

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

THÈSE

En vue de l'obtention du DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse 2 - Jean Jaurès

Présentée et soutenue par
Zohra MHEDHBI

Le 5 mars 2021

**Construire une expertise climatique locale pour mettre à l'agenda
l'adaptation au changement climatique dans la planification et
l'aménagement urbains. Le cas du Grand Tunis**

Ecole doctorale : **TESC - Temps, Espaces, Sociétés, Cultures**

Spécialité : **Urbanisme et aménagement**

Unités de recherche :

LISST - Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires

CNRM - Centre National de Recherches Météorologiques

Thèse dirigée par

Valéry MASSON , Sinda HAQUES-JOUE , Julia HIDALGO

Jury

Isabelle Berry-Chikhaoui, Maîtresse de Conférences HDR, Université Montpellier 3, Rapporteuse

Youssef Diab, Professeur, Université Gustave Eiffel, Rapporteur

Emmanuel Eveno, Professeur, Université Toulouse Jean Jaurès, Examinateur

Inji Kenawy, Lecturer, University of Salford Manchester, Examinatrice

Yves Richard, Professeur, Université de Bourgogne, Examinateur

Valéry Masson, Directeur de Recherche, MétéoFrance, Co-directeur

Sinda Haouès-Jouve, Maîtresse de Conférences, Université Toulouse Jean Jaurès, Co-directrice

Julia Hidalgo, Chargée de Recherche CNRS, Co-directrice

Remerciements

Si la thèse constitue un exercice d'endurance relativement personnel, elle se nourrit toutefois de rencontres et d'échanges, et n'existe qu'à travers l'accompagnement qui lui est réservé tant sur un plan financier que scientifique et humain. C'est la raison pour laquelle je souhaite ici remercier celles et ceux qui ont participé de près comme de loin à la réalisation de ce travail.

Je voudrais remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnée tout au long de cette aventure que ce soit par leurs précieux conseils, les opportunités offertes ou par leur soutien dans les moments les plus difficiles.

Je tiens, en premier lieu, à adresser mes plus sincères remerciements à mes trois directeurs de thèse pour m'avoir accompagnée avec enthousiasme dans ce projet : Merci Valéry pour ton soutien, ta confiance manifeste dans mon travail et tes conseils bienveillants. Avec ta bonne humeur et ton optimisme, tu as toujours réussi à m'aider à faire évacuer la pression. Merci d'avoir défendu l'intérêt de ce travail interdisciplinaire et surtout d'avoir cru en sa réussite. Ton ouverture d'esprit et ta capacité d'écoute nous ont permis de dépasser les innombrables obstacles de différentes natures et d'arriver au bout de cette belle aventure.

Sinda, comment te dire à quel point je te remercie ? Merci de m'avoir fait confiance dès le début, d'avoir cru en ce projet sans hésiter, d'avoir nourri mes réflexions et de m'avoir encouragée à l'action. La finesse de tes commentaires a été un moteur pour ma réflexion et tes conseils avisés m'ont inculqué petit à petit les ficelles de ce métier. Tu étais là à tous moments, pour les moments de doutes comme de gloire. Ta disponibilité, ton écoute et tes conseils ont vivement participé à cette réussite. je ne me lasserai jamais de ces heures de discussion entre nous quelles que soient leurs formes ! J'espère très sincèrement que le meilleur reste encore à venir !

Julia, ton exigence stimulante, ton appétit intellectuel et l'attention que tu as pu me porter tout au long de la thèse, étaient d'une grande aide. Je te remercie, de m'avoir poussé à tout moment de la thèse vers des nouvelles horizons et de m'avoir encouragé pour saisir les différentes opportunités.

Je vous remercie tous les trois pour votre générosité scientifique et le pragmatisme bénéfique avec lequel vous avez su répondre à mes si nombreuses questions.

Mes remerciements vont ensuite évidemment à Najla, la talentueuse ingénieure en géomatique du LISST. Merci Najla, de m'avoir initié à la géomatique, merci pour ta patience et ta bienveillance. Tu m'a toujours impressionnée avec tes solutions magiques et tu m'as appris que tout est possible avec un SIG, il faut juste un peu de patience et beaucoup de bonne volonté. Tu as cru en moi et je t'en remercie chaleureusement.

Delphine et Renaud, vous étiez toujours là à m'encourager, à me relire des bouts de la thèse et à croire en moi. Je ne vous remercierai jamais assez pour votre soutien toutes au long de ces 4 années de thèse.

Ophélie et Geneviève, merci pour vos relectures, votre disponibilité, vos encouragements et votre bienveillance, vous m'avez permis de mener la dernière année de thèse avec sérénité.

Bertrand, merci pour tes conseils si précieux. Nos discussions m'ont toujours permis de voir plus loin, de me projeter et de croire en ma capacité de chercheuse.

Claudia, merci pour ta bienveillance et tes encouragements, nos pauses thé au goût du gingembre était une ressource pour moi.

Bruno et Guillaume, merci pour vos relectures et vos encouragements, j'espère qu'on aura l'occasion de collaborer prochainement !

Anne Lise merci pour ton amitié et ces merveilleux moments de fou rire en ta compagnie.

Merci à mes collègues doctorants, à mes collègues enseignants-chercheurs et chercheurs pour tous les bons moments passés ensemble et vos conseils bienveillants : Pierre, Alice, Stéphanie, Yann Philippe, Julien, Jean-Jacques, Corinne, Bastien, Charbel, Dung, Amira, David. Merci à Marie, Dominique, Christine et Patricia pour leur appui.

Une pensée particulière à Delphine, Bénédicte et Boujemaa qui n'ont cessé de me faciliter ma vie de doctorante au LISST tout au long de la thèse.

Au CNRM, je tiens remercier Cécile pour les simulations qu'elle a effectué pour Tunis. La caractère interdisciplinaire de nos travaux ne nous a pas empêché de s'entendre et de garder la bonne humeur. Merci aussi à Aude, Émilie, Anita et Houria.

Je tiens à témoigner également ma gratitude à l'ensemble des acteurs rencontrés dans mes enquêtes de terrain sans qui ce travail n'aurait pas pu être mené à bien. Je les remercie pour le temps qu'ils m'ont consacré. Je remercie notamment Jihène Ghiloufi de l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis et pour l'intérêt indéniable qu'elle a pu témoigner à l'égard de ce travail . Elle a accompagné toutes mes démarches à Tunis.

Merci à Zacharie et à Annie Noelle de m'avoir accompagné pour mon premier atterrissage en France.

Saber merci pour ton soutien, merci pour tout ce que tu as fait pour m'aider à différentes étapes de cette aventure, tu m'as toujours soutenu dans tous ce que j'entreprends et cela depuis toujours.

Nada, les mots me manquent pour te remercier, ton soutien était inconditionnel, tu n'a jamais cessé de croire en moi, de m'encourager et de me pousser vers l'avant. Rien de cela n'aurait été possible sans ta présence à mes cotés ! T'es la meilleure !

Papa, et maman, c'est grâce à vos encouragements, votre soutien et votre amour inconditionnel que j'ai pu arriver au bout de cette expérience. Dans les moments les plus difficiles vous avez su me motiver avec douceur et beaucoup de bonne humeur.

Mamie, mamma Zozo là ou tu es j'espère que tu es fière de ta petite fille, tu m'avais toujours dit que je serai brillante dans tout ce que j'entreprendrai. C'est à toi et que je dédie cette thèse.

Résumé de la thèse

Cette thèse s'intéresse aux modalités de construction territoriale de l'adaptation au changement climatique (ACC), avec le recours à une approche interdisciplinaire, à l'interface des sciences sociales et des sciences du climat. Elle ambitionne d'analyser la mise à l'agenda de l'ACC dans les politiques urbaines du Grand Tunis, à travers la co-construction d'une expertise climatique locale inspirée d'expériences développées dans d'autres contextes urbains, notamment au Nord.

La première partie de la thèse analyse la prise en compte de la question climat par certaines politiques publiques en les considérant sous une triple dimension : normative, organisationnelle et cognitive. L'examen des déclinaisons à l'échelle nationale des injonctions internationales en matière de climat, montre que les logiques sectorielles constituent un invariant des démarches d'ACC, et que faute d'approches territoriales, les mesures d'adaptation préconisées peinent à se concrétiser. Il montre aussi que le secteur de l'urbanisme demeure pour l'instant largement exclu de ces réflexions. Au plan organisationnel, différents problèmes font obstacle à l'intégration de l'adaptation dans ce secteur dont la rareté des ressources financières, la caducité des instruments de planification et l'instabilité du contexte politico-administratif qui affaiblit les acteurs de l'urbanisme et les empêchent de s'ouvrir sur de nouveaux enjeux comme l'ACC. De plus, les représentations sociales des acteurs et les effets de la distance psychologique (notamment expérientielle) vis à vis des effets du CC constituent de réels obstacles à cette émergence.

La seconde partie de la thèse traite de la fabrique des données urbaines nécessaires à la construction d'une expertise microclimatique. Nous menons ici une démarche d'analyse spatiale pour produire un diagnostic climatique spatialisé du territoire tunisois. Une base de données architecturales, morphologiques et d'occupation du sol du Grand Tunis est constituée afin de pallier la pénurie des données urbaines. Une collecte participative a été déployée via le réseau social Facebook pour les données architecturales et de morphologie urbaine, ce qui a permis de construire une typologie architecturale du territoire. L'ensemble de ces données orientées vers les études climatiques a été mis à disposition des acteurs locaux, leur offrant ainsi la possibilité de se saisir des enjeux climatiques.

La troisième partie mobilise les données urbaines élaborées précédemment afin de construire des cartes climatiques permettant une compréhension spatialisée des enjeux territoriaux. Afin d'observer les dynamiques d'appropriation et de traduction de ces objets sociotech-

niques, nous avons mobilisé le cadre d'analyse de la théorie de l'acteur-réseau. Nous avons montré que les cartes climatiques construites pour Tunis influençaient peu l'action urbaine face au problème climat. Elles n'ont guère joué qu'un rôle d'objet intermédiaire dans la mesure où, en matérialisant l'information climatique, elles ont permis de soutenir les interactions entre la sphère académique et la sphère des praticiens. Pour permettre une meilleure appropriation des enjeux climatiques par les acteurs de l'urbanisme à Tunis, nous avons opté pour la co-construction d'un projet de plateforme de données environnementales qui englobe les données climatiques sans pour autant s'y réduire. Ce projet a joué le rôle d'objet frontière dans la mesure où il a constitué un arrangement qui a permis de collaborer entre chercheurs et praticiens. Il a aussi joué un rôle de catalyseur de l'action collective en faveur de l'émergence de l'ACC dans l'urbanisme.

Mots clés : Politiques urbaines, adaptation au changement climatique, mise à l'agenda, gestion du confort d'été, cartographie climatique, objet socio-technique, Tunis

Abstract

This thesis is interested in the modalities of territorial construction of adaptation to climate change (CCA), with the use of an interdisciplinary approach, at the interface of social sciences and climate sciences. In this perspective, it aims to analyze the emergence of the issue of CCA within the framework of urban policies in Greater Tunis, through the co-construction of local climate expertise, inspired by an experience developed in the North. The first part of the thesis analyzes Tunisian public policies by considering them from a triple dimension : normative, organizational and cognitive. The obstacles mainly arise from decision-making structures (public policies, stakeholder games and social representations). On the one hand, the central state, through its sovereign role, monopolizes the climate issue and the actors of town planning and development (at all scales), face various problems such as a great lack of financial resources, obsolete planning instruments and multiple reforms that upset their usual functioning. On the other hand, the weight of social representations is also an obstacle to this emergence. Indeed, the ACC is understood by Tunisian actors in a relatively broad and disparate manner. In addition, the actors perceive a psychological distance from the effects of CC and consider economic development as the first emergency, which can serve as a pretext for inaction in favor of CCA. The second part completes this public policy approach by emphasizing urban climate expertise, the methods and spatial analysis tools available, which make it possible to make the climate issues of the territory intelligible. Here we are carrying out a spatial analysis process in favor of a spatial diagnosis of the microclimatic conditions of the Tunisian territory. A database of land use and morphological and architectural data for Greater Tunis has been established in order to alleviate the shortage of urban data. To collect architectural and urban morphology data, we followed a participatory approach via the social network Facebook which allowed us to build an architectural typology for Greater Tunis useful for modeling. These land use and urban morphology data oriented towards climate studies have offered stakeholders the opportunity to understand climate issues. The third part mobilizes the urban data elaborated above in order to build a microclimatic analysis of the territory allowing a spatial understanding of climate issues. By crossing the approaches developed previously, this part analyzes how these climate tools can influence the setting of the ACC agenda in Tunis. In order to be able to observe the dynamics of appropriation and translation of these tools, we mobilized the analysis framework of actor-network theory. Following the construction of climate maps, we have shown that their capacity to influence local action in the face of the climate problem remains minimal in the Tunisian context. In Tunis, climate maps could only play the role

of an intermediary object insofar as they materialized climate information and allowed interactions between the academic sphere and the sphere of practitioners. For AUGT to truly take ownership of the climate issue, we have opted for the co-construction of an environmental data platform project. This platform played the role of a frontier object in that it was an arrangement that allowed us to work together despite our differences. It consisted of a shared space that could play the role of a catalyst for action in favor of the emergence of ACC on the Tunisian urban scene.

keywords : urban policies, Adaptation to climate change, summer thermal comfort, put on the agenda, climate mapping, Socio-technical object Tunis

Table des matières

Introduction générale	19
0.1 L'esquisse d'un sujet à l'interface de la ville et du climat	19
0.2 La justification du terrain d'étude	21
0.3 Des cheminements disciplinaire et thématique qui préparent un chemine- ment problématique	25
0.3.1 Le cheminement disciplinaire	25
0.3.2 Le cheminement thématique	26
0.3.3 Le cheminement problématique	28
0.4 Appareillage conceptuel pour la construction de la problématique	32
0.4.1 Théories et courants de l'adaptation au changement climatique . . .	32
0.4.2 La mise à l'agenda : une notion clé pour penser la mise en oeuvre de l'adaptation	37
0.4.3 Le concept de co-construction	38
0.5 Problématique et hypothèses	39
0.6 Méthodologie générale et posture de recherche	41
0.6.1 Un appareillage méthodologique hybride	41
0.6.2 Une posture de recherche impliquée	44
0.7 L'organisation de la thèse	45

I La difficile émergence de l'adaptation au changement cli- matique dans le champ de l'urbanisme **49**

1 L'émergence du problème climat en Tunisie : entre impulsions interna- tionales et réactivité différenciée des politiques sectorielles	57
1.1 La mise à l'agenda international du problème climat et sa déclinaison au niveau national	58
1.1.1 La ratification des conventions internationales : la Tunisie, un « bon élève » ?	60
1.1.2 Un engagement timide : l'analyse du rapport INDC	61
1.1.3 Focus sur la participation de la Tunisie à la COP 24	65
1.2 Une inertie des politiques sectorielles au détriment de l'adaptation	70
1.2.1 Des logiques climatiques sectorisées	70
1.2.2 Une approche territoriale qui fait défaut	74

1.2.3	Des « projets vitrines » tributaires des fonds internationaux	80
1.2.4	L'étude de la banque mondiale sur l'adaptation du Grand Tunis au changement climatique et aux risques naturels	82
1.3	Conclusion	86
2	La dynamique des acteurs locaux autour de la question climatique : une place congrue pour les acteurs de l'urbanisme	89
2.1	La gouvernance urbaine à l'échelle de l'agglomération tunisoise	90
2.1.1	Des acteurs étatiques centraux focalisés sur les infrastructures	90
2.1.2	L'échelon régional ou le maillon perdu de la gouvernance	97
2.1.3	La montée en puissance des collectivités locales : une fenêtre d'op- portunité pour la prise en compte de la question climatique ?	109
2.2	Une analyse du système des acteurs locaux de l'urbanisme et de l'environ- nement, au croisement de Crozier et de Godet	113
2.2.1	Les acteurs retenus dans l'analyse des rapports de force autour de l'adaptation au changement climatique	115
2.2.2	Ressources, statuts et opportunités des acteurs centraux	117
2.2.3	Un essai de quantification des rapports de force entre acteurs	128
2.3	conclusion	136
3	L'adaptation au changement climatique à l'épreuve des représentations sociales des acteurs	139
3.1	Les représentations des acteurs tunisois de l'adaptation au changement climatique	140
3.1.1	Une perception de l'adaptation limitée aux effets du changement climatique	140
3.1.2	Les causes perçues du changement climatique	149
3.1.3	Une grande distance psychologique avec le changement climatique	153
3.2	Les logiques d'actions vis à vis de l'adaptation	158
3.2.1	Un conflit classique entre développement économique et prise en compte du climat	159
3.2.2	Un difficile ajustement entre le problème identifié et les actions adoptées	165
3.3	Le poids du contexte organisationnel et institutionnel sur les représenta- tions sociales et les logiques d'actions	168
3.3.1	Une administration en panne depuis la transition démocratique	168
3.3.2	Un sentiment de déclassement social chez les fonctionnaires	171
3.4	Conclusion	173
	Conclusion de Partie1	175

II	La fabrique des données urbaines pour un diagnostic climatique du Grand Tunis	177
4	Les recherches sur le climat urbain	181
4.1	Les interaction entre la ville et son atmosphère	181
4.1.1	L'aléa composite vague de chaleur amplifiée par l'îlot de chaleur urbain	183
4.1.2	Les facteurs influençant le climat urbain	184
4.1.3	Quelles échelles spatiales pour l'étude du climat urbain ?	186
4.2	Les approches de l'Îlot de Chaleur Urbain	188
4.2.1	Les approches classiques	188
4.2.2	Les Zones Climatiques Locales : une approche par la surface	189
4.3	Des outils de cartographie et de modélisation climatique	193
4.3.1	Privilégier des logiciels open source pour le traitement des données de surface	193
4.3.2	Les outils numériques pour les modélisations climatiques	195
4.4	Qu'en est-il de la recherche sur le climat urbain en Tunisie ?	196
4.4.1	Une revue des travaux de recherche sur le climat urbain en Tunisie	196
4.4.2	Les données urbaines du climat tunisois : une pénurie nécessitant des adaptations techniques	200
4.4.3	Modéliser sur un terrain déficitaire en données : le cas tunisois	200
4.5	Conclusion	201
5	La construction d'une base de données urbaines tunisoise relative à l'occupation du sol	203
5.1	La classification du Grand Tunis en Zones Climatiques locales	204
5.1.1	La méthode suivie pour la construction de la carte LCZ du Grand Tunis	204
5.1.2	Les étapes de la construction de la carte LCZ	205
5.2	Enrichir la carte LCZ par des données collectées localement et des données open source	210
5.2.1	Intégration et traitements de données hétérogènes	210
5.2.2	Détermination des étendues spatiales des différents couverts d'occupation de sol	212
5.3	Conclusion	225
6	Les caractéristiques architecturales et morphologiques du Grand Tunis	227
6.1	Construire une typologie architecturale du Grand Tunis grâce à une approche participative via Facebook	229

6.1.1	Un questionnaire sur les réseaux sociaux pour collecter les données architecturales	229
6.1.2	La validation des résultats du questionnaire via Google Street View	232
6.1.3	L'analyse de la structure urbaine à partir des résultats obtenus par l'approche participative	234
6.2	L'analyse des caractéristiques architecturales	241
6.2.1	Les types de bâtiments	241
6.2.2	Les usages des bâtiments	242
6.2.3	La période de construction	244
6.3	La caractérisation des paramètres morphologiques	247
6.3.1	La hauteur moyenne des bâtiments	247
6.3.2	Le rapport entre la somme des surfaces de murs et la surface au sol en ville	248
6.4	Conclusion	251
Conclusion de Partie2		253
 III De la carte climatique à la plateforme des données environnementales : quels objets socio-techniques pour favoriser la mise à l'agenda ?		255
 7 Vers la construction et l'interprétation des cartes climatiques du Grand Tunis		267
7.1	Le microclimat simulé du Grand Tunis	268
7.1.1	La configuration des simulations	268
7.1.2	Que nous dit la simulation de la canicule 2019?	273
7.2	Construction et interprétation des cartes climatiques du Grand Tunis . . .	284
7.2.1	Analyse du stress thermique diurne de l'agglomération tunisoise . .	286
7.2.2	Analyse de l'îlot de chaleur urbain nocturne de l'agglomération tunisoise	291
7.3	Conclusion	296
 8 Les cartes climatiques entre registre de conception et registre d'usage		297
8.1	La carte climatique comme produit scientifique partial et circulant	298
8.1.1	Une expertise portée par des réseaux internationaux de chercheurs en climatologie	298
8.1.2	La carte climatique : un outil à l'image de ses concepteurs	301
8.1.3	La vision que communiquent les cartes climatiques de leurs potentiels utilisateurs	304

8.2	La carte climatique : d'un outil de transfert à un objet intermédiaire	307
8.2.1	Du transfert à la co-construction territoriale	307
8.2.2	La carte climatique comme objet intermédiaire?	312
8.3	Carte climatique : un outil irréfutablement performatif	314
8.3.1	Le travail de terrain comme centre de traduction pour la carte climatique	314
8.3.2	Le travail de terrain, marqueur de passage de la problématisation à l'intéressement	317
8.4	conclusion	321
9	De la carte climatique à la plateforme de données environnementales : un processus de re-traduction	323
9.1	Vers la co-construction d'un nouvel objet socio-technique : la plateforme des données environnementales et climatiques	325
9.1.1	Re-problématiser la question climat à Tunis autour de la pénurie des données environnementales	325
9.1.2	Un moment charnière de ré-engagement de l'AUGT : La préparation du colloque d'Edmonton	328
9.2	Une dynamique désormais portée par l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis	334
9.2.1	Un premier signe de mobilisation concrète : dédier une équipe au projet de la plateforme	334
9.2.2	La co-construction de la légitimation du rôle de l'AUGT	336
9.2.3	Un moment fondateur de la légitimation de l'AUGT : L'atelier de lancement du projet de la plateforme	338
9.3	Vers un début de mise à l'agenda de l'ACC dans le champ de l'urbanisme?	344
9.3.1	Le premier comité de pilotage du projet de la plateforme : vers un réseau d'acteurs tunisois consolidé	344
9.3.2	La consolidation de la place de l'AUGT dans le système des acteurs locaux	347
9.4	Conclusion	353
	Conclusion de Partie3	355
IV	Conclusion générale	359
	Conclusion générale	361
	Table des annexes	401

Annexe A	Projet AVISCC : Adapter les Villes du Sud au changement Climatique : quels outils pour accompagner la planification et l'aménagement urbains ?	403
Annexe B	Grille d'entretien	411
Annexe C	La liste des acteurs interviewés	415
Annexe D	Rapport Mactor - Jeux d'acteurs tunisiens pour annexe	419
Annexe E	Exemples de calcul Mactor : influences indirectes et rétroaction	427
Annexe F	Application de la base de données urbaine du Grand Tunis pour les modélisations climatiques	431
Annexe G	Collection of refined architectural parameters by crowdsourcing	439
Annexe H	Les créneaux retenus pour l'analyse fréquentielle	451
Annexe I	Les cartes d'analyse correspondantes au stress thermique diurne représentées selon la palette de couleur de l'échelle standard de l'UTCI	459
Annexe J	Cartographie climatique : quelles spécificités pour les villes du Sud ?	463

Nomenclature

2C2D	Changements Climatiques et du Développement Durable
ACC	Adaptation au Changement Climatique
AFD	Agence Française de Développement
AFH	Agence Foncière d'Habitation
ANME	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
APAL	Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral
APERAU	Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et Urbanisme
ARRU	Agence de Réhabilitation et de Rénovation Urbaine
ATU	Association Tunisienne des Urbanistes
AUAT	Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine
AUGT	Agence d'urbanisme du Grand Tunis
AVISCC	Adapter les Villes du Sud au Changement Climatique : quels outils pour accompagner la planification et l'aménagement urbains ?
BAD	Banque Africaine De développement
BDU	Base de Données Urbaines
BFI	Bailleurs de Fonds Internationaux
BFI	Bailleurs de Fonds Internationaux
BIM	Building Information Modeling
BM	Banque Mondiale
CATU	Code de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme
CATUC	Code d'Aménagement du Territoire, d'Urbanisme et de la Construction
CC	Changement Climatique
CCL	Code des Collectivités Locales

- CCNUCC Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
- CEREMA Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
- CIEU Centre Interdisciplinaire d'Études Urbaines
- CL Collectivité Locale
- CLA Couche Limite Atmosphérique
- CLU Couche Limite Urbaine
- CMI Centre de Marseille pour l'Intégration en Méditerranée
- CNCT Centre National de Cartographie et de Télédétection
- CNI Communication Nationale Initiale
- CNRM Centre national de recherches météorologiques
- COP Conférence des Parties
- DD Développement Durable
- DGAT Direction Générale de l'Aménagement du Territoire
- DGUI Direction de Gestion des Informations Urbaines
- DU Direction de l'Urbanisme
- ENAU École Nationale d'Architecture et d'Urbanisme
- EUREQUA Evaluation multidisciplinaire et Requalification Environnementale des Quartiers
- FLAHM Faculté des Lettres des Arts et des Humanités de la Manouba
- FOSS Free and Open Source Software
- FSHST Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis
- GDAL Geospatial Data Abstraction Library
- GES Gaz à Effets de Serre
- GIZ Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
- GRASS Geographic Resources Analysis Support System
- GREVACHOT Groupe de Recherche Variabilité du Climat et l'Homme en Tunisie
- IDEX Initiative d'Excellence
- IDH Indice de Développement Humain

INDC	Intended Nationally Determined Contributions
INM	Institut National de la Météorologie
INS	Institut National de la Statistique
ISBA	Interaction between Soil Biosphere and Atmosphere
ISTEUB	l'Institut Supérieur des Technologies de l'Environnement de l'Urbanisme et du Bâtiment
IUC	Îlot de Chaleur Urbain
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
LCZ	Local Climate Zones
LISST	Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires
MACTOR	Méthode ACTeurs, Objectifs, Rapports de force
MALE	Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement
MAPRH	Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et des Ressources Hydrauliques
MApUCE	Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie
MEHAT	Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire
MENA	Moyen-Orient et Afrique du Nord
MID	Matrice des Influences Directes
MIDI	Matrice des Influences Directes et Indirectes
MIPNE	Ministère de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises
MNT	Modèle Numérique de Terrain
MTL	Ministère du Transport et de la Logistique
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ONAS	Office National de l'Assainissement
OSM	'Open Street Map
OTB	Orfeo ToolBox
OTDD	Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable
PAD	Plan d'Aménagement de détails
PAU	Plan d'Aménagement Urbain

PDES	Plans de Développement Économique et Social
PIF	Plan d'Intervention Foncière
PNA	Plan National d'Adaptation
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PRA	Plan Régional d'Aménagement
QGIS	Quantum Geographic Information System
RAJ	Réseau Alternatifs des Jeunes
RCD	Rassemblement Constitutionnel Démocratique
RS	Recherche Scientifique
RS	Recherche Scientifique
SAGA	System for Automated Geoscientific Analyses
SC	Société Civile
SC	Société Civile
SDA	Schéma Directeur d'Aménagement
SDATN	Schéma Directeur d'Aménagement du Territoire National
SHS	Sciences Humaines et Sociales
SIG	Systèmes d'Information Géographique
SNCC	Stratégie Nationale sur le Changement Climatique
SONEDE	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
STEG	Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz
SVF	Sky View Factor
SYFACTE	Système d'Informations Formations, Aménagement, Cartographie, Télédétection et Environnement
TEB	Town Energy Balance
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
UCMaps	Urban Climate Maps
UGTT	Union Générale Tunisienne du Travail
UTCI	Universal Thermal Climate Index
WUDAPT	World Urban Database and Access Portal Tools

Introduction générale

0.1 L'esquisse d'un sujet à l'interface de la ville et du climat

«On suffoque, on étouffe, et on sue à grosses gouttes. Et ce n'est pas près de s'arrêter. La vague caniculaire qui sévit sur nos contrées en ce mois de Juillet, exceptionnellement chaud, s'inscrit dans la durée. Ce début de semaine apporte avec lui des températures record et un climat irrespirable.»¹

L'Institut National de la Météorologie (INM) a publié lundi 8 juillet 2019 une alerte relative à la vague de chaleur qu'a connue la Tunisie avec des températures allant jusqu'à 47°C, dépassant les moyennes du mois de juillet, avec des écarts compris entre 6 et 10°C². Le phénomène a frappé toutes les villes tunisiennes, les gouvernorats du Grand Tunis ont atteint en cette journée une température maximale de 41°C.

Les chercheurs qui s'intéressent à la climatologie urbaine et à l'adaptation des villes au changement climatique (CC) s'attachent aujourd'hui à mieux comprendre les besoins des acteurs de l'urbanisme en matière d'information et d'expertise climatiques afin de développer des outils et des méthodes permettant de mieux prendre en compte ce nouvel enjeu dans les politiques urbaines. Des bases de données urbaines, des outils de modélisation climatique et de représentation cartographique, des méthodes d'analyse et d'accompagnement de l'action publique sont ainsi mobilisés pour aider les acteurs locaux à intégrer le climat et ses dynamiques à différentes échelles dans la planification et l'aménagement urbains. Cela passe d'une part par des efforts de limitation des consommations énergétiques et des émissions de Gaz à Effets de Serre (GES), et d'autre part par des stratégies à construire au cas par cas afin de réduire la vulnérabilité des territoires urbains aux impacts météorologiques et climatiques (OKE et al., 2017, p. 32).

Il faut dire que le contexte urbain est particulièrement sensible à ces enjeux. L'urbanisation se traduit par une artificialisation des surfaces qui influence fortement les conditions de vie, notamment en matière de santé publique, de consommation d'énergie et de confort des espaces urbains. Ainsi, l'imperméabilisation des sols et la raréfaction de la végétation en ville génèrent ce que l'on appelle un microclimat urbain. Le phénomène

1. Article de presse locale tunisienne datant du 8 juillet 2019 : <https://news.gnet.tn/la-canicule-sinscrit-dans-la-duree-meteo-tunisie-appelle-a-lextreme-vigilance/>

2. <http://kapitalis.com/tunisie/2019/07/08/alerte-canicule-en-tunisie-les-temperatures-par-regions/>

le plus étudié et le plus médiatisé en est l'Îlot de chaleur urbain (ICU, en anglais Urban Heat Island (OKE et AIGBAVBOA, 2017)). La nuit, l'air en ville reste en général plus chaud qu'à la campagne du fait de la chaleur emmagasinée le jour dans les matériaux urbains. En conditions météorologiques favorables, notamment en période de canicule, cet écart de température peut atteindre jusqu'à 10°C pour une agglomération de quelques millions d'habitants (OKE, 1973). Lors de la canicule qui a frappé l'Europe en 2003, l'îlot de chaleur a conduit à des températures supérieures à 30°C à minuit dans Paris, provoquant une surmortalité importante. L'utilisation de la climatisation, si elle permet de bénéficier d'un environnement agréable à l'intérieur des bâtiments, présente deux inconvénients majeurs : d'une part, elle consomme de l'énergie et contribue ainsi à l'augmentation des émissions de GES ; d'autre part, elle rejette la chaleur à l'extérieur des bâtiments, ce qui augmente l'intensité de l'îlot de chaleur urbain. La contribution de la climatisation à l'ICU, évaluée à environ 1 à 2°C pour l'agglomération parisienne (de MUNCK et al., 2013), détériore le confort climatique des espaces publics.

Dans la plupart des villes du monde, force est de constater que les enjeux climatiques peinent à être pleinement pris en compte dans la planification et l'aménagement urbains, en partie en raison des différences de langages/terminologies, d'outils et de pratiques entre scientifiques spécialistes de ces enjeux et acteurs de l'urbanisme. Cependant, dans certaines villes (par exemple en France les villes de Paris, Toulouse, Lyon, Strasbourg et Rennes), collectivités et laboratoires de recherche ont récemment développé des collaborations qui ont permis de produire et de mettre à disposition des acteurs locaux un ensemble de données et d'outils pour intégrer le climat et ses dynamiques dans la planification et l'aménagement urbains. Parmi ces outils, nous citerons en particulier les modèles numériques permettant de produire des données climatiques et microclimatiques à l'échelle de la ville. Ces modèles génèrent à fine échelle des données de microclimat, comme l'îlot de chaleur urbain, et de consommation d'énergie. Parmi ces outils figurent également les cartes climatiques-Urban Climate Maps (UCMaps)- (NG & REN, 2015) développées initialement en Allemagne, au Japon et en Chine, afin de synthétiser l'information climatique pertinente pour l'exercice de planification urbaine. La conception de ces cartes a ensuite gagné d'autres villes, notamment Toulouse par le biais du projet ANR MAPUCE³. Les cartes climatiques pour la planification urbaine sont des outils cartographiques qui permettent de diagnostiquer les conditions microclimatiques de l'environnement urbain et d'en tirer des recommandations spatialisées visant à améliorer le confort thermique des usagers (REN et al., 2011). Ces cartes climatiques mobilisent essentiellement des informations relatives à l'occupation du sol et à la morphologie urbaine, ainsi que des données

3. C'est un projet de recherche qui vise à intégrer dans les politiques urbaines et dans des documents juridiques des données quantitatives de microclimat urbain dans une démarche applicable à toutes les villes de France : <https://www.umr-cnrm.fr/ville.climat/spip.php?rubrique120>

climatiques.

Si de nombreux efforts sont entrepris dans les villes du Nord, tout ou presque reste à construire dans le contexte des villes du Sud (EMMANUEL, 2005) où les acteurs urbains sont désormais confrontés aux enjeux de l'atténuation du CC et de l'adaptation à ses effets à court, moyen et long termes. Dans ce contexte, il est crucial de soutenir et de développer la capacité des collectivités à faire face aux effets du CC. Le souci réside dans le fait que l'enjeu de l'adaptation au CC et de la résilience face aux risques qu'il induit vient s'ajouter et exacerber les défis plus classiques auxquels la plupart de ces villes sont confrontées : pauvreté, forte croissance démographique, faible capacité de contrôle de leur développement urbain, etc. L'intégration des problématiques climatiques dans la planification et l'aménagement urbains est d'autant plus difficile que l'efficacité de ces exercices est obérée par le caractère rapide et en partie informel de la croissance urbaine. C'est par exemple le cas des villes tunisiennes où, en l'absence de stratégies d'adaptation pilotées par les acteurs publics, les habitants et les acteurs économiques ont recours massivement à la climatisation, laquelle pose des questions cruciales, tant du point de vue environnemental (aggravation du CC) que sur le plan de l'équité (inégalité d'accès aux équipements de climatisation).

Cette thèse vise à analyser, par le biais d'une recherche-action menée à Tunis, le processus de mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique et les conditions de l'émergence de celle-ci comme nouvel enjeu des politiques urbaines. Au cours de notre analyse, nous prêtons une attention particulière à la place que peut occuper l'expertise climatique dans ce processus d'émergence. Notre sujet est bien celui des modalités de construction territoriale de l'adaptation au changement climatique, avec le recours à une approche interdisciplinaire, à l'interface des sciences sociales et des sciences du climat. C'est dans cette perspective que ce travail ambitionne d'analyser l'émergence de la question de l'adaptation au CC dans le cadre des politiques urbaines du Grand Tunis, une agglomération particulièrement sensible et exposée au CC.

0.2 La justification du terrain d'étude

Notre terrain d'étude est la région capitale de la Tunisie, une agglomération qui abrite plus de deux millions et demi d'habitants. Administrativement divisée en 4 gouvernorats⁴ (Tunis, l'Ariana, la Manouba et Ben Arous), le territoire est composé de 38 communes (fig. 1) sans aucune institution qui œuvre à l'échelle métropolitaine.

4. Le Gouvernorat est la plus grande division administrative du territoire national tunisien. Elle est équivalente à la région administrative en France. Aujourd'hui, la Tunisie est composée de 24 gouvernorats qui représentent chacun une collectivité territoriale à la tête desquelles le président de la République

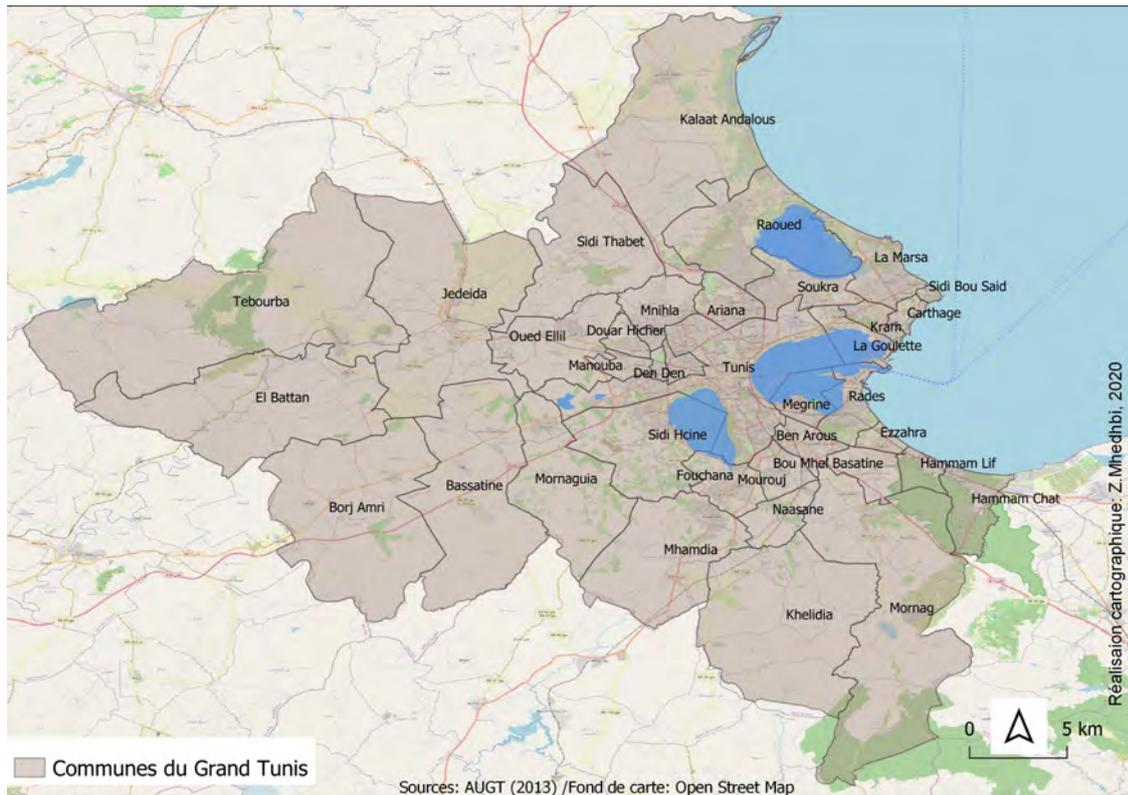


FIGURE 1 – Découpage du territoire de l’agglomération tunisoise en 38 communes.

Deux types d’arguments justifient le choix du terrain d’étude, l’un en lien avec les enjeux climatiques, et l’autre mobilisant les contextes urbanistiques et politiques. Au plan climatique, le Grand Tunis appartient au bassin méditerranéen qui est qualifié par les climatologues de « hot spot for climate change » (GIORGI, 2006). Les modèles concernant la rive sud de ce bassin indiquent en effet une nette augmentation de la température qui devrait se poursuivre tout au long du 21e siècle, probablement à un rythme supérieur à la moyenne mondiale estimée (AGOUMI, 2003). Sur la période 1974-2012, la station Tunis-Carthage (station de l’aéroport) confirme cette tendance à la hausse, aussi bien au niveau des températures minimales que maximales (fig. 2).

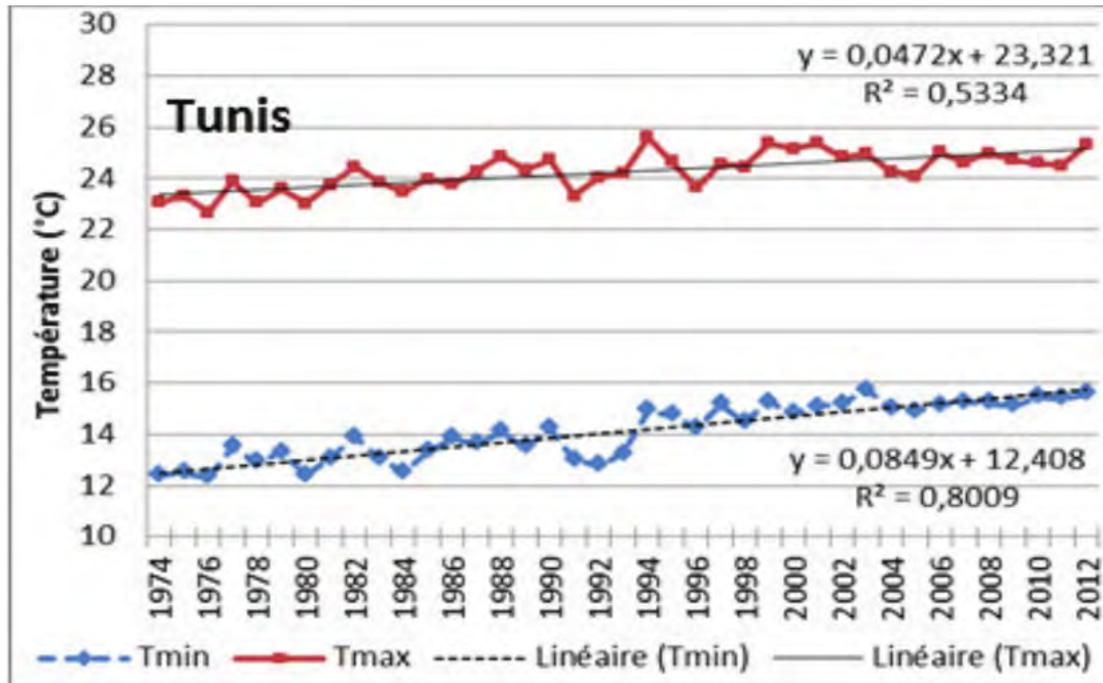


FIGURE 2 – Variabilité interannuelle des températures maximales et minimales entre 1974 et 2012 stations Tunis Carthage (source : (DAHECH, 2013)).

Ce sont les mois d'août puis de juillet qui totalisent chaque année le nombre le plus élevé de jours à forte chaleur⁵, le mois de juin venant en troisième position. En comparant les séries de 6 stations littorales sur la période (1950-2003), la station Tunis-Carthage, située dans une zone largement anthropisée, enregistre le total interannuel record au niveau national de jours de forte chaleur (BOUBAKER, 2009).

La région tunisoise a connu plusieurs événements météorologiques exceptionnels ces dernières années. Lors de la canicule de 2003, la ville a subi une période de 59 jours consécutifs avec des températures maximales supérieures à 35°C. En septembre de la même année, la ville a connu un cumul de précipitations de 186 mm en 24h, alors que la moyenne annuelle se situe autour de 456 mm/an⁶. Une étude de la banque mondiale portant sur le coût des désastres naturels et du changement climatique pour le Grand Tunis à l'horizon 2030 montre que celui-ci s'élèverait à environ 140 Millions Dinars tunisiens, ce qui représenterait 0,29% du PIB en 2030⁷. Ce chiffre montre que les enjeux d'adaptation au CC en milieu urbain sont particulièrement forts dans cette région.

Outre ces enjeux climatiques, l'agglomération de Tunis constitue le premier pôle démogra-

5. Selon l'INM, une journée est qualifiée de « journée de forte chaleur » lorsque la température maximale varie entre 26,5 et 29,5 °C.

6. https://www.cmimarseille.org/sites/default/files/newsite/docs/UD2_wk2/UD2_wk2_Study_Tunisia_ReportPhase1_FR.pdf

7. https://www.cmimarseille.org/sites/default/files/newsite/docs/UD2_wk2/UD2_wk2_Study_Tunisia_ReportPhase1_FR.pdf

phique et économique de la Tunisie. Elle abrite plus que deux millions et demi d’habitants. La poursuite de la croissance démographique et économique du Grand Tunis engendre de l’étalement urbain réglementé, mais aussi informel. Ce dernier produit des espaces urbains vulnérables, car souvent situés en zones inondables, construits avec des matériaux périssables ou précaires, et moins bien desservis en infrastructures et services que les quartiers réglementaires (LEGROS, 2003). En l’absence d’un véritable contrôle des constructions, la ville a tendance à s’étendre au détriment des plaines agricoles environnantes (fig. 3). Les constructions s’étalent sur des collines, auparavant cultivées et boisées, bordant le bassin de l’agglomération, mais aussi sur les berges des lacs et lagunes, et progressivement sur tout le littoral (BARTHEL, 2003). Cette extension se fait au détriment des écosystèmes marécageux et lagunaires de la côte. Un des défis urbanistiques consiste à garantir un certain équilibre entre cette croissance et la préservation de l’environnement.

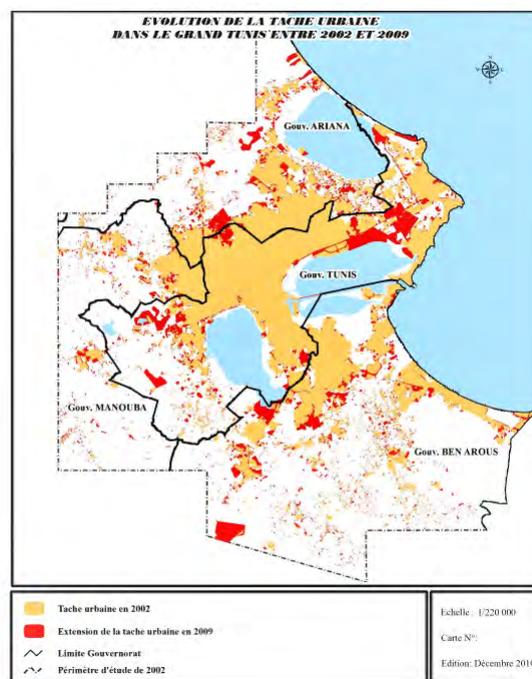


FIGURE 3 – L’étendue urbaine du Grand Tunis montrant l’évolution de sa tâche urbaine 2002-2009 (source : (Agence d’urbanisme du Grand Tunis, 2012))

Le Grand Tunis nous paraît également être un terrain d’étude intéressant dans la mesure où le pays traverse depuis 2011 une période post révolutionnaire propice au changement. Outre le fait qu’il est désormais plus aisé d’y mener des enquêtes, il nous semble que le contexte d’effervescence politique peut constituer un terrain favorable à des réformes institutionnelles telles que le portage de politiques d’adaptation des villes au CC. Enfin, du fait que je suis tunisienne, la « proximité culturelle » avec le pays a incontestablement constitué un élément « facilitateur pour pénétrer dans une communauté » (ALAMI et al., 2013, p. 78), même si, nous le verrons, l’accès au terrain n’a finalement pas été aisé. Tout d’abord, parce que comme dans plusieurs pays notamment ceux en voie de développe-

ment, la problématique de l'adaptation au changement climatique peut être considérée par certains acteurs comme génératrice de conflits avec le développement économique du pays. En deuxième lieu, nous avons perçu et expérimenté une certaine réticence d'un grand nombre d'acteurs vis à vis des enquêtes. Cette réticence est essentiellement due à l'héritage de la dictature, dans la mesure où les acteurs n'ont pas l'habitude d'être interrogés dans le cadre d'enquêtes sociales (GEISSER, 2016). Il fût donc difficile de convaincre les enquêtés de nous accorder des entretiens.

S'ajoutent à ces éléments de contexte d'autres facteurs propres au déroulement de l'enquête, notamment le statut social de l'enquêteur, en l'occurrence celui d'une étudiante dans notre cas. Ce statut nous a souvent posé problème, non seulement pour décrocher des rendez-vous pour les entretiens, mais aussi pour enclencher de véritables échanges lors de ces derniers. Souvent, les interviewés ne parvenaient pas à saisir l'intérêt et la légitimité des entretiens, notamment au regard d'autres méthodes et matériaux -comme la documentation par exemple- jugés plus scientifiques. Ainsi, les entretiens commençaient souvent par « Je ne vois pas comment je peux vous aider » ou bien se résumaient à « J'ai des documents qui pourraient être utiles pour votre travail de bibliographie ». Pour mener une enquête sociale efficacement sur ce terrain d'étude, il est primordial d'avoir un statut reconnu et de disposer d'un réseau interpersonnel permettant d'être introduite. C'est en partie pour cette raison que nous avons demandé à faire un stage auprès de l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis en sa qualité de principal acteur de la planification urbaine.

0.3 Des cheminements disciplinaire et thématique qui préparent un cheminement problématique

La problématique à laquelle nous voulons apporter des éléments de réponse par le biais de ce travail de recherche est le fruit d'un triple cheminement intellectuel : d'abord, un cheminement disciplinaire des sciences de l'ingénieur vers les Sciences Humaines et Sociales (SHS) ; ensuite, au sein même de ces dernières, un cheminement thématique depuis la gestion des risques en milieu urbain jusqu'à la mise à l'agenda publique de l'adaptation au CC et, enfin, un cheminement problématique qui a débouché sur la formulation d'un questionnement et son inscription dans un cadre théorique au croisement de la climatologie, de la géomatique, de la sociologie et de la géographie sociale.

0.3.1 Le cheminement disciplinaire

C'est avec une forte appétence à la fois pour les sciences humaines et sociales et pour l'ingénierie urbaine que je me suis orientée vers des études en école d'ingénieurs. Après un cycle préparatoire en physique/chimie, j'ai choisi d'intégrer une école de génie civil

et je me suis spécialisée dans la conception des routes et des ouvrages d'art. Au-delà de l'aspect technique de la construction des infrastructures routières, je m'intéressais déjà aux dimensions plus sociales des équipements comme leur contribution à la réduction des inégalités spatiales. Cependant, mon cursus universitaire ne prévoyant pas de véritable ouverture aux sciences sociales, ce n'est qu'à travers des lectures personnelles que j'ai pu articuler le développement des infrastructures techniques aux politiques de développement territorial, et appréhender ainsi les dimensions sociales, économiques et politiques attachées à la notion de territoire.

La lecture en particulier de l'article de Daniel Pinson, intitulé « L'Urbanisme : une discipline indisciplinée ? », m'a permis de découvrir l'urbanisme et de prendre conscience de sa capacité à « concilier sa forte conviction pluridisciplinaire avec l'exigence qu'il construise une identité disciplinaire propre », et que « rien n'empêche en effet les urbanistes d'avoir des profils divers, liés tantôt à l'histoire de leur formation, tantôt à la nature de leur travail et au type d'incursion transdisciplinaire auquel il les aura invités » (PINSON, 2004). Cette lecture a constitué un moment charnière pour mon projet professionnel dans la mesure où elle m'a incité à m'intéresser à l'urbanisme et à partir en quête de l'interdisciplinarité.

À l'issue de ma formation d'ingénieur, j'ai enchaîné les candidatures spontanées auprès de laboratoires d'urbanisme, pour effectuer un stage exploratoire, en exprimant ma volonté de découvrir la recherche en sciences sociales et de construire un projet de thèse. Ma demande a retenu l'attention d'Emmanuel Eveno, alors directeur de l'équipe CIEU (Centre Interdisciplinaire d'études urbaines) au sein du LISST (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires-Centre Interdisciplinaire d'Études Urbaines)). C'est ainsi que j'ai effectué un stage de 4 mois au sein de l'équipe CIEU, dont l'objectif principal consistait à opérer une réorientation disciplinaire en direction des sciences sociales. Pour mener à bien ce projet et permettre en particulier mon acculturation aux cadres théoriques et méthodologiques de la recherche en géographie, aménagement et environnement, j'ai intégré l'année suivante le Master 2 « Villes et Territoires », parcours « Ville et environnement », à l'université de Toulouse Jean Jaurès. La validation de ce Master m'a permis de me positionner pour un projet de thèse que j'ai souhaité inscrire à l'interface des sciences sociales et des sciences de l'environnement.

0.3.2 Le cheminement thématique

J'ai commencé mon premier stage au LISST-CIEU avec l'idée de travailler sur les risques sismiques en milieu urbain. Le choix de ce sujet était justifié par son lien étroit avec ma formation d'ingénieur en génie civil. Dès le début du stage, j'ai eu la chance de participer à plusieurs ateliers et conférences qui m'ont permis d'élargir mon sujet vers des

approches multirisques, et ainsi de m'ouvrir aux questions de qualité de vie puis de climat urbain. J'ai été en particulier marquée par la participation à un atelier, qui a eu lieu à Toulouse le 26 mars 2015, dans le cadre du projet EUREQUA (Évaluation mUltidisciplinaire et Requalification Environnementale des QUArtiers)⁸, durant lequel les chercheurs du projet invitaient un groupe d'habitants à imaginer des scénarios de requalification urbaine de leur quartier. Mon immersion dans l'équipe CIEU m'a sensibilisée à la question de la qualité du cadre de vie et à la démarche participative, ce qui m'a incitée à élargir mon sujet et à choisir Gabès, ma ville natale, comme terrain d'étude.

Gabès, connue auparavant pour ses traditions agricoles et touristiques, s'est transformée depuis les années 1970 en pôle majeur des industries chimiques en Tunisie, ce qui a engendré des risques et des nuisances multiples. Conservant l'idée initiale de travailler sur les risques, j'ai enrichi mon projet par l'idée d'y associer une réflexion sur la qualité de vie urbaine telle que perçue par les habitants. Des lectures sur le contexte urbain de Gabès m'ont fait prendre conscience que cette ville est soumise à à plusieurs risques à la fois : naturels (risque sismique moyen), technologiques et sanitaires (en lien avec les industries chimiques), mais aussi des risques liés au changement climatique. Mon projet s'est donc orienté vers la caractérisation des situations de multi-exposition des sociétés urbaines aux risques et aux nuisances.

Mes thématiques de travail n'ont cessé de s'élargir, notamment grâce à mon stage de M2 que j'ai eu l'opportunité d'effectuer dans le cadre du projet de recherche ANR intitulé « Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie » (MApUCE). Ce projet avait comme objectif global d'intégrer dans les politiques urbaines et les documents juridiques les plus pertinents des données quantitatives de microclimat urbain, climat et énergie, dans une démarche applicable à toutes les villes de France. Dans ce contexte, mon travail de stage a porté sur la proposition d'un cadre théorique et méthodologique qui permet d'évaluer la vulnérabilité d'un panel de villes françaises au risque canicule. Ce stage m'a permis de travailler sur les notions de risque, de vulnérabilité et de résilience, contribuant ainsi à approfondir ma formation dans le champ des sciences humaines et sociales, et notamment celui de l'urbanisme et de l'aménagement. À la suite du master, j'ai souhaité me lancer dans l'aventure scientifique et humaine de la thèse, évidemment avec l'idée de continuer sur le chemin de l'interdisciplinarité.

L'opportunité de m'engager dans une thèse s'est présentée à l'automne 2016, lorsque mes deux tutrices de stage au LISST, Sinda Haouès-Jouve et Julia Hidalgo, ont remporté avec Valéry Masson, chercheur au CNRM (Centre national de recherches météorologiques), un financement pour un projet de thèse inter-établissements (LISST-UT2J

8. <https://eurequa.univ-tlse2.fr/>

et CNRM Météo-France). Financé par l'IDEX (Initiative d'Excellence) de Toulouse, le projet de thèse pluridisciplinaire s'intitulait « Adapter les Villes du Sud au Changement Climatique : quels outils pour accompagner la planification et l'aménagement urbains ? » (AVISCC)⁹. Il avait un double objectif : d'une part produire une expertise scientifique, au travers de la réalisation de la carte climatique de l'environnement urbain, à transférer aux acteurs urbains du Grand Tunis ; et d'autre part questionner l'émergence de la question de l'adaptation au CC dans les politiques urbaines tunisoises. Fruit d'un partenariat entre des climatologues du CNRM et des urbanistes du LISST, ce projet s'inscrivait dans la continuité d'une collaboration mise en place depuis 2008 sur des projets de recherche alliant mesures, enquêtes, modélisation et planification urbaine. Le CNRM apporte son expertise en matière de connaissance et de modélisation climatique, alors que le LISST travaille à l'articulation entre expertise climatique et études urbaines.

0.3.3 Le cheminement problématique

La nécessité de faire évoluer le sujet du projet AVISCC

Dans la première mouture du projet AVISCC, il y avait un certain déséquilibre entre la partie sciences du climat et la partie sciences sociales. Pour la partie sciences du climat, l'objectif était ambitieux puisqu'il s'agissait de faire un travail à double échelle. Un premier volet avait pour objectif de participer à l'alimentation d'une base de données urbaines internationale -portée par le projet WUDAPT- pour la modélisation climatique sur la zone MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord). WUDAPT est une initiative internationale qui vise à répondre à la nécessité de construire une base de données mondiale sur les villes fournissant les données nécessaires aux études climatiques (CHING et al., 2018). Cette initiative a permis de décrire le tissu urbain selon les « Local Climate Zones » (LCZ), concept défini par l'équipe canadienne de l'Université de British Columbia à Vancouver (STEWART & OKE, 2012). Le second volet consistait à focaliser l'analyse sur le cas du Grand Tunis pour lequel il était prévu de pratiquer une descente d'échelle spatiale afin de tester la chaîne d'outils (cartographie climatique et modélisation d'impacts microclimatiques) développée dans un contexte exogène, en l'occurrence ici le cas toulousain. Pour la partie sciences sociales, l'objectif était d'analyser la manière dont pouvait émerger un intérêt pour les problématiques du CC dans les politiques urbaines dans le contexte des villes du Sud (Tunis et Beyrouth).

Le processus d'appropriation du projet AVISCC a nécessité tout un jeu de négociations des objectifs formulés dans le projet initial avec ses auteurs devenus entre-temps mes co-encadrants de thèse. La difficulté consistait à cheminer vers une autonomisation de mon travail de thèse tout en assumant les grandes lignes du projet AVISCC.

9. Le projet AVISCC est présenté à l'Annexe (A)

Un premier recentrage du sujet

Le projet AVISCC était structuré autour de plusieurs tâches de nature différente (fig. 4). La difficulté résidait d'abord dans l'articulation des deux échelles spatiales. Le travail de cartographie prévu à l'échelle de la zone MENA rendait difficiles l'homogénéisation du sujet de thèse et son ancrage dans les SHS. Cette échelle régionale a été écartée, mais nous avons entre-temps réalisé la cartographie en LCZ de trois villes de la région MENA : Dubaï, Sfax (une ville du sud-est tunisien) et Tunis qui deviendra mon principal terrain d'étude. Néanmoins, ce travail a été profitable dans la mesure où il m'a permis de me familiariser avec les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et de maîtriser la méthodologie de cartographie WUDAPT basée sur divers traitements statistiques et géomatiques¹⁰.

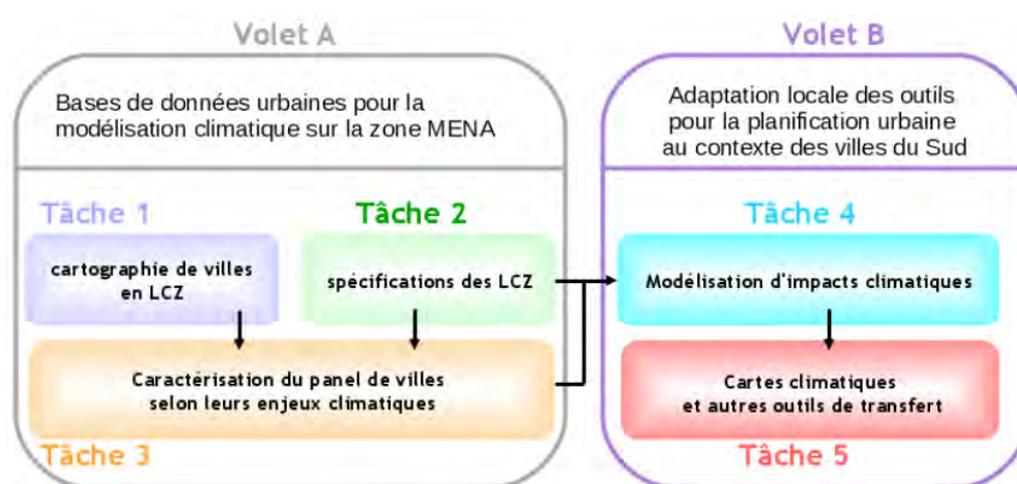


FIGURE 4 – Plan de réalisation du projet AVISCC (source : projet AVISCC)

Du fait de ma formation d'ingénieur, la réflexion menée en début de thèse pour m'approprier le projet AVISCC m'a conduit à me saisir rapidement de l'outil cartographique et à me pencher sur sa construction. À ce stade, j'ai tenté de reconfigurer la thèse en deux volets indépendants : le premier volet visait à tester la généricité et l'adaptabilité au contexte des villes du Sud (en choisissant le Grand Tunis comme terrain d'expérimentation) d'outils -tels que la modélisation climatique et la cartographie de l'environnement urbain- développés dans et pour des villes du Nord ; le second volet consistait à questionner l'émergence d'une stratégie d'adaptation au CC sur le territoire du Grand Tunis, à partir d'une analyse des jeux d'acteurs, du système de gouvernance et des politiques urbaines en place (fig. 5)

10. Chapitre 5



FIGURE 5 – La thèse structurée en juxtaposition de deux disciplines (source : Conception Zohra Mhedhbi)

Cette structure restait à mon sens, peu satisfaisante dans la mesure où elle présentait la thèse en deux parties distinctes selon leurs ancrages disciplinaires respectifs. Afin d'aller vers une approche plus intégrée, j'ai restructuré la thèse en attribuant au volet SHS un rôle de contextualisation. Dans cette nouvelle conception de la thèse (fig. 6), les approches géographiques et sociales visaient simplement à identifier les éléments du contexte pouvant jouer le rôle de leviers ou d'obstacles à l'intégration de l'expertise climatique dans l'action publique urbaine. L'objectif, tel que je l'ai reformulé à ce stade de la recherche, visait à comprendre les particularités du terrain d'étude afin de mieux réussir le « transfert » des résultats scientifiques vers les acteurs locaux.

