

Cartographier le climat urbain pour la gestion du confort d'été en urbanisme : de l'analyse climatique et sémiologie graphique aux recommandations

Julia HIDALGO¹, Najla TOUATI², Sinda HAOUES-JOUVE², Laurent JEGOU², Genevieve BRETAGNE³, Erwan BOCHER⁴, Valéry MASSON⁵, Arnaud MAYIS³, Renaud JOUGLA¹, Gwendall PETIT⁴, Robert SCHOETTER⁵, Collectif GEO-VISU⁶

¹ National Centre for Scientific Research (CNRS), Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires (LISST), Toulouse II University, Toulouse, France (julia.hidalgo@univ-tlse2.fr)

² Toulouse II University, Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires (LISST), Toulouse, France

³ Agence d'urbanisme de Toulouse (Aua/T), Toulouse, France

⁴ National Centre for Scientific Research (CNRS), Lab-Sticc, Vannes, France

⁵ CNRM/Météo-France, Toulouse, France

⁶ Françoise Bahoken (IFSTTAR AME, Nantes, France), Anne-Christine Bronner (SAGE, Université de Strasbourg), Gregoire Lecampion, Julie Pierson et Olivier Pissot (PASSAGES, CNRS/Université de Bordeaux, Bordeaux, France)

Projets ANR-MapUCE et ADEME-PAENDORA (2015-2020)

LATTS



Atelier GEOVISU

Geo-informatique, Géographie, Architecture, Climatologie, Sociologie → Production de données urbaines et microclimat.

orbisgis/geoclimate

Geospatial processing toolbox for environmental and climate studies

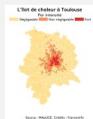
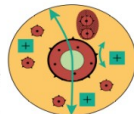


BD-Danube

Types de temps météo

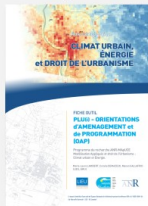
Meso-NH
mesoscale non-hydrostatic model

Cartographes et Géomaticiens
Sémiologie graphique, visualisation

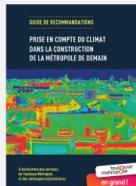


Démocratisation de l'accès aux données urbaines et climatiques
Preuve ~50 villes

Droit
Cadre réglementaire



Études Urbaines
Cadre d'élaboration opérationnel
Lien entre documents d'urbanisme

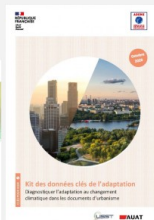


Articles scientifiques associés

Communauté d'Agglomération de La Rochelle

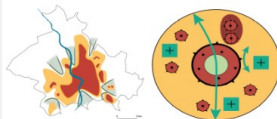


1. Bocher et al. 2018
2. Tornay et al. 2017
3. Hidalgo et al. 2018
4. Hidalgo and Jougla, 2018
5. Jougla et Hidalgo, 2019
6. Schoetter et al., 2019
7. Schoetter et al., 2020
8. Long et al., 2018
9. Kwok et al., 2019
10. Gardes et al. 2020
11. Yin et al. 2022
12. Hidalgo et al. 2022
13. Jégou et al. 2022
14. Mhedhbi et al. 2022



Questions de recherche

du chantier cartographique



Comment mieux prendre en compte les informations climatiques relatives au confort d'été dans les documents de planification urbaine : PLU-i ; PCAET ?

- Quelles informations climatiques sont pertinentes ? Sur quelles échelles spatiales ? Sur quels créneaux horaires ?
- Quel type de représentation graphique ? Quelle sémiologie graphique (cadre esthétique, symboles, légende, ...) ?
- Comment passer du diagnostic (carte + analyses) à des recommandations ?

