



# L'EFFICACITÉ DE LA CARTE À VISÉE OPÉRATIONNELLE : EXPLORATION DE MÉTHODES DE REPRÉSENTATION ET RECHERCHE D'UNE SÉMIOLOGIE ADAPTÉE

**Najla Touati**

Ingénieure Géomaticienne

-

Laboratoire Interdisciplinaire

Sociétés, Solidarités, Territoires,

Université Toulouse Jean Jaurès -CNRS



# UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE

- Partenariat avec :



# Le cadre

•MApUCE 2014-19 : Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat et Énergie



- Ce projet a permis de développer une **méthodologie de production de données urbaines et climatiques** nécessaires au diagnostic microclimatique des territoires urbanisés. Par ailleurs, ce programme propose des leviers juridiques d'intégration dans les outils de planification urbaine, de données quantitatives liées au microclimat urbain, au climat et à l'énergie.

PAENDORA 2017-19

- **Continuité opérationnelle** de MApUCE à destination des collectivités pour généraliser la base de données urbaines pour les études climat-énergie à l'échelle des îlots urbains à l'ensemble de la France.

GEO-VISU 2018



- Ateliers de réflexion sur les techniques de représentation (carto)graphique. A partir des données urbaines produites dans MApUCE, un groupe de cartographe-géomaticiens propose de nouvelles visualisations des données climatiques et sociales. Ces réflexions s'inscrivent alors dans une démarche de recherche sur la **sémiotique et la sémiologie graphique**, la représentation de certains objets très souvent cartographiés dans les cartes qualitatives mais aussi quantitatives, l'évolution des pratiques cartographiques et visuelle

# L'EXEMPLE DES CARTES CLIMATIQUE

## Structure/composition des cartes climatiques urbaines

Plusieurs cartes pour des objectifs différents

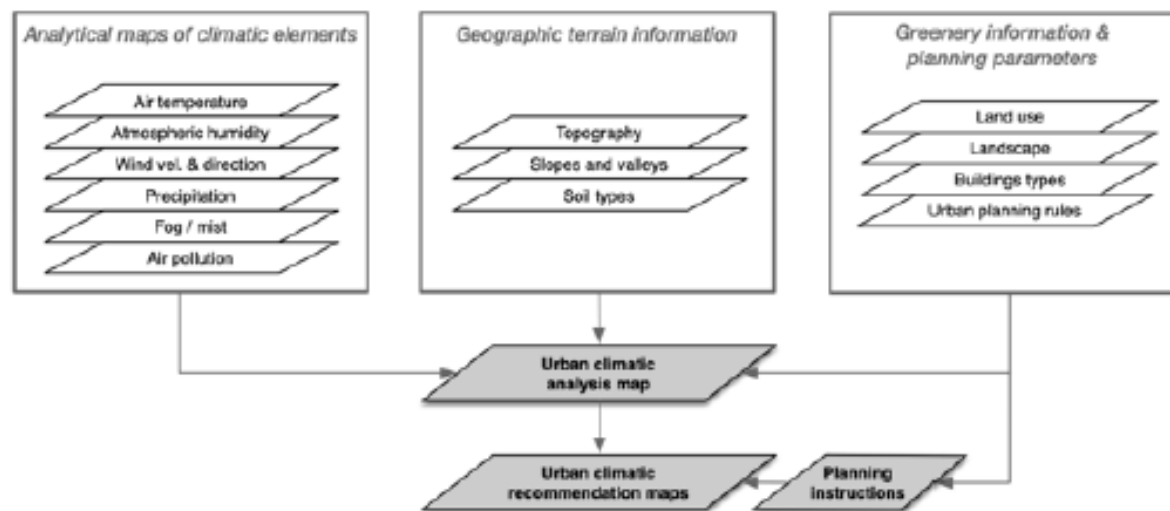
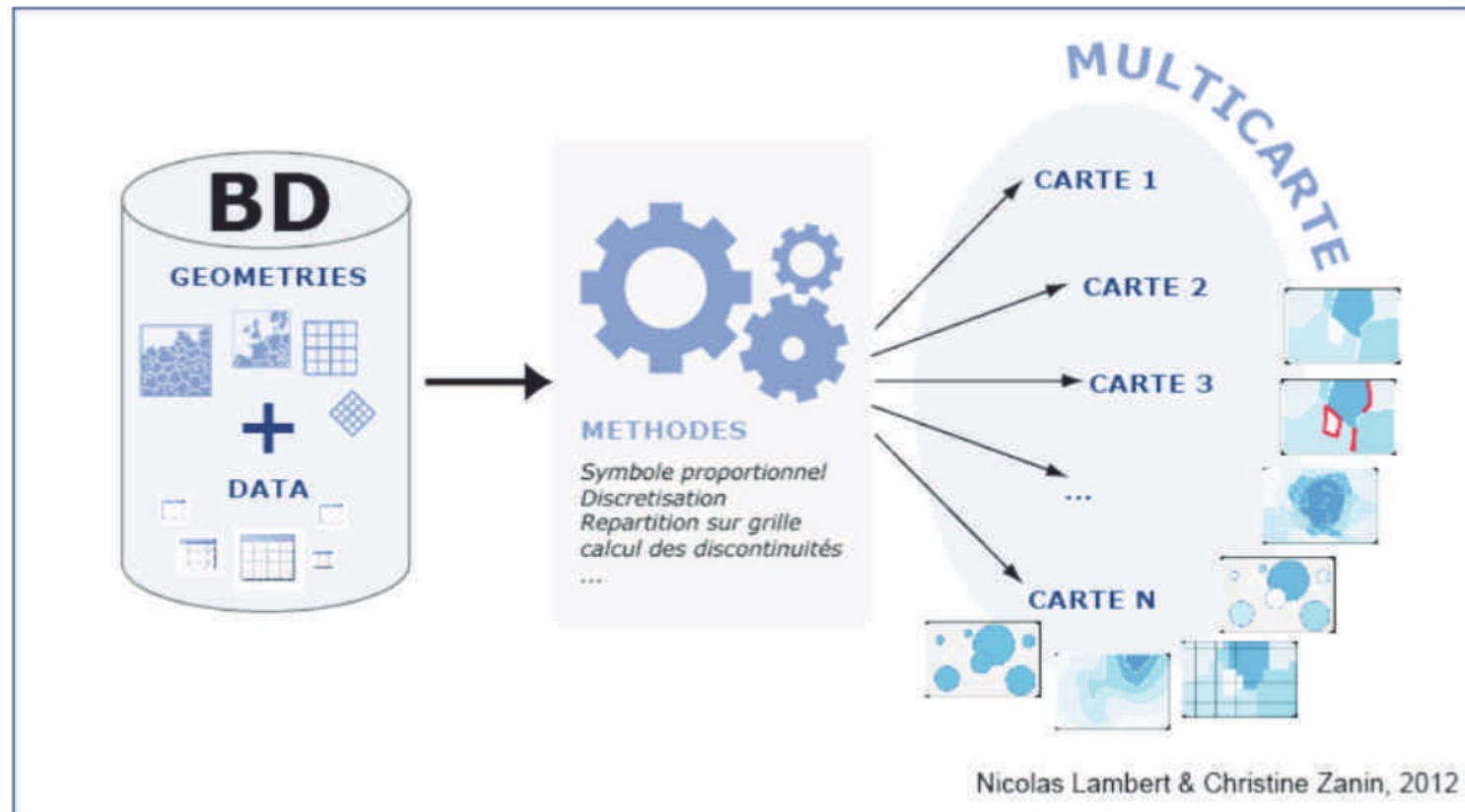


Figure 4. Structure of urban climatic maps (adapted from Ng et al., 2015).

