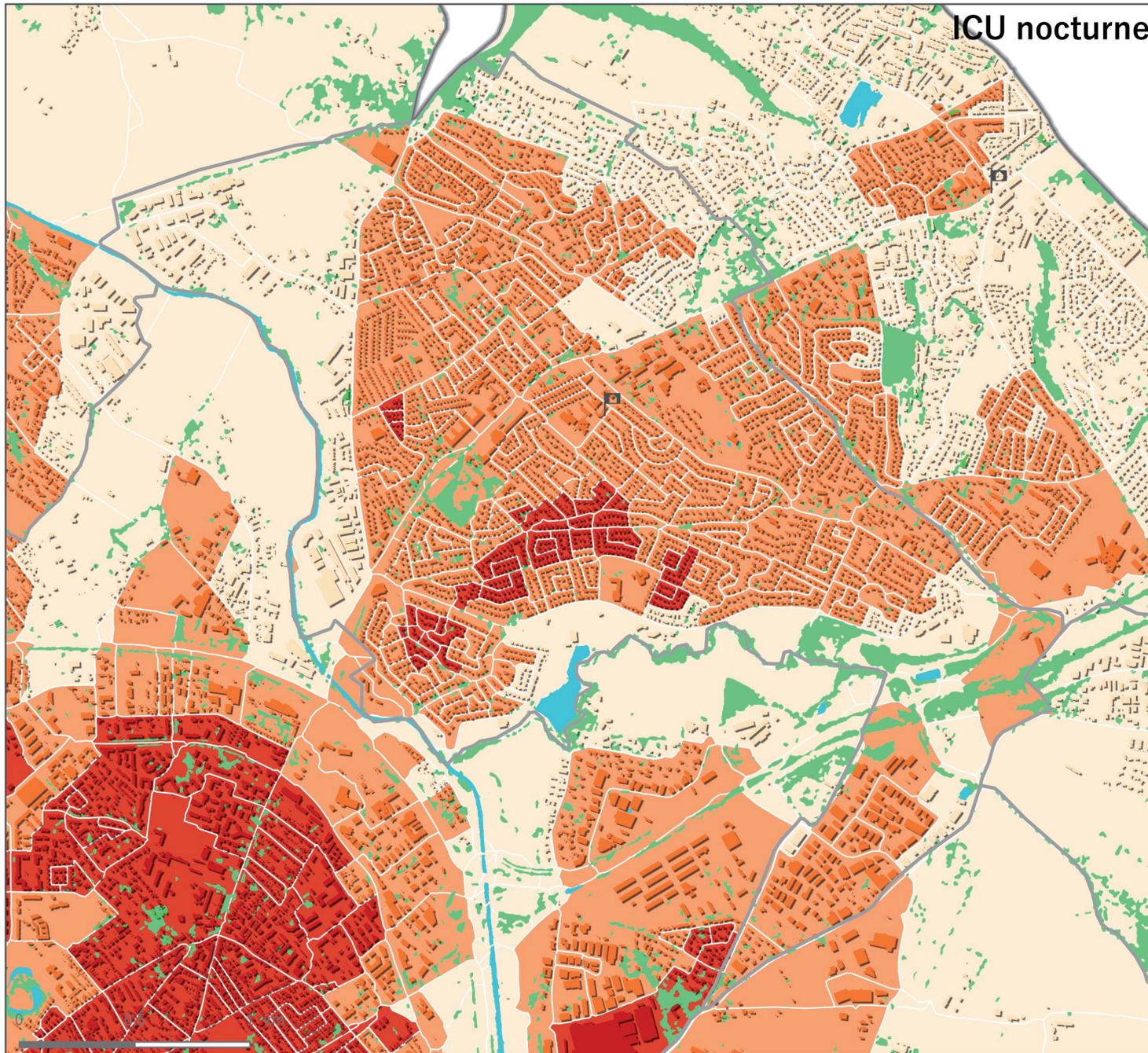


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ aua/T 2019

L'Union

Jour de référence TTS 9

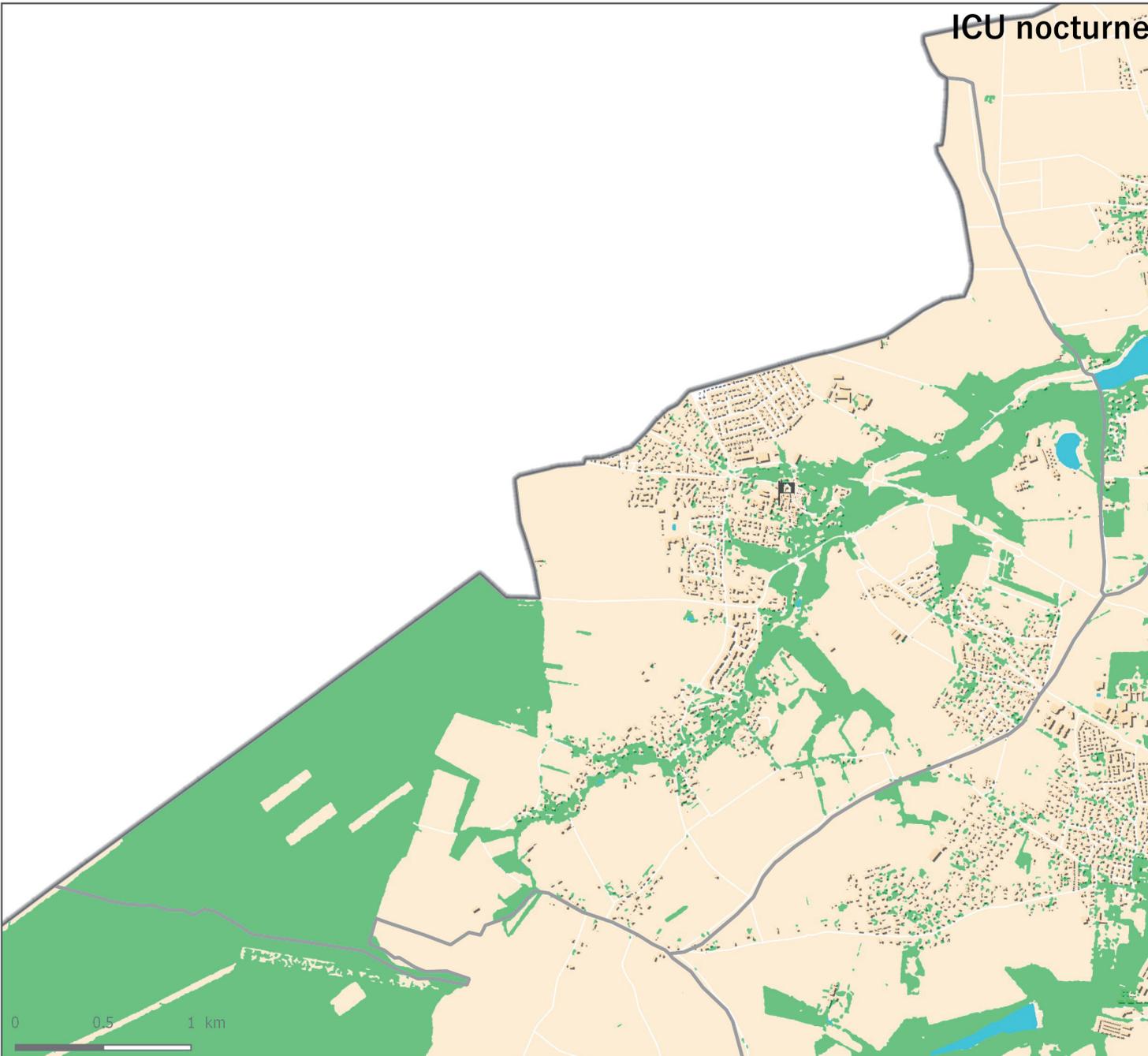


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

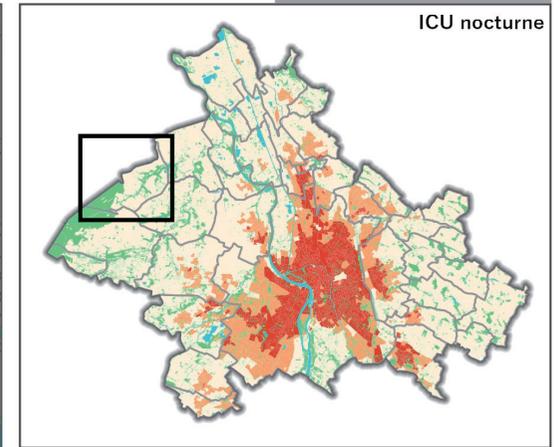
▲ © aua/T 2019

Mondonville

Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

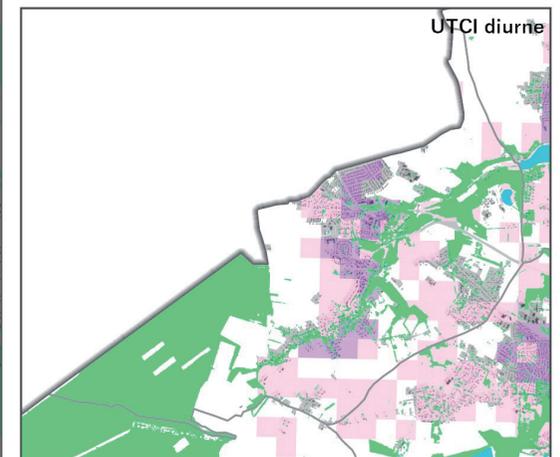
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



