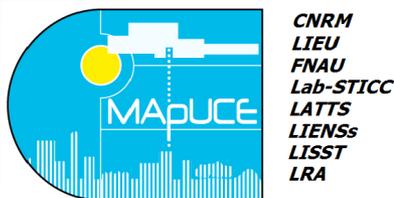


*Colloque de fin de projet MApUCE
22-01-2019, IAU, Paris
Outils de transfert vers les acteurs de l'urbanisme*

Témoignage de Toulouse Métropole :

Collaboration de recherche-action
dans le cadre de l'élaboration du PLUi-H

**Lise Debrye, Valérie Edouart, Aurelie Bayol, Toulouse Métropole
Julia Hidalgo, Sinda Haouès-Jouve, Najla Touati, LISST
Geneviève Bretagne, Aua/T**



toulouse
métropole



Plan

1. Contexte
2. Toulouse comme terrain d'expérimentation du projet MApUCE à travers le PLUi-H
3. Information climatique. Qu'est-ce qui est nouveau ?
4. La traduction des enjeux climatiques dans le PLUi-H
5. Les travaux en cours sur les outils cartographiques
6. L'accompagnement de la mise en œuvre du PLUi-H et la poursuite des réflexions pour intégrer le climat dans le prochain PLUi-H

1. Un contexte favorable à la collaboration

Loi de transition de transition énergétique, les Plans climat énergie territoire (PCET) sont devenus des Plans climat air énergie territorial (PCAET). Leur contenu a été précisé par le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 et l'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat air énergie territorial

Elaboration du PLUIH avec obligation de prendre en compte le PCAET

Démarche Smart city : Construire la ville de demain résiliente, humaine, respirable

La présence sur Toulouse d'une certaine masse critique et multidisciplinaire en terme de recherche sur l'urbain : CNRM, LISST, LRA, ONERA, CESBIO...

1. Un contexte favorable à la collaboration

Acteurs

Premier engagement : 2012

Plan Climat Energie Territorial (PCET) du Grand Toulouse



Échanges pour apprendre : 2010→2015

Participation dans des projets européens: Mi Ciudad, POPSU, EcoHabitat, ...



Co-construction du volet climat-énergie : 2016/2017

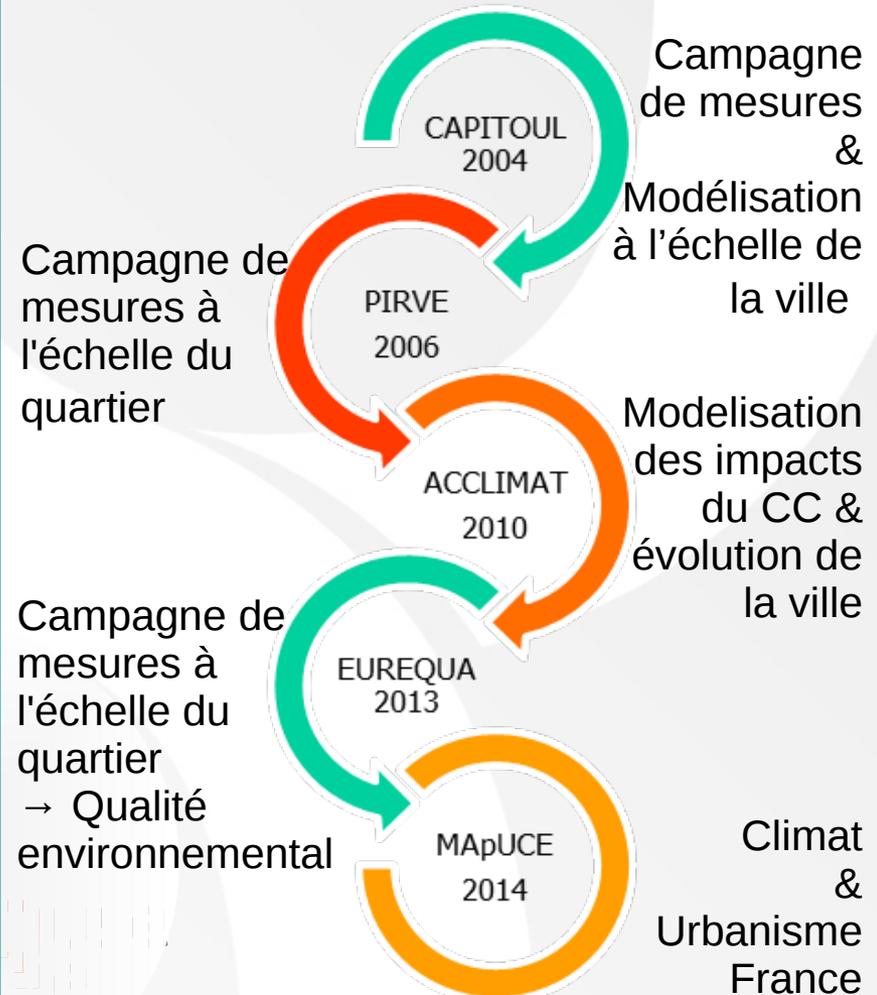
Plan local d'urbanisme intercommunal et habitat (PLUiH) de Toulouse Métropole



&

Chercheurs

Climatologie urbaine – Urbanisme – Architecture



Et qui se poursuit : PAENDORA, URBCLIM...

4 ENJEUX TRANSVERSAUX PRIORITAIRES

ATTÉNUATION

Atténuation de l'impact des activités du territoire sur le climat (réduction des émissions GES)

ADAPTATION

Adaptation du territoire au changement climatique

QUALITÉ DE L'AIR

Amélioration de la qualité de l'air pour la santé

CROISSANCE VERTE

Transition énergétique pour la croissance verte

6 AXES STRATÉGIQUES

AXE 1 : Amplifier massivement la rénovation des logements et la qualité des aménagements pour assurer le bien vivre dans l'Éco-Métropole

Ambition : « Plus de la moitié des métropolitains vivant dans un logement agréable et performant (rénové ou postérieur à RT 2012) »

AXE 2 : Favoriser l'écomobilité et faciliter les déplacements pour rendre du temps aux Métropolitains

Ambition : « 50% des déplacements réalisés autrement qu'en véhicules motorisés thermiques individuels à l'horizon 2030 »

AXE 3 : Développer les productions et consommations d'EnR* locales

Ambition : « Doubler la part des EnR* locales dans la consommation d'énergie du territoire à 2030. »

AXE 4 : Entreprendre, produire et consommer durablement dans une ville intelligente

Ambition : « Un emploi sur 10 dans les métiers verts d'ici 2030 »

AXE 5 : Affirmer TM comme animatrice territoriale de la Transition Énergétique

Ambition : « Faire agir toutes les catégories d'acteurs pour la Transition Énergétique dans le cadre du PCAET »

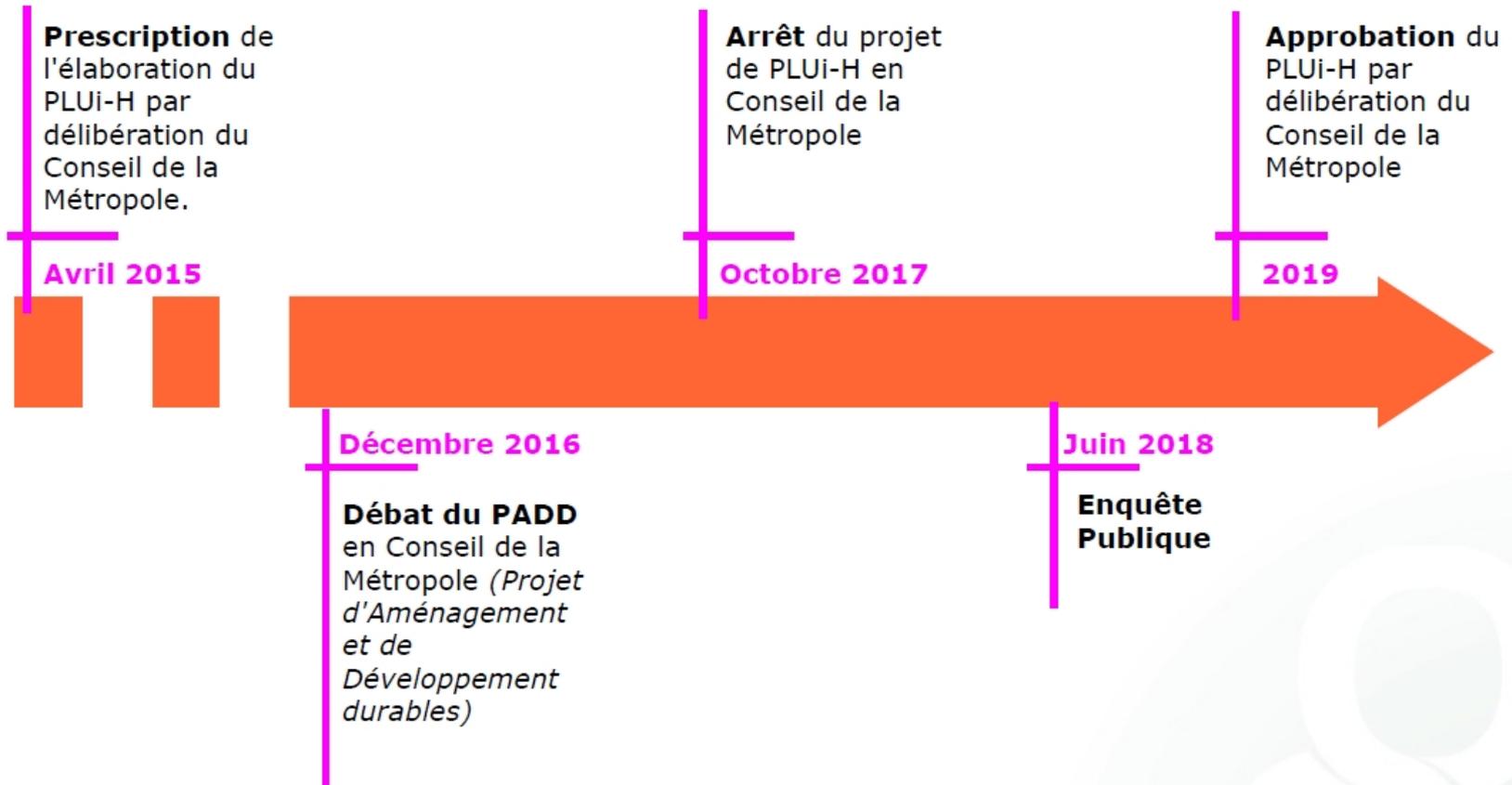
AXE 6 : Innover pour l'exemplarité et généraliser les pratiques d'excellence

Ambition : « Une collectivité à énergie positive en 2030 »

2. Toulouse comme terrain d'expérimentation du projet MApUCE à travers le PLUi-H

→ *Un partenariat opérationnel avec la Recherche
préconisations /aide à la rédaction*

LE CALENDRIER DU PLUi-H



LA GOUVERNANCE

Élaboration technique

Élaboration politique

Collaboration politique

Des groupes de travail thématiques

Équipe projet dédiée

Comité de Direction TM

BE évaluation environnementale

GTT avec les communes

Comité de pilotage restreint du PLUi-H

Annette Laigneau
Karine Travail-Michelet
Dominique Coquart
Thierry Fourcassier

Ateliers PADD + Séminaires aux étapes clefs de la procédure

La Conférence Métropolitaine

Comité de pilotage du PLUi-H

Président : Jean Luc Moudenc

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| Annette Laigneau | Thierry Fourcassier |
| Karine Travail-Michelet | Franck Biasotto |
| Dominique Coquart | Jean Luc Lagleize |
| Dominique Faure | Gilles Broquères |
| Jean Michel Lattes | Raymond R. Stramare |
| Michel Aujoulat | Elisabeth Toutut-Picard |

réunie aux étapes clefs de la procédure et en tant que de besoin dans le cadre des cycles des conseils de la métropole



Équipe projet dédiée Climat/Énergie :

- TM (Direction Urbanisme et Environnement)
- AUAT
- LISST

METHODOLOGIE DE TRAVAIL ET LIVRABLES

Le groupe projet s'est réuni en fonction des besoins des uns et des autres entre 2015 et 2019

Démarrage par une réflexion large sur la prise en compte du climat et de l'énergie dans le PLUIH ...

- **Une boîte à outils générale**, articulée autour
- des objectifs d'atténuation et d'adaptation,
 - et des enjeux liés à la construction, la mobilité, les formes urbaines, l'industrie, l'agriculture, l'éclairage, les modes de production, les ressources naturelles, les risques...