### 2 types de cartes produites :

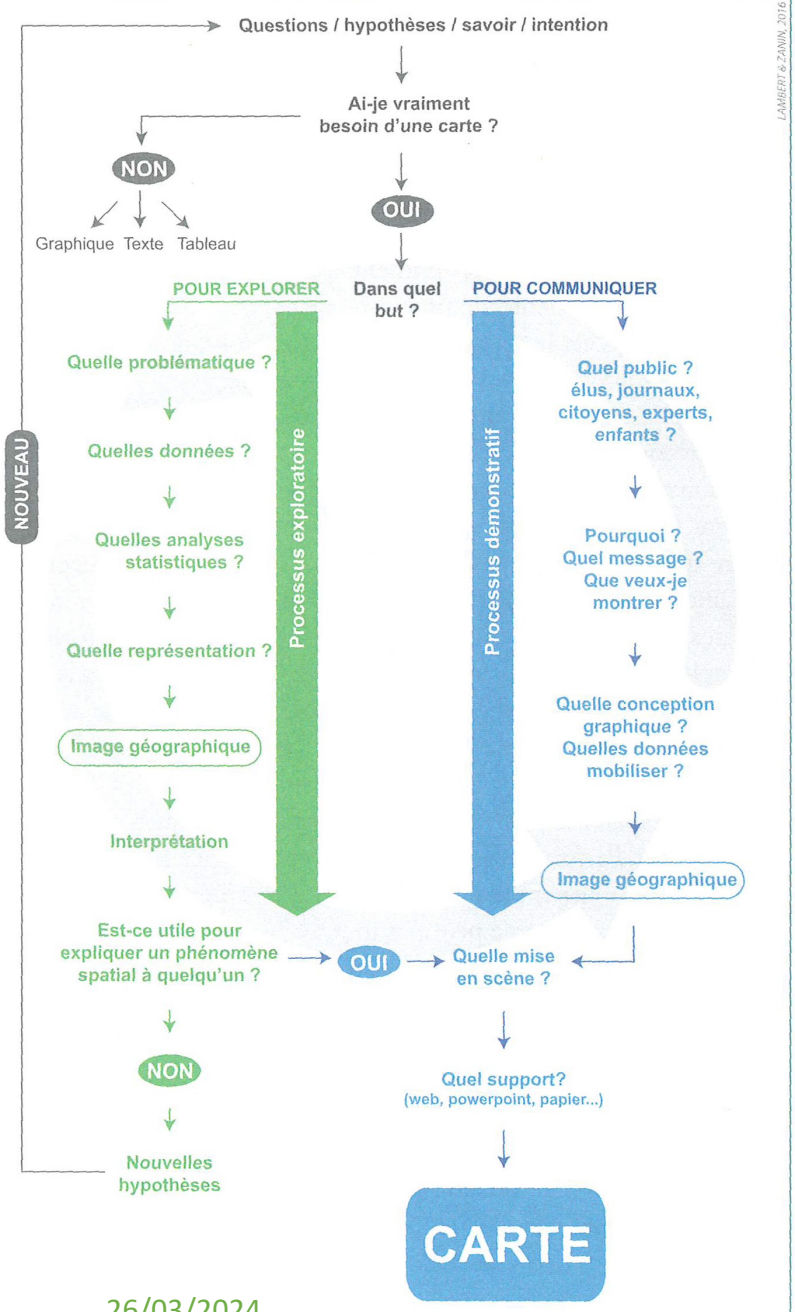
- carte d'analyse
- carte de recommandations → documents d'urbanisme

# PRINCIPES DE LA REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

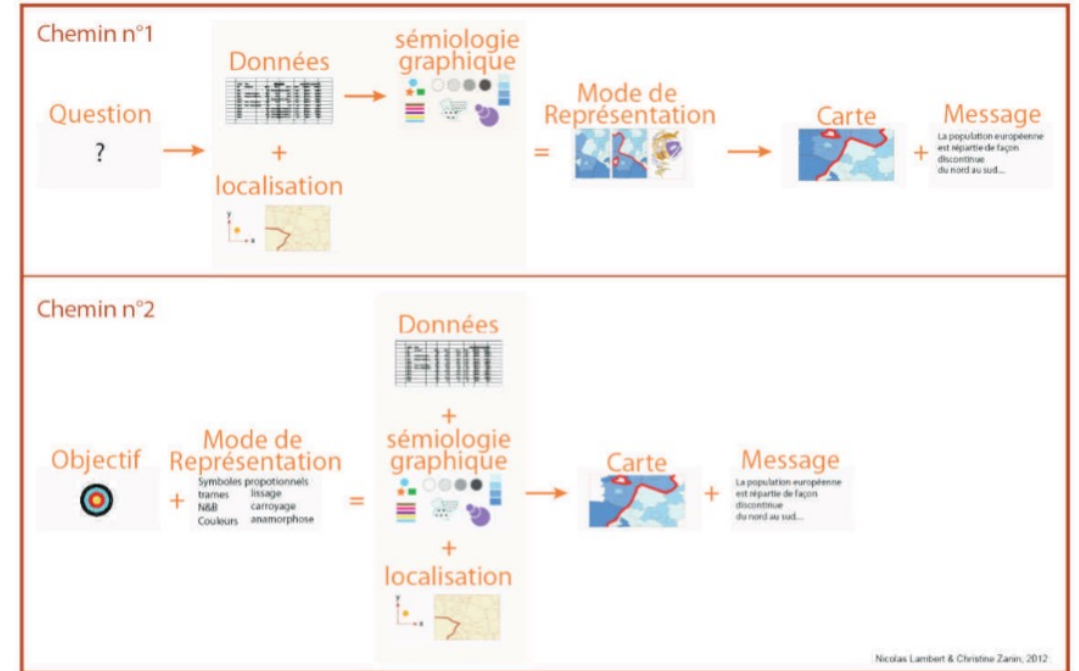


Principes de la multireprésentation cartographique thématique

LAMBERT & ZANIN, 2016



# CHEMIN DE LA REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE



# L' OBJECTIF : CONSTRUIRE UNE CARTE CLIMATIQUE POUR LA PLANIFICATION URBAINE DANS LE CADRE DE L'ÉLABORATION DU PLUI-H DE TOULOUSE MÉTROPOLE

## Les cartes climatiques comme outil d'aide au diagnostic climatique :

Les cartes climatiques représentent à la fois un outil de diagnostic microclimatique du territoire urbain et un levier potentiel de traduction réglementaire ultérieure des enjeux identifiés.

Cet outil est composé de 3 niveaux d'information :

### Niveau 1:

#### Collection de « cartes d'analyse »

Résultat du diagnostic microclimatique qui rassemble différentes informations (météorologique, occupation des sols, topographie et végétation). Leur interrelations et leurs effets sur le vent et le confort thermique sont analysés spatialement.



### Niveau 2 :

#### Des « cartes de zones à enjeux »

Synthèse de la carte d'analyse, représentant l'information géographique sous forme de carte des structures générales du climat et pouvant ressembler à ce que l'on appelle communément, les cartes-croquis.

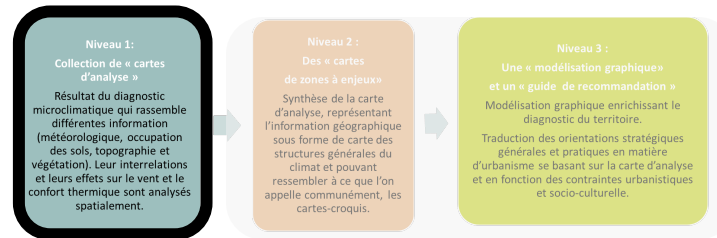


### Niveau 3 :

#### Une « modélisation graphique » et un « guide de recommandation »

Modélisation graphique enrichissant le diagnostic du territoire.  
Traduction des orientations stratégiques générales et pratiques en matière d'urbanisme se basant sur la carte d'analyse et en fonction des contraintes urbanistiques et socio-culturelle.