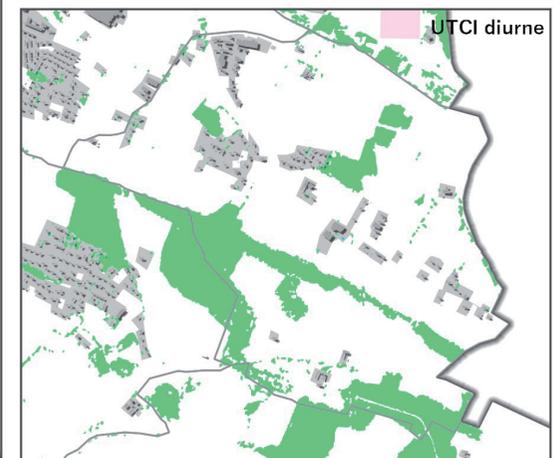
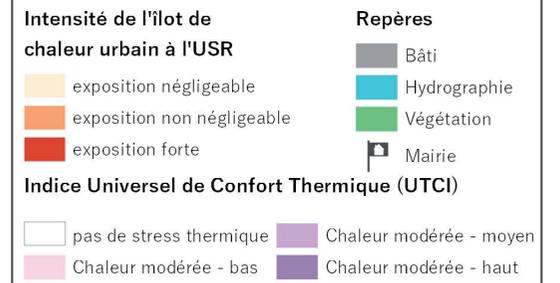
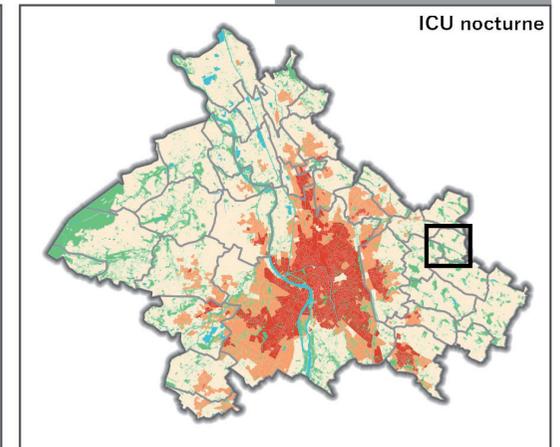
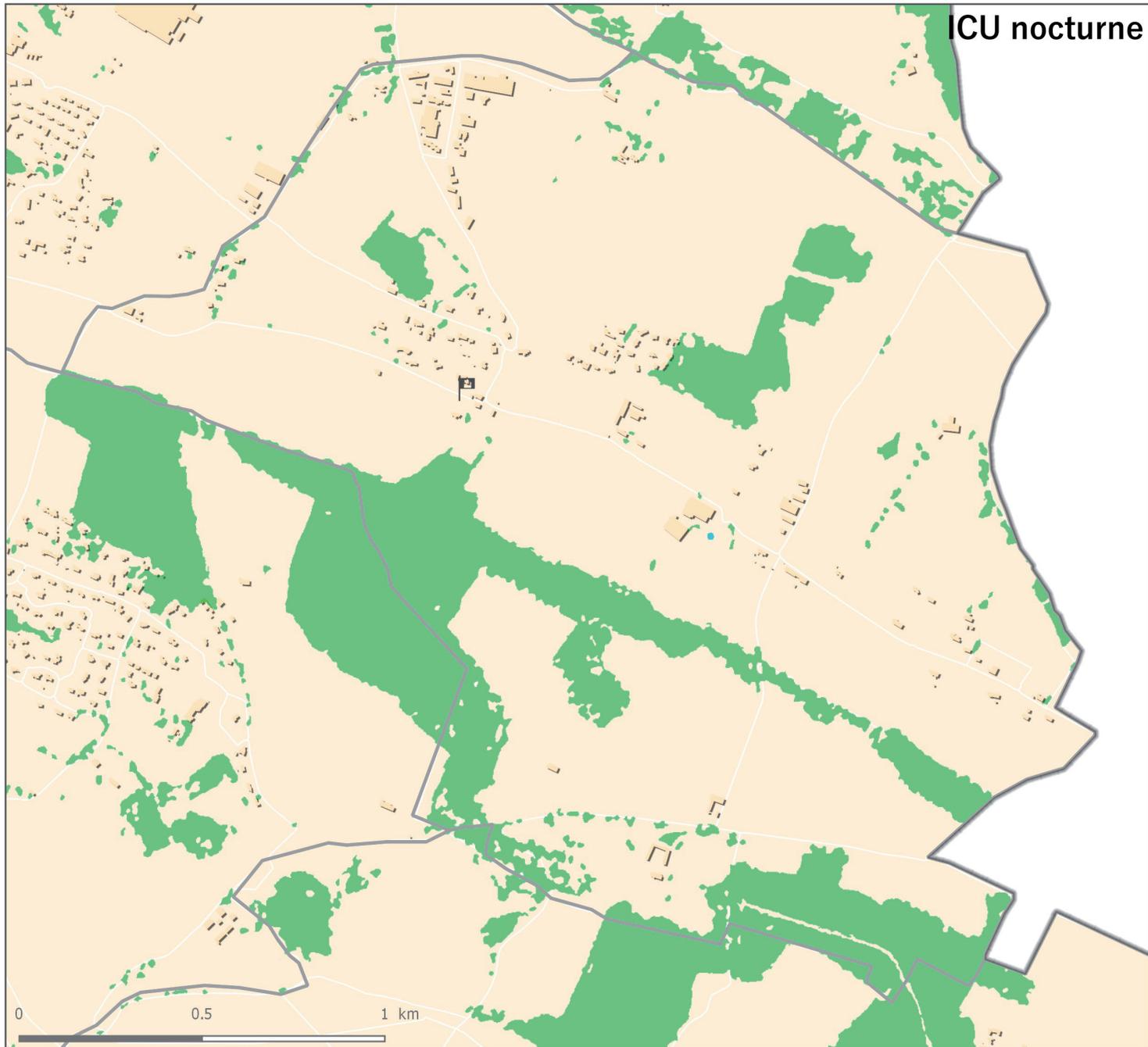
UTCI diurne

Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Mondouzil

Jour de référence TTS 9



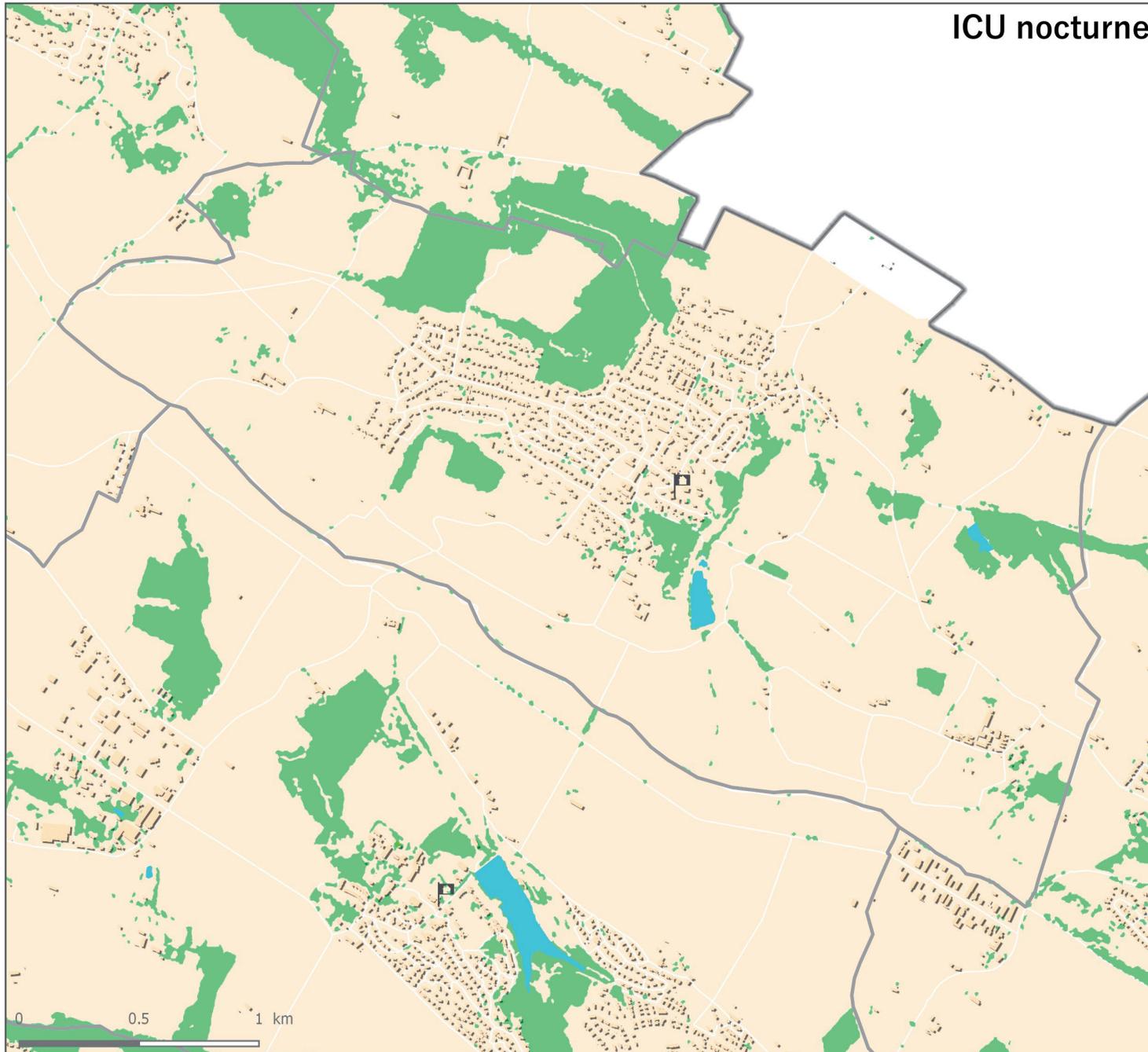
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ aua/T 2019

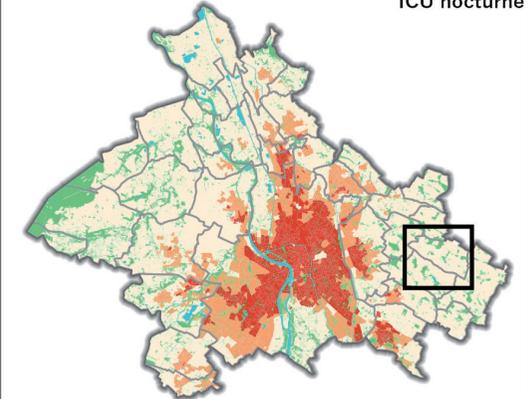
Mons

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

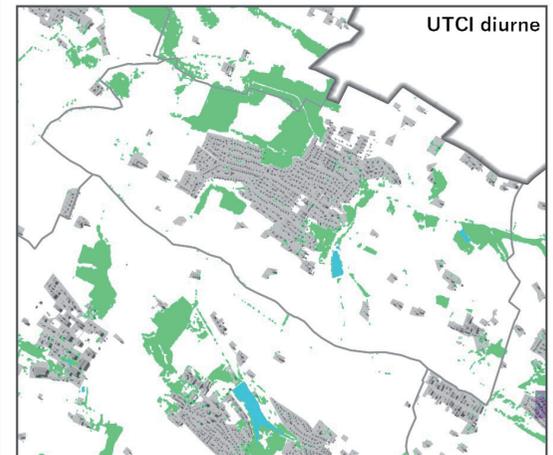
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne



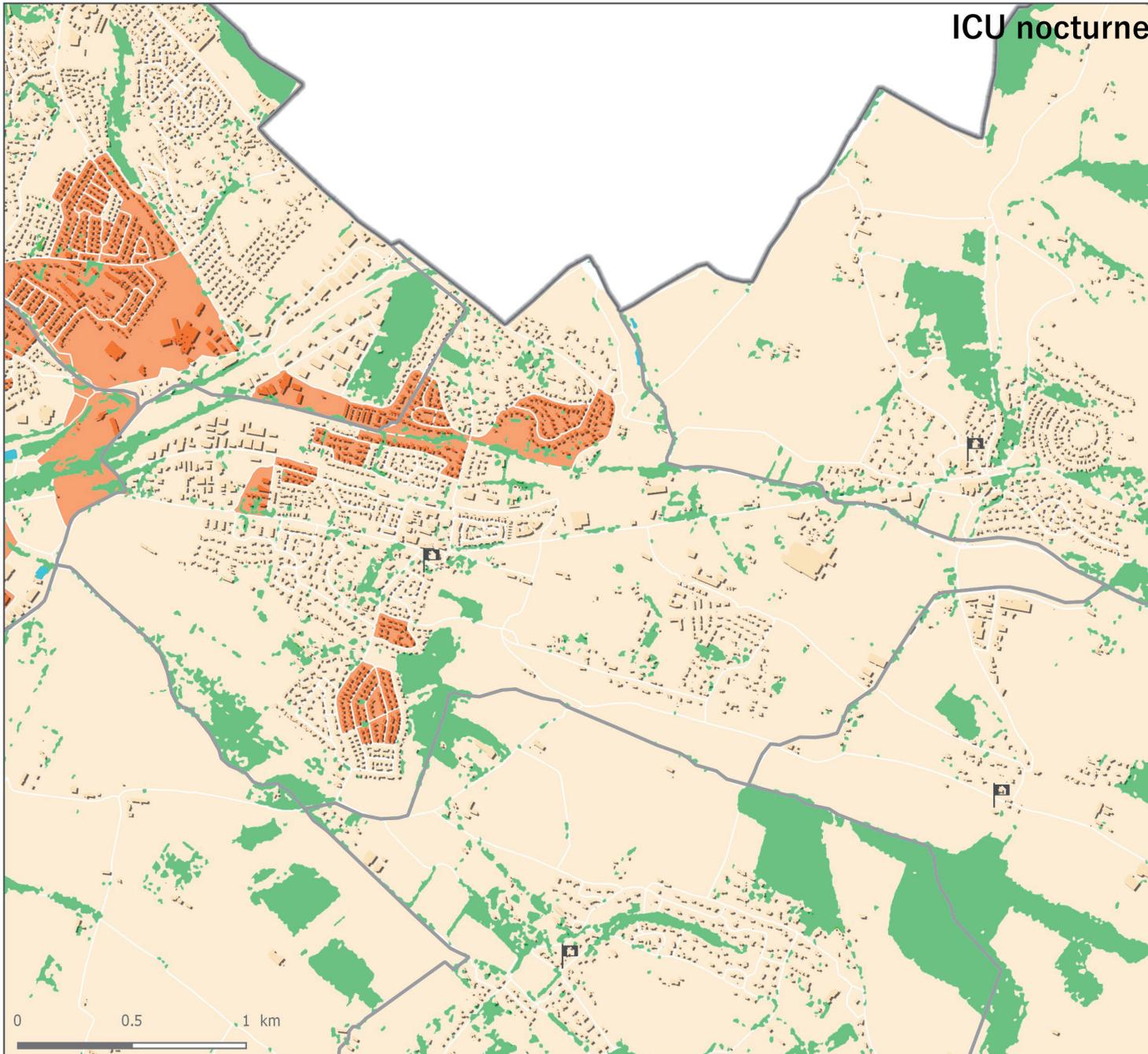
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