Urban climatic maps (UC-Map)

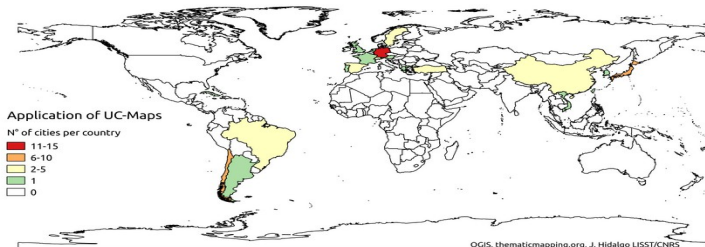
outil de référence pour traduire les connaissances climatiques en recommandations pour la planification

Deux niveaux d'information :

les cartes d'analyse

synthétisent les
les conditions climatiques.

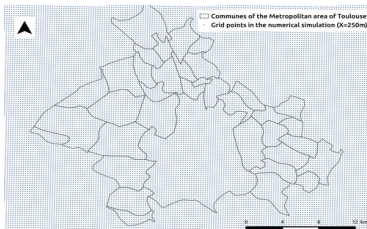
Les préconisations
d'urbanisme sont
synthétisées via les **cartes
de recommandations.**



Germany 1978 Stuttgart 1978 Hanover 1979 Berlin 1985 Essen 1988 Dortmund 1988 Munich 1992 Münster 1993 Kassel 2002 Heidelberg-Mannheim 2003 Freiburg 2009 Frankfurt 2015 Hesse 2016 Darmstadt 2016 Fulda	Chile 2015 Santiago 2015 Antofagasta 2015 Calama 2015 Valparaíso 2015 Concepción 2015 Chillán Japan 1991 Kagoshima city 1998 Osaka 1998 Fukuoka 1998 Kobe 1998 Okayama 2000 Tokyo 2008 Sakai 2009 Yokohama 2015 Sendai	Brazil 2006 Belo-Horizonte 2006 Salvador 2015 Campinas China 2007 Hong-Kong 2015 Wuhan 2017 Xiamen Spain 1990 Gran Canaria 1990 Valencia 2013 Bilbao Sweden 1989 Stockholm 1989 Gothenburg	Switzerland 1995 Basel 2001 Grenchen 2001 Umgebung Turkey 2015 Erzurum 2015 Kayseri	Austria 1999 Graz Argentina 2015 Tandil Corea 2015 Seoul Cuba 2009 Havana France 2018 Toulouse Greece 1996 Athens	Lebanon 2015 Beirut Netherlands 2009 Arnhem Portugal 2009 Lisbon Singapore 2015 Singapore Taiwan 2013 Kaohsiung UK 2015 Manchester	Vietnam 2015 Ho Chi Minh
--	--	--	---	--	---	-----------------------------

Données climatiques

Robert Schoetter & Valéry Masson, CNRM



Meso-NH/TEB

- Fev. 2004 à Fev. 2005 → campagne CAPITOUL
- quatre domaines 8km (D1), 2km (D2), 1km (D3) and **250m** (D4)
- pas de temps D4 (10'); sortie horaire (moyenne de valeurs entre h-1 et h)
- N° de jours pour l'été 2004 (> 85% des jours d'été)
LWT 7 = 24 jours (26%)
LWT 8 = 37 jours (40%)
LWT 9 = 18 jours (20%)

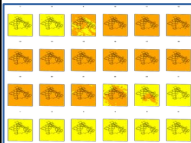
- **Model outputs:** T2M, UTCI, 10m u and v over the canopy level

- **Indicators:** UHI (Real-Natural) ; UTCI ; Wind classes

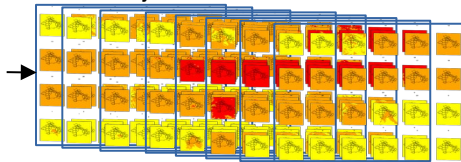
- **3 time periods of four hours to be analyzed:**