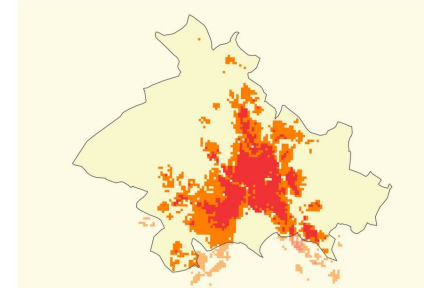
# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN : NIVEAU 1 → CARTES D'ANALYSE THÉMATIQUES



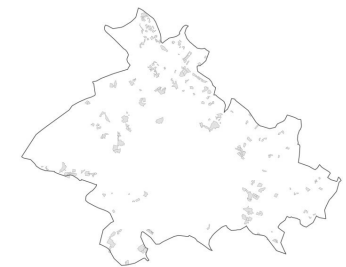
Exemple de l'Îlot de chaleur urbain nocturne,



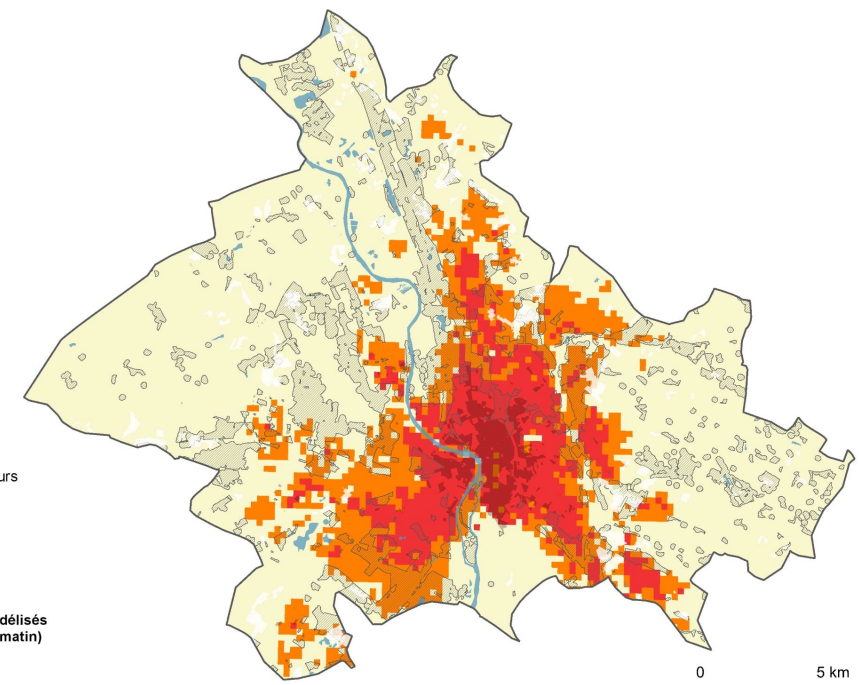
Zones de bâtis denses et zones commerciales



Îlots de chaleur urbain nocturne, situation ensoleillée, vent de N-O faible (TTS9)



Zones potentiellement urbanisables, PLUi-H 2018



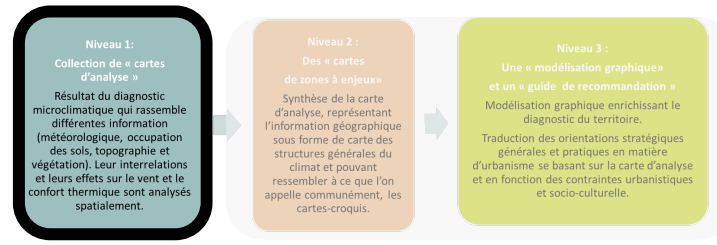
- Réseau et espace hydrographique majeurs
- Zones urbanisées**
  - Bâtis denses
  - Zones commerciales
  - Zones à urbaniser
- Îlots de chaleur urbain modélisés situation de nuit (3-6h du matin)**
  - De 0°C à 2°C
  - De 2°C à 3°C
  - De 3°C à 6°C

0 5 km

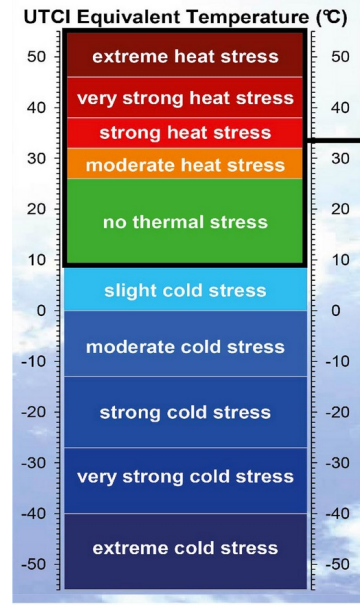
26/03/2024



# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN : NIVEAU 1 → CARTES D'ANALYSE THÉMATIQUES



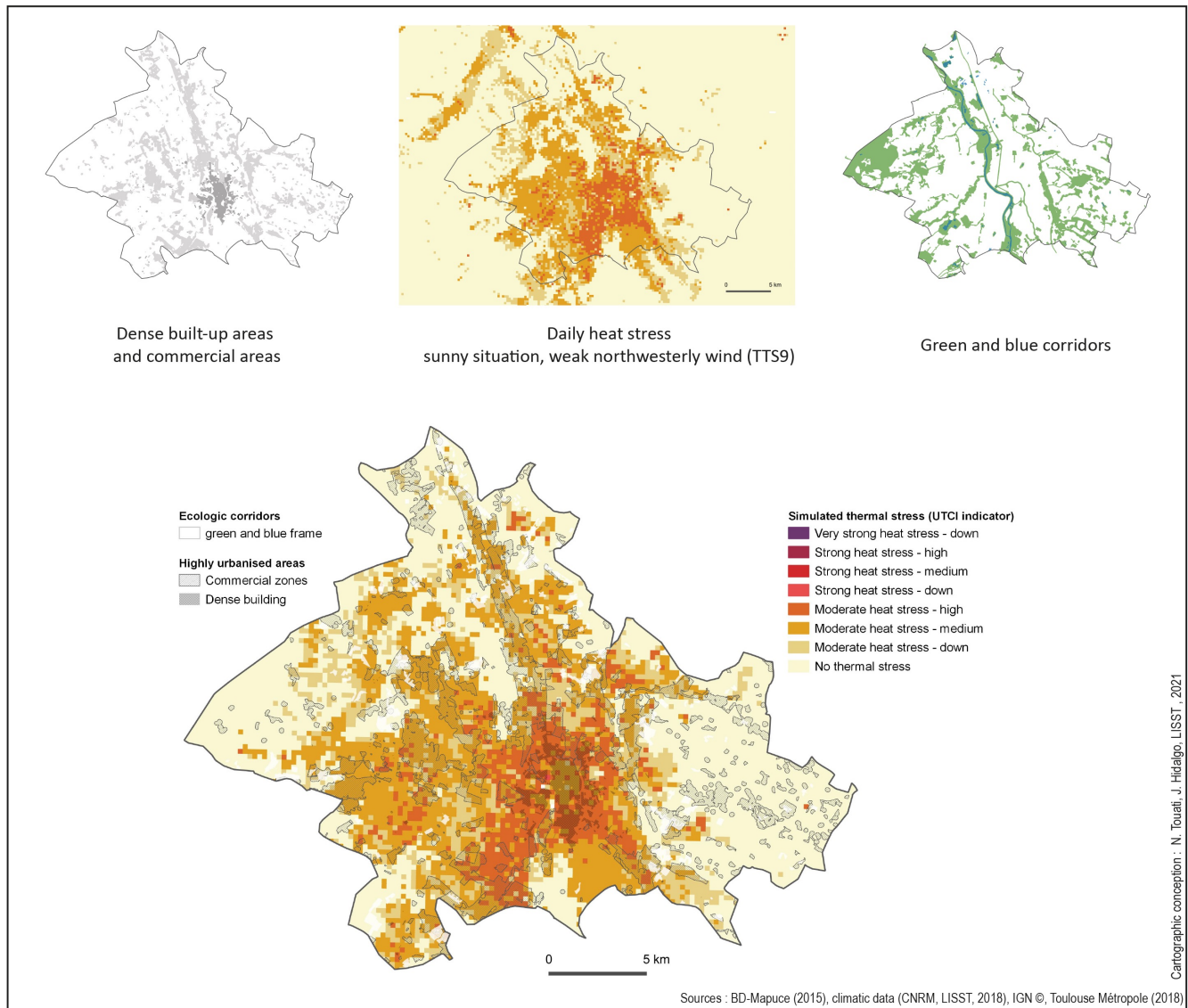
## Exemple du stress thermique (UTCI)