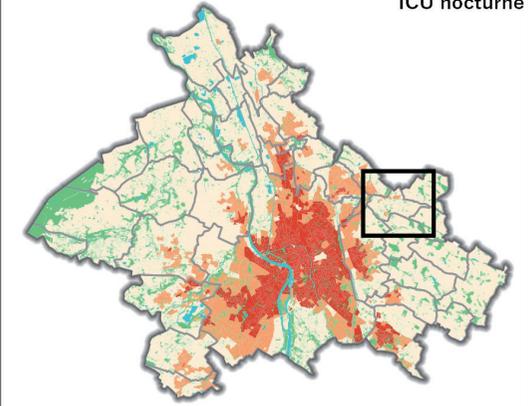
Montrabé

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

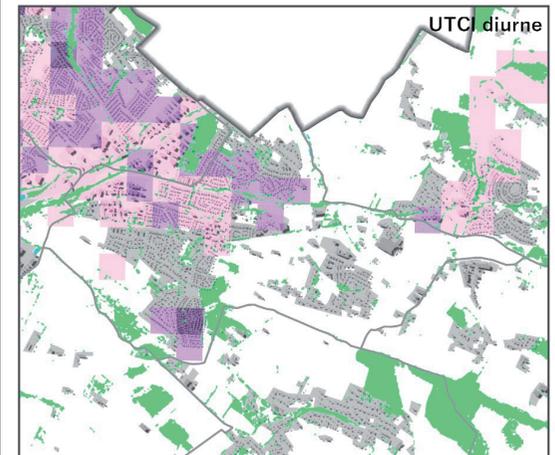
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne

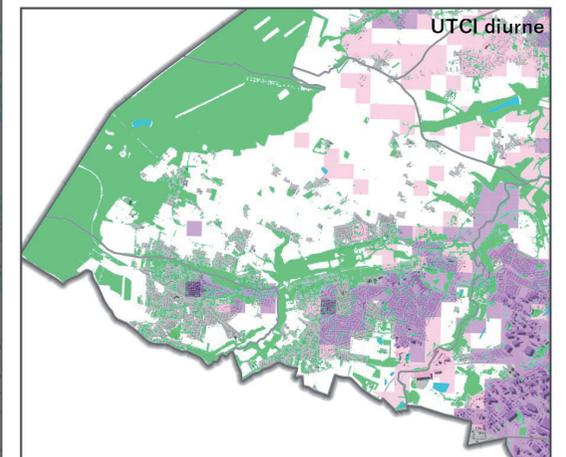
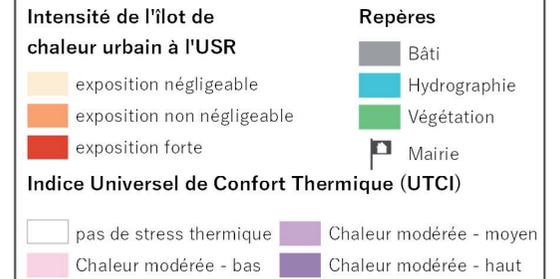
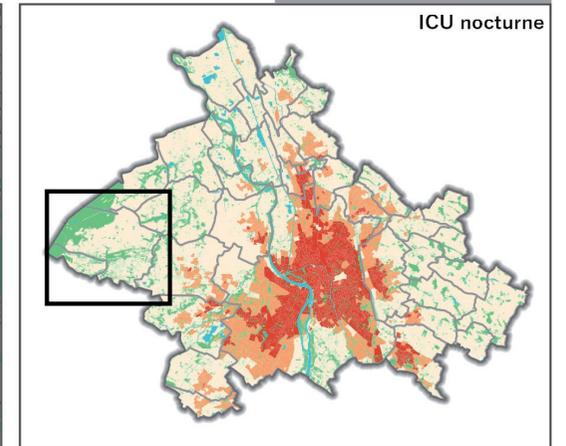
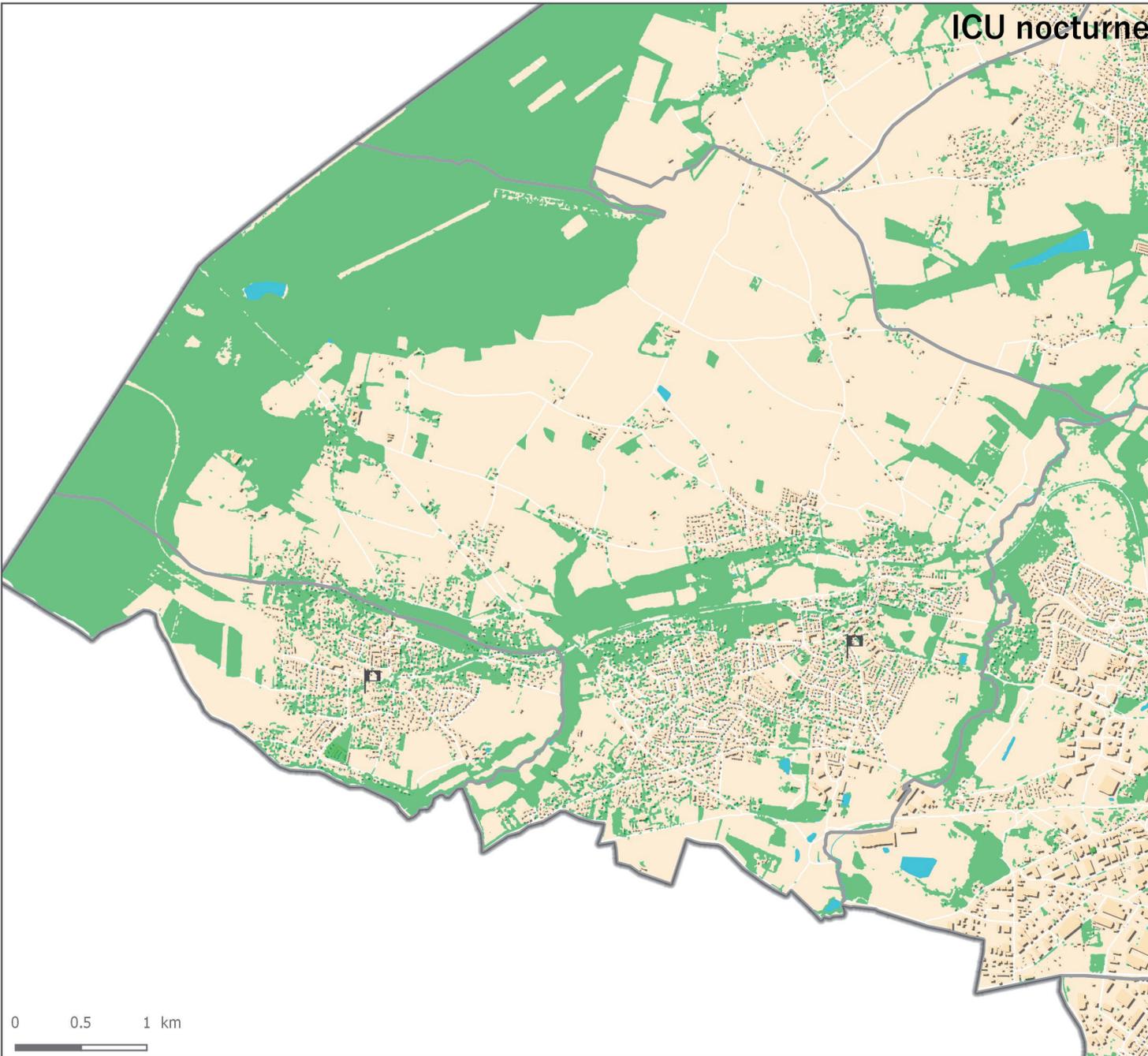