- early afternoon 13-16hLT
- late afternoon 17-20hLT
- night 03-06hLT

24h de simulation

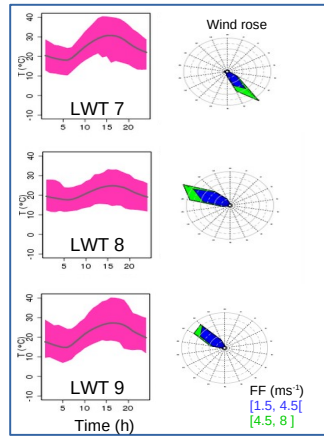
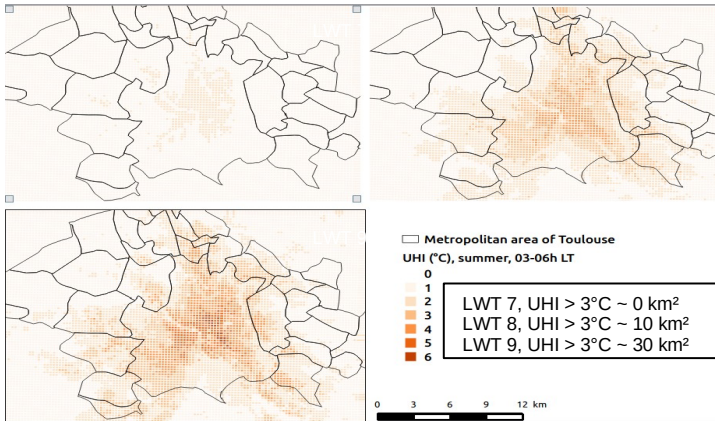


J jours de simulation

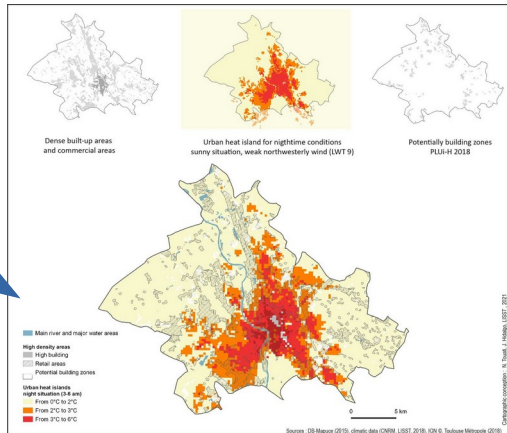
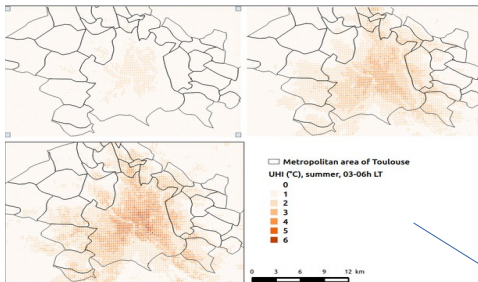