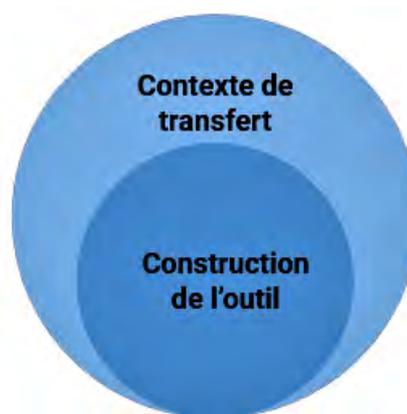


FIGURE 6 – Restructuration de la thèse avec les SHS comme « espace » de contextualisation (conception : Zohra Mhedhbi)

Ma première période de terrain (en janvier 2018) fut un moment charnière pour l'ajustement de la problématique de recherche et la remise en cause de sa structuration. Le travail de terrain m'a permis d'être en contact direct avec les acteurs locaux et de découvrir leurs réelles préoccupations. Sur le terrain, j'ai été confrontée à deux registres de remise en question du projet de recherche tel que conçu a priori. Le premier questionnait la légitimité des objectifs du projet qui semblaient a posteriori centrés sur des préoccupations d'universitaires et en décalage par rapport aux réalités du terrain. C'était d'autant

plus vrai que, sur notre terrain, il n’y avait pas de demande de la part des acteurs locaux pour accéder à des outils de diagnostic microclimatique. Le deuxième problème résidait dans la possibilité même de construire de tels outils. Sur place, j’ai en effet mieux saisi les problèmes posés par la pénurie de données urbaines et atmosphériques pour mon terrain d’étude. Ces deux difficultés m’ont incité et aidé à repenser le questionnement initial du projet, en considérant les différentes possibilités d’interaction entre le travail technique et la réalité sociale du terrain. La production des outils techniques est restée une composante importante du travail de thèse, mais j’y ai ajouté des questionnements sur le système d’acteurs et le territoire. L’objectif était désormais d’interroger la possible convergence ou correspondance entre ces différentes composantes pour comprendre dans quelle mesure la réalité sociale (système d’acteurs et territoire) pouvait s’emparer des outils techniques proposés. Dans cette perspective, j’ai formulé un système de questionnements centré sur les interactions entre l’outil technique et la réalité sociale du terrain (fig. 7).

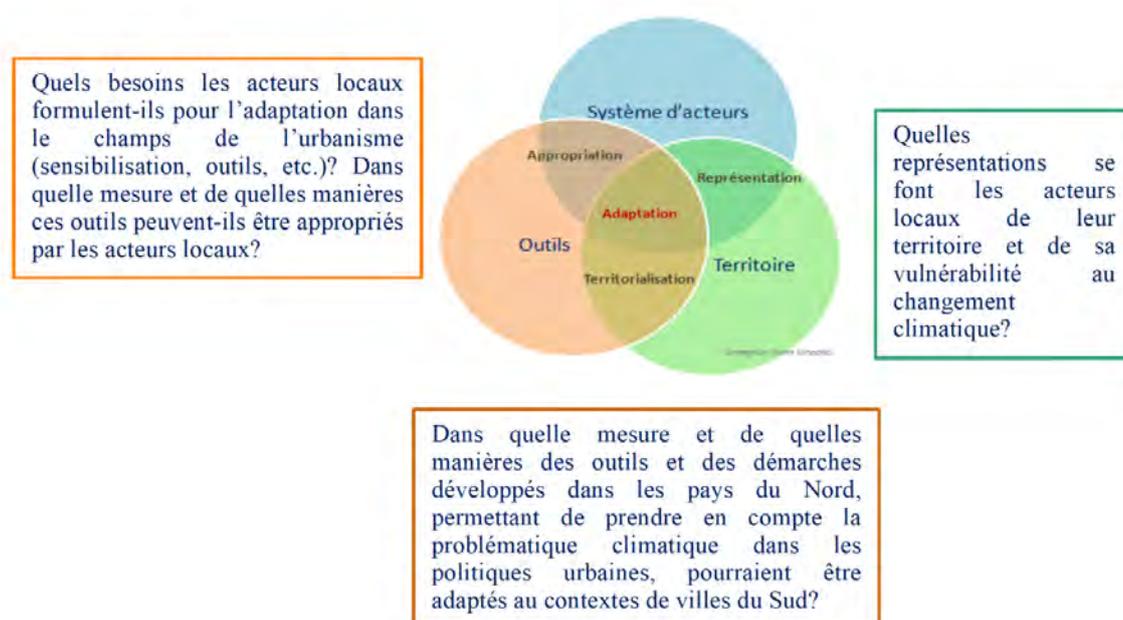


FIGURE 7 – Un questionnement de recherche centré sur les interactions entre l’outil technique et la réalité sociale du terrain (conception : Zohra Mhedhbi)

Avant d’aller plus en avant dans la formulation de notre problématique, nous présentons dans ce qui suit l’appareillage théorique qui nous a permis de consolider nos questions de recherche grâce à l’approfondissement de certaines notions déjà travaillées, comme l’adaptation, et grâce à la découverte de nouveaux concepts comme celui de mise à l’agenda ou encore de co-construction.

0.4 Appareillage conceptuel pour la construction de la problématique

0.4.1 Théories et courants de l'adaptation au changement climatique

L'adaptation au CC est un sujet en vogue, mobilisé de manière importante par les chercheurs comme par les praticiens de l'aménagement et de l'urbanisme, sans que son sens ne semble toutefois stabilisé et partagé. Il y a bien la définition donnée par le GIEC qui semble largement adoptée et qui entend l'adaptation au CC comme l'« ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli ou aux effets climatiques, actuels ou attendus, qui modèrent les nuisances ou exploitent les opportunités bénéfiques. Différents types d'adaptation se distinguent, incluant l'anticipatrice, l'autonome et la planifiée. »(SOLOMON et al., 2007).

Des travaux récents ont développé différentes approches pour essayer de cerner conceptuellement l'adaptation au CC (BERTRAND & RICHARD, 2015 ; QUENAULT et al., 2011 ; SIMONET, 2011). Ces travaux s'accordent sur l'ambiguïté de sens que revêt la notion. En effet, une des caractéristiques fondamentales du concept de l'adaptation pourrait être sa polysémie. Aussi, il convient dans un premier temps d'en dessiner les contours conceptuels. La définition de ce concept est souvent précisée par des termes synonymes, exprimant l'idée d'ajustement, d'accommodation ou d'acclimatation. Selon le nouveau Petit Robert (2008), s'adapter c'est se mettre en harmonie avec les circonstances et le milieu ; c'est aussi s'acclimater et s'habituer. En effet, il y a adaptation à chaque fois qu'il y a interaction entre un organisme et son environnement, avec comme résultat la modification de cet organisme dans le but de favoriser sa capacité à des échanges ultérieurs. Le concept d'adaptation est aujourd'hui utilisé par différentes disciplines, en sciences naturelles, ainsi qu'en sciences humaines et sociales, notamment par la psychologie, l'anthropologie, la sociologie, la géographie, l'aménagement ou encore l'économie.

Afin de clarifier le concept appliqué au CC, Guillaume Simonet en propose une étude approfondie, à travers une revue des travaux rattachés à différentes disciplines dans lesquelles ce concept occupe une place importante, (SIMONET, 2011). Il expose ainsi cinq définitions de l'adaptation correspondant à des disciplines différentes : la biologie, la psychologie, la sociologie, l'anthropologie et la géographie (table 1).

Discipline	Définition	Concepts associés
Biologie	« On entend par adaptation biologique l'ensemble des corrélations internes et externes (relations organismes-milieu) qui font qu'un organisme peut vivre d'une certaine manière dans un habitat donné, et y contribuer à la perpétuation de l'espèce à laquelle il appartient » (Bocquet, 2002).	Évolution Interactions Acclimatation
Psychologie	« Processus qui entoure l'incessante interaction entre l'homme et le monde dynamique dans lequel il évolue et interagit » (Jakubowicz, 2002).	Équilibration Habituation
Anthropologie	« Processus par lequel les organismes ou populations d'organismes effectuent des ajustements biologiques ou comportementaux qui facilitent ou assurent leur succès reproducteur, et donc leur survie, dans leur environnement. Le succès ou l'échec des réponses adaptatives peuvent uniquement se mesurer sur le long terme et les conséquences évolutives des comportements observés ne sont pas prédictibles » (Bates, 2005).	Ajustement Comportement
Sociologie	Malgré des racines entremêlées avec la biologie, la sociologie utilise peu le concept d'adaptation, préférant les termes acculturation, déviance ou socialisation. Le concept d'adaptation en sociologie existe néanmoins via l'adaptation sociale, qui s'attarde sur les changements, chez l'individu, à l'origine du développement des aptitudes à s'intégrer et à acquérir un sentiment d'appartenance à un groupe (Boudon, 2002).	Intégration Socialisation Acculturation
Géographie	L'école de géographie de Chicago emprunta à l'écologie le concept d'adaptation pour le définir comme le fruit de choix délibérés afin d'échapper aux contraintes du milieu, se démarquant ainsi du déterminisme biologique issu de la sélection naturelle en s'appuyant davantage sur la notion d'ajustement : « l'objet de la géographie est l'ajustement de l'homme à l'environnement et non à l'influence de cet environnement » (Barrows, cité par Reghezza, 2007).	Ajustement

TABLE 1 – Synthèse des définitions du concept d'adaptation et des concepts associés selon plusieurs disciplines. Source (Simonet, 2009)

Le concept d'adaptation est ainsi associé à un large panel de notions selon les disciplines. Il trouve ses origines dans les sciences biologiques où il désigne la capacité des organismes vivants à répondre aux contraintes liées aux conditions et aux modifications de leur environnement. Ce concept est largement mobilisé également en psychologie cognitive où les mécanismes d'adaptation nommés « coping » désignent « l'ensemble des effets cognitifs et comportementaux destinés à maîtriser, réduire ou tolérer les exigences internes ou externes qui menacent ou dépassent les ressources d'un individu » (JEAMMET et al., 1996). Avec l'émergence des sciences de la complexité, la notion est utilisée aussi en sociologie comme un concept au cœur de l'analyse systémique. Dans les travaux d'Edgar Morin, l'adaptation est conçue comme le processus au cœur du changement, par lequel un système complexe accroît sa complexité en diminuant ses contraintes (MORIN, 1985). Alain Taché propose un approfondissement théorique spécifique de l'adaptation en tant que « concept sociologique systémique » (TACHÉ, 2003). En géographie, le concept fait davantage référence à l'ajustement au milieu environnant. Cette notion d'ajustement traduit une réponse à un événement ponctuel. Elle se démarque, par la suite, du concept d'adaptation qui se définit comme un processus long qui permet de réduire la fragilité des systèmes sociaux aux risques (BURTON, 1993).

Le Grand Dictionnaire de la Philosophie (2003)¹¹ définit l'adaptation comme « une réponse au problème de permanence ou non d'une structure ou d'une fonction dans un environnement variable : l'adaptation est l'ajustement du même à l'autre pour rester le

11. Grand Dictionnaire de la Philosophie (2003) publié chez Larousse et CNRS éditions sous la direction de M. Blay

même ». L'application du concept au phénomène de CC fait ressortir deux principales visions de l'adaptation. D'une part, celle-ci est associée à l'ajustement des systèmes afin de réduire les impacts liés au CC (FÜSSEL, 2007). Elle renvoie ainsi à des mises à niveau des différents systèmes pour compenser les éventuels déséquilibres occasionnés par les dérèglements climatiques. D'autre part, on se retrouve face à la question du CC, ou plus largement celle de la crise écologique planétaire, qui impose une « véritable métamorphose » pour sortir de l'impasse dans laquelle l'humanité se trouve (BOURG, 2009). Dans cette perspective, l'adaptation correspondrait à des changements profonds des modes de penser qui conduiraient le monde à éviter une situation problématique.

L'adaptation au CC a été investie dans un premier temps par les sciences du climat, par le biais notamment du développement de modèles prospectifs de plus en plus affinés sur l'évolution du système climatique. L'objectif était de mieux cerner les impacts futurs du CC sur les systèmes naturels et humains. Néanmoins, du fait du grand nombre de caractéristiques territoriales (sociales, politiques, économiques, etc.) à prendre en compte, ces travaux étaient difficilement intégrables dans les politiques publiques à des échelles régionales et locales (DESSAI & HULME, 2004). La difficulté des sciences du climat à s'emparer de manière transversale de l'adaptation, montre la complexité de la question qui consiste à prendre en compte l'hétérogénéité des échelles, des temporalités et des acteurs, ainsi que les spécificités des territoires où les actions sont à mettre en œuvre. S'ajoute à cette complexité la triple dimension de l'adaptation, à savoir qu'elle peut être appréhendée comme processus, état ou stratégie. Selon le géographe Alexandre Magnan, « Si l'adaptation en tant que processus traduit le fait d'être ou non en train de s'adapter, l'adaptation comme état traduit celui d'être ou non adapté, et l'adaptation comme stratégie celui de vouloir ou non s'adapter » (MAGNAN, 2009b, p. 16).

À cette difficulté de définir l'adaptation s'ajoutent les interactions entre les multiples sous-systèmes qui forment le territoire et qui interviennent forcément au moment de formuler des réponses en matière d'adaptation au CC. En effet, la notion de territoire prend en compte l'espace géographique ainsi que les réalités politiques, économiques, sociales et culturelles de cet espace. Selon Guy Di Méo, « Le territoire est une appropriation à la fois économique, idéologique et politique (sociale donc) de l'espace par des groupes qui se donnent une représentation particulière d'eux-mêmes, de leur histoire » (DI MÉO, 1996). L'aménagement est ainsi amené à répondre au délicat problème de l'adaptation au changement du climat qui s'inscrit dans un système territorial composite. Cette rencontre entre adaptation au CC et territoire nous ramène à la notion de capacité d'adaptation. Les réponses des territoires aux effets du CC apparaissent très variables. En effet, la capacité d'adaptation est définie par Adger et ses collègues comme la triple faculté de réduire la sensibilité du système, d'en modifier l'exposition et d'en accroître la résilience.

Ainsi, le territoire avec ses multiples dimensions physiques, sociales, politiques, institutionnelles, économiques, etc., rassemble des facteurs d'influence majeures sur la capacité d'adaptation, à la fois endogènes et exogènes (ADGER et al., 2009). Un territoire peut être relativement exposé aux aléas climatiques, mais en même temps doté de grandes capacités d'adaptation. Ainsi, sa vulnérabilité au CC est faible et sa résilience est importante. Ici, nous mobilisons les concepts de vulnérabilité et de résilience pour définir la capacité d'adaptation d'un territoire.

La vulnérabilité et la résilience : deux concepts proches de l'adaptation

La délimitation du cadre théorique dans lequel s'inscrit la problématique de l'adaptation des territoires au CC ne peut se faire sans une précision des frontières et des intersections avec ses concepts voisins, à savoir la vulnérabilité et la résilience. Selon Alexandre Magnan, « la perspective du changement climatique, et à travers elle la problématique de l'adaptation, tend à remettre au goût du jour divers principes qui sont eux-mêmes au cœur de l'approche systémique et de la durabilité. On pense notamment à celui de précaution, mais aussi à d'autres termes-clés comme ceux de « résilience », de « vulnérabilité », d'« anticipation », d'« innovation », etc., dans des domaines aussi variés que l'économie, l'écologie, les décisions publiques, etc. » (MAGNAN, 2008). En effet, la formulation des réponses en termes d'adaptation a évolué : à son émergence, elle était basée sur la gestion des risques, puis sur la réduction des vulnérabilités et enfin sur l'augmentation des capacités d'adaptation. Comme les liens entre ces concepts apparaissent étroits et leurs contenus en partie imbriqués, nous proposons dans un souci de clarté de les distinguer à travers de brefs éclairages.

La vulnérabilité peut être définie comme la sensibilité et la fragilité d'un système face à un aléa. Ce concept est introduit dans les études de risque par les sciences sociales afin de pouvoir décrypter la sensibilité et la fragilité des territoires suite à leur exposition à un aléa. Pour comprendre ce concept polysémique et l'analyser, certains travaux ont établi des catalogues de définitions (AYRAL, 2001 ; LIÉGEOIS, 2005). Ils exposent la diversité sémantique qui peut lui être associée avec des définitions globales, spécifiques et sectorielles. Cette polysémie génère un certain trouble chez les acteurs institutionnels, ce qui fait de la vulnérabilité un concept faible et rend sa place dans l'analyse du risque relativement marginale (VEYRET & REGHEZZA, 2006). De nombreux auteurs luttent contre cette marginalisation et appellent à accorder une importance plus grande à la vulnérabilité dans les études du risque (METZGER & D'ERCOLE, 2011). En effet, considérer le concept de vulnérabilité comme central dans l'étude des risques s'avère essentiel pour une lecture transversale du risque naturel (ADGER, 2006). Cela permet de prendre en compte les spécificités du territoire et de proposer des solutions plus adaptées au contexte local. Considérer la vulnérabilité territoriale incite à prendre en compte différentes dynamiques

du territoire du risque : environnementales, socioculturelles, politico-institutionnelles et économiques (MAGNAN, 2009a). La prise en compte de ces dynamiques multiples confère un caractère évolutif à la vulnérabilité qui caractérise un territoire. Considérée sous cet angle, la vulnérabilité n'est plus seulement une propension à subir des dommages, mais elle intègre aussi une capacité à y faire face (WOLOSZYN & QUENAULT, 2013).

Le concept de résilience est lui aussi un concept polysémique recouvrant des facettes différentes selon la discipline qui le mobilise. La polysémie du terme nourrit de nombreux débats sur son utilisation et sur sa pertinence opérationnelle (DJAMENT-TRAN et al., 2011). Insuffisamment claire, la résilience est perçue par les experts comme peu opérationnelle et parfois redondante par rapport à d'autres notions. Cela emmène à la confondre parfois avec la durabilité, l'adaptation ou la robustesse (VILLADIEGO BERNAL, 2014). Ce concept peut se définir comme la capacité d'un système à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions à la suite de cette perturbation (LHOMME et al., 2010). Selon cette définition, un territoire résilient est entendu comme un territoire en mouvement, vivant et actif, pouvant agir et réagir, capable de s'adapter et de trouver un nouveau état d'équilibre (VILLADIEGO BERNAL, 2014).

La recherche sur la résilience urbaine regroupe des compétences diverses relevant du champ de l'urbanisme, de l'architecture, de l'ingénierie, de l'économie, de la géographie et de la sociologie. Par conséquent, ce concept donne lieu à un dialogue interdisciplinaire susceptible de lui conférer davantage d'opérationnalité. En effet, cette interdisciplinarité construit un socle de facteurs qui dépassent la simple capacité de faire face à une catastrophe, et permettent de retrouver un nouvel état de fonctionnement. Par exemple, pour éviter les phénomènes de rupture, de dysfonctionnement ou d'effondrement de la structure bâtie de la ville face à des perturbations, on fait appel à la résilience des systèmes techniques. Toutefois, l'approche sociale est primordiale dans l'étude du concept de résilience. D'ailleurs, les études sur la résilience des villes montrent que, même lorsque les catastrophes ont détruit des structures bâties, les structures sociales sont souvent restées robustes. Ce sont les propriétés humaines et sociales qui rendent les villes résilientes au fil du temps (VILLADIEGO BERNAL, 2014). Pour ces raisons, la structure sociale et culturelle du territoire ne peut pas être occultée ou mise de côté. Elle doit être prise en compte avec la résilience des systèmes techniques urbains, afin de permettre de considérer les objets urbains face aux risques dans leur globalité et leur complexité, à travers une étude des interactions qui les structurent. En effet, un territoire ne peut se résumer à ses composantes structurelles, géographiques, sociales et économiques ; il dépasse la simple somme de ses composantes pour englober les relations entre ces éléments.

C'est au moment de penser la mise en œuvre de l'adaptation au CC au niveau du territoire que les concepts de vulnérabilité et de résilience s'avèrent utiles. Cependant, avant d'en arriver au stade de la mise en œuvre concrète, encore faut-il que la question de l'adaptation du territoire au CC soit mise à l'agenda de la planification et de l'aménagement urbain.

0.4.2 La mise à l'agenda : une notion clé pour penser la mise en œuvre de l'adaptation

Afin d'analyser dans quelle mesure et de quelles manières l'ACC peut devenir (ou pas) une préoccupation des acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement du Grand Tunis, il convient d'analyser les règles régissant la mise à l'agenda des problèmes publics. En effet, comme l'explique Patrick Hassenteufel, « Aucun problème n'est intrinsèquement public, du fait de propriétés spécifiques. Il n'existe pas de seuil objectif, mesurable (correspondant, par exemple, à un chiffre de personnes touchées), à partir duquel un problème devient un sujet de préoccupations collectives. Il est par conséquent nécessaire d'analyser la construction de problèmes en problèmes publics, ce qui suppose une rupture avec une conception « objectiviste », conduisant à mettre l'accent sur le rôle clef d'acteurs qui effectuent ce travail de construction. » (HASSENTEUFEL, 2010b, p. 53).

La notion d'agenda est définie comme « l'ensemble des problèmes faisant l'objet d'un traitement, sous quelque forme que ce soit, de la part des autorités publiques et donc susceptibles de faire l'objet d'une ou plusieurs décisions » (GARRAUD, 1990, p. 27). A travers cette définition, l'espace public est considéré comme limité, de façon qu'il n'est pas possible d'attribuer le même degré d'attention au même moment à toutes les situations problématiques. C'est ce qu'expliquent Stephen Hilgartner et Charles Bosk en affirmant que l'action publique n'est pas en capacité de mettre sur agenda l'ensemble des problèmes identifiés par la société compte tenu du fait que « l'attention publique est une ressource rare, dont l'allocation dépend de la compétition au sein d'un système d'arènes publiques » (HILGARTNER & BOSK, 1988, p. 55). À cet égard, les « problèmes doivent lutter pour occuper un espace dans les arènes publiques » (HILGARTNER & BOSK, 1988, p. 70).

La transformation d'un phénomène en problème public relève donc d'un mécanisme d'ouverture du processus de fabrication des réponses politiques. Les chances pour qu'un phénomène arrive à l'agenda politique sont en effet inégales. S. Hilgartner et C. Bosk ont identifié trois grands principes de sélection au sein des arènes publiques, à savoir l'intensité dramatique du problème, sa nouveauté et son adéquation aux valeurs culturelles dominantes. Outre ces principes de sélection, différentes dynamiques peuvent faciliter la prise en charge d'un problème par les politiques publiques et donc sa mise sur agenda (GARRAUD, 1990). La première est la mobilisation. Cette dynamique repose sur l'action

de groupes sociaux organisés qui peuvent jouer un rôle moteur permettant de promouvoir l'émergence d'un problème social. Le processus peut, par exemple, partir de la société civile qui peut porter un problème social et exercer une certaine pression sur la scène publique dans la perspective de sa mise à l'agenda. D'ailleurs, les questions environnementales sont généralement portées dans la durée par la société civile. La deuxième dynamique est celle de la mise sur agenda par anticipation. Dans ce cas, ce sont les autorités publiques, à travers les politiques qu'elles mettent en place, qui vont construire une situation comme problématique. Ce modèle est activé généralement lorsque les acteurs politiques trouvent dans la constitution d'un problème une certaine rentabilité politique. La troisième dynamique est celle de la médiatisation où la mise à l'agenda d'un problème trouve son origine dans l'action des médias qui assurent la diffusion du problème, ce qui leur fait acquérir une audience et un impact considérables.

La notion de mise sur agenda suppose ainsi d'élargir le spectre d'analyse et de prendre en compte les logiques de mobilisation collective, de médiatisation et de politisation, auparavant fortement négligées dans les analyses des politiques publiques. Dans cette perspective, la construction d'une situation en problème public s'opère sous l'influence d'acteurs variés, selon des processus cognitifs que l'analyse constructiviste de l'agenda permet de mettre en évidence. En effet, l'émergence d'un problème est étroitement liée aux processus cognitifs et normatifs de définition et de qualification ; c'est ce qui donne sens d'ailleurs à ce problème et conditionne son mode de traitement. Par ailleurs, « l'inscription durable d'un problème à l'agenda nécessite des ressources, des mobilisations, des coalitions et des transactions entre groupes, et est nécessairement le produit de rapports de force » (GARRAUD, 2004, p. 60).

0.4.3 Le concept de co-construction

Au fil des interactions, des accords peuvent être élaborés par les différentes parties prenantes autour d'une idée, d'un projet ou d'une méthode de travail (GARRAUD, 2004). C'est le sens que nous conférons à la notion de co-construction. Cette notion renvoie à des contextes où des acteurs ayant des intérêts et des points de vue différents sont amenés à travailler ensemble pour la réussite d'un projet ou pour définir les règles d'une organisation du travail. Prise dans un sens large, elle « désigne toutes les démarches visant un point de vue partagé entre différents acteurs » (FOUDRIAT, 2014). Se référer à la co-construction, c'est à la fois mettre l'accent sur la participation de différentes catégories d'acteurs à un processus et souligner que cette participation n'est pas consultative mais effective.

Michel Foudriat définit la co-construction comme « un processus volontaire et formalisé sur lequel deux ou plusieurs individus (ou acteurs) parviennent à s'accorder sur une

définition de la réalité (une représentation, une décision, un projet, un diagnostic) ou une façon de faire (une solution à un problème) » (FOUDRIAT, 2014, p. 240). Ce processus conduit les différents acteurs à élaborer collectivement une méthode de production selon un compromis acceptable par l'ensemble des parties.

En ce qui concerne plus spécifiquement la co-construction des connaissances, Yves Vaillancourt propose une définition plus restrictive : « Dans la co-construction des connaissances, des acteurs – qui ne sont pas des chercheurs universitaires – participent à la fabrication des connaissances pour la recherche. » (VAILLANCOURT, 2019). Cette co-production des connaissances peut en retour servir à fabriquer de l'action. Ainsi, pour la production d'un sens collectif, l'apprentissage par la coopération peut être considéré comme plus efficace que la présentation descendante d'une idée ou d'un projet aussi logique et argumenté qu'il soit. **Dans ce qui suit, nous utilisons le concept de co-construction pour qualifier la participation des différentes parties prenantes, notamment parmi les chercheurs et les acteurs de l'action publique, à la définition et à l'élaboration du problème climat dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement.**

0.5 Problématique et hypothèses

Nos premières recherches documentaires sur la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans les exercices de planification territoriale dans le Grand Tunis ont très vite révélé le lien extrêmement ténu –pour ne pas dire l'intersection vide- qui existe localement entre le problème climat et le champ de l'urbanisme et de l'aménagement. Nous partons donc d'un premier constat selon lequel l'action publique en matière d'aménagement en Tunisie ne prête pas attention pour l'instant à la question de l'adaptation au CC. Cette absence de lien entre climat et aménagement dans les politiques urbaines tunisoise justifie notre recours à la notion de mise à l'agenda. L'analyse de la littérature scientifique produite dans ou pour d'autres contextes géographiques montre que l'ampleur des changements climatiques incite –voire impose- désormais de composer avec la perspective climatique pour concevoir les espaces et ajuster leurs usages. Ainsi, disposer d'une expertise climatique peut s'avérer essentiel pour intégrer la composante climat dans la planification territoriale. C'est dans cette perspective que nous proposons dans le cadre de la thèse de développer des outils de diagnostic climatique pour le Grand Tunis. Cependant, nous proposons de co-construire cette expertise avec les acteurs locaux afin que les outils ainsi développés soient adaptés à leur territoire et à leurs besoins et que le processus de co-construction en garantisse au final l'appropriation.

En considérant les pratiques d'aménagement du territoire à la fois comme des modalités de conception de l'espace et des processus décisionnels, nous interrogeons les effets de la co-construction entre chercheurs et acteurs urbains d'une expertise climatique du

territoire sur la mise à l'agenda de l'adaptation dans l'action publique en matière d'aménagement à Tunis. Cette expertise climatique prendra la forme de modélisations et cartographies climatiques permettant de diagnostiquer le territoire tunisois. Ces outils sont déjà développés à Toulouse et pour d'autres villes du monde. Nous nous inspirons particulièrement dans ce travail de l'expérience toulousaine développée dans le cadre du projet ANR MAPUCE. Ces éclairages nous ont permis de stabiliser notre question de recherche qui peut être formulée ainsi :

Dans quelle mesure et de quelles manières le processus de co-construction d'une expertise climatique peut-il être un levier pour la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique dans la planification et l'aménagement urbains du Grand Tunis ? Quels rôles jouent les représentations sociales des acteurs locaux dans cette mise à l'agenda ? Quels sont les facteurs qui font obstacles à l'émergence de cette question dans l'action publique en matière d'aménagement ? Comment adapter une expertise climatique construite dans d'autres contextes géographiques, pour favoriser son appropriation par les acteurs locaux et contribuer ainsi à cette émergence ? Dans quelle mesure la co-construction modifie-t-elle l'expertise pour l'adapter aux spécificités du territoire ?

À partir de ce système de questions, nous formulons trois hypothèses :

1) A Tunis, l'action publique urbaine est focalisée sur d'autres enjeux jugés davantage prioritaires que la mise à l'agenda de l'adaptation du territoire au changement climatique. Parmi les problèmes territoriaux considérés comme prioritaires et plus importants que l'adaptation au changement climatique figurent notamment la pauvreté, la forte croissance urbaine ou encore la faible capacité de contrôle du développement urbain. Nous faisons l'hypothèse que les représentations sociales que se font les acteurs locaux des problèmes territoriaux et de leur hiérarchisation jouent un rôle primordial dans la manière de considérer l'adaptation au changement climatique et dans son inscription comme problème nécessitant une intervention publique.

2) Les acteurs de l'urbanisme ne disposent pas des ressources nécessaires leur permettant de se saisir de la question de l'adaptation dans le cadre des politiques urbaines. Au manque de ressources de nature politique, économique et technique, s'ajoutent des rapports de force défavorables et des conflits de légitimité avec les acteurs de l'environnement qui portent le problème Climat à l'échelle nationale. Ces deux facteurs convergent pour faire obstacle à la mise à l'agenda de l'adaptation dans l'action publique urbaine.

3) La co-construction entre chercheurs et praticiens de l'urbanisme d'une ex-

expertise climatique ajustée au territoire peut contribuer à lever partiellement ces obstacles et jouer en faveur de l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans l'action publique urbaine. Une expertise technique permettant de fournir aux urbanistes un diagnostic microclimatique du territoire, constitue indéniablement une ressource en faveur de l'émergence de l'adaptation dans l'action publique en matière d'aménagement. Cependant, elle reste insuffisante si elle n'est pas produite dans une dynamique de co-construction avec les acteurs du terrain. La co-construction implique un niveau important de coopération entre chercheurs et acteurs. La sociologie de la traduction permet d'analyser la série d'interactions permettant la mise en réseau d'acteurs, de connaissances et de productions. L'une des lignes de force de cette approche est de poser l'acteur comme un médiateur qui, non seulement permet une interaction entre deux entités, mais agit aussi sur la mise en réseau des interactions.

0.6 Méthodologie générale et posture de recherche

0.6.1 Un appareillage méthodologique hybride

Cette thèse s'inscrit dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement dont la « spécificité est d'être une science de la conception des espaces qui prend non point les espaces, mais les processus de conception et d'organisation comme objet fondamental » (LÉVY & LUSSAULT, 2003, p. 64). Ce champ fondamentalement interdisciplinaire vise à étudier les espaces et leurs modes de production. L'expression « urbanisme et aménagement urbains » abondamment utilisée dans ce travail de recherche désigne les processus de conception, de décision et d'organisation qui participent à la construction du territoire urbain.

Notre problématique se situe au point d'intersection entre plusieurs champs de savoir scientifique (géographie urbaine, sciences politiques, sciences de l'environnement et du climat, sociologie des techniques, etc.) et de compétences professionnelles (acteurs de l'urbanisme et de l'environnement). Elle nécessite de penser la conjonction entre plusieurs réalités physique, politique, organisationnelle et cognitive. À cet égard, elle adopte une approche résolument interdisciplinaire.

L'approche interdisciplinaire possède des spécificités qui la différencient de toute autre approche. D'abord, elle invite à combiner les méthodes (issues des sciences sociales et des sciences de l'environnement) et à rechercher les impensés qui se cachent sous des contenus parfois jugés stabilisés. Par ailleurs, elle invite à rechercher la bonne manière d'articuler les questions, les approches et les méthodes. En effet, « L'interdisciplinarité désigne aussi bien le statut des disciplines complémentaires ou convergentes que le parcours méthodo-

logique qui cherche à rendre compte de l'unité des méthodes, des lois et des conclusions énoncées » (RESWEBER, 1981, p. 9).

Les observations

Les enquêtes de terrains ont été conduites pendant deux périodes : la première a eu lieu entre le 2 janvier et le 15 février 2018 et la deuxième entre le 15 octobre 2018 et le 28 février 2019. J'ai commencé le travail de terrain par une période d'observation diffuse définie comme « celle qui est, dans les comptes rendus de recherche, la source des descriptions de lieux, de comportements saisis de manière globale et sous les modalités de l'usuel, du typique, ou encore de la règle. » (CHAPOULIE, 2000, p. 6). Accueillie à l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis (AUGT) au sein de la direction de la gestion des données urbaines, la période d'immersion lors de mon premier séjour de terrain m'a permis d'avoir des éléments de compréhension du contexte tunisois. En partageant le quotidien de l'institution et en échangeant avec les uns et les autres, j'ai pu observer les interactions entre agents et entre directions en interne. En participant à des réunions d'équipes à l'AUGT et à l'extérieur de celle-ci, j'ai pu mieux comprendre le fonctionnement de l'institution en sa qualité de principal acteur de l'urbanisme et l'aménagement sur le territoire de l'agglomération tunisoise. Observer de près le fonctionnement de cette institution m'a permis de mieux cerner sa position au sein du système des acteurs mobilisés autour des questions d'urbanisme et d'environnement à Tunis. En définitive, cette période d'observation a été extrêmement bénéfique au travail d'enquête qui a suivi. D'une part, elle fut un bon moyen pour commencer à construire le réseau des acteurs enquêtés. D'autre part, être au quotidien dans les locaux de l'agence a facilité l'observation des relations entre les différents agents appartenant à l'institution ou extérieurs à celle-ci.

Les entretiens : saisir les représentations et les rapports de forces autour de l'adaptation au changement climatique

Les entretiens permettent de recueillir les discours des acteurs locaux qui constituent un matériau riche d'information sur les représentations associées au problème climat et sur les rapports de force entre les acteurs potentiellement concernés par ce problème. Afin de rendre compte de l'organisation des acteurs tunisois autour de la question d'ACC et des obstacles qui entravent la prise en compte de celle-ci dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, nous avons choisi de réaliser des entretiens semi-directifs¹² auprès des acteurs du territoire en charge de l'urbanisme et de l'aménagement, mais aussi ceux en charge de l'environnement. Au total, nous avons réalisé une trentaine d'entretiens formels¹³, auxquels il faut ajouter les nombreux échanges informels que nous avons eu,

12. La grille d'entretiens est présentée à l'Annexe (B)

13. La liste des acteurs interviewés est présentée à l'Annexe (C)

tant avec les agents de l'AUGT lors des différents séjours effectués sur le terrain, que lors de nos déplacements auprès d'autres institutions pour solliciter des entretiens, ou lors des journées d'études auxquelles nous avons participé. Nous avons mené des entretiens formels auprès de trois catégories d'acteurs : des acteurs engagés dans le champ de l'urbanisme et l'aménagement (16 entretiens) dans des administrations étatiques, des collectivités locales et des bureaux d'études privés ; des acteurs institutionnels travaillant de manière frontale sur les questions environnementales et climatiques (5 entretiens) et des acteurs associatifs et universitaires (9 entretiens).

L'analyse de la littérature grise

L'exploration de la littérature grise, à savoir les rapports, les présentations faites lors de conférences, les différents documents de travail produits par les acteurs institutionnels, associatifs, mais aussi les bailleurs de fonds internationaux, a constitué une autre source importante de données. A côté des entretiens et des observations, ces matériaux produits spontanément par les acteurs représentent une source d'information majeure dans la mesure où ils renseignent sur la manière dont ces derniers s'emparent ou pas du problème climat.

L'analyse spatiale et la télédétection

Afin de construire des bases de données urbaines utiles pour la modélisation climatique, nous avons eu recours aux méthodes de l'analyse spatiale sous SIG et à la télédétection. Nous avons veillé à ce que les méthodes que nous proposons soient techniquement accessibles et aisément reproductibles pour d'autres villes dans lesquelles les données urbaines sont manquantes. Nous avons mobilisé pour ce travail les SIG, qui par leurs capacités à manipuler, stocker et représenter les informations spatiales, permettent d'intégrer les données géographiques dans les modèles climatiques. La géomatique, à l'interface de la géographie et de l'informatique, nous a permis non seulement de constituer des bases de données spatiales, mais aussi de fournir des représentations visuelles des informations sous des formats cartographiques.

La modélisation climatique

La compréhension des phénomènes micro-climatiques comme l'îlot de chaleur urbain nécessite d'effectuer des modélisations climatiques permettant d'évaluer les impacts des conditions météorologiques sur la ville. Les modèles atmosphériques ont en général besoin en données d'entrée d'une description précise de la surface de la ville considérée et des forçages provenant de données ou de modèles atmosphériques. Cette approche par la modélisation considère le système urbain physique dans sa globalité. C'est la méthode que

nous mobilisons au cours de cette thèse pour simuler les effets d'une période caniculaire qui a eu lieu entre le 9 juillet et le 13 juillet sur le Grand Tunis.

0.6.2 Une posture de recherche impliquée

Tout au long de la thèse, nous avons travaillé dans l'optique de produire des savoirs qui soient à la fois reconnus par la communauté scientifique et exploitables par des praticiens. Notre objectif était d'éviter une posture prescriptive, tout en apportant des éclairages permettant aux acteurs désireux de s'en saisir de poser le problème climat dans l'action publique en matière d'aménagement.

Notre posture dans cette recherche est double. D'une part, nous produisons des connaissances descriptives et explicatives (analyses des résultats d'enquêtes) afin de bien saisir les spécificités (politiques, organisationnelles et cognitives) du contexte tunisois qui favorisent ou font obstacle à la mise à l'agenda de l'adaptation dans les politiques urbaines. D'autres part, nous conduisons -tout en l'analysant par le biais de la sociologie de la traduction- le processus de construction des cartes climatiques et de tous les objets d'étapes constitutifs de l'expertise climatique qui nous sert à favoriser cette mise à l'agenda. Pour construire des cartes climatiques, nous nous appuyons sur les méthodes et de l'analyse spatiale qui produisent des outils scientifiquement rigoureux par rapport à leurs disciplines d'ancrage et pouvant être mobilisés dans l'action. Nous qualifions ces productions scientifiques de « savoir actionnable » qui est défini par Chris Argyris (1993) comme un savoir à la fois valable et pouvant être « mis en action » dans la vie quotidienne (ARGYRIS, 1993). Cette définition présente une certaine convergence avec la définition que donne Kurt Lewin (1946) de la recherche-action. En effet, ce dernier défend l'idée selon laquelle il n'est possible d'accéder à la connaissance d'un système social qu'en y introduisant une modification (LEWIN, 1946).

Dans cette perspective, comment tisser un lien entre, d'un côté les éléments du contexte tunisois que nous analysons et, de l'autre, les outils techniques que nous construisons et qui sont largement inspirés d'expériences exogènes à ce contexte? Notre ambition dans cette thèse est de croiser les deux types de savoir afin d'interroger les possibilités d'appropriation de l'expertise que nous construisons par les acteurs locaux (fig. 8). Marie-José Avenier (2005) développe une réflexion qui nous intéresse particulièrement à ce stade, autour de la notion d'appropriation et de son importance dans « l'actionnabilité » des savoirs. Elle explique que ces savoirs « seront reçus lorsque les personnes auxquelles ils sont destinés se les seront effectivement appropriés et seront en mesure de les mobiliser à bon escient. Ainsi, comptent non seulement leur contenu, mais aussi la manière dont ces personnes auront été mises en relation avec ces savoirs, qui leur aura ou non permis de

se les approprier. » (AVENIER & SCHMITT, 2005, p. 3). Ainsi, nous défendons l'idée selon laquelle la co-construction de l'expertise est l'une des meilleures façons de favoriser son appropriation et nous adoptons de ce fait une posture de recherche-action pour conduire notre travail de recherche.

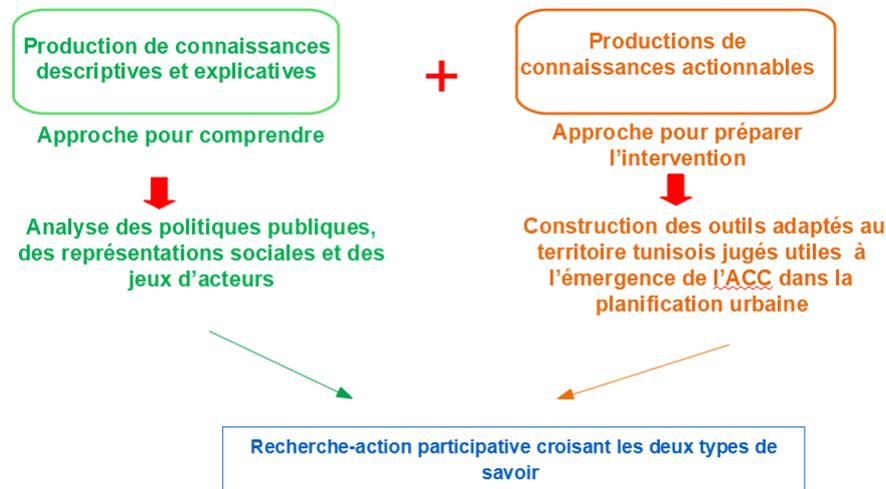


FIGURE 8 – Posture de recherche, entre production de savoirs descriptifs et explicatifs et de savoirs actionnables (conception : Zohra Mhedhbi)

0.7 L'organisation de la thèse

Pour répondre à notre questionnement, nous nous inscrivons dans le cadrage théorique constructiviste dont l'apport principal est de prendre en compte le rôle d'acteurs variés dans la définition des problèmes. Dans cette perspective, la première partie de la thèse vise à analyser les politiques publiques tunisoises en les considérant sous une triple dimension : normative, organisationnelle et cognitive. L'objectif ici est d'identifier les différents types d'obstacles à la mise à l'agenda de l'adaptation dans le champ de l'urbanisme, en analysant les structures de la décision (politiques publiques, jeux d'acteurs, représentations sociales).

La seconde partie met l'accent sur les modalités de production d'une expertise climatique mobilisant les méthodes et les outils de l'analyse spatiale pour permettent de rendre intelligibles les enjeux climatiques du territoire. Afin de cheminer vers un diagnostic spatialisé des conditions microclimatiques du territoire tunisois, nous construisons une base de données d'occupation du sol et mobilisons des méthodes innovantes de collecte de données morphologiques et architecturales de la région capitale, afin de pallier la pénurie des données urbaines sur notre terrain.

La troisième partie de la thèse présente deux volets. Le premier vise à utiliser les données urbaines élaborées dans la seconde partie pour construire une analyse microclimatique du territoire permettant une explicitation spatialisée des enjeux climatiques. Cette construction permet notamment de tester la généricité et l'adaptabilité au contexte tunisois d'outils développés dans d'autres contextes urbains, notamment les cartes climatiques. Le second volet vise à analyser la manière dont ces outils climatiques participent à la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique à Tunis. Afin d'observer les dynamiques d'appropriation et de traduction de ces outils, nous avons mobilisé le cadre d'analyse de la théorie de l'acteur-réseau, dont les mécanismes permettent de rendre compte de la contribution du processus de construction de l'expertise climatique locale dans la mise à l'agenda de l'adaptation de l'agglomération tunisoise. Le schéma suivant (fig. 9) résume la structure de la thèse, les sujets centraux traités dans chaque partie ainsi que les expertises mobilisées tout au long de ce travail :

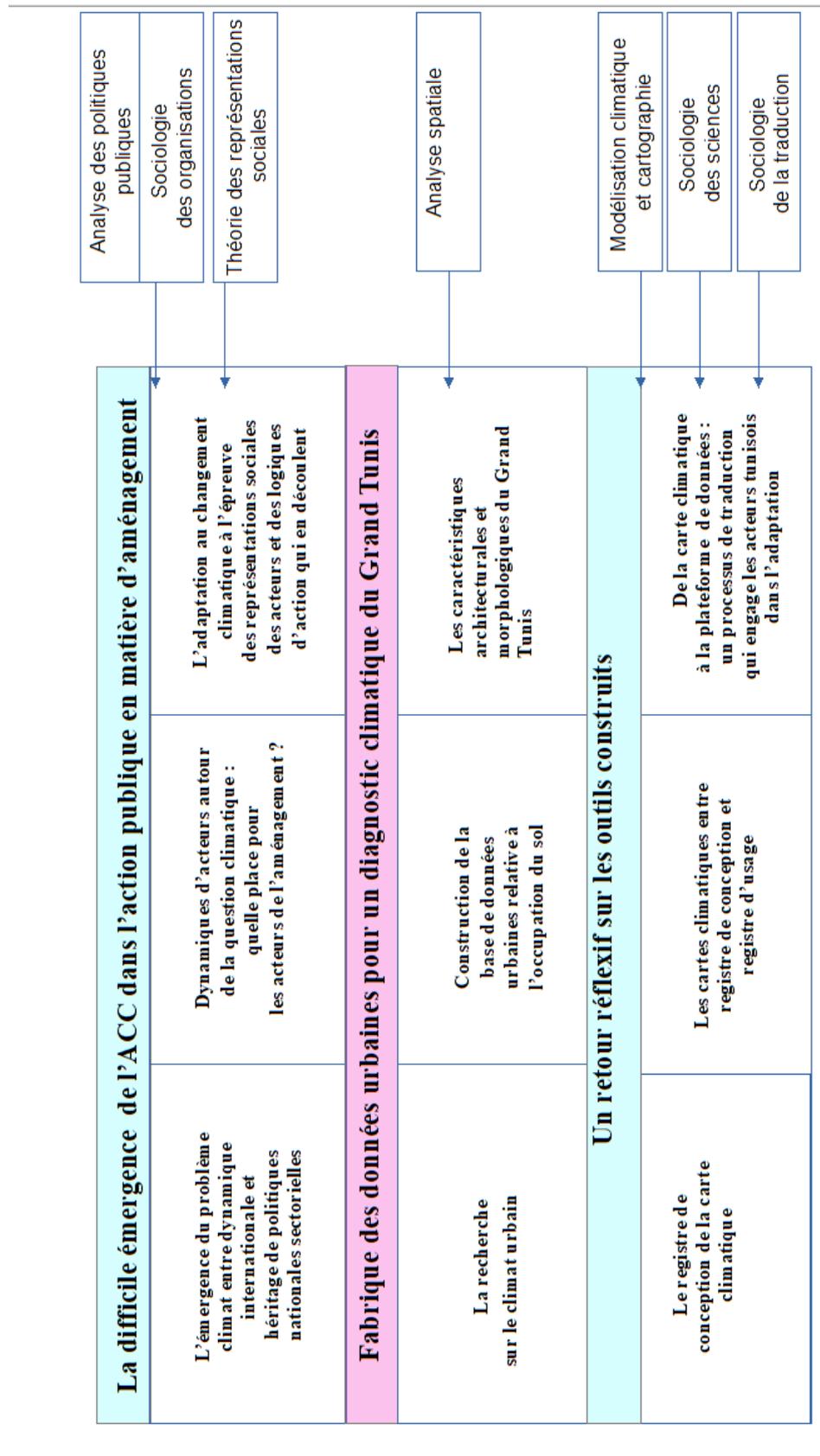


FIGURE 9 – Structure générale de la thèse et démarches mobilisées (conception : Zohra Mhedhbi)

PREMIÈRE PARTIE

**La difficile émergence de l'adaptation
au changement climatique dans le
champ de l'urbanisme**

Les modalités de construction des réponses d'Adaptation au Changement Climatique (ACC) demeurent encore très timides sur le territoire de l'agglomération tunisoise. Elles se résument jusqu'à présent à des participations aux événements internationaux relatifs au climat et à un ensemble de stratégies sectorielles. À cet égard, nous proposons dans cette première partie une analyse des politiques publiques autour de la question du climat mais aussi de celle de l'urbanisme et de l'aménagement, l'objectif étant de cerner les obstacles de la mise à l'agenda de l'ACC dans l'action publique en matière d'aménagement à Tunis. Nous souhaitons ainsi interroger la manière dont les politiques publiques tunisiennes s'emparent de la question du climat et la place qu'occupent l'urbanisme et l'aménagement du territoire dans ces politiques climatiques. Nous analyserons par la suite l'organisation des acteurs tunisois autour de la problématique climatique et les représentations sociales qu'ils en font sur leur territoire.

Le cadre théorique mobilisé

Pour mener à bien cette analyse, il s'agit d'abord de poser en préalable les contours du concept de politique publique. Une politique publique peut être brièvement définie comme un programme d'actions mis en œuvre par une autorité publique afin de répondre à une situation problématique, cela à travers un certain nombre d'actions, de financements et de règles censés produire des résultats, en vue de résoudre le problème diagnostiqué. Plus spécifiquement, ce concept peut désigner les interventions d'une autorité dotée d'une certaine puissance publique et de légitimité gouvernementale sur un domaine spécifique de la société ou du territoire (GRAWITZ & LECA, 1985). « Ces interventions peuvent prendre trois formes principales : les politiques publiques véhiculent des contenus, se traduisent par des prestations et génèrent des effets. Elles mobilisent des activités et des processus de travail. Elles se déploient à travers des relations avec d'autres acteurs sociaux collectifs ou individuels » (THOENIG, 2010, p. 420). **Dans cette perspective, nous souhaitons analyser de quelles manières le problème climat a émergé en Tunisie, quelles questions ont été identifiées autour de ce problème et quelles mises en œuvre il a suscité pour le territoire tunisois.**

La question de l'ACC est posée de plus en plus expressément sur les scènes internationales comme une nouvelle injonction pour l'action publique. Cette injonction issue de la scène internationale, nous amène à évoquer la convergence des politiques publiques. **La convergence dans le domaine de l'analyse des politiques publiques peut** s'entendre comme « un processus dynamique de rapprochement entre des politiques publiques menées dans des pays (ou des territoires) différents. Cette convergence-processus concerne non seulement le contenu de l'action publique, mais aussi ses modalités de production (cadres institutionnel, acteurs, instruments, etc.) » (HASSENTEUFEL, 2010a, p. 180). On peut repérer, à titre d'exemple, une convergence instrumentale par

le biais de l'élaboration des Contributions Déterminées au Niveau National¹⁴ (INDC en anglais) en faveur du climat ou d'autres instruments financiers comme les fonds verts pour le climat. Il convient aussi de noter une convergence processuelle concernant les modalités de mise sur agenda qui se manifeste, dans la majorité des pays, par l'élaboration des bilans GES et des stratégies climatiques sectorielles. Cette convergence résulte alors de la confrontation de tous les pays à des problèmes similaires, cela sans tenir compte de leur participation différenciée à l'aggravation du phénomène du CC. C'est l'idée d'interdépendance environnementale et économique qui a poussé ici les différents pays à aller vers la convergence de leurs politiques publiques. Cette dernière procède également d'une asymétrie de pouvoir imposée notamment par les institutions financières internationales vis-à-vis des pays ayant besoin de ressources financières.

Afin d'analyser le contenu des actions d'ACC nous suivons le courant qui s'attache à expliquer le fonctionnement des politiques publiques à travers ses modes opératoires c'est à dire à travers leurs modes d'action (DENTE et al., 1998). Pour Pierre Muller, «l'existence d'une politique publique est due à l'existence d'une autorité politique locale ou nationale qui tente, au moyen d'un programme d'action coordonné, de modifier l'environnement culturel, social ou économique d'acteurs sociaux saisis dans une logique sectorielle» (MULLER, 2009). L'accent mis sur la logique sectorielle, nous le verrons, est particulièrement adapté aux logiques de l'action publique en Tunisie. Nous mobiliserons également la notion de référentiel normatif d'une politique, définie par Pierre Muller dans son article «Un schéma d'analyse des politiques sectorielles» comme «la représentation que l'on se fait du secteur concerné, ainsi que de sa place et de son rôle dans la société» (MULLER, 1985, p. 170). Dans le cas tunisien, l'agriculture et le tourisme étant considérés comme vitaux pour l'économie du pays, ces deux secteurs ont été les premiers à disposer d'une stratégie d'adaptation au CC. À cet égard, nous plaçons que c'est selon un référentiel normatif, comme défini par Muller, que l'action publique peut privilégier certains secteurs et en négliger d'autres dans la prise de mesures en faveur de l'ACC.

Compte tenu du fait que nous nous intéressons aux politiques d'urbanisme et d'aménagement en relation avec l'adaptation, nous nous interrogerons aussi au cours de cette partie sur la territorialisation de l'ACC. **La notion de territorialisation** peut être définie comme « l'organisation localisée de l'action publique en vue de résoudre des problèmes publics conçus comme devant être traités localement par une action globale, transversale et partenariale » (ALCAUD et al., 2010, p. 47). Les caractéristiques des territoires influencent en effet largement l'ACC. Les modes d'appréhension du problème climat sont liés aussi

14. Les INDC se trouvent au cœur de l'Accord de Paris et de la réalisation de ces objectifs. Ils incarnent les efforts déployés par chaque pays pour réduire ses émissions nationales et s'adapter aux effets du changement climatique.

bien aux conditions géomorphologiques, telles que les caractéristiques climatiques, hydrologiques, celle du sol, etc., qu'aux contextes socio-économiques et aux ressources du territoire.

D'autres facteurs peuvent expliquer la faible saisie politique de l'adaptation au CC et les difficultés de son intégration dans les politiques d'aménagement. Nous nous intéresserons à **la dimension organisationnelle** de la mise à l'agenda du problème climat, à travers l'étude **des rapports de force** entre acteurs. Cette analyse permet de comprendre dans quelle mesure la place qu'occupe les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement dans le système d'acteurs tunisois travaillant sur la question climatique influence leurs capacités à s'emparer de la question d'adaptation du territoire tunisois au CC.

Il s'agit ici de ne pas réduire l'action publique aux programmes ayant un contenu et des dimensions normative et coercitive destinées à résoudre des problèmes relatifs à un secteur donné, « mais à la traquer, à la déceler et à la révéler telle qu'elle se donne à voir dans le travail quotidien, plus routinier, plus « ordinaire » des acteurs engagés dans sa mise en œuvre pratique et dans les relations qu'ils entretiennent entre eux. » (MUSSELIN, 2010, p. 76). Cette perspective organisationnelle a émergé en France avec les travaux de Michel Crozier et Erhard Friedberg. Ces deux sociologues français ont pu mettre en évidence la complexité des processus de décision et rompre ainsi avec la représentation d'une décision rationnelle et unique (CROZIER & FRIEDBERG, 1977). L'ensemble des acteurs d'une politique publique constitue ainsi un arrangement organisationnel défini par les interactions des acteurs qui le composent.

Dans cette perspective théorique, nous considérons les acteurs disposant d'une rationalité limitée en raison de leur connaissance limitée du réel, et agissant selon des stratégies dans la perspective d'atteindre leurs objectifs. En effet, la réaction d'un acteur est logique de son point de vue en fonction de ce qu'il pense pouvoir gagner ou perdre dans le changement ou dans le projet. À ce niveau, il est primordial de faire appel à un autre concept, celui du pouvoir, qui permet d'apporter un nouvel éclairage sur l'acteur et sa stratégie qui est généralement orientée par un ensemble d'enjeux. Crozier et Friedberg définissent le pouvoir comme « une relation et non pas un attribut des acteurs ». En effet, ils le lient à la relation d'échange et de négociation. Il s'agit d'un rapport de force duquel un acteur peut retirer plus que l'autre, mais dans lequel aucun acteur n'est jamais totalement démuné face à l'autre. Dans cette perspective, l'analyse du cadre temporel et social pour mesurer les atouts ou les contraintes de chacun, s'avère pertinente. En effet, analyser les relations de pouvoir, c'est reconnaître qu'il y a de l'inégalité, des dominants et des dominés dans une situation donnée, mais sans jamais que l'un soit totalement dépourvu de ressources face à l'autre ; car chacun a la capacité de mobiliser des ressources dans une relation qui fait

partie d'une organisation. Ces relations peuvent être soumises, dans la majorité de cas, à des contraintes majeures. Cependant, les acteurs ne peuvent éviter d'entrer en relation car c'est le système de relations qui construit la coopération et qui mène les acteurs à leurs objectifs. La relation de pouvoir est vue ici en tant qu'elle construit l'organisation. En effet, le pouvoir n'est pas la guerre, ni même forcément le conflit. Erhard Friedberg le considère comme une relation de construction de l'organisation (FRIEDBERG, 1992). Dans notre cas, étudier le jeu par lequel les acteurs structurent leurs relations et se régulent au travers de leurs échanges, permet de repérer la place qu'occupent les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement dans le système d'acteurs tunisois (acteurs de l'environnement, société civile, universitaires, etc.) autour des enjeux environnementaux et climatiques. Les jeux d'acteurs désignent leurs positions, choix et décisions vis à vis des autres acteurs. Les caractériser, les interpréter en termes de conflits ou d'alliances potentiels permet d'éclairer les positions des acteurs relativement au système.

Par ailleurs, les politiques publiques ne sont pas uniquement le lieu où s'affrontent différents intérêts d'acteurs, mais « elles sont aussi le lieu où une société donnée construit son rapport au monde et donc les représentations qu'elle se donne pour comprendre et agir sur le réel tel qu'il est perçu. Chaque politique passe donc par la définition d'objectifs qui vont eux-mêmes être définis à partir d'une représentation du problème, de ses conséquences et des solutions envisageables pour le résoudre. La définition d'une politique publique repose sur « une représentation de la réalité qui constitue le référentiel de cette politique » » (MULLER, 2010, p. 555).

Les études sur la mise à l'agenda des problèmes publics soulignent à quel point la représentation du problème par les décideurs a une importance pour expliquer, d'une part, s'il est considéré suffisamment grave et, d'autre part, s'il est jugé comme nécessitant une intervention publique. Nous mobilisons pour cette analyse le concept de **représentation sociale**, un concept emprunté à la psychologie sociale. Jean-Claude Abric appelle représentation « le produit et le processus d'une activité mentale par laquelle un individu ou un groupe reconstitue le réel auquel il est confronté et lui attribue une signification spécifique » (ABRIC, 1987, p. 64). La représentation est donc un ensemble organisé d'opinions, d'attitudes, de croyances et d'informations se référant à un objet ou une situation. Elle est déterminée à la fois par le sujet lui-même, par son histoire et son vécu, mais aussi par le système social dans lequel il est inséré, et par la nature des liens que le sujet entretient avec ce système social. Une « représentation sociale est donc toujours représentation de quelque chose (l'objet) et de quelqu'un (le sujet) » (JODELET, 1989, p. 59). Nous retenons pour la suite de notre analyse la définition proposée par Denise Jodelet qui définit les représentations sociales comme « une forme de connaissance socialement élaborée et partagée ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune

à un ensemble social. Elle n'est pas le simple reflet de la réalité, mais fonctionne comme un système d'interprétation de la réalité qui organise les rapports entre les individus et leur environnement et oriente leurs pratiques » (JODELET, 1997, p. 36). Dans notre cas d'étude, les représentations sociales des acteurs de l'urbanisme et de l'environnement peuvent conditionner la saisie et la mise en place de mesures en faveur de l'ACC.