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Pibrac

Jour de référence TTS 9

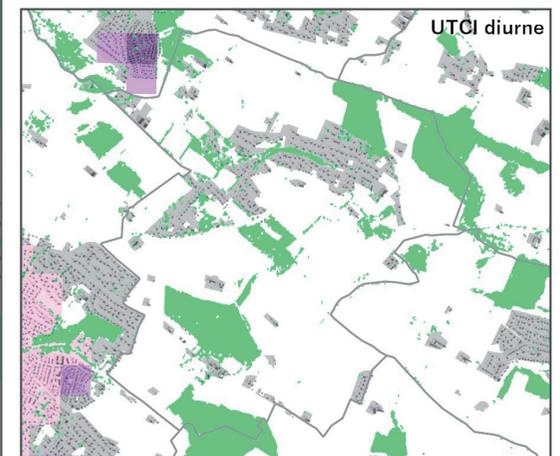
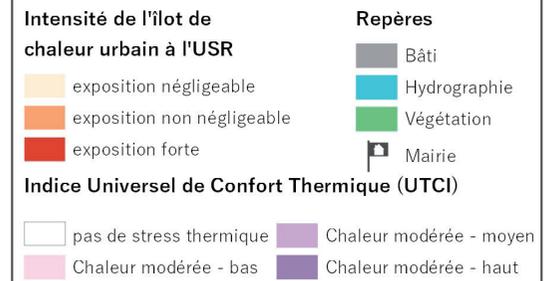
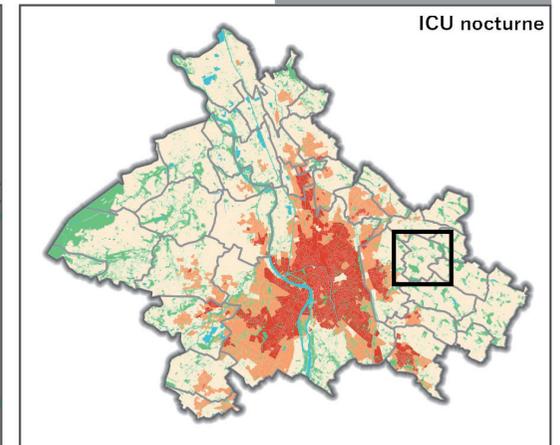
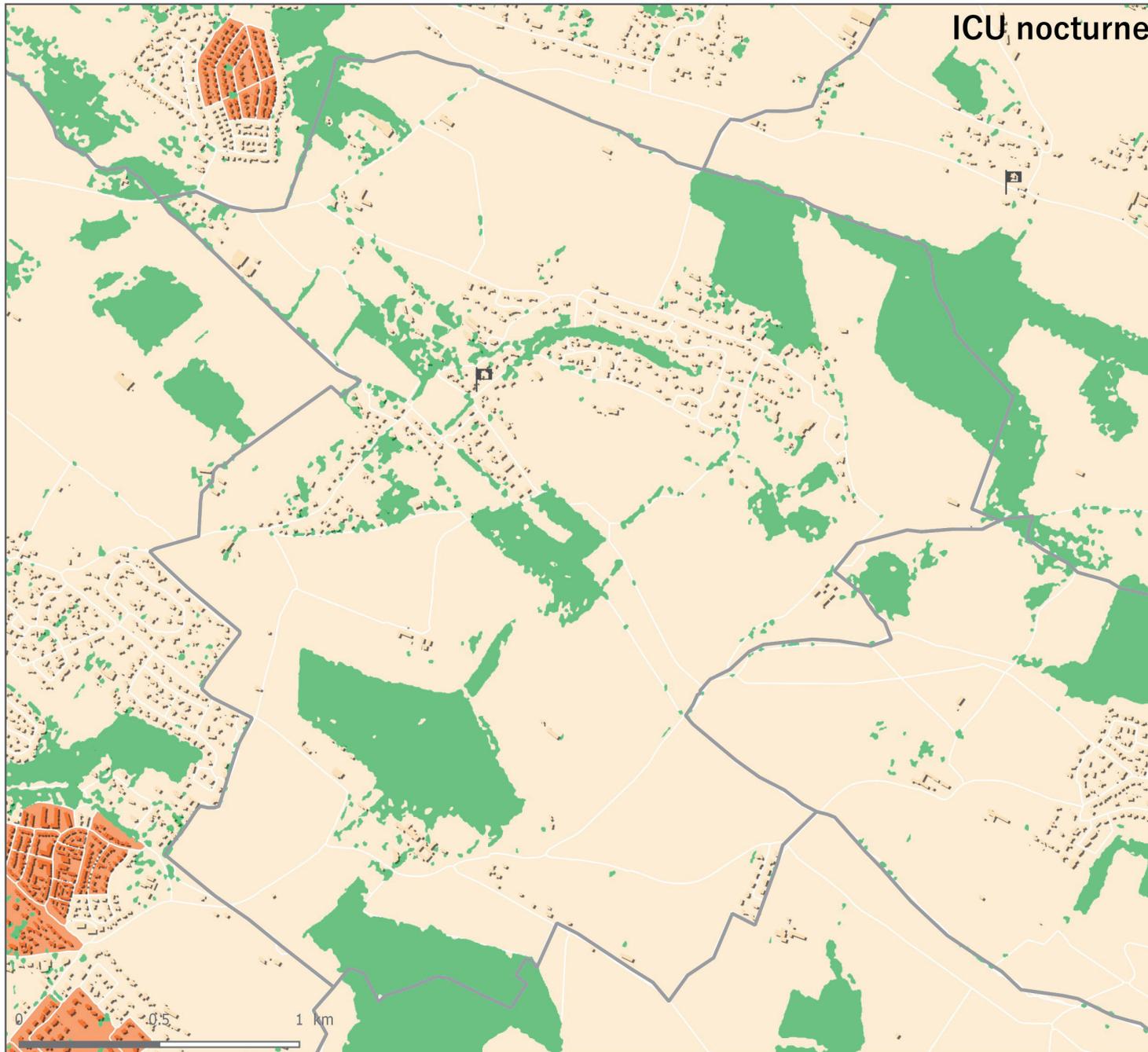


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Pin-Balma

Jour de référence TTS 9

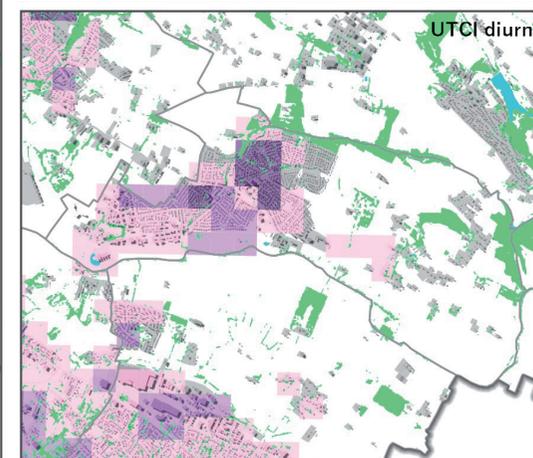
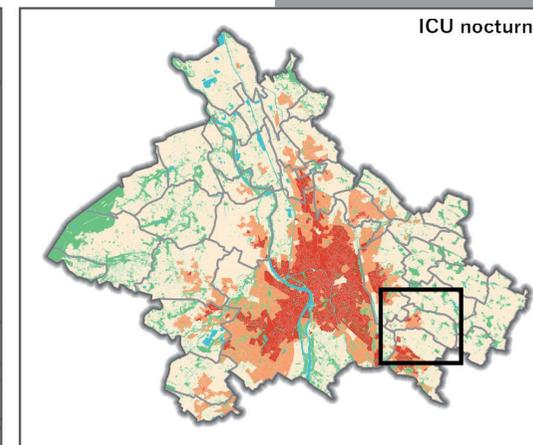
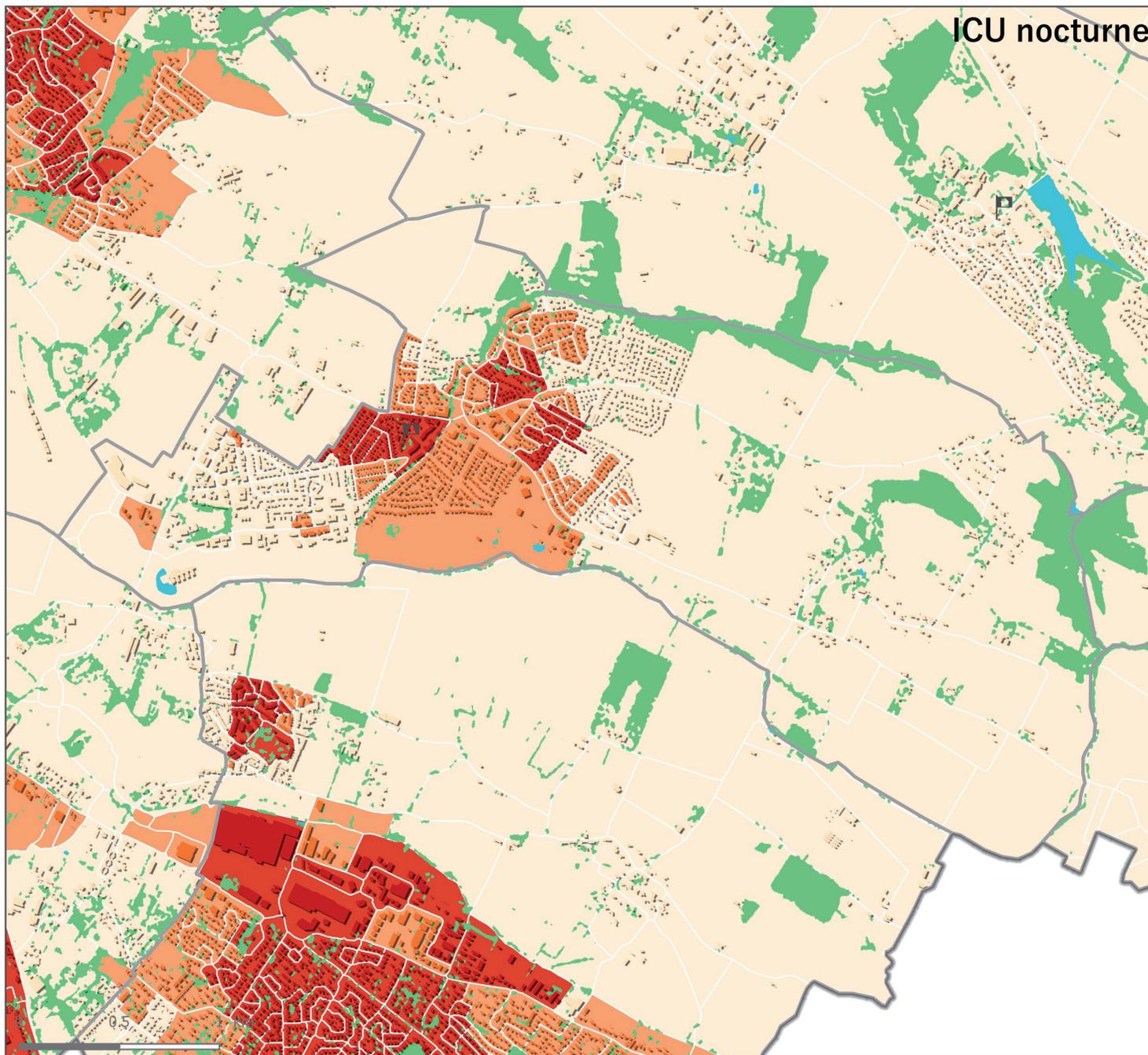