Îlot de chaleur urbain

$S_{\text{Real}} - S_{\text{Natural}}$, été, 3 to 6 AM LT

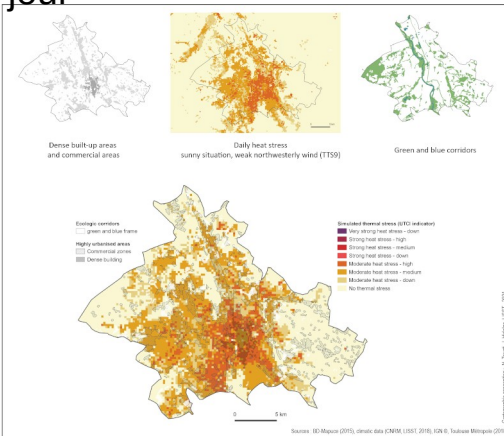


Carte d'analyse climatique pour l'îlot de chaleur nocturne

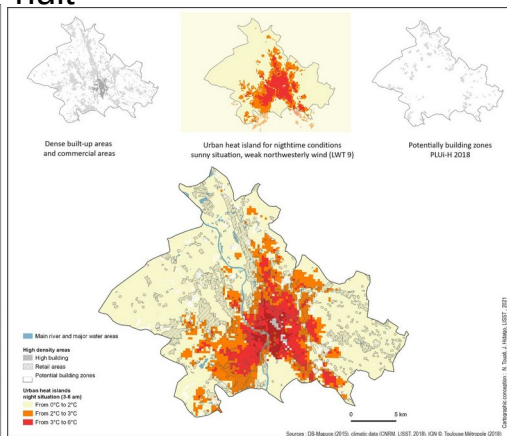


Cartes d'analyse climatique : jour-UTCI, nuit-ICU

jour



nuit



Cartes d'analyse climatique : jour-UTCI, nuit-ICU

Composition
Indicateurs
Légendes

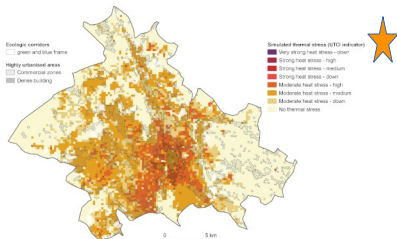
jour



Dense built-up areas
and commercial areas

Daily heat stress
sunny situation, weak northwesterly wind (TTS9)

Green and blue corridors



Ecological corridors
green and blue frame

Highly urbanized areas
Commercial zones
Dense building

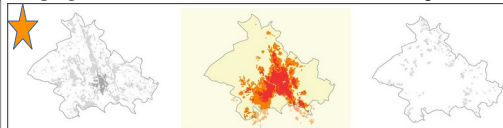
Simulated thermal stress (UTCI indicator)

- Very strong heat stress - down
- Strong heat stress - high
- Strong heat stress - medium
- Strong heat stress - down
- Moderate heat stress - high
- Moderate heat stress - medium
- Moderate heat stress - down
- No thermal stress

Sources : BD-Maps (2015), climatic data (CNRM, LISST, 2018), IGN ©, Toulouse Métropole (2018)

Cartographic conception : N. Toudi, J. Hély, LISST, 2021

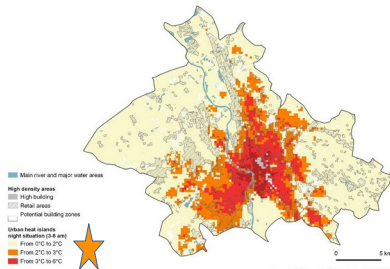
nuit



Dense built-up areas
and commercial areas

Urban heat island for nighttime conditions
sunny situation, weak northwesterly wind (LWT 9)

Potentially building zones
PLUI-H 2018



Main river and major water areas

High density areas
Retail areas
Potential building zones

Urban heat islands
night situation (3-6 am)

- From 0°C to 2°C
- From 2°C to 3°C
- From 3°C to 6°C

Sources : BD-Maps (2015), climatic data (CNRM, LISST, 2018), IGN ©, Toulouse Métropole (2018)

Cartographic conception : N. Toudi, J. Hély, LISST, 2021

Cartes des zones à enjeux : jour-UTCI, nuit-ICU

jour

Typical summer daytime weather situation:
A cool city center in the face of high thermal discomfort present in the suburbs and in the commercial and activities zones

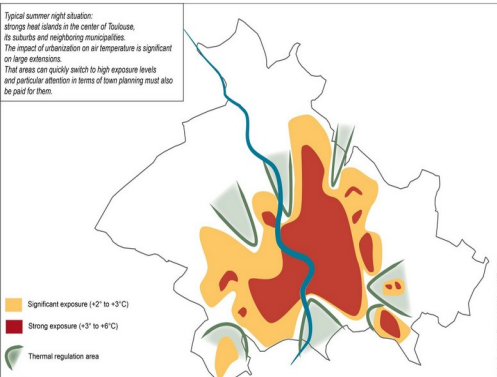


Sources : Based upon thermal analysis msa for daytime, USST, 2019

Cartographie conception : N. Tsouli, J. Hidalgo, USST, 2020

nuit

Typical summer night situation:
strong heat islands in the center of Toulouse, its suburbs and neighboring municipalities.
The impact of urbanization on air temperature is significant on large extensions.
That areas can quickly switch to high exposure levels and particular attention in terms of town planning must also be paid for them.