Proposition of interval scale adapted to this study

UTCI classes (°C)	Category and sub-category
More than 42	High
40 to 42	Very strong heat stress Medium
38 to 40	Low
36 to 38	High
34 to 36	Strong heat stress Medium
32 to 34	Low
30 to 32	High
28 to 30	Moderate heat stress Medium
26 to 28	Low
9 to 26	No thermal stress

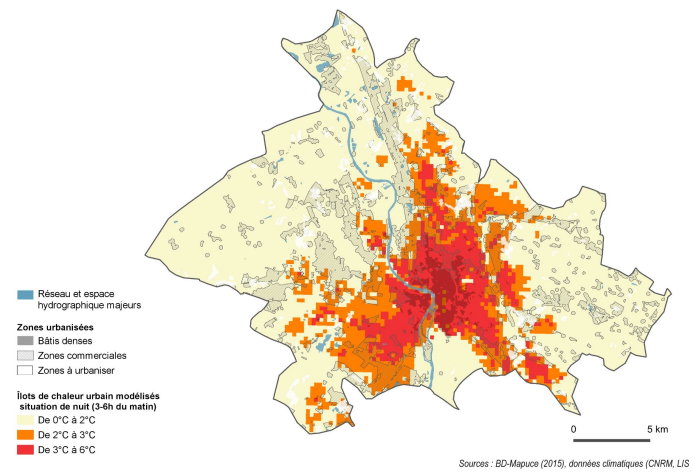
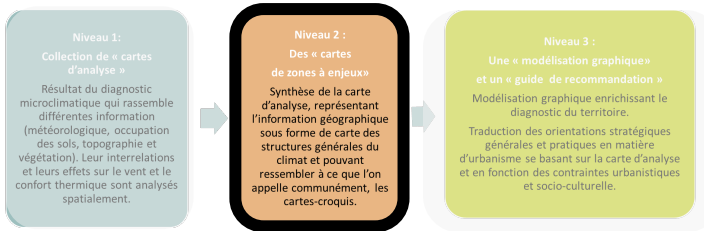
N. Touati, 2021



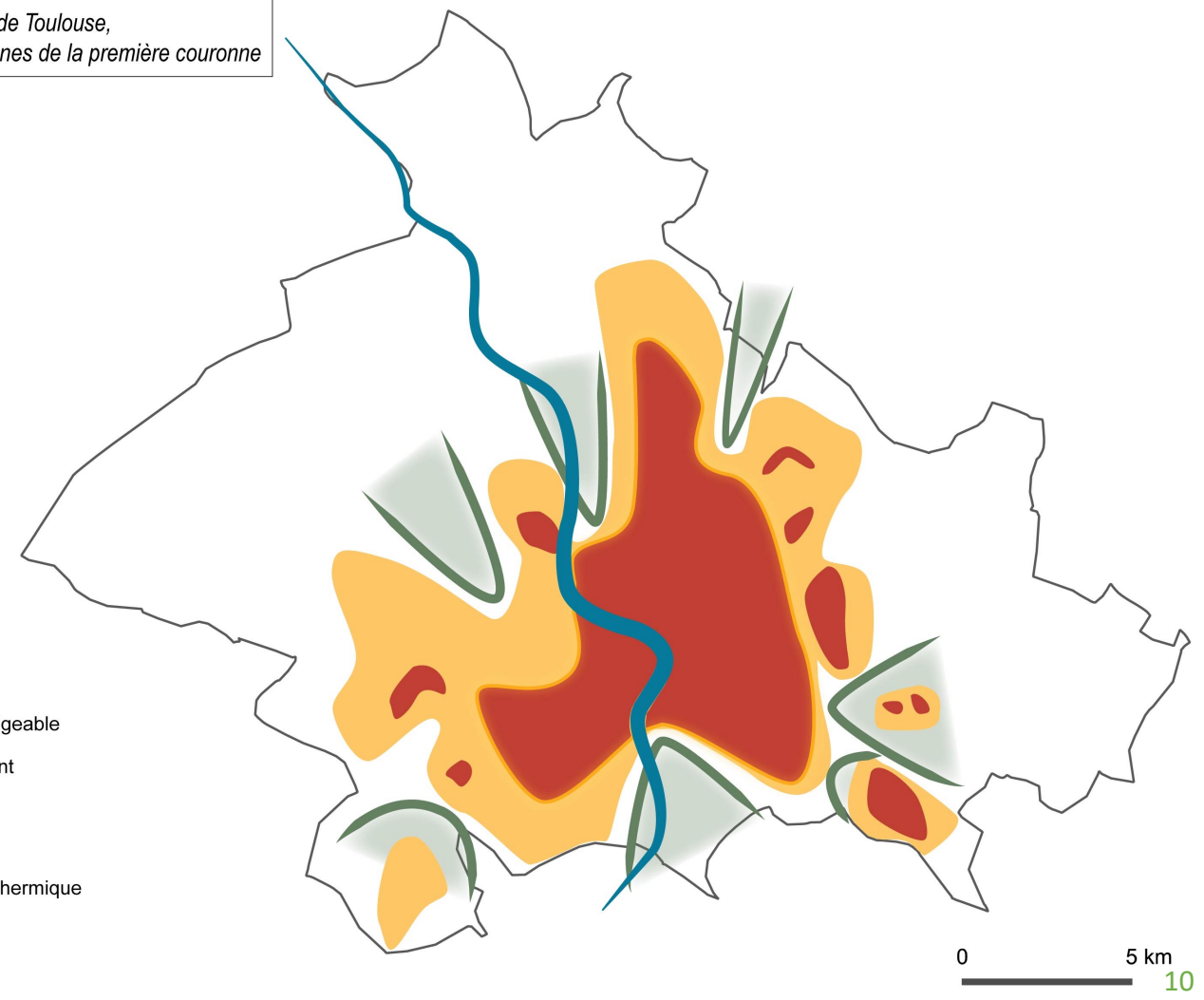
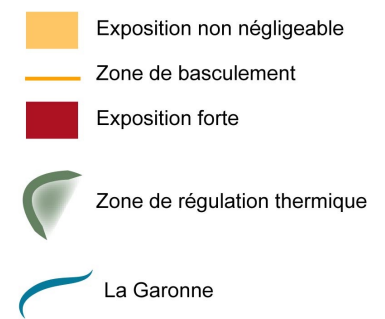
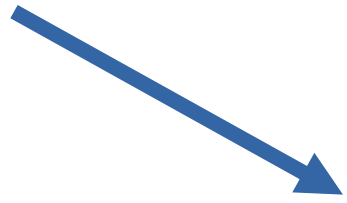
26/03/2024

# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN :

## NIVEAU 2 → CARTES DES ZONES À ENJEU



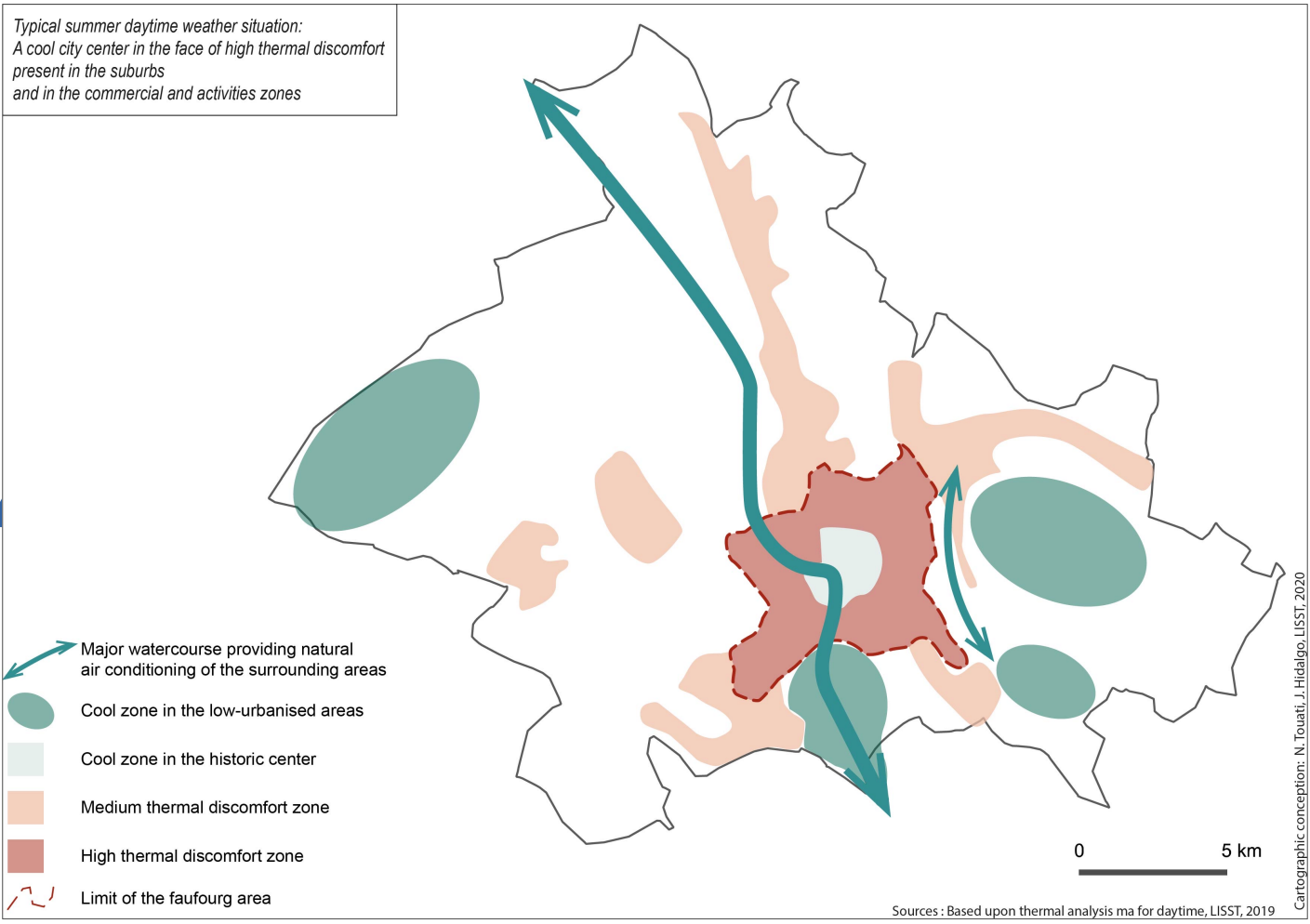
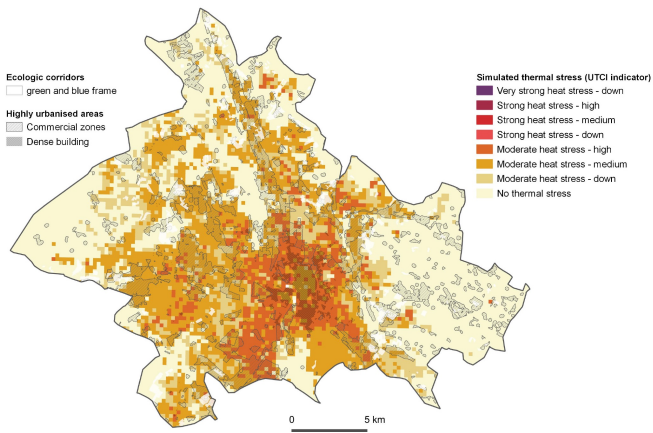
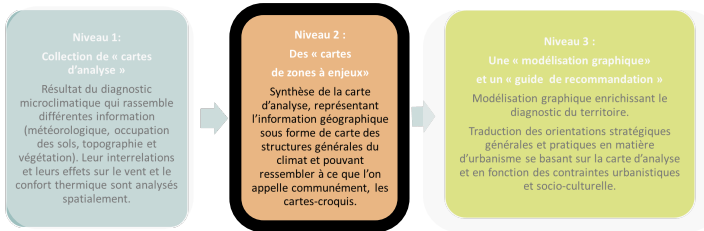
*Nuit typique d'été :  
De forts ICU dans le centre de Toulouse,  
ses faubourgs et les communes de la première couronne*



26/03/2024

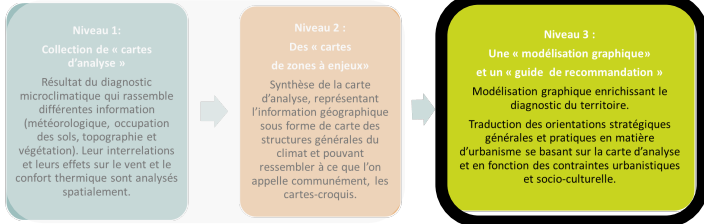
# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN :

## NIVEAU 2 → CARTES DES ZONES À ENJEU



26/03/2024

# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN : NIVEAU 3 → UN « GUIDE DE RECOMMANDATION » ET...

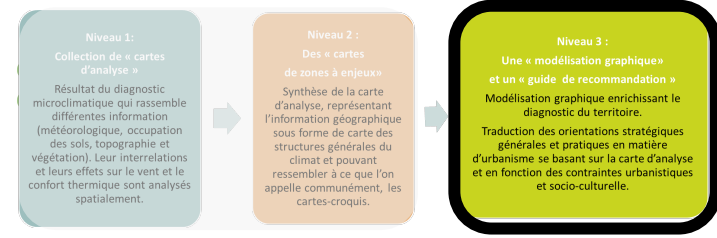


26/03/2024

# CARTES CLIMATIQUES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN

## NIVEAU 3 → ...UNE « MODÉLISATION GRAPHIQUE »

### BASÉE SUR L'APPROCHE CHORÉMATIQUE



	POINT	LINE	AREA	NETWORK
mesh				
	capital	administrative border	State, province...	centers, limits and polygons
grid				
	network head, crossing	communication routes	service area irrigation, drainage	network
attraction				
	attracted points satellites	line of isotropy orbits	catchment area	preferential links
contact				
	point of passage	break, interface	areas in contact	base bridgehead

tropism				
	directional flow	split line	trend surfaces	dissymmetries
territory dynamic				
	punctual evolutions	axis of propagation	extension areas	fabric of change
hierarchy				
	urban dot plot	administrative borders relationship of dependence	subset	mesh network