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Quint-Fonsegrives

Jour de référence TTS 9

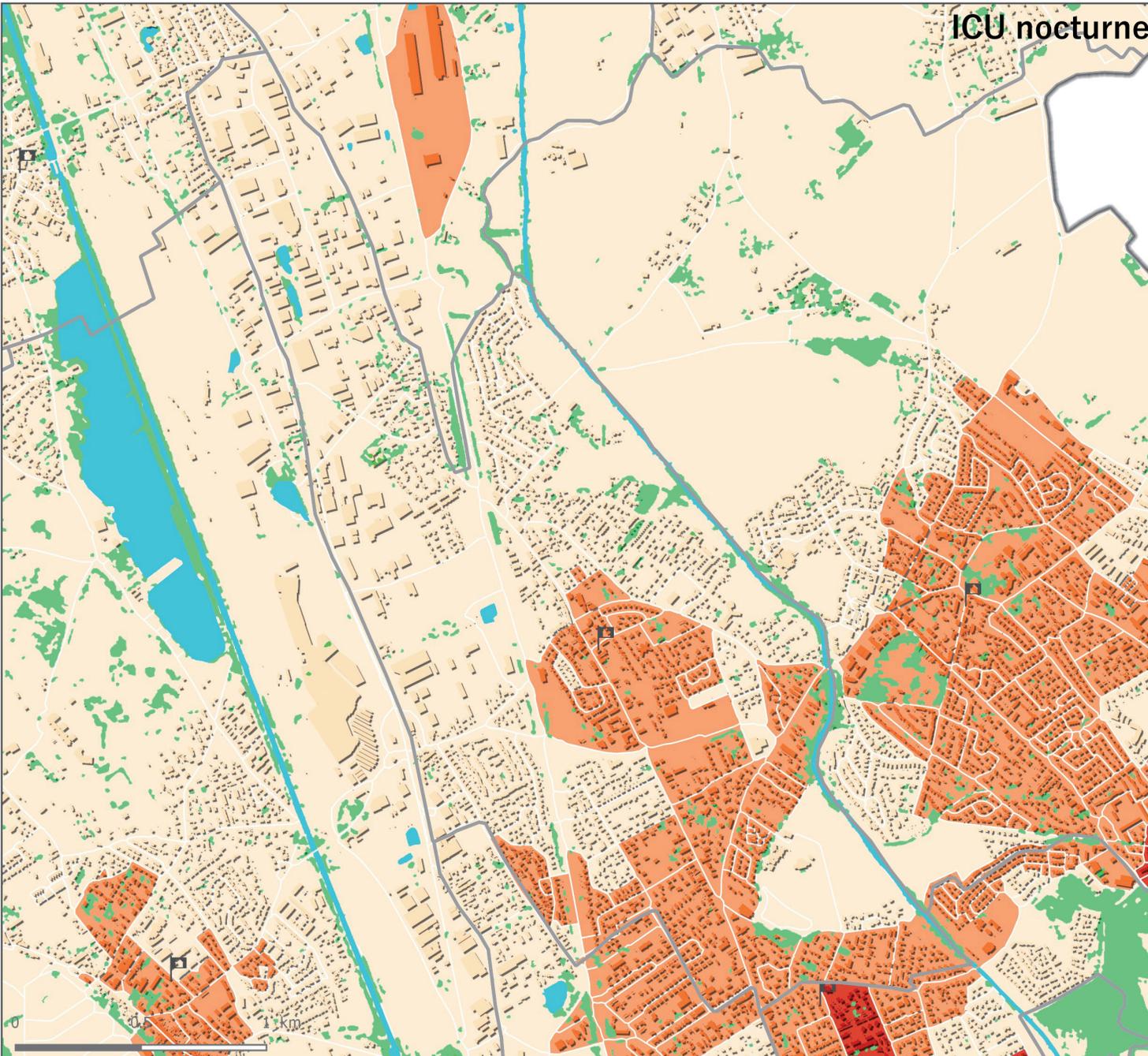


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

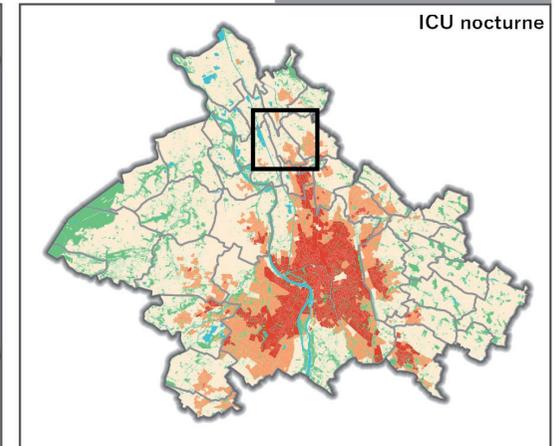
▲ aua/T 2019

Saint-Alban

Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



UTCI diurne

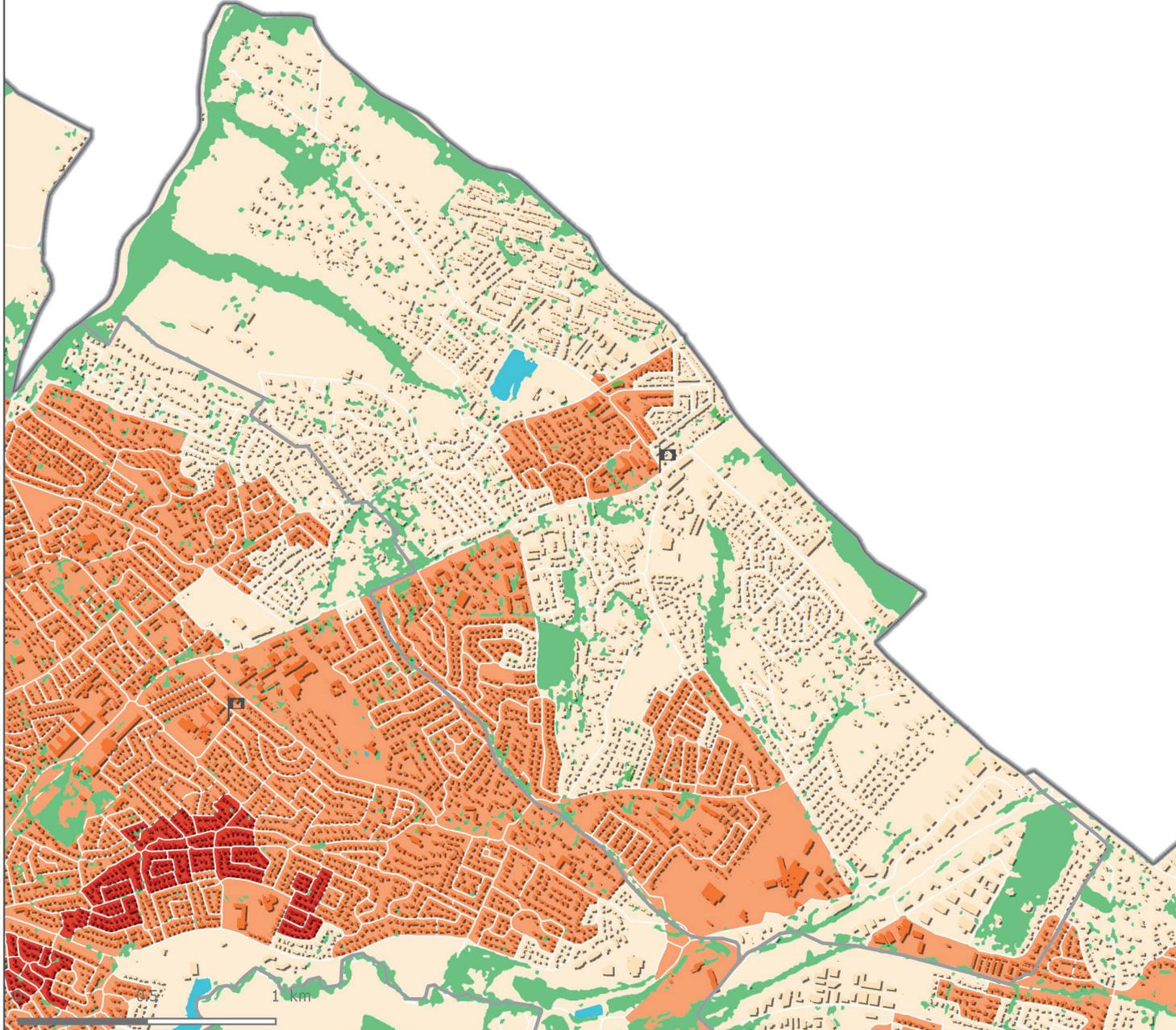
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

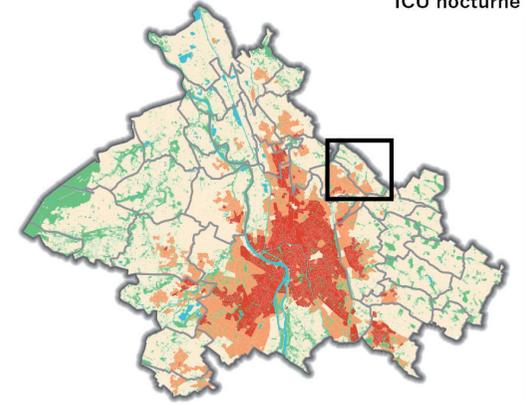
Saint-Jean

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

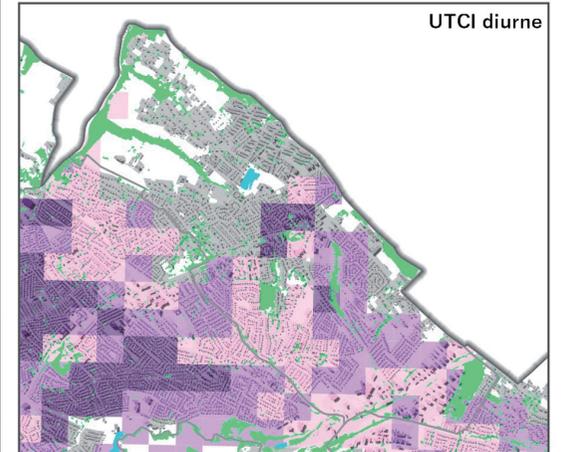
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - haut
- Chaleur modérée - moyen

UTCI diurne



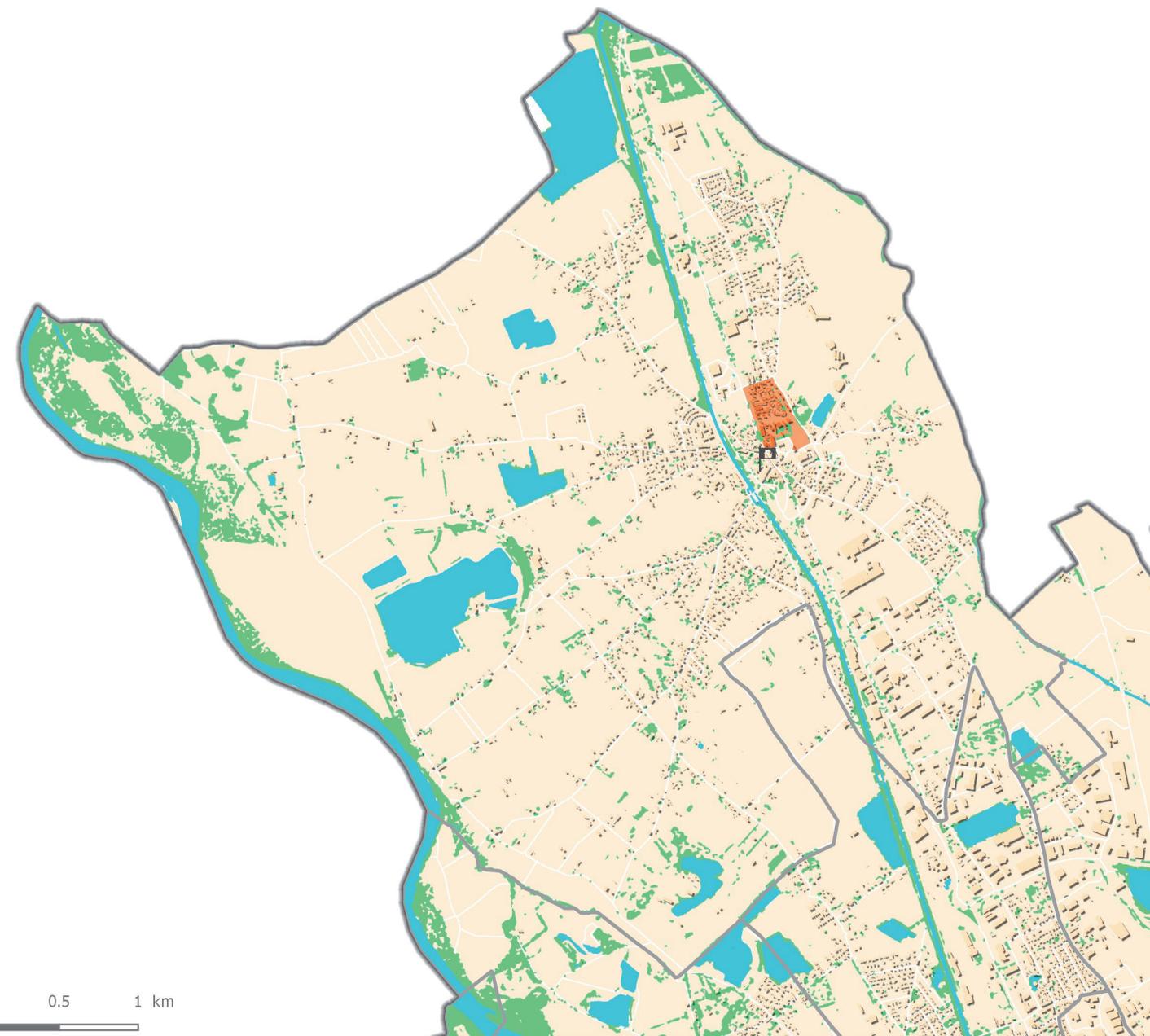
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ aua/T 2019