Nous faisons également appel à **la théorie des niveaux de construits** développée par Trope et Liberman (2003, 2010). Elle désigne des représentations mentales d'objets situées à des niveaux de construits plus ou moins élevés. Si une représentation mentale est située à des niveaux de construits élevés, alors elle désigne un objet perçu comme étant plutôt abstrait ; une représentation située à des niveaux bas de construits illustrerait, quant à elle, un objet perçu comme étant concret. Selon la théorie des niveaux de construits, la construction mentale relative à un objet implique une certaine distance psychologique entre l'individu et l'objet de la représentation (TROPE & LIBERMAN, 2010). Cette distance psychologique fait référence à quatre dimensions :

- une dimension spatiale qui renvoie à l'écart physique considéré entre l'individu et l'objet dont il est question. En ce sens, les études montrent que les individus laisseraient davantage place à l'imagination lorsqu'ils évoquent des événements et/ou objets représentés comme spatialement éloignés en comparaison d'objets spatialement proches (FUJITA et al., 2006 ; TROPE & LIBERMAN, 2010).
- Une distance sociale qui fait que les individus évaluent la probabilité qu'un événement environnemental indésirable survienne comme étant plus faible pour soi que pour les autres (FLEURY-BAHI, 2008). Ce mécanisme illustre l'optimisme comparatif qui désigne un processus de comparaison sociale renvoyant au fait d'évaluer les événements positifs plus probables pour soi et les négatifs plus probables pour autrui (CHAPPÉ et al., 2007 ; DELHOMME, 2001). Concernant le changement climatique, les individus auraient tendance à penser que les personnes ayant un niveau de vie socio-économique plus faible sont plus vulnérables aux effets du changement climatique (SPENCE et al., 2012).
- La dimension temporelle illustre quant à elle la différence entre le passé, le présent et le futur. Ainsi, l'individu décrirait une situation différemment selon qu'elle soit proche ou lointaine d'un point de vue temporel.
- La dimension hypothétique renvoie au fait qu'un objet soit réel ou non et à la probabilité d'actualisation d'une situation (TROPE & LIBERMAN, 2010 ; WAKSLAK, 2012).

Ces différents aspects de la distance psychologique peuvent influencer l'évaluation de la situation ainsi que l'action des individus (TROPE & LIBERMAN, 2010).

Nous défendons ainsi l'idée selon laquelle les représentations sociales que se font les ac-

teurs de l'ACC nourrissent leurs **logiques d'action**. Dans le cadre théorique relatif au concept de logiques d'action, l'acteur, qu'il soit de nature individuelle ou collective, se caractérise par une dimension stratégique, mais aussi par une dimension identitaire qui est le produit de son enracinement social, culturel et historique. En effet, les logiques d'action se réfèrent à l'articulation entre l'acteur d'une part et la situation d'action d'autre part. Elles symbolisent cette articulation par l'équation « acteur + situation d'action = logique d'action » (AMBLARD et al., 2015). De la rencontre entre un acteur et une situation d'action naissent les interactions qui permettront aux logiques d'action de se matérialiser. Produire une analyse des logiques d'action, c'est reconnaître la pluralité des instances dans lesquelles se construisent les logiques.

Pour Amblard et ses collègues, la situation d'action doit être considérée à la fois comme une entité circonstanciée et singulière qui correspond à un dispositif d'objets et de sujets plus ou moins finalisé et irréductible à une dimension micro dans la mesure où il est façonné avec plus ou moins de force par le contexte socio-historique dans lequel il est inscrit (AMBLARD et al., 2015). Un des intérêts du recours au concept de logiques d'action tel que défini par Amblard réside incontestablement dans l'importance conférée tant à l'acteur qu'à la situation d'action.

Organisation de la partie 1

Il s'agit ainsi dans un premier temps d'analyser d'abord (chapitre 1) le contenu des actions d'ACC. Cette approche vient prolonger la démarche de compréhension des modalités de mise sur agenda de l'adaptation. L'objectif ici est de comprendre comment est traduite opérationnellement l'ACC dans l'action publique tunisienne. Nous nous penchons par la suite (chapitre 2) sur les jeux d'acteurs afin d'analyser le poids des institutions et l'influence des conflits d'intérêts entre acteurs tunisois dans la mise en agenda de l'adaptation au CC dans le champ de l'urbanisme. Nous analyserons enfin (chapitre 3) les représentations sociales des acteurs de l'environnement et de l'urbanisme afin d'identifier dans quelle mesure la problématique climatique est considérée comme suffisamment urgente et si ces acteurs la jugent comme nécessitant une intervention publique immédiate.

L'émergence du problème climat en Tunisie : entre impulsions internationales et réactivité différenciée des politiques sectorielles

L'objectif de ce chapitre est de comprendre comment la question du changement climatique posée aujourd'hui comme une injonction internationale pour l'action publique dans la plupart des pays du monde, est appréhendée par les pouvoirs publics en Tunisie : autrement dit, avec quels acteurs et autour de quels secteurs d'intervention se construit le problème du changement climatique sur la scène nationale ?

Nous présenterons dans un premier temps le contexte et les modalités de mise à l'agenda des préoccupations climatiques à l'échelle internationale. Cela nous permettra d'avoir quelques clés de lecture pour comprendre dans quelle mesure la déclinaison nationale du problème est influencée par son traitement à l'échelle globale. Nous retracerons par la suite les différents engagements de la Tunisie sur la scène internationale. Nous apporterons également les premiers éléments d'éclairage sur le jeu des acteurs publics tunisiens autour de la problématique du climat en analysant la participation de la Tunisie à la COP 24, événement qui a coïncidé avec la période du travail de terrain de la thèse et qui a pu à cet égard faire l'objet d'observations.

L'analyse de la participation de la Tunisie à cet événement international permettra d'éclairer l'organisation des différents acteurs étatiques tunisiens, mais aussi celle des bailleurs de fonds internationaux intervenant en Tunisie dans le champ climatique. Par la suite, nous reviendrons sur les politiques climatiques sectorielles pour interroger la manière dont ces logiques d'intervention ont influencé la mise en place d'actions effectives en faveur du climat dans les différents secteurs. Enfin, nous aborderons la place occupée par l'urbanisme dans les stratégies mises en place par l'État et dans les projets initiés par les bailleurs de fonds internationaux. L'analyse de l'émergence de la prise en compte du changement

climatique dans l'action publique tunisienne va nous permettre de comprendre les logiques d'action adoptées face au climat, et d'éclairer ainsi les mécanismes de définition du problème et de mobilisation des acteurs tunisiens autour de la problématique climatique.

1.1 La mise à l'agenda international du problème climat et sa déclinaison au niveau national

A l'échelle internationale, la production de l'expertise scientifique sur le réchauffement climatique planétaire ne s'est pas accompagnée immédiatement d'une saisie par le monde politique. La mobilisation de la sphère scientifique ne suffisait pas à rendre ce problème public. Dans un article intitulé « Les processus de mise sur agenda : sélection et construction des problèmes publics », Hassenteufel explique que ce ne sont pas les propriétés intrinsèques d'un problème qui déterminent son importance pour la préoccupation politique (HASSENTEUFEL, 2010b). La mise en agenda international de la question climatique n'échappe pas à la règle. La création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 1988 a été une étape charnière pour la création d'une instance d'expertise singulière. Cet organisme synthétise de façon régulière les dernières avancées de la littérature scientifique pour produire des rapports qui mettent l'accent sur l'ampleur du problème et sur son caractère global. Ces rapports sont repris par les médias à travers la diffusion d'images choc qui peuvent marquer les esprits. La mise à l'agenda trouve donc souvent son origine dans des faits auxquels la promotion médiatique donne une grande audience (HASSENTEUFEL, 2010b). Cette promotion médiatique a pu créer une certaine démocratisation de la problématique dans les milieux décisionnels et a participé à sa mise à l'agenda international.

La mise à l'agenda international du changement climatique s'illustre particulièrement lors du sommet de la Terre de Rio qui a conduit à l'adoption de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CNUCC) en 1992. Depuis ce sommet, le changement climatique a été reconnu comme un problème planétaire justifiant une action concertée des États. Il constitue un nouvel objet d'action internationale qu'on nommera « problème climat » à l'instar d'Elsa Richard (RICHARD, 2013).

La déclaration de Rio n'étant pas juridiquement contraignante, le premier effort de traduction institutionnelle fut la rédaction du Protocole de Kyoto en 1997. Ce protocole représentait un engagement pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de 5,2% par rapport à leurs niveaux de 1990. Il s'agit donc du premier traité international contraignant ayant pour objectif de réduire les émissions des GES des pays industrialisés. La CNUCC réunit les différents représentants des pays signataires une fois par an depuis

1995 lors des Conférences of the Parties (COP). Lors de la COP 17 qui a eu lieu à Durban et la COP 18 à Doha, les États se sont mis d'accord pour prolonger le protocole de Kyoto jusqu'en 2020. Pour succéder au protocole de Kyoto, la conférence de Paris 2015 (la COP 21) a conduit à un nouvel accord international sur le climat, applicable à tous les pays du monde. Ses objectifs sont de contenir l'élévation de la température en dessous des 2°C voire 1,5°C, d'augmenter la capacité d'adaptation des pays au réchauffement climatique et de renforcer leur résilience. Lors des premiers événements internationaux autour du changement climatique, l'attention était essentiellement focalisée sur l'atténuation. L'adaptation émerge assez tardivement sur la scène internationale. C'est lors du sommet de Cancun (16ème COP), qui a eu lieu au Mexique en 2010, qu'un plan d'action pour l'adaptation a été adopté (*the Cancun Adaptation Framework*). Outre la plus grande importance accordée à l'atténuation par rapport à l'adaptation, les politiques climatiques internationales à leur début n'ont pas considéré l'échelle locale comme une échelle d'action pertinente, et ce malgré la fameuse formule utilisée dès le premier sommet sur l'environnement à Stockholm par l'agronome, biologiste et écologue René Dubos : « Penser global, agir local ».

1.1.1 La ratification des conventions internationales : la Tunisie, un « bon élève » ?

Impulsées par cette dynamique internationale, les préoccupations climatiques ont émergé dans l'action publique tunisienne dans le cadre des débats sur le développement durable issus de la participation de la Tunisie à une série de conférences internationales sur l'environnement (conférence de Rio, les COP(s) pour le climat, etc). Ces participations ont commencé à produire des effets en 1996, lorsque le pays a mis en place un « Agenda 21 National ». Le développement et la mise en œuvre de ce programme d'actions ont été réalisés dans le cadre du 9ème Plan de développement économique et social (1997-2001). Les objectifs tunisiens concernant le développement durable ont été réaffirmés dans le 10ème Plan de développement (2002-2006). Ce plan insiste sur la nécessité de lutter contre la désertification, de protéger les ressources naturelles, de réduire les différents types de pollution, etc. L'implémentation du programme « Agenda 21 National » s'est fait au niveau national et régional (gouvernorats).

Dans le domaine du climat, la Tunisie a ratifié la majorité des accords sur le changement climatique, notamment la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 1993 et le Protocole de Kyoto en 2002. Avec le Maroc, elle compte parmi les premiers pays de la région du Moyen-Orient et Afrique du Nord (MENA) qui ont ratifié ce protocole, trois ans avant d'autres pays de la région tels que l'Égypte ou l'Algérie¹.

À l'instar de l'ensemble des parties signataires de la CCNUCC, la Tunisie s'est engagée à communiquer, lors des COP(s), les informations relatives aux efforts nationaux entrepris en matière de lutte contre le changement climatique, sous forme notamment de communications nationales. A cet égard, elle a officiellement présenté sa première et deuxième Communication Nationale Initiale (CNI) au CCNUCC en octobre 2001 et février 2014. Elle a ensuite participé en décembre 2015 à la COP 21 à Paris avec un plan national qui vise à réduire de 41% ses émissions de CO₂ à l'horizon 2030 par rapport à l'année 2010². Dans le prolongement des réponses formulées au niveau international (CNUCC, Protocole de Kyoto) et à l'instar de la plupart des pays du monde, les déclinaisons au niveau national se sont d'abord construites autour des inventaires des émissions de GES. D'ailleurs, l'inventaire des GES pour l'année 1994 faisait partie des informations principales de la première Communication Initiale de la Tunisie à la CNUCC. Les efforts tunisiens ont donc été pensés dans une optique d'atténuation par grands secteurs d'émissions (indus-

1. United Nations Treaty Collection :<https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg/no=XXVII/7/a&chapter=27&clang=/en>

2. <http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-Nationale-%E2%80%93-Synth%C3%A8se.pdf>

trie, transport, agriculture, énergie, etc.). Le rapport de la deuxième communication de 2014 est structuré en trois chapitres dont deux consacrés au volet atténuation et un seul à celui de l'adaptation.

Dans la perspective de préparer la COP21, chaque pays membre a annoncé publiquement les actions climatiques qu'il entend entreprendre en vertu du nouvel accord international, au travers de son rapport des Contributions Déterminées au niveau National (INDC pour Intended Nationally Determined Contributions en anglais). Ces contributions doivent incarner les efforts déployés par chaque pays pour réduire ses émissions nationales et s'adapter aux effets du changement climatique. La Tunisie a été le deuxième pays de la région MENA, après le Maroc, à déposer son rapport. En effet, la délégation tunisienne a soumis son INDC le 15 septembre 2015 et a ratifié l'Accord de Paris le 17 octobre 2016. Sa troisième communication nationale est aujourd'hui en cours de finalisation.

Dans leur article intitulé «Intended nationally determined contributions from the Middle East and North Africa», Rahman et Miah expliquent que la plupart des pays de la région MENA n'ont pas été suffisamment efficaces dans l'élaboration de leurs rapports INDC, notamment dans l'évaluation financière des mesures d'adaptation et d'atténuation annoncées (RAHMAN & MIAH, 2016). La Tunisie compte parmi les rares pays de la région qui ont pu donner une estimation spécifique des besoins financiers pour le renforcement de leurs capacités afin de faire face au changement climatique et à ses effets (RAHMAN & MIAH, 2016). Cette participation active de la Tunisie sur la scène internationale semble attester de sa bonne volonté et de son engagement envers le climat, du moins formellement.

1.1.2 Un engagement timide : l'analyse du rapport INDC

Les INDC(s) présentent les politiques et mesures climatiques des pays pour réduire les émissions et s'adapter aux effets du changement climatique. L'analyse de l'INDC de la Tunisie soumis en 2015 permet d'avoir une première lecture de la manière dont le pays s'engage pour le climat. Le rapport de l'INDC est structuré en deux parties dont la première est consacrée à l'atténuation et la seconde à l'adaptation. Le volume dédié à l'atténuation est plus développé que celui dédié à l'adaptation, ce qui atteste d'un certain déséquilibre entre les deux volets. L'objectif en termes d'atténuation est de réduire de 41% l'intensité carbone en 2030 par rapport à celle de 2010 en visant principalement les secteurs de :

- L'énergie : le plan d'atténuation envisage la promotion de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs consommateurs comme le secteur industriel, du bâtiment et des transports. La volonté d'avoir recours de manière significative aux énergies renouvelables était particulièrement affichée, notamment à travers le Plan Solaire

Tunisien (PST).

- Les procédés industriels : C'est le secteur cimentier qui est visé à travers l'implantation des Mesures d'Atténuation Appropriées au niveau National (NAMA³ pour Nationally Appropriate Mitigation Actions).
- L'agriculture, les forêts et les changements d'utilisation des terres : la Tunisie envisage d'intensifier les capacités d'absorption de CO₂ de la forêt et de l'arboriculture, grâce à l'intensification des actions de reboisement et de consolidation des réserves de carbone dans les milieux forestiers et pastoraux. Elle favorise aussi le recours à des pratiques moins génératrices d'émissions, telles que les pratiques d'agriculture de conservation, la valorisation énergétique des déchets animaux, etc.
- Les déchets : l'objectif annoncé est la mise en place d'un programme d'implantation d'unités de transformation des déchets solides en combustibles à destination des unités cimentières et d'un programme d'implantation de systèmes de dégazage dans les décharges contrôlées.

En termes d'adaptation, le rapport de l'INDC met l'accent sur la nécessité d'accorder une attention particulière aux régions rurales qu'il considère comme les plus vulnérables au changement climatique. La focale est mise sur l'agriculture et sur les ressources naturelles pour lesquels le rapport pointe les effets dominos que peut produire le changement climatique une fois ces secteurs touchés.

Le tableau (table 1.1) résume, secteur par secteur, les vulnérabilités identifiées par l'INDC et les mesures d'adaptation prioritaires proposées pour faire face au changement climatique. L'analyse de ces mesures permet de comprendre comment les acteurs tunisiens qualifient et interprètent l'adaptation.

3. « Une NAMA est définie comme une mesure, projet, politique, stratégie, ou programme de recherche réalisé par un pays en développement, destiné à réduire les émissions de GES tout en contribuant au développement durable. La mise en œuvre des NAMAs est volontaire et nécessite souvent un transfert technologique, un renforcement des capacités et des financements. » (GIZ 2013)

	Vulnérabilité de la Tunisie	Mesures d'adaptation proposées
Les ressources en eau	<ul style="list-style-type: none"> -Aggravation du stress hydrique -Une baisse des ressources en eaux d'environ 28 % et une diminution des eaux de surface qui avoisinerait 5% à l'horizon 2030 -Des pertes par salinisation des nappes côtières due à l'élévation du niveau de la mer seraient d'environ 50% au même horizon 	<p>La mise en place de projets de transfert et de réutilisation des eaux usées traitées et le renforcement et la sécurisation de l'alimentation en eau des grands centres urbains</p>
Le littoral	<ul style="list-style-type: none"> -Perte par submersion d'environ 16.000 hectares de terres agricoles, de 700.000 hectares de zones bâties et de 50% des ressources dans les nappes côtières -Dégradation de l'activité des hôtels front mer, à cause du retrait des plages 	<ul style="list-style-type: none"> -La réhabilitation et la lutte contre l'érosion côtière, -Le réaménagement et délocalisation des zones industrielles côtière -La réhabilitation et protection des infrastructures existantes contre les risques d'impacts climatiques
L'agriculture	<ul style="list-style-type: none"> -Les sécheresses affecteront notamment les spéculations de la céréaliculture, dont la superficie passerait de 1,5 million d'hectares en moyenne actuellement à environ un million d'hectares, en 2030. -En cas de sécheresses extrêmes successives, les superficies des cultures céréalières et d'arboriculture connaîtront une baisse respective d'environ 200.000 hectares et 800.000 hectares. 	<ul style="list-style-type: none"> -Adaptation des cultures irriguées -Mise à jour de la carte agricole en tenant compte des impacts du changement climatique -Mise en place d'un système de veille climatique et d'alerte précoce et d'un mécanisme d'assurance contre les aléas climatiques
Les écosystèmes	<p>À cause de l'augmentation des températures et de l'inflammabilité des biomasses, le risque de grands incendies des forêts et des maquis s'accroît. Environ 180.000 hectares des superficies forestières sont menacés d'ici 2030.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Réhabilitation des pépinières forestières et développement des espèces autochtones et à usages multiples -Gestion intégrée des forêts dans les zones à haut risque d'incendie -Aménagement rural intégré des bassins versants vulnérables et consolidation des ouvrages de lutte contre l'ensablement
La santé	<p>La prolifération de certaines maladies d'origines vectorielles, comme le paludisme, la leishmaniose où la dengue, des maladies respiratoires à cause la hausse de la température et des maladies hydriques à cause de la dégradation de la qualité bactériologique et physico-chimique des ressources en eau.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Évaluation des risques et prévention de l'augmentation des pathologies respiratoires liées au changement climatique -Mise en place d'un réseau d'épidémiologie-surveillance des principales maladies vectorielles et développement d'un programme de protection contre les maladies à transmission hydrique
Le tourisme	<ul style="list-style-type: none"> -Le tourisme est essentiellement balnéaire, ce qui implique une sensibilité particulière au climat estival, à la montée du niveau de la mer et à l'érosion côtière. -L'accroissement de la température aggravera les fortes chaleurs ayant un impact sur le confort climatique de l'homme 	<ul style="list-style-type: none"> -Protection des zones touristiques contre l'avancée de la mer -Définition de régions climato-touristiques et adaptation de la répartition de circuits écotouristiques -Optimisation de la gestion des ressources en eau et réalisation de mini-stations de dessalement de l'eau de mer utilisant les énergies renouvelables

TABLE 1.1 – Les vulnérabilités identifiées par l'INDC et les mesures d'adaptation prioritaires proposées

Le rapport de l'INDC appréhende ainsi la question de vulnérabilité de manière très cloisonnée au sein des différents secteurs, sans construire de liens transversaux entre les diagnostics proposés. Les mesures en faveur de l'adaptation développées dans ce rapport (table 1.1) révèlent une approche techniciste⁴ centrée sur les techniques constructives et de génie civil. Les approches aléa-centrée restent ainsi prépondérantes. Ceci est dû à une lecture essentiellement physique de la vulnérabilité et des solutions d'adaptation qui relèvent de l'ingénierie, tels que la construction des ouvrages pour lutter contre l'ensablement, l'aménagement ou la délocalisation des zones industrielles côtière, ou encore le dessalement de l'eau de mer pour faire face au problème de stress hydrique.

Ce rapport n'aborde pas l'adaptation et la vulnérabilité dans leurs dimensions sociale et territoriale (les questions de gouvernance, des modes d'habiter ou d'occuper l'espace). L'adaptation semble être, pour l'instant, réduite à des réponses techniques face à des effets quantifiés du CC. En ce qui concerne les besoins de financement annoncés dans l'INDC, on observe de profonds déséquilibres entre les différents secteurs. En effet, près de 70% des ressources financières potentielles sont accordées au ministère de l'agriculture pour l'adaptation des secteurs de l'agriculture, des ressources en eau et des écosystèmes. La deuxième position (29% de l'ensemble des fonds) est occupée par le Ministre des Affaires Locales et de l'Environnement en charge de la protection et de l'adaptation du littoral par le biais de l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL). D'après l'INDC, les secteurs du tourisme et de la santé ont besoin de moins 1% du financement total pour s'adapter aux effets du changement climatique (fig. 1.1).

4. Cyril Bayet définit le modèle techniciste comme un modèle qui « repose sur une séparation nette entre les connaissances et les normes techniques d'un côté, les valeurs et les intérêts politiques de l'autre » et qui correspond du point de vue empirique « au mode d'action classique des administrations techniques. Celles-ci peuvent s'appuyer sur un monopole de l'expertise technique face aux acteurs locaux et sur la référence à un intérêt général transcendant » (BAYET, 2000)

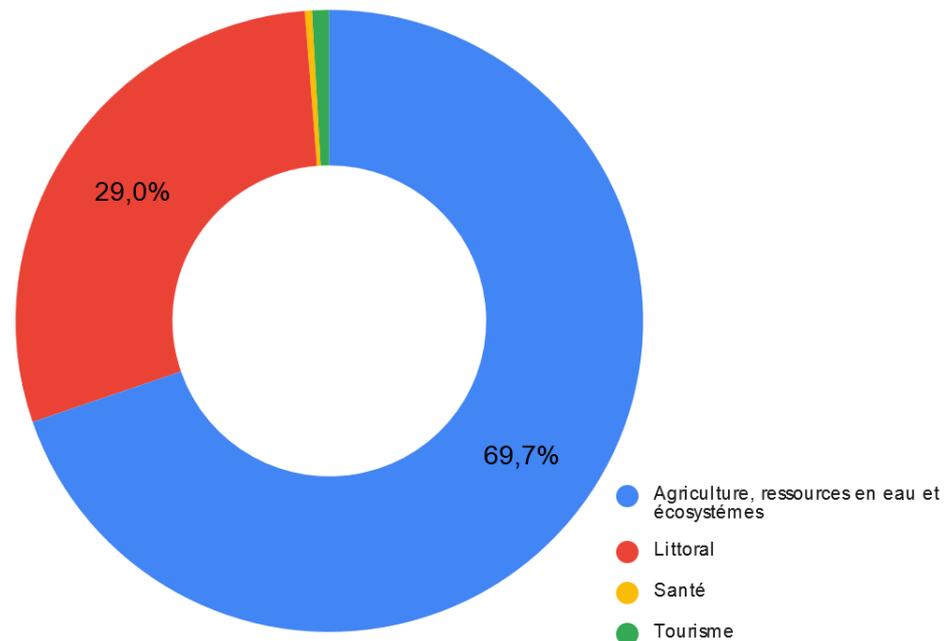


FIGURE 1.1 – Répartition des besoins de financement pour l'adaptation par secteur d'après INDC de 2015 (conception : Zohra Mhedhbi)

Notons également que les mesures d'atténuation et d'adaptation de l'INDC sont conçues à l'échelle strictement nationale ; l'échelle locale, et plus globalement la réflexion scalaire, sont en effet inexistantes dans ce rapport. De surcroît, l'INDC n'accorde aucune place à une réflexion sur les questions de gouvernance qui peuvent jouer le rôle d'un levier d'action pour la mise en œuvre des orientations nationales en faveur du climat. Il faut aussi noter que l'urbanisme et l'aménagement du territoire ne font pas partie des secteurs traités dans ce rapport. Une recherche systématique par mot-clé nous a permis de voir que les termes « urbanisme », « aménagement », « ville » ne figurent pas dans le rapport. L'INDCI indique clairement que : « Les changements climatiques affectent plus particulièrement les régions rurales et celles de l'intérieur qui sont fortement dépendantes des ressources agricoles et forestières. »⁵. Cet extrait souligne le fait que l'approche de l'adaptation reste très centrée sur la question des ressources et sur le domaine agricole et ne prête aucune importance aux milieux urbains, et ce malgré la concentration des populations et des enjeux dans les villes.

1.1.3 Focus sur la participation de la Tunisie à la COP 24

L'observation de la préparation et de la participation de la Tunisie à la COP 24 qui s'est déroulée alors que nous étions sur le terrain, nous a donné l'opportunité d'éclairer plus précisément la manière dont les différents acteurs s'organisent autour du problème cli-

5. <http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-Nationale-%E2%80%93-Synth%C3%A8se.pdf>

mat. Deux semaines avant la COP 24, qui s'est déroulée du 3 au 14 décembre 2018 en Pologne, « la délégation tunisienne qui participera à la COP 24 n'est pas encore prête » affirmait la coordinatrice du département environnement et climat du Réseau Alternatifs des Jeunes-Tunisie (RAJ), dans une interview accordée au journal African Manager. La préparation de la COP avait été pilotée par le ministère de l'environnement avec l'appui du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et avait démarré seulement une semaine avant l'événement. Elle a pris la forme d'un séminaire qui s'est tenu sur deux jours. Le premier jour était consacré à la présentation à l'ensemble des participants des enjeux considérés comme prioritaires ; mais le choix de ces enjeux n'a pas été discuté avec toutes les parties prenantes⁶. Le deuxième jour de préparation a pris la forme de plusieurs ateliers autour de l'adaptation, l'atténuation, les dispositifs de financement et la question de la transparence. Ces ateliers étaient animés par un expert du PNUD. Certains acteurs ont qualifié la préparation de cette COP 24 de hâtive et ont dénoncé le manque de sérieux dans le traitement du dossier climat par le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement :

« Ce n'est pas sérieux ! Les responsables du ministère de l'environnement refont la même chose, ils repartent avec les mêmes rapports, ils ne changent que la forme. Nos participations internationales méritent d'être mieux préparées. »

Entretien avec une cheffe service à l'ANPE, 15 janvier 2019

Selon le rapport produit par RAJ-Tunisie sur la participation de la Tunisie à la COP 24⁷, la participation de la Tunisie à la COP 24 fut marquée par l'absence totale du point focal national du Fonds d'Adaptation, agent dont le rôle est de représenter l'État tunisien au sein de la CNUCC. Il a également pour mission d'agir pour que la Tunisie intègre dans ses politiques les différentes recommandations, relatives à l'adaptation, définies lors de la COP. Cette absence a été justifiée par un manque de financement qui l'empêchait de se joindre à la délégation tunisienne composée d'une quarantaine de participants. Selon le même rapport, la composition de cette délégation, conduite par le Ministre de l'Environnement et des Affaires Locales, est marquée par une représentation conséquente du ministère de l'agriculture, suivie de celle du ministère de l'environnement. Nous pouvons remarquer aussi une participation significative de la société civile (fig. 1.2).

6. <https://www.raj-tunisie.org/?lang=fr%2F%3Fs%3Dcop%2024>

7. <https://www.raj-tunisie.org/?lang=fr%2F%3Fs%3Dcop%2024>



FIGURE 1.2 – Composition de la délégation tunisienne à la COP 24 (Conception :Zohra Mhedhbi)

Cependant, plusieurs institutions travaillant de façon directe sur la question du changement climatique étaient absentes, notamment l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME) et l'Institut National de la Météorologie (INM).

L'INM, qui peut être considéré comme l'expert national tunisien en termes de production d'expertise climatique, n'était pas présent à cette délégation. Établissement créé en 1974 et placé sous la tutelle du ministère du transport, l'INM est chargé d'assurer les besoins généraux d'ordre météorologique, géophysique et climatologique pour divers secteurs, notamment la navigation aérienne et maritime, l'agriculture et le tourisme. Une ingénieure en chef à l'INM avec qui nous avons mené un entretien, exprime son étonnement et son incompréhension vis à vis à cette exclusion :

« Figurez vous qu'il n'y a aucun représentant de l'INM dans la délégation officielle de la Tunisie à la COP 24! Là on peut se poser des questions. Il est vrai que nous sommes sous la tutelle du ministère du transport et que le dossier du changement climatique aujourd'hui est porté par le ministère de l'environnement ; d'ailleurs tous les points focaux vis à vis des instances internationales font partie du ministère de l'environnement, et si on parle de l'adaptation, c'est le ministère de l'agriculture qui en a le monopole. Mais cela ne justifie en aucun cas notre exclusion. Vous trouvez dans la délégation de l'État tunisien des gens qui n'ont rien avoir avec l'expertise climatique et l'INM n'y figure pas. Imaginez RAJ [société civile] était dans le groupe officiel de la COP 24 et pas nous, un représentant de l'université de Nice Côte d'Azur et pas nous! C'est normal qu'on se pose des questions sur la façon dont la délégation était composée et plus généralement sur la gouvernance

de la question climatique dans le pays. On est la seule institution à produire de l'expertise scientifique dans le domaine et on n'arrive pas à comprendre pourquoi on était pas là pour la COP24. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

Arguant de la large expertise climatique qu'il développe en matière de changement climatique, cette ingénieure de l'INM clame la légitimité de son institution à participer aux manifestations internationales autour du climat et s'interroge sur la légitimité de certains acteurs désignés par le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement à en être parties prenantes. Nous relevons dans ses paroles un certain dénigrement des acteurs issus de la société civile qui sont pourtant de plus en plus incontournable dans la gouvernance climatique à travers le monde. Le Ministère de l'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire dont les missions (fig. 1.3) sont en lien avec la question climatique, notamment celles qui relèvent du développement des infrastructures maritimes, des ponts et chaussées et de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, était lui aussi absent de cette conférence.

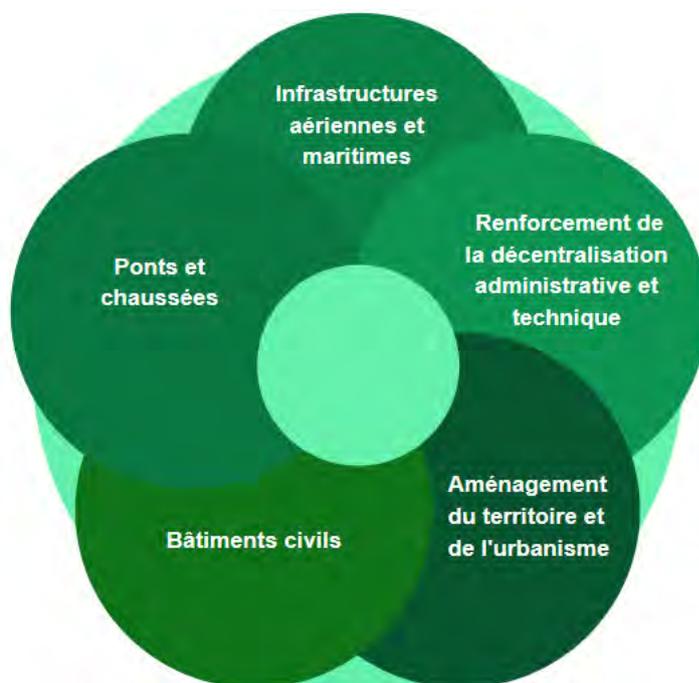


FIGURE 1.3 – Axes de missions du Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (Conception : Zohra Mhedhbi)

L'absence de ce ministère de la COP 24 renseigne sur son degré d'implication dans le problème climat à l'échelle nationale et montre qu'il n'appartient pas à la sphère des acteurs qui s'occupent frontalement de cette question. Une ancienne chargée de mission au cabinet du ministre de l'équipement, qui bien que point focal de la Tunisie vis à vis à l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction⁸ elle n'a pas été conviée à faire partie de la délégation officielle à la COP24⁹, explique ainsi la marginalisation, pour ne pas dire l'ostracisme, dont fait l'objet son ministère.

« Moi par exemple, on ne m'associe jamais aux projets sur les changements climatiques ; pourtant je suis le point focal de la Tunisie à l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction. Vous savez pourquoi ? Et bah parce que le point focal changement climatique, il est du ministère de l'environnement ! Jamais il ne fait participer les experts du MEHAT [ministère chargé de l'urbanisme et l'aménagement de territoire]. Pour lui, c'est comme si tout ce qui est en relation avec les bâtiments et l'infrastructure n'a pas de relation avec cette problématique alors que le secteur du bâtiment représente à peu près 42% [des émissions de GES] en Tunisie ! C'est vraiment grave. La dernière fois, je l'ai vu en Pologne pendant la COP 24 et il y avait vraiment des tensions entre nous ! Je lui ai demandé une accréditation pour le secteur du bâtiment et ça a chauffé ! Bah heureusement, vraiment heureusement que le secteur du bâtiment a sa propre alliance et peut fonctionner tout seul ! Donc on travaille à part dans notre coin, on a notre propre feuille de route ! Mais ce que je voudrais dire, c'est qu'il y a une certaine rupture avec les gens qui s'accaparent la question du changement climatique, on me dit c'est bon, vous arrivez à travailler toute seule dans votre alliance ! Comme si à l'alliance j'y vais pour me représenter ! Tout ça pour vous dire qu'il n'y a pas d'échange de données ni de collaboration entre nous. En gros, le changement climatique en Tunisie sur la scène internationale est représenté par le ministère de l'environnement et celui de l'agriculture. »

*Entretien avec le point focal Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction
au MEHAT, 19 décembre 2018*

L'exclusion de tout représentant du ministère de l'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire témoigne clairement de la concurrence, voire des conflits, entre les parties prenantes désignées par le ministère en charge de l'environnement pour discuter du problème climat sur la scène internationale. Les activités autour du problème climat semblent constituer une ressource pour le ministère de l'environnement, notamment à

8. L'Alliance Mondiale des Bâtiments et de la Construction a été lancée lors de la COP21 à Paris. Elle a pour objectif de rassembler les parties prenantes des filières du bâtiment et de la construction ainsi que les pays, afin de faciliter la transition vers des constructions bas carbone et à haute efficacité énergétique.

9. Elle y est allée par le biais de l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction.

travers le point focal du changement climatique et celui du fond vert pour le climat. Le fait que ce ministère soit officiellement chargé des questions climatiques et se place comme l'unique intermédiaire entre les instances internationales et les acteurs nationaux, lui donne un pouvoir important. Sans son entremise, il n'y a pas de connexion possible entre le national et l'international, et ce positionnement stratégique renforce son pouvoir et sa légitimité. Le ministère tire aussi son autorité d'une capacité d'arbitrage : c'est lui qui chapeaute les réunions de concertation pour la préparation des communications nationales et est en charge de la constitution des délégations pour les événements internationaux.

Selon un entretien de groupe effectué avec 3 membres du département Environnement Climat de RAJ Tunisie, le point focal de l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction ne faisait pas partie de la délégation officielle participant à la COP24, mais elle y était invitée par le biais de l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction.

« Pendant toute la COP, elle était à l'écart de la délégation, par moment on l'a sentie très mal à l'aise. Finalement, ça a dégénéré en désaccord entre elle et d'autres membres. »

Entretien avec des membres de l'association RAJ, 23 janvier 2019

Ces conflits entre les responsables de la question climatique appartenant à des ministères différents témoignent de la fragmentation des initiatives tunisiennes en faveur du climat et d'une gouvernance climatique peu transversale.

En conclusion, l'ensemble des dysfonctionnements observés à l'occasion de l'organisation de la COP24 témoigne clairement de la faiblesse de la gouvernance climatique en Tunisie. D'abord, le fonctionnement actuel n'intègre pas tous les niveaux de l'administration publique, ni tous les secteurs concernés par les enjeux climatiques. Ensuite, la répartition des compétences, des responsabilités et des moyens est perçue par plusieurs acteurs comme peu transparente et génératrice de difficultés dans la mise en œuvre des politiques climatiques. Enfin, ce manque de transparence témoigne de l'absence des dispositifs de concertation.

1.2 Une inertie des politiques sectorielles au détriment de l'adaptation

1.2.1 Des logiques climatiques sectorisées

Nous nous intéressons ici aux secteurs de l'agriculture, du tourisme et de la santé qui ont développé chacun des stratégies d'adaptation propres. Pour analyser les stratégies

sectorielles de la Tunisie en termes d'adaptation au changement climatique, nous nous inspirons de la grille d'analyse proposée par Pierre Muller dans son article « Un schéma d'analyse des politiques sectorielles » (MULLER, 1985).

La grille d'analyse des politiques sectorielles selon Muller

Nous présentons les trois questions qui constituent les éléments principaux de la grille d'analyse des politiques sectorielles proposé par Pierre Muller (1985) :

«1. Comment est construit le référentiel normatif, et donc l'image des rapports secteur/société, qui est en quelque sorte l'acte constitutif de toute politique ?

2. Qui va se charger de cette opération ? Autrement dit, quel est l'acteur social qui va réellement élaborer l'image du système à réguler ? A partir de quels concepts. A travers quels mécanismes ?

3. Quelles vont être les relations entre les différents niveaux distingués ? En d'autres termes, quels décalages va-t-on pouvoir constater entre le niveau des politiques (niveau politico-organisationnel) et celui du RGS (rapport global-sectoriel). C'est le problème de l'autonomie des politiques qui est ainsi posé, problème crucial dans une période d'alternance politique.» (MULLER, 2010, p. 170)

Nous analyserons comment est construit le référentiel normatif que Muller définit comme «la représentation que l'on se fait du secteur concerné, ainsi que de sa place et de son rôle dans la société».

— L'agriculture est un secteur clé pour l'État car elle contribue à hauteur de 8,66% au PIB national, emploie 17% de la main d'œuvre et participe donc à l'équilibre de la balance commerciale à travers les exportations. Cependant, en Tunisie la pluviométrie est modeste et très irrégulière, le pouvoir évaporant est très fort, ce qui engendre une sécheresse annuelle fréquente de grande extension spatiale (HENIA & BENZARTI, 2006). En effet, ce stress hydrique génère de larges étendues arides, ce qui affecte en premier lieu le secteur agricole. Outre la baisse des ressources en eau, l'élévation du niveau de la mer accentue le stress hydrique en engendrant une perte par salinisation des nappes côtières. Avec 1300 km de côtes, l'agriculture côtière irriguée est ainsi menacée. L'avancée des eaux de mer salinise les nappes phréatiques utilisées pour l'irrigation et appauvrit le sol, le rendant inapproprié pour les cultures¹⁰. Un autre enjeu de ce secteur réside dans la maîtrise du développement socioéconomique qui présente un fort gradient intérieur-littoral (ouest-est), ceci afin de garantir le bien être et la stabilité des populations rurales qui représentent le tiers de la population tunisienne. Les dommages économiques et sociaux des perturbations qui touchent le secteur agricole peuvent être conséquents. C'est ce

10. <https://www.pseau.org/outils/biblio/resume.php?d=5778&l=fr>

qui explique, en partie, que la première stratégie d'adaptation sectorielle élaborée en Tunisie soit celle de l'agriculture et des écosystèmes, et ce dès 2007. Les préconisations de cette stratégie consistent, d'une part, à mettre à jour la carte agricole en tenant compte des impacts du changement climatique et, d'autre part, à installer un système de veille climatique. Cette stratégie préconise aussi la mise en place d'un mécanisme d'assurance contre les aléas climatiques. Elle met également l'accent sur les ressources en eau en proposant le transfert et la réutilisation des eaux usées traitées dans tous les secteurs et notamment en irrigation.

- Une stratégie d'Adaptation du secteur de la santé au CC a également été élaborée à partir de 2010 par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et le Ministère de la Santé. Ce secteur est important en Tunisie dans la mesure où la mise en place de programmes nationaux de santé a permis l'élévation du niveau de vie et du développement social tunisien, comme en témoignent la réduction de la mortalité infantile (fig. 1.4) et l'allongement de l'espérance de vie du citoyen tunisien qui a gagné 16 points entre 1975 et 2007.

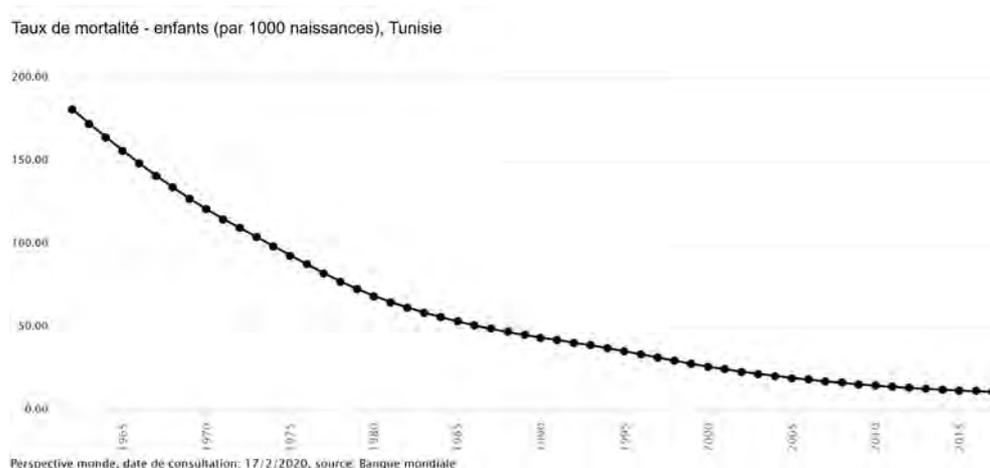


FIGURE 1.4 – Taux de mortalité des enfants par 1000 naissances en Tunisie (source : Banque mondiale)

Pour ce secteur, de nouveaux défis apparaissent vu la grande vulnérabilité de la santé humaine au changement climatique. En effet, certaines maladies vectorielles et respiratoires émergentes sont aggravées par la chaleur. En outre, étant donné que le stress hydrique est de plus en plus fort, les eaux usées traitées sont réutilisées pour l'irrigation de plus de 6500 hectares de terre agricoles, ce qui augmente les cas d'atteintes de parasites intestinaux¹¹. Afin de s'adapter à ces nouveaux enjeux, la stratégie dans le champ de la santé cible la recherche scientifique.

En termes d'actions, elle vise la mise en œuvre de protocoles de recherche pour bien analyser les effets du CC sur la santé dans le contexte tunisien. Elle recommande

11. <http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-dadaptation-du-secteur-de-la-sant%C3%A9.pdf>

aussi de promouvoir les projets qui explorent les modalités d'adaptation aux effets du CC des populations vulnérables (personnes âgées, enfants, etc.) et de rechercher des appuis techniques et financiers à l'international.

- À l'instar de l'agriculture, le tourisme est l'un des piliers de l'économie tunisienne. Selon la stratégie nationale d'adaptation du secteur touristique au changement climatique, «ses recettes représentent 7% du PIB et couvrent 51% du déficit de la balance commerciale en 2008»¹². L'activité touristique en Tunisie est essentiellement balnéaire; elle dépend donc fortement du littoral et de sa vulnérabilité au changement climatique. À cet égard, l'élévation du niveau de la mer et l'érosion côtière sont les impacts du changement climatique que la Tunisie met le plus en avant dans ses communications internationales. L'aléa vague de chaleur est aussi mentionné dans cette stratégie du secteur touristique qui est par ailleurs la seule stratégie sectorielle mentionnant cet aléa.

Les préconisations qui ressortent de la stratégie spécifique au secteur du tourisme sont assez transversales et s'intéressent particulièrement à la question du bâti et de l'aménagement des équipements touristiques. Tout d'abord, la stratégie recommande le renforcement du programme de mise à niveau des hôtels en termes de rénovation thermique et le développement de la production d'énergie solaire, afin de réduire la dépendance des hôtels aux énergies fossiles et de limiter leurs émissions de GES. Pour les nouvelles constructions, elle incite à revoir la conception architecturale en adaptant les conceptions vernaculaires et bioclimatiques afin de réduire la vulnérabilité à la chaleur. Par ailleurs, la stratégie aborde frontalement la question de l'aménagement des sites touristiques, qui sont essentiellement côtiers, et leur vulnérabilité au CC. A cet égard, elle recommande d'adapter les stations littorales existantes dans une optique de recul progressif afin de réduire le risque de submersion marine. Pour les stations touristiques à venir, la stratégie met l'accent sur la nécessité de réviser les projets d'aménagement avant toute construction afin de prendre en compte les contraintes en matière de retrait, déterminées en fonction de la nature et de la topologie de la côte. En ce qui concerne la problématique de l'eau, la stratégie d'adaptation du secteur touristique rappelle la nécessité d'utiliser des ressources alternatives (eaux pluviales ou eaux usées traitées) pour les équipements de loisir et d'arrêter les prélèvements dans les nappes. Pour tous les aménagements fortement consommateurs d'eau comme les terrains de golf par exemple, elle recommande de concevoir systématiquement des dispositifs de récupération et de traitement des eaux usées.

Enfin, dans un contexte où le tourisme tunisien demeure fortement focalisé sur la saison estivale et associé à l'image des «plages de sable», la stratégie d'adaptation

12. <http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-nationale-d%E2%80%99adaptation-du-tourisme-%E2%80%93-Synth%C3%A8se.pdf>

du secteur touristique au CC met l'accent sur l'importance d'un travail progressif pour faire émerger de nouvelles destinations en Tunisie qui pourraient faire évoluer cette image. L'objectif est notamment de réduire le risque lié à la dégradation des plages, mais aussi de développer le « tourisme de fraîcheur » dans les régions montagneuses et de l'intérieur considérées comme des zones épargnées par le risque de canicule.

L'ensemble des stratégies sectorielles que l'on vient de passer en revue témoigne d'un premier effort de l'État tunisien en faveur de l'adaptation au changement climatique. Néanmoins, nous notons l'absence dans ces stratégies sectorielles de toutes mesures régionalisées, à l'exception de celle du tourisme qui fait la distinction entre littoral et intérieur. D'ailleurs, les services déconcentrés de l'État n'ont pas été impliqués dans la construction de ces stratégies. L'approche sectorielle adoptée par l'État tunisien jusqu'à 2011 dans le traitement du problème climat, comme rappelé par Elsa Richard (RICHARD, 2013), favorise les risques de maladaptation et d'antagonisme entre politiques sectorielles et empêche une gestion intégrée de l'ACC. La transversalité nécessite des analyses des interactions entre enjeux sectoriels ou thématiques, l'identification des synergies ou des contradictions possibles entre actions d'adaptation, pour en déduire des orientations stratégiques territorialisées. Cette approche est difficilement compatible avec l'organisation sectorielle des stratégies climatiques adoptée en Tunisie. L'absence de transversalité qui caractérise l'approche du problème climat pourrait expliquer en partie le fait que l'aménagement du territoire et l'urbanisme n'aient pas été concernés pour l'instant par des stratégies d'adaptation. En effet, la planification territoriale et l'aménagement sont des exercices de nature profondément transversale qui font intervenir de nombreux acteurs du territoire issus de secteurs différents et appartenant à différents échelons de décision (nationale, régional et locale). Ces domaines demeurent ainsi le parent pauvre des politiques publiques tunisiennes en matière de climat.

1.2.2 Une approche territoriale qui fait défaut

Dans un système de gouvernance encore très centralisé, le problème climat reste à l'initiative de l'État. Nous remarquons une absence totale des échelles régionale et locale dans toutes les stratégies sectorielles. Les politiques nationales face au changement climatique sont prises en charge par les différents ministères, avec l'appui des bailleurs de fond internationaux. Ces mesures descendantes dans un système fortement centralisé ont du mal à se décliner à l'échelon local. Les acteurs ministériels que nous avons enquêtés avaient eux-mêmes tendance à produire un discours de « résistance » à l'émergence d'initiatives locales. Quand nous abordions le rôle que pourrait jouer la future décentralisation dans la territorialisation des plans d'action des différentes stratégies, ce qui est ressorti dans la majorité des entretiens, c'est que les collectivités locales ne sont pas prêtes, qu'elles n'ont

pas les ressources humaines et financières nécessaires et que les élus comprennent mal le pouvoir local ; autant de facteurs limitant les possibilités d'une adaptation à l'échelle locale.

« Les collectivités locales attendent impatiemment la mise en place de la décentralisation annoncée par la nouvelle constitution, mais elles ne mesurent pas l'ampleur de la responsabilité qu'il y a derrière ; elles la voient en termes d'opportunité mais aucune d'entre elles n'est prête à ça. Le temps nous montrera qu'elles ne pourront rien faire dans ces conditions de précarités techniques, humaines et financière. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

Ces arguments, qui expriment une crainte par rapport à l'idée de la montée en puissance de l'échelon local, peuvent cacher des intentions plus profondes. En effet, la préparation de la mise en place de la décentralisation engendre une peur à l'égard des changements de pratiques et de la potentielle érosion du pouvoir central. Dans ce contexte, la résistance des administrations centrales sectorielles peut être interprétée comme une crainte de perdre leurs ressources : d'une part, la capacité à définir et mettre en œuvre les politiques sectorielles et, d'autre part, les avantages que cette mission leur procure. D'ailleurs, pour appuyer le processus de décentralisation, l'État accorde des avantages à tout agent (primes, formations, etc.) qui accepte de travailler pour le compte d'une collectivité territoriale. Pour les services déconcentrés de l'État, le processus de décentralisation est perçu comme une menace. Cette réticence envers la décentralisation ne peut que renforcer l'absence de stratégies d'adaptation dans d'autres secteurs, en particulier ceux qui engagent les acteurs locaux comme l'urbanisme. Cela comme le précisent Virinder Sharma et al. dans leur article intitulé « *Supporting local climate adaptation planning and implementation through local governance and decentralised finance provision* », le rôle des institutions locales dans la planification ascendante de l'adaptation est vital (SHARMA et al., 2014). Les expertises locales peuvent, en effet fournir des connaissances précises et opérationnelles aux niveaux de décision plus élevés, ce qui est essentiel pour une gestion intégrée des effets du changement climatique.

En Tunisie, étant donné que l'élaboration de la majorité des stratégies sectorielles d'adaptation a démarré avant la révolution, donc sous un régime de dictature, l'approche participative mobilisant les acteurs locaux et la société civile n'était pas d'actualité. L'absence de l'approche par le territoire, au sens d'espace de mise en cohérence, dans les différentes stratégies sectorielles d'adaptation ne permet pas la transversalité des politiques d'adaptation. Cette absence de la notion de territoire nous pousse à poser la même question que Pierre Muller : « Jusqu'où une société peut-elle fonctionner sans territoire, entendu non

pas comme « lieu » (les activités sociales seront toujours localisées quelque part), mais comme espace de mise en cohérence? » (MULLER, 1985, p. 183). Les recommandations proposées par les stratégies sectorielles d'adaptation restent de ce fait génériques, sans prise effective sur le terrain. La nécessité de la transversalité est identifiée par certains de nos enquêtés :

« On n'arrive pas à concrétiser sur le terrain parce que le changement est un axe transversal, il n'est pas possible de le traiter de façon (aussi) hachée comme on le fait en Tunisie. »

Entretien avec une chargée de mission au cabinet du ministre de l'environnement, 11 décembre 2018

Les stratégies sectorielles sont ainsi définies à l'échelle nationale et ne font pas encore l'objet d'un effort de territorialisation à des échelles régionales et communales, que ce soit par le biais des administrations déconcentrées ou des autorités décentralisées. A cet égard, elles traitent la question de l'adaptation au changement climatique en fonction des aléas et considèrent ces derniers comme des phénomènes extérieurs au mode de production économique et de développement social du territoire. Pourtant, les spécificités géomorphologiques (altitude, proximité des plans d'eau, topographie, etc.), sociales (organisation socio-spatiale, cohésion sociale, etc.), économiques (économie locale, ressources, etc.) et culturelles (valeurs locales, système de croyance, etc.) des territoires est déterminant dans la mise en place de l'adaptation. Ce sont ces facteurs qui modulent la vulnérabilité et la capacité d'adaptation d'un territoire (MAGNAN, 2009b). De surcroît, la dimension sensible est aussi importante dans la mesure où les appréciations et les perceptions des risques dépendent non seulement des caractéristiques physiques de l'espace, mais aussi des conditions socio-économiques qui peuvent varier très largement selon les contextes, les échelles et l'exposition. Le système de gouvernance, et notamment la structuration institutionnelle, sont également des facteurs clés dans la mise en place d'une approche territoriale. Ce système de gouvernance peut dépendre des compétences locales des institutions, de l'organisation des acteurs et de leur volonté politique.

L'impossibilité d'un ancrage territorial, qui supposerait une stratégie de développement territorial multisectorielle mise en œuvre par une pluralité d'acteurs et structurée par une gouvernance multi-niveaux, fait que ces stratégies sectorielles d'adaptation dessinent au mieux un simple diagnostic à l'échelle du territoire national qui ne peut évoluer vers des projets concrets sur le terrain.

Un effort de mise en place d'une approche plus transversale a été fourni à travers le développement de la Stratégie Nationale sur le Changement Climatique (SNCC), en 2012.

C'est le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement qui était le maître d'œuvre de cette stratégie avec l'appui de la GIZ (coopération allemande). Il a confié son élaboration à un groupement de consultants nationaux et internationaux (Bureaux ALCOR-TEC) fin 2010. Ce groupement d'experts était composé de spécialistes internationaux en prospective d'adaptation, en finance carbone et d'experts nationaux en climatologie, en économie, en agroéconomie et en environnement. Aux côtés de ce bureau d'étude, l'équipe GIZ a apportée un soutien pour l'organisation du processus de concertation. Le point focal changement climatique au sein du Ministère de l'Environnement tunisien a aussi joué un rôle important dans la concertation avec les institutions publiques nationales.

La stratégie adopte une démarche prospective basée sur le développement de grandes visions prospectives aux horizons 2020/30 et 2050. L'objectif est de sélectionner et de hiérarchiser les grands facteurs (naturels, sociaux, institutionnels, etc.) susceptibles d'influencer la politique climatique tunisienne à mettre en place. Une fois les scénarios établis, la stratégie a opté pour une évaluation multicritère afin de faire émerger un scénario préférentiel.

La SNCC a été élaborée en 3 temps. Une première phase de diagnostic a reposé sur les différents diagnostics développés dans les stratégies sectorielles (tourisme, santé, agriculture, etc.). Il ressort de cette première phase que parmi les risques majeurs en Tunisie figurent : la dégradation des ressources en eau en quantité et en qualité ; la dégradation du littoral et la submersions de terres avec des conséquences sur les activités socio-économiques ; la dégradation des écosystèmes menacés de désertification (écosystèmes pastoraux, forestiers etc.) ; et les risques sanitaires liés à l'émergence de certaines maladies vectorielles. La seconde phase a été consacrée à un exercice de prospective permettant d'explorer les avenir de la politique climatique tunisienne. La phase 3 a, quant à elle, visé le développement d'une boîte à outils de la politique climatique tunisienne. La figure (fig. 1.5) présente de manière synthétique la démarche d'élaboration de la SNCC.

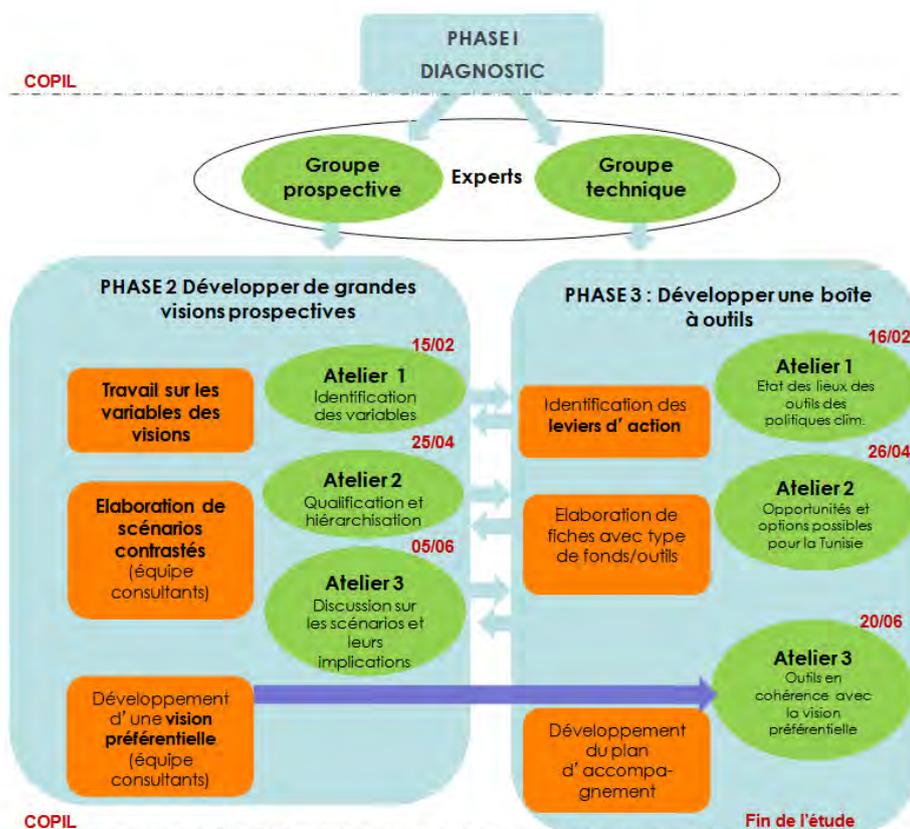


FIGURE 1.5 – Schéma de synthèse des phases d'élaboration de la SNCC (source : SNCC)

Parmi ses points forts, notons que la SNCC met l'accent sur l'importance d'une approche intersectorielle dans la gestion des questions environnementales en général et celle du changement climatique en particulier, et mise sur la concertation pour mettre en œuvre cette intersectorialité.

Cette concertation que la stratégie qualifie de « technique » s'est concrétisée par la mobilisation d'une quarantaine d'experts aux profils diversifiés, issus du monde de la recherche, de la société civile, de la sphère privée (consultants, bureaux d'études) et des ministères. Notons ici également l'absence des échelons régional et local. L'expertise proposée par la SNCC a couvert l'ensemble des composantes du changement climatique, adaptation comme atténuation. Elle a aussi veillé à faire participer des spécialistes issues de disciplines variées (eau, énergie, agriculture, tourisme, aménagement, santé, environnement, industrie, etc.), mais aussi de nombreuses sphères de compétences en agro-écologie, économie, physique, écologie, télédétection, etc.