Source : R. Brunet, Mappemonde 86/4, 1986

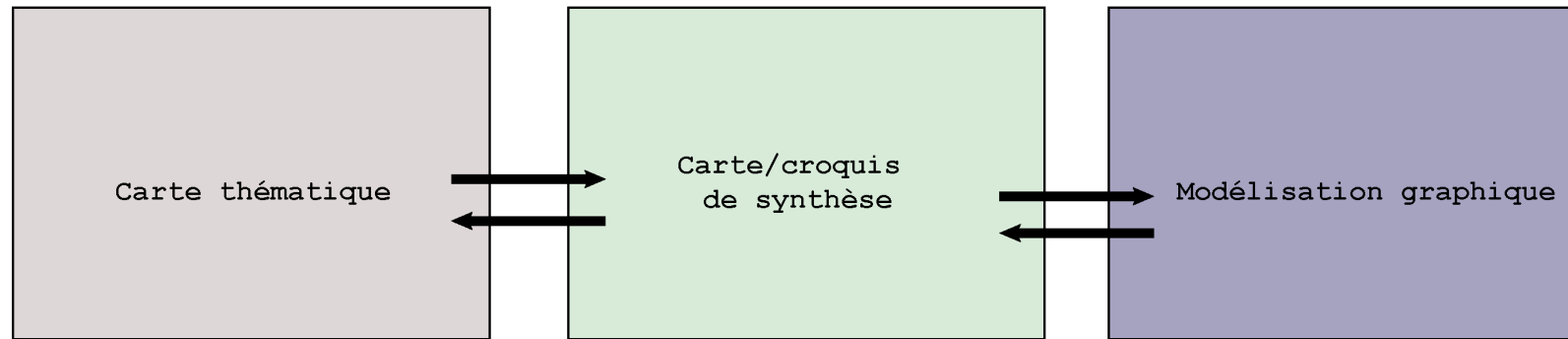
La difficulté : explorer, définir, discuter, communiquer sur des phénomènes spatiaux complexes, à différentes échelles.

Idée : modéliser des comportements complexes

But : pas forcément être précis mais donner une idée générale de la complexité

Situation actuelle : évaluer l'idée et proposer des modèles graphiques à la discussion. Changer la perception des idées reçues sur ce type de modélisation *graphique*

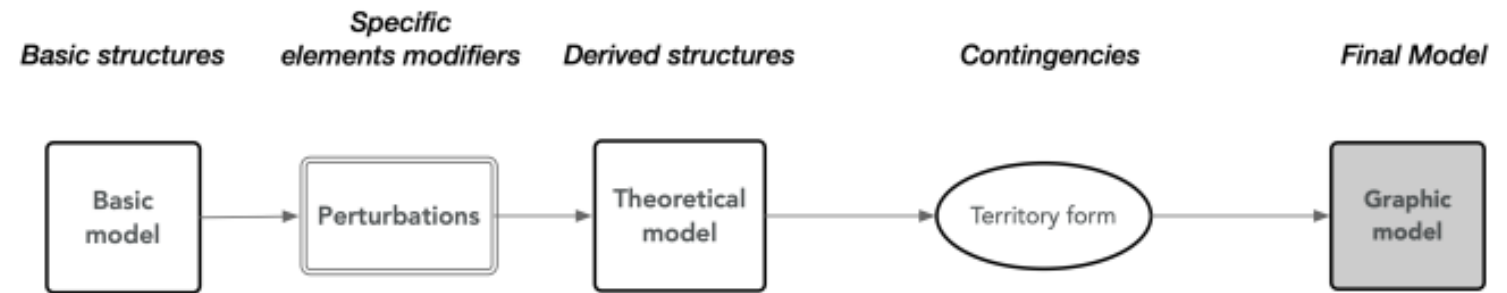
# La chorématique comme produit de la carte thématique



De la carte thématique à la chorématique :  
processus de réflexion itératif et continu

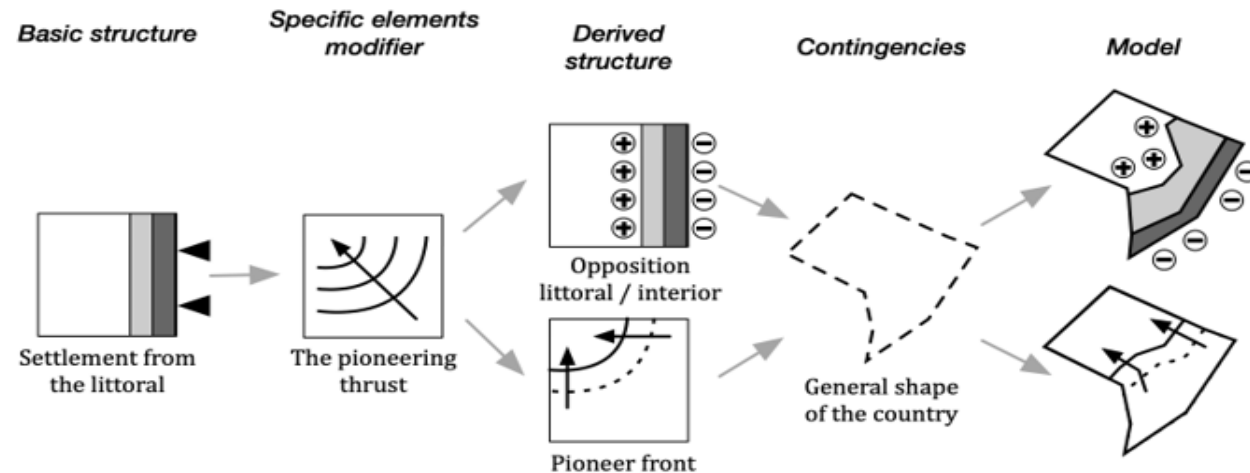
De la carte thématique à la chorématique :  
un processus de réflexion itératif