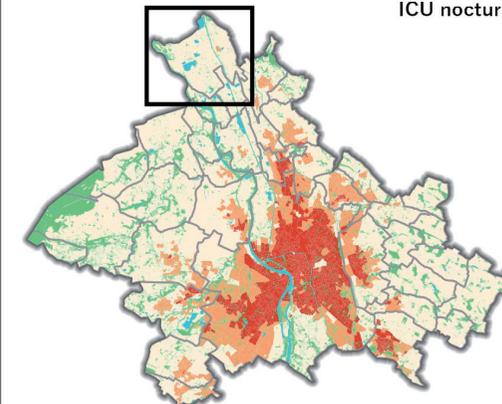
Saint-Jory

Jour de référence TTS 9

ICU nocturne



ICU nocturne



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

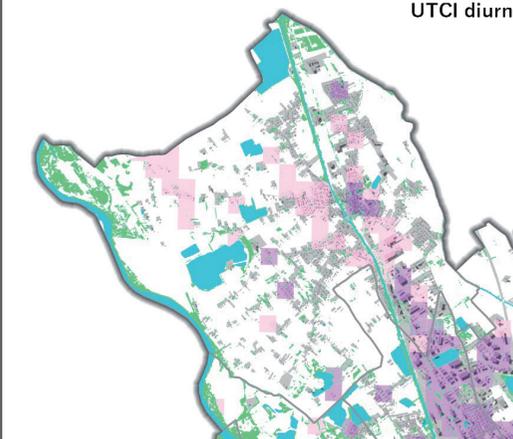
Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut

UTCI diurne

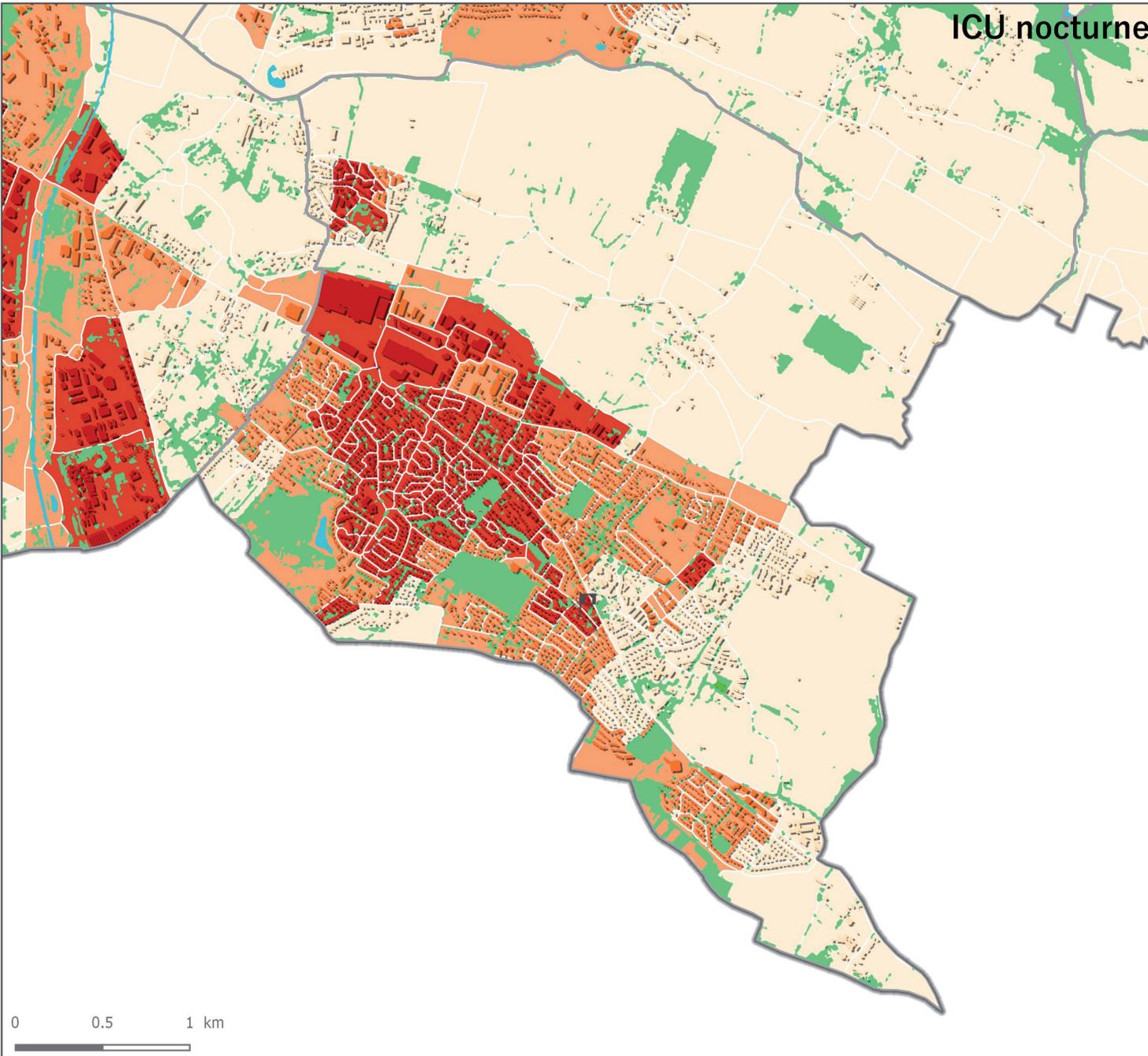


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

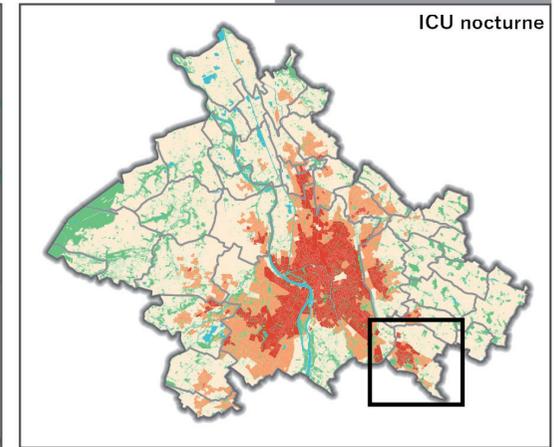
▲ © aua/T 2019

Saint-Orens-de-Gameville

Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

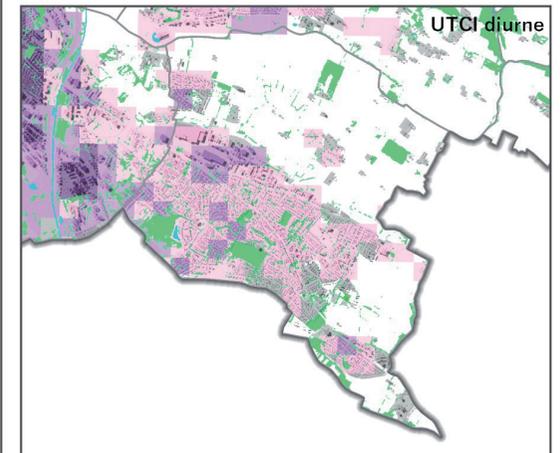
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

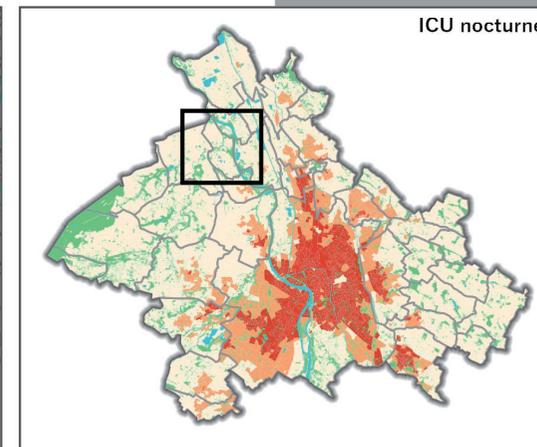
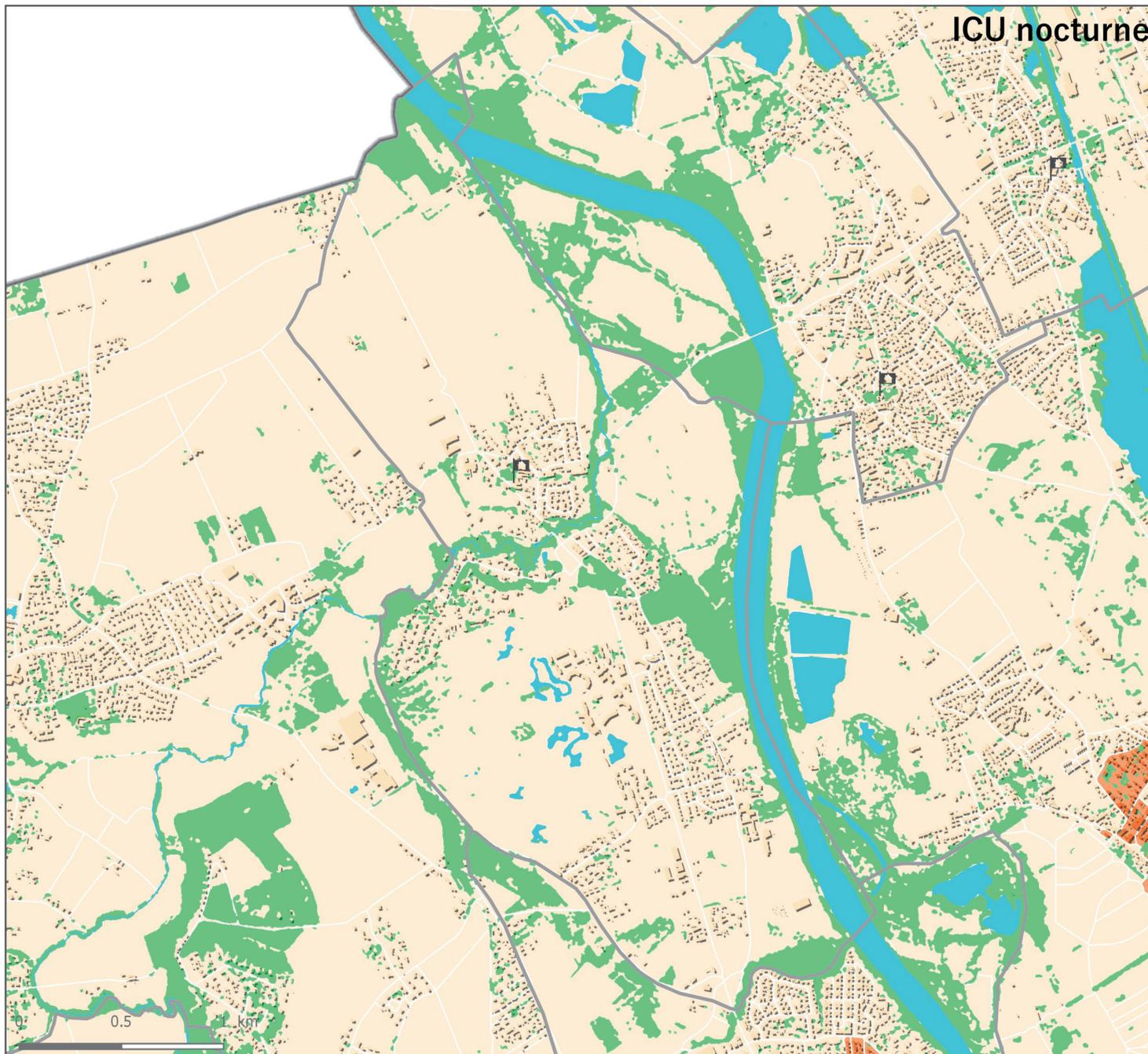
- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