... qui a abouti à des objectifs de production de différents livrables et outils :

- **Livrables écrits**
- **Outils de traitement de données**
- **Outils cartographiques**

DES OUTILS ÉCRITS

3 FICHES THEMATIQUES



1 - Bâtiment

2 - ICU

3 - Mode de production et de distribution

- Destinées aux acteurs du territoire engagés dans l'élaboration du PLU H de TM
- Cadrage réglementaire et méthodologique
- Liste non exhaustive des traductions possibles
- Illustrations et recommandations

Disponible : <http://www.aua-toulouse.org/spip.php?article1550>

1^{ère} PARTIE

DES ENGAGEMENTS GLOBAUX AUX ENJEUX LOCAUX

Enjeux du PLU H pour répondre à un urbanisme durable
Cadre réglementaire
Engagements stratégiques et documents supra-communaux

2^{ème} PARTIE

TRADUCTION DES ENJEUX ENERGIE-CLIMAT DANS LES DIFFERENTES PIECES DU PLU H

Rapport de présentation
PADD
OAP
Règlement
Annexes
Evaluation

DES OUTILS ÉCRITS

3 MEMENTOS

1 - TVB

2 - Confort climatique d'été

3 - Activité Agricole

Données à prendre en compte
Documents de référence

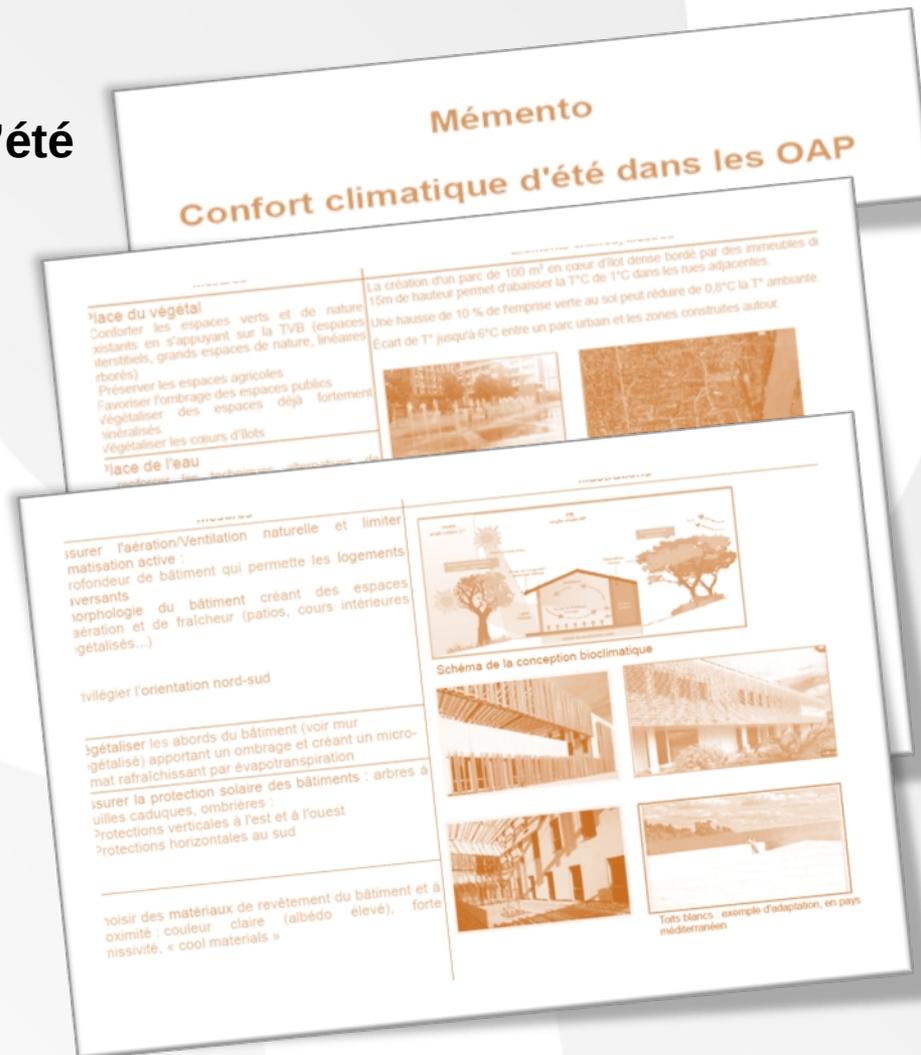
Mesures à mettre en place en faveur du confort d'été - Intégrer l'adaptation au changement climatique

- À l'échelle de l'îlot
- A l'échelle du bâtiment

Exemples d'OAP sectorielles favorisant la conception bioclimatique des îlots, des bâtiments et permettant d'apporter un confort climatique l'été

- Portée pédagogique
- Exemples et mesures concrètes à mettre en place en faveur du confort d'été
- Aide à la construction de la trame des OAP

[11]



3. Information climatique. Qu'est-ce qui est nouveau ?

QU'EST-CE QU'IL Y AVAIT DÉJÀ ?

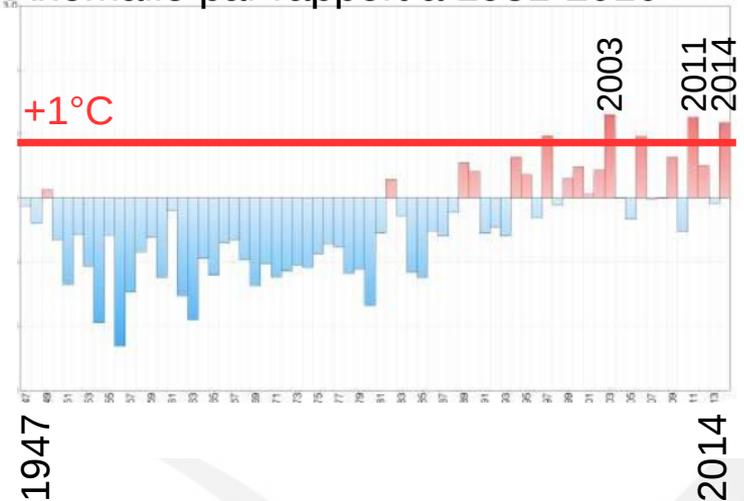
Evolution climatique



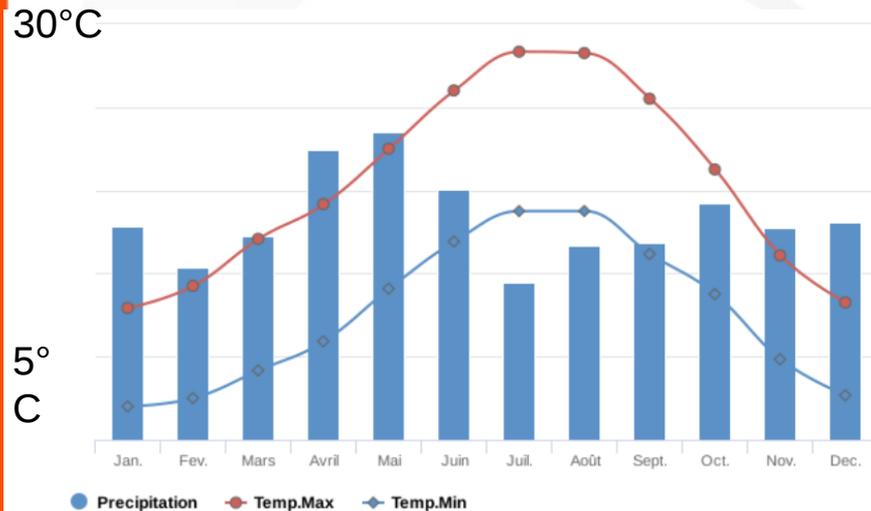
TOULOUSE-BLAGNAC (31 069 001)

(Source : Météo-France)

Anomalie par rapport à 1981-2010



Climat saisonnier contrasté



100 mm > + 1 °C entre 1947 et 2014

-16% de précipitation entre 1977 et 2007

Risques en lien avec le C.

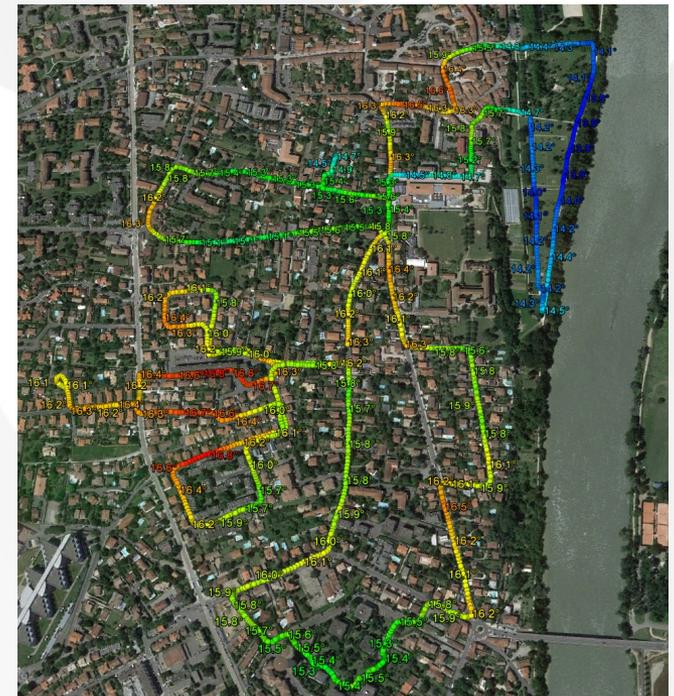
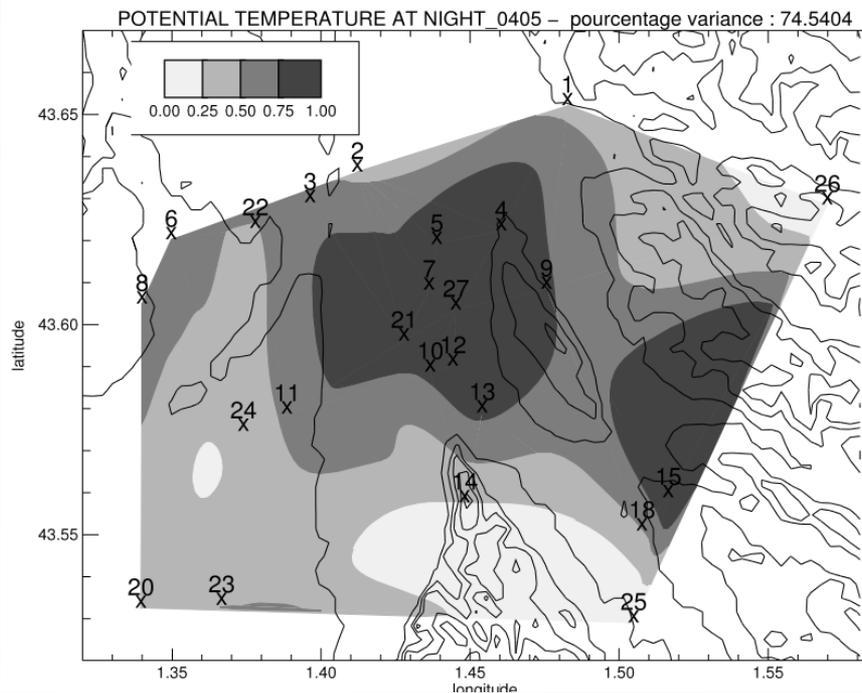
Climatique :

- vagues de chaleur; stress thermique
- inondations
- sécheresse → mouvement des argiles (retrait et gonflement des sols argileux)

QU'EST-CE QU'IL Y AVAIT DÉJÀ ? Obs. micro-climat

L'ICU nocturne moyen à Toulouse est d'entre **2 à 4 °C** mais il peut attendre **6°C**. Il est plus étendu et intense au cours de l'été et de la saison hivernale que dans les intersaisons. Il est plutôt concentrique, centré sur la ville de Toulouse, mais peut prendre une forme allongée en fonction de la direction et intensité du vent.

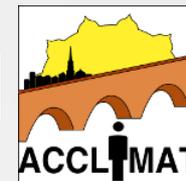
Le jour : les plus fortes températures se retrouvent dans les **faubourgs** qui entourent le centre ancien et **les zones d'activités fortement minéralisées**. La ville impacte **une extension verticale de 2200 m** et peut **générer une brise urbaine**.



QU'EST-CE QU'IL Y AVAIT DÉJÀ ? Modélisation

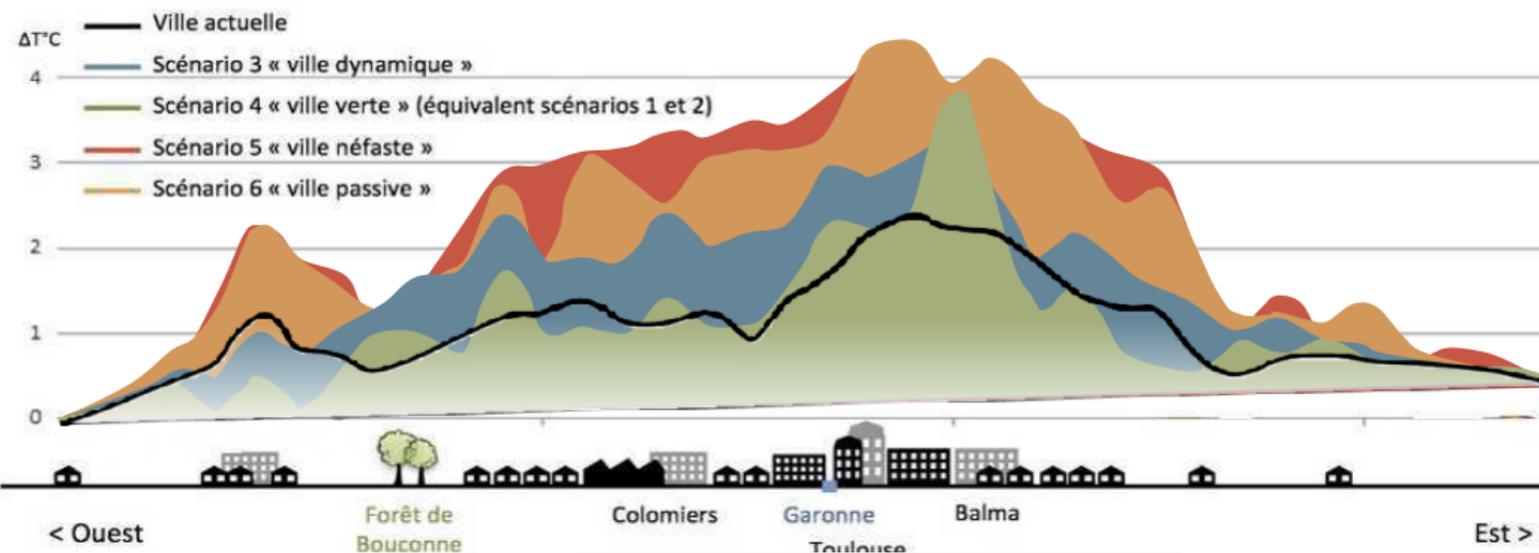
Projets de recherche interdisciplinaires sur les interactions entre **développement urbain**, **microclimat urbain** et **changement climatique**.