Le rapport pointe un déficit de gouvernance du changement climatique illustré par la difficulté de mise en œuvre des stratégies sectorielles : la mise en œuvre de ces dernières

reste partielle, parfois peu cohérente et témoigne d'un manque de concertation intra et intersectorielle. En effet, il n'existe pas de dispositifs structurés de suivi et d'évaluation des stratégies sectorielles, que ce soit du point de vue de l'atténuation ou de l'adaptation. Pourtant, ce type de dispositifs est indispensable au développement et à l'ajustement de toute politique de changement climatique. C'est aussi une condition nécessaire pour l'obtention d'un appui international au titre de la CCNUCC. La SNCC recommande donc une plus grande implication des parties prenantes, une concertation moins centralisée et une implication plus grandes de la société civile pour une meilleure gestion du problème climat. Selon la SNCC, l'absence d'une structure nationale qui s'occupe des CC renforce ce cloisonnement des stratégies sectorielles et freine la mise en place de dispositifs institutionnels performants. En effet, le développement des politiques environnementales s'appuie généralement sur la mise en place d'administrations donnant corps à l'action publique (LASCOUMES & LE BOURHIS, 1997).

Pour assurer l'appropriation et la reconnaissance politique de la SNCC, son rapport défend l'idée selon laquelle cette stratégie devrait avoir un ancrage institutionnel. Les experts qui ont élaboré la stratégie mettent l'accent sur la nécessité d'un pilotage politique attaché à un niveau hiérarchique pouvant assurer une horizontalité nécessaire pour échapper à l'approche sectorielle cloisonnée et pour pouvoir mobiliser les acteurs sectoriels. Le rapport suggère que la gestion politique de la SNCC soit attachée à une structure, comme par exemple un Conseil Supérieur de l'Environnement et du Développement Durable. Il propose que ce conseil soit composé par les ministres en charge des secteurs et domaines clés (infrastructure, agriculture, eau, énergie, tourisme, santé, industrie et énergie, finance, développement régional, environnement, etc.). Selon la SNCC, cette structure devrait s'appuyer sur un organe opérationnel dont le rôle essentiel serait d'assurer le suivi technique de la mise en œuvre de la stratégie, en coordination avec les différentes institutions sectorielles. La SNCC pointe aussi la nécessité de la diffusion des données entre secteurs et de la formation des chercheurs sur les dispositifs et outils d'observation à travers les projets de coopération scientifique internationale. En ce qui concerne l'aménagement du territoire et l'urbanisme, la SNCC était vigilante par rapport à leur rôle dans la réussite des mesures en faveur du climat. Dans la rubrique « Les déterminants de la politique climatique », l'aménagement du territoire est considéré parmi les déterminants transversaux pour la mise en place d'une politique climatique en concordance avec le cadre économique et social de la Tunisie. La SNCC précise : « Le CC apporte une dimension supplémentaire à l'AT [Aménagement du Territoire]. Il faut nécessairement prendre en compte les défis de rareté de l'eau, des énergies, de la préservation de l'environnement. Il faut prendre en compte la dimension régionale de l'AT tant en termes d'eau, de risques naturels, d'énergie, etc. »¹³ En ce qui concerne l'adaptation, la SNCC met l'accent sur l'importance du

13. [http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-nationale-d%](http://www.environnement.gov.tn/PICC/wp-content/uploads/Strat%C3%A9gie-nationale-d%27adaptation)

renforcement des capacités de gestion sectorielle et intégrée pour certaines zones d'enjeux majeurs, notamment le littoral, et sur la nécessité d'adapter les plans d'aménagement afin de réduire la vulnérabilité du littoral à l'élévation du niveau de la mer. Concernant les milieux urbains, la SNCC recommande d'éviter l'étalement excessif des métropoles pour privilégier des villes plus « compactes », avec un transport urbain permettant une bonne desserte des villes. Le développement des villes moyennes est également encouragé, notamment par l'amélioration des infrastructures.

Cette stratégie est la première initiative officielle qui aborde la nécessité d'intégrer la vulnérabilité au changement climatique dans les outils réglementaires et normatifs existants. Il s'agit par exemple « des plans d'urbanisme et des schémas de développement régionaux, des normes de constructions des infrastructures portuaires, des centrales électriques, des barrages, etc. ». Cependant, comme pour les stratégies sectorielles, les recommandations issues de cette étude n'ont pas été mises en œuvre par les différents acteurs concernés. Cette absence de concrétisation s'explique, en partie, par l'absence de portage local qui pourrait favoriser le déploiement de l'action publique en termes d'adaptation (BERTRAND & RICHARD, 2015).

1.2.3 Des « projets vitrines » tributaires des fonds internationaux

Toutes les initiatives entreprises par les autorités tunisiennes dans le champ du climat (stratégies sectorielles et SNCC) ont été mises en place avec l'appui de la coopération internationale. En effet, comme dans la plupart des autres pays en voie de développement, les bailleurs de fonds jouent en Tunisie un rôle important dans la dynamique autour des questions climatiques. Parmi les bailleurs de fonds actifs en Tunisie, on peut citer, d'une part, les institutions multilatérales de développement telles que le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et, d'autre part, les banques multilatérales et régionales de développement telles que la Banque Mondiale (BM) et la Banque Africaine de Développement (BAD). Y sont également actives des institutions bilatérales de financement comme l'Agence Française de Développement (AFD), l'Agence allemande de coopération internationale (GIZ), l'Agence Japonaise de Coopération internationale (JICA)(JICA), etc. Chez les économistes, l'efficacité de l'aide apportée par des bailleurs de fonds demeure un sujet de débat, voire de controverses. Pour les uns, l'aide au développement ne produit que des projets inutiles car le plus souvent déconnectés de la réalité du terrain (P. BOONE, 1995), alors que pour d'autres, ces projets contribuent au développement (SEVERINO & CHARNOZ, 2003). Afin de réduire le décalage entre les objectifs des projets menés par les

bailleurs de fonds et les besoins réels sur le terrain, une approche *bottom-up* est le plus souvent adoptée par la communauté internationale. Les plans d'action climat nationaux que sont finalement les INDC doivent être guidés par les priorités nationales et refléter les capacités et les responsabilités de chaque pays. L'INDC de la Tunisie, que nous avons analysé en début de ce chapitre, a été effectivement porté par les acteurs nationaux, bien qu'il ait bénéficié de l'appui du PNUD. En dépit de cette volonté de s'inscrire dans une démarche *bottom-up*, certains acteurs tunisiens pensent que les projets financés par les bailleurs de fonds internationaux ne sont pas toujours efficaces. L'aide de ces bailleurs semble ne pas atteindre ses objectifs et les doutes se multiplient concernant sa légitimité et son efficacité :

« Les bailleurs de fonds se foutent la plupart du temps des objectifs des projets. On en a vu des bailleurs de fonds qui refont les mêmes projets juste en faisant des petites mises à jour et en changeant les titres. Eux, ils ont de l'argent qu'il faut dépenser, peu importe comment. »

Entretien avec une chargée de mission au cabinet du ministre de l'environnement, 11 décembre 2018

Selon Arnaud Barthel, l'influence des bailleurs de fonds dans les villes arabes, notamment celle des grandes agences onusiennes ou de la coopération bilatérale (GTZ/GIZ, JICA, AFD, etc.), est prépondérante (BARTHEL et al., 2013). Il pointe le fait que les régimes politiques profitent de l'aide des bailleurs de fonds pour améliorer leurs images : « Les États (via les ministères et des agences nationales) contractualisent ainsi avec les acteurs étrangers du développement. L'aide proposée par les bailleurs et autres agences sert les régimes [...] à travers des programmes médiatisés qui modernisent l'image de ces derniers sur la scène internationale. » (BARTHEL et al., 2013). Les différentes stratégies sectorielles en Tunisie en faveur du climat semblent jouer de la même façon un rôle d'affichage politique. En effet, leur élaboration concentrée entre 2006 et 2010 (fig. 1.6) laisse penser que la mobilisation de l'État Tunisien en faveur du climat a été utilisée pour promouvoir l'image du régime politique de Ben Ali, affaibli suite notamment à la révolte du bassin minier de Gafsa¹⁴ (2008). Cette révolte a révélé une mobilisation sociale inédite que le régime de Ben Ali a mis plus de six mois à réduire. Il en a été de même avec les démarches de développement durable, notamment la mise en place des agendas 21 locaux pendant les années 2000 qualifiée par Hatem Kahloun de « projet vitrine instrumentalisé par le régime de Ben Ali » (KAHLOUN, 2013).

14. Ville du Sud-Ouest de la Tunisie à 360 km de la capitale Tunis.

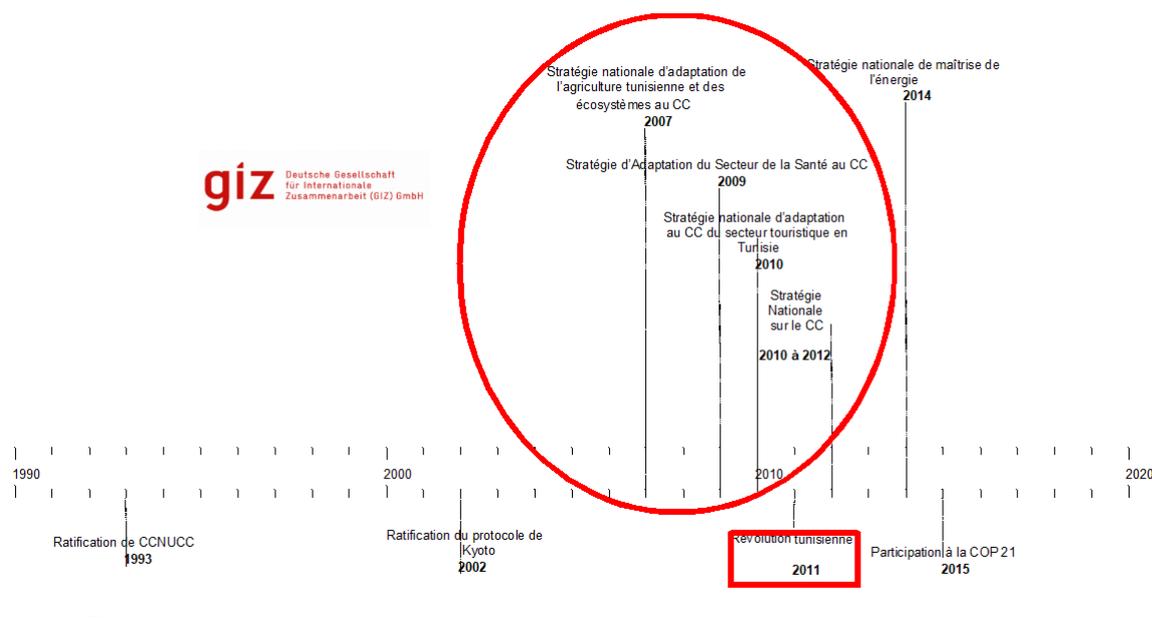


FIGURE 1.6 – Les initiatives de la Tunisie en faveur du climat (conception : Zohra Mhedhbi)

Cette instrumentalisation politique des questions environnementales était également pointée par Arnaud Barthel dans trois autres pays arabes (le Maroc, l'Égypte et la Syrie) pour démontrer que dans une certaine mesure, le développement durable « construit au plus haut niveau des états (...) se retrouve ainsi très instrumentalisé par les chefs d'État et par leur entourage, comme outil de communication et d'auto-promotion » (BARTHEL et al., 2013).

1.2.4 L'étude de la banque mondiale sur l'adaptation du Grand Tunis au changement climatique et aux risques naturels

Financée par la Banque Mondiale, une étude portant sur la vulnérabilité des villes côtières d'Afrique du Nord face au changement climatique et aux désastres naturels a été lancée en 2008. L'étude concerne trois villes de la région : Alexandrie, Tunis et Casablanca. Le choix de ces villes a été concerté avec les autorités nationales responsables¹⁵. L'étude de la Banque mondiale montre que le Grand Tunis compte parmi les métropoles les plus exposées aux catastrophes naturelles et aux effets du changement climatique dans la région nord africaine : événements pluvieux extrêmes, plages sableuses exposées à l'érosion et à la submersion marine, zones de sebkhas aggravant les possibilités d'inondation terrestre et marine. La basse ville regroupe des enjeux majeurs de par sa valeur sociale, historique et économique, ce qui augmente sa vulnérabilité à tous les types de risques auxquels elle est exposée. Le principal objectif de l'étude consistait à évaluer les vulnérabilités

15. https://www.cmimarseille.org/sites/default/files/newsite/docs/UD2_wk2/UD2_wk2_Study_Tunisia_ReportPhase1_FR.pdf

de l'aire urbaine du grand Tunis au changement climatique et aux désastres naturels à l'horizon 2030. Ce diagnostic des vulnérabilités a été réalisé au regard, d'une part, de projections scientifiques du CC et de ses impacts et, d'autre part, de l'évaluation de l'extension urbaine actuelle et future et de la vulnérabilité des infrastructures urbaines présentes sur le territoire. Des cartes de vulnérabilité sous format SIG ont été produites pour synthétiser ces informations. Plusieurs cartes ont été développées pour prendre en compte divers aléas comme l'inondation, le risque sismique ou l'élévation du niveau de la mer. La carte présentée par la figure (fig. 1.7) présente, à titre d'exemple, la vulnérabilité du Grand Tunis pour le risque inondation. Elle a été construite en croisant la cartographie de l'aléa avec les zones correspondant à des composantes sensibles (les zones résidentielles denses, les zones d'habitat précaire, les équipements recevant du public, les infrastructures majeures comme les des zones portuaires, aéroportuaire et de la gare centrale, etc.).

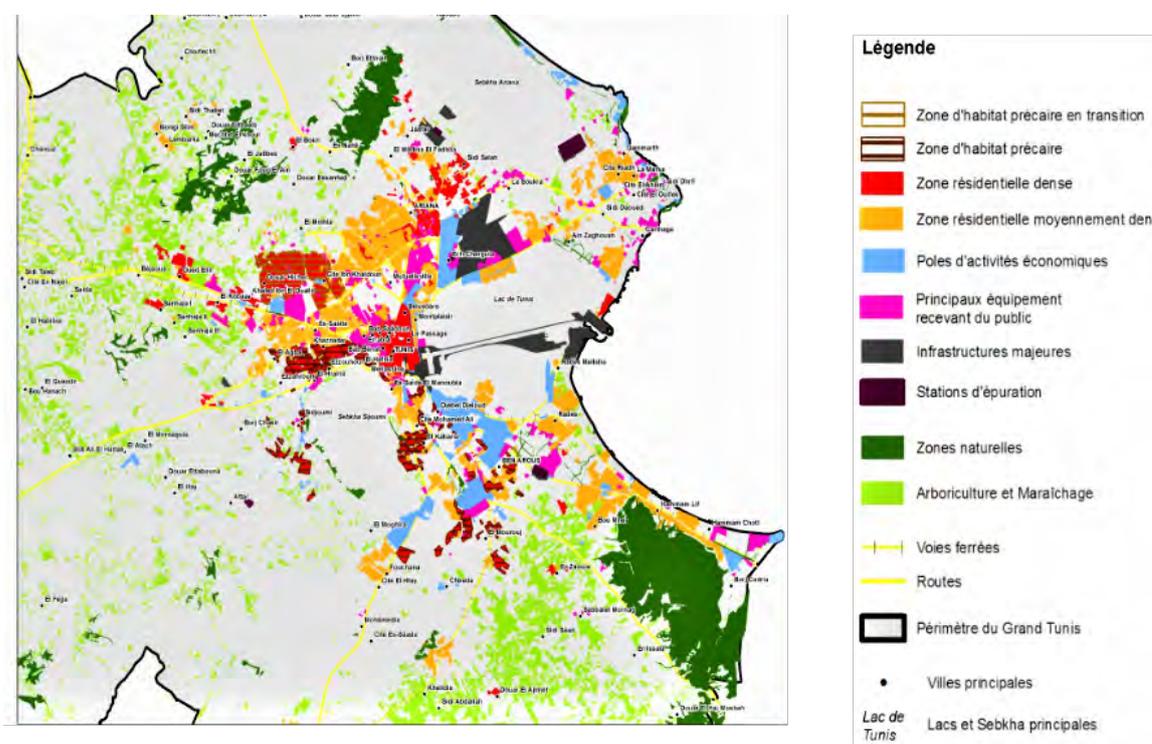


FIGURE 1.7 – Carte de vulnérabilité du Grand Tunis au risque inondation (source : étude de la Banque Mondiale 2012)

Outre les aspects physiques, l'étude de la Banque mondiale a mis l'accent sur, d'une part, l'évaluation des coûts socio-économiques des impacts du CC et des désastres naturels et, d'autre part, les rôles et responsabilités des institutions nationales et locales dans les domaines de l'urbanisme, du développement des infrastructures et de la prévention des désastres naturels. Le deuxième objectif de l'étude consistait à développer des plans d'action pour « améliorer l'adaptation des villes au changement climatique et leur préparation aux désastres naturels ». Ces plans ont pris la forme de recommandations relatives à la planification urbaine et aux infrastructures nécessaires pour protéger les zones et systèmes urbains. Les plans d'action concernent également la vigilance institutionnelle, les plans d'urgence, ainsi que les campagnes d'information publique et d'éducation. Le dernier objectif consistait à diffuser les résultats de l'étude et à engager les parties prenantes dans la prise de décisions, par le biais de diverses coopérations à l'échelle nationale et locale. Le 9 mai 2012, un séminaire de restitution des résultats de l'étude a été organisé par la Direction de l'Urbanisme du Ministère de l'Équipement tunisien, l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis (AUGT) et le Centre de Marseille pour l'Intégration en Méditerranée (CMI). Il a réuni les représentants des différents ministères concernés ainsi que les établissements publics d'intervention sectorielle (table 1.2) et avait pour but de recueillir leurs commentaires sur les résultats de l'étude.

Les collectivités Locales	Les ministères	Établissements publics dont les compétences sont en lien avec les risques naturels et le changement climatique
Municipalités et gouvernorats constitutifs du Grand Tunis : — élus et services techniques	Les ministères de : — l'équipement — l'environnement — l'intérieur — l'agriculture — transport — développement régional et de planification — la défense nationale — l'investissement — la coopération internationale	— Office National de la Protection Civile — Centre de Formation et d'Appui à la Décentralisation — Caisse de Prêt et de Soutien aux Collectivités Locales — Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral — Office National de l'Assainissement — Agence National de Protection de l'Environnement — Société National d'Exploitation et de Distribution des Eaux — Centre National de la Cartographie et de la Télédétection — Institut National de la Météorologie

TABLE 1.2 – Liste des acteurs participant à l'atelier de restitution

Le séminaire visait à sensibiliser les acteurs du Grand Tunis aux vulnérabilités de leur territoire face aux changements environnementaux. Au-delà de cette sensibilisation, il ambitionnait de leur fournir des outils d'aide à la décision en matière d'adaptation au changement climatique et de gestion des risques naturels et d'élaborer un programme d'action concerté avec tous les acteurs du Grand Tunis. Cependant, faute d'appropriation par les acteurs tunisois, le plan d'action tiré de cette étude et présenté lors du séminaire n'a pas été concrétisé :

« Rien ne s'est fait suite à cet atelier, aucune appropriation n'a eu lieu, l'étude reste dans les tiroirs. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

1.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons tenté de retracer le contenu des actions des pouvoirs publics tunisiens au problème climat en montrant qu'elles sont le plus souvent impulsées par les instances internationales. Dans un premier temps, nous sommes revenus sur les initiatives de la Tunisie à l'international, en mettant en évidence l'image de « bon élève » qu'elle s'est construite à cette échelle. Nous avons montré ensuite que derrière cet affichage, se cache une saisie difficile des problématiques climatiques, notamment en termes d'adaptation. Cette difficulté semble être due à une dynamique d'acteurs construite autour du problème climat et qui influence l'appropriation de cette problématique par certains acteurs comme le Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire. Nous reviendrons dans le chapitre 2 sur ce jeu d'acteurs afin d'approfondir l'analyse en termes de rapports de force entre les acteurs autour du problème climat. L'analyse qu'on vient de faire relativiser la bonne gestion du problème affichée à l'international. Dans un deuxième temps, nous sommes revenus sur les modalités de déclinaison du problème climat à l'échelle nationale en analysant les politiques sectorielles d'adaptation. Cette analyse met en évidence la nécessité d'un ancrage territorial de l'adaptation au CC en Tunisie, seule approche en mesure de fournir des réponses au plus près des problèmes locaux associés aux effets du CC. En pratique, la mise en place d'une approche territoriale se heurte à des difficultés, du fait d'un système de gouvernance encore très centralisé et d'une forte résistance des acteurs à intégrer la décentralisation. S'ajoute à cette absence de la dimension territoriale, des efforts nationaux éparpillés, soutenus par les bailleurs de fonds internationaux, avec peu de suivi et d'évaluation. Enfin, nous sommes revenus sur la place occupée par l'urbanisme et l'aménagement de territoire dans la déclinaison nationale du problème climat. Nous avons pu mettre en évidence que ces domaines n'étaient pas

concernés par une politique sectorielle d'adaptation. Cependant, ils sont formellement pris en compte dans la Stratégie Nationale du Changement Climatique (2012) et font l'objet d'une étude spécifique de la Banque Mondiale (2012) qui a le mérite de fournir un diagnostic détaillé du territoire tunisois en termes de vulnérabilité et d'impacts du CC.

La dynamique des acteurs locaux autour de la question climatique : une place congrue pour les acteurs de l'urbanisme

Nous venons de voir que l'action publique en matière d'urbanisme et d'aménagement éprouve des difficultés à s'emparer de la question de l'ACC. Nous souhaitons, dans le présent chapitre, interroger le poids des institutions et l'influence des conflits d'intérêts entre acteurs tunisois dans la mise en agenda de l'adaptation au CC dans le champ de l'urbanisme. Il s'agit de repérer, dans un premier temps, les principaux acteurs de l'urbanisme et les logiques de fonctionnement qui ont pu empêcher la prise en compte de l'adaptation. Nous avons pour cela mené une trentaine d'entretiens avec des acteurs au sein des principales institutions en charge des questions urbaines dans le Grand Tunis (Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement, Ministère de L'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire, les collectivités locales, etc.). L'objectif était d'analyser les modes de fonctionnement collectifs à l'œuvre et leurs fondements. Nous avons également mobilisé des éléments de la littérature grise produite par certains de ces acteurs. Les matériaux issus de l'enquête ont enfin été analysés sous le prisme de la sociologie des organisations et de l'analyse des stratégies d'acteurs.

Dans cette perspective, nous mobilisons d'abord des notions clés de la sociologie des organisations comme celles de pouvoir, de ressources (matérielles, humaines, informationnelles, socio-organisationnelles, etc.) et de système de contraintes, afin d'analyser les marges de manœuvre de la gouvernance urbaine tunisoise. Nous modéliserons par la suite les jeux d'acteurs en utilisant la Méthode ACTeurs, Objectifs, Rapports de force (MACTOR) (GODET, 1991). Cette méthode permet de placer les acteurs tunisois de l'urbanisme dans un système d'acteurs plus large, pour comprendre comment leurs relations avec d'autres acteurs, notamment ceux de l'environnement, peuvent influencer la mise à l'agenda de l'ACC. L'analyse des jeux d'acteurs consiste ainsi à repérer les positions des acteurs de l'urbanisme vis-à-vis des autres acteurs, à les caractériser et à les interpréter en termes

de conflits ou d’alliances potentielles, ceci afin de comprendre et d’évaluer leurs intérêts à se saisir de l’ACC.

2.1 La gouvernance urbaine à l’échelle de l’agglomération tunisoise

Bien que la décentralisation a commencé à se mettre en place¹, le système de gouvernance tunisien reste très centralisé et continue à marginaliser les autres échelles territoriales, notamment l’échelle régionale. Le Grand Tunis est d’ailleurs formé de 38 communes sans aucune structure institutionnelle/administrative qui assure la gouvernance à l’échelle métropolitaine. Ainsi, c’est le Ministère de l’Équipement de l’Habitat et de l’Aménagement du Territoire (MEHAT) qui exerce les compétences en matière d’aménagement et d’urbanisme à l’échelle de l’ensemble du territoire national via ses délégations régionales. Cependant, contrairement aux autres régions (Wilayas), le Grand Tunis est la seule région à disposer d’une agence d’urbanisme. Quant aux collectivités locales, elles commencent à peine à monter en puissance par la mise en place du processus de décentralisation suite à l’adoption du Code des Collectivités Locales (CCL) en 2018.

2.1.1 Des acteurs étatiques centraux focalisés sur les infrastructures

Dès l’indépendance du pays en 1956, alors que l’infrastructure était très peu développée, le MEHAT a été dominé par le corps des ingénieurs du génie civil. Depuis lors, ce ministère poursuit une politique de développement de l’infrastructure élaborée et exécutée par la Direction Générale des Ponts et Chaussées. Cette politique vise essentiellement à développer et densifier un réseau d’infrastructure routière aux échelles nationale, régionale et locale.

Les objectifs de ce ministère sont qualifiés par la majorité des acteurs interviewés comme des objectifs opérationnels et peu stratégiques. En effet, le MEHAT s’intéresse aux politiques de développement territorial essentiellement à travers le rôle que peuvent jouer les infrastructures routières dans les mécanismes de ce développement. Cependant, une infrastructure de transport ne peut pas générer de façon linéaire et directe le développement territorial. Elle ne peut y participer effectivement que si elle s’inscrit dans des trajectoires marquées par une approche intégrée prenant en compte une multitude de facteurs (COLLETIS-WAHL & MEUNIER, 2003). En effet, « la stratégie de développement territo-

1. La Constitution Tunisienne de 2014 prévoit une décentralisation complète du pays. L’adoption du Code des Collectivités locales en avril 2018 et les élections municipales en mai de la même année étaient des étapes principales vers la mise en place de la décentralisation.

rial, fondée uniquement sur l'offre infrastructurelle, peut n'avoir que des effets très faibles. Le développement relève davantage d'une dynamique de transformations d'éléments déjà existants et souvent immatériels que de leur création ex nihilo » (BURMEISTER & DUPUY, 2003). Or, au sein du ministère de l'équipement tunisien, la direction générale des ponts et chaussées bénéficie de 4 fois plus de budget que les 3 autres directions travaillant sur l'aménagement du territoire, l'urbanisme et l'habitat² (fig. 2.1).

Le budget de l'année 2020 pour les différentes missions du MEHAT

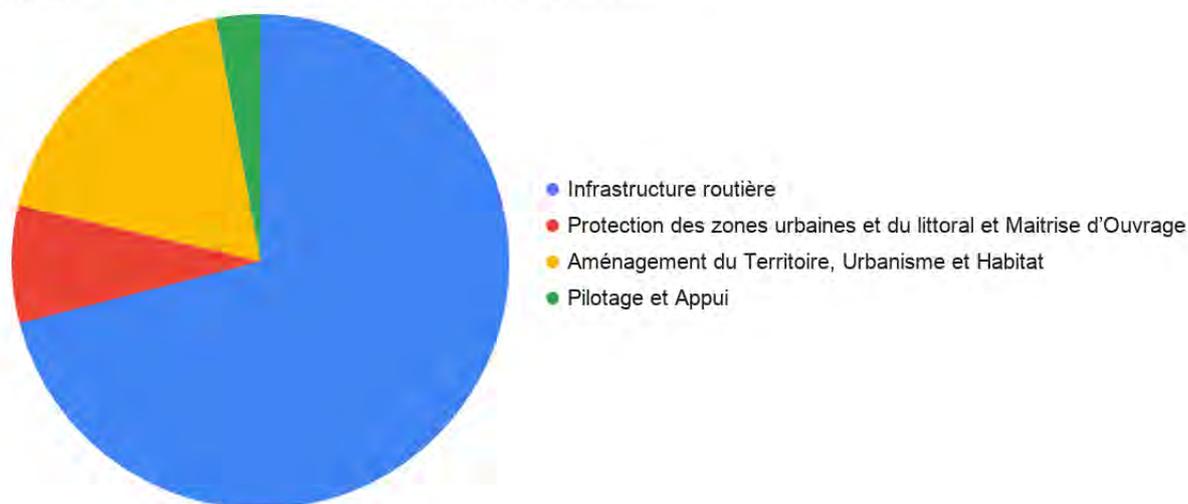


FIGURE 2.1 – Le budget de l'année 2020 pour les différentes missions du MEHAT (conception : Zohra Mhehdbi)

Un ancien directeur général de la direction de l'aménagement du territoire au sein du MEHAT témoigne de ce déséquilibre budgétaire. En effet, il affirme que sa direction n'avait pas les moyens d'entamer de nouvelles réflexions très urgentes pour le développement territorial du pays, étant donné que le ministère restait uniquement centré sur le développement de l'infrastructure routière et les ouvrages d'art, au détriment de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme :

« Le MEHAT, c'est essentiellement ponts et chaussées, routes, un peu de bâtiments civils et si on veut pousser un peu, on va dire la protection des villes contre les inondations ! Mais attention c'est toujours en termes d'infrastructures ! L'habitat, l'urbanisme et l'aménagement du territoire, et surtout l'aménagement du territoire et l'urbanisme, n'occupent pas la place qu'il leur faut. Limite j'ai envie de dire qu'ils sont marginalisés au sein de leur propre ministère ! Parfois pour en rigoler avec les collègues, lorsque j'étais directeur général à la tête de la direction générale de l'aménagement du territoire, je leur disais comment vous voulez qu'on soit

2. Budget du Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire au titre de l'année 2020 : http://www.equipement.tn/fileadmin/user_upload/GBO/GBOProjetAnnuelDePerformanceAnnee2020fr.pdf

audible lorsque le budget annuel de ma direction est dépensé facilement par mon collègue des ponts et chaussés pour un camion de gravier [...]. Je n'exagère pas si je vous dis que presque 90% du budget du MEHAT va dans la construction des infrastructures et que la grande part c'est pour la direction des ponts et chaussés. »

Entretien avec Ancien directeur de la direction de l'aménagement, 11 janvier 2019

Les faibles moyens de la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire (DGAT) et de la Direction de l'Urbanisme (DU) entravent donc la conduite des missions de ces organisations ministérielles. En effet, leurs missions tournent autour du développement du système institutionnel et législatif dans les domaines de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, afin d'organiser l'exploitation du territoire et de contribuer à son développement économique, social et culturel. À travers ces deux structures (la DGAT et la DU), le MEHAT doit veiller sur la mise en œuvre de la politique de l'État dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, en coordination avec les services et les structures concernées, notamment les collectivités locales. La collaboration avec les collectivités locales se manifeste essentiellement lors de l'élaboration et de la révision des Plans d'Aménagement Urbain (PAU), dans un souci de conformité avec la réglementation urbaine en vigueur (fig. 2.2). Le manque de moyens se traduit par des délais allongés des études et par une faible capacité de prise en compte des spécificités régionales et locales dans les documents de planification³. Il se traduit également par le fait que la majorité des documents de planification (fig. 2.2), toutes échelles confondues, sont aujourd'hui caducs, ce qui entrave encore plus le développement territorial.

En effet, le Code de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (CATU), en vigueur depuis 1994, est actuellement en cours de révision. Le Schéma Directeur d'Aménagement du Territoire National (SDATN) qui date de 2004 n'a jamais été mis à jour, alors même que la révolution tunisienne est en grande partie due à une réaction de la part des populations des régions intérieures et des quartiers populaires vis-à-vis de la situation de marginalisation que vivent ces territoires. Continuer à se référer au SDATN de 2004 reflète, dans une certaine mesure, la difficulté de l'État à faire de l'aménagement du territoire un vecteur de développement territorial, ce qui explique en partie la persistance des inégalités entre régions malgré le contexte post-révolutionnaire. Une architecte-urbaniste exerçant dans le secteur privé en témoigne :

« L'aménagement du territoire en Tunisie est marginalisé, le MEHAT et je dirai tout le gouvernement n'arrive toujours pas à réaliser que c'est le levier de développement pour le pays, je dirais même l'unique levier de développement ! Ça ne peut se faire qu'à travers l'aménagement du territoire et l'urbanisme. C'est aussi

3. http://www.mehat.gov.tn/fileadmin/user_upload/ReglementationEtInstrumentsDUrbanismeYTurkiOct2014.pdf

le levier vers une paix sociale! Malheureusement, on n'a pas tiré de leçons de la révolution parce que la raison même de notre révolution, c'était le déséquilibre de développement entre les régions, entre zones intérieures et zones littorales, celles qui disposent des richesses et celle qui en profitent. »

Entretien avec une architecte urbaniste dans le secteur privé, 21 janvier 2019

Alors qu'il devrait être l'acteur garant du développement territorial national et régional, le MEHAT est au contraire considéré par certains acteurs comme un acteur qui participe directement à l'affaiblissement de la mise en place d'une approche territoriale de développement. Une ancienne directrice à l'AUGT en témoigne :

« Le MEHAT est responsable de l'aménagement du territoire. Il a toute une direction générale de l'aménagement du territoire qui se charge de produire les SDA [Schémas Directeurs d'Aménagement]! Les SDA sont des documents extrêmement riches et qui contiennent des éléments hyper intéressants! Mais malheureusement, ils sont dans les tiroirs. Ils n'ont jamais été utilisés. Ça devrait même être une base pour produire les plans de développement quinquennaux! Ça permettrait de croiser les données socio-économiques et les données spatiales! La Tunisie y gagnerait beaucoup. »

Entretien avec une ancienne directrice à l'AUGT, 31 janvier 2019

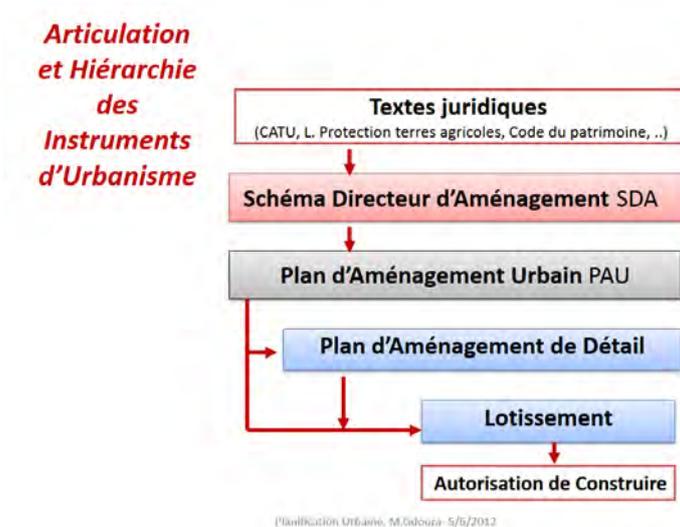


FIGURE 2.2 – Articulation et hiérarchie des instruments de planification (GDOURA, 2012)

Les Schémas Directeurs d'Aménagement (SDA) des agglomérations urbaines qui sont à la charge du MEHAT ont pour vocation de fixer les orientations fondamentales de l'aménagement des zones territoriales concernées, en tenant compte des relations avec les régions

avoisinentes et de l'équilibre à conserver entre l'expansion urbaine et les activités économiques, notamment agricoles. Ces schémas sont en effet destinés à l'organisation de l'utilisation de l'espace en orientant l'implantation des programmes de l'État, des collectivités locales et des établissements et services publics. Ils doivent assurer aussi la cohérence de ces différents programmes dans des perspectives de développement économique et social. Ils déterminent notamment l'utilisation générale des sols, le tracé des grandes infrastructures, l'organisation générale du transport, la localisation des équipements structurants, des services et des activités les plus importantes, des sites culturels, les zones de sauvegarde et les monuments historiques à conserver. Comme tous les instruments d'aménagement du territoire, les SDA sont produits par la direction générale de l'aménagement du territoire. En pratique, aucun SDA n'a été approuvé à ce jour et ces documents échouent généralement à servir de cadre de référence pour la planification régionale. En effet, lors de la discussion des orientations régionales, dans le cadre de l'élaboration d'un plan économique et social, « rares sont les régions qui se sont prévaluées du plan-programme pour faire admettre au Ministère du Développement Économique, le bien-fondé de leurs choix. Parfois, on assiste même à un choix de projets qui contredisent certaines dispositions du plan-programme et du SDA. Ainsi, la faible articulation entre planification spatiale et planification socio-économique est l'une des caractéristiques principales de la planification du développement en Tunisie. »⁴. Ce fonctionnement sans assise spatiale renforce ainsi la dichotomie entre les objectifs de la planification socio-économique contenus dans les Plans de Développement Économique et Social (PDES)⁵ et ceux de la planification territoriale définis par les documents d'aménagement. La non prise en compte du contenu des SDA et l'absence d'institutions chargées du suivi et de la mise en œuvre de cet instrument de planification territoriale montrent la faible place qu'occupe l'aménagement du territoire dans l'action publique tunisienne.

Par ce fonctionnement, la planification spatiale à la charge du MEHAT peine à garantir une cohérence entre les projets de développement émanant d'acteurs divers et concernant des secteurs variés comme le transport, l'habitat, l'industrie, etc. Avec le peu de moyens accordés à l'aménagement du territoire et à l'urbanisme, les directions concernées ne peuvent que se limiter à un fonctionnement sectoriel des stratégies de développement territorial. La dimension territoriale des politiques sectorielles est ainsi absente et la somme de ces interventions sectorielles ne peut constituer une véritable politique d'aménagement du territoire. Une directrice au sein de l'AUGT témoigne de la responsabilité du MEHAT dans ce fonctionnement sectoriel :

« Le MEHAT, c'est un ministère sectoriel, pour l'élaboration des plans quinquen-

4. <https://www.afd.fr/fr/ressources/evaluation-de-la-politique-damenagement-du-territoire-en-tunisie-de-1995-2010>

5. Les PDES sont élaborés par le Ministre du Développement, de l'Investissement et de la Coopération Internationale. Ces documents privilégient la dimension économique du développement, en considérant les secteurs d'activité séparément les uns des autres et accordent peu d'attention à la dimension territoriale.

naux de développement. Le MEHAT communique au ministère de plan en charge de l'élaboration de ce genre de plans, ce qu'il lui faut comme routes et ponts à construire! Il fait sa demande via sa direction des ponts et chaussées, comme tout autre ministère sectoriel comme par exemple celui de l'industrie qui programme ses zones industrielles ou celui de la santé qui programme ses hôpitaux! Comment voulez-vous que la dimension territoriale soit prise en compte si le premier responsable de l'aménagement du territoire fonctionne de manière sectorielle. »

Discussion avec une directrice à l'AUGT, janvier 2019

Pour ce qui relève de l'urbain, les Plans d'Aménagement Urbain (PAU) constituent la première référence concernant l'urbanisme communal, son objet général étant « de fixer les règles et les servitudes du sol »⁶. Ainsi, le PAU s'apparente davantage à un document de réglementation de l'usage du sol qu'à un document de planification urbaine. Ce document met en avant le zonage et le règlement d'urbanisme, mais sans offrir une vision de planification et de développement urbains. Le PAU est un document dont les procédures d'élaboration et de mise à jour sont très rigides. En effet, toute modification nécessite un processus de révision extrêmement long et complexe. Les délais très longs d'élaboration et d'approbation⁷ font que les objectifs formulés sur la base du diagnostic territorial deviennent souvent caducs au moment de l'entrée en vigueur du document. De surcroît, l'attribution des marchés pour l'élaboration des PAU, se fait généralement dans une logique de réduction du coût de l'étude en choisissant systématiquement le moins disant, ce qui ne permet pas d'être exigeant sur la qualité des ressources humaines impliquées dans l'étude. Cette manière de gérer l'élaboration des PAU engendre généralement des diagnostics peu profonds ne permettant pas de dégager convenablement les problématiques, ce qui se traduit par l'émergence de divers problèmes au niveau des phases finales d'approbation. Ainsi, le PAU s'avère un instrument peu efficace dans la perspective de la réalisation d'opérations d'habitat abordable et de la lutte contre l'étalement urbain et la spéculation foncière.

Cet urbanisme que l'on peut qualifier d'urbanisme de « rattrapage » (CHALINE, 1987) est aggravé par l'insuffisance des réserves foncières. Le manque de ressources foncières réduit largement les possibilités de concrétisation des projets de développement. Les orientations spatiales proposées par les SDA et les affectations du sol définies par les PAU, sont dépendantes dans une large mesure de la disponibilité des terrains domaniaux, sinon

6. Article 12 CATU

7. Ces procédures d'élaboration et de révision si longues sont dues essentiellement à une faible implication des différentes parties prenantes, qui concernent notamment les concessionnaires des réseaux publics (eau, électricité, gaz, assainissement), les ministères en charge de l'agriculture, de l'environnement, du patrimoine, du transport, de l'équipement, de l'habitat, de l'hydraulique urbaine et leurs services déconcentrés, les agences foncières, etc. dans les phases d'étude. Ce manque d'implication des différentes parties prenantes augmente les oppositions dans les phases ultérieures du processus

du système de «dons» de terrains de la part des particuliers. L'État se trouve souvent obligé d'engager a posteriori la réalisation d'équipements ou la réhabilitation des quartiers informels, ce qui conduit d'une certaine manière à encourager la production informelle. Ainsi, l'ensemble des acteurs, y compris l'État, contournent les dispositions des documents d'urbanisme à travers des dispositifs d'urbanisme de dérogation (BARTHEL, 2003), ou carrément en procédant à des constructions sans autorisation :

« On ne revient pas au document d'urbanisme pour planifier par exemple les équipements socio-collectif; c'est totalement déconnecté des documents d'aménagement et d'urbanisme, et avec le manque de foncier, comment se débrouille l'État derrière? Bah par exemple, il y a besoin d'implanter une école dans une petite ville ou un village, faute de planification et de foncier, l'État peut accepter le don de terrain par un citoyen ayant quelques hectares de terre généralement agricole! Lui, il ne va pas céder le bout de son terrain qui est bien desservi, mais un bout perdu tout au fond de son terrain! Bah l'État accepte et y construit l'école! Par la suite cette école doit être raccordée aux différents réseaux routiers, eau, assainissement, électricité! Et tout naturellement, celui qui offre le terrain valorise son bien, mais il y a aussi un tas de constructions informelles qui surgissent autour de cette école! Bah comme ça l'État encourage l'urbanisation informelle indirectement, et tout ça pourquoi? C'est à cause de la marginalisation de la place de l'aménagement du territoire. »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

Cette pratique désincarnée de l'aménagement du territoire est aussi due à un manque de coordination entre les différents acteurs. Le projet du nouveau Code d'Aménagement du Territoire, d'Urbanisme et de la Construction (CATUC), préparé par la Direction de l'Urbanisme (DU), illustre bien ce manque de coordination. En effet, pour son élaboration, ni la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, ni les professionnels de l'aménagement et encore moins les associations compétentes en la matière n'ont été associés. Selon Mourad Ben Jelloul, l'Association Tunisienne des Urbanistes (ATU) s'est adressée à plusieurs reprises au MEHAT, en 2015 et 2016, pour être associée à ce projet et pour demander de faire participer les universitaires et les experts de l'aménagement du territoire; mais aucune suite n'a été donnée à ces demandes (JELLOUL, 2017). Certains ministères, pourtant en lien direct avec les politiques d'aménagement du territoire, ont également été mis à l'écart, comme le ministère des Affaires Locales et de l'Environnement, en dépit de sa compétence en matière d'environnement urbain, mais aussi de prise en compte des spécificités locales. C'est d'autant plus incongru que ce ministère via, la Direction Générale des Collectivités Locales, était en train de préparer le nouveau Code des Collectivités Locales (CCL). Le code des collectivités doit être le fondement de toutes les lois ultérieures

relevant de la gestion territoriale à l'échelle locale et régionale. Le CATUC fait partie de ces dernières, puisque sa promulgation ne relève que d'une loi ordinaire. Ainsi, le projet de CATUC a été rejeté par l'ensemble des parties prenantes de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, tant au sein la DGAT, que par les différentes composantes de la société civile. La Présidence du gouvernement a donc retiré le projet de CATUC pour attendre la promulgation du nouveau CCL. D'autres versions du CATU, appelé désormais Code de l'aménagement et du développement territorial et de l'urbanisme, ont été proposées et discutées. Actuellement, une nouvelle version datant de septembre 2020 est en cours de concertation au niveau du MEHAT.

Un autre exemple illustrant le dysfonctionnement des acteurs en charge de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme est l'initiative que la DGAT a engagé en 2014 à travers l'élaboration d'une étude stratégique pour la réalisation d'une carte nationale des infrastructures et des grands équipements. L'objectif était de proposer une alternative pour traiter le développement des infrastructures afin de couper avec un traitement purement sectoriel et technique en la matière. Cette initiative est restée bloquée plusieurs mois, du fait de l'absence totale de réactivité de la part, non seulement des ministères de l'environnement et du développement, mais aussi de la part des directions relevant du même ministère que la DGAT, notamment la Direction Générale des Ponts-et-Chaussées qui s'est totalement abstenue de répondre. Une certaine rupture est également visible entre la Direction d'urbanisme (DU) au sein du MEHAT et l'AUGT placée sous la tutelle de ce même ministère. Le conflit entre les deux entités est sans doute dû en grande partie à un chevauchement de leurs missions respectives, notamment en matière d'assistance aux collectivités locales dans le domaine de la planification et de l'aménagement urbain. Le fait que la DU ne soit pas une direction générale, comme celle de l'aménagement du territoire, la pousse à légitimer son existence en créant des rapports de force avec des structures qu'elle peut concurrencer. À titre d'exemple, l'AUGT avait annoncé l'élaboration d'une étude sur les cimetières dans le Grand Tunis, mais elle n'a pas pu l'entamer en raison de la programmation de la même étude de la part de la DU.

2.1.2 L'échelon régional ou le maillon perdu de la gouvernance

L'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis est une émanation du pouvoir central. Elle est sous tutelle du Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire. Sa création et son rôle sont étroitement liés à l'héritage d'une institution ministérielle alors puissante, le District de Tunis. Celui-ci est créé en 1974, suite à une coopération entre l'État et la banque mondiale, pour réaliser des études stratégiques et assurer la planification et la gestion du développement urbain du Grand Tunis. Le District jouait le rôle d'un organe de coordination. Placé sous la tutelle du puissant ministère de l'intérieur,

le District de Tunis présentait ainsi un statut politique fort, et était chapeauté d'une commission interministérielle permettant de dépasser les approches sectorielles. En raison du caractère stratégique du Grand Tunis, le conseil supérieur du District était composé d'une douzaine de ministres et présidé par le premier ministre. Ce conseil se réunissait 2 fois par an afin d'examiner et d'approuver les grands projets urbains. Il arbitrait en cas de divergence entre les différents opérateurs publics. Le maire de Tunis occupait alors une place importante dans ce fonctionnement. En effet, il était invité à siéger au conseil des ministres pour tout ce qui relevait des affaires de la capitale. Le District a su ainsi allier le technique au politique et coordonner les connaissances avec les actions pour mener des projets cohérents à l'échelle de la région capitale. Le District était en effet géré à l'échelle régionale (gouvernorat) par un conseil d'administration présidé par le gouverneur de Tunis et composé des maires du Grand Tunis.

Le caractère multisectoriel du District lui a permis de s'affranchir d'une logique purement foncière. Il a pu ainsi programmer un pôle d'urbanisation au sud de Tunis, où étaient concentrées les zones d'emploi, afin de réduire les trajets domicile-travail et de permettre un rééquilibrage Nord-Sud de la région capitale. Ce travail, traduit dans le Plan Régional d'Aménagement (PRA) élaboré en 1977, a permis d'asseoir l'autorité technique du District sur le développement du Grand Tunis. Le rôle politique joué par cette entité et son poids dans l'action publique en matière de fabrique urbaine sont également illustrés par les actions entreprises afin de dé-densifier l'hyper-centre de Tunis. En effet, le PRA prévoyait d'implanter le centre urbain nord, un nouveau quartier conçu à cet effet, sur un terrain appartenant au ministère de l'agriculture qui le réservait pour des lotissements destinés à ses cadres. Devant le refus du ministère de l'agriculture, le premier ministre a été sollicité pour arbitrer et s'est prononcé en faveur des propositions du District. Le rattachement du District aux instances décisionnelles centrales et sa mise sous la tutelle directe du ministère de l'intérieur ont donc favorisé la traduction politique de l'expertise technique produite par cette entité. Le District de Tunis a néanmoins été affaibli puis dissout en 1994, car il constituait une structure de pouvoir décentralisée, en marge d'un fonctionnement très centralisé, ce qui ne convenait pas à l'État (MIOSSEC, 1999). Il a alors été remplacé par l'AUGT en 1994 dont l'organigramme est présenté par la figure (fig. 2.3).

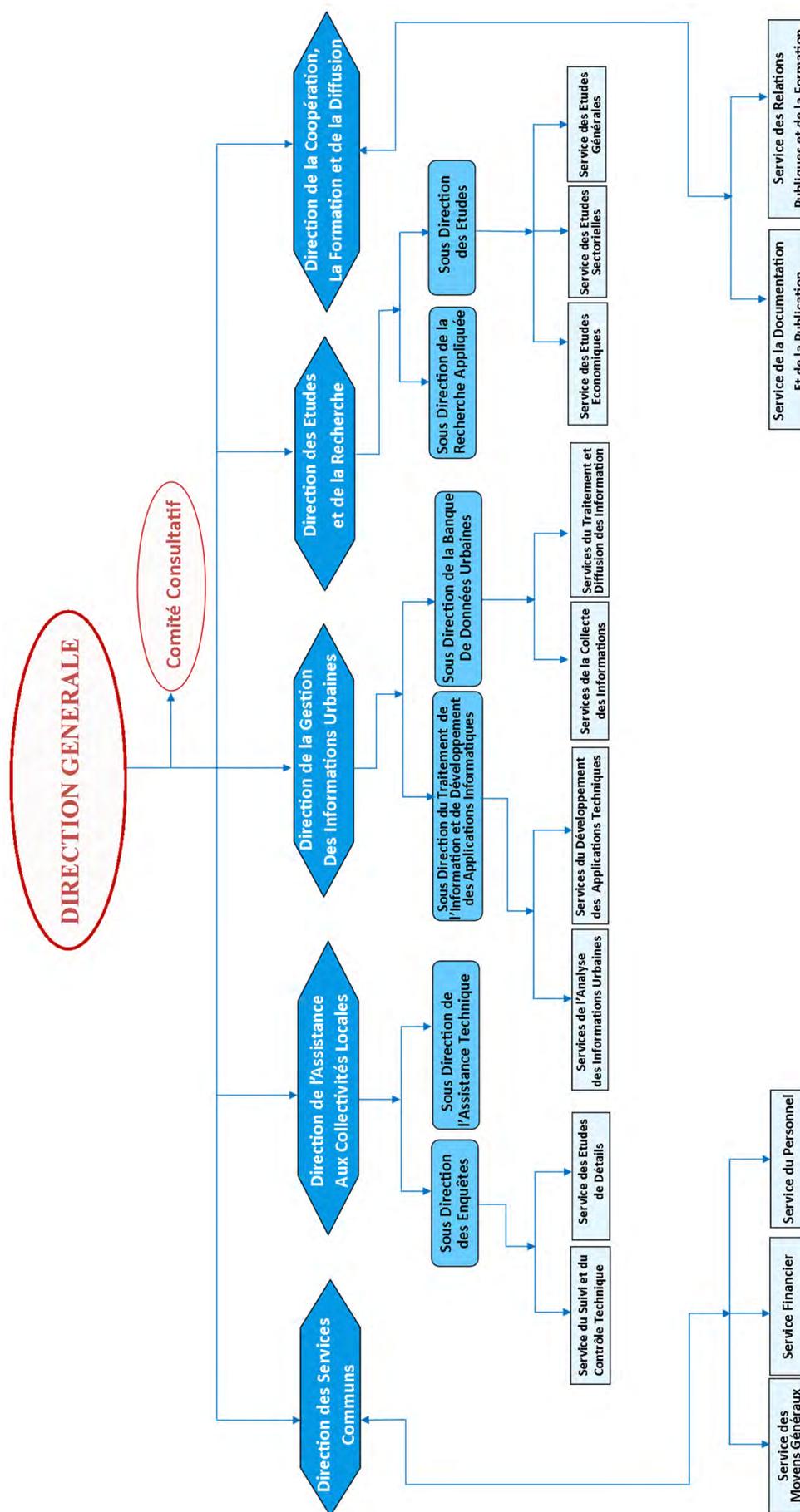


FIGURE 2.3 – Organigramme de l'AUGT

Bien qu'elle intervienne à une échelle stratégique, l'AUGT ne dispose cependant ni des prérogatives politiques, ni des compétences nécessaires pour mettre en œuvre des projets métropolitains. Elle constitue plutôt un organe technique, avec pour principales missions, la réalisation d'études urbaines, la conception d'une banque de données urbaines, la mise en place d'un observatoire foncier et immobilier du Grand Tunis et l'assistance technique aux collectivités locales de la région capitale.

Pour autant, les textes de la création de l'AUGT mettent en avant le caractère innovant de l'institution, notamment à travers la mise en place de l'exploitation de systèmes d'informations urbains. Les missions actuelles de l'AUGT sont d'ailleurs organisées autour de trois axes stratégiques de l'aménagement. **Le premier** concerne l'observation du développement urbain. En effet, l'Agence travaille sur la création de bases de données thématiques et sectorielles, afin de fournir les informations urbaines nécessaires aux études d'actualisation des documents d'urbanisme des communes de la région tunisoise. L'agence travaille également sur la mise à disposition des données à travers son observatoire régional pour le Grand Tunis, dans le cadre duquel une vingtaine d'indicateurs a été identifiée pour comprendre le développement urbain et appuyer techniquement la prise de décisions.

Le second axe consiste à assister les collectivités locales en matière d'aménagement et de planification urbaine. Il existe 38 municipalités dans les secteurs d'intervention de l'agence. Selon les demandes qui peuvent provenir des communes comme des ministères, l'AUGT intervient auprès des municipalités en tant que conseillère. L'agence peut les aider pour actualiser les documents d'urbanisme et les assister pour le développement des plans de circulation comme pour l'implantation de projets urbains structurants. Cependant, ce rôle de conseil est difficile à remplir pour l'AUGT, qui est considérée par les collectivités comme un simple maître d'œuvre :

« À l'AUGT, il y a beaucoup de bonne volonté, il y a pleins d'outils très utiles pour la planification et l'aménagement urbains, mais qui est prêt à les utiliser ? Malheureusement personne. Aucune commune n'accorde de l'importance aux conseils ou à l'appui que peut fournir une structure comme l'AUGT. Nous, on ne demandait pas que les communes appliquent à la lettre nos recommandations, mais qu'elles soient juste à l'écoute de ce qu'on disait ! À l'époque où j'étais directeur général de l'AUGT, j'en ai discuté avec le ministre de l'équipement. Vous savez ce qu'il m'a répondu ? Bah il m'a résumé les choses en deux mots : il m'a demandé si on avait les moyens pour aider financièrement les collectivités et que si ce n'est pas le cas, c'est normal qu'elles ne viennent pas vers nous ! Il m'a dit « Pourquoi ils viendront vous voir ? Pour eux votre expertise n'est qu'une contrainte qui peut retarder la réalisation de leurs projets ! Vous leur rajouteriez plus de contraintes sans pouvoir leur offrir l'argent pour le faire ! » Vous voyez, donc la structure technique ne suffit

pas puisqu'on n'a pas le portage politique. Il nous fallait au moins des ressources financières pour pouvoir s'imposer ! Là aujourd'hui, l'AUGT doit être adossée à une instance de prise de décision, sinon toutes les études prospectives qu'elle produit et tout le savoir-faire restera dans ses tiroirs ! Bah avant pour le District, c'était le directeur général du District et tout son staff qui sont le bras technique de conseil d'administration qui lui est tenu par l'État, l'objectif c'était d'éclairer la décision avec un travail technique pertinent. »

Entretien avec Expert PNUD⁸, 11 janvier 2019

Le caractère technique des missions de l'AUGT d'une part et l'absence de gouvernance à l'échelle régionale d'autre part, font que la planification territoriale tunisoise n'existe plus réellement. La planification ne peut en effet se résumer à une œuvre technique. Elle doit être un cadre de réflexion pour les gouvernants, qui leur permet de s'acquitter avec un maximum d'efficacité de leurs responsabilités d'ordre économique et social (MEYNAUD, 1953). Elle doit être une œuvre politique, car elle suppose des choix d'objectifs qui ne peuvent être le fait de techniciens. Enfin, **le troisième** axe concerne les études et la recherche appliquée en matière d'aménagement urbain. Dans ce cadre, l'AUGT a travaillé sur plusieurs études, notamment sur le transport urbain (étude sur le transport des entreprises en 2009 et une autre sur le covoiturage).

Le fonctionnement interne de l'AUGT comme frein à l'émergence de l'adaptation

Les conflits d'intérêts entre les individus exacerbent les problèmes de la gouvernance interne de l'AUGT et font obstacle à l'émergence de nouveaux enjeux urbains. Cette conflictualité s'exprime dans les intérêts divergents des différents collègues et dans l'oscillation entre coopération et compétition entre les individus, mais aussi entre les services. La quête de reconnaissance joue un rôle important (PICARD & MARC, 2012). Au sein de l'AUGT, les manifestations conflictuelles se présentent sous forme de rapports de force, de stratégies d'évitement et parfois de disputes ouvertes. Cette conflictualité peut d'abord se refléter dans la cohabitation entre la génération du District et celle de l'AUGT. Entre le besoin d'intégration des nouveaux arrivants et le besoin de différenciation des anciens qui appartenaient auparavant au District, des tensions se créent entre collègues, ce qui a pu favoriser la création de groupes plus ou moins antagonistes (entre anciens et nouveaux). En discutant avec la majorité des fonctionnaires de l'AUGT nous avons repéré un comportement différencié selon l'ancienneté. Nous avons donc mené notre analyse en les catégorisant en 3 groupes : Les anciens du District, ceux qui ont intégré l'administration depuis 5 ans et plus et les nouveaux recrutés.

8. Cet expert au PNUD était ancien directeur de l'AUGT.

Les anciens fonctionnaires du District qui exercent encore, affirment par ailleurs une certaine supériorité par rapport aux autres. D'abord, parce qu'ils pensent être les plus légitimes compte tenu du rôle que jouait à l'époque le District. Cette image qu'ils gardent du District entrave leur sentiment d'appartenance à l'AUGT qu'ils considèrent comme une institution faible. Ce sentiment de manque d'appartenance peut affecter leur motivation et leur implication au travail comme en témoigne une directrice à l'AUGT :

« Je suis sa cheffe, et il se permet de me dire : laissez-moi tranquille aujourd'hui j'ai pas envie de bosser ! Bah ces anciens n'arrivent toujours pas à intégrer l'AUGT comme leur administration ! Le passage du District à l'AUGT leur a fait perdre toute motivation ! Malgré tout le temps qui est passé ! C'est énorme. »

Discussion avec une directrice au sein de l'AUGT, janvier 2019

De surcroît, les anciens du District sont les agents les plus expérimentés car les plus âgés de l'administration. Ils disposent ainsi de beaucoup de liberté et d'une grande autonomie. Cette situation est renforcée, comme pour tous les autres agents, par les garanties qu'offre le statut de la fonction publique, mais aussi par l'importance prépondérante de l'ancienneté dans leurs perspectives de carrière. De ce fait, le pouvoir hiérarchique dispose d'une influence assez réduite sur les anciens du District et ces derniers n'ont pas de véritables raisons de modifier leurs comportements pour répondre aux attentes de leurs supérieurs. Des tensions sont apparues entre les anciens du District et les nouveaux agents ayant parfois des diplômes plus élevés. Une ancienne du District se plaignait à ce propos :

« Il y a des jeunes qui viennent d'intégrer l'administration, on leur accorde plus d'avantages que moi, qui aie passé ma vie à travailler pour cet organisme. »

Discussion avec une ancienne du District, novembre 2018

Ceux qui ont intégré l'administration depuis 5 ans et plus disent être installés dans une certaine routine et manquent de motivation pour entamer de nouveaux chantiers comme celui de l'adaptation :

« Je n'ai aucune motivation ! Je viens bosser parce que je suis obligée ! L'ambiance n'est pas bonne ici ! Il n'y a rien d'encourageant ! C'est une routine mortelle ! »

Discussion avec une architecte à l'AUGT, janvier 2018

Ensuite, la répartition des rôles n'est pas toujours claire au sein de l'AUGT. Certains agents appartiennent à deux directions à la fois, ce qui peut impliquer une charge de travail importante, mais aussi des difficultés pour leurs supérieurs hiérarchiques à évaluer leur rendement. Ce fonctionnement peut également engendrer des conflits potentiels avec les autres collègues. Tout comme l'expliquent Dominique Picard et Edmond Marc,

« Lorsqu'une organisation n'est pas en mesure de proposer un ordre symbolique accepté par tous, de faire reconnaître un rapport de places où le rôle de chacun est admis et confirmé par les autres, les acteurs se sentent niés dans leur besoin de reconnaissance. Ils mettent alors en œuvre des défenses comme la fuite (dans un regain d'absentéisme, par exemple), l'agressivité ou la révolte. Dans ce cas, l'institution, au lieu de jouer un rôle de régulation des relations interpersonnelles, contribue au contraire à l'exaspération des conflits et à leur généralisation » (PICARD & MARC, 2012, p. 117).