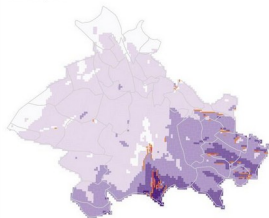


Sources : from map analysis for typical summer night situation, USST

Cartographie Design : N. Tsouli, J. Hidalgo, USST, 2020

Cartes d'analyse climatique : vent

LWT 7 Daytime



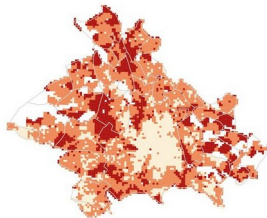
Wind speed discontinuities (m/s)

0.3 - 0.5
0.5 - 0.9

Classification : equal

Wind speed (mean m/s)

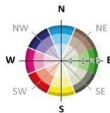
3.6 - 4.1
4.1 - 4.7
4.7 - 5.2
5.2 - 5.7
5.7 - 6.2



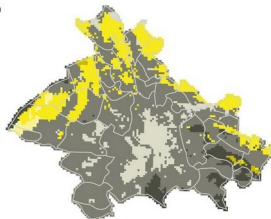
Velocity ratio (m/s)

0.28 - 0.45
0.45 - 0.56
0.56 - 1.5

Classification: quantile



NV : No ventilation -> FF between 0 and 1.5m/s
WV : Weak ventilation -> FF between 1.5 and 3.3m/s
IG : Intermediate ventilation -> FF between 3.3 and 5.4m/s
GV : Good ventilation -> FF upper 5.4 m/s

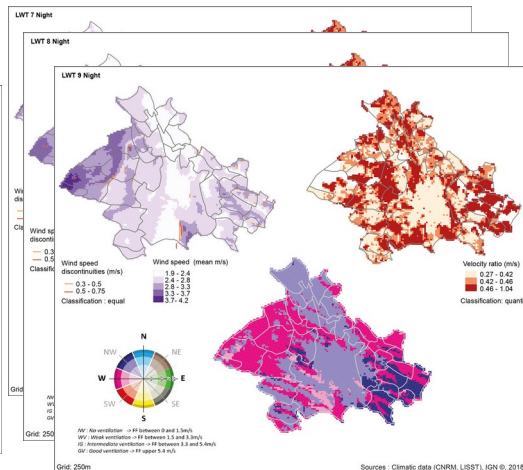
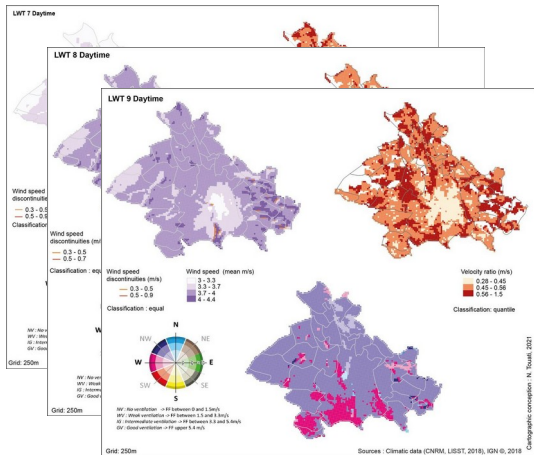