CAPITOU



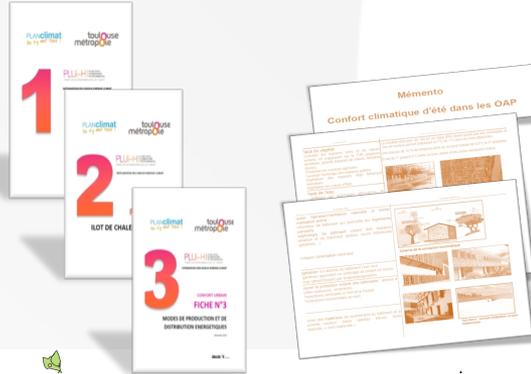
ACCLIMAT : ICU fortement influencé par les choix d'urbanisation

Impact de l'évolution urbaine 2100: +1 à +3°C en moyenne (selon le scénario) par rapport à la situation actuelle



OUTILS DÉVELOPPÉS DANS LE CADRE DU PLUi-H

2015



1
Météo-France
Profil climatique
Toulouse Métropole

Vos interlocuteurs Météo-France :

Pour la Direction Interrégionale Sud-Ouest :
Corinne Mihaux
Tél.: 05 61 16 43 02
E: Corinne.Mihaux@meteo.fr

2

**Les types de temps dans la région toulousaine
et leur influence sur l'Îlot de Chaleur Urbain**

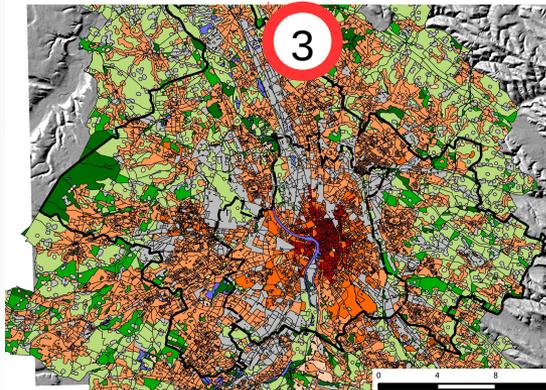
GAME
FNAU
IRSTV
LATYS
LEERS
LIEU
LIEST
LRA

LIAP
LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE
SOLIDARITÉS, SOCIÉTÉS, TERRITOIRES

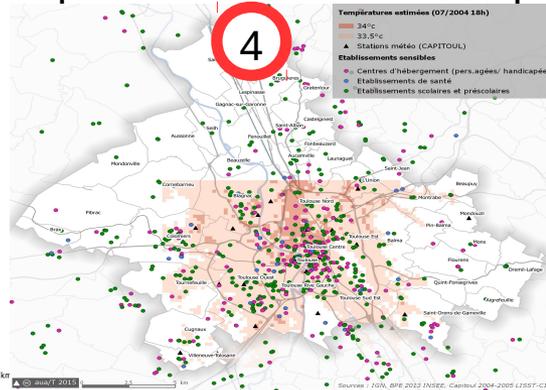
2016

2017

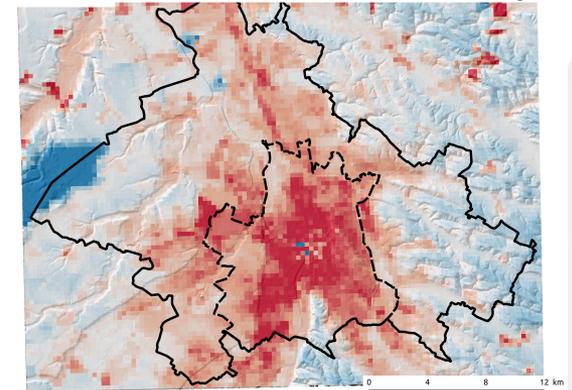
BD urbaines



Spatialisation Géostatistique



Modélisation numérique



2018

**Carte climatique
de l'env. urbain**



- Identification zones à enjeu d'un point de vue microclimatique

- zonage avec des recommandations

LE « PROFIL » CLIMATIQUE DU TERRITOIRE

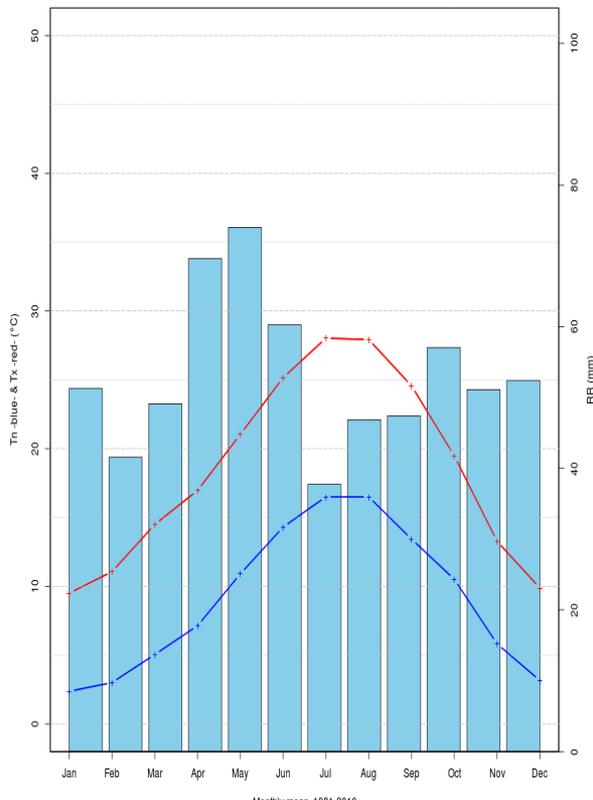
- 1 - Le climat de la métropole toulousaine
- 2 - Les évolutions climatiques passées
- 3 - Les projections climatiques futures

Météo-France

Profil climatique

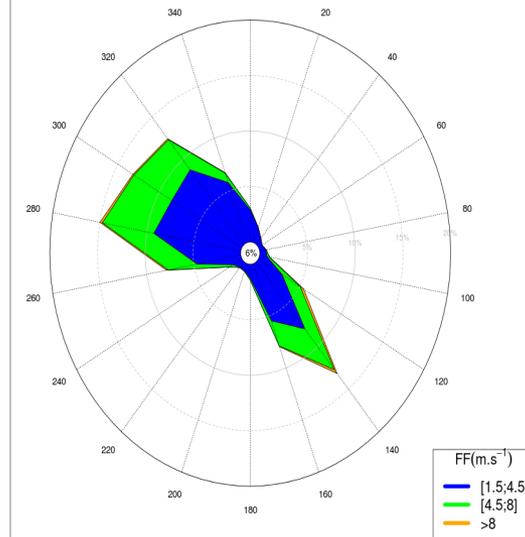
Toulouse Métropole

Tmax, Tmin et Precipitation



Moyenne mensuelle, période 1981-2010
(station Blagnac)

Rose des vents



Vos interlocuteurs Météo-France :

Pour la Direction Interrégionale Sud-Ouest :

Corinne Mithieux

Tél.: 05 61 16 43 02

@: Corinne.Mithieux@meteo.fr

Climat océanique dégradé, en raison de la dominante de vents d'ouest qui nous parviennent de l'océan de manière atténuée. Les saisons sont assez marquées, avec un printemps souvent pluvieux et relativement frais, un été sec et chaud, un automne doux et bien ensoleillé, puis un hiver assez froid et modérément arrosé.

1

LE « PROFIL » CLIMATIQUE DU TERRITOIRE

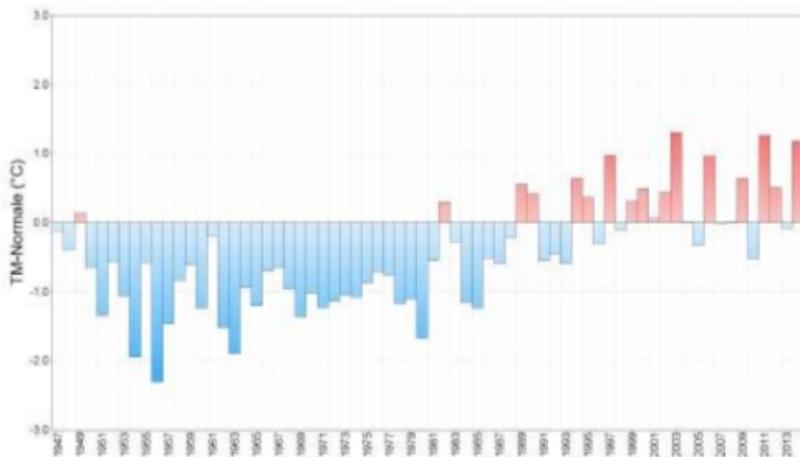
- 1 - Le climat de la métropole toulousaine
- 2 - Les évolutions climatiques passées
- 3 - Les projections climatiques futures



Ecart à la moyenne annuelle de référence 1981-2010 de la température moyenne

1947 à 2014

TOULOUSE-BLAGNAC (31 069 001)



□ Ecart à la normale annuelle

Météo-France Profil climatique Toulouse Métropole

Vos interlocuteurs Météo-France :

Pour la Direction Interrégionale Sud-Ouest :
Corinne Mithieux
Tél.: 05 61 16 43 02
@: Corinne.Mithieux@meteo.fr

Événements exceptionnels, tempêtes, orages violents de grêle, chutes de neige...

Vagues de chaleur et froid, « sur 18 vagues de chaleur, 17 se sont produites au cours des 25 dernières années. »

Sécheresse, « au cours de la décennie 2003-2012, 8 années sur 10 ont dépassé la moyenne des surfaces touchées sur la période 1961-1990. »

LES TYPES DE TEMPS SENSIBLES



Fiche synthèse pour la classification par Types de Temps Sensibles

TOULOUSE

Avant propos

Ce document est le résultat des travaux de classification effectués dans le cadre du projet de recherche ANR-MapUCE. Une fiche introductive (nommée *Fiche introductive à la classification par Types de Temps Sensibles dans le cadre du projet ANR-MapUCE*) traitant du projet, des méthodes de travail ainsi que du contenu de la présente fiche est disponible. Il est conseillé d'en prendre connaissance dans un premier temps.

1) Contexte géographique et physique

Toulouse est une ville située dans le sud-ouest de la France. D'un point de vue démographique, elle est peuplée d'un peu plus de 466 000 habitants en intra-muros et de plus de 1 310 000 dans son unité urbaine (chiffres INSEE 2014). La ville est construite autour de la Garonne. Le relief autour de la ville de Toulouse est varié, il est principalement constitué de plaine le long du lit de la Garonne, tout le reste est constitué de coteaux et collines plus ou moins prononcés.

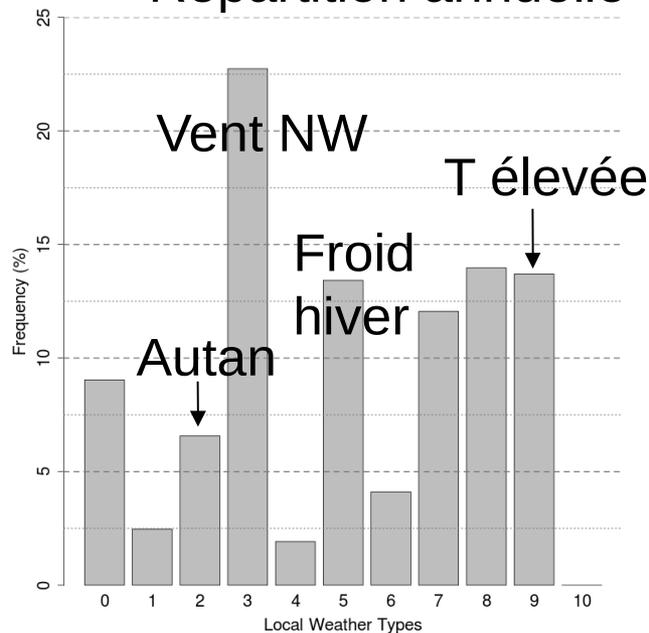
La station d'observation de référence de Toulouse est localisée à l'ouest du centre ville (environ 5,5km), à 151m d'altitude aux abords de l'aéroport Toulouse-Matabiau (Figure 1).

julia.hidalgo@univ-tlse2.fr ; rmandjougla@yahoo.fr

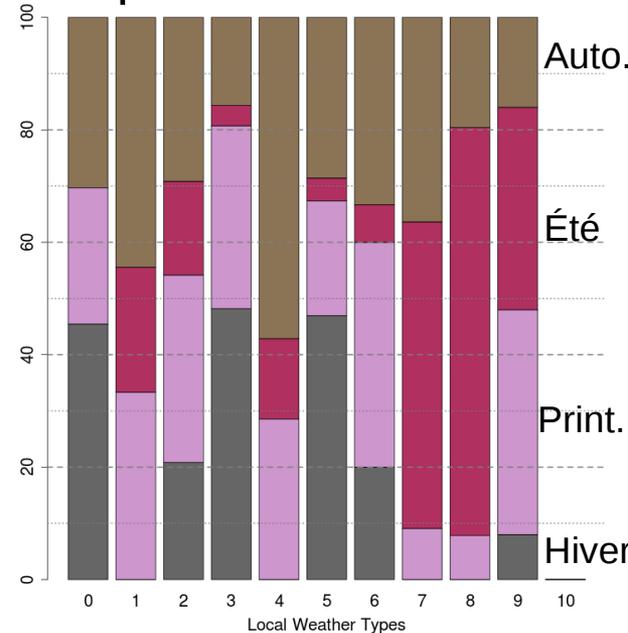
Tel : 05 61 50 35 73 ; w3l101.univ-tlse2.fr

LISST UMR5159 - Université de Toulouse Jean Jaurès - Maison de la Recherche - 5, Allées A. Machado - 31058 TOULOUSE CEDEX 9

Répartition annuelle



Répartition saisonnière



Bibliographie : Hidalgo et al . (2014) ; Hidalgo et Jougla (2018)

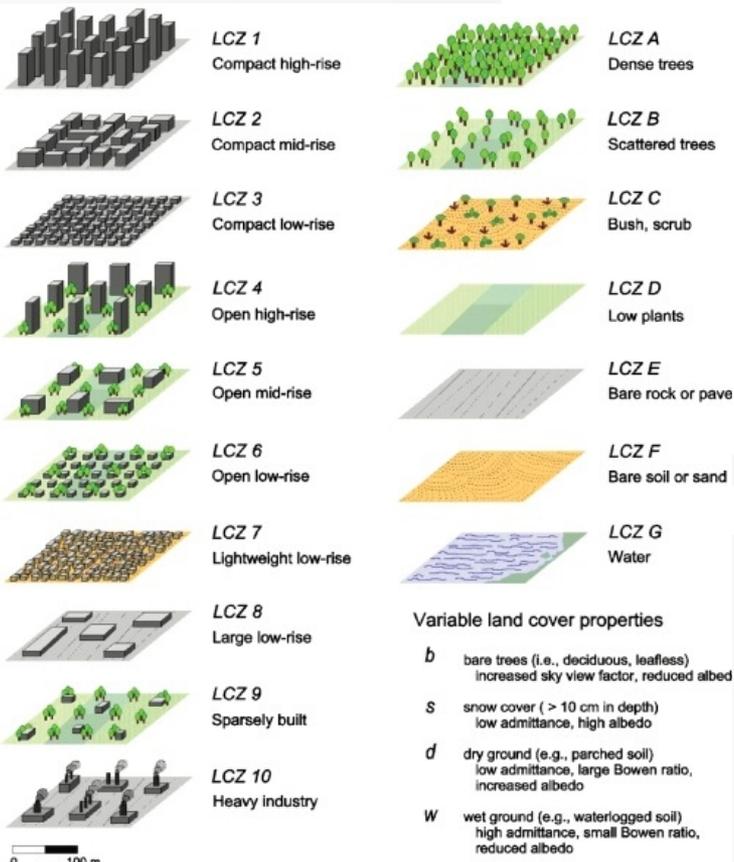
11 Types de temps sensibles sur la région toulousaine

- quatre types de temps de ciel clair et forte insolation.
- deux types de temps qui 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.
- trois types de temps avec vent du NO fort ou faible et avec ou sans précipitation.