L'ambiance tendue au sein de l'Agence peut entraîner une démotivation chez beaucoup d'agents, ce qui correspond à ce que Friedmann appelle la notion de freinage qu'il interprète comme une décision « de restriction volontaire du travail » en réponse au mouvement de rationalisation (FRIEDMANN, 1946, p. 266). Pour Friedmann, le freinage est synonyme d'invention de règles par le groupe d'employés qui tentent d'agir sur les contraintes du travail et d'imposer de nouvelles normes à la hiérarchie. Les employés de moins de deux ans d'ancienneté, entre la volonté de s'adapter à leur nouveau milieu et l'exigence de fournir des efforts pour obtenir le statut de fonctionnaire, semblent ainsi les plus investis au sein de l'administration. D'ailleurs, en discutant avec quelques-uns d'entre eux, nous avons remarqué qu'ils sont les plus ouverts à travailler sur les questions environnementales et climatiques et les plus enclins à penser que l'adaptation au CC est au cœur des missions de l'agence.

Nous avons pu également relever des affinités selon les niveaux des diplômes entre architectes/ingénieurs d'un côté et les techniciens d'un autre, mais aussi des différenciations dues à l'appartenance à différentes classes sociales. Ces affinités se traduisent notamment par le partage des pauses café et des pauses déjeuner. Ces situations, génératrices de rapports de force, semblent parfois freiner quelques agents « défavorisés » pour faire émerger leurs idées favorables à l'adaptation au changement climatique.

Au-delà de la question de l'ancienneté, des employés avec qui nous avons pu échanger déclaraient qu'au sein de l'agence règne un climat difficile, et ceci non seulement au niveau du personnel d'exécution, mais aussi au niveau des directeurs.

« C'est très tendu à l'agence ! Tous les jours on entend parler d'un nouveau problème ! On n'est pas serein ici ! Personnellement, j'ai même été victime de violence de la part de mon N+1 ! Cela ne donne pas envie ! On a juste envie de finir la journée et de rentrer chez soi. »

Discussion avec une architecte urbaniste à l'AUGT, décembre 2018

Ce climat tendu se traduit souvent par une certaine crispation sur les attributs matériels d'un statut, la surface d'un bureau ou une voiture de fonction qui deviennent de véritables

enjeux pour lesquels on est parfois prêt à livrer tous les combats. En effet, la participation de chacun repose essentiellement sur la poursuite de ses intérêts propres et sur la recherche d'un certain pouvoir : celui de contraindre les autres à satisfaire ses exigences ou bien celui d'échapper aux contraintes issues des exigences des autres. C'est uniquement au sein de la Direction de Gestion des Informations Urbaines (DGUI)⁹ que les agents semblent contents de leurs rapports avec leur hiérarchie. Ils racontent que leur direction a tendance à se solidariser avec eux. Cette atmosphère cordiale peut aussi être une source de pouvoir pour la cheffe d'équipe qui, à travers un management horizontale, évite les conflits, maintient un climat favorable et incite à la productivité :

« Notre directrice nous encourage vraiment ! Moi en tant que nouveau recrue, elle me soutient, m'explique les choses et me donne la chance que je pense mériter ! »

Discussion avec un technicien à l'AUGT, janvier 2018

Une logique de compétition règne aussi entre les différentes directions de l'agence. Cette compétition ne s'explique que si l'on fait intervenir un autre élément qui est la pénurie générale de ressources de l'organisation. Les différentes directions sont en concurrence et leurs chefs sont naturellement amenés à lutter pour que la répartition des ressources et des charges soit à leur avantage.

« Ils achètent de nouvelles images satellites, je ne sais pas avec quelles sommes monstrueuses ! On leur donne les moyens pour bosser ! Bah c'est normal qu'ils se font une meilleure réputation et qu'on entend plus parler d'eux ! »

Discussion avec une responsable au sein de l'AUGT, janvier 2018

Pendant une réunion à laquelle nous avons pu assister au sein de l'AUGT en janvier 2018, une des collaboratrices se plaignait auprès de sa directrice :

« Plein de collègues qui ont beaucoup moins d'expérience que moi sont déjà chefs de projets, je ne comprends pas pourquoi pas moi ! Il est temps que je me positionne aussi. »

Observation : Réunion au sein de l'AUGT, janvier 2018

La quête de reconnaissance reste une dynamique fondamentale des relations interpersonnelles. Comme tout travailleur, les agents de l'AUGT ont ce besoin d'exister aux yeux de leurs pairs, de leurs supérieurs et de leurs subordonnés, d'être valorisés par leurs actions et intégrés dans leurs équipes. Dans le milieu du travail, cette quête et les défenses qu'elle entraîne rendent les relations potentiellement conflictuelles.

9. Dans cette direction, les relations entre collègues sont les plus pacifiées que de nouveaux enjeux d'aménagement partagés peuvent émerger. Nous portons dans la suite de la thèse une attention particulière à ce service et à sa capacité à s'emparer de la problématique climatique.

Notre période d'observation a commencé en janvier 2018, suite à la nomination d'une nouvelle directrice générale à la tête de l'AUGT. Celle-ci a pris ses fonctions en décembre 2017. Avant d'occuper ce poste, elle a longtemps travaillé au sein de cette administration, ce qui a rendu délicat son passage de statut de collègue à celui de directrice. Comme le précise Dominique Picard et Edmond Marc, « Dans un rapport hiérarchique, le pouvoir des uns appelle la soumission des autres » (PICARD & MARC, 2012). En effet, ce pouvoir hiérarchique et le fonctionnement qu'il demande semblent difficiles à accepter par des collègues avec lesquels la nouvelle directrice a travaillé pendant des années.

C'est une des raisons qui semble la pousser à rigidifier son attitude. Ce climat, qui engendre de la frustration du côté de la direction mais aussi des subordonnées, a des effets négatifs sur le fonctionnement global de l'agence. Ce fonctionnement conflictuel met l'AUGT au défi de dépasser ses tensions et ses contradictions internes afin de montrer à l'extérieur son unité et de se positionner dans un contexte de changement lié aux réformes post-révolutionnaires.

Les stratégies de l'AUGT pour monter en puissance peuvent favoriser l'émergence de la question climat

Projet de création des agences d'urbanisme sur tout le territoire national

La période de réforme politique et institutionnelle que vit la Tunisie s'est traduite par un processus de refonte des institutions et des principaux textes constitutionnels et législatifs. Actuellement, la structure de gouvernance métropolitaine du Grand Tunis est bicéphale. Elle repose sur le pouvoir central et les collectivités locales. La question d'un échelon intermédiaire, (par exemple une institution intercommunale) permettant à la fois de lier connaissance et projet, technique et politique, est posée : cela doit-il passer par une refonte de l'AUGT ?

En effet, l'enjeu pour l'AUGT est de garder une place voire même d'améliorer sa position dans ce contexte de réforme, ceci en déployant une certaine stratégie. Dans cette perspective, l'agence travaille sur une étude portant sur la création d'agences d'aménagement et d'urbanisme à l'échelle du territoire national. Ce choix de créer ces agences a été proposé au MEHAT par l'AUGT comme une des solutions à mettre en œuvre pour résoudre un certain nombre de problèmes territoriaux. En effet, le territoire tunisien dans son ensemble souffre de grandes disparités socio-spatiales, le développement régional peine à décoller et les villes souffrent de grands handicaps et de dysfonctionnements compromettant leur cohésion sociale, leur attractivité et leur compétitivité, notamment en matière d'habitat, d'équipement, d'infrastructures, de desserte, de transport, de maîtrise foncière, d'environnement et de qualité du cadre de vie (LETAIEF, 2008). Parmi les principales causes de ce

dysfonctionnement territorial et institutionnel, l'absence d'un acteur régional et local de développement, capable de portage et de promotion des projets de territoires, est identifiée.

, la création d'agences d'aménagement et d'urbanisme serait un début de résolution à ce problème institutionnel. Ces structures peuvent, en effet, jouer le rôle d'acteur central du développement territorial, par la mise en cohérence et la territorialisation des politiques publiques et le renforcement des démarches participatives, afin de proposer une vision territoriale partagée entre les différentes parties prenantes. L'agence, à travers cette étude, veut dépasser son statut de bureau d'étude étatique pour se positionner comme véritable animateur territorial, situé à une échelle intermédiaire entre les politiques territoriales développées par les collectivités et les politiques sectorielles programmées par l'État. Mais ce projet porté par l'AUGT suscite des interrogations chez ses partenaires qui expriment leur scepticisme quant à la légitimité d'un portage de cette initiative par l'AUGT, comme en témoigne une ingénieure en chef à la direction de l'urbanisme au MEHAT :

« Franchement je ne sais même pas comment ils osent nous parler de la création de nouvelles agences, avec la situation catastrophique dont laquelle leur agence se trouve. Il fallait avoir honte et ne pas oser y réfléchir ! C'est scandaleux ! On ne veut pas embaucher encore plus de fonctionnaires qui ne servent à rien ! L'agence ne fait rien et même le peu qu'elle fait est catastrophique, bah on reprend presque tout leur travail tellement c'est bourré de trucs insensés. »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

Ces doutes autour de la capacité de l'AUGT à changer de stratégie et à se positionner comme un véritable acteur ayant un pouvoir décisionnel, exprimés par certains agents de la direction d'urbanisme au MEHAT, s'inscrivent dans un conflit historique entre l'AUGT et cette direction du ministère :

« C'était toujours conflictuel entre nous, la direction d'urbanisme se met en concurrence avec nous alors que ce n'est pas du tout la situation ; il doit y avoir parfois des chevauchements de missions ! La direction d'urbanisme, c'est une direction à part qui n'est pas rattachée à une direction générale et n'a pas pu évoluer en direction générale, elle est toujours perçue comme une petite entité et son budget est incomparable avec les autres directions ! »

Entretien avec un ingénieur en chef au MEHAT, 23 janvier 2019

Cette crise de légitimité de l'AUGT et sa perte de crédibilité auprès de sa tutelle et de ses partenaires exige d'autant plus d'efforts pour un nouveau positionnement.

Stratégie de communication

L'agence est en train de développer sa stratégie de communication. En effet, malgré le panel de compétences dont elle dispose, les différents intervenants dans le domaine de l'urbanisme (le ministère de l'équipement, les collectivités locales, la société civile, etc.) sollicitent très rarement ses services. Afin de gagner en visibilité et de renforcer sa place dans le système d'acteurs, l'AUGT a décidé de mettre en place, en 2018, une « stratégie de communication cohérente renforçant son positionnement, favorisant son rayonnement, augmentant sa notoriété et améliorant son image en valorisant ses prérogatives et son expertise. »¹⁰. Les objectifs de cette stratégie de communication sont structurés autour de 4 axes :

- Le premier vise à réorganiser et à restructurer la communication interne, en adoptant un schéma de gouvernance qui rompt avec la structure pyramidale de direction. L'objectif est de privilégier un management horizontal et de permettre une plus grande cohésion entre les différents agents. L'agence veut travailler aussi sur la création d'une unité chargée de la communication. Elle introduira les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), comme l'intranet, afin de fluidifier les échanges entre tous les agents et optera pour une organisation en réseau.
- Le deuxième axe porte sur le renforcement des capacités en communication, cela en définissant les besoins de formation en communication du personnel de l'AUGT.
- L'objectif du troisième axe est de capitaliser et de valoriser l'expertise et le savoir-faire de l'agence. L'AUGT souhaite travailler sur sa manière de communiquer sur ses réalisations dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement, en capitalisant ses expériences réussies pour promouvoir ses produits, son savoir et savoir-faire. Ce travail de valorisation peut favoriser un ancrage et une reconnaissance de l'AUGT dans son environnement. Dans cette perspective, l'AUGT souhaite organiser de manière assez régulière des journées portes ouvertes, participer à des manifestations et événements en rapport avec l'urbanisme et l'aménagement du territoire et développer les relations publiques (dossier de presse, points/conférence de presse, etc.).
- Le quatrième axe s'articule autour de la promotion des actions auprès des élus et des collectivités locales pour faire reconnaître l'AUGT comme une institution stratégique d'aide à la décision et un acteur défendant l'idée d'intégrer l'urbanisme dans les plans de développement.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'AUGT compte se rapprocher des acteurs influents et de la société civile pour être reconnue comme centre de référence et d'expertise en urbanisme et aménagement. Dans ce contexte, le fait d'engager une réflexion sur l'adaptation des

10. <http://augt.gov.tn/images/AUGT-Phase-3-definitive-2019.pdf>

viles de l'agglomération tunisoise au CC, un enjeu émergent sur la scène internationale et nationale, peut constituer une véritable occasion de concrétiser ces nouvelles orientations.

Se positionner sur des enjeux environnementaux émergents

En lançant une étude sur « la promotion du covoiturage dans le Grand Tunis », l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis affiche son inscription dans une dynamique environnementale qui vise à réduire la consommation des énergies fossiles, la maîtrise des pollutions sonores et des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les perturbations climatiques qui en découlent¹¹. L'Agence se dit consciente, dans son étude sur le covoiturage des difficultés économiques et environnementales rencontrées dans l'agglomération capitale, ainsi que des coûts de déplacements qui découlent d'un flux de trafic sans cesse en augmentation. Au travers son étude sur le covoiturage, l'AUGT cherche des réponses aux besoins de déplacement dans la région tunisoise. Concrètement, l'objectif consiste à examiner la faisabilité et l'opportunité de la promotion du covoiturage pour mesurer son impact sur la masse des déplacements de point de vue circulation, stationnement, coûts économiques et sociaux et lutte contre les pollutions, en formulant des incitations et des améliorations à apporter aux cadres juridique, technique et organisationnel.

Dans la même perspective, l'AUGT travaille sur un projet intitulé « La requalification de quelques voies urbaines du Grand Tunis en faveur des modes de déplacements doux ». L'aménagement des voiries urbaines est aujourd'hui encore très marqué par prégnance de la circulation automobile, et témoigne d'une pratique des ingénieurs fortement imprégnée par la culture « ponts et chaussées ». Plusieurs voiries traversent les zones urbaines sans trottoirs libres pour la circulation piétonne et sans égard pour la vie locale, générant ainsi pollution, nuisances et insécurité. En confiant l'étude à un bureau d'étude spécialisé, le projet programme le réaménagement de certaines voies urbaines en faveur des modes de déplacements doux. L'étude vise d'abord à diagnostiquer ces voies urbaines : leurs situations géographiques, leurs caractéristiques géométriques, les fonctions assurées actuellement dans le réseau routier, les dysfonctionnements constatés, puis de réfléchir à la meilleure manière d'y intégrer des pistes cyclables et de favoriser ainsi les modes de déplacements doux. Ce projet aidera à diminuer les émissions de GES, à maîtriser la pollution atmosphérique et à fluidifier et sécuriser tous les modes de déplacements à travers un partage plus rationnel de l'emprise de la voie et des signalisations plus adéquates. Ces projets sont essentiellement portés par la direction des études et de la recherche qui, grâce à quelques ingénieurs spécialisés en son sein, investit prioritairement la thématique du transport urbain.

11. <http://augt.gov.tn/images/Rapport-phase1-covoiturage.pdf>

2.1.3 La montée en puissance des collectivités locales : une fenêtre d'opportunité pour la prise en compte de la question climatique ?

Depuis l'indépendance et jusqu'à la révolution de 2011, le territoire tunisien s'est organisé suivant une logique de déconcentration. Le territoire est découpé en 24 Gouvernorats et chacun d'entre eux est subdivisé en délégations qui sont à leur tour découpées en secteurs. Un processus de décentralisation a été enclenché de manière concomitante, sous un contrôle étroit de l'État, et prend forme à deux échelles spatiales : d'une part, les Conseils Régionaux, créés en 1989, avec la même délimitation spatiale que les Gouvernorats et, d'autre part, les Communes, initialement au nombre de 264, qui ne couvrent pas l'ensemble du territoire, sont incluses à l'intérieur des gouvernorats, mais sans aucune correspondance spatiale avec les délégations (TURKI & VERDEIL, 2014).

En Tunisie, les communes ont été jusqu'en 2011, sous la forte domination du parti politique au pouvoir, le Rassemblement Constitutionnel Démocratique (RCD). Les structures élues étaient ainsi très peu représentatives de la population et la participation citoyenne était formelle et extrêmement contrôlée (TURKI & VERDEIL, 2015). Les communes étaient complètement sous la tutelle administrative et technique des gouverneurs, des directions régionales et des départements ministériels, notamment les services du MEHAT qui se jouaient un rôle fondamental en matière de planification et de gestion urbaine. Le système politique tunisien privilégiait ainsi la déconcentration plutôt qu'une véritable décentralisation. Selon Skander Ben Mami (2008), « cette déconcentration a apporté seulement des aménagements cosmétiques à la centralisation » (BEN MAMI, 2008).

À l'échelle régionale, le Gouverneur est le représentant nommé de l'État et il préside le Conseil Régional. Ce dernier est une collectivité territoriale correspondant spatialement au gouvernorat et dans laquelle siègent ensemble les membres du Parlement élus dans la circonscription électorale du gouvernorat, ainsi que les maires et présidents des conseils ruraux des communes et localités du gouvernorat. Ce fonctionnement fait que les institutions déconcentrées de l'État l'emportaient par rapport à celles de la décentralisation : « Ainsi, les Communes et les Conseils Régionaux étaient-ils davantage considérés, à l'époque, comme des relais de l'État que comme des collectivités locales jouissant de la libre administration. » (TURKI & VERDEIL, 2015)

Partie des régions de l'intérieur moins développées que le littoral, la révolution tunisienne a dévoilé l'ampleur des disparités régionales en matière de développement et a remis la question territoriale au centre des débats politiques. Dans la perspective de réduire ces inégalités, la Constitution Tunisienne de 2014 a prévu de mettre en place une politique de

décentralisation¹². Les principes de la décentralisation, désormais inscrites dans la constitution, font du développement des capacités des collectivités locales un enjeu majeur. Il s'agit de redistribuer les fonctions de décision entre pouvoir central et pouvoir local pour répondre aux besoins de la population locale, tout en accordant la priorité au développement et à la justice sociale. La décentralisation qui doit mettre fin à l'injustice sociale et territoriale vise une réorganisation de l'administration de tout le pays.

En mai 2016, le ministère des Affaires locales et de l'Environnement, a achevé l'extension des communes à l'ensemble du territoire national. Au total, 350 communes quadrillent désormais tout le territoire tunisien qui ne comptait jusque là que 284 communes couvrant seulement 2% de la surface totale du pays. Par la suite, une des étapes principales vers la décentralisation a été l'adoption du Code des Collectivités locales (CCL) en avril 2018 ainsi que les élections municipales en mai de la même année. Le CCL est une loi organique intégrant l'ensemble des textes juridiques régissant l'organisation des collectivités territoriales, en conformité avec les principes constitutionnels.

Jusqu'à ma présence sur le terrain février 2019, les décrets et textes d'application permettant à ce code d'entrer en vigueur étaient toujours en attente d'approbation par la présidence du gouvernement, ce qui gêne fortement les pratiques des acteurs. Une ingénieure en chef au MEHAT en témoigne :

« On est bloqué depuis l'approbation du code des collectivités locales ! On ne peut plus travailler, les textes d'applications ne sont pas encore sortis, on sait plus qui doit faire quoi en cette période de transition, ni comment le faire d'ailleurs ! On est dans le flou ! »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

La levée du contrôle de l'administration centrale sur les décisions des conseils municipaux a ouvert une ère de conflits entre élus locaux et hauts fonctionnaires de l'État. D'après le Code des Collectivités Locales, le maire peut tenter un recours contre le refus de l'autorité centrale d'exécuter les décisions communales. Le sentiment de perte de pouvoir rend les fonctionnaires étatiques sceptiques par rapports à la décentralisation. Ils justifient ce scepticisme par le fait que les services communaux sont encore peu performants et qu'ils ne disposent pas des ressources humaines et techniques nécessaires pour assumer cette lourde responsabilité. La majorité des acteurs étatiques pensent également que la décentralisation, par manque d'appuis et d'apprentissage et à cause d'une gestion du territoire

12. L'article 12 de la constitution : « l'État agit en vue d'assurer la justice sociale, le développement durable et l'équilibre entre les régions, en tenant compte des indicateurs de développement et du principe de l'inégalité compensatrice appelé aussi la discrimination positive ».

dénuée de cohérence et de vision globale, va exacerber les inégalités et les disparités entre les régions. Dans le même temps, la majorité des hauts fonctionnaires refuse d'être envoyée vers les zones intérieures peu attractives, d'une part, en raison de leur enclavement et du manque d'infrastructures publiques et d'équipements de loisirs et, d'autre part, de crainte des multiples sollicitations pressantes des populations locales. Une architecte à l'AUGT en témoigne :

« L'État veut renforcer les capacités des communes, mais sincèrement, comment ils veulent que quelqu'un qui est habitué à vivre au sein de la région capitale puisse aller dans les régions intérieures où il ne peut pas assurer une vie décente à ses enfants, ni des moyen de divertissement, ni de bonnes écoles ! On ne peut même pas se soigner correctement là bas ! Il faut nous fournir l'essentiel, et dans ce cas, pourquoi ne pas y aller. »

Discussion avec architecte-urbaniste AUGT, janvier 2018

Cette situation a créé une sorte de cercle vicieux dans lequel les fonctionnaires de l'État ne veulent pas perdre le contrôle sur les territoires communaux, mais dans le même temps ne veulent pas aller y travailler. Issus d'un système de gouvernance autoritaire, les fonctionnaires de l'État pensent que les collectivités n'arriveront pas à exercer leurs compétences et à acquérir les mêmes savoirs et savoir-faire que les services centraux :

« On est beaucoup plus expérimenté qu'eux, on gère tout ça depuis des décennies ! Je ne vois pas comment ils vont gérer tout ça ! Nous on sait faire, il faudrait donc nous laisser faire ! Le pays ne supporte pas une période d'apprentissage qui risque d'être hyper longue. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

Désormais, les collectivités locales peuvent élaborer les plans d'urbanisme et d'aménagement urbains, sans avoir besoin que ceux-ci soient approuvés comme auparavant par décret par le ministère en charge de l'urbanisme et de l'aménagement. L'article 114 du code des collectivités locales indique en effet que « Les communes élaborent les plans d'aménagement prévus par la législation relative à l'aménagement du territoire et à l'urbanisme et qui relèvent de leurs compétences. Ces plans sont approuvés par leurs conseils élus. »¹³. Cette nouvelle procédure de production de documents de planification urbaine suscite des interrogations sur la transparence de la procédure chez des acteurs étatiques, comme en témoigne un expert au PNUD et ancien directeur général au MEHAT :

« L'approbation des PAU par des commissions composées que d'élus est problématique ! Ça va forcément engendrer des dépassements ! Ils le font entre eux, donc ça

13. <http://www.collectiviteslocales.gov.tn/fr/code-des-collectivites-locales-2/>

va mener à privilégier des intérêts personnels, des faveurs par ici et par là ! À mon sens, il faudrait que la composition de la commission soit beaucoup plus variée que ça ! Elle peut être majoritairement composée par des élus locaux, mais la présence de membres extérieurs peut apporter clarté et équilibre. »

Entretien avec Expert PNUD, 11 janvier 2019

Ce changement du paysage institutionnel et la réorganisation de l'administration et de la gouvernance locale s'accompagnent progressivement d'un transfert de ressources vers les municipalités locales. Cette dynamique peut offrir une fenêtre d'opportunité pour l'adaptation au changement climatique. Selon plusieurs chercheurs (AGRAWAL & RIBOT, 2000 ; TACCONI, 2007), la décentralisation peut être considérée comme une approche prometteuse pour une capacité d'adaptation accrue au niveau local. Cependant, dans le cas tunisien, l'émergence de l'ACC risque d'être complexe puisque les acteurs ne disposent pas pour l'instant des ressources nécessaires pour s'y attaquer, en particulier au regard d'autres enjeux qu'ils perçoivent comme plus urgents. D'ailleurs, dans un chapitre intitulé « A window of opportunity for successful adaptation to climate change » issu de l'ouvrage intitulé « Adapting to Climate Change Thresholds, Values, Governance », Brockhaus et Kambiré montrent que la décentralisation est loin d'être une garantie pour une adaptation réussie (BROCKHAUS et al., 2012). Le succès peut être entravé par le manque de structures prêtes pour un apprentissage partagé, le manque de connaissances et un agenda biaisé pour l'adaptation en raison d'autres enjeux considérés comme plus urgents.

Pour que la décentralisation soit une véritable fenêtre d'opportunité pour l'adaptation, elle doit s'accompagner d'un renforcement des capacités, d'un transfert de connaissances et de la mise en place de stratégies de communication et d'animation solides. L'enjeu est également de pouvoir dépasser les nouveaux défis et obstacles pour l'action publique locale pour laquelle le renforcement des capacités est long dans la durée. D'ailleurs, selon le Ministère des Affaires locales et de l'Environnement, le processus de décentralisation ne commencera à donner ses fruits qu'au bout de 27 ans. En effet, le ministère a formulé ses objectifs en matière de transfert de compétences, de ressources financières et humaines sur une période de 27 ans divisée en trois étapes de 9 ans chacune.

La première étape consiste à améliorer le taux d'encadrement, les transferts financiers et le transfert de compétences. La seconde est axée sur une stratégie d'information et de communication afin d'instaurer la transparence du processus, par le biais de la mobilisation des différentes parties prenantes et la communication d'informations claires pour prévenir la désinformation. La troisième étape porte sur la stabilisation de la décentralisation, à travers l'identification de mécanismes juridiques pour résoudre les potentiels conflits et améliorer le climat pour que les conseils municipaux puissent accomplir leur

mission et maîtriser leur relation avec les autorités régionales et locales.

Les étapes de cet apprentissage progressif, nécessaires pour la mise en place de la décentralisation, sont modulées par la dynamique d'appropriation territoriale. En effet, il s'agit de mettre en place un apprentissage progressif de la gestion du territoire. Cet apprentissage implique que le processus doit être le plus indépendant possible des comportements instinctivement interventionnistes de l'État par une prise effective de responsabilité. Toutes les étapes du processus de décision doivent par conséquent être sous la responsabilité réelle des acteurs locaux, depuis l'adoption des modes de concertation et de prise de décision en interne jusqu'au choix des différentes actions et de leurs méthodes de réalisation (AQUINO, 2001).

2.2 Une analyse du système des acteurs locaux de l'urbanisme et de l'environnement, au croisement de Crozier et de Godet

L'analyse des jeux d'acteurs consiste à repérer les positions des acteurs de l'urbanisme vis à vis des autres acteurs (ceux de l'environnement), à les caractériser et à les interpréter en termes de conflits ou d'alliances. Il s'agit ici de comprendre comment les interactions entre ces catégories d'acteurs peuvent influencer la mise à l'agenda de l'ACC dans les politiques urbaines. Pour cela, nous avons recours à une méthodologie qui combine l'approche classique de la sociologie des organisations avec la méthode MACTOR mise au point par Michel Godet pour modéliser les interactions entre acteurs (GODET, 1991).

Selon Michel Godet, chaque acteur a une identité, un projet et des moyens d'action propres, organisés dans une stratégie pour atteindre les buts et les objectifs qu'il s'est fixé pour les faire aboutir. L'objectif de la méthode est d'estimer les rapports de force entre les acteurs et d'étudier les convergences et les divergences existant entre eux, sur des objectifs relatifs à des enjeux donnés. La méthode MACTOR est à la fois quantitative et qualitative. Elle mobilise un logiciel de deux tableaux de données, regroupant une série d'enjeux et d'objectifs associés et en produit rapport (Annexe D). La sélection des données d'entrée (acteurs, quantifications des rapports entre eux) se base sur une argumentation qualitative. Nous nous sommes pour cela appuyés sur les entretiens menés auprès des acteurs tunisois, sur la littérature grise et sur des réunions avec des membres de l'AUGT¹⁴. L'objectif étant d'évaluer les influences qu'exercent chaque acteur sur les

14. La méthode MACTOR pourrait comporter un certain nombre de limites, notamment concernant le recueil de l'information nécessaire. Généralement il y a une réticence des acteurs à révéler leurs projets stratégiques et leurs moyens d'actions externes et leurs relations avec les autres acteurs.

autres.

Nous présentons ci-après une méthode MACTOR simplifiée, adaptée à notre analyse et au contexte de l'enquête de terrain. Nous avons par exemple écarté certains développements de la méthode dont les calculs, relativement complexes, nous paraissaient pouvoir gêner l'appropriation de cette méthode¹⁵. Nous avons ainsi accentué la méthode sur l'évaluation des rapports de force entre acteurs, à partir d'une analyse en 5 étapes que nous avons définies en nous inspirant des étapes classiques de la méthode : le choix des acteurs, la description qualitative de leurs rapports de force, une quantification de ces rapports de force autour de la problématique de la mise à l'agenda de l'ACC dans le champ de l'urbanisme à travers une matrice dite des influences directes, le calcul des influences et dépendances indirectes entre ces acteurs, et enfin l'esquisse du graphe illustrant les rapports de forces entre eux (fig. 2.4).

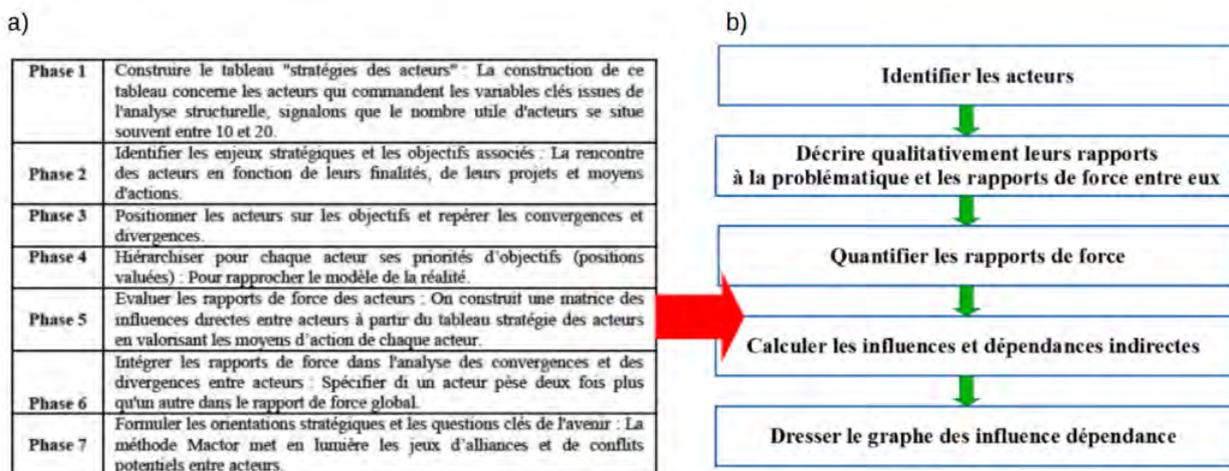


FIGURE 2.4 – Les phases d'analyse de la méthode MACTOR et leur adaptation à notre cas d'étude : a) étapes de la méthode Mactor (source :GODET, 1991), b) Les étapes de la méthode que nous gardons pour notre étude (conception : Zohra Mhedhbi)

15. Nous nous avons omis la partie de la méthode qui vise à repérer les convergences et divergences des acteurs par rapport à une liste d'objectifs. Cette partie de la méthode aurait nécessité de faire participer tous les acteurs au sein de réunions de groupes afin de pouvoir identifier leurs positions précises par rapport aux différents objectifs fixés, choses que nous n'avons pas pu faire compte tenu de la temporalité du travail de terrain et de la difficulté d'accès à ce dernier.

2.2.1 Les acteurs retenus dans l'analyse des rapports de force autour de l'adaptation au changement climatique

Nous avons fait le choix de limiter l'analyse aux acteurs clés de notre problématique de recherche. Nous avons retenu d'abord les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement, opérant à différentes échelles, à savoir le MEHAT à l'échelle nationale et les Collectivités Locales (CL) à l'échelle locale. Cependant, du fait que nous nous intéressons à l'agglomération du Grand Tunis, l'AUGT, bien que sous tutelle du MEHAT, apparaît ici comme acteur à part entière. L'autre acteur clé à considérer est le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement (MALE), en charge de la question climatique en Tunisie. À ce niveau de l'analyse, nous avons fait le choix d'agréger l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) et les différentes directions du MALE. Nous supposons ainsi que le MALE et toutes les institutions sous sa tutelle suivent la même logique d'action. Du fait de l'importance des données climatiques et géographiques pour la question d'adaptation des villes au changement climatique, nous considérons le Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT) et l'Institut National de la Météorologie (INM) comme des acteurs centraux pour notre problématique de recherche, de même que les associations travaillant sur les questions environnementales et climatiques et la recherche scientifique en urbanisme et aménagement. Puis, nous avons considéré les bailleurs de fonds internationaux comme faisant partie du système à considérer en raison du rôle qu'ils jouent en faveur de cette question¹⁶, notamment dans le financement des différents projets entrepris par l'État tunisien en matière d'environnement et de climat.

Enfin, il est important d'indiquer les acteurs que nous n'avons pas retenus. Par exemple, nous n'avons pas retenu l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Énergie (ANME) qui travaille essentiellement sur le volet atténuation à travers la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie, le développement des énergies renouvelables et la transition vers une énergie plus respectueuse de l'environnement. Les entretiens ont révélé que les enquêtés distinguaient clairement adaptation et atténuation dans leurs missions¹⁷. Nous avons aussi écarté le Ministère de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises (MIPNE) et celui du Transport et de la Logistique (MTL). Le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et des Ressources Hydrauliques (MAPRH), qui travaille de près sur le volet adaptation au

16. Chapitre 1

17. L'adaptation et l'atténuation ont été appréhendées dans la majorité des pays du monde, dès le début de l'émergence du problème climat, par les techniciens et les décideurs politiques comme deux approches distinctes opérationnellement (BERTRAND & RICHARD, 2012). En Tunisie cette distinction continue à marquer les acteurs. En effet, durant mon enquête de terrain les personnes interrogées faisaient clairement la séparation entre ces deux facettes du problème. Cette distinction apparaît clairement au travers d'interpellations telles que : « nous on ne travaille pas sur l'adaptation, on se charge de l'atténuation » (ingénieure à l'ANME), « il faut pas que vous mélangiez les deux, ce n'est pas à nous de travailler sur l'adaptation » (ingénieure à l'ANPE).

CC et qui joue un rôle important dans ce domaine¹⁸, est un cas particulier. Il demeure cependant un acteur périphérique pour notre analyse car il applique la focale de l'adaptation aux seules prérogatives qui sont les siennes, à savoir la politique agricole et la gestion des ressources en eau et forêts. Nous pouvons ainsi schématiser les acteurs retenus selon des cercles concentriques suivant leur centralité par rapport à la problématique étudiée (fig. 2.5).

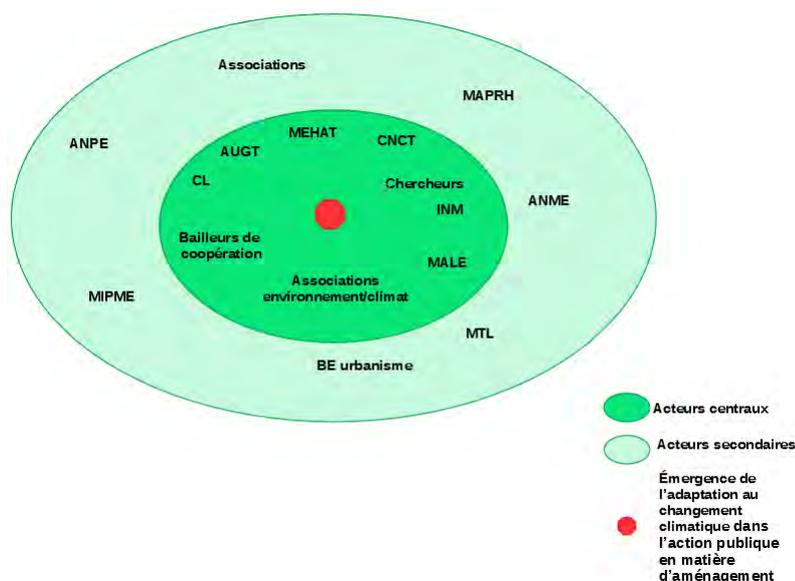


FIGURE 2.5 – Hiérarchisation des acteurs par rapport à la problématique (conception : Zohra Mhedhbi) Ainsi, la liste des acteurs que l'on retient pour la suite de l'analyse est la suivante : Agence d'urbanisme du Grand Tunis (AUGT), Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT), Collectivités Locales (CL), Institut national de la météorologie (INM), Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (MEHAT), Ministère des Affaires locales et de l'Environnement (MALE), Recherche Scientifique (RS), Société Civile (SC), Bailleurs de fonds internationaux (BFI)

18. Chapitre 1

2.2.2 Ressources, statuts et opportunités des acteurs centraux

Nous consacrons cette section à l'analyse des acteurs que nous avons retenus comme centraux, outre ceux de l'urbanisme. Nous les répartissons en 4 catégories, selon les ressources qui peuvent être déterminantes dans la place que chaque acteur occupe autour du problème climat :

- les producteurs de données
- ceux qui renforcent le fonctionnement centralisé autour de la problématique climatique
- les acteurs qui ont émergé après la révolution
- les bailleurs de fonds internationaux

Nous nous sommes basés pour la classification des acteurs sur leurs statuts, leurs ressources, et les fenêtres d'opportunités qu'ils détiennent pour participer à l'émergence de la problématique de l'ACC dans l'action publique en termes d'aménagement. Ces acteurs peuvent être soit une aide pour les acteurs de l'urbanisme dans l'appréhension de l'ACC, soit un frein.

L'expertise technique : une ressource pour les acteurs producteurs de données

Les données climatiques et celles d'occupation du sol sont indispensables pour promouvoir les études visant à intégrer les questions climatiques dans la planification et l'aménagement urbains. Pour notre terrain d'étude, nous avons identifié deux acteurs clé produisant ces données : le Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT) et l'Institut National de la Météorologie (INM). Bien que ces acteurs apparaissent distincts de par leur nature, leur statut, les contenus qu'ils produisent et les démarches qu'ils suivent, ils produisent tous deux une connaissance essentielle à l'émergence de l'ACC dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement.

Le CNCT est une entreprise publique à caractère non administratif placée sous la tutelle du Ministère de la Défense Nationale. Ce centre est chargé de promouvoir les techniques de télédétection, la recherche et la formation dans le domaine de la production de données. Ses missions portent sur la production cartographique à plusieurs échelles, les prises de vues aériennes, la validation des cahiers des charges relatives aux SIG et l'assistance technique pour d'autres institutions. Cette dernière mission d'assistance technique procure un certain pouvoir au CNCT qui fournit de l'information géographique pour les autres acteurs, les appuie avec des compétences pour mener des études dans des domaines tels que l'agriculture, les forêts, les ressources en eau, l'environnement, la géologie, la planification urbaine, la cartographie, les Bases de Données et les Systèmes d'Information Géographique. Le CNCT est ainsi perçu par certains acteurs comme un organisme puissant :

« Le CNCT dispose d'énormes ressources financières et humaines ; il a des nouvelles technologies ! D'ailleurs à chaque fois qu'il y a un observatoire qui se crée à l'échelle d'un ministère ou d'une agence, le CNCT est associé. Il est sous tutelle du ministère de la défense, ça résume tout, c'est un grand organisme détenteur de données à différentes échelles. »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

Le CNCT oeuvre pour asseoir son leadership dans le domaine de la production de données. En effet, selon un article d'un journal électronique tunisien¹⁹ datant du 17 mai 2017, le directeur général du CNCT explique l'urgence pour cet organisme d'accélérer la constitution d'une base de données géographiques à l'échelle nationale. Selon ce dernier, «les décideurs ont besoin aujourd'hui d'outils d'aide au diagnostic et à la prise de décision». Il ajoute que «le système national de données géographiques numériques constitue le fondement de la plupart des projets de développement, qu'ils soient économiques, sociaux, environnementaux ou sécuritaires ». Le CNCT travaille sur ce projet avec des opérateurs privés, les centres de recherche nationaux et un certain nombre d'institutions universitaires. Par les larges bases de données d'occupation de sol dont il dispose, le CNCT pourrait jouer un rôle prépondérant dans la promotion des études sur le climat urbain à Tunis. Il pourrait ainsi soutenir les acteurs de l'urbanisme dans la construction d'outils cartographiques d'aide à la décision en faveur de l'ACC.

L'INM quant à lui peut être considéré comme l'expert national tunisien en termes de production d'expertise climatique. C'est un établissement public à caractère non administratif, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il est soumis à la tutelle du ministère chargé du transport. Parmi les principales missions de l'INM, on peut citer la production des expertises d'ordre météorologique, géophysique et climatologique. La production de cette expertise est le plus fort atout de l'INM pour se positionner sur la question climatique, étant donné qu'il est l'unique acteur ayant la capacité financière et technique pour la porter. Cet institut travaille aussi sur la mise en place des principes du développement durable par la participation aux programmes consacrés aux études de la protection de l'environnement, et de la promotion de la qualité de la vie, portées essentiellement par le ministère chargé de l'environnement. Par le volet prévision, l'INM participe à la protection des personnes et des biens contre les risques causés par les calamités naturelles et industrielles, ce qui lui donne une place prépondérante dans les approches de gestion de risque portées par le ministère de l'environnement et les agences sous sa tutelle comme celle de protection de l'environnement ou celle de l'aménagement du littoral. Ces

19. <https://www.webmanagercenter.com/2017/05/17/406265/le-cnct-veut-conforter-son-leadership-dans-linformation-geo>

approches de gestion de risque restent très centrées sur l'étude de l'aléa dans le cas tunisien.

Les ressources techniques importantes dont dispose l'INM et sa capacité à produire des connaissances sur les CC lui confèrent une place importante vis-à-vis des autres acteurs, autour du problème climat. Néanmoins, l'INM n'a pas profité de cette ressource pour fédérer les autres acteurs afin de traiter la question climatique de manière systémique. La production de l'expertise, portée par l'INM, reste abordée autour de la construction de connaissances sur les effets des CC, mais ne déclenche pas, pour le moment, un débat territorialisé. Et pourtant on sait que si l'expertise technique ne s'accompagne pas d'une bataille d'idées et d'intérêts, l'espace de débat scientifique et technique qui se construit ne peut pas engendrer de déplacements de positions et de recompositions d'identités dans le groupe (CALLON et al., 2011).

L'absence de dynamique collective autour de cet acteur s'explique par un fonctionnement assez solitaire de l'INM, qui limite l'influence qu'il pourrait avoir sur les autres acteurs et favorise des relations assez conflictuelles avec eux :

« L'INM s'est renfermé sur lui-même, d'ailleurs il vend très cher ses données pour tous les acteurs, même étatiques. »

Entretien avec un directeur général au Ministère de l'Environnement, 4 janvier 2019

Le partage et donc l'appropriation des données de l'INM par l'ensemble des acteurs restent très faibles. Ce manque de partage s'est par ailleurs accentué depuis 2009, lorsque l'INM est devenu un établissement public à caractère non administratif, considéré comme une entreprise publique. Ce nouveau statut lui donne le droit de vendre ses données et de ne plus les fournir gratuitement. Mais cette attitude n'est pas compréhensible pour ses partenaires étatiques. Une ingénieure en chef au sein de l'INM explique que le problème dépasse la question du prix des données :

« Ils nous font une mauvaise réputation vu que nous vendons depuis 2009 nos données, mais on le fait pour la simple raison qu'on est régi depuis 2009 dans nos relations avec les autres acteurs par la législation commerciale ! C'est normal qu'on vende nos données ! Mais je vous raconte cette petite histoire juste pour que vous compreniez la logique de nos partenaires. Le Ministère de l'agriculture a acheté pour une de ses études des données d'un bureau d'étude suisse en devises et a refusé de les acheter à l'INM en dinars tunisiens ! Nous, nos projections sont plus fiables parce que les leurs [bureau d'étude suisse] sont basées sur des projections internationales. On n'est pas apprécié mais personne ne peut nier que l'INM est le seul organisme scientifique en charge de l'étude du climat, de son observation, de la collecte des données et travaillant sur les projections climatiques. C'est pas

comme en France ! En France il y a des labos qui font de la modélisation climatique ; ici en Tunisie, ça n'existe nulle part [ailleurs] que chez nous, même pas dans les universités ! On fait de la vraie expertise et nous sommes la seule source fiable qui peut donner ce genre d'informations. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

Le non partage des données climatiques non seulement ne permet pas la rencontre d'acteurs et la confrontation de différents points de vue pour construire une représentation commune du problème climat, mais il semble aussi impacter de manière directe la prise en compte du climat, considéré comme nouvel enjeu, par le ministère de l'équipement :

« Par exemple, le MEHAT paye des milliards et des milliards pour les architectes, les bureaux de génie civil même étrangers, mais quand il s'agit de l'INM, ils nous disent : ça devrait être gratuit et si on n'obtient pas les données gratuitement, on va négliger la composante climatique. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

Comme nous l'avons expliqué dans le premier chapitre de la thèse, l'INM n'était pas membre de la délégation tunisienne à la COP24 composée par le ministère des affaires locales et de l'environnement. Cette exclusion a créé des tensions entre cet institut et le MALE. Ces relations un peu tendues ont influencé, selon cette même ingénieure, le fonctionnement interne de l'institut. En effet, l'absence de reconnaissance de la part du ministère chargé de la question climatique a impacté la motivation de certains membres de l'INM. Ils semblent ainsi percevoir un certain déséquilibre entre ce qu'ils apportent comme expertise et ce qu'ils en retirent auprès des autres acteurs :

« On fait face à une fuite de cerveaux ! J'ai deux ingénieurs qui travaillaient avec moi qui sont partis faire un mastère au Canada et en France. Ces jeunes ne trouvent rien pour les motiver ! Imaginez, nous avons demandé d'aller dans un colloque international organisé par le GIEC, mais on n'a pas voulu nous donner du financement pour y aller. On a tenu bon, donc on nous a accordé deux billets d'avions pour deux personnes ! Bah comment vous voulez qu'on fasse ! On a laissé tomber. Les jeunes n'en peuvent plus donc ils partent ; et bah si tu me vides l'administration, comment tu veux que je garde ma place comme institution experte. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

En dépit de sa large expertise en matière du climat, qui pourrait être très utile pour les acteurs de l'urbanisme pour s'emparer de la question de l'ACC, le fonctionnement assez solitaire de l'INM et le sentiment de marginalisation qu'éprouvent ses agents au sein du système d'acteurs tunisois, rend cette collaboration assez difficile à mettre en place.

Le Ministère chargé de l'environnement : un acteur dominant sur la scène urbaine tunisoise

Le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement (MALE) est en charge de la question climatique en Tunisie. Pour ce qui concerne les affaires locales, les travaux du MALE se concentrent autour du renforcement du processus de décentralisation et de la gouvernance locale. En effet, les orientations générales du développement régional et local s'inscrivent dans l'application des prescriptions de la nouvelle constitution de la république tunisienne, notamment ce qui relève de l'article 14 qui garantit l'engagement de l'État à soutenir la décentralisation et son déploiement sur l'ensemble du territoire national. C'est ainsi que le MALE a porté le projet d'élaboration du code des collectivités locales (CCL) qui a été voté à l'Assemblée des Représentants du Peuple en 2018. L'élaboration de ce code était une ressource importante de pouvoir pour le MALE qui, selon certains acteurs, s'est accaparé via sa Direction Générale des Collectivités Locales l'élaboration de ce code en écartant notamment les experts en urbanisme et aménagement :

« Le code des collectivités locales était produit, j'ai envie de dire, uniquement par le MALE. Ils l'ont fait en cercle clos, en tout cas pas avec les autres départements ministériels. Ils se sont fait conseiller essentiellement par des juristes, [...] mais ce que peut apporter un juriste n'est pas suffisant ! L'idée du juriste n'est pas celle de l'urbaniste ! Les urbanistes étaient sous-représentés dans ce processus de travail ! J'ai des collègues urbanistes qui m'ont dit clairement qu'ils se sont sentis écrasés par les juristes et qu'ils n'ont même pas pu passer quelques idées. Bah franchement, tu fais un code de collectivités locales sur ces aspects là, tu ne peux pas travailler sans le MEHAT ! C'est impossible ! Ça ne peut pas marcher ! Ils ne peuvent pas prétendre qu'il n'y a pas de compétences au sein du MEHAT ! C'est une question de volonté. »

Entretien avec Expert PNUD, 11 janvier 2019

Côté environnement, ce ministère représente la Tunisie auprès de toutes les instances internationales et dans les réunions bilatérales et multilatérales ayant pour thème le développement durable, le changement climatique, la protection de l'environnement et de la nature. En effet, il regroupe tous les points focaux de l'environnement et du climat. Le MALE est chargé également de l'observation de la situation environnementale à l'échelle nationale, sur la base des indicateurs environnementaux et de développement durable via son Observatoire de l'Environnement et du Développement Durable. Par le biais de cet observatoire, le MALE vise à mettre en place un dispositif permettant la collecte, la production, l'analyse, la gestion et la diffusion de l'information sur l'état de l'environnement et le développement durable. Ce ministère se charge également d'aider les planificateurs à prendre des décisions tenant compte des impératifs de la protection de l'environnement et

de ceux de développement, cela notamment à travers son Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) qui approuve ou refuse, en évaluant les études d'impacts sur l'environnement, tout projet de développement. C'est une procédure qui peut être perçue comme contraignante par le ministère de l'équipement dont le premier objectif est de développer l'infrastructure à l'échelle nationale. Un ancien directeur général au sein du ministère en témoigne :

« L'ANPE est très exigeante envers nous, c'est pas un truc formel les études d'impact ! On fait les études environnementales pour tous nos projets. Ces études, il faut qu'elles soient approuvées par l'ANPE, et ils ne sont pas cool avec nous et ce n'est pas aussi simple. Si on veut construire un échangeur par exemple, il nous demande l'effet sonore avant et après, ça sans parler des arbres et tout. Donc il y a une étude environnementale qui doit être faite pour chaque projet. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Le MALE assure aussi la coordination, l'élaboration et l'exécution des programmes nationaux de protection de l'environnement et de prévention des dangers, de suivi des actions d'aménagement. À travers l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) placée sous sa tutelle, il coordonne aussi la protection et la gestion du littoral. Cette mission d'aménagement du littoral le met en relation directe avec les collectivités locales des communes côtières du Grand Tunis. En relation avec la recherche scientifique, le ministère travaille aussi à la promotion des actions de recherche dont le thème porte sur l'amélioration des techniques de protection de l'environnement, de sauvegarde du cadre naturel et de lutte contre la pollution. De même, il assure la promotion des actions de formation et d'éducation dans le domaine de l'environnement et du développement durable et ce en coopération avec les structures nationales, les entreprises concernées et les organisations gouvernementales et non-gouvernementales ; ce qui l'amène à travailler avec la société civile et notamment les associations s'occupant de l'environnement et du climat. La place prépondérante qu'occupe le MALE sur la scène urbaine tunisoise sur la question de changement climatique laisse peu de place aux acteurs de l'urbanisme et peut les mettre en difficulté pour se positionner comme acteurs légitimes aillant les capacités de s'emparer du dossier climat.

D'autres forces émergentes issue de la Révolution : chercheurs et associations

La recherche scientifique en sciences sociales a prospéré suite à la révolution comme en témoigne Vincent Geisser : « Dans le sillage de la Révolution du 14 janvier 2011, la Tunisie est redevenue un « terrain privilégié » pour les sciences sociales, dont le développement avait été jusque-là fortement limité par le contexte sécuritaire et la politique de censure

frappant les milieux de l'enseignement et de la recherche, préservant tout de même certains espaces académiques comme les études anthropologiques, historiques ou littéraires qui paraissent avoir moins pâties des contraintes imposées par le régime autoritaire » (GEISSER, 2016). En ce qui concerne les études urbaines, il existe 4 établissements dans le Grand Tunis au sein desquels l'urbanisme et l'aménagement, la géographie et la géomatique sont enseignés, à savoir l'École Nationale d'Architecture et d'Urbanisme (ENAU), la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis (FSHST), l'Institut Supérieur des Technologies de l'Environnement de l'Urbanisme et du Bâtiment (ISTEUB) et la Faculté des Lettres des Arts et des Humanités de la Manouba (FLAHM). Seules la faculté des sciences humaines (FSHST) et sociales de Tunis et celle de La Manouba (FLAHM) présentent sur leurs sites internet une rubrique recherche avec une liste des laboratoires et d'unité de recherche. Aucun d'entre eux n'est consacré aux études urbaines.

En dépit du manque de structures solides et de moyens pour promouvoir les travaux de recherche en sciences sociales, certains enseignants chercheurs en urbanisme et aménagement, en géographie sociale et en sociologie urbaine réussissent à travailler sur les problèmes urbains, voire même sur les questions environnementales et climatiques en milieu urbains. Par le biais de ces travaux, la recherche urbaine en Tunisie s'ouvre de plus en plus aux questions environnementales. À l'ISTEUB par exemple, des chercheurs travaillent sur les questions de gouvernance urbaine et d'environnement. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, un article sur l'agenda 21 Local intitulé « L'agenda 21 local en Tunisie : des tentatives de démocratisation de la planification du développement durable » (KAHLOUN, 2013). Dans cet article, l'auteur analyse les différentes expériences qui ont marqué le processus de réalisation des Agendas 21 locaux tunisiens durant la période 2000-2011, cela en repositionnant cette question dans un contexte de révolution sociale et de crise de légitimité des structures représentatives et décisionnelles des villes tunisiennes (KAHLOUN, 2013). Des travaux ont émergé aussi de côté de l'ENAU portant sur la vulnérabilité des villes tunisiennes au changement climatique, en mettant la question de l'eau au centre de la problématique du développement urbain (MAHMOUD, 2018). Par ailleurs, l'ISTEUB et l'ENAU ont organisé à Tunis en décembre 2019, un colloque international sur les villes résilientes. Le colloque s'intitulait « Ville résiliente, réalités et perspectives en Afrique et Moyen-Orient » et s'inscrivait dans la section Afrique Moyen-Orient du réseau APERAU²⁰. Des chercheurs travaillant sur l'urbain sont mobilisés par le MEHAT et l'AUGT comme experts afin de fournir un appui technique ponctuel sur quelques pro-

20. L'Association pour la Promotion de l'Enseignement et de la Recherche en Aménagement et Urbanisme regroupe des institutions d'enseignement supérieur du monde francophone qui s'engagent à appliquer les principes d'une charte de qualité dans les formations et diplômes en aménagement et urbanisme qu'elles délivrent. L'APERAU internationale promeut également la recherche scientifique dans le champ de l'aménagement et de l'urbanisme, sous toutes ses formes. (https://www.aperau.org/mission_et_objectifs_aperau.html)

jets. Par exemple, des chercheurs en urbanisme, travaillant sur les instruments de l'action publique territoriale, les SIG urbains et la planification des transports, ont participé en 2014 en tant qu'experts à l'élaboration de la Nouvelle Stratégie Nationale de l'Habitat porté par le MEHAT.

Dans le sillage de la révolution tunisienne, une des plus importantes mutations politiques du pays porte sur la recomposition de sa vie associative. Celle-ci s'est densifiée et elle échappe désormais à la tutelle de l'État ; elle peut ainsi librement prétendre à s'engager dans les différentes affaires du pays. Il était fréquent, au cours des entretiens que j'ai menés, de repérer des expressions telles que « les citoyens ne sont pas prêts », « l'environnement n'est pas une préoccupation importante pour le citoyen », etc. D'ailleurs Riadh Mouakher, l'ancien ministre de l'environnement et des affaires locales, a justifié son projet de la nouvelle police tunisienne de l'environnement par « l'absence de conscience environnementale chez les citoyens »²¹. Cette représentation tenace qu'ont certains dirigeants politiques d'une indifférence généralisée à l'égard de l'environnement stigmatise de manière plus spécifique les catégories populaires, pour qui l'environnement ne serait pas une priorité. Néanmoins depuis la révolution, de multiples mobilisations liées à des problématiques environnementales ont vu le jour, traduisant ainsi une certaine préoccupation pour ces questions. Ces initiatives ne sont pas limitées aux catégories les plus aisées de la population. D'ailleurs, selon le site de l'ANPE²², le Grand Tunis totalise 144 associations environnementales. Pendant mon travail de terrain, j'ai pu m'entretenir avec la présidente de l'association « Dream in Tunisia », le secrétaire général de l'association tunisienne des « Changements Climatiques et du Développement Durable » (2C2D) et la responsable du pôle environnement au sein du « Réseau Alternatif des Jeunes-Tunisie » (RAJ). Ces trois membres de la société civile ont affirmé le rôle structurant que joue aujourd'hui le travail associatif dans l'émergence de la question environnementale et climatique dans l'action publique.

L'association tunisienne des Changements Climatiques et du Développement Durable (2C2D), est une association à caractère scientifique et environnemental. Son objectif est de favoriser l'émergence des débats autour du CC. Cette association travaille plus particulièrement sur la sensibilisation de l'ensemble des composantes de la société civile à l'échelle nationale sur la nécessité de faire face au CC. Elle organise des rencontres scientifiques et participe aux manifestations nationales qui portent sur le sujet. Au-delà de son activité à l'échelle nationale, l'association 2C2D a participé à plusieurs Conférences des Parties (COP) à la CCNUCC et a contribué à la révision du 4ème rapport d'évalua-

21. Discours de Riadh Mouakher dans « les nuits des idées » événement organisé par l'institut Français à Tunis en novembre 2018.

22. <http://www.anpe.nat.tn/Fr/societe-civile/11/147/>

tion du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat). Selon son secrétaire général, les membres de l'association 2C2D collaborent également avec le MALE comme experts afin de fournir un avis sur des dossiers élaborés notamment par les bureaux d'étude privés :

« Aujourd'hui, les ministères sont amenés à revenir vers la société civile. C'est un changement de position radical ! Les seules associations qui font ça auprès des instances officielles, c'est notre association et récemment le Réseau Alternatif des Jeunes de Tunisie (RAJ) »

Entretien avec le secrétaire général de l'association 2C2D, le 30 novembre 2018

La montée en puissance effective de ces associations fait qu'elles peuvent désormais influencer sur l'action publique. Sous la pression de la société civile, le MEHAT a dû renoncer définitivement à la réalisation d'une rocade de liaison entre la cité sportive de Rades, la Route Régionale 33 et l'intercommunale Nord. Ce projet routier allait sacrifier 30 ha de la forêt de Radès, un des rares espaces verts de la banlieue sud de Tunis, a fortement mobilisé la société civile. Le MEHAT, enfermé dans sa logique centrée sur le développement de l'infrastructure, se préoccupe très peu des questions environnementales et climatiques, ce qui peut provoquer des tensions avec la société civile. Sur l'état de ces relations avec le MEHAT, le secrétaire général de l'association 2C2D explique :

« On n'a jamais travaillé avec le ministère de l'équipement. Je pense vraiment qu'il n'est pas ouvert aux questions environnementales, en ce moment, on est en grand désaccord avec eux. Avec d'autres associations, on a porté plainte contre le ministère de l'équipement qui veut faire passer une grande artère routière en plein milieu de la forêt de Rades. C'est un grand bras de fer ! Heureusement que la collectivité locale concernée est aussi contre ce projet et nous a appuyé là dessus. »

Entretien avec le secrétaire général de l'association 2C2D, le 30 novembre 2018

La montée en puissance de la société civile sur les questions environnementales n'est pas perçue positivement par tous les acteurs, comme le démontre le discours ci-dessous d'un responsable du MEHAT :

« La société civile tunisienne bloque aujourd'hui quelques projets de développement. Ils veulent faire comme les associations étrangères ! À l'étranger, ils ont les moyens de faire un pont pour que la route ne passe pas par une forêt ; nous on ne peut pas le faire ! Ils bloquent le projet. Ils vont ainsi laisser leurs concitoyens en difficulté sans cette route qui devait passer par la forêt de Radès. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Le Réseau Alternatif des Jeunes de Tunisie (RAJ) est une autre entité de la société civile tunisienne qui travaille de près sur la question climatique. RAJ-Tunisie s'est créé lors du Forum Social Mondial tenu à Tunis en 2013. Il s'agit d'une organisation qui se fixe comme mission de replacer la jeunesse tunisienne au cœur de l'action publique. Ce réseau s'intéresse particulièrement à l'éducation informelle et à la sensibilisation des jeunes à l'importance de leur participation à la vie publique et aux thématiques environnementales. Il produit aussi de l'expertise en la matière, ce qui permet aux jeunes de l'organisation de se positionner et d'agir comme de réels acteurs du changement.