UTCI diurne

Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019



Intensité de l'îlot de chaleur urbain à l'USR

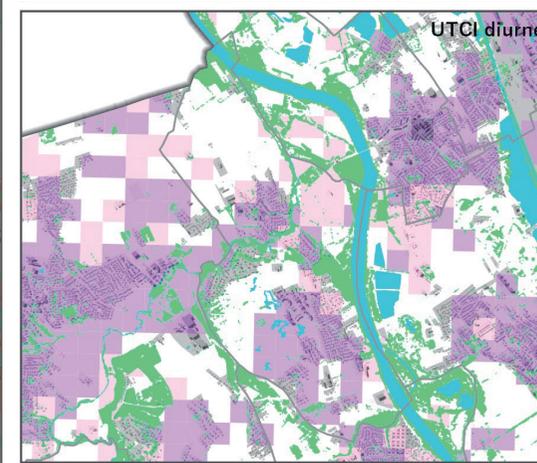
- exposition négligeable
- exposition non négligeable
- exposition forte

Repères

- Bâti
- Hydrographie
- Végétation
- Mairie

Indice Universel de Confort Thermique (UTCI)

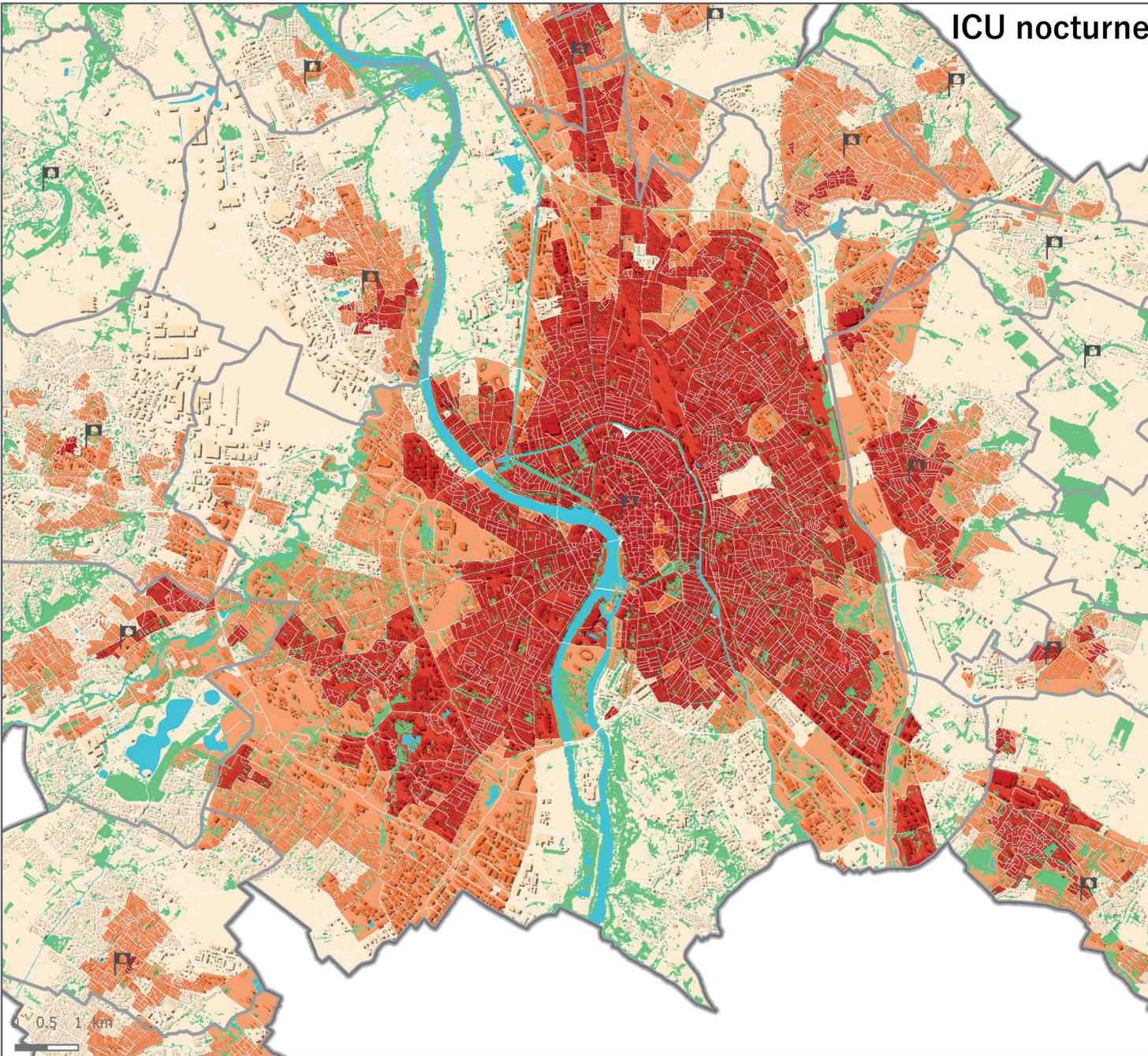
- pas de stress thermique
- Chaleur modérée - bas
- Chaleur modérée - moyen
- Chaleur modérée - haut



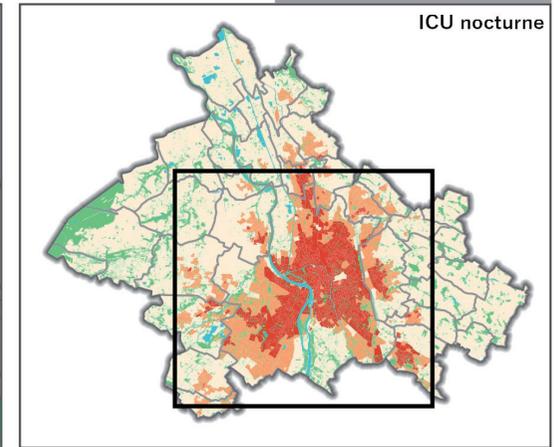
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

Toulouse

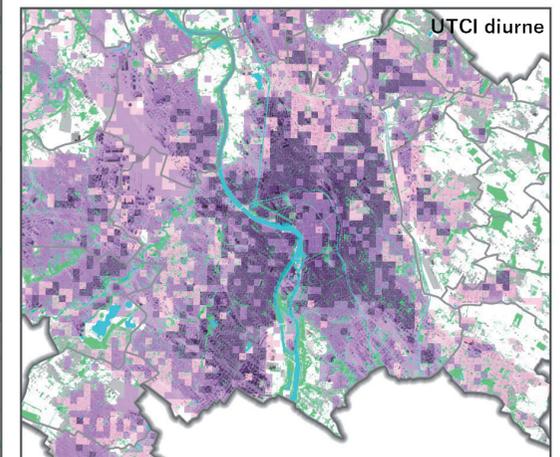
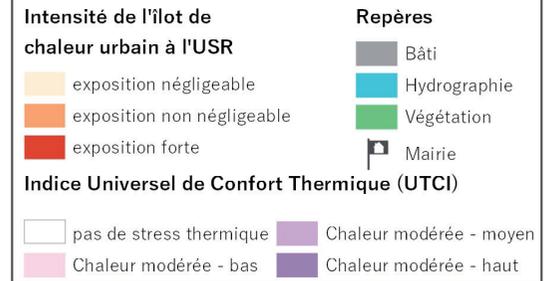
Jour de référence TTS 9