LA CARTE DES ZONES CLIMATIQUES LOCALES

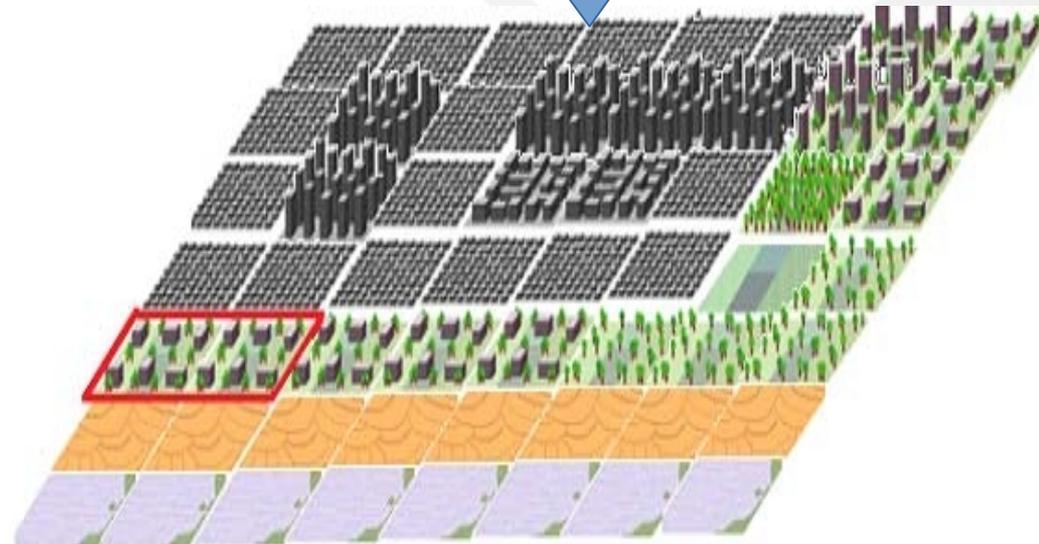
APPROCHE QUALITATIVE DU CLIMAT LOCAL

→ à partir de la structure morphologique de la ville et l'occupation du sol



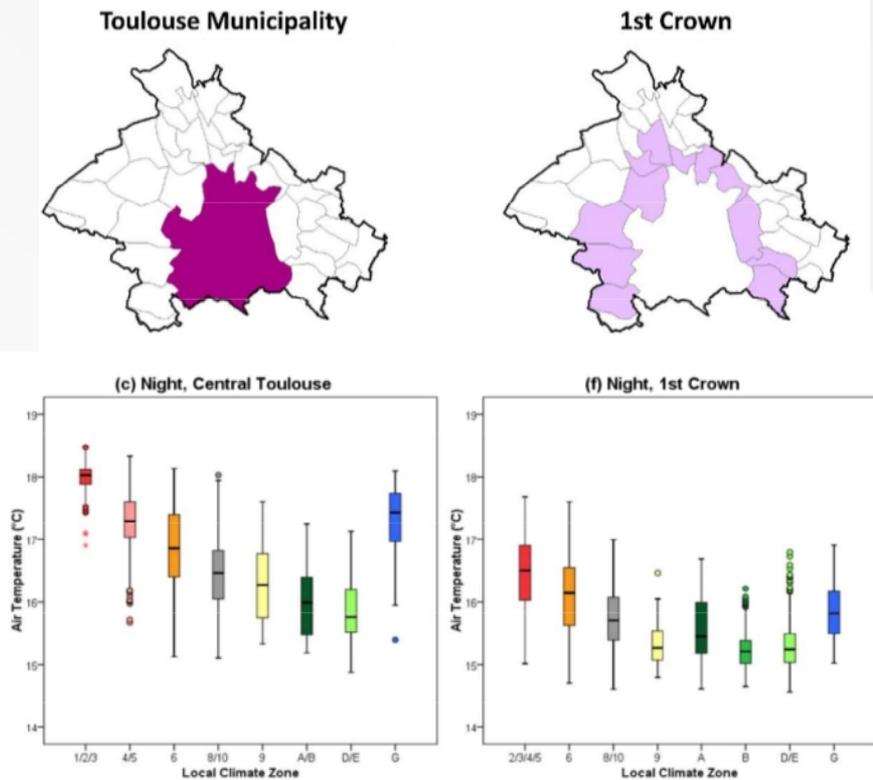
0 100 m

Stewart and Oke, 2012



LA CARTE LCZ : Exemples d'utilisation

« Profil thermique » par zone



Source : YT Kwok, Hong-Kong University

Planification d'un monitoring

Toulouse Métropole et emplacement des stations météo Vantage Pro II

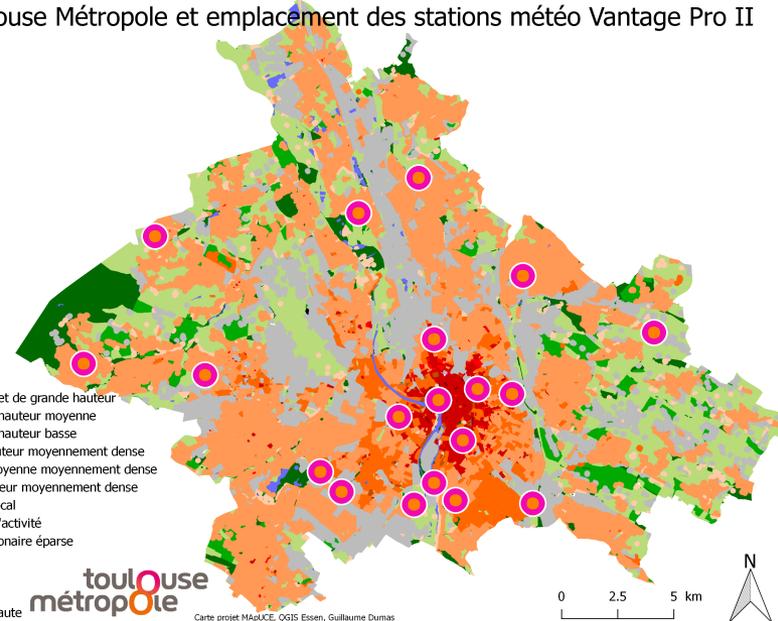
Légende

Zones climatiques

- 1 Compacte et de grande hauteur
- 2 Compacte hauteur moyenne
- 3 Compacte hauteur basse
- 4 grande hauteur moyennement dense
- 5 hauteur moyenne moyennement dense
- 6 petite hauteur moyennement dense
- 7 entrepôt/local
- 8 bâtiment d'activité
- 9 tissu pavillonnaire éparse
- pavé/route
- eau
- végétation
- végétation haute

toulouse
métropole

Carte projet MapUCE, QGIS Essen, Guillaume Dumas

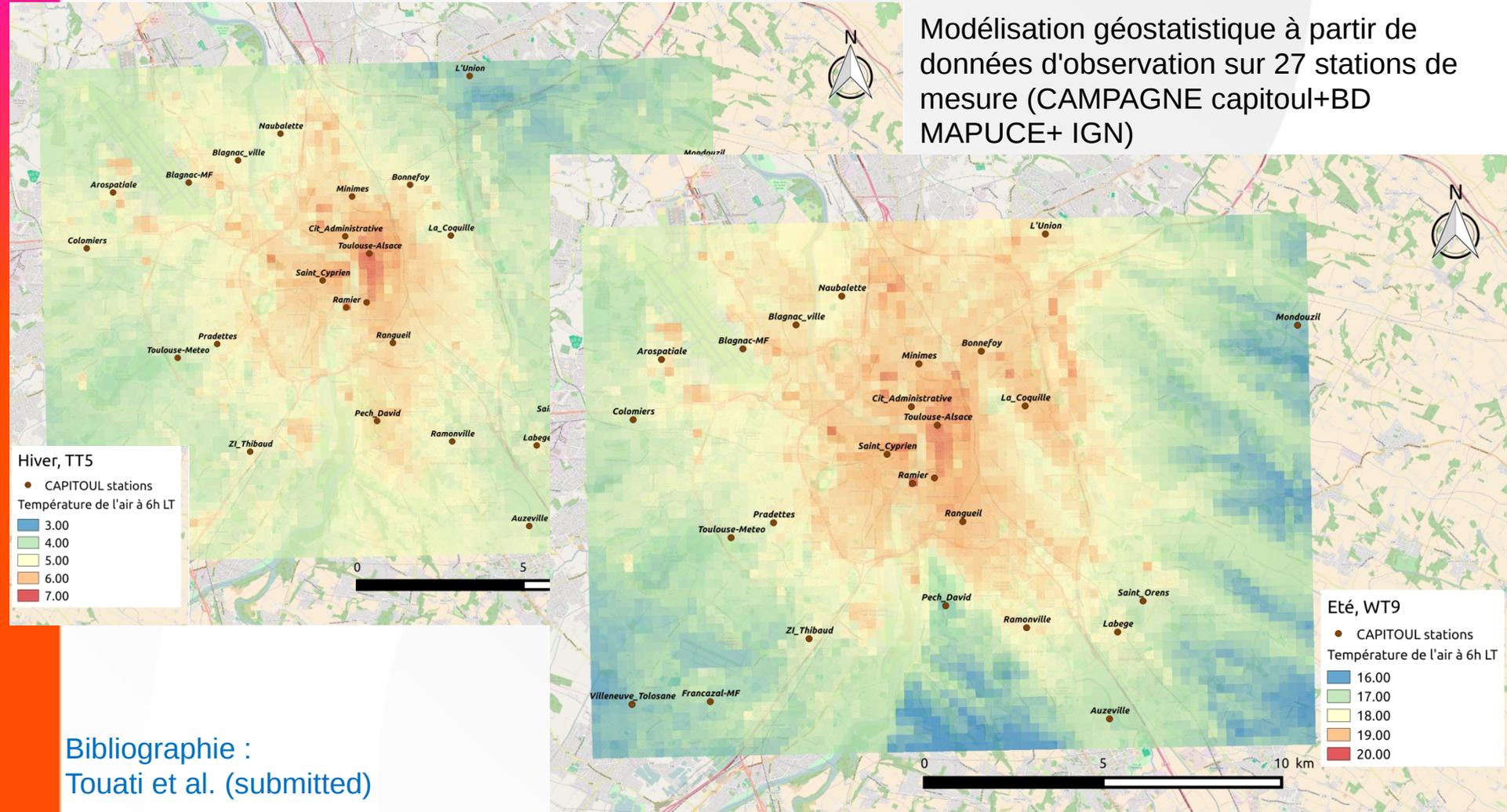


Source : G. Dumas, CNRM/TM

Plug-in QGIS open-source

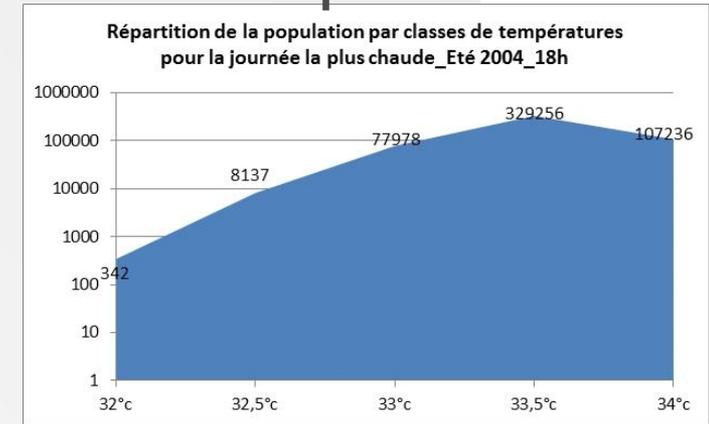
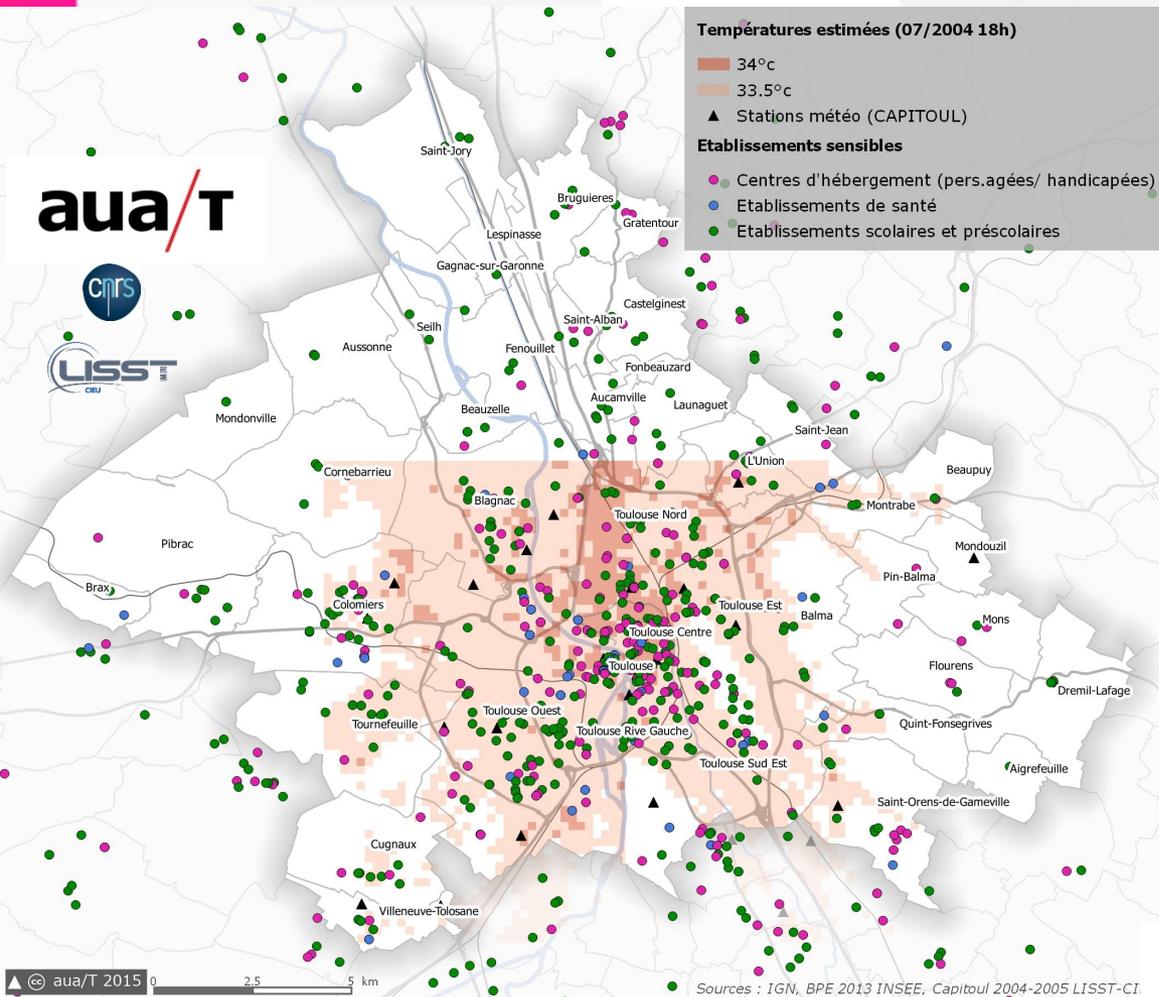
→ Cartographie de l'ICU par type de temps à partir de relevés de température de l'air