De ce fait, la sphère académique comme celle associative pourraient jouer le rôle d'acteurs relais permettant de s'associer aux acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement afin de faire émerger la question d'ACC.

Les bailleurs de fonds internationaux : un porteur important dominant de projets locaux sur l'adaptation

Une autre catégorie d'acteurs du développement travaille sur les questions environnementales et climatiques en Tunisie ; ce sont les bailleurs de fonds internationaux. Nous avons analysé dans le premier chapitre l'influence des bailleurs de fonds internationaux dans le processus de traduction locale des incitations internationales en faveur du climat en Tunisie. Ici, au-delà du pouvoir lié aux ressources financières dont disposent ces acteurs de la coopération internationale, nous voulons mettre l'accent sur le rôle qu'ils jouent à travers les projets qu'ils portent. À cet égard, nous mettons la focale sur 3 projets portés par différents bailleurs de fonds, à savoir l'Agence Française de Développement (AFD), l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). À travers l'analyse de ces projets, nous pouvons mieux comprendre la place qu'occupe cette catégorie d'acteurs sur la scène urbaine tunisoise et esquisser leurs relations avec les autres acteurs autour du problème climat.

L'AFD a mis en place Adapt'Action²³, un programme visant à accompagner les pays en développement dans la mise en œuvre de leurs engagements en faveur d'un développement plus résilient. À travers cet outil, l'AFD tente de faciliter l'accès des pays en développement à « la finance climat »²⁴ et à accélérer les investissements d'adaptation. Adapt'Action vise également à mieux appréhender les vulnérabilités climatiques liées au genre et à soutenir les solutions fondées sur la nature. Dans le cas tunisien, l'AFD et le ministère des Affaires locales et de l'Environnement (MALE) coordonnent une feuille de

23. Le programme Adapt'Action a pour objectif de soutenir les pays souhaitant un appui technique dans le déploiement institutionnel, méthodologique et opérationnel de leurs engagements pris dans la lutte contre le changement climatique.

24. Dans le contexte des négociations politiques internationales sur le changement climatique, le terme « Finance climat » est utilisé pour décrire les flux financiers des pays développés envers ceux en voie de développement autour de l'enjeu climat.

route articulée autour de trois axes, à savoir la gouvernance climatique, la déclinaison des Contributions Déterminées au Niveau National en politiques publiques sectorielles et la préparation de projets d'investissement. Pour consolider la gouvernance climat, Adapt'Action contribue à renforcer les capacités nationales autour de la mise à disposition et de l'utilisation des projections climatiques de l'Institut National de la Météorologie (INM). Cet outil vise aussi à faciliter l'intégration de l'adaptation aux impacts du CC dans les dispositifs d'enseignement supérieur et de la recherche. La Tunisie a lancé en 2018 l'élaboration d'un Plan national d'adaptation (PNA) au changement climatique qui va se construire autour de trois grands axes : la sécurité alimentaire, l'aménagement du territoire et les aspects transversaux. Ce plan bénéficie de l'appui d'Adapt'Action (2017-2021) via le financement de l'étude de vulnérabilité qui permettra de déterminer la nature et l'étendue des actions d'adaptation dans les systèmes alimentaires et agroalimentaires face au changement climatique.

L'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a collaboré également avec le MALE à travers son agence d'aménagement et de protection du littoral (APAL) sur un projet intitulé « Adaptation du littoral tunisien aux changements climatiques » qui a commencé en 2010 pour une durée de 3 ans. Ce projet entre dans le cadre du programme global « Adaptation de l'Afrique aux changements climatiques ». Ses principaux objectifs étaient la gestion des données et des informations, le renforcement des capacités de leadership et du cadre institutionnel à l'échelle nationale et locale afin d'aider les acteurs locaux à gérer de manière intégrée les risques liés au CC. En termes de résultats atteints, le projet a débouché sur le développement d'une carte de la vulnérabilité du littoral liée aux risques d'élévation du niveau de la mer, en tant qu'outil d'aide à la décision pour les programmes de planification et de développement des régions côtières. L'observatoire du littoral, à l'APAL, a été renforcé avec des logiciels et du matériel sophistiqué de collecte de données, pour mieux analyser et diffuser les données climatiques en relation avec l'élévation du niveau de la mer et pour appuyer l'élaboration de la stratégie nationale d'adaptation du littoral tunisien aux effets du CC de manière participative. Ce dernier projet visait la mise en place d'un partenariat avec les organisations de la société civile moyennant le financement de six projets d'associations locales à Gabès, Tazarka, Hammam Laghzaz, Sfax, Kerkennah et Bizerte, dans le cadre de la sensibilisation aux effets du CC. En termes d'actions, l'APAL a réhabilité avec l'appui de ce projet, 31 300 mètres linéaires de dunes des plages dans sept localités (Beni Khiar, Chebba, Djerba, Gabès, Korba, Mahdia et Tabarka).

Aux côtés de ces coopérations bilatérales, le PNUD est l'un des principaux organismes multilatéraux de développement actifs en Tunisie. Dans le domaine climatique, le PNUD a travaillé sur un projet intitulé « Lutter contre les Vulnérabilités et les Risques liés

aux Changements Climatiques dans les Zones Côtières Vulnérables de la Tunisie ». Ce projet propose une approche incitant à adopter un ensemble d'instruments juridiques et économiques pour orienter la gestion du littoral vers la prise en compte du CC. Plus précisément, le projet avait comme objectif le renforcement de la capacité institutionnelle pour répondre à l'accroissement des risques dus aux CC dans les zones côtières. La réalisation de cet objectif était faite à travers une proposition juridique visant à intégrer le risque climatique dans des documents stratégiques de planification tels que les Codes provisoires de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme. Le projet a réussi aussi à renforcer le système d'information et d'aide à la décision au niveau de l'observatoire du littoral avec des moyens matériels et logiciels²⁵ pour encourager l'implication des institutions publiques utilisatrices et productrices des données tel que l'INM et le CNCT. Ce projet avait comme objectif de participer à l'opérationnalisation du réseau de suivi et de surveillance et d'alimenter les modèles de risque de submersion, d'érosion et d'inondations liés aux impacts des CC avec des données fiables.

Ainsi les bailleurs de fonds internationaux se positionnent dans le système d'acteurs tunisois comme passeurs d'une expertise vers des institutions qui manquent de moyens financiers, humains et techniques. Par le biais des financements qu'ils peuvent fournir, les bailleurs de fonds pourraient être une véritable ressource pour les acteurs de l'urbanisme pour s'emparer de l'ACC.

2.2.3 Un essai de quantification des rapports de force entre acteurs

À présent que nous avons décrit de manière qualitative les rapports de force entre acteurs, nous allons maintenant mesurer la capacité d'influence de chaque acteur sur les autres. La hiérarchisation des acteurs vise à analyser des relations d'influence et de dépendance entre eux et pour les ordonner selon l'importance du rôle qu'ils jouent par rapport à la problématique de l'émergence de l'adaptation au CC dans les politiques urbaines. En effet, les acteurs ne sont pas aussi puissants les uns que les autres et n'ont pas la même capacité à s'imposer vis-à-vis de l'enjeu émergent de l'ACC. Pour élaborer ce type de hiérarchisation, nous avons construit une matrice d'influences directes dans laquelle sont évaluées les influences et les dépendances entre chaque couple d'acteurs (GODET, 1991).

25. Trois marégraphes, une bouée et un logiciel de modélisation Mike 22

Matrice des Influences Directes (MID) et Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI)

La Matrice d'Influences Directes (MID) décrit les influences directes entre les différents acteurs. En effet, quand un acteur A exerce une influence sur un acteur B, celle-ci est appelée influence directe, alors que si ce même acteur A exerce une influence sur un acteur C et que ce dernier influence à son tour B alors l'influence de A sur B est appelée influence indirecte en utilisant l'acteur C comme relais. Pour remplir cette matrice, nous nous sommes basés sur l'analyse faite plus haut (à partir des entretiens). En plus, nous avons pu organiser deux réunions de travail avec la responsable de la direction de la Gestion des Informations Urbaines à l'AUGT et une architecte en chef de la même direction, afin de mieux positionner l'AUGT dans le système d'acteurs tunisois. Pour quantifier les rapports de force entre acteurs, nous avons adopté le système de notation suivant :

0 : lorsque l'acteur i a peu d'influence sur l'acteur j²⁶

1 : lorsque l'acteur i peut remettre en cause ou favoriser de façon limitée les processus de gestion des projets de j

2 : lorsque i peut remettre en cause ou favoriser la réussite des projets de j

3 : lorsque i peut remettre en cause ou favoriser l'accomplissement des missions de l'acteur j

4 : lorsque i peut remettre en cause l'acteur j dans son existence (i est alors indispensable à l'existence de j)

Le résultat est synthétisé dans la matrice de la figure suivante (fig. 2.6) :

26. i représente les lignes et j les colonnes dans cette matrice

MID	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI
AUGT		1	1	0	1	0	1	0	0
CNCT	2		2	0	2	1	1	0	1
CL	4	0		0	2	1	1	2	0
INM	0	0	0		0	2	2	0	1
MEHAT	4	2	2	0		1	2	2	2
MALE	1	0	3	2	2		1	2	2
RS	2	1	0	0	1	0		1	0
SC	2	0	2	0	2	1	1		1
BFI	1	0	1	1	2	2	1	2	

© LIPSOR-EPIITA-MACTOR

FIGURE 2.6 – Matrice des Influences Directes entre acteurs de l'environnement et de l'urbanisme (Source : Données collectées par Zohra Mhedhbi auprès des acteurs de terrain à travers de campagne d'entretiens, 2018-2019). Avec : AUGT : Agence d'urbanisme du Grand Tunis, CNCT : Centre National de Cartographie et de Télédétection, CL : Collectivités Locales, INM : Institut national de la météorologie MEHAT : Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire, MALE : Ministère des Affaires locales et de l'Environnement, RS : Recherche Scientifique, SC : Société Civile, BFI : Bailleurs de fonds internationaux

Cette matrice a été construite dans le but de présenter les rapports de force directs entre acteurs. Par exemple, le MEHAT exerce un pouvoir de tutelle et de contrôle hiérarchique sur AUGT. Le MEHAT, peut en effet remettre en cause l'existence même de l'AUGT. Ce pouvoir se traduit dans la matrice par une influence direct de 4 du MEHAT sur AUGT (élément en bleu de la figure (fig. 2.6)). Pour ce qui est de l'influence de la Société Civile (SC) sur les collectivités locales elle est quantifiée à 2 (élément en rouge de la figure (fig. 2.6)). En effet, la SC peut appuyer les CL dans leurs projets via l'expertise qu'elle produit ou les empêcher d'accomplir quelques uns qui nuisent à l'environnement. Cette matrice est déjà révélatrice de rapports de force. En effet, la somme des influences directes en ligne montre que les ministères constituent les acteurs les plus influents (15 points d'influence directe pour le MEHAT et 13 pour le MALE). Les sommes des influences directes montrent le grand pouvoir de l'État dans un fonctionnement encore très centralisé. Les aménageurs à l'échelle du Grand Tunis sont les moins influents (4 points uniquement d'influence directe pour l'AUGT). Quant au pouvoir local (CL), il a 9 points d'influence directe. La figure (fig. 2.7) présente la représentation graphique des sommes des lignes de la matrice (les influences directs).

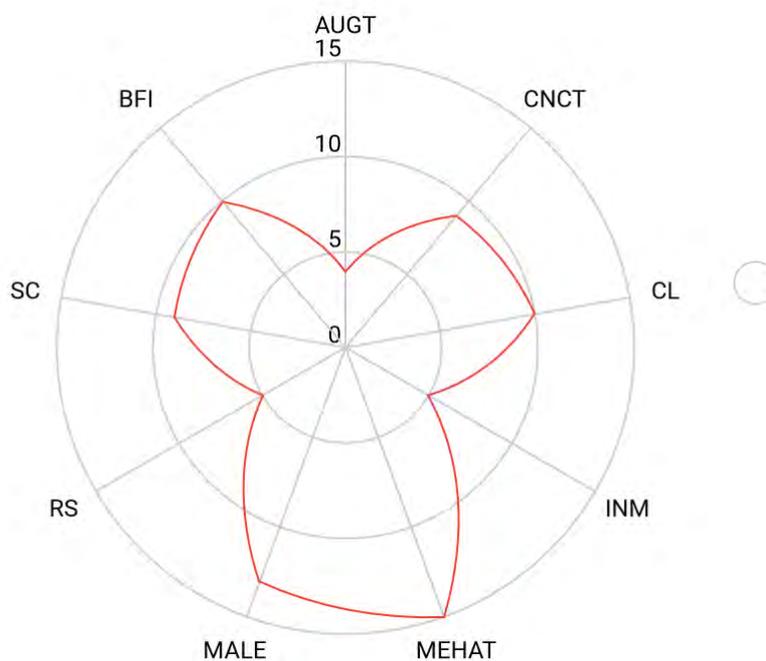


FIGURE 2.7 – Diagramme des Influences Directes entre acteurs de de l'environnement et de l'urbanisme (conception : Zohra Mhedhbi à partir des données présentées par la (fig. 2.6))

Cependant, les rapports de force ne se limitent pas à la simple appréciation des moyens d'actions directs. Il convient donc d'examiner la matrice MIDI des influences directes et indirectes.

L'intérêt de cette matrice est d'apporter une vision plus complète du jeu des rapports de force. La matrice MIDI est générée par le logiciel Mactor. Cependant nous expliquons ici comment les influences indirectes sont déterminées. Chaque élément de la matrice est calculé en appliquant la formule suivante²⁷ :

$$(MIDI)_{ij} = (MID)_{ij} + \sum_{k=1}^k \min((MID)_{ik}, (MID)_{kj}) \quad (2.1)$$

tel que :

- $(MID)_{ij}$ exprime l'influence directe que l'acteur i exerce sur l'acteur j.
- $\sum_{k=1}^k \min((MID)_{ik}, (MID)_{kj})$ représente la somme de toutes les influences indirectes que l'acteur i exerce sur l'acteur j et qui transitent par un acteur k.

Plan des influences et dépendances entre acteurs

Nous obtenons ainsi le plan des influences et dépendances qui fournit une représentation graphique du positionnement des acteurs en fonction de leurs influences et dépendances directes et indirectes nettes (I_i et D_i).

27. Des exemples de calcul des influences indirectes et de rétroaction pour le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement sont présentés à l'Annexe E.

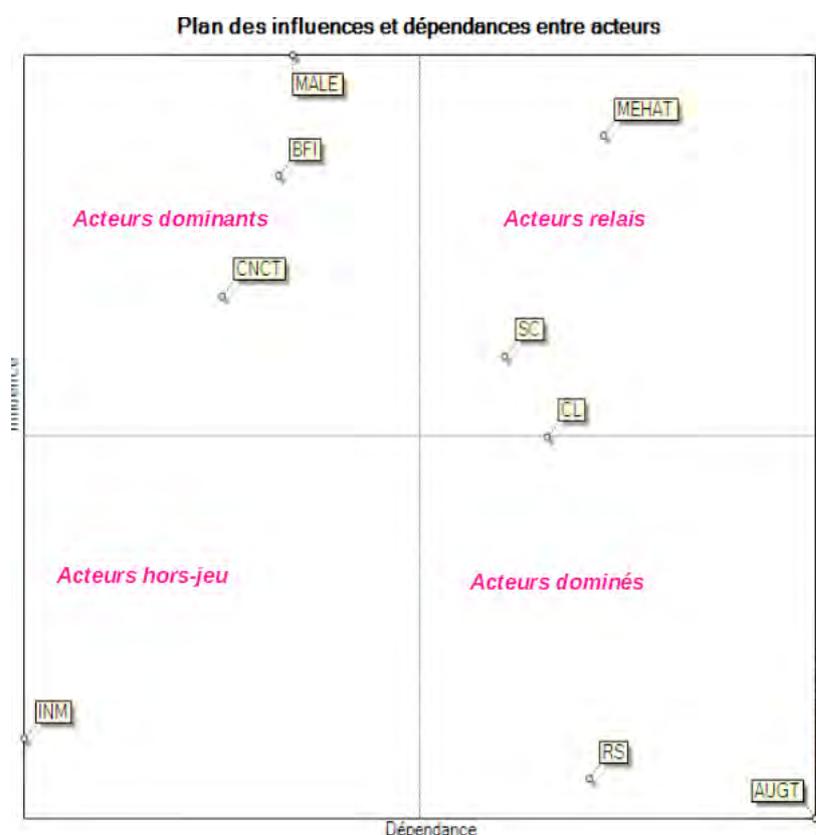


FIGURE 2.8 – Plan des influences et dépendances entre les acteurs de l'urbain tunisois (Rapport Mactor présenté à l'annexe D)

La lecture de cette figure (fig. 2.8) renvoie à une cartographie des positions des différents acteurs de notre système, ce qui nous livre un ensemble d'interprétations construites autour des interactions et des équilibres. Les acteurs dominants, autrement dit qui disposent d'une influence forte sur les autres sans être eux-mêmes fortement influencés, sont le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement (MALE), les Bailleurs de Fonds Internationaux (BFI) et le Centre National de la Cartographie et de la Télédétection (CNCT). Le MALE dispose de la légitimité auprès des autres acteurs de portage de la question d'adaptation au CC. Grâce à cette légitimité, qui est une vraie source de pouvoir, la mobilisation autour de l'ACC est plus aisée pour cet acteur qui se présente comme un leader potentiel. Ce qui augmente son influence, c'est le fait qu'il soit reconnu en tant que leader par les autres acteurs du territoire qui lui ont d'ores et déjà accordé cette position :

« Ce n'est pas à nous de réfléchir à la question climatique, ça relève plutôt des missions du ministère de l'environnement. »

Discussion avec une directrice à l'AUGT, janvier 2018

À la municipalité du Bardo, en me présentant pour demander un rendez-vous pour un entretien avec le chargé de l'urbanisme, ce dernier a refusé catégoriquement de me l'accorder en m'expliquant :

« Je ne comprends pas pourquoi vous venez nous voir pour des histoires d'environnement. Il faut que vous vous renseigniez sur quoi on travaille avant de nous demander un rendez-vous ! Je vous conseille d'aller voir au ministère de l'environnement, c'est eux qui se chargent de ces questions ! C'est un service d'urbanisme ici ! »

Discussion avec chargée d'urbanisme à la municipalité du Bardo, février 2019

Ce passage montre que certains acteurs de l'urbanisme ne s'intéressent pas à l'environnement et estiment que les questions environnementales et climatiques ne relèvent pas de leurs fonctions.

Les bailleurs de fonds internationaux (BFI) font également partie des acteurs dominants et leur principale source de pouvoir est d'origine financière. Le pouvoir économique peut placer l'acteur en position dominante sur le territoire. En effet, pour agir sur le développement, les BFI se positionnent, d'une part, en soutien financier aux acteurs, et d'autre part, en appui au niveau institutionnel pour le renforcement des capacités techniques et réglementaires :

« Les bailleurs de fonds ont les moyens et leurs experts disposent d'une grande expérience dans le domaine de l'environnement et du climat. Je pense que leur participation est primordiale, surtout pour les collectivités locales qui ne disposent ni d'argent ni d'experts. »

Entretien avec un architecte urbaniste de la municipalité de Tunis, 20 décembre 2018

Le CNCT, quant à lui, dispose de ressources techniques fortes. Ces ressources lui confèrent des compétences lui permettant de se présenter comme « expert » devant les autres acteurs. Ce qui renforce aussi sa position, c'est l'appétence des acteurs pour les objets techniques, comme en témoigne la ruée d'un grand nombre d'institutions sur les SIG. S'ajoute à cela l'incapacité de certains acteurs institutionnels à gérer les données et à les utiliser pertinemment à des fins opérationnelles. Cette expertise procure donc le statut de formateur au CNCT. Cette réalité le met d'emblée en position d'exercer un pouvoir pour transmettre aux autres acteurs un certain savoir et savoir faire.

Les acteurs relais qui occupent le cadran Nord-Est du schéma de la (fig. 2.8) sont à la fois fortement influents et fortement dépendants. Leur position dans ce cadran signifie qu'ils disposent de moyens d'action pour mener à bien leurs projets, mais qu'ils sont également sous l'influence des actions que déploient sur eux les autres acteurs. C'est le cas du MEHAT qui ne peut, pour le moment, qu'intervenir comme relais vis à vis de la problématique d'ACC compte tenu qu'il ne dispose pas de ressources techniques propres, ce qui le prive d'un pouvoir lié à une forme d'expertise en la matière. Néanmoins, cet

acteur reste influent compte tenu de sa position hiérarchique dans un système centralisé.

En dépit de sa montée en puissance suite à la révolution, l'influence de la société civile demeure faible. Sa capacité à exercer une influence n'est possible qu'à travers des actions de sensibilisation ou la production d'une certaine expertise. Sa dépendance reste importante à l'égard des autres acteurs du système.

Les collectivités locales (CL) sont situées à la limite entre le cadran des acteurs relais et celui des dominés (fig. 2.8). Cette position, peut s'expliquer par le fait que le processus de décentralisation, qui est entrain de se mettre en place, leur confère un certain pouvoir, mais ce pouvoir reste limité. La dépendance à l'égard des autres acteurs reste également forte étant donné que ce long processus vient juste de commencer et que ces CL ne disposent pas pour le moment des ressources nécessaires pour s'attaquer à la problématique d'adaptation de leurs territoires au CC.

Les acteurs dominés qui figurent dans le cadran Sud-Est sont l'AUGT et les chercheurs (fig. 2.8). Ces acteurs sont fortement influencés par les autres et disposent de peu de pouvoir leur permettant de porter la problématique de l'ACC. L'AUGT étant une simple agence technique, elle ne dispose d'aucun pouvoir économique ou politique. Ce manque de pouvoir limite d'une certaine façon ses capacités à impulser la question de l'ACC à l'échelle du territoire du Grand Tunis. Faute de moyens, la recherche scientifique demeure un acteur faible sur le territoire. Cette faiblesse révèle également un écart important entre la recherche académique et l'action publique.

Le cadran Sud-ouest présente les acteurs autonomes appelés aussi acteurs hors-jeu, c'est à dire ceux qui sont à la fois faiblement influents et faiblement dépendants. L'INM occupe cette position dans notre analyse. Comme cette institution commercialise ses données, elle est perçue par les autres acteurs comme réfractaire à la diffusion gratuite des informations, des connaissances et du savoir faire. Cette perception négative limite son influence et la met de fait en situation de « hors jeu ». La position de l'INM montre que si l'intérêt de l'acteur est focalisé sur le gain économique, ce qui risque de constituer un frein majeur à l'extension de son pouvoir et à sa contribution à une démarche à une échelle large. En dépit de sa grande compétence et de la pertinence de son expertise, l'expert tunisien en matière de climat n'arrive pas à se positionner dans le système d'acteurs.

En guise de conclusion de cette section, nous calculons l'indicateur de rapport de force de tous les acteurs. En effet, le rapport de force d'un acteur sera d'autant plus élevé que son influence sera élevée, sa dépendance faible et sa rétroaction faible. Ne vouloir considérer que l'influence relative d'un acteur pour mesurer son rapport de force avec l'ensemble des autres acteurs est insuffisant : un acteur peut très bien avoir à la fois une influence très

forte, une dépendance également très forte et en même temps une rétroaction importante : son rapport de force avec les autres acteurs du système sera alors très faible. Par contre, un acteur ayant une influence moyenne, mais une dépendance et une rétroaction nulles, aura un rapport de force important avec l'ensemble des acteurs. À partir des mêmes données, c'est-à-dire de la matrice des influences directes et indirectes MIDI, nous pouvons calculer les rapports de forces entre acteurs, en utilisant la formule suivante :

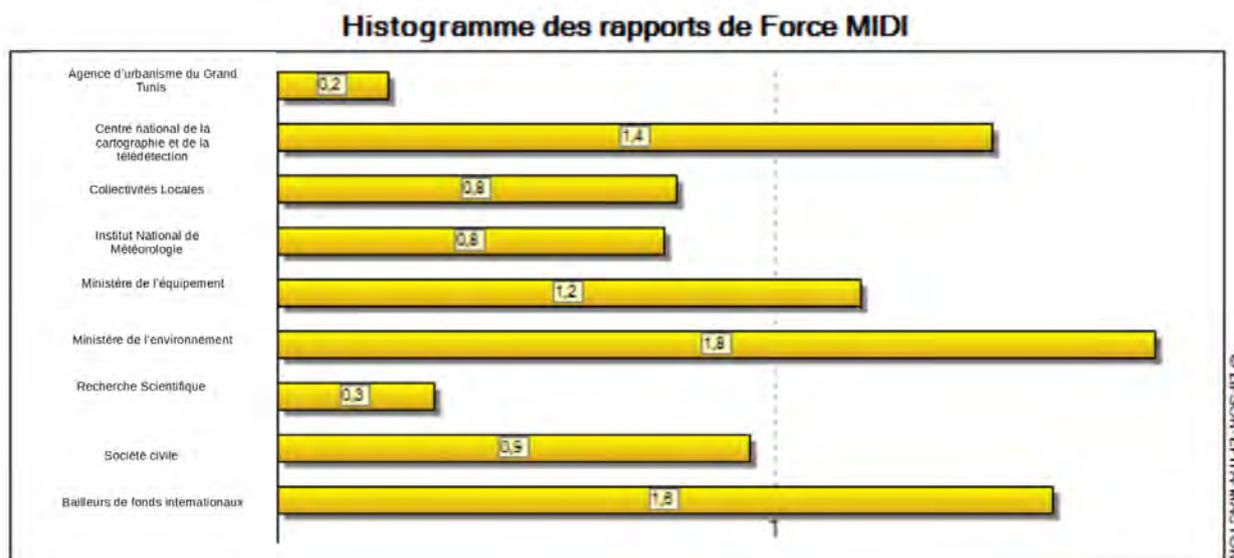


FIGURE 2.9 – Histogramme des rapports de force des acteurs de l'urbain du Grand Tunis (Rapport Mactor présenté en Annexe D)

Les rapports de force indiquent le poids relatif de chaque acteur dans le système. Nous pouvons, par exemple, constater à partir de cet histogramme que le MALE reste l'acteur le plus puissant en ayant l'indicateur de rapport de force le plus élevé (1,8). Il est suivi des bailleurs de fonds internationaux (1,6) qui disposent des fonds nécessaires pour travailler sur la question climat et d'un large panel d'experts. Par la suite vient le CNCT, le plus grand détenteur de données géographiques en Tunisie. Le ministre de l'équipement ayant un Ri égale à 1,2 détient sa force du fonctionnement centralisé du système de gouvernance. La société civile et les collectivités locales disposant pratiquement du même indice de rapport de force, sont capables de jouer le rôle d'acteurs relais permettant d'œuvrer en faveur de l'ACC. Quant à l'agence d'urbanisme, elle reste l'acteur le plus faible du système vis à vis à la question d'ACC, avec une valeur de Ri de 0,2.

2.3 conclusion

Ce chapitre visait à comprendre les dynamiques d'acteurs qui se constituent autour de la question d'ACC et à révéler la place qu'occupent les acteurs de l'urbanisme dans cette

dynamique. Nous avons tout d'abord identifié les acteurs clés pour l'émergence de l'ACC sur le territoire tunisois afin d'analyser leurs intérêts et leurs préoccupations. Nous avons pu montrer que les acteurs de l'urbanisme font face à un grand nombre d'obstacles qui peuvent entraver l'émergence de l'ACC dans leurs pratiques. Parmi ces obstacles, nous pouvons citer un manque de moyens financiers et humains, des documents d'urbanisme caducs et une dichotomie entre planification économique et planification spatiale.

Par la suite, en analysant le fonctionnement des autres acteurs centraux par rapport à la problématique d'ACC, nous retenons que la place de l'État reste prépondérante. Cependant, des acteurs émergents ont commencé à se faire une place sur la scène urbaine tunisoise depuis la révolution. Ces acteurs, notamment les différentes composantes de la société civile, peuvent jouer le rôle d'acteurs relais pour promouvoir la problématique d'ACC. Tout comme le levier financier joue pour les bailleurs de fonds, la production de données constitue une ressource importante pour certains acteurs comme le CNCT et l'INM. Cependant, cette expertise technique peut être insuffisante pour équilibrer les rapports de force. C'est le cas de l'INM qui, en dépit de son expertise, n'arrive pas à fédérer les acteurs autour de l'ACC.

Nous avons pu par la suite quantifier les rapports de force entre la totalité des acteurs en utilisant la méthode MACTOR. Cette méthode nous a permis de les classer en acteurs dominants, relais, dominés et hors-jeu. Il en ressort que l'acteur le plus dominant est le MALE, alors que le moins influant sur la problématique de l'ACC est l'AUGT. Nous retenons de cette analyse que les acteurs de l'urbanisme ne figurent pas dans les acteurs dominants dans le système d'acteurs tunisois par rapport à la problématique d'ACC. Le MEHAT fait partie de la catégorie de acteurs relais qui ont la capacité de promouvoir l'ACC, mais qui restent très dépendants des autres acteurs, notamment les détenteurs d'expertise et ceux ayant de grandes ressources financières. Quant à l'AUGT, son fonctionnement interne et l'image négative qu'elle renvoie auprès de ses partenaires la placent en catégorie d'acteur dominé, très dépendant et très peu influent. Enfin, les collectivités locales sont à la frontière des acteurs relais et dominants, ce qui traduit le fait que le processus de décentralisation n'en est qu'à ses débuts.

L'analyse des jeux d'acteurs nous a éclairé sur la place qu'occupent les acteurs de l'urbanisme sur la scène urbaine tunisoise. Pour compléter l'analyse des facteurs empêchant la mise à l'agenda de l'ACC dans l'action publique tunisoise en matière d'aménagement, il convient d'analyser les représentations sociales que se font les acteurs de l'ACC et de l'urgence d'agir en faveur du climat.

L'adaptation au changement climatique à l'épreuve des représentations sociales des acteurs

La construction des politiques publiques passe par la définition d'objectifs qui sont eux-mêmes définis à partir d'une représentation du problème, de ses conséquences et des solutions envisageables pour le résoudre (MULLER, 2010). À cet égard, nous analyserons au cours de ce chapitre les représentations sociales de l'adaptation au CC des acteurs professionnels et institutionnels de l'aménagement et de l'environnement afin d'identifier si le problème est, d'une part, considéré suffisamment grave et, d'autre part, s'il est jugé comme nécessitant une intervention publique. Pour mener cette analyse, nous nous appuyons sur une enquête par entretiens semi-directifs que nous avons réalisée de l'automne 2018 à l'hiver 2019. Nous mobilisons également les résultats de la période d'observation passée au sein de l'AUGT pendant le mois de janvier 2018, qui comprend entre autres des discussions informelles et la participation aux activités quotidiennes de l'agence. Cette analyse nous amène à réfléchir à la manière dont les individus évaluent l'adaptation au changement climatique, sous l'angle de la distance psychologique (TROPE & LIBERMAN, 2003) En effet, la théorie des niveaux de construits¹ montre que le niveau de représentation d'un objet ou d'un événement est déterminé par une distance psychologique (TROPE et al., 2007). Cette distance dépend « de la distance spatiale (éloignée ou proche), temporelle (passée, future, présente), sociale (l'individu, les autres) et hypothétique (événement probable ou assuré) entre l'individu et l'objet » (MICHEL-GUILLOU et al., 2017, p. 188). Ce concept est mobilisé dans le cadre des études sur le CC (MILFONT, 2010; SPENCE et al., 2012) pour montrer que l'intérêt porté à ce phénomène est minime lorsque le phénomène et ses conséquences sont perçus comme éloignés en termes temporel, spatial, social ou hypothétique. Les quatre aspects de la distance psychologique influencent la construction mentale de l'objet qui elle-même guide les comportements associés (TROPE et al., 2007).

1. La théorie des niveaux de construit (Construal Level Theory, Trope, & Liberman, 1998, 2003) propose un cadre théorique qui permet d'analyser la manière dont les individus se représentent leurs actions, comment ils les évaluent et de quelles façons ils prennent des décisions.

Dans un premier temps, notre analyse s'attache à mettre en exergue le contenu des représentations sociales de l'adaptation au CC des différents acteurs interrogés. Nous apportons, par la suite, un éclairage sur les effets de la distance psychologique sur l'adoption de mesures effectives pour s'adapter aux conséquences du CC. En effet, se représenter le CC comme psychologiquement distant peut générer des interrogations chez les acteurs sur la pertinence de la mise en place immédiate d'une intervention publique pour la lutte contre le CC et l'adaptation à ses effets. Nous interrogerons en complément les logiques d'actions des acteurs de l'urbain. En effet, l'entrée par les logiques d'action permet de comprendre les motifs d'action des acteurs à partir des discours qu'ils tiennent à propos de leur propre conduite (AMBLARD et al., 2015). Nous adoptons cette entrée afin de rendre compte de la manière dont les acteurs justifient leurs propres pratiques. Étant entendu que les représentations que se fait un individu d'un événement ou d'un phénomène ne peuvent être analysées indépendamment du contexte au sein duquel elles se sont formées et ont évolué (ABRIC & GUIMELLI, 1998), nous présenterons en dernier lieu les contextes institutionnel et organisationnel tunisois afin de préciser leurs impacts sur les représentations des enquêtés et sur les logiques d'action qui s'en nourrissent. L'analyse de ces contextes éclairera notamment la situation d'action dans laquelle les acteurs évoluent, composante essentielle de l'analyse par des logiques d'action. En définitive, ce chapitre dépeint le rôle des représentations sociales des acteurs et de leurs logiques d'actions dans les processus de mise à l'agenda de l'adaptation au CC dans les politiques urbaines tunisoises.

3.1 Les représentations des acteurs tunisois de l'adaptation au changement climatique

Cette section du chapitre explore les représentations sociales liées à la notion d'adaptation au CC auprès des acteurs locaux publics, privés et associatifs interrogés.

3.1.1 Une perception de l'adaptation limitée aux effets du changement climatique

La question de l'adaptation n'est pas abordée directement par la majorité des acteurs interrogés ; elle laisse la place dans un premier temps à la description des effets du CC. Dès lors que nous évoquons, au cours des entretiens, la question de l'Adaptation au Changement Climatique (ACC) sur le territoire tunisois, les commentaires des interviewés s'orientent d'abord vers les phénomènes météorologiques. En premier lieu, viennent les fortes précipitations qui provoquent des inondations. Les acteurs insistent sur ce phénomène et sur son intensité grandissante :

« Les pluies qu'on a eues en octobre, moi personnellement je n'ai jamais vu de pluies aussi fortes, c'est vraiment de plus en plus fort. »

Entretien avec un architecte urbaniste de la municipalité de Tunis, 20 décembre 2018

Les acteurs tissent un lien direct entre les pluies torrentielles et la saison automnale. On voit ce lien au travers des phrases comme : « C'est en automne qu'on a plus de pluies difficiles à gérer », « pour les pluies, c'est pendant les mois de septembre et octobre que ça dégénère ». La région est ainsi perçue comme habituellement exposée à des pluies torrentielles automnales, ce qui est confirmé par les observations météorologiques. En effet, les pluies automnales prennent souvent un caractère orageux et se distinguent par de fortes intensités (FEHRI, 2014). Cependant, le caractère saisonnier et habituel des pluies torrentielles représenté par les acteurs peut entraver, dans une certaine mesure, la saisie de l'enjeu de l'adaptation à ce phénomène. Seuls trois interviewés soulignent l'extension de ce phénomène à d'autres saisons. Les ingénieurs de l'INM et de l'ANME trouvent que cette extension est le résultat normal et attendu du dérèglement climatique. Un cadre du Ministère de l'Environnement met en avant le caractère inhabituel de cette extension :

« On a des pluies torrentielles qui ne cessent d'augmenter en intensité et en fréquence, ça arrive comme d'habitude en automne mais aussi bizarrement pendant d'autres saisons, parfois même l'été. »

Entretien avec un directeur général au Ministère de l'Environnement, 4 janvier 2019

L'identification de ces modifications par certains interviewés témoigne d'une certaine tangibilité des effets du CC et de leur expertise climatique. Ce changement affecte l'intensité et la fréquence des pluies. Ce caractère tangible facilite l'émergence d'un premier pas d'appropriation du CC. En outre, si les acteurs insistent prioritairement sur cet aléa, c'est parce qu'il touche à des secteurs clés fragilisés tels que l'agriculture.

« Les pluies telles que nous (les) connaissons aujourd'hui provoquent des dommages énormes pour les cultures »

Entretien avec une enseignante à l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, 8 janvier 2019

En effet le CC est perçu comme un risque affectant la rentabilité des projets agricoles. Les impacts d'une variabilité accrue du climat et de phénomènes météorologiques plus extrêmes et fréquents peuvent mettre en péril le secteur agricole, ce qui exacerbe des vulnérabilités déjà présentes sur le territoire, comme en témoigne un membre de l'association « Changement Climatique et Développement Durable » :

« Les inondations qu'on a eu à Nabeul (ville à 60 km de Tunis), je ne sais pas combien d'hectares ça a endommagé et combien de têtes de bétail ont été perdues ! C'est une catastrophe économique. Les agriculteurs sont parfois surpris par des pluies destructrices de cultures déjà fragilisées »

Entretien avec un membre de l'association « Changement Climatique et Développement Durable », 30 novembre 2018

Nous avons pu ainsi relever que le CC renvoie chez certains acteurs à une menace pour l'agriculture et à un problème de ressources. Cette représentation du problème climat est alimentée par un contexte institutionnel qui a saisi la question climatique à travers un grand investissement dans le secteur agricole². La plupart des acteurs associent le CC à un danger, avec une différence de perception entre ceux de l'environnement et ceux de l'équipement :

- La crainte associée au changement climatique émerge dans le discours de certains acteurs -institutionnels comme associatifs et scientifiques- travaillant dans le champ de l'environnement ; elle se traduit par des mots tels que « le danger », « le risque », « la protection », « l'inquiétude ». Ces termes sont associés à des enjeux de sécurité qui renvoient essentiellement à la préservation de la vie humaine. L'exemple qui revient dans la majorité de ces entretiens concerne le grand nombre de morts pendant les épisodes d'inondations. On peut y lire une relative prise de conscience de l'accroissement des risques associés au CC.
- Les ingénieurs du MEHAT associent également le CC à un danger, mais pour eux, ce danger concerne plutôt les biens matériels et notamment l'infrastructure :
« Si on parle du CC, le plus grand problème que nous sommes en train de rencontrer, ce sont les inondations. Cela devient vraiment un danger tous ces épisodes que nous subissons chaque année, ça menace fortement nos infrastructures. On a même des ponts qui s'effondrent à cause des pluies exceptionnelles qu'on subit. »

Entretien avec un ingénieur en chef au MEHAT, 23 janvier 2019

La perception du risque peut motiver les individus à agir afin d'ajuster la situation et éviter le danger. Pour leur part, les ingénieurs du MEHAT se représentent cet ajustement à travers le prisme de la résilience fonctionnelle (BARROCA et al., 2012). Cette notion s'est construite autour de l'idée que les systèmes techniques jouent un rôle majeur dans la diffusion du risque. Ils se comportent comme des propagateurs de dysfonctionnement par leur extension géographique et par leurs interdépendances (FELTS et al., 2002). La mise en œuvre de la résilience fonctionnelle pourrait se réaliser par des actions de fiabilisation impliquant par exemple une surprotection des ouvrages par rapport à la situation courante :

« On doit se protéger contre les inondations et donc faire nos calculs sur des périodes de retours plus grandes, même si ça nous coûtera plus cher ! Ce sont des mesures de protection que nous devons suivre. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et

2. Chapitre 1

chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Les interviewés appréhendent l'adaptation dans une logique de précaution et de sécurité des personnes et des biens. En effet, il y a eu plusieurs événements d'inondation dans la région tunisoise qui ont marqué les esprits telles que les inondations de 2007 (fig. 3.1) qui ont causé selon la presse du 14 octobre 2007 la mort d'au moins neuf personnes, huit autres ayant été portées disparues à Tunis et dans ses banlieues :

« On a toutes les années des morts à cause des inondations, c'est de plus en plus fréquent en plus, avec les collègues on en a parlé plusieurs fois! Ça génère de l'inquiétude. »

Entretien avec un membre de l'association RAJ, 23 janvier 2019



FIGURE 3.1 – Pluies torrentielles du 13 octobre 2007 à Tunis (source Fethi belaid AFP)

Il faut noter que la présente enquête a démarré en octobre 2018, quelques jours après les inondations qui ont frappé le Grand Tunis (fig. 3.2), et en particulier le centre-ville, bloquant complètement le trafic des voitures et même certaines lignes de tramway³.



FIGURE 3.2 – Les inondations d'octobre 2018 (source : journal électronique Tunisie Numérique)

Dans la même période de l'année 2018, des pluies diluviennes se sont abattues sur le Cap Bon, la région nord-est de la Tunisie, donnant lieu à des inondations qui ont fait au moins cinq morts et qui ont détruit routes, commerces et véhicules⁴. Tous ces événements

3. <https://www.tunisienumerique.com/?p=388336>

4. <https://www.lapresse.ca/international/afrique/201809/23/01-5197649-tunisie-des-pluies-torrentielles-font-5-mo.php>

d'inondation ont créé une sorte de priorisation des aléas à traiter selon la dangerosité perçue :

« Avec ce qui se passe aujourd'hui au Cap Bon, on devrait avec toutes les parties prenantes se mettre à travailler sur les inondations, c'est ça le vrai problème. »

Entretien avec un directeur général au Ministère de l'Environnement, 4 janvier 2019

Les acteurs ont tendance à privilégier, parmi les effets du CC, les pluies torrentielles et les inondations. Cette sélection et hiérarchisation des aléas à traiter a une influence sur les réponses qui peuvent être formulées par les pouvoirs publics :

« Ce qui nous pose vraiment problème, ce sont les inondations. C'est dommage que vous avez choisi de travailler sur les vagues de chaleur. Il fallait s'intéresser au vrai problème du territoire tunisois ! Au lieu de s'éparpiller comme ça, on doit se donner les moyens nécessaires pour lutter contre ce qui nous menace ! »

Entretien avec une directrice à l'AFH, 12 février 2019

Contrairement aux pluies torrentielles et aux inondations, la sécheresse a été moins présente dans les discours des interviewés ; elle a néanmoins été évoquée par trois enquêtés de la société civile et deux du ministère de l'environnement. Ces cinq interviewés ont déjà travaillé, de manière ponctuelle ou régulière, avec le ministère de l'agriculture sur la question de l'eau. La sécheresse est appréhendée à travers l'irrégularité de la pluie et ses impacts négatifs sur les productions agricoles.

« On ne sait plus quand est-ce qu'il va pleuvoir, le manque d'eau rend les choses difficiles pour l'agriculture. »

Entretien avec une chargée de mission au cabinet du ministre de l'environnement, 11 décembre 2018

La sécheresse est ainsi traduite à partir de la question des ressources en eau qui constituent un élément essentiel du développement économique et social en Tunisie. S'ajoute à la sécheresse, la pression exercée sur les ressources en eau qui s'est accentuée au cours des dernières décennies en lien avec la croissance démographique et le développement des activités économiques. Dans ce contexte de rareté de la ressource en eau, l'élévation du niveau de la mer est aussi abordée par le biais de ses effets sur la qualité des ressources en eau :

« Avec la montée du niveau de la mer, on perd énormément de ressources en eau. »

Entretien avec une directrice à l'AFH, 12 février 2019

Outre ses effets sur la pénurie de l'eau et la dégradation de sa qualité, l'élévation du niveau de la mer est abordée sous l'angle des dommages physiques qu'elle induit. Cet aléa a été évoqué notamment par les enquêtés appartenant à l'Agence Foncière d'Habitation (AFH) et au MEHAT, comme étant l'un de ceux qui posent le plus de problèmes :

« On a exigé des études spécifiques pour le domaine public maritime afin de se protéger contre les montés des eaux de mer. L'élévation de la mer est le deuxième problème qu'il faut attaquer après les inondations. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

L'expérience et la proximité du littoral joue un rôle clé dans la perception des risques associés à l'élévation du niveau de la mer. Ainsi, tout comme pour les inondations (BURNINGHAM et al., 2008), le fait de percevoir des indices visuels de la menace aurait pour effet de sensibiliser davantage à l'existence de cet aléa :

« Moi j'ai une maison près de la mer au sud de la région tunisoise, c'est impressionnant comme la mer a avancé, il n'y a quasiment plus de plage »

Entretien avec le point focal Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction au MEHAT, 19 décembre 2018

Spatialement, il ressort de l'enquête que le phénomène d'augmentation du niveau de la mer est perçu comme étant plus aigu au sud de la région tunisoise, dans la commune de Hammam-Lif :

« Les côtes de Hammam-Lif sont les plus touchées par l'élévation du niveau de la mer ! A part l'élévation du niveau de la mer, pour le Grand Tunis, tous les autres aléas restent à peu près gérables, il y a aussi bien évidemment les inondations »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

La hiérarchisation des aléas climatiques qui ressort du discours de la plupart des enquêtés place la montée des eaux de mer en seconde position, juste derrière les inondations qui restent le premier problème et sont assimilées à un grave danger. Un autre interviewé appartenant à la sphère académique se représente cet aléa à travers ses impacts sur l'économie, notamment sur le secteur touristique :

« On n'a plus de plage à cause de l'élévation du niveau de la mer, c'est malheureux pour un pays comme la Tunisie où le tourisme est essentiellement balnéaire ! Oui, oui, malheureusement ça touche toutes nos plages »

Entretien avec une enseignante-chercheuse à la faculté des sciences humaines et sociales de Tunis, 6 février 2019

À l'instar des pluies torrentielles et ses impacts sur l'agriculture, ce sont les enjeux économiques de l'élévation du niveau de la mer qui sont évoqués ici, à travers ses effets sur le

tourisme qui demeure un des secteurs clés de l'économie tunisienne. Cette logique économique pourrait ainsi constituer un levier pour investir dans l'adaptation au changement climatique afin de relancer l'économie. Il ressort également de cette enquête l'absence de l'aléa vague de chaleur dans la majorité des discours. Cet aléa n'est jamais évoqué spontanément, et s'il émerge dans certains discours, c'est la plupart du temps après les inondations et l'élévation du niveau de la mer. Au cours des entretiens, quand j'abordais la question de l'augmentation de la température et des épisodes caniculaires, les acteurs adoptaient généralement des discours déniaient l'existence même de cet aléa :

« Quand on parle du CC, pour moi l'été on n'a pas de problème ! On gère bien la chaleur ici ! Ça fait partie de notre réalité ! On va à la mer, on ne sort pas pendant les heures les plus chaudes et c'est tout ! Ce n'est pas nouveau ça, c'était comme ça depuis toujours. »

Entretien avec une architecte urbaniste dans le secteur privé, 21 janvier 2019

Nous notons ici un certain déni vis à vis à l'élévation de la température qui engendre une forme d'adaptation se traduisant par de simples ajustements des comportements. Cet ajustement renvoie à l'idée que des modifications ponctuelles peuvent suffire afin de compenser les éventuels déséquilibres occasionnés par le dérèglement climatique. L'adaptation pourrait ainsi être entendue comme « l'ensemble des mesures et ajustements faits par des personnes, des organisations ou encore des êtres vivants permettant ou avec l'intention d'éviter ou de profiter encore plus des effets directs et indirects du changement climatique. » (DUMAS, 2006, p. 31). A ce stade, cette définition confirme les résultats de notre enquête dans la mesure où les stratégies adoptées par les acteurs tunisois face au changement climatique ne dépassent pas des simples ajustements par le comportement que de véritables actions collectives en faveur de l'ACC. D'autres enquêtés vivent les vagues de chaleur comme des situations gérables et peu gênantes, surtout en les comparant au passé où le recours à la climatisation n'était pas possible :

« Aujourd'hui on a des climatiseurs, la chaleur était beaucoup plus contraignante avant que les climatiseurs se répandent. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

Depuis plusieurs décennies, la Tunisie connaît une généralisation accélérée des appareils de climatisation. Cette réponse individuelle et symptomatique au problème des canicules présente plusieurs inconvénients dont la forte consommation d'énergie, l'aggravation de l'îlot de chaleur urbain et l'augmentation des émissions de GES, laquelle aggrave à son tour le problème du changement climatique. La disponibilité de cette solution technique et sa relative démocratisation participent à masquer l'enjeu des vagues de chaleur. De nombreux acteurs ne perçoivent pas le besoin de développer des stratégies d'adaptation collectives, notamment à l'échelle urbaine, et relèguent l'effort d'adaptation à cet aléa

dans la sphère domestique et privée. En outre, les nouvelles pratiques architecturales et urbaines se veulent en rupture totale avec les architectures vernaculaires aux caractéristiques bioclimatiques pourtant favorables à la lutte contre la chaleur. Cette rupture se manifeste en particulier à travers la multiplication des grands immeubles de bureaux aux façades entièrement vitrées, qui nécessitent le recours à la climatisation six mois dans l'année. D'ailleurs, la climatisation généralisée des bâtiments tertiaires transforme les usages, les modes et les rythmes de vie de nombreux tunisiens :

« On a des collègues qui évitent de prendre leurs congés pendant la saison estivale ; dans les bureaux, ils peuvent mettre à fond la clim tout au long de la journée. »

Discussion avec un agent l'AUGT, janvier 2018

Nous notons ainsi que les stratégies d'adaptation adoptées se réduisent à de simples ajustements des comportements et à des mesures réactionnelles à prendre lors des épisodes de vagues de chaleur. Ce fonctionnement occulte toutes formes d'anticipation des effets du CC. Du fait que la stratégie d'adaptation à la chaleur la plus répandue est le recours massif à la climatisation sur les lieux de travail et de résidence, de nombreuses coupures d'électricité ont lieu régulièrement en été depuis dix ans et touchent l'ensemble du territoire tunisien. Ce phénomène est appelé « black-out » par les énergéticiens. Par exemple, pendant la deuxième semaine de juillet de l'année 2012, il y eut plusieurs coupures. La Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz (STEG) a indiqué que ces coupures étaient dues à une augmentation spectaculaire de la consommation, dépassant le niveau maximal possible de production électrique : « Le pic réalisé, le 11 juillet 2012, a atteint 3.33 MW contre 3.024 MW en juillet 2011. La consommation qui évolue en moyenne de 5% habituellement [par an], a augmenté de 10,2% [sur la période citée]. Un tiers de cette consommation incombe à la climatisation »⁵. Selon le journal Tunisien La Presse (2019), « Les simples citoyens ne se privent plus de ce «lux», parfois, au détriment d'autres priorités. En général, les tunisiens ne lésinent pas sur les moyens et casquent pour se doter de cet appareil qui leur garantit le confort, hiver comme été. Ils oublient ou essaient d'oublier les sacrifices qu'ils devront consentir à la réception de la facture de la STEG. »⁶. Seuls deux interviewés, en évoquant le CC, ont fait directement le lien avec la question de l'énergie, ce qui s'explique aisément compte-tenu de leurs formations. Ce sont en effet deux ingénieurs énergéticiens (INM et MEHAT) qui affirment que l'impact du CC se manifeste notamment à travers la consommation énergétique :

« Le CC aggrave nos problèmes relatifs à l'énergie. La consommation de l'énergie augmente hiver comme été! On climatise et chauffe partout... même nos voitures! C'est fou qu'on ne soit pas conscients du la précarité énergétique dans laquelle on est en train de plonger! On n'est pas prévoyant en Tunisie, on vit au jour le jour!

5. <https://www.webmanagercenter.com/2012/07/20/122473/tunisie-coupures-d-electricite-la-steg-s-explique/>

6. [urlhttps://lapresse.tn/13990/climatisation-brulante-sera-la-facture-de-la-steg/](https://lapresse.tn/13990/climatisation-brulante-sera-la-facture-de-la-steg/)

Le problème de l'énergie est un grand problème qui a commencé il y a quelques années et qui certainement va durer . »

Entretien avec un ingénieur énergéticien au MEHAT, 31 janvier 2019

L'impact du CC sur le territoire tunisois est ainsi perçu par les acteurs travaillant sur la question énergétique depuis plusieurs années. Les pratiques relatives à l'utilisation de l'énergie et les pics de consommation qui en découlent révèlent la vulnérabilité énergétique du territoire. Cependant, en dépit de ces indicateurs énergétiques qui témoignent des effets du CC sur le territoire tunisois, les incertitudes restent trop importantes pour que des actions d'adaptation soient envisagées à l'échelle de l'agglomération, notamment vis à vis de l'augmentation de la température. En effet, nous avons pu relever cette mise en doute par rapport à l'augmentation de la température au fil des années :

« On a depuis toujours des étés très chauds, ça c'est pas nouveau et ça pose pas problème. Je ne pense pas que ça a changé pour la chaleur. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

Des expressions comme : « on est habitué à la chaleur », « on a un rallongement de saison estivale, mais la chaleur reste supportable », montrent que les vagues de chaleur et les épisodes caniculaires ne sont pas perçus par les enquêtés comme une gêne nouvelle et encore moins comme une menace. Les vagues de chaleur semblent ainsi peu identifiables par la plupart des acteurs tunisois qui pensent que cet aléa est habituel sur leur territoire et que les habitants y sont résilients.

« C'est plus important de travailler sur l'inondation ou l'élévation du niveau de mer. La chaleur!?? Mais nous, on est habitué à la chaleur! Vous, vous travaillez sur ces questions parce qu'en Europe les gens ne sont pas habitués aux vagues de chaleur! C'est nouveau pour eux. Au pire, tout le monde a aujourd'hui accès à la climatisation. »

Entretien avec un architecte urbaniste de la municipalité de Tunis, 20 décembre 2018

En ce qui concerne l'aménagement urbain, seuls les urbanistes du secteur privé estiment que les pratiques aménagistes peuvent influencer le ruissellement et amplifier les inondations :

« Les inondations causent plus de dégâts qu'avant! Il y a beaucoup plus de bitume, il y a beaucoup plus d'habitations, beaucoup plus de voitures. Il est vrai que les pluies sont de plus en plus abondantes, mais aussi nos villes sont de plus en plus artificialisées, il n'y a quasiment plus de surface naturelle pour absorber l'eau. »

Entretien avec une architecte urbaniste du secteur privé, 21 janvier 2019

Le lien établi entre l'aggravation des effets du CC et la conception des villes, et notamment l'identification des inondations comme principal aléa lié au CC, amènent chez les enquêtés des réflexions et des remises en question des politiques urbaines concernant l'étalement urbain, l'imperméabilisation des sols et l'assainissement urbain. Ce lien identifié peut favoriser l'émergence dans les pratiques de ces personnes d'une prise en compte de l'adaptation au CC à l'échelle des projets qu'ils pilotent.

En conclusion, notons que certains effets du CC sur le territoire tunisois commencent à être perçus par les acteurs. À cet égard, nous avons pu identifier une certaine priorisation des aléas ; l'accent est mis en premier lieu sur les inondations, en second lieu vient l'élévation du niveau de la mer et enfin la sécheresse. Quant aux vagues de chaleur elles sont perçues comme les moins problématiques pour le panel d'acteurs interrogés⁷. Cette identification des effets du CC et des potentiels impacts qu'il peut engendrer sur le territoire tunisois, pourrait marquer un début de prise de conscience de la nécessité de l'émergence de l'adaptation de manière progressive dans l'action publique.

3.1.2 Les causes perçues du changement climatique

Les individus perçoivent moins le risque lorsqu'ils n'identifient pas sa cause (BOTZEN et al., 2009). Le fait de connaître la cause d'un phénomène permettrait sa meilleure compréhension et une éventuelle mise en place de stratégies d'adaptation pour y faire face (BLENNOW et al., 2012). Sur la base de ce constat, nous avons tenté de repérer les causes du CC telles qu'identifiées par les acteurs interviewés sur notre terrain. Les émissions de GES sont reconnues par la majorité des enquêtés comme étant la principale cause du CC. La production de ces gaz est associée aux activités anthropiques et leur responsabilité est reconnue par les enquêtés à travers une mise en lien avec les modes de vie, notamment l'utilisation grandissante de la climatisation et de la voiture individuelle. Ce lien de cause à effet apparaît spontanément, surtout dans les discours des acteurs travaillant de manière frontale sur les questions énergétiques et environnementales au sein de structures telles que l'ANME, l'INM, l'ANPE, le ministre de l'environnement, ou celles appartenant à la société civile :

« Le transport et l'industrie, ce sont les principaux secteurs responsables de ce que l'on vit aujourd'hui. Nos modes de vie changent également ! On rejette beaucoup de GES ! Maintenant tout le monde utilise les climatiseurs en été et le chauffage en hiver, pauvres comme riches ! Les gens ne se rendent pas compte de ce qu'ils font à la planète. Puis, rien qu'en voyant le nombre de voitures et les bouchons qu'on se tape tous les jours pour arriver au travail dans le Grand Tunis, on peut imaginer à quel point ça impacte le climat. Comment voulez-vous que le climat ne change

7. Cette hiérarchisation a eu une influence sur la manière dont mon sujet de recherche, en partie focalisé sur les vagues de chaleur, a été perçu par les acteurs que j'ai enquêté. J'étais clairement incitée par plusieurs acteurs à changer de sujet pour m'intéresser plutôt aux inondations.

pas ! »

Entretien avec une ingénieure à l'ANME, 8 février 2019

Plusieurs travaux montrent que le fait d'attribuer au CC un caractère anthropique est un prédicteur d'intentions et de préoccupations environnementales dans la mesure où l'homme reconnaît sa part de responsabilité dans ce changement (BAIN et al., 2016 ; SHI et al., 2015). À cet égard, cette responsabilité perçue vis-à-vis de la situation pourrait être un premier pas dans la mise en place de stratégies pour faire face au CC (BONAIUTO et al., 2016). Bien que cette responsabilité perçue est capable de déclencher des mécanismes cognitifs influençant l'intention d'agir pour se protéger du CC, elle ne se traduit pas forcément par une mobilisation collective en faveur de l'adaptation. Certains acteurs mettent en cause les responsables politiques, estimant qu'ils ne donnent pas le bon exemple aux citoyens pour favoriser la lutte contre le CC et l'adaptation à ses effets :

« C'est normal que nos émissions de GES augmentent si le gouvernement en soi encourage les voitures populaires. Le gouvernement ne donne pas le bon exemple. D'ailleurs tout le secteur public est défaillant de ce côté là ! Tu ne peux pas imaginer le nombre de voitures de fonction qu'il y a dans le pays ! Toi qui es à l'AUGT maintenant, tu devrais savoir que l'AUGT travaille sur un projet de transport doux dans l'objectif de promouvoir le vélo ! Regarde le nombre de voitures dans leur parking ! Ça, sans parler du nombre de voitures de fonction dans un petit organisme comme ça ! Imagine à l'échelle d'un ministère ou de tous les services étatiques. »

Entretien avec une cheffe service à l'ANPE, 15 janvier 2019

En effet, le parc automobile de l'État totalise 32.000 véhicules⁸ ce qui paraît difficilement compatible avec le respect des engagements nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)⁹. À cela s'ajoute l'annonce faite septembre 2018 par le chef du gouvernement tunisien d'une mesure du projet de la loi de finances 2019 qui consiste à faire baisser le prix de la voiture populaire en dessous du seuil des 20.000 dinars¹⁰.

Au-delà de cette responsabilité assignée par certains enquêtés aux politiques, il faut aussi tenir compte du scepticisme relatif de certains acteurs vis à vis du CC et le considérer comme un obstacle à l'émergence de l'adaptation. En effet, même si les enquêtés s'accordent à reconnaître une responsabilité humaine dans l'évolution actuelle du climat, cette responsabilité est parfois relativisée et cède la place à l'idée selon laquelle l'homme ne peut

8. <https://www.tunisienumerique.com/tunisie-parc-automobile-de-letat-compose-de-32-000-voitures/>

9. La Tunisie se propose de réduire ses émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs de 41% en 2030 par rapport à l'année de base 2010.