Grid: 250m

Sources : Climatic data (CNRM, LISST), IGN ©, 2018

Cartographic conception : N. Touati, 2021

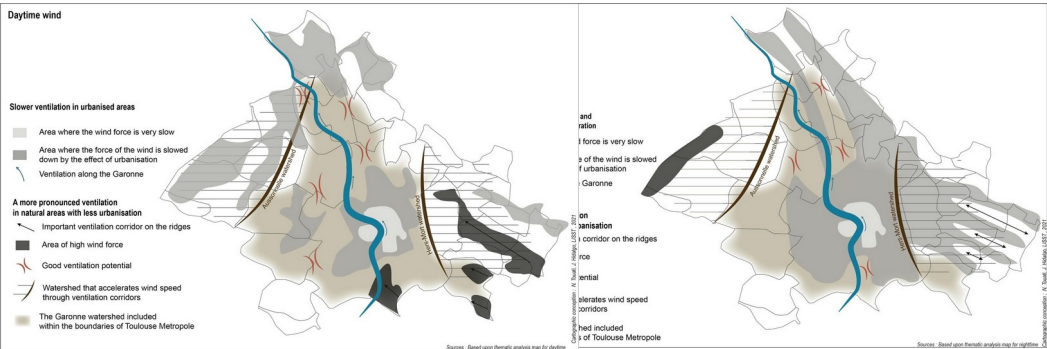
Cartes d'analyse climatique : vent



Cartes des zones à enjeux : jour-vent, nuit-vent

jour

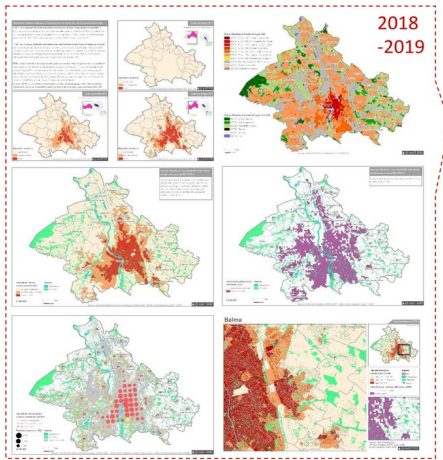
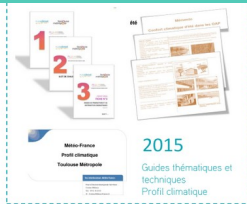
nuit



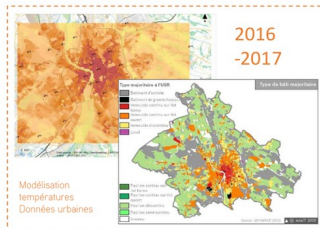
Conclusion : la cartographie n'est pas la fin mais le chemin

ANR-MAPUCE (2014-2019)

ADEME-PAENDORA (2017-2020)



Types de temps
Zones climatiques locales
ICU nocturne
UTCI diurne
ICU et population exposée
Cartes à la commune
> Atlas climatique



Vents



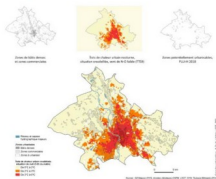
ANR-MaPUCe (2014-2019)

ADEME-PAENDORA (2017-2020)

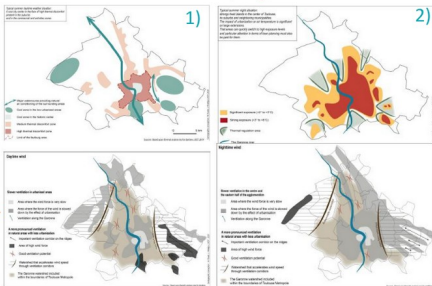


Leïa Manent (M1) → Discussion des approches cartographiques pour la production des cartes climatiques de l'environnement urbain à visée opérationnelle

Cartes d'analyse de l'indicateur ICU (Touati, Hidalgo, 2021)



Cartes des zones à enjeux en fonction 1) du niveau de stress thermique diurne et du vent et 2) de l'ICU nocturne et du vent (Touati, Hidalgo, 2020)



2020-2021

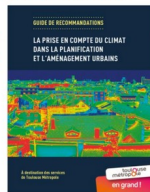
Développement de services climatiques > Suivi - monitoring du climat urbain (Dumas, 2020)



Guide de recommandations, intégrant notamment les réflexions issues de réunions interservices (2021)

Outils - Guides 2020-2022

Contexte climatique par secteur d'atelier (2022)



Kit de données clés de l'adaptation en urbanisme (2020)

Livret Leviers ICU (2022)