Modélisation géostatistique à partir de données d'observation sur 27 stations de mesure (CAMPAGNE capitoul+BD MAPUCE+ IGN)



Plug-in QGIS open-source : ex. cartes d'exposition

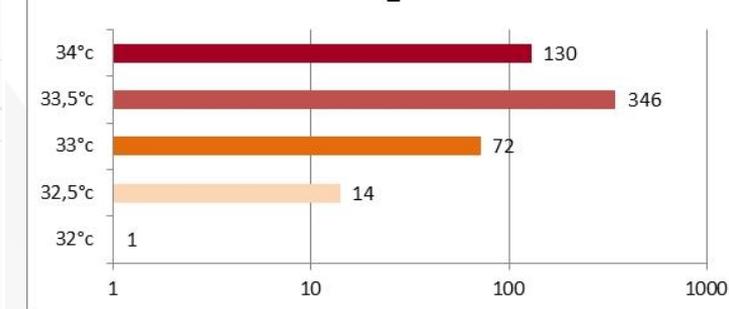
Un croisement entre des données de température avec des données de population et d'établissements sensibles pour une journée très chaude à l'été 2004



Carroyage INSEE 2010

| T °C | Population totale | % de population |
|--------------|-------------------|-----------------|
| 32°C | 342 | 0,1% |
| 32,5°C | 8137 | 1,6% |
| 33°C | 77978 | 14,9% |
| 33,5°C | 329256 | 63,0% |
| 34°C | 107236 | 20,5% |
| Total | 522949 | 100% |

Nombre d'établissements sensibles par classes de températures pour la journée la plus chaude_Eté 2004_18h



Contacts : arnaud.mayis@aua-toulouse.org
genevieve.bretagne@aua-toulouse.org

4. La traduction des enjeux climatiques dans le PLUi-H

UNE PRISE EN COMPTE DANS L'ENSEMBLE DE PIÈCES DU PLUi-H

État Initial de l'Environnement

Enjeux :

- 1-conception bioclimatique, confort d'été et lutte contre la précarité énergétique
- 2- formes urbaines et ICU : limiter les ICU et rafraîchir la ville (TVB)

Projet Politique d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)

Orientations stratégiques :

conception bioclimatique, réduction des dépenses énergétiques, valorisation des énergies gratuites, réduction des ICU à travers la protection de la nature en ville

Orientations d'Aménagement et de Programmation opposables en terme de compatibilité (OAP)

Choix d'OAP sectorielles :

Principes d'urbanisation en fonction des atouts climatiques et des objectifs de confort d'été

Un Programme d'Orientations et d'Actions pour la mise en œuvre de la politique de l'habitat

ZOOM SUR LA PRISE EN COMPTE DU CLIMAT DANS LES OAPs

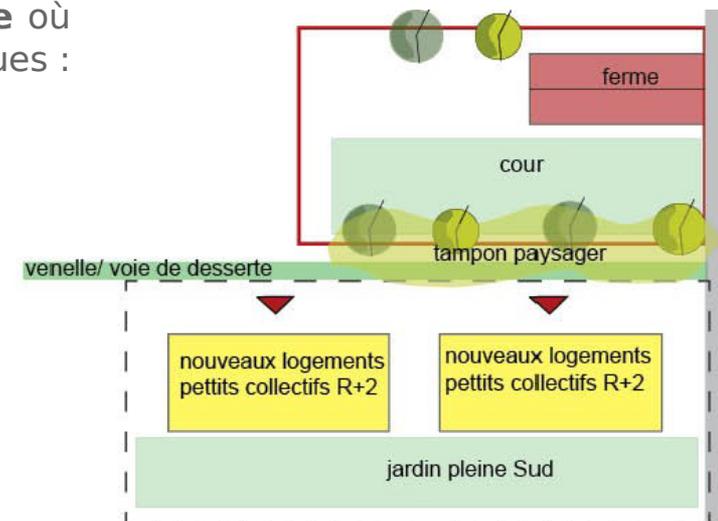
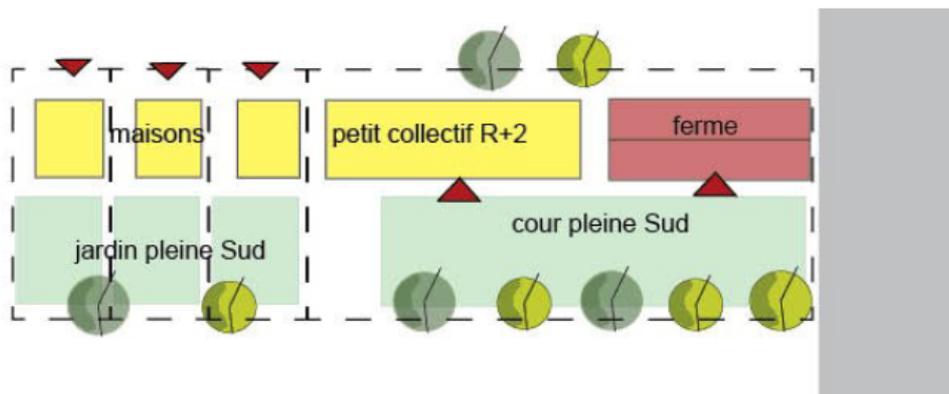
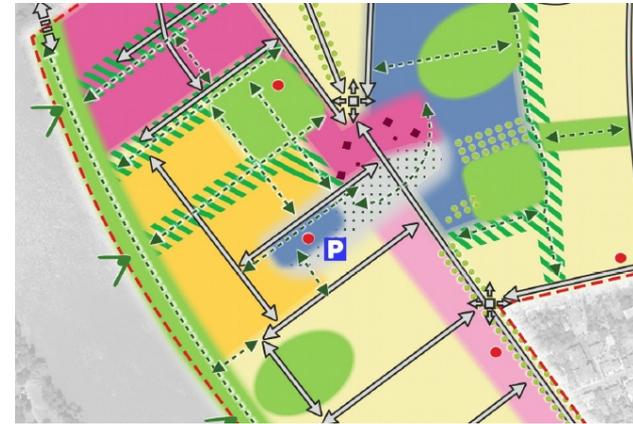
PARTIE TEXTE OAP : Une rubrique confort climatique dédiée.....

Le confort climatique

- ▶ Dans le cadre d'une conception bioclimatique des constructions dans les opérations d'ensemble, les morphologies du bâtiment créant des espaces d'aération et de fraîcheur seront privilégiées et les cœurs d'îlots seront végétalisés pour limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain. La végétalisation des pieds de façades et des matériaux de revêtement de couleur claire seront également recherchés pour éviter l'accumulation de chaleur.
- ▶ Pour assurer la protection des bâtiments contre les rayonnements solaires, il est également recommandé de prévoir des ombrières, soit naturelle avec arbres à feuilles caduques, soit avec des protections incluses sur la façade du bâtiment, verticales à l'est et à l'ouest et horizontales au sud.
- ▶ Enfin, le développement d'une conception bioclimatique des bâtiments nécessite de favoriser leur ventilation naturelle en privilégiant les logements traversants ainsi que l'orientation Nord/Sud.

...mais aussi des **schémas illustratifs dans la partie texte** où le confort climatique est traité à travers d'autres thématiques : TVB/qualité architecturale, urbaine et paysagère

Traitement du confort climatique à travers la protection de la TVB et des îlots de fraîcheur urbain



ZOOM SUR LE RÈGLEMENT ÉCRIT (CLIMAT)

Permettre des implantations différentes des constructions pour prendre en compte les préoccupations énergétiques et climatiques :

Pour les opérations d'ensemble favorisant la conception bioclimatique des bâtiments (implantation nord/sud, logements traversants, énergies renouvelables, techniques favorisant le confort d'été et d'hiver, etc) à condition que l'adaptation des règles d'implantation soit rendue nécessaire pour mettre en œuvre la conception bioclimatique du projet telle qu'elle est définie au lexique du règlement.

Aspects extérieurs des constructions :

La végétalisation des pieds de façade et des revêtements de façade de couleur claire (ou à albédo fort) et à forte émissivité seront recherchés pour éviter l'accumulation de chaleur ;

Pour assurer la protection des bâtiments contre les rayonnements solaires, il est recommandé de prévoir des ombrières, soit naturelles avec arbres à feuilles caduques, soit avec des protections incluses sur la façade du bâtiment, verticales à l'est et à l'ouest, et horizontales au sud.

La ventilation naturelle des bâtiments sera recherchée en privilégiant les logements traversants ainsi que l'orientation nord/sud.

Les opérations d'ensemble, permis d'aménager et permis valant division, participeront par leur conception, leur architecture et leur construction à la mise en œuvre des objectifs de performances énergétiques.

Permettre l'installation des sites de production d'énergie photovoltaïque au sol en zone naturelle et agricole à condition qu'il s'agisse d'un site pollué, d'une friche industrielle ou d'une ancienne décharge.

ZOOM SUR LE RÈGLEMENT ÉCRIT (TVB, 1/2)

Traitement environnemental et paysager des espaces non bâtis

- Traitement paysager des espaces libres et participation à l'amélioration du cadre de vie, à la gestion des eaux pluviales, à la limitation de l'îlot de chaleur urbain et au maintien de la biodiversité en milieu urbain.
- Privilégier la valorisation et la conservation des végétaux existants non protégés.
- Privilégier le regroupement avec les espaces verts limitrophes, existants ou projetés.
- Se reporter à la palette végétale pour le choix des essences végétales.
- Traiter en espace d'agrément végétalisé une partie des espaces sur dalles accessibles
- **Surfaces de stationnement non couvertes :**
 - Organisation de façon paysagère ;
 - Prévoir 1 arbre pour 4 places de stationnement. Ces arbres pourront être regroupés mais l'ombrage des surfaces de stationnement devra être assuré par un autre dispositif.
 - Prévoir des aménagements hydrauliques ou des dispositifs végétalisés favorisant la perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales.

ZOOM SUR LE RÈGLEMENT ÉCRIT (TVB, 2/2)

Le Coefficient de Surfaces Eco-aménageables (CSE) :

→ Végétalisation de la ville en 3 dimensions lorsque les espaces libres viennent à se raréfier

Pour les nouvelles constructions de plus de 500m² de surface de plancher, il est appliqué un CSE de 0,35 en choisissant parmi les différentes surfaces éco-aménageables :

- Espace vert de pleine terre
- Façades végétalisées
- Toitures végétalisées
- Espace vert sur dalle
- Surface semi-perméable

Objectif quadruple : améliorer la qualité du paysage, limiter le réchauffement et l'assèchement de l'air, diminuer l'imperméabilisation du sol et contribuer à développer la nature et la biodiversité ordinaire en ville.

Cet outil a été développé également dans les zones économiques où l'îlot de chaleur urbain est très marqué.



T
re mét

se

Freins / limites :

- Lien avec l'opérationnel : pas d'emprise sur certains aspects de l'urbanisation (ex: réseau, ...)
- Taille de la collectivité : difficultés à diffuser les propos
- Calendrier : une traduction plus fine qui se poursuivra après la procédure d'élaboration (ex: protection des îlots de fraîcheur, ...)
- Croisement avec les autres politiques publiques : trouver des consensus pour ne pas bloquer l'évolution de la ville

Les suites du travail :

- faciliter l'application du PLUi-H pour les règles d'objectif relatives à la conception bioclimatique
- continuer et développer l'intégration des enjeux climatiques dans le PLUi-H en lien avec la suite du programme de recherche MApUCE

5. Les travaux en cours sur les outils cartographiques

OUTILS DÉVELOPPÉS DANS LE CADRE DU PLUi-H

2015



1
Météo-France
Profil climatique
Toulouse Métropole

Vos interlocuteurs Météo-France :
Pour la Direction Interrégionale Sud-Ouest :
Corinne Mihaux
Tél.: 05 61 16 43 02
E: Corinne.Mihaux@meteo.fr

2

Les types de temps dans la région toulousaine
et leur influence sur l'îlot de Chaleur Urbain