# Le processus de construction des modèles chorématique



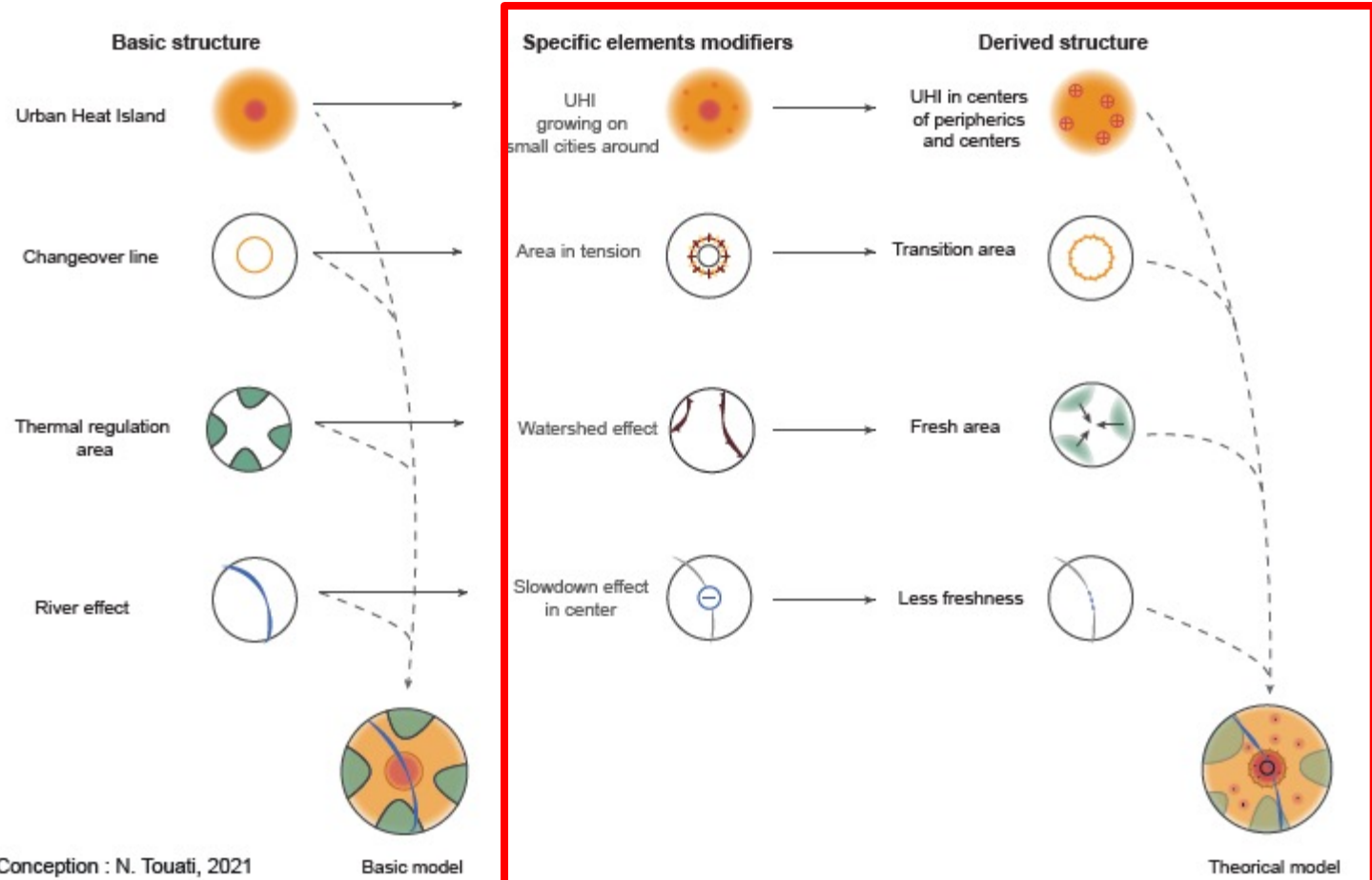
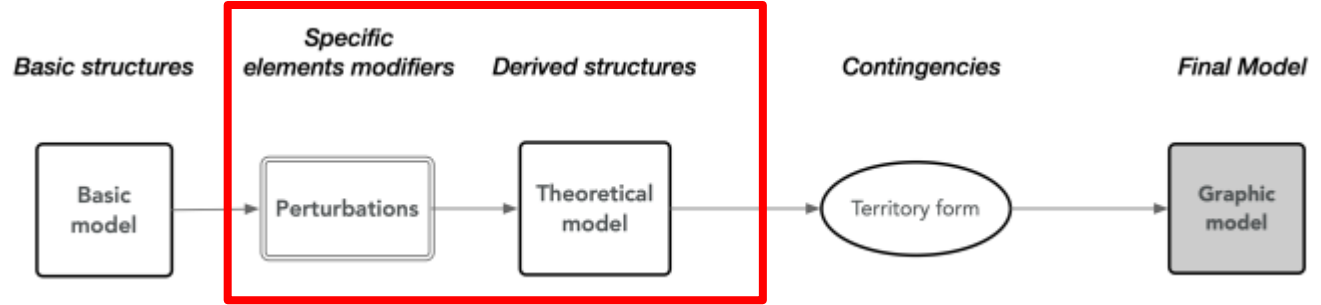
inspiré des travaux d'H. Théry en 1988

Diagramme du processus de modélisation graphique par la chorématique (inspiré d'H. Théry, 1988)

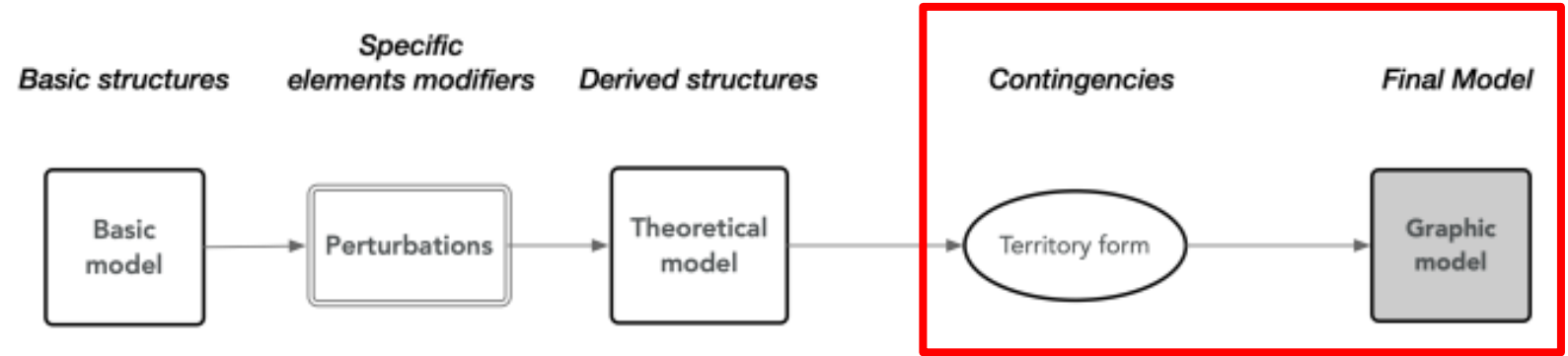


Exemple d'application sur le processus de peuplement au Brésil (H.Théry, 1988)

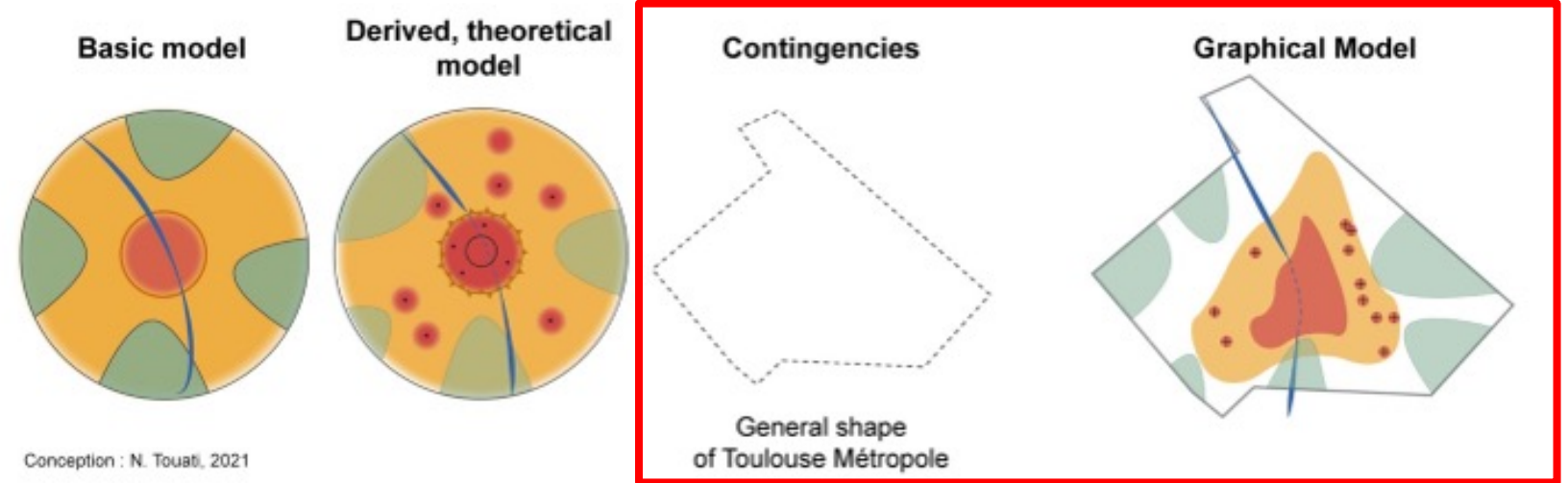
Toulouse Métropole :  
 Identifier la **structure de base**,  
 les éléments spécifiques et le  
**modèle dérivé** (journée)