10. <https://www.businessnews.com.tn/youssef-chahed-cree-la-polemique-avec-la-voiture-populaire,519,82544,3>

être tenu pour seul responsable. Le contexte socioculturel fournit un cadre d'interprétation permettant de rendre intelligible des éléments qui modulent des rapports au monde (JODELET, 2006). Le rapport de l'être humain à la nature est un rapport historiquement (MOSCOVICI & MARIĆ, 1968) et culturellement situé (DESCOLA, 2001). La religion, les coutumes et les normes sociales façonnent les représentations que se font les acteurs des phénomènes dits naturels. Nous tenterons ainsi de mettre en lumière « l'attribution causale de la situation » (NAVARRO-CARRASCAL & MICHEL-GUILLOU, 2014), autrement dit le système de croyances et la manière dont il influence les représentations que se font les acteurs tunisois du CC. Dans les sociétés dans lesquelles une des composantes culturelles prédominantes est d'origine religieuse (c'est le cas de la société tunisienne), la manière dont les acteurs se représentent les phénomènes climatiques est influencée par un système de croyance qui favorise l'acceptation des effets de ce phénomène :

« On fait avec ce qu'on a et on compte sur la force divine pour nous protéger de ces catastrophes. Finalement on aura ce que Dieu décidera pour nous ! »

Entretien avec un architecte urbaniste de la municipalité de Tunis, 20 décembre 2018

Il s'agit ici d'expliquer le CC à travers un prisme culturel qui révèle chez les enquêtés en question une certaine fatalité face au phénomène et un aveu d'impuissance quant à leurs capacités à y faire face. En effet, attribuer une cause divine à une catastrophe évite aux acteurs d'en assumer la responsabilité et, ce faisant, entrave la mise à l'agenda du problème :

« Tout le pays est tenu avec une force magique, on ne doit pas avoir peur du changement du climat, tout ce que Dieu nous donne est bon à prendre. »

Discussion avec une technicienne à l'AUGT, janvier 2018

Considérer le CC et ses effets comme une fatalité divine participe à alimenter la représentation selon laquelle aucune possibilité de contrôle n'est envisageable. Les acteurs semblent ainsi croire qu'ils ne disposent d'aucune réponse pour maîtriser les risques climatiques ; ce qui amène certains d'entre eux à exprimer un sentiment d'impuissance, voire de désespoir (SELIGMAN, 1975) :

« Ici, il y a trois aléas climatiques que l'ingénieur ne peut pas maîtriser : le vent, les séismes et la pluviométrie. Par exemple, si je décide de faire mes calculs de vent pour un bâtiment sur 140km/h, on peut avoir un vent de 150km/h ou 180 ou 200. Je ne peux pas maîtriser cela. Les tremblements de terre, pareil, la pluviométrie aussi. Par exemple, je fais mes calculs en prévoyant 120mm/h, ça peut être 130, ça peut être 140. Pour ces trois paramètres, l'ingénieur prend un seuil sur lequel il va se baser et c'est tout, pour le reste il n'y peut rien ! Il y a des choses plus fortes que nous, on doit les accepter et c'est tout... J'espère que Dieu nous épargnera toute catastrophe »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Le fatalisme, conjugué à la complexité des paramètres qui paraissent impossible à maîtriser, tels que l'intensité d'un aléa ou encore sa période de retour, amènent à percevoir les événements climatiques extrêmes comme étant du ressort de Dieu. Le manque de ressources et de solutions d'ingénierie¹¹ pour répondre à ces situations, augmente le sentiment d'impuissance. L'acteur pense, ainsi, que ses actions et ses comportements ne font pas le poids face à la complexité et à la puissance des phénomènes. Ce sentiment d'impuissance est produit par l'impression de perte de contrôle face à une situation donnée et sur la possibilité de prévenir ou de se protéger face à un événement. Cela pousse l'acteur en charge de la question à évaluer ses ressources et ses possibilités de maîtrise du risque (NAVARRO-CARRASCAL & MICHEL-GUILLOU, 2014). Le « contrôle perçu » (NUISSIER, 1994) se réfère ainsi à la manière dont les individus apprécient le degré d'influence qu'ils peuvent avoir sur l'environnement. Le poids des croyances freine ainsi l'action en matière d'adaptation au CC. Selon Jean-Pierre Dupuy, l'inaction n'est pas liée à l'incertitude, mais plutôt à un système de croyances et de représentations : « Ce n'est pas l'incertitude, scientifique ou non, qui est l'obstacle ; c'est l'impossibilité de croire que le pire va arriver » (DUPUY, 2009, p. 143). La croyance qui domine chez les acteurs interrogés, c'est que le pire peut arriver, mais qu'il peut aussi être évité, ou du moins ses conséquences peuvent être atténuées grâce à la protection divine. Les représentations sociales s'ancrent aussi dans une histoire. Dans l'étude des représentations sociales, la mémoire collective peut être considérée comme « un arrière-fond de savoirs partagés » (JODELET & HAAS, 1999, p. 122). Cet arrière fond permet « d'interpréter et de rendre familières les données nouvelles rencontrées dans le cours de la vie quotidienne comme dans l'environnement matériel, social et mental » (JODELET & HAAS, 1999, p. 122). Pour les inondations comme pour les vagues de chaleur, la mémoire collective participe chez certains des acteurs enquêtés au déni du changement du climat. En effet, ces aléas sont perçus comme existants depuis des décennies, et par conséquent, sans aucun lien avec le CC :

« On en avait des inondations depuis toujours, moi je m'en souviens ! Quand j'étais petit, l'eau est rentrée dans toutes les maisons ! Nous étions obligés d'aller sur les toits, il y avait même des morts. Et c'était des événements assez récurrents ! »

Entretien avec un technicien urbaniste au MEHAT, 10 décembre 2018

« On a toujours des étés très chauds, d'ailleurs il y a très longtemps, les imams sont sortis nous dire : il vaut mieux ne pas jeûner pendant le ramadan tellement il faisait chaud ! Je ne pense pas que vous étiez déjà née ! C'est normal que vous ne souveniez pas de ça ! »

11. Les solutions d'ingénierie sont privilégiées compte tenu de la formation « technique » de la plupart des acteurs interviewés (ingénieurs, architectes, etc.).

Entretien avec un agent technique de la municipalité du Bardo, 5 février 2010

Ainsi, la mémoire de la menace n'est pas conservée, la perception du risque s'est amoindrie pour laisser place à un sentiment de familiarité avec ces événements extrêmes. Cette familiarité perçue est véhiculée par le biais d'une mémoire collective. En effet, si des personnes sont confrontées de nombreuses fois aux mêmes aléas, elles peuvent les considérer comme négligeables et donc ne pas les prendre en compte. Ainsi, le fait d'avoir expérimenté une catastrophe n'est pas toujours associé à une meilleure prise en compte de la menace. Bien que des individus soient exposés au risque d'inondation et à ses conséquences, ils ne se préparent pas nécessairement à subir des dommages importants (BOTZEN et al., 2009) et n'adoptent pas nécessairement les mesures nécessaires (LIN et al., 2008).

3.1.3 Une grande distance psychologique avec le changement climatique

La théorie des niveaux de construits montre que le niveau de représentation d'un objet ou d'un événement est déterminé par une distance psychologique (TROPE et al., 2007). Cette distance dépend « de la distance spatiale (éloignée ou proche), temporelle (passée, future, présente), sociale (l'individu, les autres) et hypothétique (événement probable ou assuré) entre l'individu et l'objet » (MICHEL-GUILLOU et al., 2017, p. 118).

La dimension spatiale renvoie à l'écart physique représenté entre l'individu et l'objet dont il est question. Ainsi, un objet distant d'un point de vue spatial serait situé à des hauts niveaux de construits (FUJITA et al., 2006). Dans le cas tunisien, le fait que la première mise en œuvre pratique de la CCNUCC, à travers la formulation des objectifs contraignants, ne concernait que les pays développés, semble renforcer l'idée selon laquelle « c'est un problème européen/ français ». C'est en ce sens que les acteurs perçoivent les initiatives de l'État tunisien envers le climat comme peu nécessaires et résultant d'effets de mimétisme :

« En Tunisie, on suit la vague internationale, mais sincèrement on n'est pas comme les pays développés. Leurs problèmes ne sont pas les nôtres ! D'ailleurs, ils ont plus d'effets du CC climatique que nous ! Heureusement, vu que nous, on a d'autres choses à régler avant de nous mettre à tout ça. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

En outre, le fait que les injonctions à formuler des réponses au problème climat viennent de la sphère internationale, participe à considérer le problème comme étranger au pays, compte tenu du fait qu'il n'a pas émergé spontanément de l'intérieur. En effet, l'idée selon laquelle « le CC est un problème français/ européen » est récurrente dans le discours de la majorité des interviewés. À cela s'ajoutent les exigences environnementales imposées

par les bailleurs de fonds internationaux pour les projets qu'ils financent. Ces exigences renforcent la représentation du problème comme un « problème spatialement distant » :

« Pour les projets qu'ils financent, les bailleurs de fonds internationaux nous obligent à faire des études environnementales et climatiques avec le même niveau d'exigence que dans leurs pays. Il faut qu'ils se rendent compte de l'effort qu'on fait par rapport aux autres pays africains ! Puis franchement, pour nous, à part quelques inondations en automne, on n'a pas d'impacts majeurs, pas comme d'autres pays. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Un autre interviewé appartenant également au ministère de l'équipement partage la même représentation :

« Les bailleurs de fonds ne sont pas flexibles concernant la prise en compte de l'environnement dans les projets de construction ! L'argent qu'on utilise pour ça aurait pu aider pour construire une autre route, ou réhabiliter des pistes agricoles ! Il y en a des gens qui meurent sur ces pistes tous les ans ! Ils ne font que transposer les problèmes de leurs pays sur le nôtre ! »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

Le fait de percevoir les effets du CC comme peu présents sur le territoire tunisois et sa prise en compte comme résultant d'une approche descendante des partenaires occidentaux, montre bien l'existence d'une distance spatiale avec cette problématique, considérée comme étant celle des pays développés. De la même manière, nous avons identifié une distance spatiale vis à vis de l'aléa vague de chaleur qui est considéré comme une problématique spécifique aux « européens qui ne sont pas habitués à la chaleur »¹²

« La chaleur c'est un problème pour la France, pas pour nous ! Si vous vous étiez inscrite en Tunisie, je pense que votre directeur de thèse vous aurait recommandé de ne pas travailler sur la chaleur ! Nous, à 42 degrés, la vie reste normale ici, ça vous le savez pourtant ! »

Entretien avec une directrice à l'AFH, 12 février 2019

Ces attitudes apportent des éléments d'explication d'ordre cognitif au fait que la question des vagues de chaleur n'est prise en compte dans aucune stratégie sectorielle d'adaptation, à part celle du tourisme¹³. Cette exception laisse sous-entendre que seuls les touristes sont considérés comme vulnérables à la chaleur, alors que les locaux ont développé une

12. Expression identifiée dans plusieurs entretiens menés avec les acteurs de l'urbanisme.

13. Chapitre 1

capacité d'adaptation leur permettant de supporter cet aléa. Cette distance spatiale n'est pas perçue uniquement vis-à-vis de l'international, mais aussi au sein même de la région tunisoise. À l'échelle du Grand Tunis, 19 enquêtés pointent les quartiers tunisois Essijoumi, Sidi Hssine et Douar Hicher (fig. 3.3) comme étant les quartiers les plus vulnérables au CC. Seulement 7 d'entre eux évoquent Ettadhamen en tant que quartier parmi les plus impactés par les effets de ce phénomène.

« Ce sont les quartiers populaires comme Essijoumi et Sidi Hssine qui sont les plus impactés. Entre urbanisation informelle, pauvreté, vandalisme et manque de respect des règles de construction, c'est normal qu'ils soient les plus vulnérables »

Entretien avec une architecte urbaniste du le secteur privé, 21 janvier 2019



FIGURE 3.3 – Les quartiers perçus comme les plus vulnérables de la région capitale (Conception Zohra Mhedhbi à partir de Google maps)

Outre la distance spatiale ici présente à l'échelle de la région capitale, les interviewés semblent aussi avoir **une distance sociale** avec le CC. Plus l'individu identifie autrui comme faisant partie de son groupe social, plus la distance sociale sera faible. La distance sociale se manifeste à différentes échelles spatiales : d'une part à l'échelle internationale, dans la mesure où les acteurs pensent que les pays développés sont davantage concernés qu'eux par le CC et l'adaptation à ses effets ; d'autre part à l'échelle de la région capitale, lorsqu'ils estiment que ce sont les habitants des quartiers les plus démunis qui sont les plus vulnérables au CC, en particulier aux inondations.

Dans leurs discours les enquêtés s'expriment à la troisième personne pour désigner ceux qu'ils jugent les plus impactés par le CC : « les européens », « les habitants des quartiers

pauvres ».

Des travaux en psychologie montrent que s'exprimer à la troisième personne mène à un langage aux termes abstraits, sollicitant davantage l'imagination, que lorsque les individus s'expriment à la première personne (PRONIN & ROSS, 2006). D'autres travaux montrent que la distance sociale peut être plus importante lorsque l'individu a un sentiment de pouvoir ou de supériorité vis-à-vis d'autrui (SMITH & TROPE, 2006). D'ailleurs les quatre quartiers de la région capitale identifiés par les interviewés comme étant les vulnérables sont stigmatisés, comme tous les quartiers non réglementaires.

Selon Olivier Legros, « il est encore très fréquent que ces quartiers soient dépréciés par l'opinion publique et par les techniciens, à cause de leur prétendu désordre, voire de leur « anarchie. ». (LEGROS, 2003, p. 10).

A propos de ces quartiers, une ingénieure en chef de la direction d'urbanisme au MEHAT explique que « cette population défavorisée » construit de manière informelle sur des terrains inondables, sans respect des servitudes hydrauliques :

« Ils préfèrent [les habitants de ces quartiers] construire dans une zone inondable et que leurs maisons s'inondent une ou deux fois tous les deux ans, plutôt que de perdre définitivement leurs maisons et leurs terrains. Surtout que l'État n'est pas dans la capacité de le rembourser. Il suffit d'aller voir autour de sebkha Essijoumi, c'est le bordel. »

Entretien avec une ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au MEHAT, le 17 décembre 2018

Les quartiers qualifiés de « populaires » sont perçus négativement par les acteurs, notamment ceux de l'urbanisme : « Vous ne pouvez pas imaginer l'anarchie, les gens ne respectent rien » ; « le bordel » ; « on arrive pas à les maîtriser, ils font comme ils veulent ». En mettant en avant, le caractère anarchique de ces quartiers, les acteurs de l'urbanisme n'assument pas leur part de responsabilité dans l'exposition de ces quartiers aux risques climatiques. Ils ne mettent pas l'accent sur les politiques d'aménagement et d'habitat de l'État et responsabilisent entièrement les habitants de ces quartiers défavorisés. Une étude menée par le sociologue Adel Bousnina (BOUSNINA, 2019) a mis en évidence l'importance des inégalités sociales dans plusieurs villes tunisiennes, à travers le calcul des indices synthétiques de développement humain, ou des IDH synthétiques. Cet indicateur synthétique prend en considération la moyenne de sept indices, dont deux relatifs à l'emploi (le chômage global et le chômage des diplômés du supérieur), deux à l'éducation (l'alphabétisme et la scolarisation supérieure) et trois indices correspondant à l'infrastructure et à l'équipement (le raccordement des logements au réseau d'eau potable (SONEDE)¹⁴, le raccordement au réseau d'assainissement (ONAS)¹⁵ et la proportion des ménages connec-

14. Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux

15. Office National de l'Assainissement

tés à internet). Plus cet indice est grand, plus il témoigne du bon développement de la zone étudiée. Les IDH synthétiques sont calculés à l'échelle régionale en mobilisant des données de l'Institut National de la Statistique (INS). L'analyse pour la région capitale a montré des disparités importantes entre par exemple la délégation d'El Menzah (quartiers aisés de la capitale) dont l'indice est proche de 900 et celles de Essijoumi et Sidi Hassine dont l'indice est proche de 600. Quant à Ettadhamen et Douar Hicher, leurs indices sont aux alentours de 650. Les quatre quartiers considérés par les acteurs comme étant les plus vulnérables figurent donc bien parmi les quartiers les plus pauvres de la capitale. Ici comme ailleurs, « tout comme la marginalité, la pauvreté a également été utilisée, à tort, comme un synonyme de vulnérabilité. Or, si les pauvres sont souvent plus vulnérables, les vulnérables ne sont pas toujours pauvres » (BECERRA, 2012, p. 9). La pauvreté est donc appréhendée par les acteurs comme un facteur aggravant la vulnérabilité au CC. On retrouve cette analyse chez plusieurs auteurs, notamment (CARDONA, 2013; LEONE & VINET, 2006) qui ont montré que la pauvreté est un facteur aggravant la vulnérabilité sociale aux risques de catastrophes ou aux changements environnementaux.

En examinant cette distance sociale illustrée précédemment par le rôle de la différence de classes sociales dans la perception du CC, nous pouvons conclure que les individus évaluent les risques comme plus probables pour autrui que pour eux-mêmes (CHAPPÉ et al., 2007; MILHABET et al., 2002), plus spécifiquement lorsqu'il est question de changement climatique (SPENCE et al., 2011).

La dimension temporelle a aussi un rôle à jouer dans la définition de la distance psychologique. Le fait que le débat autour du CC soit axé sur la prévention des impacts futurs peut être particulièrement problématique pour inciter à l'action (SPENCE et al., 2011).

« Pour le moment, les impacts du changement climatique sont supportables, ça nous donne le temps pour agir. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Notre enquête montre que les acteurs tunisois évaluent les effets du CC comme étant distants d'un point de vue temporel. Les acteurs ont tendance à être plus concernés par ce qu'ils situent dans le présent et moins par des phénomènes dont les impacts leur semblent être plus inquiétants dans le futur (GARCÍA-MIRA et al., 2005).

« Vous voyez tout ce que nous avons à gérer, on n'a pas le choix, on doit prioriser nos tâches et gérer à court terme pour le moment, le long terme ça viendra. Vous, vous faites votre travail de scientifique et vous avez le temps pour regarder plus loin ! Nous, on est dans le ici et le maintenant. »

Entretien avec un architecte urbaniste de la municipalité de Tunis, 20 décembre 2018

Cette distance temporelle participe à retarder l'adoption de mesures effectives pour s'adapter aux effets du CC. Pour Hans Jonas (JONAS, 2000), les problèmes de long terme qui concernent les générations futures n'incitent pas les acteurs à modifier leurs comportements. Toutefois, dès lors que la menace est immédiate, cela pousse à l'action : « On ne prend la fuite que lorsque l'éruption volcanique s'est déjà déclenchée » (JONAS, 2000, p. 23).

Le caractère hypothétique renvoie au fait qu'un objet soit réel ou non et à la probabilité d'actualisation d'une situation (TROPE & LIBERMAN, 2010). Ainsi, il semblerait que le fait que des événements soient peu probables soit souvent associé à des situations lointaines. En revanche, les événements probables seraient plutôt associés à des contextes spatialement et temporellement proches (WAKSLAK, 2012). En effet, en raison des incertitudes associées au CC et de l'inscription de ses effets dans un futur plus ou moins lointain, le problème climat à l'échelle de la région tunisoise ne se révèle pas de manière évidente aux acteurs, ce qui entrave le passage à l'action en matière d'adaptation au CC, notamment chez les acteurs de l'aménagement :

« Nous ne savons pas la probabilité d'occurrence de ces aléas, mais ça reste peu fréquent. On ne peut pas pour le moment nous engager dans un grand chantier pour faire face à des choses qui peuvent se passer, c'est vrai, mais qui restent peu probables et moins urgentes par rapport aux problèmes concrets que nous rencontrons tous les jours sur le terrain. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

La combinaison de ces différentes distances spatiale, temporelle et sociale augmente la distance psychologique vis à vis du problème du CC, ce qui rend difficile l'engagement d'actions en faveur de l'adaptation.

3.2 Les logiques d'actions vis à vis de l'adaptation

Les logiques d'action font référence à un processus macrosociologique qui dépasse la simple logique de l'acteur centré sur la prise en compte des contraintes économiques et financières, des ressources et des stratégies de l'organisation, etc. Nous ne prétendons en aucun cas éclairer l'ensemble des composantes constitutives des différentes logiques d'action des acteurs tunisois. L'objectif ici est de mettre l'accent sur les motifs d'action des acteurs à partir des discours qu'ils tiennent de leur propre conduite.

3.2.1 Un conflit classique entre développement économique et prise en compte du climat

La majorité des acteurs interrogés perçoit un conflit entre le développement économique et la prise en compte du climat, et plus généralement de l'environnement, dans l'action publique. Selon cette approche, les trois pôles du développement durable (DD) (social, économique et environnemental) peuvent être perçus comme contradictoires, ce qui suppose qu'un ordre de priorité soit fixé. Cette manière hiérarchisée de concevoir le DD perdure aujourd'hui quand on traite de l'adaptation au CC. Il s'agit d'une approche technico-économiste qui est adoptée par plusieurs acteurs :

« Si l'économie va bien, on peut penser au changement climatique et à l'environnement en général! Sinon, ce ne sera pas possible! Pour nous aujourd'hui, c'est de l'économie que nous devons nous préoccuper. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

En effet, plusieurs auteurs ont montré (BRECHIN, 2003; SPENCE & PIDGEON, 2009) que lorsque le CC est comparé à d'autres problèmes sociétaux, à l'instar par exemple de la crise économique, la tendance est à le considérer comme moins important. Cette approche technico-économiste défend l'idée selon laquelle à chaque problème environnemental correspond une solution technique, solution disponible uniquement dans un monde économiquement prospère :

« Moi en tant qu'agence foncière, je m'en fous du climat. La problématique du foncier est majeure en Tunisie! Vous imaginez que si je trouve un foncier pour résoudre le problème de l'habitat dans une zone, je me poserais la question du CC!? Par exemple si j'ai un terrain bas, qu'est ce que je dois faire? Bah je vais rehausser le niveau, je vais remblayer, je vais prévoir de le protéger contre une pluie cinquantennale au lieu de le protéger contre une vingtennale, et c'est tout! Et ça, c'est parce que je suis obligée de le faire pour avoir l'approbation d'exploiter le terrain. Pour conclure, je dirais que la problématique du foncier est beaucoup plus importante que celle du CC. »

Entretien avec une directrice à l'AFH, 12 février 2019

D'autres acteurs rejoignent ce discours dominant qui valorise le développement économique et estime qu'il est une condition au développement durable (FLIPO, 2014; VIVIEN, 2004), et par conséquent une condition de l'adaptation au CC.

« Pour nous ici en Tunisie, on a réellement un problème d'urbanisme, un problème de logement, de logement insalubre. On s'en fout des chants des oiseaux quand on n'a pas à manger! L'adaptation n'est pas d'actualité aujourd'hui chez nous. »

Entretien avec un agent technique de la municipalité du Bardo, 5 février 2019

Ces acteurs partagent la même représentation de la relation entre développement et adaptation au CC. Ils pensent la prise en compte de la composante environnementale -et plus particulièrement climatique- comme une contrainte qui peut nuire au développement économique du pays. Ils ne considèrent donc pas la possibilité de faire de l'adaptation au CC un vecteur de développement :

« Si on commence à parler de climat, il y en aura d'autres qui nous demanderont plus ! L'environnement c'est vaste, à titre d'exemple on ne peut pas se permettre de construire une route avec 30 millions de dinars et un mur anti bruit avec le tiers de ce budget. Il faut qu'on continue à bâtir le pays, on a des gens qui n'ont ni eau potable ni électricité ! C'est ça notre véritable préoccupation »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Les acteurs estiment ainsi que seuls les pays développés peuvent s'offrir le luxe de se préoccuper de l'environnement, étant donné qu'ils disposent de ressources plus importantes, alors que la Tunisie –à l'instar d'autres pays du Sud- a d'autres priorités qui relèvent du développement de l'infrastructure, de la gestion du foncier et de la maîtrise de l'urbanisation informelle. Un technicien de la direction de l'urbanisme au MEHAT met l'accent sur une différence de temporalité entre le territoire tunisien et les autres pays développés :

« On ne peut pas se comparer à l'Europe. Eux, ils ont déjà une infrastructure de fou. Tu penses qu'ils n'ont pas détruit des forêts eux pour construire tout ce qu'ils ont aujourd'hui ? Ils ne se préoccupaient pas du tout de ça, c'était leur dernier souci, ils ont dû détruire 36 000 forêts pour construire leurs infrastructures ! Aujourd'hui ils veulent aller plus loin et c'est normal, nous on est en train de construire notre infrastructure de base. »

Entretien avec un technicien urbaniste au MEHAT, 10 décembre 2018

Nous avons pu relever également chez certains acteurs de l'aménagement, un refus de réexaminer les stratégies de développement actuels à l'aune des perspectives du CC et de la prospective scientifique. Ils continuent de défendre l'idée selon laquelle l'adaptation est coûteuse, bien que de nombreux travaux tendent à prouver que le coût de l'inaction sera bien plus élevé que celui de l'adaptation (GEMENNE, 2008) :

« Mais pourquoi me fier aux projections ou aux études du climat ? Si j'ai de l'argent, je ferai tous mes calculs sur une période de retour centennale et je serai tranquille, ou même sur une période de retour de 120 ans ! Si j'ai de l'argent, je n'aurai pas besoin des projections, ça ne me servirait à rien. C'est quoi notre problème à nous ? On a un budget limité que nous devons mobiliser pour continuer à construire

l'infrastructure du pays et surtout il faut qu'on garantisse la rentabilité économique. Tu imagines que ça serait logique de mettre la moitié du budget du ministère pour construire un pont centennal? Si on calcule ça économiquement, bah on préfère le construire avec le 1/4 du budget, que ça s'écroule et qu'on le reconstruise de nouveau! C'est plus rentable. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Selon les économistes, « même si une stratégie anticipatrice semble rationnelle et robuste aux incertitudes, par exemple améliorer des normes de construction dans le bâtiment, le risque de coûts immobilisés à court terme pour faire face à des bénéfices incertains et lointains, rend politiquement difficile leur pleine mise en œuvre » (HALLEGATTE & THÉRY, 2007). Ce qui ressort également du discours des enquêtés, ce sont des termes comme « confort », « luxe » ou encore « utopie » qui renvoient au registre du superflu :

« Le jour où on aura une infrastructure qui fournit le minimum vital pour la population, ce jour-là on pourra viser le confort, s'occuper de l'environnement et réduire les nuisances. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

La notion d'utopie, telle qu'elle est mobilisée ici, évoque l'idée d'un monde idéal, par nature impossible. Penser le fait d'agir en faveur de l'adaptation au CC comme utopique montre que les acteurs ne sont pas prêts à engager des actions d'adaptation aux effets du CC :

« Parfois, lorsqu'on a l'occasion de travailler avec des bailleurs de fonds, on est séduit et on devient parfois utopique. Tu penses au logement économe et à des choses de ce genre, mais après, tu te rends compte toute seule que tu dois remettre les pieds sur terre! Tu te dis je ne vais pas penser à ce luxe alors que pour nous ici en Tunisie on a réellement un problème d'urbanisme, un problème de logement, on a des quartiers anarchiques, des conditions de vie misérables. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

L'enquête menée nous a permis d'identifier l'existence d'un imaginaire collectif qui met la prospérité économique comme condition essentielle pour la prise en compte du climat dans les politiques publiques. Les acteurs expriment différents niveaux de priorités qui s'organisent selon divers thèmes : la gestion foncière, la sécurité alimentaire, le développement de l'infrastructure, etc. Ces niveaux d'urgence montrent toute l'importance du développement économique et mettent l'accent sur sa priorisation. Le choix de ne pas s'engager pour l'adaptation est exprimé clairement et expliqué par la priorité donnée aux problèmes qualifiés « d'urgents », comme l'explique une directrice à l'AFH :

« Vous voulez travailler sur l'adaptation du Grand Tunis au CC! ? Mais le Grand Tunis, ses problèmes sont énormes, on a des problèmes de transports, de pollution, de démographie, d'habitat anarchique, de, de, de, de... ! Donc votre étude rejoindra au tiroir des dizaines d'autres qui sont faites sur le changement climatique ! Au tiroir, et ça restera dans les tiroirs tant que les problèmes urgents ne seront pas résolus. »

Entretien avec une directrice à l'AFH, 12 février 2019

Dans le panel des enquêtés, l'approche centrée sur l'économie est dominante chez les acteurs en charge de l'urbanisme, que ce soit au sein d'organismes travaillant à l'échelle nationale comme le ministère de l'équipement et l'Agence Foncière de l'Habitat, ou à l'échelle des collectivités locales qui souffrent d'un grand manque de ressources humaines et financières :

« Oui, on voit les effets du changement climatique, mais alors là, ça nous regarde presque pas. On n'a ni les moyens ni la tête pour ça ! On a d'autres choses à faire. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

Ici, nous pouvons identifier une logique de l'urgence qui prend de la place et empêche l'émergence d'une logique d'action anticipatrice et programmatique. Cette approche met en évidence une logique technico-économique qui s'oppose à toutes attitudes environnementalistes qui peuvent être perçues comme irrationnelles. Des priorités d'ordre spatial ressortent également, toujours au cœur de l'approche économique :

« Nous devons plutôt protéger les côtes de Kerkennah et Djerba où l'érosion côtière et l'élévation du niveau de la mer menacent des enjeux économiques énormes, c'est obligatoire à Djerba. Pour le Grand Tunis, alors là c'est le dernier des soucis. »

Entretien avec une architecte urbaniste dans le secteur privé, 4 février 2019

En revanche, nous n'avons pas identifié cette approche centrée sur l'économie chez les personnes travaillant sur les questions environnementales. Les agents de l'ANPE, de l'ANME, de l'INM ou du Ministère de l'Environnement et des Affaires Locales, pensent eux aussi que, pour le moment, ils ne peuvent pas s'attaquer à l'adaptation au CC de manière efficace. Ils estiment également que d'autres problèmes urgents doivent être résolus en premier. Mais pour cette catégorie d'acteurs, les discours mettaient en avant plutôt des problèmes organisationnels et de gouvernance :

« Nous avons un problème structurel : le système tel qu'il se présente aujourd'hui est plein de faiblesses et de failles ; d'ailleurs on n'a pas réussi l'exercice de développement durable et des agendas 21, le chantier climatique semble difficile à maîtriser. »

Entretien avec une cheffe service à l'ANPE, 15 janvier 2019

Dans ce discours, on identifie une certaine différenciation, voire une séparation, dans les perceptions entre adaptation au CC et développement durable. Pourtant, dans un article intitulé « L'adaptation, toile de fond du développement durable », Alexandre Magnan montre que le champ conceptuel du CC est le même que celui du DD : « la lutte contre le changement climatique constitue une excellente opportunité pour mettre en œuvre ce développement durable tant espéré. » (MAGNAN, 2008, p. 3). Il s'agit, ici d'appréhender l'ensemble des dynamiques que l'adaptation est capable de générer compte tenu de son caractère englobant et intégré. L'ACC peut ainsi être envisagée comme une « toile de fond » imprégnant les décisions publiques et les efforts de préservation environnementale. Cette idée traduit la multiplicité des formes possibles de l'ACC et fournit ainsi des pistes éclairant le lien entre adaptation et DD.

Les orientations de l'État tunisien en matière de développement restent donc tournées essentiellement vers l'économie. Le système de gouvernance hyper-centralisé empêche d'autres logiques d'action d'émerger à l'échelle locale, mais il décourage aussi certains acteurs de l'administration centrale. Ces derniers sont convaincus que leurs efforts ne peuvent pas porter leurs fruits tant que les ressources techniques, humaines et financières ne permettent pas d'assurer une déclinaison régionale et locale des stratégies qu'ils développent à l'échelle nationale :

« Malheureusement nos efforts ne servent pas à grand-chose tant que toutes les compétences techniques que nous avons en termes de climat et d'énergie sont centralisées dans la région capitale. L'administration régionale ne dispose pas des compétences nécessaires et c'est pire au niveau local. Tant que la décision n'est prise qu'au niveau central, ce sera compliqué! »

Entretien avec un ingénieur énergétique au MEHAT, 31 janvier 2019

Dans la même lignée, une ingénieure en chef à l'INM explique :

« Il faut couper avec les stratégies nationales tant que nous ne prenons pas en compte les spécificités régionales et locales, les problèmes, les potentialités! Ça n'a pas de sens que ça soit aussi centralisé. Ce qui doit être appliqué à Ben Guerdane¹⁶ en termes de mesures d'adaptation au CC ne peut pas être appliqué tel quel à Bizerte¹⁷! Ça n'a pas de sens! Cela montre tout simplement que ces stratégies ne peuvent pas être mises en œuvre! Dans ce cas, pourquoi on les développe?! »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

16. Ben Guerdane, est une ville du Sud-Est de la Tunisie

17. Bizerte est une ville du nord de la Tunisie

Une ingénieure de l'ANME explique l'inaction en matière d'adaptation par la faiblesse des outils juridiques et l'absence de contrôle, de suivi et d'évaluation des politiques publiques dans le domaine de l'environnement et plus particulièrement dans celui de l'énergie :

« Pour tout ce qui relève de l'efficacité énergétique dans l'industrie, on a des textes qui s'appliquent bien : tous les projets qui dépassent un certain taux de consommation doivent effectuer obligatoirement un audit énergétique tous les 5 ans. Mais en ce qui concerne le parc tertiaire, et surtout résidentiel, là il y a vraiment des problèmes d'application de la réglementation thermique. Cela revient au faible poids juridique de cette réglementation qui est sortie juste par arrêtés. Il n'y a pas de décret ou de loi organique, ce qui fait que les CL et même les ministères ne l'appliquent pas. Quant aux professionnels du bâtiment, principalement les concepteurs, la majorité d'entre eux ne sont même pas au courant de l'existence de cette réglementation. Même chose pour les acteurs étatiques, à part le niveau central. Dans les régions, nos collègues ne savent même pas que cette réglementation existe. »

Entretien avec une ingénieure à l'ANME, 24 janvier 2019

Cette catégorie d'acteurs explique donc l'inaction en matière d'adaptation au CC essentiellement par des problèmes liés à la gouvernance du dossier climat :

« Le dossier climat est accaparé par le ministère de l'environnement, c'est un dossier de corruption. Puis le manque du pouvoir de l'État et le manque de moyens n'aident pas pour qu'on puisse prendre en compte le climat. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l'Ariana, 11 février 2019

Le degré d'anticipation de l'action est faible, ce qui montre que c'est une adaptation réactive qui est privilégiée et non une adaptation proactive :

« On a une passivité étrange qui s'est installée dans la société, et les acteurs en sont victimes aussi. Tout le monde s'en fou de tout, c'est un état d'esprit bizarre qui ne cesse de se généraliser ! Tant que la situation extrême n'est pas là, personne ne réagit ! Il nous faut une catastrophe pour réagir. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l'INM, 24 janvier 2019

A la complexité du problème climat, s'ajoute la complexité du territoire et les interactions de ses multiples dimensions techniques, organisationnelle, sociales et politiques. Ces composantes territoriales et les problèmes qu'elles rencontrent surgissent dès lors qu'il s'agit de formuler des réponses en faveur de l'adaptation au CC. La planification et l'aménagement urbains sont ainsi amenés à répondre au problème climat en l'inscrivant dans un système territorial complexe. Le rapport entre développement économique et environnement semble ainsi devoir être rediscuté au prisme de l'adaptation au changement climatique.

3.2.2 Un difficile ajustement entre le problème identifié et les actions adoptées

Au-delà du primat économique, il existe d'autres obstacles à la mise en place d'actions en faveur de l'adaptation au CC du territoire tunisois. On observe en particulier une inadéquation entre le problème identifié et les actions, mais aussi les moyens adoptés. En termes d'appréhension du CC, les acteurs identifient assez rapidement les pluies torrentielles, les inondations, l'élévation du niveau de la mer et la sécheresse comme étant les principaux effets néfastes du CC sur leur territoire. Mais quand on leur demande quelles mesures ont-ils pris pour faire face aux impacts de ces phénomènes, leurs propos deviennent plus génériques, flous et parfois assez déconnectés de la question du climat ou de l'environnement. A titre d'exemple, un des acteurs s'éloigne de la question climatique pour évoquer des aspects paysagers et esthétiques :

« Vous me parlez de climat et d'environnement, bah par exemple on nous reproche que nos ponts sont identiques partout sur le territoire national, et qu'ils ne disposent pas d'aspect paysagiste. A vrai dire, pour tous nos nouveaux projets on a commencé à collaborer avec des paysagistes. Et ça apporte ses fruits ! Par exemple pour l'autoroute Tunis Sidi Boujelma, on a fait quelque chose de spécial, on a travaillé carrément avec un architecte pour ce pont dans un souci d'esthétique ! Puis on prend aussi en compte les spécificités locales pour construire les nouveaux ponts. Selon le gouvernorat, on applique un aspect bien particulier qui rappelle la spécificité de la région. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Ainsi, cet acteur assimile le climat et le paysage dans une même catégorie qui serait celle de la prise en compte de l'environnement. À défaut d'avoir des actions à faire valoir sur le climat, il argumente sur la prise en compte de l'environnement en mettant l'accent sur la récente préoccupation paysagère. Pour d'autres, des mesures telles que l'implantation de lampes LED ou l'entretien des espaces verts sont considérées comme des mesures en faveur du climat, mais sans réelles justifications. Une certaine confusion règne ainsi sur la traduction même de l'adaptation :

« Pour l'adaptation, l'ARRU [Agence de Réhabilitation et de Rénovation Urbaine] par exemple met en place des lampes LED, entretient des espaces verts... On essaye tous de faire de notre mieux pour intégrer la dimension environnementale et climatique, mais bon, on fait comme on peut. »

Entretien avec une architecte à la direction générale des bâtiments civils au MEHAT, 22 janvier 2019

Un technicien du MEHAT résume les actions en faveur de l'adaptation au CC dans les études d'impact sur l'environnement concernant les nouveaux projets de construction :

« Au niveau de notre ministère, on prend en compte l'environnement et on essaye de faire des efforts d'adaptation à travers les études d'impact sur l'environnement qu'on est en train d'effectuer pour tous les projets. »

Entretien avec un technicien urbaniste au MEHAT, 10 décembre 2018

Cette traduction extensive de l'action climatique, identifiée dans le discours de plusieurs enquêtes, et qui touche en particulier le volet adaptation, renvoie à une assimilation présente chez de nombreux acteurs entre climat et environnement. L'adaptation demeure, en effet, un objet flou, aux contours multiples, nécessitant d'être défini collectivement. Cependant, comme le précise Hélène Guillemot : « (...) le problème du CCA [changement climatique anthropique], quand on cherche à l'ancrer localement, semble se dissoudre au milieu de nombreuses questions tout aussi majeures traitées dans d'autres cadres par d'autres sciences. (...) la primauté du climat global ne va pas de soi. » (GUILLEMOT, 2014, p. 346).

En outre, les acteurs institutionnels, ceux de l'environnement comme ceux de l'aménagement, pensent que pour le moment, l'État et ses services sont incapables de gérer le CC et ses effets néfastes sur leur territoire compte tenu des autres priorités qu'il a à gérer. Ils pensent que s'il y a quelques mesures à prendre envers le climat aujourd'hui, cela relève uniquement du bon vouloir du citoyen. Ils associent ainsi l'adaptation à la nécessité de sensibiliser les populations. Dans ce sens, une ingénieure énergéticienne de l'ANME associe de manière précise le problème climat à Tunis, non pas à l'environnement de manière générale, mais à la montée de la facture énergétique :

« Les gens doivent s'adapter en changeant leurs modes de vie. L'État n'est pas prêt pour ce genre d'enjeux, c'est aux citoyens de faire l'effort. Mais malheureusement, le citoyen n'a aucune conscience de ces histoires, ça se voit à partir des factures d'énergie qui explosent, ça rend les choses plus difficiles ! Je vous le dis : sans lui ça ne peut pas marcher. »

Entretien avec une ingénieure à l'ANME, 8 février 2019

Face à un sujet aussi délicat que la gestion des effets du CC et dans un contexte de démission générale, les acteurs étatiques misent sur la société civile pour sensibiliser aux effets du CC. Pour les collectivités locales interrogées, les actions en matière d'environnement se résument à la lutte contre les moustiques l'été, l'assainissement, la gestion des déchets et l'esthétique de la ville. La représentation qu'elles ont de la question environnementale témoigne de leur difficulté à se saisir de prérogatives nouvelles qui ne font pas partie de leurs tâches habituelles¹⁸. En effet, les collectivités territoriales ne bénéficient toujours

18. Chapitre 2

pas de transferts suffisants de compétences et de ressources de l'État, vu que le processus de décentralisation est en train d'être mis en place. La répartition rigide des rôles dans le système de gouvernance tunisien influence la capacité de prise en compte de l'adaptation au CC dans l'action publique. Les arguments mobilisés pour justifier l'inaction reviennent à : « cela ne relève pas de mes fonctions ». Chacun dès lors se renvoie la balle et désigne comme responsables d'autres acteurs :

« C'est la direction d'hydraulique urbaine qui est en charge de la protection contre les inondations et tout ce qui est en relation avec l'aspect climatologique. Pour la protection, c'est tout ce qui concerne les barrages et lacs colinéaires. Ça veut dire quoi barrage? C'est à dire l'eau qui vient de loin, tu la collectes dans des lacs pour l'utiliser par la suite et ça, ça protège contre les inondations et ça c'est à la charge du ministère de l'agriculture! »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

En raison de ce cloisonnement des espaces d'action, les possibilités de coordination et de logiques transversales pour la prise en compte du climat n'arrivent pas à se concrétiser. Cela entrave d'éventuelles initiatives pour mettre en commun des objectifs collectifs, notamment sur la nature des moyens à mobiliser et l'échelle à laquelle il convient d'agir. Une des solutions proposées par les acteurs serait de créer un ministère de l'eau :

« Il nous faut une structure qui s'occupe de la question de l'eau, pourquoi pas un ministère de l'eau qui rassemble la SONEDE [Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux], l'ONAS [Office National de l'Assainissement], la direction des barrages, la direction de l'hydraulique urbaine. »

Entretien avec un ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au MEHAT, 17 janvier 2018

Cette solution est proposée par l'ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées pour résoudre le problème de la gestion de l'eau en dépit de la dégradation de la conjoncture économique et sociale, et plus particulièrement du problème crucial de l'emploi qui pèse lourdement sur les services de l'État.

L'action publique est clairement confrontée, avec la question de l'adaptation au CC, au défi de la gestion des problèmes économiques et structurels les plus urgents. Il s'agit d'« une logique de l'urgence qui se substitue (...) à une logique des besoins que l'on peut aisément programmer et rationaliser » (DURAN & THOENIG, 1996, p. 597) :

« L'incapacité de la prise en compte de l'environnement et du changement climatique dans l'action publique est de la responsabilité de l'administration avec un grand A. Cette administration fonctionne mal, très très mal ; elle gère les urgences

au jour le jour, elle est dans l'incapacité de gérer le moyen terme et encore moins le long terme. »

Entretien avec un ingénieur énergétique au MEHAT, 31 janvier 2019

3.3 Le poids du contexte organisationnel et institutionnel sur les représentations sociales et les logiques d'actions

Nous cherchons à travers cette section à mieux objectiver les arguments apportés par certains enquêtés pour justifier l'absence d'action en matière d'adaptation. Afin d'atteindre cet objectif, nous analyserons le poids du contexte organisationnel et institutionnel sur la difficile émergence de nouveaux enjeux dans l'action publique tunisoise en matière d'ACC.

3.3.1 Une administration en panne depuis la transition démocratique

Nous tenterons de dégager ici les manifestations du dysfonctionnement de l'administration tunisienne afin de caractériser la situation d'action dans laquelle les acteurs se trouvent. Cette analyse nous permettra de comprendre la manière dont cette situation peut impacter l'émergence des préoccupations climatiques. Les bouleversements politiques, institutionnels et économiques que la Tunisie a connu depuis la révolution ont impacté le fonctionnement de l'administration et sa capacité à se mobiliser, notamment en faveur de l'adaptation au CC. Entre un recrutement massif et dérogatoire dans la fonction publique, une montée en puissance chaotique des syndicats et un affaiblissement du pouvoir hiérarchique, l'administration peine à fonctionner. Même s'il est impossible de vérifier ces chiffres, l'association tunisienne de lutte contre la corruption affirme que le temps de travail du fonctionnaire tunisien ne dépasse pas 8 minutes par jour et que le taux d'absentéisme atteint les 60% dans le secteur public¹⁹. En premier lieu, le nouveau régime dérogatoire des recrutements a provoqué de nouvelles scissions au sein de l'administration. Les recrutements dans la fonction publique tunisienne ont explosé entre 2012 et 2013 suite à l'adoption en 2012 d'une loi « exceptionnelle » pour faciliter l'entrée dans la fonction publique des blessés de la révolution et des personnes qui ont bénéficié de l'amnistie générale en 2011. Il en résulte que la masse salariale dans la fonction publique tunisienne a augmenté massivement sans un véritable travail de fond visant à intégrer les nouvelles recrues dans les administrations. Le caractère dérogatoire des recrutements n'a

19. <https://www.ilboursa.com/marches/le/fonctionnaire/tunisien/travaille/8/minutes/par/jour/et/105-jours/par/an/6342>

pas permis d'assurer l'adéquation entre la formation des nouveaux agents et les tâches qu'ils doivent accomplir. S'ajoute à cela un sentiment grandissant d'injustice exprimé par certains enquêtés, sentiment qu'ils expliquent par une prolifération du favoritisme au sein des administrations. Beaucoup de recrutements ne reposent pas sur la compétence et le savoir-faire, mais se font par cooptation familiale et politique²⁰. Ceci est affirmé par certains agents qui expriment un sentiment de frustration et une démotivation dus à ces recrutements « inadéquats », comme le souligne un agent de l'AUGT :

« On peut trouver des types qui ne savent rien faire et qui occupent des postes importants ! Vous savez pourquoi ? Pour la simple raison qu'ils appartiennent depuis toujours à un parti politique particulier ou parce que papa ou maman connaît monsieur ou madame à la tête de tel ou tel ministère. Tu te trouves entouré de ce type de collègues après avoir sacrifié tout pour arriver à décrocher ton poste ! Comment vous voulez que ça bouge dans l'administration... Oui on n'a plus envie de travailler, on est dégoûté... »

Discussion avec un agent de l'AUGT, janvier 2018

Le recrutement dérogatoire dans la fonction publique paraît donc affecter l'adhésion professionnelle des agents et la cohésion entre collègues. Ceci est corroboré par les observations que j'ai pu faire à l'AUGT : des portes de bureaux souvent fermées, l'absence de moments de convivialité pendant la journée de travail et des tensions entre collègues pouvant aller parfois jusqu'à la violence verbale voire physique. Cette ambiance génère une certaine démotivation des salariés par manque de liens aux autres collègues et à l'organisme. La vague de recrutements ne semble pas avoir réussi non plus à diminuer la charge de travail perçue par les fonctionnaires, comme en témoigne une sous-directrice de la direction d'urbanisme (DU) au MEHAT :

« Dans ma direction, on nous demande un travail énorme. On a plus d'une centaine d'études à suivre en ce moment pour les révisions des PAU et on est 4 à pouvoir y travailler. Puis, si quelqu'un d'entre nous commet une faute, il sera sanctionné et ça lui coûtera très cher, mais vraiment très très cher. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

En outre, l'administration tunisienne pâtit d'une politique qui paraît inefficace dans la gestion de ses ressources humaines, ainsi qu'en témoigne le rapport de 2016 de la commission européenne relatif à son programme de soutien de la réforme de l'administration publique tunisienne et de la modernisation des services de l'État : « Il n'existe pas vraiment de gestion dynamique des carrières fondée sur une gestion prévisionnelle des emplois

20. <http://kapitalis.com/tunisie/2018/06/09/tunisie-le-fiasco-du-recrutement-dans-la-fonction-publique/>

et des compétences, qui implique de repenser la formation initiale et continue des agents. Ces derniers manquent de professionnalisation et leur formation n'est pas toujours en adéquation avec leurs tâches réelles. »²¹.

Confrontés à des problèmes organisationnels complexes et à des ressources limitées, les fonctionnaires démotivés sont amenés à établir des priorités et par conséquent à remettre à plus tard l'adaptation de leur territoire au CC :

« Dans ces conditions de travail, ou rien ne fonctionne comme il faut, on n'a pas les moyens, ni le courage d'ouvrir de tels dossiers [adaptation au CC]. On doit tout d'abord retrouver un fonctionnement normal de l'administration. »

Entretien avec une sous directrice à la direction d'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

Le dysfonctionnement de l'administration est également lié à une interprétation du travail syndical très fortement modelée par le contexte de la transition démocratique. L'Union Générale Tunisienne du Travail (UGTT) a toujours joué un rôle important dans la prise de conscience et la mobilisation des ouvriers et des classes défavorisées en Tunisie. Elle a beaucoup œuvré à l'inscription dans les pratiques d'un certain nombre de principes comme l'amélioration des conditions de vie et de travail. Après la révolution, la centrale syndicale a regagné en visibilité sur la scène politique en Tunisie. En effet, l'UGTT avait beaucoup perdu de sa marge d'action sous le régime de Ben Ali. « Sous Ben Ali, tout le pays a été muselé. Aucun espace n'a échappé à cette mise au pas. De fait, l'UGTT a courbé l'échine » (MIZOUNI, 2012, p. 82). Par la suite, la centrale syndicale a joué un rôle important, non seulement dans l'encadrement de la révolution, mais surtout dans son déclenchement. Cependant, la traduction sectorielle et par la suite individuelle du travail syndical a affecté le fonctionnement des administrations tunisiennes. Aujourd'hui, celles-ci passent par une phase critique caractérisée par un affaiblissement du pouvoir hiérarchique. Si l'on retient la définition du pouvoir comme « l'expression légitime, nécessaire et respectable du contrôle social indispensable au succès de l'effort collectif » (CROZIER, 1970), cet affaiblissement peut nuire au fonctionnement quotidien des services administratifs. La montée en puissance des syndicats dans le contexte post révolutionnaire a bouleversé les référentiels de certains fonctionnaires de l'État. Cela s'est traduit par une inversion des rapports de force dans la plupart des services administratifs. Selon un cadre travaillant au ministère de l'environnement, les responsables qui s'accrochent à leurs postes voient leur autorité s'éroder en cédant à la pression exercée par leurs subordonnés. « Les plus dangereux » des syndiqués seraient selon lui les mieux servis ; « on peut même leur accorder une voiture de fonction pour ne pas avoir des mobilisations contre la direction ». Au sein de l'AUGT, la contestation du pouvoir hiérarchique est renforcée par le fait que la plupart des postes de responsabilité est occupée par des femmes. C'est notamment la

21. <https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/aap/tunisia/2016/part/1.pdf>

situation que j'ai pu observer d'une jeune ingénieure chargée de diriger une petite équipe de collègues masculins beaucoup plus âgés. Ces derniers refusaient catégoriquement de travailler sous ses instructions. Cet affaiblissement du pouvoir hiérarchique est également ressenti par des enquêtés travaillant au sein d'institutions environnementales, comme en témoigne une cheffe de service travaillant à l'ANPE :

« Après la révolution, il y a eu plus d'ouvriers à l'agence que de techniciens et d'ingénieurs. Ce sont eux qui commandent ! Figurez-vous qu'un chauffeur est capable de faire virer le directeur général de l'agence. Il sait qu'il a le soutien de ses collègues et surtout de son syndicat. En tout cas, pour notre administration, ce sont les chauffeurs qui commandent. C'est à eux de décider de ramener ou pas un ingénieur pour une mission de terrain. Puis, ils rentrent chez eux avec les voitures de fonction et personne ne peut les arrêter. Cela a créé chez nous les ingénieurs un sentiment d'injustice sociale. »

Entretien avec une cheffe service à l'ANPE, 15 janvier 2019

3.3.2 Un sentiment de déclassement social chez les fonctionnaires

Le sentiment d'être victime d'une « injustice sociale » est renforcé par la régression des fonctionnaires de l'état sur l'échelle sociale. Dans son article datant de la fin des années 60 intitulé « L'administration dans le système politique tunisien », Raimund E. Germann expliquait qu'en Tunisie, « les fonctionnaires se trouvent au sommet de la pyramide sociale. Les agents de l'État et des organismes paraétatiques sont privilégiés par rapport à la plus grande partie du reste de la population, grâce à un revenu régulier, suffisant et parfois même élevé » (GERMANN, 1969). Aujourd'hui, les fonctionnaires expriment une certaine souffrance liée à une baisse considérable de leur pouvoir d'achat, comme en témoignent les nombreuses grèves qu'ils ont menées ces dernières années, notamment celle du 21 novembre 2018. Selon le journal Rfi Afrique²², 670 000 fonctionnaires tunisiens étaient appelés par l'UGTT ce jour là à une grève générale de la fonction publique. L'objectif était de demander au gouvernement une augmentation des salaires pour faire face à « l'effondrement du pouvoir d'achat des fonctionnaires », comme en témoigne l'un des manifestants²³. Outre ce mal-être global, les agents de la fonction publique se sentent stigmatisés comme me l'a expliqué lors d'un entretien une architecte urbaniste à la direction générale de l'urbanisme au MEHAT :

« Ce que nous vivons est une destruction programmée de l'administration. On nous accuse de tous les maux qui accablent la situation actuelle du pays... On nous

22. <https://www.rfi.fr/fr/tag/tunisie/>

23. Discussion avec un manifestant

décourage. On nous met dans des conditions plus que difficiles psychologiquement et financièrement. »

Entretien avec une sous directrice à la direction de l'urbanisme au MEHAT, 29 janvier 2019

S'ajoute à cela un blocage des promotions dans la fonction publique. C'est un « système qui ne récompense pas le résultat, le faible écart de rémunération entre les seniors et les juniors n'est pas motivant et ne permet pas d'attirer les talents »²⁴. Cela démobilise les fonctionnaires et ne les encourage pas à s'investir dans de nouvelles missions, comme en témoigne un technicien au MEHAT :

« Personne n'est motivé pour travailler, on a même vu des copier-coller d'un Plan d'aménagement à un autre. Cela est dû en grande partie aux blocages des promotions dans la fonction publique, donc à un désespoir. Vous pouvez nous imaginer dans ces conditions-là alourdir nos tâches en prenant celles qui relèvent des missions du ministère de l'environnement ? »

Entretien avec un technicien urbaniste au MEHAT, 10 décembre 2018

Ce désinvestissement n'est pas spécifique au ministère de l'Équipement et à l'AUGT qui est sous sa tutelle ; il touche également d'autres administrations comme en témoigne un directeur général au ministère de l'environnement :

« Dans l'équipe que je dirige, mes collaborateurs sont généralement contents de rencontrer une difficulté, ça leur permet d'arrêter de travailler sous prétexte qu'ils n'arrivent pas à résoudre le problème rencontré ; et si je ne vais pas vers eux pour demander un état d'avancement du travail, ils ne viennent presque jamais me dire qu'ils ont besoin d'aide. »

Entretien avec un directeur général au Ministère de l'Environnement, 4 janvier 2019

Ce désinvestissement a engendré un certain effet d'entraînement qui participe à réprimer l'enthousiasme des jeunes collègues. La passivité est devenue une sorte de norme sociale au sein de l'administration. Pour mieux s'intégrer dans sa structure, un technicien me disait qu'il était obligé de prendre des pauses longues avec les collègues et de cacher sa volonté de progresser dans sa carrière. Ce témoignage rejoint celui d'une architecte-urbaniste travaillant dans une collectivité locale :

« En arrivant, les anciens n'acceptent pas de nous expliquer comment ça se passe, ils ne veulent même pas nous passer les dossiers dont on a besoin pour travailler... Puis il ne faut surtout pas prendre des initiatives ! Si tu le fais, c'est mal parti pour toi ! On a eu droit à des réflexions du type : « tu ne vas pas nous apprendre

24. <https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/aap/tunisia/2016/part/1.pdf>

à travailler, attends un peu au moins le temps d’acquérir un peu d’expérience » ou « calme toi, tu ne va pas révolutionner le monde ». Avec le temps, tu perds la motivation et tout ce que tu fais devient purement machinal. On t’apprend à ne plus réfléchir et à ne pas être force de proposition ! Bah voilà, comment tu veux qu’on parle d’environnement dans ces conditions ! Encore pire pour les changements climatiques. En gros (soupir), l’administration tunisienne ça te vide. »

Entretien avec une architecte urbaniste à la municipalité de l’Ariana, 11 février 2019

Ainsi, il apparaît clairement que le contexte post-révolution de l’administration tunisienne caractérisé par des ressources réduites, une image dégradée et un climat social tendu, affecte la capacité de celle-ci à s’ouvrir à d’autres enjeux émergents comme celui du climat. Cette mauvaise conjoncture désorganise et affaiblit même les rares institutions porteuses d’expertise dans le champ du climat, comme l’explique une ingénieure en chef à l’INM :

« Les gens en ont marre des conditions de travail, des salaires démotivants. . . et le pire, c’est qu’il n’y a aucune reconnaissance derrière, donc les collègues partent soit à l’étranger, soit dans le privé où les salaires sont meilleurs. Bah si on nous vide l’administration, comment vous voulez qu’on garde notre place comme l’expert en changement climatique. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l’INM, 24 janvier 2019

3.4 Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif premier d’identifier le contenu des représentations sociales de l’adaptation au CC auprès d’un panel d’acteurs de l’environnement et de l’aménagement de la région tunisoise. En réponse à ce premier objectif, nous pouvons conclure que pour la majorité des enquêtés, la signification donnée à l’adaptation reste relativement floue, assimilée parfois aux effets perçus du CC, notamment les inondations et l’élévation du niveau de la mer. D’autres fois, l’adaptation est perçue comme la capacité de maîtrise du CC, et en l’occurrence sur le territoire tunisois, l’incapacité à le maîtriser. Le CC et ses effets sont avant tout considérés comme une fatalité qui participe à la perte de cette capacité. Ainsi, les acteurs interrogés associent à l’adaptation des contenus flous et négatifs. Le poids de ces représentations constitue un frein à l’action publique tunisienne en faveur de l’adaptation au CC, en faisant croire aux acteurs qu’ils ne disposent pas de réponses pour maîtriser les risques climatiques. Cette difficulté à saisir l’adaptation constitue alors une véritable barrière à la mise en pratique d’une action collective en matière d’adaptation (SIMONET, 2011).

Nous avons ensuite tenté d’analyser plus en profondeur les représentations sociales de

l'adaptation à travers les dimensions de la distance psychologique au CC. Nous avons pu souligner que les préoccupations en matière d'adaptation sont minimales chez les acteurs de l'environnement et de l'aménagement tunisois, car le phénomène lui-même et ses conséquences sont perçus comme éloignés sur le plan temporel, spatial, social et hypothétique. Cette analyse en termes de distance psychologique montre que le changement climatique est perçu par les acteurs tunisois comme distant spatialement à différentes échelles : à l'échelle internationale les effets du changement climatique touchent selon eux davantage les européens et, à l'échelle du Grand Tunis, ce sont les quartiers les plus démunis qui sont perçus comme les plus impactés. Nous avons pu aussi relever une distance temporelle (les effets seront visibles dans le futur) et hypothétique (incertitude).

Ce chapitre nous a également permis d'identifier les logiques d'action des acteurs vis-à-vis du CC, à partir des discours qu'ils tiennent de leurs pratiques professionnelles. À cet égard, le développement économique apparaît comme un élément structurant des logiques d'action et préoccupe profondément les acteurs. Ces derniers, ne percevant pas l'adaptation comme une opportunité de développement mais plutôt comme une contrainte, ne l'intègrent pas comme une priorité dans leurs pratiques professionnelles.

Afin d'approfondir ces logiques d'action, nous nous sommes enfin penchés sur le contexte organisationnel des institutions publiques tunisiennes et son impact sur les pratiques professionnelles des acteurs de l'aménagement tunisois. Les dysfonctionnements actuels de l'administration tunisienne, à savoir la mauvaise gestion des ressources humaines et financières et le sentiment de déclassement social des fonctionnaires, affectent la motivation des fonctionnaires et suscitent une logique d'action basée sur la gestion des problèmes urgents. Ce contexte a rendu le défi face au changement climatique plus difficile à relever pour les acteurs de la région tunisoise. Dans ce contexte, s'investir dans de nouveaux chantiers comme celui de l'adaptation des villes au changement climatique semble difficile pour les acteurs de la région tunisoise.