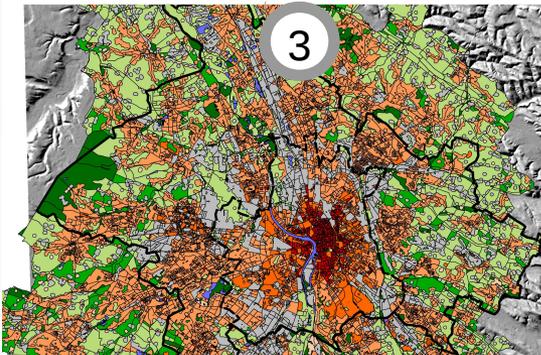
GAME
FNUU
ISCTV
LATYS
LEIENS
LIEU
L'EST
LRA

LIET
LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE
SOLIDARITÉS, SOCIÉTÉS, TERRITOIRES

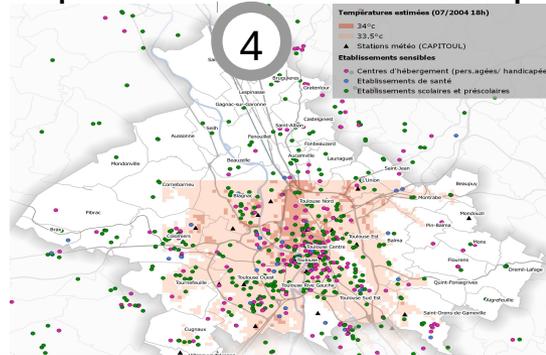
2016

2017

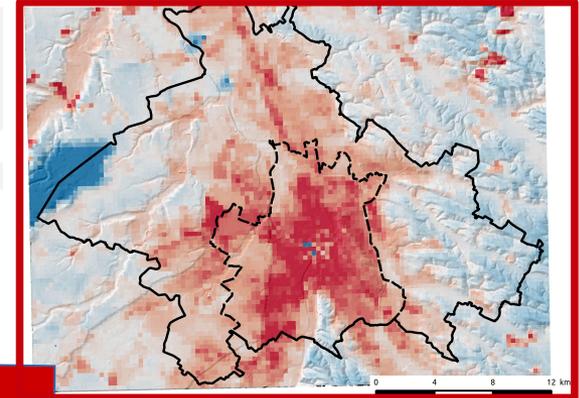
BD urbaines



Spatialisation Géostatistique



Modélisation numérique



2018

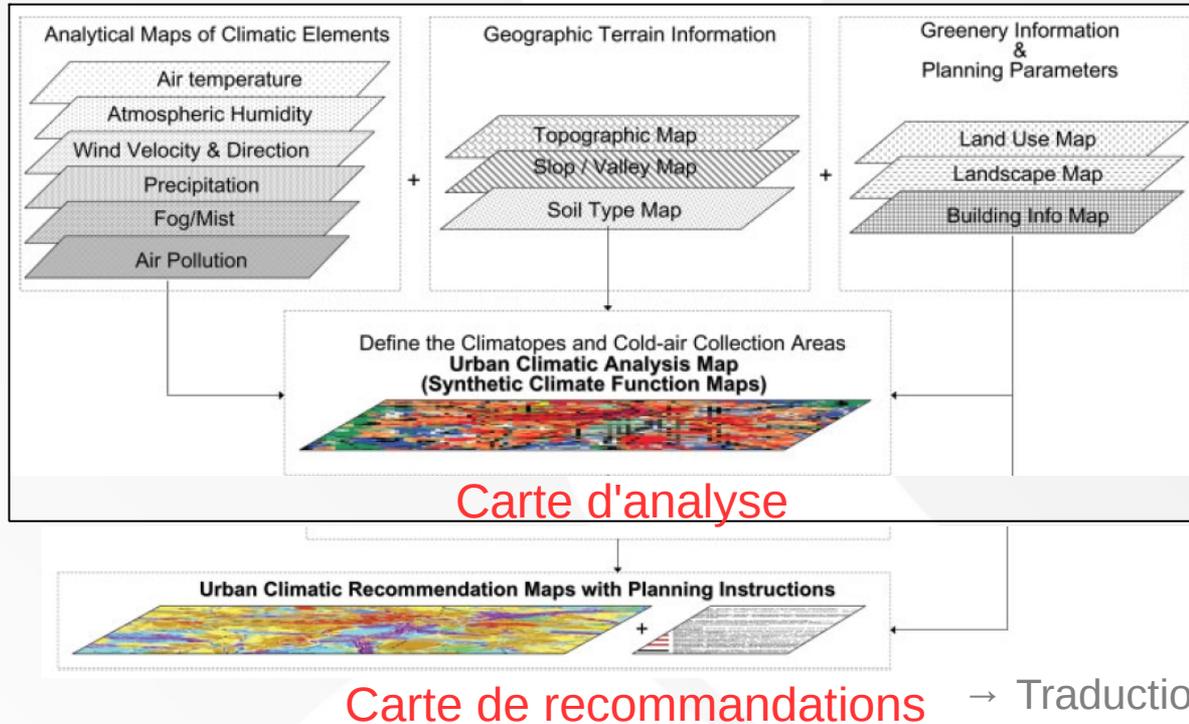
Carte climatique
de l'env. urbain



- Identification zones à enjeu d'un point de vue microclimatique

- zonage avec des recommandations

LES CARTES CLIMATIQUES DE L'ENV. URBAIN



→ Diagnostique microclimatique du territoire

Objectifs :

- penser à des stratégies pour diminuer l'intensité de l'ICU et optimiser la ventilation.
- optimisation énergétique du territoire en prenant compte les ICU et IFUs et la densité du bâti/OCS.
- identifier les zones vulnérables, les zones à préserver et les actions à envisager.

→ Traduction normative qui apporte des orientations stratégiques générales et pratiques en matière d'urbanisme pour améliorer l'environnement thermique et éolien

Enjeux :

- La couverture et résolution spatiale de l'information climatique doivent être adaptées à l'échelle de l'exercice en urbanisme (*planification vs aménagement*)
- travail de co-construction avec les acteurs de l'urbanisme.

CARTES D'ANALYSE : CHOIX FAITS EN MApUCE

Les choix techniques vont dépendre :

- *des enjeux climatologiques locales*
- *des données disponibles sur la description de la ville et le climat urbain*
- *du contexte scientifique et culturel des acteurs (chercheurs et parties prenantes) impliqués dans le projet.*

Données :

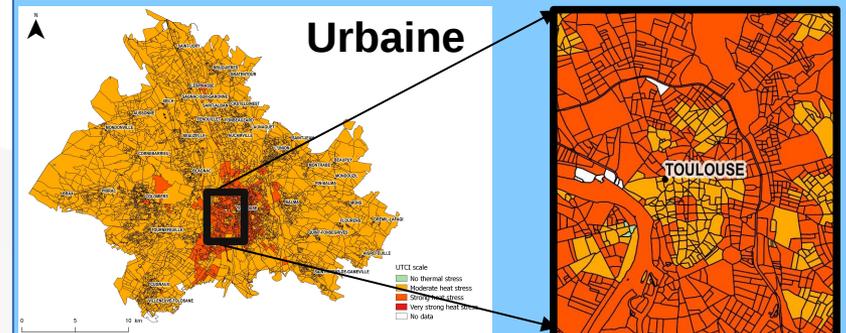
surface : topographie, données urbaines, occupation du sol

climatiques : **mesures**, modélisations

Méthodes d'analyse:

analyse statistique : pour spatialiser les données mesurées ou pour analyser les données climatiques simulées.

Échelles spatiales :

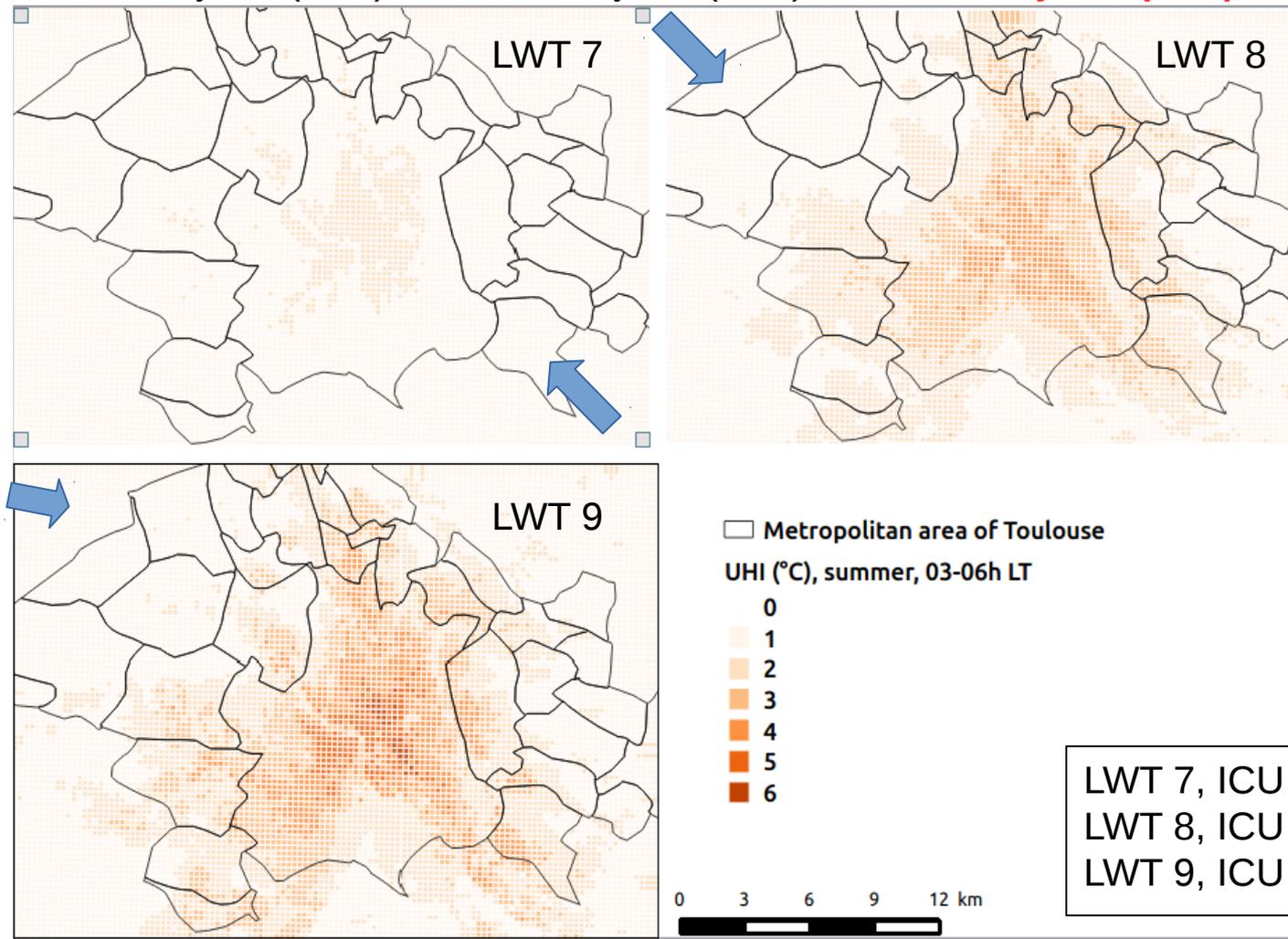


RESULTATS MODEL POUR 3 TTS :

Impact de la ville sur la Température entre 3h et 6h AM

> 85% des jours d'été en 2004 appartiennent aux TTS: 7, 8 et 9

LWT 7 = 24 jours (26%) ; LWT 8 = 37 jours (40%) ; **LWT 9 = 18 jours (20%)**

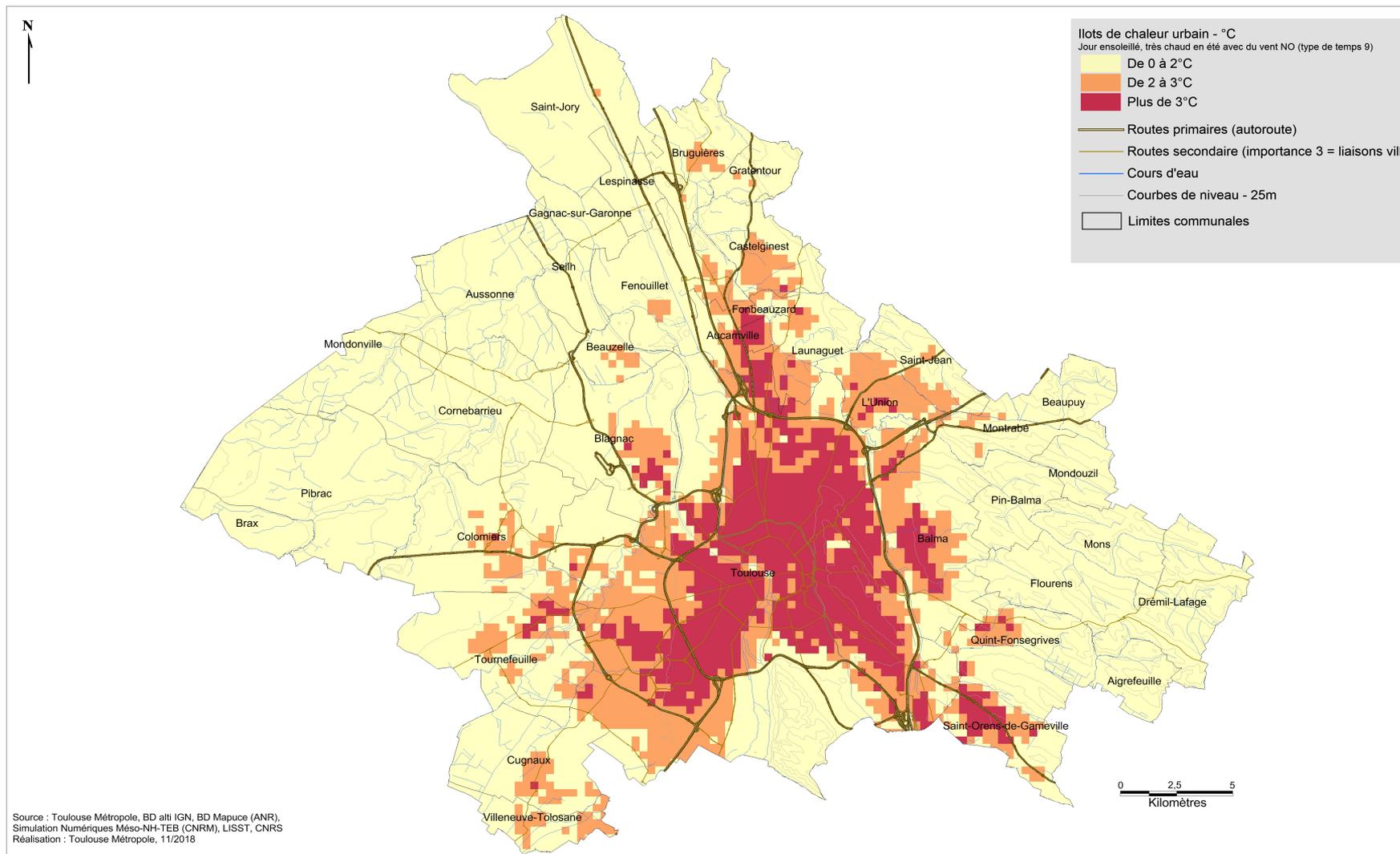


- Variables du model : **T2M**, UTCI, composantes du vent (u et v) à 10 m de la canopée
- Indicateurs: **Impact ville** (Real-Natural) ; UTCI ; Classes de vent
- 3 périodes de quatre heures :
 - debut d'après midi 13-16hLT
 - fin d'après midi 17-20hLT
 - **nuit 03-06hLT**