Toulouse Métropole :  
**Modèle final** avec les  
différentes étapes

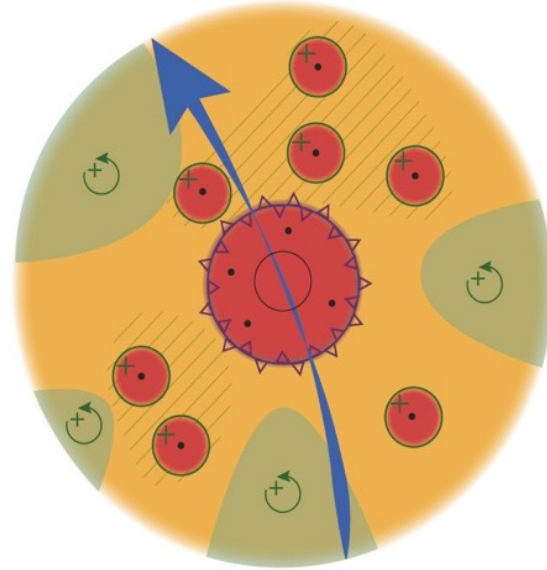


# Toulouse Métropole : Modèle graphique final

# Chorotype climatique et recommandations pour Toulouse Métropole

## Recommandations to take into account the micro-climate issues in urban planning policy for Toulouse

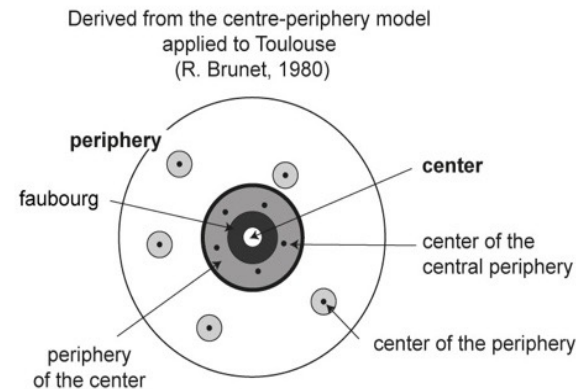
### UHI recommendations



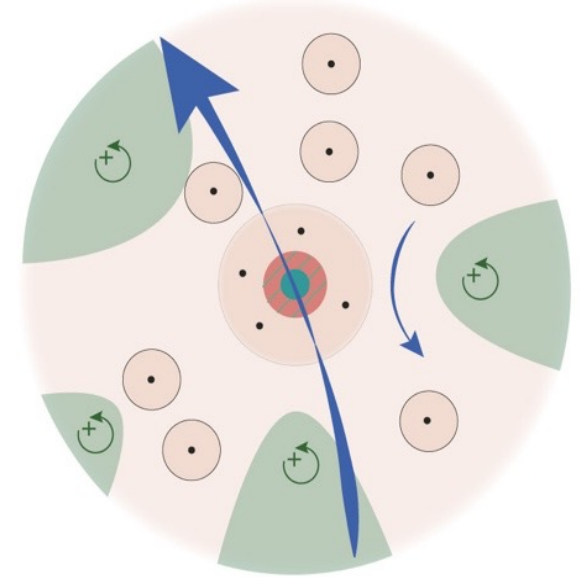
- Urban heat island**
  - Not insignificant exposition
- Transition area : limit of the strong exposure zone which to contain**
- Strong exposition
- Center of the 1st ring communes**
  - Preserve the fresh areas and reduce soil sealing by revegetation
- Economic activities and commercial zones**
  - Limit soil sealing and climate control use
  - Increase the vegetation presence

### Thermal regulation

- Ventilation corridor (narrower in the center)
- Attractive area, thermal regulation  
Freshening spaces preserved
- Thermal regulation area (hillsides, woods, etc.)



### UTCI recommendations



### Hypercentre

- Fresh island to preserve in the day
- Creation of shading
- Reduction of anthropic heat input

### Faubourgs of 1st ring

- High thermal discomfort
- Moderate thermal discomfort
- Increase the vegetation presence

Conception : N. Touati, 2021

# Conclusion

L'efficacité de la carte à visée opérationnelle :

- Avec l'aide d'un **processus documenté** qui décrit le phénomène : pas de modèle sans carte thématique commentée ;
- En s'appuyant sur des règles de représentations des données
- Avec nos partenaires, une approche interdisciplinaire ;
- Avec **la communauté scientifique** plus large pour participer à l'adaptation climatique des villes (climatologues, aménageurs...).

# QUELQUES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brunet, R., 1980, "La composition des modèles dans l'analyse spatiale", L'Espace géographique. No.4, 253-265.

Brunet, R., 1986, "La carte-modèle et les chorèmes", Mappemonde, No.86-4, 2-6.

DOI : 10.3406/mappe.1986.2334

Brunet, R., 2004, "D'une erreur commune à propos de cartes et de modèles. Commentaire sur « Quel fond de carte pour l'Australie ? » de Patrick Poncet" Mappemonde, No.74-2.

Casanova Enault, L and Chatel, C., 2017, "La modélisation graphique de phénomènes émergents pour répondre aux besoins de la prospective", Mappemonde, No.119. <https://journals.openedition.org/mappemonde/2264> ; <https://doi.org/10.4000/mappemonde.2264>

DOI : 10.4000/mappemonde.2264

Chatel, C., 2019, "Représenter les territoires à l'aide de chorèmes : la modélisation graphique", [http://geoteca.u-paris.fr/wp-content/uploads/2019/01/Presentation\\_chorematique.pdf](http://geoteca.u-paris.fr/wp-content/uploads/2019/01/Presentation_chorematique.pdf)

Cheyran, J.-P., 2007, "Les processus spatio-temporels : quelques notions et concepts préalables à leur représentation", Mappemonde, No.15, <http://mappemonde.mgm.fr/num15/articles/art07303.html>.

Dumas G., 2021, "Mise en place de services climatiques au sein de la métropole toulousaine à base d'un réseau d'observation pour le monitoring de l'îlot de chaleur urbain", thèse de doctorat, CRNM, Toulouse.

Hidalgo, J. et Jouglà, R., "On the use of local weather types classification to improve climate understanding: An application on the urban climate of Toulouse", PLoS ONE, Vol.13 (12), online in december 2018.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208138> DOI : 10.1371/journal.pone.0208138

Hidalgo, J., Touati, N., Haouès-Jouve, S., Jégou, L., Bretagne, G., Bocher, E., Masson, V., Mayis, A., Jouglà, R., Petit, G., Schoetter, R., collectif Géovisu, 2022, "Mapping the urban climate for summer comfort management in urban planning: climate analysis and semiology of graphics", Cybergeog: European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage, accepted.

Lardon, S., Houdart, M., 2017, "Les Chorèmes face à l'évolution des thématiques et pratiques de recherche, en agronomie et aménagement des territoires" Mappemonde, No.122,

<https://journals.openedition.org/mappemonde/574> DOI : 10.4000/mappemonde.574

Ng, E., Chao, R., 2015, The urban climatic map: a methodology for sustainable urban planning. London, Routledge. DOI : 10.4324/9781315717616

Théry, H., 1988, "Modélisation graphique et analyse régionale. Une méthode et un exemple" Cahiers de géographie du Québec. Vol.32, No.86,135-150. DOI : 10.7202/021952ar

Velut, S., 2001, "Argentine, modèle à monter" L'Espace Géographique. Vol.30, No.3, 231-244. DOI : 10.3917/arco.bost.2018.01.0154



# MERCI DE VOTRE ATTENTION