ICU nocturne



ICU nocturne

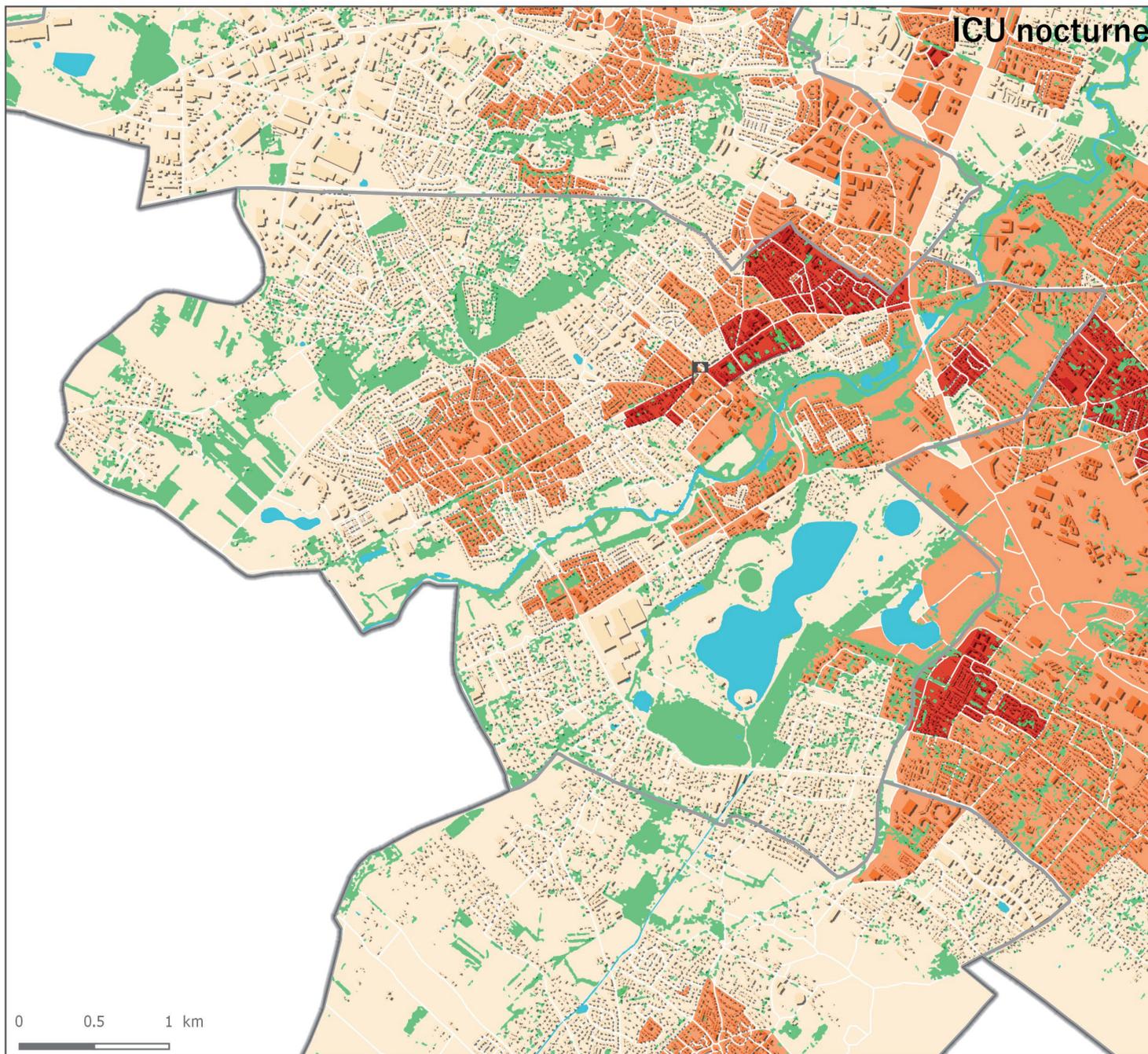


UTCI diurne

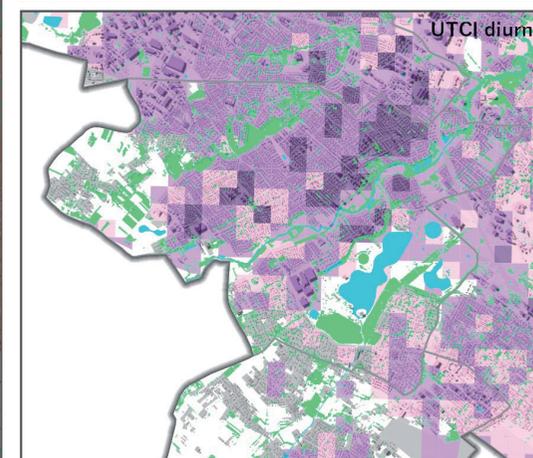
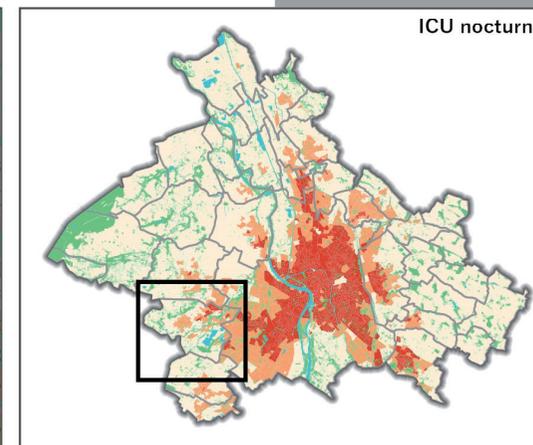
Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aia/T-2016)

▲ © aia/T 2019

Tournefeuille



Jour de référence TTS 9

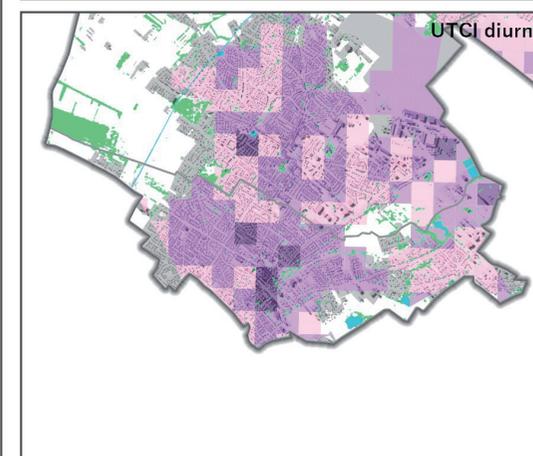
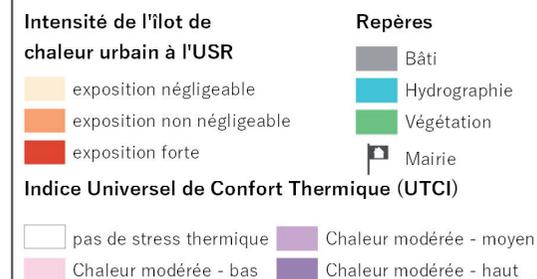
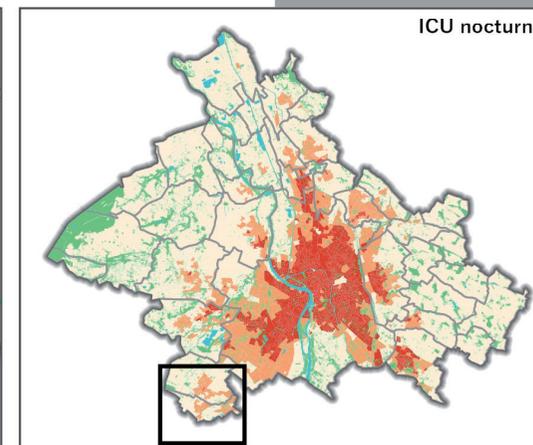
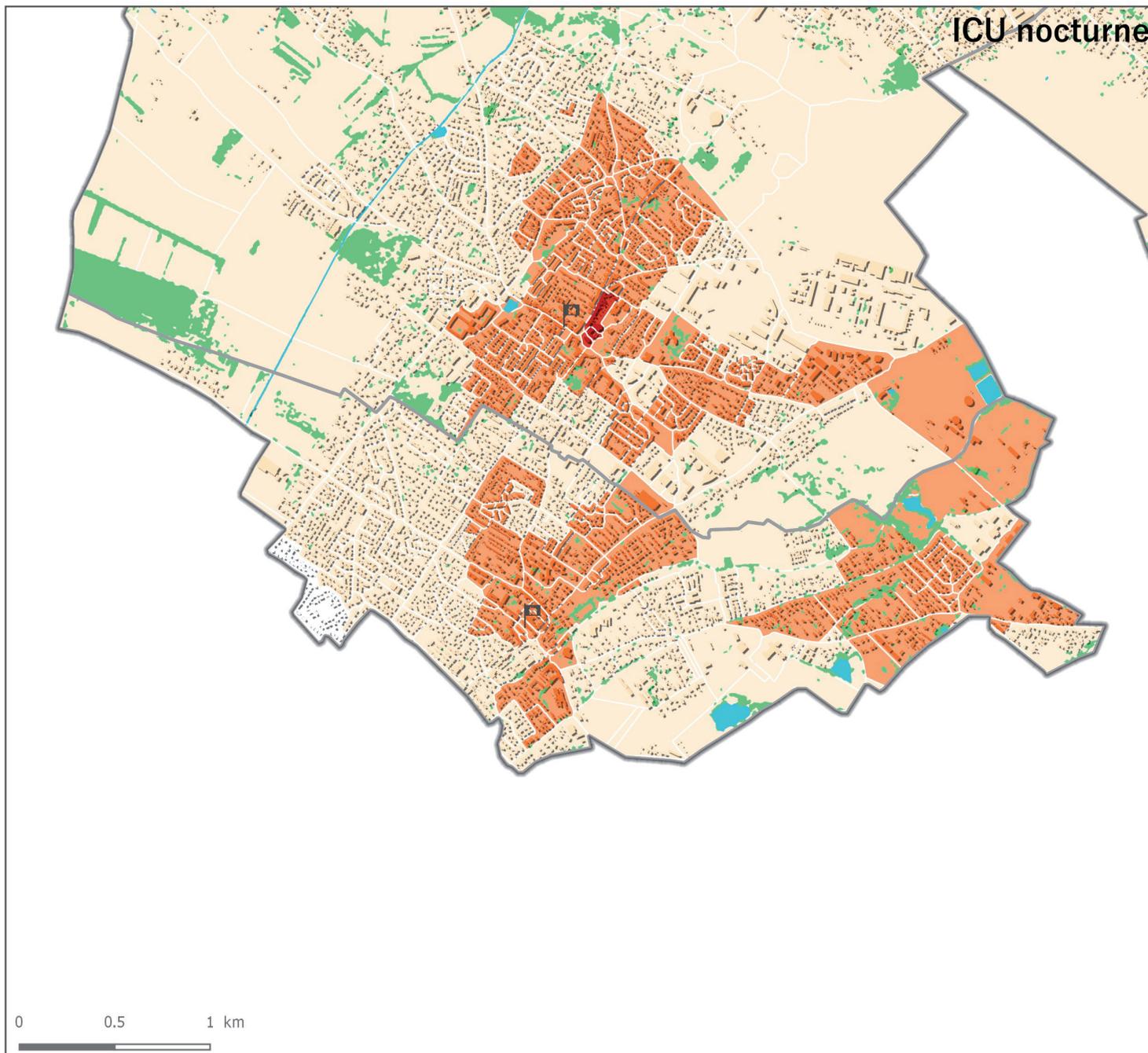


Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aua/T-2016)

▲ © aua/T 2019

Villeneuve-Tolosane

Jour de référence TTS 9



Sources : BD-MAPUCE (2015),
Données climatiques (CNRM, LISST, 2018),
Couche végétation (aui/T-2016)

▲ © aui/T 2019

4. POUR ALLER PLUS LOIN...

Les productions du projet MApUCE

Rapport scientifique du projet MApUCE

www.umr-cnrm.fr/ville.climat/IMG/pdf/rapport_scientifique_mapuce_v1.2.pdf

Guide méthodologique issu du projet MApUCE

http://uar-lieu-amu.fr/wp-content/uploads/2019/07/MapUCE_guide-methodologique_BD_48p.pdf

Fiches méthodologiques pour les documents d'urbanisme :

- halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01354293v1
- halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01354275v1
- halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01354282v1
- halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01354285v1
- halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01354288v1

Les sites internet de référence

Site du projet MApUCE

www.umr-cnrm.fr/ville.climat/spip.php?rubrique120

Site de la base de données MApUCE

mapuce.orbisgis.org/

Les publications de l'aua/T

- 360 / Chaleur et santé en ville, 2019
- Les îlots de chaleur urbains sous surveillance, 2019
- Ilot de chaleur urbain (Glossaire AC/TE), 2018
- Quels leviers pour réduire l'îlot de chaleur urbain ?, 2017

Les publications des partenaires

Bas de données MApUCE

BOCHER E., PETIT G., BERNARD J., PALOMINOS S., *A geo-processing framework to compute urban indicators: The MApUCE tools chain*, Urban Climate, n° 24, 2018, p. 153-174.
doi.org/10.1016/j.uclim.2018.01.008.

Types de Temps Sensibles

HIDALGO J., JOUGLA R., *On the use of local weather types classification to improve climate understanding: An application on the urban climate of Toulouse*, PLoS ONE, 2018, 1 312 p., E0208138.

Zone climatique locale

HIDALGO J., DUMAS G., MASSON V., PETIT G., BETCHTEL B., BOCHER E., FOLEY M., SCHOETTER R., MILLS G., *Comparison between Local Climate Zones maps derived from administrative datasets and satellite observations*, Urban Climate, 2019, in press.

Validations des simulations microclimatiques

KWOK Y.-T., SCHOETTER R., LAU K., HIDALGO J., REN C., PIGEON G., MASSON V., *How does the local climate zone scheme discern the urban thermal environment? Evaluation for a European city (Toulouse) using numerical simulation data*, International Journal of Climatology, 2019, in revision.

Simulations énergétiques

SCHOETTER R., MASSON V., BOURGEOIS A., PELLEGRINO M., and LÉVY J.-P., *Parametrisation of the variety of human behaviour related to building energy consumption in TEB (SURFEX v. 8.2)*, Geoscientific Model Development, 10, 2017, p. 2801-2831, doi: 10.5194/gmd-10-2801-2017.

Typologies urbaines

TORNAY N., SCHOETTER R., BONHOMME M., FARAUT S., LEMONSU A. and MASSON V., *GENIUS : A methodology to define a detailed description of buildings for urban climate and building energy consumption simulations*, Urban Climate, n° 10, 2017, p. 75-93, doi: 10.1016/j.uclim.2017.03.002

Volet juridique

LAMBERT M.L., GOZE E., DEBRYE L. et al., *Adapter les territoires aux changements climatiques - Outils juridiques d'urbanisme et d'aménagement*, éditions Territorial, collection Dossier d'experts 2020, 176 p.

aua/T

Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire métropolitaine
Le Belvédère - 11 bd des Récollets - CS 97802 - 31078 Toulouse cedex 4 - Tél. 05 62 26 86 26 - www.aa-toulouse.org