LWT 7, ICU > 3°C ~ 0 km²
LWT 8, ICU > 3°C ~ 10 km²
LWT 9, ICU > 3°C ~ **30 km²**

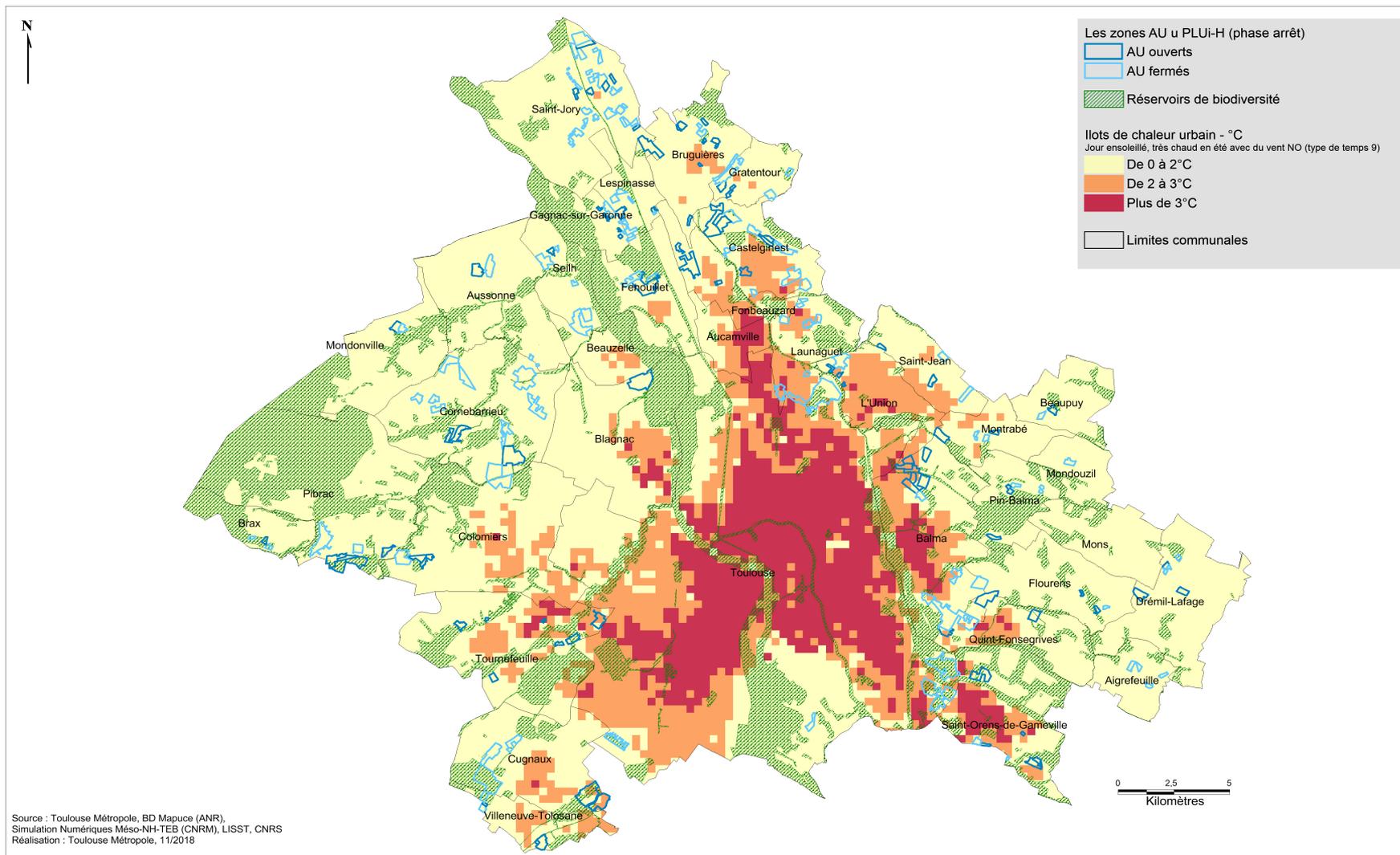
EXEMPLE DE CARTES D'ANALYSE POUR TTS9

Les îlots de chaleur urbain de Toulouse Métropole



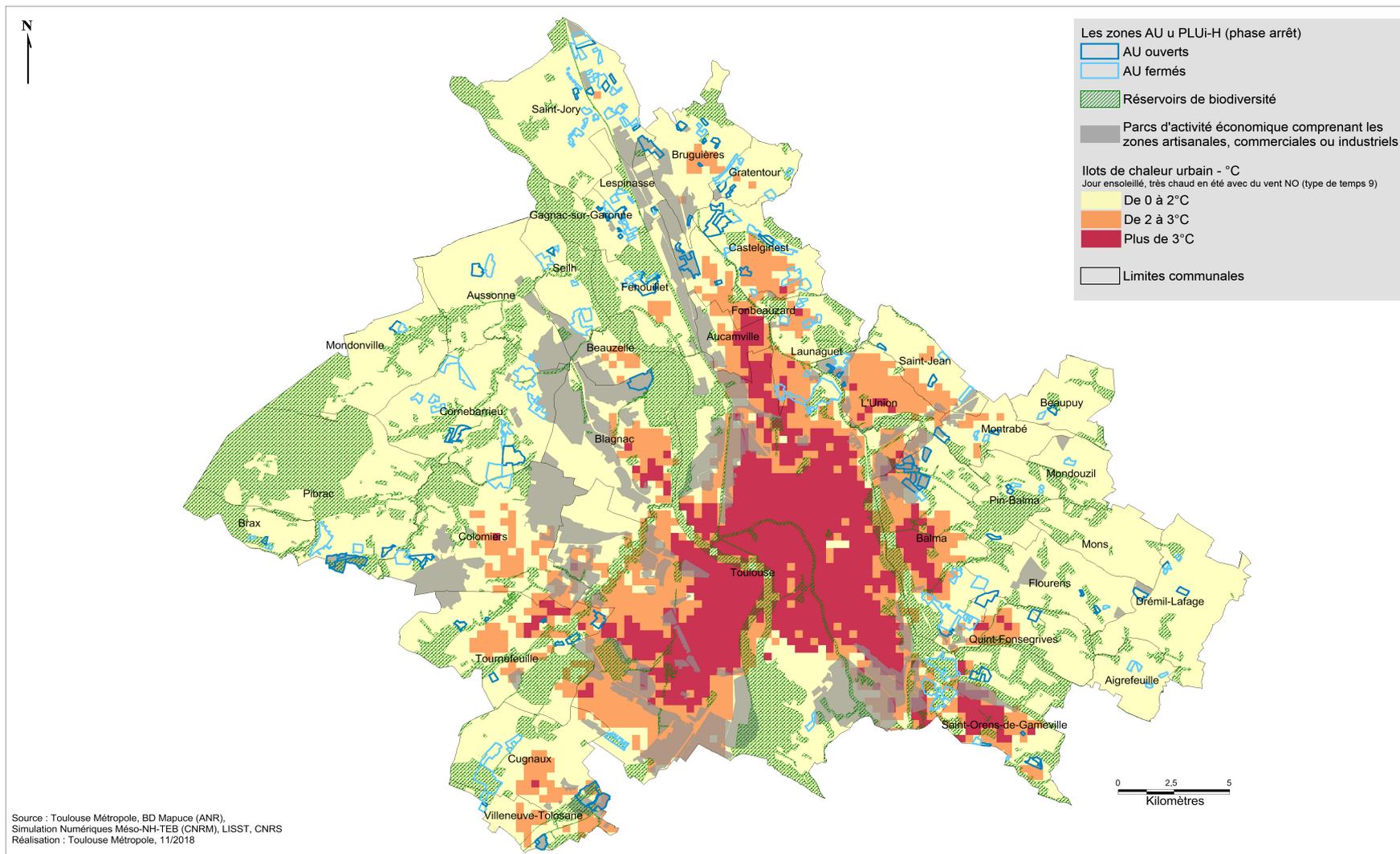
EXEMPLE DE CARTES D'ANALYSE POUR TTS9

Les îlots de chaleur urbain, la trame verte et bleue (TVB) et les zones A Urbaniser (AU)

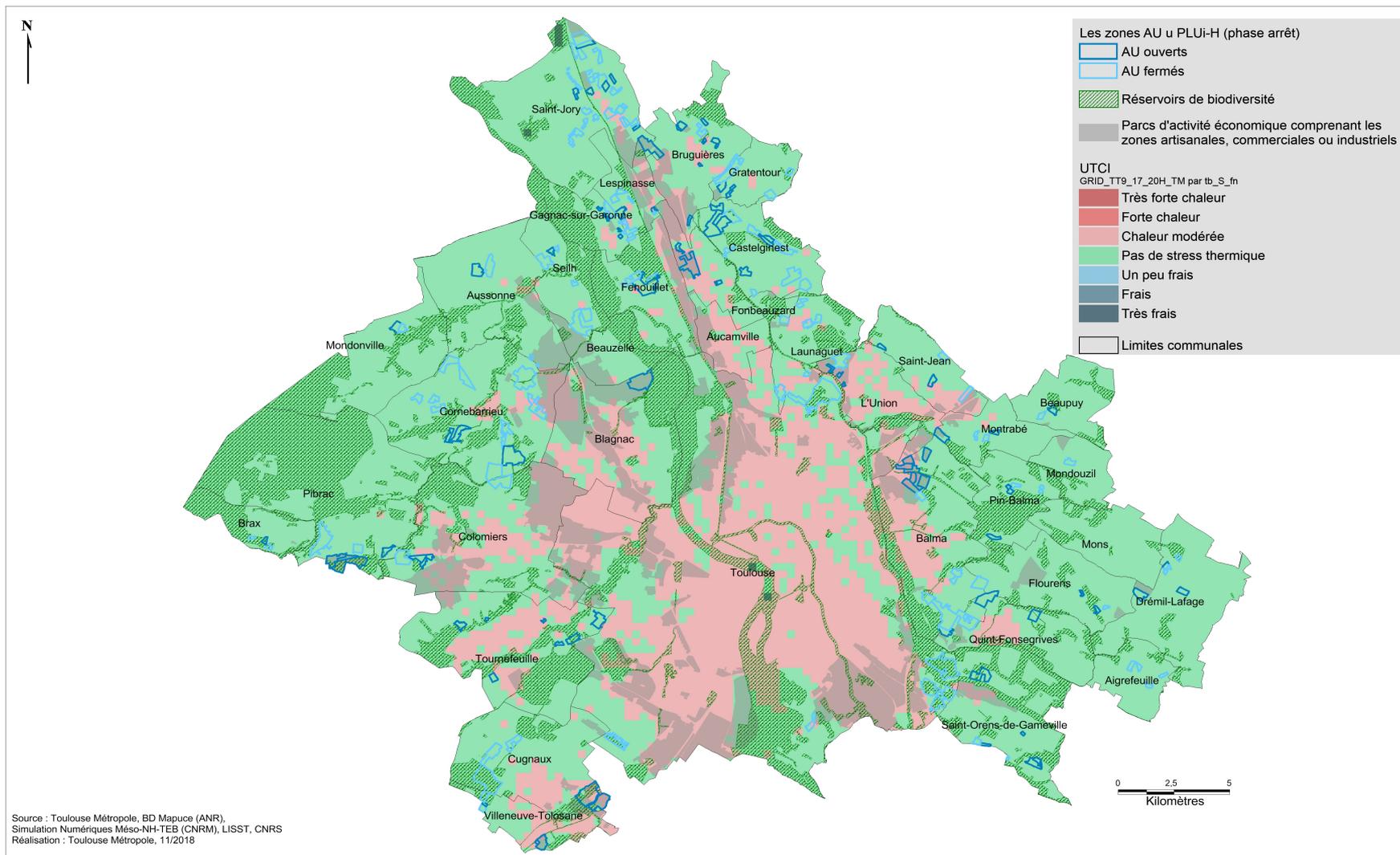


EXEMPLE DE CARTES D'ANALYSE POUR TTS9

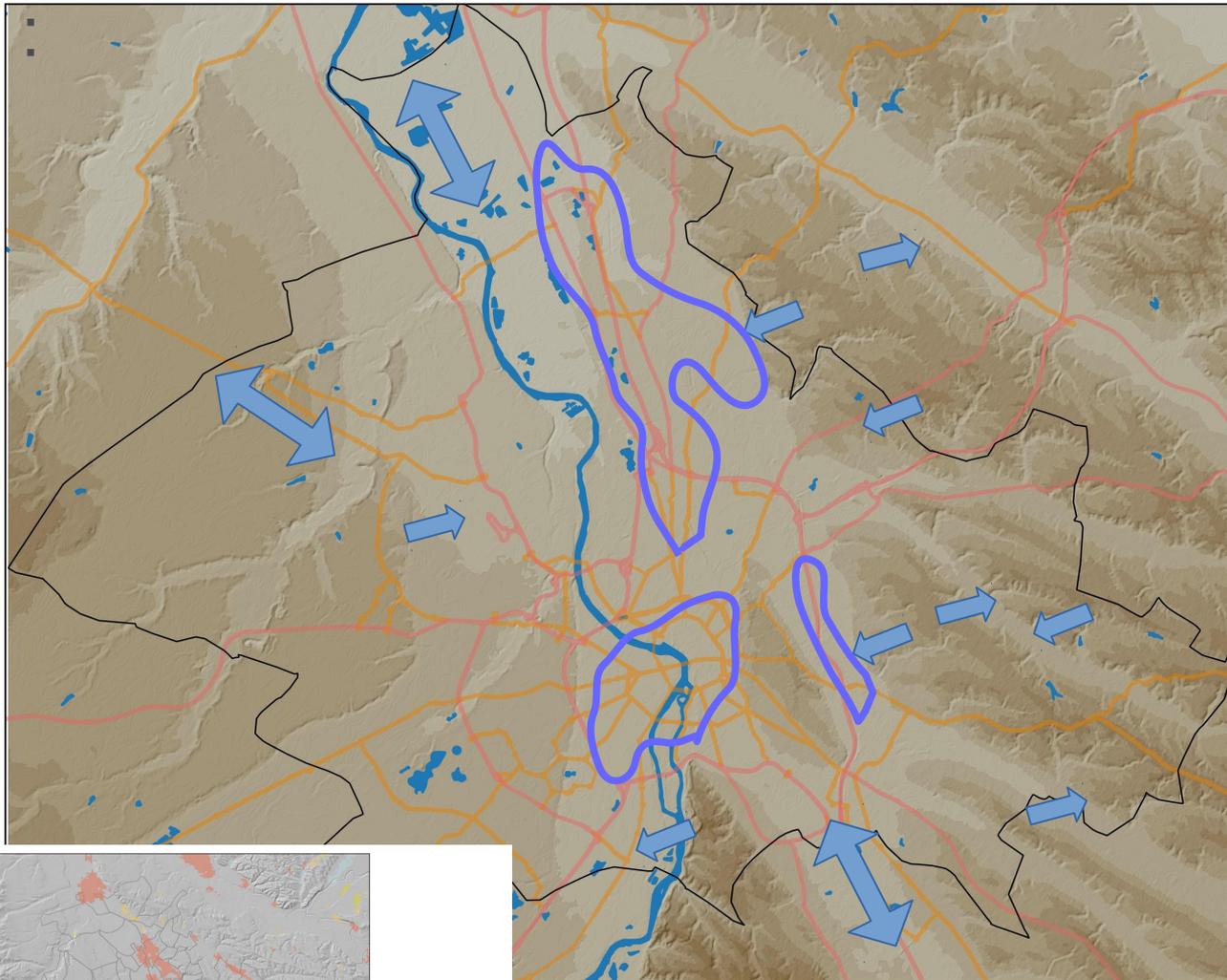
Les îlots de chaleur urbain, la trame verte et bleue (TVB) et les zones A Urbaniser (AU)



EXEMPLE DE CARTES D'ANALYSE POUR TTS9



EXEMPLE DE CARTES D'ANALYSE POUR TTS9



Grands couloirs de ventilation



Potentiel pour les vents de pente



Zone de faible vent

 Toulouse métropole

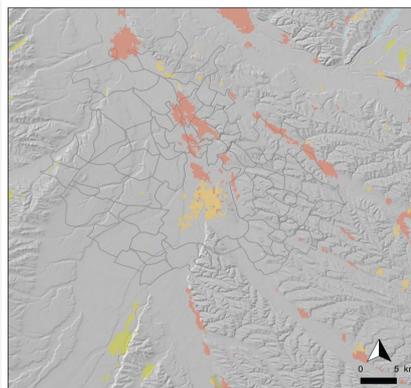
Routes principales

 Autoroutes
 Route à 1 chaussée
 Route à 2 chaussées

Relief (résolution de 25m)

 ≤ 125
 125 - 150
 150 - 175
 175 - 200
 200 - 225
 225 - 250
 > 250

 Cours d'eau et surfaces en eau



Force et direction du vent (m/s)

 Faible Est
 Faible Nord
 Faible Nord-est
 Faible Nord-ouest
 Faible Ouest
 Faible Sud
 Faible Sud-est
 Faible Sud-ouest
 Fort Est
 Fort Sud
 Fort Sud-est

N.B. : Les vents de force «Moyenne» ne sont pas cartographiés

DES CARTES D'ANALYSE AUX RECOMMANDATION

Organisation d'ateliers de travail avec les services de Toulouse Métropole :

Objectifs de ces ateliers :

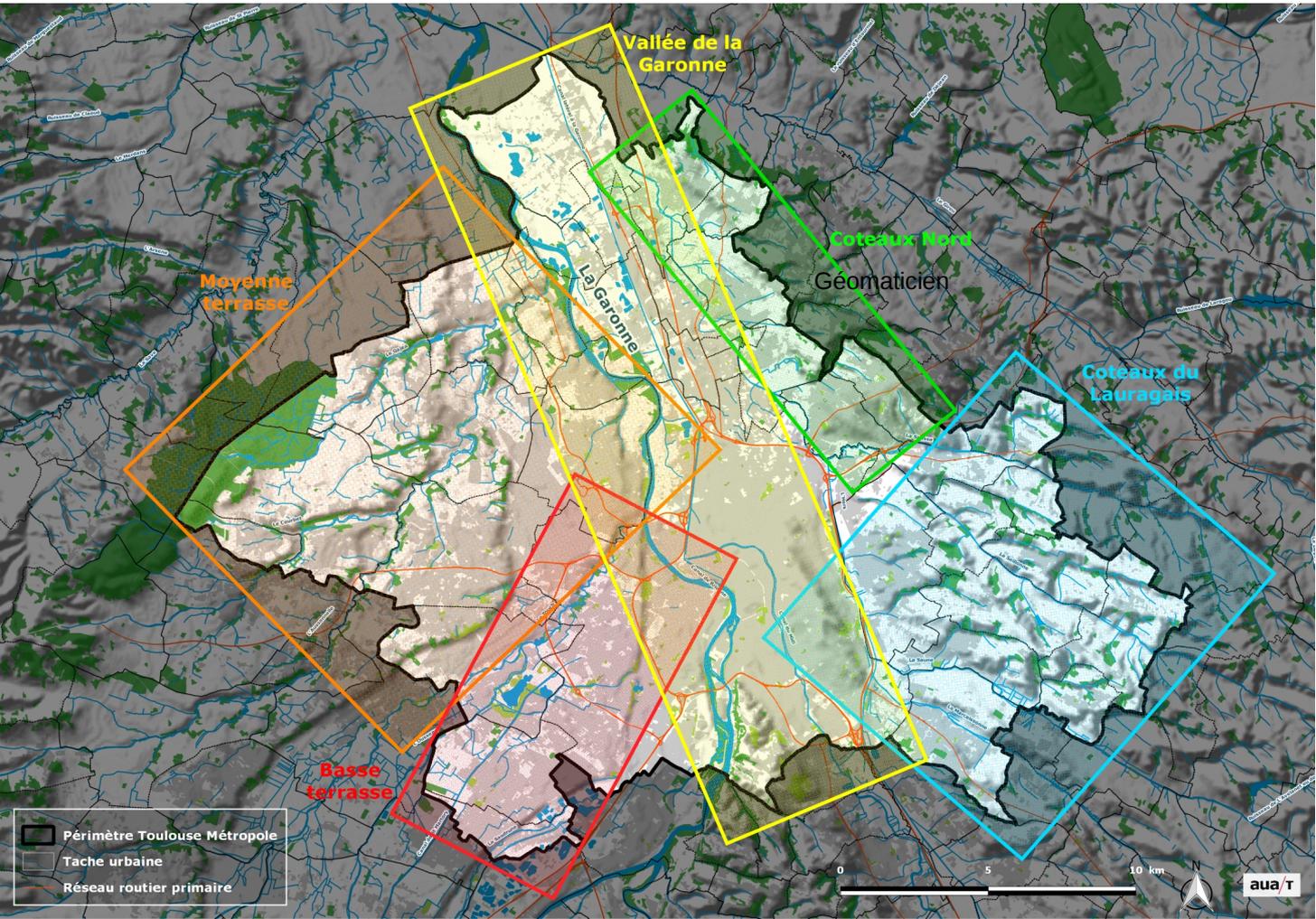
- *Poser l'état de la connaissance sur le climat urbain et l'impact du changement climatique*
- *Aboutir à des préconisations/guide de prise en compte du changement climatique*

Travail sur les zones identifiées comme sensibles :

- *Hyper-centre*
- *Faubourgs de première couronne*
- *Centre-villes des communes de première couronne*
- *Zones commerciales et d'activités*

METHODOLOGIE DE TRAVAIL

- tous les services sont concernés : Atelier 1 → 14 services distincts
- zoom sur des zones spécifiques : unités paysagères ; projets de renouvellement ; ...
- exemples photo d'aménagements existants et vecteurs d'actions



...

6. L'accompagnement de la mise en œuvre du PLUi-H
et la poursuite des réflexions pour intégrer le climat
dans le prochain PLUi-H

LE SERVICE APRES VOTE (SAV) DU PLUi-H (1/3)

- Poursuivre les **groupes de travail thématiques** mis en place pour l'élaboration du PLUi-H vers la rédaction de doctrines et le suivi des règles mises en place

→ Capitaliser le travail déjà accompli

- Associer tous les services concernés de la collectivité pour aboutir à une **doctrine rédigée et validée** par toutes les parties prenantes

→ Harmoniser et cadrer l'instruction des permis de construire

- Rédiger des doctrines qui permettent aux instructeurs, autant que faire se peut, d'appliquer les règles en **autonomie et à rédiger les considérants/prescriptions notés dans l'autorisation d'urbanisme,**

Si besoin d'un **avis interne**, la doctrine doit pouvoir cadrer cet avis

Anticiper les possibles évolutions de la règle

LE SERVICE APRES VOTE (SAV) DU PLUi-H (2/3)

■ Climat/énergie : règles nécessitant l'élaboration d'une doctrine

Possibilité d'adapter les règles d'implantation pour favoriser la conception bioclimatique des bâtiments (page 52 du règlement écrit) :

Par rapport aux voies et/ou aux limites séparatives, des implantations différentes de celles définies dans les dispositions spécifiques à chaque zone : peuvent être admises pour les opérations d'ensemble favorisant la conception bioclimatique des bâtiments (implantation nord/sud, logements traversant, énergies renouvelables, techniques favorisant le confort d'été et d'hiver, etc.) à condition que l'adaptation des règles d'implantation soit rendue nécessaire pour mettre en œuvre la conception bio-climatique du projet telle qu'elle est définie au lexique du présent règlement. Cette conception et particulièrement les moyens architecturaux et les énergies renouvelables aboutissant à la conception bioclimatique devront être justifiés dans la notice accompagnant la demande de permis de construire ou d'aménager

Mise en œuvre des objectifs de performances énergétiques (page 62 du règlement écrit) :

Les opérations d'ensemble, permis d'aménager et permis valant division participeront par leur conception, leur architecture et leur construction à la mise œuvre des objectifs de performances énergétiques: bâtiment économe en énergie, confort d'été, ventilation naturelle des bâtiments en privilégiant les logements traversant ainsi que l'orientation Nord/Sud, réduction de l'énergie grise des matériaux employés, usage des énergies renouvelables ou de récupérations, valorisation des ressources spécifiques liées à la localisation, mobilité douce, auto-partage, etc.

LE SERVICE APRES VOTE (SAV) DU PLUi-H (3/3)

■ **Climat/énergie : Doctrine possibilité d'adapter les règles d'implantation pour favoriser la conception bioclimatique des bâtiments**

Il s'agit de se baser essentiellement sur la définition de la conception bioclimatique en annexe du règlement écrit du PLUi-H (protection solaire des façades, matériaux et couleurs pour les façades des bâtiments qui permettent de limiter la captation de chaleur, favoriser l'éclairage naturel, logements traversants, végétalisation des façades, maques solaires entre les constructions...)

Possibilité également de s'appuyer sur le label d'expérimentation énergie-carbone E+C- porté par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et qui préfigure la future réglementation thermique de 2020 et intégrant notamment l'aspect émission carbone et pas seulement la performance énergétique d'un bâtiment.

LES PISTES DE RÉFLEXIONS APRÈS MApUCE

- Renforcer la convergence des outils réglementaires visant à protéger la TVB, à réduire les ICU et à améliorer la qualité de l'air
- Préserver les couloirs de ventilation en utilisant les outils de protection du paysage (vues et perspectives)
- Désimperméabiliser les grandes surfaces de stationnement
- Adapter le coefficient de surfaces éco-aménageables en fonction du phénomène d'ICU et du niveau de carence végétale d'un secteur
- Prévoir des études aérauliques (prise en compte du vent : vents dominants, effet venturi...) et solaires (simulation des ombres portées) dans les nouvelles OAP

Mettre en place des secteurs de performances énergétiques renforcées dans certains secteurs d'extension urbaine ou de fort renouvellement urbain (article L151-21)

- Évaluation des règles mises en œuvre dans le 1^{er} PLUi-H

EQUIPE PROJET



L. Debrye
(Planification
urbaine)



V. Edouart
(Plan climat)



A. Bayol
(Géomaticienne)



S. Haouès-Jouve
(Urbanisme durable)



J. Hidalgo
(Climat
& Urbanisme)



N. Touati
(Géomaticienne)



V. Masson
(Climat urbain,
BD urbaines)



R. Schoetter
(Climat urbain,
Énergétique du
bâtiment)



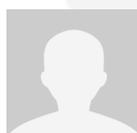
G. Bretagne
(Urbanisme)



A. Mayis
(Géomaticie)



R. Jouglu
(Climat)



T. Gardes
(Géomaticien)



G. Dumas
(Climat
& Urbanisme)

BIBLIOGRAPHIE

Hidalgo, J., Dumas, G., Masson, V., Petit, G., Bechtel, B., Bocher, E., Foley, M., Schoetter, R., Mills, G. 2018 Comparison between local climate zones maps derived from administrative datasets and satellite observations Urban Climate 27p. 64-89

Hidalgo, J., Jouglu, R. 2018 On the use of local weather types classification to improve climate understanding: An application on the urban climate of Toulouse PLoS ONE 1312p. E0208138

Touati, N., Gardes, T. and Hidalgo, J. A GIS plugin to model the Urban Heat Island from urban meteorological networks (submitted)

Kwok, Y-T., Schoetter, R., Ka Lun K., Hidalgo, J. Chao R. Grégoire, P. Masson, V. How does the local climate zone scheme discern the urban thermal environment? Evaluation for a European city (Toulouse) using numerical simulation data (submitted)

Les recherches à Toulouse :

Existence d'une certaine masse critique et multidisciplinaire ()*

Politique de financement des recherches interdisciplinaires (PIRVE, ADEME, ANR, Région, ...)

Sciences Humaines et Sociales



S. Haouès-Jouve
(Urbanisme durable)



X. Lopez
(Architecture & Urbanisme durable)



J. Hidalgo
(Climat & Urbanisme)



Z. Mhedhbi
(Climat & Urbanisme)



D. Chouillou
(Qualité env. du cadre de vie)



N. Touati
(Géomaticienne)



G. Simonet
(Sociologie de l'adaptation au CC)



G. Dumas
(Climat & Urbanisme)



L. Adolphe
(Architecture)



M. Bonhomme
(Architecture)



N. Tornay
(Architecture)



S. Faraut
(Architecture)



G. Casaux
(G. Civile)



T. Martin
(Architecture & Urbanisme)

Sciences de l'Environnement



V. Masson
(Climat urbain, BD urbaines)



A. Lemonsu
(Climat urbain & CC)



C. De Munck
(Climat urbain, végétation)



R. Schoetter
(Climat urbain, Énergétique du bâtiment)

+ plusieurs doctorants ...



X. Briotet
(Moyens aéroportés)



A. Michel
(Moyens aéroportés & ICU)



L. Roupioz
(Moyens aéroportés & ICU)



JP Gastellu
(Modélisation énergétique à l'échelle de l'atmosphère)



(* cette liste n'est pas exhaustive car il manque, entre autres, tous les chercheurs contractuels sur projet et postes)