Conclusion de la Partie 1

Cette première partie avait vocation à analyser les différents obstacles qui peuvent entraver l'émergence de l'ACC dans l'action publique en matière d'aménagement à Tunis. À cet égard, nous avons analysé les modalités d'appréhension du problème climat et mis en évidence, sur la base de notre enquête, le poids des dimensions organisationnelle et cognitive dans la construction de l'action territoriale d'ACC pour le Grand Tunis. Nous avons montré que la mise à l'agenda de l'ACC dans l'action publique en matière d'aménagement est fortement impactée par la faible position qu'occupe les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement sur la scène urbaine tunisoise. Nous avons mis également en lumière la manière dont les représentations sociales que se font les acteurs de l'ACC constitue un point de blocage dans les démarches en faveur de l'ACC à l'échelle territoriale. Nous pouvons invoquer plusieurs éléments en conclusion de ces analyses sur l'émergence de l'ACC dans l'action territoriale.

- En premier lieu, concernant les modalités d'appréhension du problème climat par les politiques publiques tunisiennes, l'analyse des déclinaisons des injonctions internationales à l'échelle nationale, montre les logiques sectorielles comme un invariant des démarches d'ACC observées. Totalemment déconnectées d'une approche territoriale, les recommandations issues de ces études sectorielles peinent à se concrétiser. D'ailleurs, l'urbanisme et l'aménagement n'étaient pas concernés par une politique sectorielle d'adaptation. Ainsi, l'action publique tunisienne en termes de climat ne se penche pas encore sur les villes.
- Avec les chapitre 2 et 3 nous avons tenté d'analyser les facteurs expliquant cette difficulté de l'urbanisme et de l'aménagement de s'emparer de l'ACC. Nous nous sommes focalisé dans le chapitre 2 sur les dynamiques d'acteurs autour de l'ACC. Nous avons pu relever que l'État central, par ses ressources et son rôle régalién, s'accapare de la question climatique via notamment son Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement. En ce qui concerne les acteurs de l'urbanisme et l'aménagement, ils font face à différents problèmes comme un grand manque de ressources financières et humaines, des instruments de planification caduques et des multiples réformes qui chamboulent leurs fonctionnements habituels. Ce contexte d'action affaiblit d'avantage les acteurs de l'urbanisme notamment ceux travaillant à l'échelle régionale comme l'AUGT et à l'échelle locale comme les collectivités. Ces conditions les empêchent de s'ouvrir sur des nouveaux enjeux comme l'ACC. S'ajoute à ce contexte peu stable, l'absence d'un acteur qui est dans la capacité de fédérer autour de cette question d'ACC. Ce vide est aussi un obstacle important à

l'émergence d'ACC bien que la société civil tache de jouer un rôle d'acteurs relais en la question.

- Le poids des représentations sociales constitue le deuxième obstacle à cette émergence de l'ACC. L'ACC est entendue par les acteurs tunisois de manière relativement élargie et disparate. Cette représentation qu'il se font de l'adaptation ne facilite pas la formulation de réponses à apporter au problème climat. S'ajoute à ce flou conceptuel autour de l'adaptation chez les acteurs une distance psychologique. Cette distance psychologique vis à vis aux effets du changement climatique n'aide pas les acteurs à croire au désastre attendu. C'est la raison pour laquelle la controverse autour du problème occupe une place conséquente et persistante et que l'action en faveur de l'adaptation est freinée. En outre, le développement économique ressort comme la première préoccupation des acteurs. Cette priorité absolue accordée au développement économique, sans la volonté de le coordonner avec d'autres aspects comme ceux environnementaux, peut servir de prétexte à l'inaction en faveur de l'ACC.

Nous venons d'analyser dans cette première partie les processus empêchant la construction de l'ACC à l'échelle du territoire tunisois. Afin de compléter notre compréhension de l'action territoriale d'adaptation, nous nous interrogeons sur les mécanismes qui peuvent favoriser son émergence dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme. Dans cette perspective, nous avançons l'hypothèse que cette émergence de l'ACC à Tunis peut passer par l'élaboration d'un diagnostic micro-climatique et par sa géo-visualisation. Fournir ces clés de lecture sur le climat urbain aux acteurs pourrait leur permettre de se représenter leur territoire en considérant la composante climat. Ce diagnostic nécessite toutefois des compétences spécifiques d'expertise et d'ingénierie territoriale. Nous proposons ainsi de développer en deuxième partie de la thèse les étapes de préparation de ce diagnostic micro-climatique pour le Grand Tunis.

DEUXIÈME PARTIE

**La fabrique des données urbaines
pour un diagnostic climatique du
Grand Tunis**

Le travail que nous développons dans cette partie se base sur la notion de géo-gouvernance qui est définie comme «la construction d'une démarche s'appuyant sur l'utilisation des méthodes et outils de l'analyse spatiale, destinée à rendre intelligible la complexité du territoire, à faire émerger les enjeux spatiaux et à mettre à portée de tous les acteurs une information territoriale pertinente et nécessaire à la mise en œuvre d'une gouvernance territoriale «éclairée» (DUBUS et al., 2010).

À ce titre, contrairement à la gouvernance qui ne porte souvent que sur les structures de la décision, la géo-gouvernance met l'accent sur les méthodes et outils de l'analyse spatiale. Ce concept privilégie ainsi l'intégration d'une information géographique intelligible dans les problèmes à étudier. Les informations produites grâce aux méthodes et outils de l'analyse spatiale offrent la possibilité de saisir la complexité des systèmes territoriaux et de mettre l'accent sur les enjeux territoriaux à montrer. En effet, les systèmes d'information géographique (SIG) apparaissent aujourd'hui comme des outils d'analyse et de communication de l'information géographique permettant de rendre intelligible la complexité territoriale et de sensibiliser les décideurs aux enjeux émergents. Les SIG permettent une gestion et une analyse plus facile des données spatiales disponibles. Ces outils permettent ainsi de faciliter le processus d'échange entre chercheurs et décisionnaires et offrent un moyen efficace de communication autour du territoire. Ils peuvent jouer le rôle de support à l'animation de réunions et peuvent orienter dans une certaine mesure les prises de décision. Cette multifonctionnalité associée aux SIG montre qu'ils sont loin d'être une simple représentation technique, mais qu'ils peuvent jouer un rôle effectif dans l'émergence des problématiques environnementales et climatiques dans l'action publique.

Un certain nombre de villes et de laboratoires de recherche (par exemple en France, les villes de Paris, Toulouse ou encore Lyon) ont développé des collaborations qui ont permis de produire et de mettre à disposition des acteurs locaux un ensemble de données et d'outils pour intégrer le climat dans la planification urbaine. Parmi ces outils figurent des modèles numériques permettant de produire des données microclimatiques à l'échelle de la ville mais aussi des outils cartographiques permettant de synthétiser l'information climatique jugée pertinente pour l'exercice de planification urbaine.

Cependant, dans des contextes caractérisés par une pénurie de données comme les villes du Sud, ces démarches d'analyse spatiale sont difficiles à mettre en place. Face aux défis de la faible disponibilité de bases de données (urbaines et climatiques) sur le territoire tunisois et fort du potentiel des logiciels de SIG, nous souhaitons dans cette deuxième partie de la thèse tester la généricité et l'adaptabilité dans le contexte tunisois de certains des outils et démarches qui permettent de prendre en compte les problématiques climatiques dans la planification et l'aménagement urbains. Ces outils qui circulent et sont souvent désignés de « bonnes pratiques », peuvent effectivement participer au renouvellement des pratiques

urbanistiques. Cependant, nous ne concevons pas ce travail dans une logique de transfert ; nous souhaitons mettre à l'épreuve ces outils dans des nouveaux contextes. Nous restons attentifs vis à vis des représentations classiques selon lesquelles les foyers de l'innovation urbaine seraient localisés dans les pays du Nord. La construction de ces outils a ainsi un double objectif : elle vise d'une part à combler un besoin de connaissances locales des effets des CC, lequel apparaît comme un préalable à toutes les démarches territoriales d'adaptation (BERTRAND & RICHARD, 2012) et, d'autre part, à tester la généralité et la pertinence de ces outils pour de nouveaux territoires.

Organisation de la partie 2

Nous commençons dans un premier temps par un chapitre (chapitre 4) permettant de définir les principales notions, approches et outils que nous mobiliserons pour la suite de la thèse. Ce chapitre nous permettra également de présenter les travaux réalisés en climatologie urbaine sur le territoire tunisois et, enfin, de présenter la manière dont la question des données est appréhendée par les acteurs du Grand Tunis. Le deuxième chapitre (chapitre 5) présente la méthodologie que nous avons mis en place pour construire une base de données décrivant la surface urbaine du Grand Tunis dont le but était d'apporter aux acteurs tunisois une nouvelle vision de leur territoire sous le prisme des problématiques climatiques. Elle a aussi servi aussi à alimenter des modélisations climatiques. Le chapitre 6 vient compléter la base de données d'occupation de sol par le biais d'une approche participative réalisée via les réseaux sociaux, ceci afin de fournir une typologie architecturale pour le territoire tunisois.

Les recherches sur le climat urbain

Dans la perspective de la préparation des modélisations climatiques pour le Grand Tunis, il est nécessaire de comprendre les mécanismes de formation du climat urbain. Ce chapitre nous permettra d'identifier, d'une part, les facteurs participant à la formation du climat urbain et, d'autre part, l'intensité des modifications climatiques observées. Nous nous sommes appuyés pour cela sur une analyse bibliographique dans le domaine de la climatologie urbaine. Cette revue de la littérature permet de définir les notions clés que nous mobiliserons pour la suite de la thèse, mais aussi de présenter les différentes approches et outils que nous utiliserons. À cet égard, nous présenterons dans un premier temps les différents facteurs influençant le climat urbain, en portant une attention particulière au rôle de la nature de la surface urbaine dans sa formation. Dans un deuxième temps, nous développerons les différentes méthodes d'étude de l'îlot de Chaleur Urbain (ICU), en mettant l'accent sur l'approche par Zones Climatiques Locales (LCZ) (STEWART & OKE, 2012). Par la suite, nous reviendrons sur les différents logiciels libres que nous avons mobilisés pour préparer les données nécessaires aux modélisations climatiques pour le territoire tunisois. Nous ferons aussi un focus sur l'importance de ces outils gratuits pour la circulation de l'expertise que nous développerons vers d'autres contextes de villes du Sud où les moyens financiers manquent. Nous présenterons également les outils numériques de modélisation développés par le CNRM et que nous utiliserons par la suite pour simuler le climat urbain du Grand Tunis. Enfin, nous présenterons une synthèse des différents travaux de recherche sur le climat urbain à Tunis et les équipes pionnières en la question, en mettant l'accent sur la question du manque de données à Tunis et montrer qu'il peut être un véritable obstacle pour le développement des études sur le climat urbain.

4.1 Les interaction entre la ville et son atmosphère

Dans le contexte actuel marqué par le changement climatique, les villes jouent un rôle majeur et complexe dans l'amplification de ce phénomène à différentes échelles. D'une part, elles contribuent au réchauffement qui s'opère à l'échelle globale, à travers les émissions de gaz à effet de serre issues des activités anthropiques (trafic routier, chauffage domestique et climatisation, industries, etc.) ; d'autre part, ce réchauffement global est amplifié au cœur des villes par le microclimat spécifique qui y règne, phénomène bien connu sous le nom d'îlot de chaleur urbain (ICU) (OKE, 1982).

L'aléa composite vague de chaleur amplifiée par l'îlot de chaleur urbain

Vague de chaleur

Les vagues de chaleur sont des événements météorologiques extrêmes dont la probabilité d'occurrence a fortement augmenté avec la tendance moyenne à la hausse des températures estivales. Généralement, les vagues de chaleur sont définies comme des températures anormalement chaudes observées pendant plusieurs jours consécutifs. Le caractère thermique exceptionnel est estimé à partir d'un écart à la normale (de 5°C pour l'indicateur utilisé dans le projet Européen STARDEX) ou d'un seuil absolu adapté aux températures extrêmes à l'échelle régionale. La durée minimale d'un événement varie, selon les indices choisis, de 3 à 6 jours généralement (SOUBRYROUX et al., 2014). En milieu urbain, s'ajoute à ce phénomène, l'ICU.

Îlot chaleur urbain

La définition la plus communément admise de l'ICU est la différence de température d'air entre une zone urbaine et sa campagne environnante (OKE & CLEUGH, 1987). Il est possible de distinguer 2 types d'îlots de chaleur urbains. Chaque type a son propre mécanisme physique et sa propre méthode de mesure (STEWART, 2011) :

- L'ICU de surface caractérisant la différence de températures de surface entre les villes et les zones rurales périphériques. Ce type d'ICU dépend des différences entre les matériaux urbains et ceux ruraux. En effet, les surfaces urbaines sont généralement sèches, imperméables et à forte inertie thermique, elles ont donc tendance à être plus chaudes que les surfaces rurales beaucoup plus humides, perméables et à faible inertie thermique.
- L'ICU dans la canopée urbaine¹ désigne l'excès de la température de l'air qu'on observe régulièrement dans la canopée urbaine par rapport aux zones rurales ou aux environs moins urbanisés. À la campagne, l'essentiel de l'énergie solaire est utilisé par les plantes dans le processus d'évapotranspiration. La plupart de l'énergie solaire restante réchauffe l'air rapidement dès le matin. Par contre, dans les villes, l'énergie solaire va certes chauffer l'air, mais elle va d'abord et surtout réchauffer les surfaces imperméables et les bâtiments qui vont stocker beaucoup d'énergie (OKE et al., 2017).

Donc au cours de la journée, l'air urbain se réchauffe et pendant la nuit, les surfaces urbaines plus chaudes limiteront le refroidissement de l'air ambiant par restitution de la chaleur stockée durant la journée. L'ICU se manifeste principalement la nuit par temps

1. La canopée urbaine désigne la couche d'air comprise entre le sol et le sommet des bâtiments.

de ciel clair avec peu de vent. Il est plus marqué en début de nuit et peut atteindre des valeurs allant jusqu'à plus de 10 °C (OKE, 1973) (fig. 4.1).

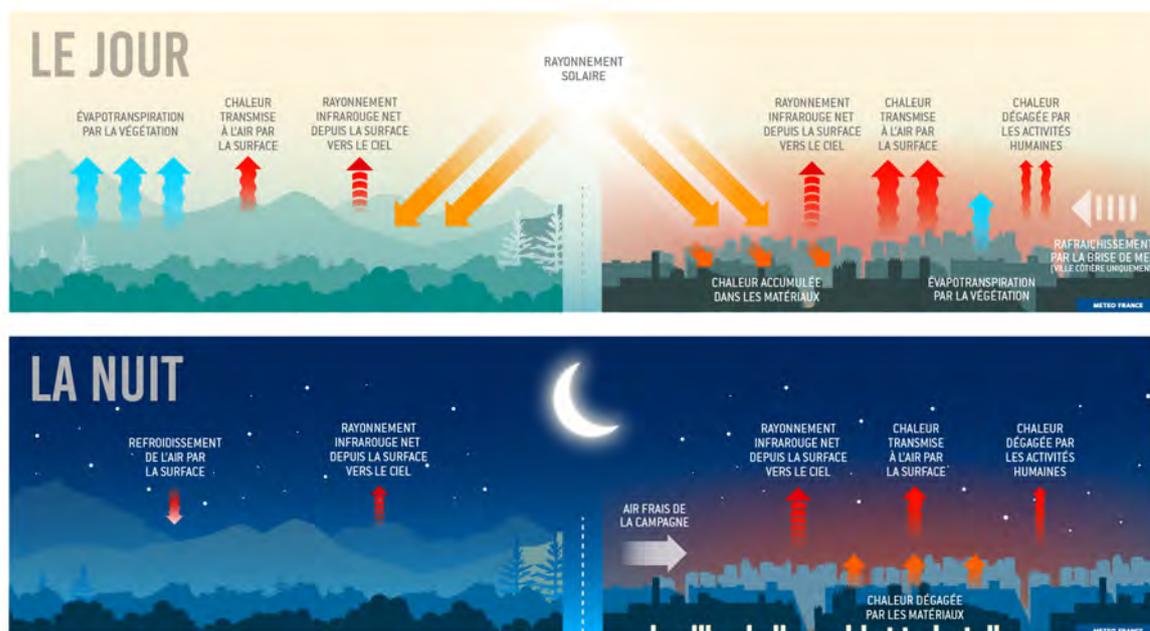


FIGURE 4.1 – Cycle journalier de l'Îlot de chaleur urbain

L'amplitude de l'ICU est contrôlée par les conditions météorologiques synoptiques. Par exemple, l'ICU est moins intense en conditions nuageuses (ALONSO et al., 2007 ; MORRIS et al., 2001) et il diminue lorsque la vitesse du vent augmente (ALONSO et al., 2007 ; MEMON & LEUNG, 2010). Cela implique qu'une ville côtière, sous l'influence régulière d'une brise de mer, subit des îlots de chaleur plus faibles qu'une ville continentale. Par ailleurs, les propriétés du site rural sont aussi un facteur de contrôle de l'amplitude de l'ICU (ARNFIELD, 1990). Une variation de la température de l'air du site rural peut être provoquée par sa teneur en humidité du sol. L'ICU est un phénomène complexe. Il est induit par la morphologie et l'occupation du sol caractéristiques des villes, les conditions géographiques mais aussi les flux de chaleur anthropique qui y sont produits. Son intensité dépend également fortement des conditions météorologiques synoptiques, avec des intensités plus fortes sous conditions anticycloniques caractérisés par un fort ensoleillement et un faible vent.

4.1.1 L'aléa composite vague de chaleur amplifiée par l'îlot de chaleur urbain

En définitive, il s'avère qu'en ville l'augmentation excessive de la température due au phénomène météorologique vague de chaleur est aggravée par le phénomène de réchauffement

local du climat : l'îlot de chaleur urbain. Cette combinaison donne lieu à un aléa composite plus fréquent, plus long et plus intense. Les deux composantes de cet aléa (vague de chaleur et ICU) sont modulées selon un cycle journalier. Les températures maximales absolues vont être atteintes pendant la journée. L'îlot de Chaleur Urbain va néanmoins avoir sa contribution relative la plus forte pendant la nuit.

4.1.2 Les facteurs influençant le climat urbain

Les facteurs géographiques

La ville s'intègre dans un environnement naturel avec lequel elle entretient des relations étroites. Le climat, et en particulier la température, à un endroit donné dépend fortement de la localisation géographique : la latitude, la topographie (altitude et configuration morphologique du territoire) et la proximité de grandes étendues d'eau, comme les océans ou les mers. La latitude a une influence, surtout de par la fraction de rayonnement solaire qui arrive à la surface (les zones équatoriales étant plus ensoleillées que les zones polaires). L'altitude a également une influence sur la température. La diminution de température avec l'altitude est de l'ordre de 0,6 °C à 1 °C par élévation de 100 m. Le relief quant à lui influe sur la température par les variations qu'il induit sur l'irradiation solaire des pentes en fonction de leurs orientations et de leurs inclinaisons ainsi que les variations qu'il crée au niveau du régime des vents (REITER, 2007).

Le rôle de l'occupation du sol

La nature de la surface urbaine peut être très hétérogène et se répartie généralement entre sols artificialisés, sols nus, végétalisés et plans d'eau. Du fait de sa composition, la surface urbaine joue un rôle dans la modification du climat local, et par conséquent dans la vulnérabilité urbanistique d'une ville au risque de vague de chaleur. Pour mieux expliquer l'importance de la nature de la surface urbaine dans ce processus, nous distinguons entre surface naturelle et surface artificielle.

La configuration des espaces verts (parcs, squares, rues plantées) et la nature des végétaux (arbres, arbustes, pelouse, etc.) influencent l'ampleur de l'effet rafraîchissant de la végétation en général. Les plans d'eau jouent aussi un rôle de rafraîchissement de l'atmosphère en milieu urbain. Ainsi la présence d'un plan d'eau de surface importante, comme un lac par exemple, joue un rôle important dans la diminution de l'intensité des impacts d'une vague de chaleur. Les sources d'eau isolées, telles que les fontaines par exemple, ont un effet ponctuel vu la taille réduite de leur surface. En revanche, les grands jets d'eau permettent des effets d'humidification et de rafraîchissement notables (BENZERZOUR, 2004). L'imperméabilisation du sol urbain, due à la minéralisation de l'espace et à l'évacuation immédiate des eaux de pluies par les réseaux, diminue l'évaporation du fait de

l'existence d'une moindre quantité d'eau à évaporer. À cette imperméabilisation s'ajoute également la faible présence de végétation, à l'origine d'une diminution des phénomènes d'évapotranspiration dus aux végétaux. En outre, la nature des matériaux utilisés pour construire la ville, leurs propriétés thermiques et radiatives, ont une grande influence sur le bilan thermique de la surface urbaine. Santamouris met l'accent sur l'importance des propriétés thermiques des matériaux et sur la couleur qui influence le pouvoir de réflexion d'une surface exposée à la lumière (albédo) (SANTAMOURIS, 2005). En effet, pour évaluer la vulnérabilité urbanistique d'une ville, la densité des surfaces artificialisées, la nature des matériaux de constructions mais aussi la morphologie urbaine sont des facteurs importants.

La morphologie urbaine

La géométrie de la ville est un facteur très influent sur les caractéristiques climatiques du milieu urbain. Les rues et les hautes parois verticales forment ce que l'on nomme les canyons urbains. Une configuration de rues étroites entourées de hauts bâtiments engendre le réfléchissement des rayonnements par les différentes parois, ce qui empêche leur évacuation vers l'atmosphère (piégeage partiel des rayonnements). Les surfaces se réchauffent ainsi sous l'action des rayons. Le piégeage influence également la valeur de l'albédo du couvert urbain. En effet, comme souligné par Masson et al (2020) pour la plupart des villes, les différences d'albédo entre la ville et la campagne sont faibles (MASSON et al., 2020). Des travaux comme ceux de Oke et al. (2017) fournissent une fourchette de valeur de la différence d'albédo entre l'urbain et le rural allant de $-0,09$ à $+0,03$.

Les températures urbaines sont plus sensibles à l'albédo pendant la journée (KRAYENHOFF & VOOGT, 2010). Bien que l'albédo des surfaces individuelles puisse souvent atteindre 0,30 ou plus, par exemple pour les murs de couleur claire, l'énergie réfléchie est interceptée par d'autres surfaces urbaines par piégeage radiatif, ce qui limite l'énergie réfléchie vers le ciel et donc l'albédo urbain global. Par conséquent, il existe une faible différence de rayonnement net de jour entre les sites urbains et ruraux (ARNFIELD, 2003).

En outre, un bâtiment ou un ensemble de bâtiments constitue un obstacle à l'écoulement des masses d'air (COLOMBERT, 2008). Le rayonnement solaire reçu par un espace public ou un bâtiment dépend de l'orientation et de l'inclinaison du terrain sur lequel il se trouve. Une superficie perpendiculaire aux rayons du soleil reçoit le maximum d'énergie solaire par unité de surface. C'est pourquoi les pentes orientées au sud (dans l'hémisphère nord) reçoivent plus de soleil que les autres orientations. Les pentes plus raides reçoivent généralement plus de soleil que les terrains plats, sauf pour une pente orientée au nord, ce qui constitue la configuration qui reçoit le moins de rayonnement solaire.

Les apports anthropiques de chaleur

Les rejets de chaleur d'origine anthropique ont comme source le chauffage, le transport, les activités industrielles et le métabolisme humain. Ces rejets sont beaucoup plus importants en milieu urbain du fait de la concentration des activités et des habitations. Comme souligné par Masson et al (2020), ces activités humaines influencent légèrement l'ICU par le rejet direct de chaleur dans l'atmosphère. Pour la grande majorité des villes, ce n'est pas le principal mécanisme créant l'ICU (MASSON et al., 2020). Par exemple, la climatisation pourrait augmenter les températures urbaines d'un maximum de 1 à 2 °C à Paris pendant les nuits de canicule (de MUNCK et al., 2013) (ce qui représente 10 à 20 % de l'intensité maximale de l'ICU) ; des augmentations similaires ont été modélisées pour Phoenix (SALAMANCA et al., 2014) et Hong Kong (WANG et al., 2018).

Même si les situations météorologiques favorisant les ICU forts sont souvent associées à des épisodes de pollution atmosphérique, les polluants atmosphériques ne modifient pas de manière significative la température de l'air au-dessus des villes. Cependant, certaines mégapoles, comme Delhi, peuvent atteindre de très hauts niveaux de pollution urbaine par aérosol, ce qui peut moduler légèrement le climat urbain (PANDEY et al., 2012).

4.1.3 Quelles échelles spatiales pour l'étude du climat urbain ?

Chaque ensemble de rues et de bâtiments forme un microclimat spécifique. Avant de présenter la manière dont les scientifiques abordent aujourd'hui la question de l'îlot de chaleur et la façon dont ils le relient à la ville, à sa conception, son architecture, sa forme ou encore sa géométrie, il est intéressant de présenter les échelles d'analyse utilisées en climatologie urbaine. L'étude du climat urbain nécessite, en effet, de distinguer différentes échelles horizontales et verticales (OKE, 2004). À l'horizontale, trois échelles d'étude peuvent être distinguées en climatologie : la micro-échelle, l'échelle locale et la méso-échelle (OKE, 2004). La micro-échelle permet de distinguer le microclimat qui existe au niveau d'un bâtiment, d'une rue, d'un arbre, d'un jardin, etc. Concernant l'échelle locale elle correspond plutôt à un quartier en milieu urbain et la méso-échelle à une agglomération.

À la verticale, les influences de la ville ne s'observent pas sur l'ensemble de l'atmosphère mais au sein de la couche limite atmosphérique (CLA). Cette couche, en milieu urbain, prend le nom de couche limite urbaine (CLU). C'est la couche d'air qui est sous influence de la surface urbaine. Son épaisseur est variable en fonction de l'heure de la journée et de la saison. Cette épaisseur joue un rôle important dans les échanges de chaleur, d'humidité ainsi que sur la concentration de polluants. L'épaisseur de la CLU est produite par la présence de tourbillons d'air. Plus l'air est turbulent, plus les échanges d'énergie,

de matière et de mouvement entre la surface urbaine et l'atmosphère sont favorisés. Cette turbulence sera plus ou moins importante en fonction de la présence de vent et/ou de la température de la surface (qui vont caractériser la stabilité de l'atmosphère) et la rugosité de la surface. Plus il fait chaud, plus les obstacles en surface sont importants et plus les mouvements d'air vont brasser et mélanger l'air. Par exemple, en général en journée, cette couche possède une épaisseur supérieure à celle de la nuit, car il fait plus chaud. Selon Grégoire Pigeon et al (2008), en milieu de journée, la propriété la plus remarquable de la couche limite urbaine est l'accroissement de son épaisseur en comparaison avec la Couche limite rurale parfois jusqu'à 250 mètres de plus (PIGEON et al., 2008). Ceci est aussi observé entre les saisons chaudes (printemps, été) et froides (automne, hiver). Tôt le matin, l'épaisseur de la CLU en hiver et en été est comparable tandis que dans l'après midi cette épaisseur est bien plus grande dans les journées ensoleillées de l'été.

Pour les villes côtières, le courant de brise de mer transporte de l'air marin sur une surface terrestre urbanisée rugueuse et chaude. Une fois franchi la côte, l'air est soumis à une instabilité dynamique et thermique. En effet, des mouvements turbulents se développent à l'intérieur du courant de brise de mer, mélange l'air pour former une couche limite atmosphérique. L'épaisseur de cette couche croît à partir de la côte pour atteindre une hauteur d'équilibre plus loin dans les terres, équivalente à l'épaisseur de la couche limite continentale (RAYNOR et al., 1979). L'épaisseur de la CLA est très faible à la côte car l'air marin advecté sur le continent est stable thermiquement. Les valeurs qu'il prend dépendent de différentes distances de la côte dans différentes conditions atmosphériques. Un ordre de grandeur de ces valeurs est donné par l'étude de Raynor et al. (1979). Ces auteurs ont analysé 28 cas de CLA avec de nombreux moyens expérimentaux (avions, sondages ballons et mâts instrumentés) dans un grand nombre de situations météorologiques. Ils observent des hauteurs d'équilibre allant de 500 à 900 m pour des distances à la côte variant de 5 à 40 km.

La Couche de Canopée Urbaine correspond à la couche atmosphérique située entre le sol et le niveau des toits (OKE, 1987). Elle est caractérisée par sa géométrie à travers des paramètres physiques comme le rapport hauteur des bâtiments/largeur de la rue (H/W) ou le facteur de visibilité du ciel² (Sky View Factor SVF), etc. Trois autres sous-couches ont été également distinguées par Oke (2004) : la sous-couche rugueuse, la sous couche inertielle et la couche de mélange (fig. 4.2). En effet, les éléments de forte rugosité in-

2. Le facteur de vue du ciel correspond à la portion de ciel observable à partir de la surface considérée. Ce facteur est égal à 1 dans le cas d'une surface plane sans obstacle et varie entre 0 et 1. Il permet d'évaluer le refroidissement nocturne par échange radiatif avec le ciel. Pendant la journée, si la vue du ciel est importante les rayons solaires parviennent sans obstacles sur les surfaces urbaines. La nuit, si ce facteur est faible, les rayonnements infrarouges libérés vers le ciel prennent plus de temps pour se dégager (ils sont piégés par les surfaces verticales)

duisent la formation d'une sous-couche de rugosité au-dessus de la couche de canopée urbaine. La sous-couche de rugosité occupe les premières dizaines/centaines de mètres au-dessus de la surface. Au-dessus de cette sous-couche de rugosité se trouve le reste de la couche de surface, il s'agit de la sous-couche inertielle.

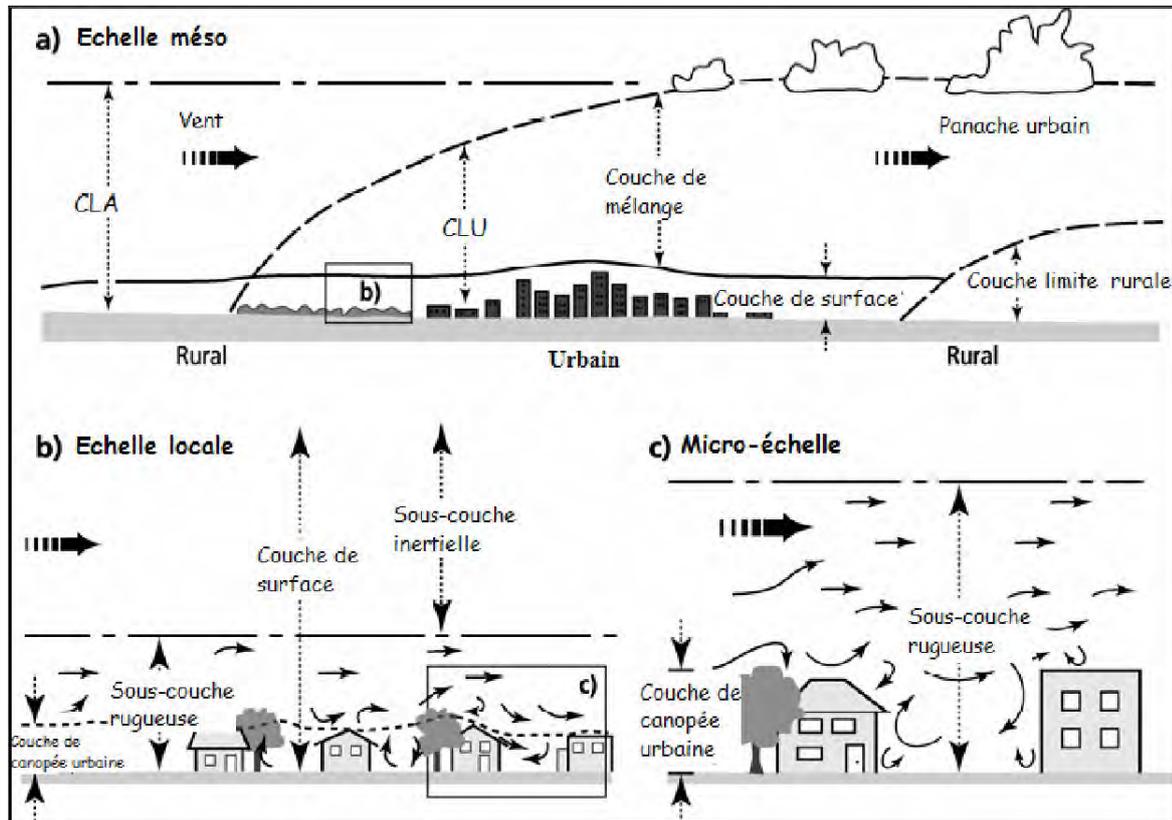


FIGURE 4.2 – Représentation schématique de la couche limite urbaine (CLU) à méso-échelle (a), à l'échelle locale (b) et à micro-échelle (c), (Oke (1987))

4.2 Les approches de l'Îlot de Chaleur Urbain

4.2.1 Les approches classiques

Classiquement, il existe différentes méthodes d'étude de l'ICU. Cela peut se faire par l'observation ou encore par la modélisation numérique.

Pour l'îlot de chaleur urbain atmosphérique, la mesure de température d'air en milieu urbain s'effectue généralement en plaçant des capteurs au sein de la couche limite atmosphérique étudiée (la couche limite de canopée urbaine ou la couche limite urbaine). Cette approche in situ présente de nombreux avantages. Elle permet une mesure directe, précise et instantanée des grandeurs physiques. Classiquement, les grandeurs physiques étudiées sont la température d'air, l'hygrométrie et la vitesse et direction du vent (GRIMMOND

et al., 2010). L'approche in situ est utilisée pour répondre à plusieurs types de problématiques, comme la caractérisation de l'ICU ou la validation d'un modèle climatique urbain. Au sein de cette approche, il existe l'observation à l'aide d'un réseau de stations fixes ou encore les observations le long d'un trajet à l'aide de véhicules (ARNFIELD, 2003).

Outre les observations, la modélisation numérique permet d'améliorer la compréhension du climat urbain en tentant de reproduire son fonctionnement. Elle vise aussi à évaluer les apports en matière de climat et de confort thermique que pourraient apporter différents scénarii urbanistiques. Il est possible de classer les modèles existants en deux groupes selon leur nature. D'une part les modèles empiriques, qui établissent des lois de comportement du climat urbain sur la base d'observations et de mesures. Les modèles empiriques englobent les algorithmes statistiques, les paramétrisations et les conceptualisations qualitatives (ELIASSON & SVENSSON, 2003). D'autre part les modèles physiques, qui visent à résoudre un système d'équation. Ce dernier représente l'équilibre énergétique résultant des transferts de chaleur existant en milieu urbain (GARTLAND, 2012). Aux échelles locale et mésoclimatique, de nombreux modèles utilisent le bilan énergétique d'une surface urbaine. Ils ont la particularité de pouvoir être couplés avec des modèles atmosphériques globaux. Les modèles diffèrent dans la façon dont ils prennent en compte l'environnement bâti, ceux de type dalle (slab en anglais) considèrent l'environnement urbain comme une dalle urbaine à laquelle ils attribuent des propriétés physiques spécifiques. D'autres modèles, dits de canopée urbaine (MASSON, 2000), modélisent les bâtiments en 3 dimensions, possèdent des équations séparées pour les toits, les murs et les routes, et traitent explicitement les interactions radiatives entre les routes et les murs. C'est ce modèle que nous allons utiliser pour modéliser le climat urbain du Grand Tunis.

Notons que les modèles numériques ne peuvent prendre en compte toute la complexité de l'environnement urbain. En effet, la morphologie urbaine est complexe et les matériaux utilisés sont très variés. En plus, le traitement de la végétation est aussi complexe. Ainsi, les modèles numériques de climat urbain sont une représentation simplifiée du milieu urbain réel (ERELL et al., 2012). À cet égard, les nombreux paramètres d'entrée des modèles sont souvent l'expression d'une simplification du cas réel.

4.2.2 Les Zones Climatiques Locales : une approche par la surface

Nous pouvons également nous arrêter sur la définition de l'espace urbain et rural étant donné que la notion d'ICU est restée étroitement liée au modèle classique de l'espace urbain avec un centre-ville unique, bien défini, et une limite très marquée avec sa campagne environnante. En réalité, l'espace urbain est bien plus complexe. En effet, les

modèles d'agencement spatial des villes peuvent être très divers. Il existe par exemple des villes polycentriques sans centre dominant, mais présentant une multitude de centres secondaires et des activités réparties uniformément sur l'ensemble de l'aire urbaine. Ainsi, la différenciation ville/campagne est souvent peu précise (STEWART & OKE, 2012). En outre, ce qui représente le cœur de l'urbain pour une agglomération pourrait représenter le péri-urbain pour une autre. Par conséquent, il est difficile, voir impossible, de se mettre d'accord sur une définition universelle de l'urbain en se basant uniquement sur sa structuration physique ou sur la propriété de ses surfaces.

Afin d'étudier au mieux la composante îlot de chaleur, Stewart et Oke (2012) ont proposé une nouvelle typologie pour caractériser la couverture du sol. Cette typologie se veut universelle afin de dépasser les définitions imprécises et diverses de l'urbain et du rural. La typologie proposée est construite sur la base d'un panel complet de paramètres responsables de la création de l'ICU et qui influencent son intensité. Ce sont des paramètres relatifs aux propriétés physiques de la surface, de la structure et du métabolisme urbain. La typologie n'exclue pas pour autant les paysages ruraux qui sont importants pour l'étude de l'ICU.

La typologie conçue par Stewart et Oke est appelé Zones Climatiques Locales (Local Climate Zone, LCZ) (fig. 4.3). En effet, cette typologie est locale en échelle, climatique en nature et zonale en présentation. Les LCZ sont des zones uniformes en usage du sol et en hauteur de bâti, en matériaux de construction et en activité humaines. Elles peuvent s'étendre sur quelques centaines de mètres à quelques kilomètres (STEWART & OKE, 2012).

Les 10 types de LCZ urbaines représentent une description simplifiée de la surface urbaine, ils renseignent sur les hauteurs de bâtiment et l'occupation de sol. Cette classification compte aussi 7 types naturels (fig. 4.3).

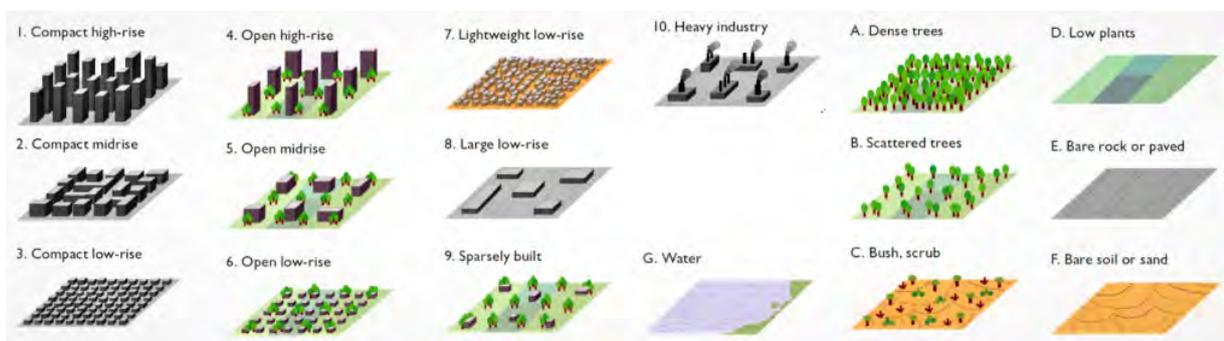


FIGURE 4.3 – Les zones climatiques locales

À Chaque LCZ correspond une fiche caractéristique qui comprend une série d'indicateurs avec des paysages représentatives pour la zone. Ce sont dix indicateurs qui peuvent

être classés en 5 catégories : les caractéristiques des matériaux (albédo et coefficient de convection), de morphologie urbaine générale (rugosité), les expositions aux flux solaires (effet canyon et facteur de vue du ciel), la morphologie du bâti (hauteur moyenne et densité de bâti), le type de surface (imperméable, perméable) et enfin les flux de chaleur anthropiques (fig. 4.4).

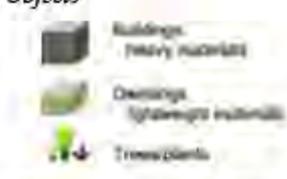
LCZ KEY	ZONE NAME	#
ZONE DEFINITION		
<p>Form: Description of building morphology, land cover, construction materials, tree geometry, and human activity. Function: Land uses most likely associated with this zone. Location: Expected location of the zone (core, periphery; city, countryside). Correspondence: Comparable zones in the urban classification systems of Oke (2004) and Ellefsen (1990/91).</p>		
ZONE ILLUSTRATION		
<p>Land cover</p> 	<p>High-angle photographs (© Can Stock Photo Inc.)</p> 	
<p>Objects</p> 	<p>Low-level photographs (© Can Stock Photo Inc.)</p> 	
ZONE PROPERTIES		
<p>Sky view factor ψ_{sky} 0 – 1</p>	<p>Fraction of sky hemisphere visible from ground level. Varies with height and spacing of buildings and trees. Affects surface radiational heating/cooling.</p>	
<p>Aspect ratio H/W 0 – 3</p>	<p>Mean height-to-width ratio of street canyons (LCZ 1–7), building spacing (LCZ 8–10), and tree spacing (LCZ A–F). Affects surface airflow and radiational heating/cooling.</p>	
<p>Mean building/tree height $z_{ }$ 0 – 50 m</p>	<p>Geometric average of building heights (LCZ 1–10) and tree/plant heights (LCZ A–F). Affects surface reflectivity, flow regimes, and heat dispersion above ground.</p>	
<p>Terrain roughness class 1 – 8</p>	<p>Davenport et al. (2000) classification of effective terrain roughness (z_0) for city and country landscapes: 1–“sea” ($z_0 \sim 0.0002$ m); 2–“smooth” ($z_0 \sim 0.005$ m); 3–“open” ($z_0 \sim 0.03$ m); 4–“roughly open” ($z_0 \sim 0.10$ m); 5–“rough” ($z_0 \sim 0.25$ m); 6–“very rough” ($z_0 \sim 0.5$ m); 7–“skimming” ($z_0 \sim 1.0$ m); 8–“chaotic” ($z_0 \sim 2$ m). Affects surface reflectivity, flow regimes, and heat dispersion above ground.</p>	
<p>Building surface fraction λ_b 0 – 100 %</p>	<p>Proportion of ground surface with building cover. Affects surface reflectivity, flow regimes, and heat dispersion above ground.</p>	
<p>Impervious surface fraction λ_i 0 – 100 %</p>	<p>Proportion of ground surface with impervious cover (paved, rock). Affects surface reflectivity, moisture availability, and heating/cooling potential.</p>	
<p>Pervious surface fraction λ_p 0 – 100 %</p>	<p>Proportion of ground surface with pervious cover (bare soil, vegetation, water). Affects surface reflectivity, moisture availability, and heating/cooling potential.</p>	
<p>Surface admittance μ 0 – 3,000 J m⁻² s⁻¹ K</p>	<p>Ability of surface to accept or release heat. Affects surface heat storage and heating/cooling rates. Values give typical range for surfaces in each LCZ (e.g., buildings, roads, soils, water). Varies with soil wetness and material density.</p>	
<p>Albedo α 0 – 0.5</p>	<p>Surface reflectivity at local scale, under a clear midday sky. Affects surface radiational heating potential. Varies with surface wetness.</p>	
<p>Anthropogenic heat flux Q_f 0 – 400 W m⁻²</p>	<p>Mean annual anthropogenic heat flux density at local scale. Heat sources include vehicle engines, industrial/domestic combustion processes, space cooling/heating, and human metabolism. Varies significantly with latitude, season, and population density.</p>	

FIGURE 4.4 – Paramètres caractéristiques des LCZ

Outre l'étude de l'ICU, cette typologie peut servir à combler le manque d'information sur les villes et à harmoniser les données à travers le monde. En effet, la pénurie des informations sur les zones urbaines a été mentionnée au rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014). Par ailleurs, le peu de données disponibles sur l'ensemble des villes, et en particulier pour les villes des pays en voie de développement, ne sont pas accessibles au public. En ce qui concerne les données urbaines qui peuvent être pertinentes pour les études climatiques, il n'y a aucune cohérence dans les bases de données urbaines existantes en termes de résolution spatiale et de paramètres caractérisant le paysage urbain (CHING et al., 2018).

Donc la communauté de climatologie urbaine a fait face à l'absence d'une description standardisée de l'occupation du sol et de la couverture terrestre des villes et des paysages environnants (densités, hauteurs, couverture naturelle et fonction).

Cette pénurie des données urbaines augmente le besoin d'initiative mondiale de collecte de données offrant de multiples propriétés sur les morphologies et les paysages urbains (morphologies, géométries, informations thermiques/physiques, couverture de surface, etc.) d'une manière homogénéisée et standardisée.

En réponse à ce besoin croissant, l'initiative internationale World Urban Database and Access Portal Tools³ (WUDAPT) s'est construite (CHING et al., 2018). WUDAPT vise à répondre à la nécessité actuelle de construire une base de données mondiale sur les villes fournissant les données nécessaires aux études climatiques. Cette initiative vise à décrire la surface urbaine en recueillant des données sur les formes et les fonctions associées aux villes à travers le monde en se basant sur les LCZ. Cela permettra, non seulement la collecte de données, mais aussi leur homogénéisation au sein de la communauté des climatologues urbains en termes de représentation de la surface urbaine à l'échelle internationale. Ce projet assurera également l'accès aux données dans des contextes urbains où celles-ci ne sont pas disponibles. Cette initiative est portée par plusieurs chercheurs à travers le monde. Aucun financement n'est attribué au projet de nulle part. Chaque équipe impliquée s'organise pour financer ses recherches en relation avec ce projet. WUDAPT a adopté une approche pragmatique pour structurer ces données en fonction du niveau de détail. Ce projet considère trois niveaux de raffinement des données :

- Niveau 0 : Les villes sont cartographiées en se basant sur une classification en zones climatiques locales LCZ où les paramètres associées sont ceux de Stewart et Oke (2012)
- Niveau 1 : ce niveau propose des valeurs plus précises pour les paramètres de chaque LCZ en mettant l'accent sur les formes (hauteur du bâti, longueur de rue,

3. <http://www.wudapt.org/>

etc.) et les fonctions (bureau, industriel, résidentiel, etc.). Ces précisions sont obtenues par échantillonnage des LCZ pour affiner les plages de paramètres. Pour cela, l'utilisation de nouvelles approches de collecte de données -telles que des photos géo-référencées- s'avère nécessaire.

- Niveau 2 : Il s'agit du niveau le plus précis et le plus riche en détails. Il fait référence aux données urbaines recueillies à une échelle spatiale spécifiée (par exemple 250 m) de l'ensemble de la zone urbaine. Les sources de données peuvent comprendre des données de télédétection (GIORDANO et al., 2017), des modèles tridimensionnels d'une ville (GRÖGER & PLÜMER, 2012), des bases de données locales sur les matériaux de construction et l'âge des bâtiments, si cela est disponible ou par crowdsourcing (CHING et al., 2019; MHEDHBI et al., 2019). Ce travail cartographique et d'échantillonnage nécessite l'utilisation de différents outils technique.

4.3 Des outils de cartographie et de modélisation climatique

4.3.1 Privilégier des logiciels open source pour le traitement des données de surface

Les logiciels libres, ou open source en anglais, sont des outils dont le code source est mis à disposition des utilisateurs. Ces derniers peuvent ainsi l'utiliser librement et se l'approprier afin de l'adapter à leur besoin. L'avantage de ce type d'outil libre, c'est qu'il ne requiert pas l'achat de licence et n'implique pas de coûts d'achat et de maintenance comme cela peut être le cas pour des logiciels propriétaires. Par ailleurs, un logiciel peut être gratuit sans pour autant être libre. Autrement dit, son code ne sera pas accessible et l'utilisateur ne pourra pas le modifier à façon. C'est le cas des logiciels propriétaires comme Google Earth, par exemple.

Bien que les logiciels propriétaires puissent être très performants, les coûts des licences sont bien souvent prohibitifs, surtout pour les organismes chargés de l'urbanisme dans les pays du Sud dont les moyens sont assez limités. De plus, ces systèmes peuvent être moins flexibles et dépendent largement de l'expertise de l'utilisateur (LANG, 2008). Dans la perspective de dépasser toutes ces contraintes Steiniger et Hay (2009) ont défendu l'idée selon laquelle le partage des connaissances à travers le développement des logiciels gratuits et libres (FOSS pour Free and Open Source Software) doit devenir une exigence dans les évolutions technologiques et scientifiques (STEINIGER & HAY, 2009).

Nous nous sommes donc penchés sur la mise en place d'une chaîne de traitement en faisant appel majoritairement à des logiciels libres ou gratuits. Ce choix nous l'avons fait dans

la perspective de pouvoir tester la méthodologie que nous mettrons en place sur d'autres villes du Sud où les moyens financiers peuvent manquer pour l'acquisition de logiciels payants.

Tout au long de ce travail, nous aurons donc recours à plusieurs outils autorisant le traitement combiné de données raster (images) et de données vectorielles (points, lignes, surfaces). La première phase de ce travail consistera à traiter les images satellites afin d'en extraire une occupation du sol en 17 classes correspondant aux différents types de LCZ. Cette première étape fait intervenir deux bibliothèques de traitement d'images raster l'Orfeo ToolBox (OTB) et GDAL/OGR pour la fusion des images satellites pour qu'elles puissent couvrir la totalité du domaine d'étude. Nous mobiliserons également le logiciel de traitement SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses) qui est un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) libre, développé par l'université de Göttingen en Allemagne, destiné aux traitements spatiaux aussi bien de type raster que vecteur. Nous l'avons utilisé notamment pour la classification en LCZ des images satellites correspondant au Grand Tunis.

Au cours de la deuxième étape, nous chercherons à enrichir cette carte avec d'autres données multi-sources et de mettre ces données sous forme vectorielle à l'aide du logiciel SIG QGIS. Ce logiciel nous permettra de réaliser des analyses, des croisements de données géographiques et d'effectuer une chaîne de traitement notamment sur les couches vectorielles (fusionner, regrouper, intersecter, calculer des surfaces, etc.). Nous ferons appel également à un autre SIG, le logiciel GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System Geographic Information System) que nous avons utilisé via QGIS, ainsi que la bibliothèque GDAL/OGR pour la vectorisation des résultats, afin de réaliser des analyses et des croisements de données géographiques. Pour des opérations ponctuelles nous serons contraints d'utiliser ArcGis pour limiter le temps de traitement.

Le tableau (4.1) récapitule les différents logiciels et bibliothèques libres utilisés au cours des différentes phases de traitement des données de surfaces.

	Outils libres	Outils propriétaires
Traitement d'images	<ul style="list-style-type: none"> — SAGA GIS (2.3.2) — Orfeo ToolBox (OTB) — GRASS GIS 7 	<ul style="list-style-type: none"> — Google Earth
SIG	<ul style="list-style-type: none"> — QGIS (3.4) — GRASS GIS 7 	<ul style="list-style-type: none"> — ArcGis — AutoCAD

TABLE 4.1 – Liste des principaux outils de traitement d'images et de logiciels SIG utilisés pour la phase de traitement des données urbaines

4.3.2 Les outils numériques pour les modélisations climatiques

La phase de modélisation a été externalisée au cours de cette thèse. Elle a été portée par Cécile de Munck, chargée de recherche au sein du CNRM qui a produit une modélisation numérique d'une période caniculaire en 2019 à l'aide du système de modélisation des surfaces continentales SURFEX (MASSON et al., 2013) couplé au modèle atmosphérique MesoNH (LAC et al., 2018) seront utilisés. SURFEX est une plateforme permettant de décrire les caractéristiques surfaciques d'un domaine en fonction du type d'occupation du sol (urbain, nature, eau douce, mers et océans) et de calculer les échanges de chaleur (rayonnement, conduction, convection), d'eau, de quantité de mouvement, et de dioxyde carbone entre ces surfaces et l'atmosphère, pour des applications variées (fig. 4.5). L'effet de ces échanges vers l'atmosphère est modélisé grâce au modèle atmosphérique MesoNH, qui reproduit l'atmosphère au moyen d'une grille 3D fine (jusqu'à 200 m de résolution horizontale dans notre cas, jusqu'à une quinzaine de kilomètres de haut). L'ensemble des processus physiques au sein de l'atmosphère permet de simuler l'évolution de l'atmosphère (dont la couche limite atmosphérique) et donc les phénomènes de brise de mer ou de terre (importants pour la météorologie de Tunis), et l'îlot de chaleur urbain, qui lui-même va rétroagir sur les échanges d'énergie vers SURFEX.

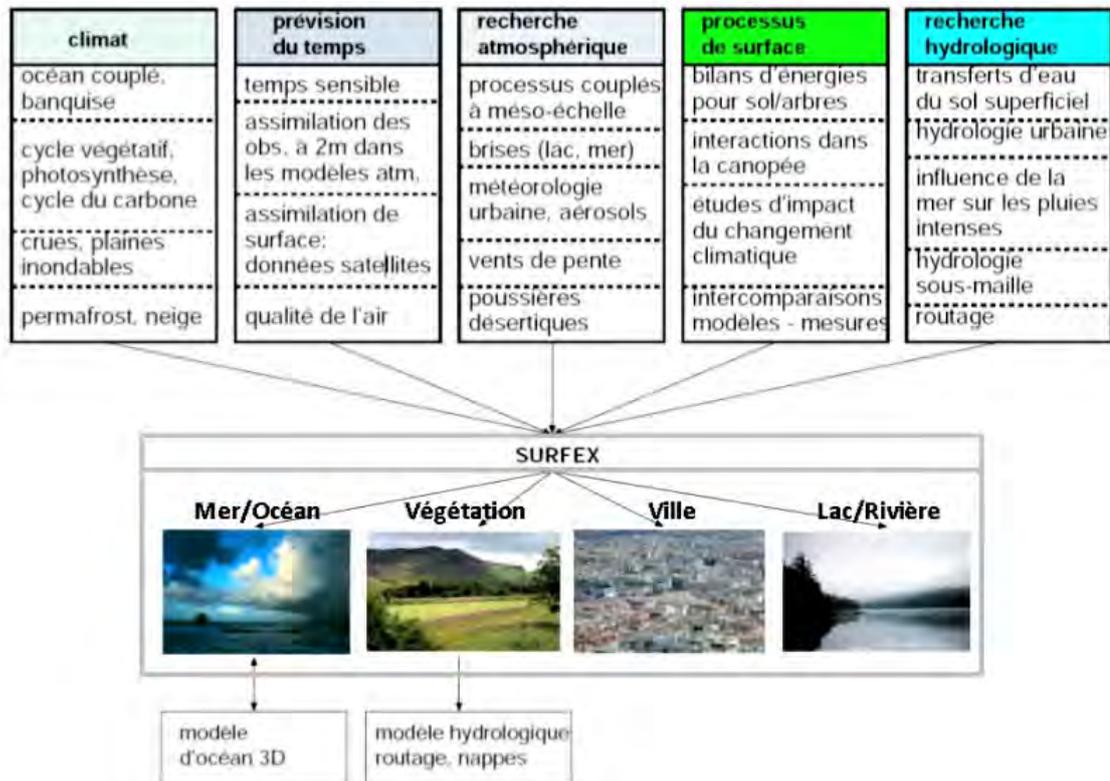


FIGURE 4.5 – Vue générale des domaines de recherches et applications couvert par le schéma de surface SURFEX (source : V. Masson)

Pour décrire les caractéristiques de la surface du domaine d'étude, SURFEX utilise dif-

férents modules selon les types de surfaces. Le module TEB (Town Energy Balance, (MASSON, 2000)) est utilisé pour les surfaces urbaines, ISBA (Interaction between Soil Biosphere and Atmosphere, (NOILHAN & PLANTON, 1989)) pour les surfaces naturelles et agricoles, WATFLX pour les surfaces d'eau intérieures et SEAFIX pour les mers et les océans. L'occupation du sol au sein de chaque maille est décrite dans SURFEX par le biais de fractions de surfaces artificielles, naturelles, d'eau douce et de mer. Elle par la suite traitée au cours d'une simulation, par le module de surface correspondant au type de surface. En tout point du domaine d'étude, les flux sont calculés séparément par chaque schéma de surface puis ensuite agrégés en fonction de de leurs fractions de surface initiales. Les données de surfaces seront ainsi traitées pour correspondre aux exigences de ce modèle. Ce type de modélisation physique est-il privilégiée dans l'étude du climat urbain en Tunisie et quelles méthodes privilégient les chercheurs qui investissent cette thématique ?

4.4 Qu'en est-il de la recherche sur le climat urbain en Tunisie ?

4.4.1 Une revue des travaux de recherche sur le climat urbain en Tunisie

Les études du microclimat urbain en Tunisie ont été pilotées essentiellement par deux équipes de recherche : le Groupe de Recherche VARIabilité du Climat et l'HOMme en Tunisie (GREVACHOT), rattaché à la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de l'université de Tunis et le laboratoire Système d'Informations Formations, Aménagement, Cartographie, Télédétection et Environnement SYFACTE de l'université de Sfax.

En 2007 Sami Charfi et Latifa Hnia du laboratoire GREVACHOT ont analysé la variation spatiale de la température pour la ville de Tunis à travers un réseau de stations de mesure réparties sur l'agglomération tunisoise. Ils ont exploité les données mensuelles minimales et maximales de cinq stations conventionnelles de l'Institut National de Météorologie (INM) (Tunis Carthage, Tunis-Mannouba, Tunis INAT, Cherfech, Saida CPRA). L'analyse de longues séries de données thermométriques a montré que le champ thermique de la ville de Tunis et ses environs était très hétérogène la nuit. Par contre, les niveaux de température sont comparables le jour. L'analyse des écarts entre les zones urbaines et rurales a prouvé l'existence d'un ICU pour l'agglomération de Tunis. Ce microclimat tunisois en perpétuelle évolution est une conséquence de l'extension urbaine croissante planifiée et informelle (CHARFI & CARREGA, 2012). Ce cadre urbanistique complexe a rendu l'analyse du paramètre température compliquée (CHARFI, 2012). Dans sa thèse, Charfi (2012) a étudié le comportement spatio-temporel de la température dans l'agglomération de Tunis

à différentes échelles temporelles : horaire, quotidien, mensuelle et annuelle. Cela était fait à travers une modélisation statistique permettant de reconstituer le champ thermique de l'agglomération de Tunis en utilisant un SIG nourri par un MNT (Modèle Numérique de Terrain). Il a eu également recours à des images satellitaires NOAA. L'utilisation des images satellites pour l'étude du microclimat urbain du Grand Tunis a été déjà faite en 2010 (CHARFI et al., 2010), afin d'analyser l'apport de l'imagerie spatiale à l'étude de l'ICU et à la spatialisation des températures de surfaces dans l'agglomération de Tunis et ses environs. Cette spatialisation des températures de surface nocturnes dans l'agglomération de Tunis a montré l'existence d'un ICU de surface de 7 °C. Les images à résolution plus fine comme ASTER et LANDSAT (60 m) ont permis de comparer non seulement les écarts thermiques ville-campagne mais aussi de caractériser la structure intérieure de l'ICU de surface. Ces résultats ont été validés par Charfi, Dahech et Carrega à travers les mesures de cinq stations météorologiques classiques et de deux stations automatiques et par des mesures itinérantes. Dans la continuité de ces travaux, une modélisation statistique a été effectuée dans le cadre d'un article intitulé « Cartographie des températures à Tunis par modélisation statistique et télédétection » (CHARFI & DAHECH, 2018), qui a permis d'estimer les valeurs de température sur l'ensemble de l'agglomération tunisoise. L'analyse du champ thermique de surface à l'échelle de la région capitale confirme, selon cette étude, les disparités spatiales de la température de brillance la nuit et la présence d'îlots de chaleur intense comparable à celle enregistrée dans l'air à 2 m du sol. Ces deux chercheurs ont pu montrer que la température baisse au fur et à mesure que la distance à la mer augmente la nuit en été, elle est de 28 °C pour les communes côtières comme celles de la Marsa, Rades et Hammam Lif et à 23 °C au niveau des zones rurales situées à l'ouest de Tunis (c'est le cas par exemple de Sidi Thabet) (fig. 4.6). Toutefois, la température augmente avec la densité du bâti, c'est le cas des quartiers les plus denses au nord-ouest (Ettadhamen) et au sud (Ben Arous). Les espaces végétalisés se transforment la nuit en îlot de fraîcheur comme le parc du Belvédère, le centre sportif El Menzeh ou encore de l'aéroport Tunis-Carthage, etc. Le phénomène de l'îlot de chaleur urbain a été mis en évidence par temps calme et ciel dégagé, traduit par la décroissance de la température avec l'éloignement du centre le plus densément urbanisé, de 0,2 °C/km.

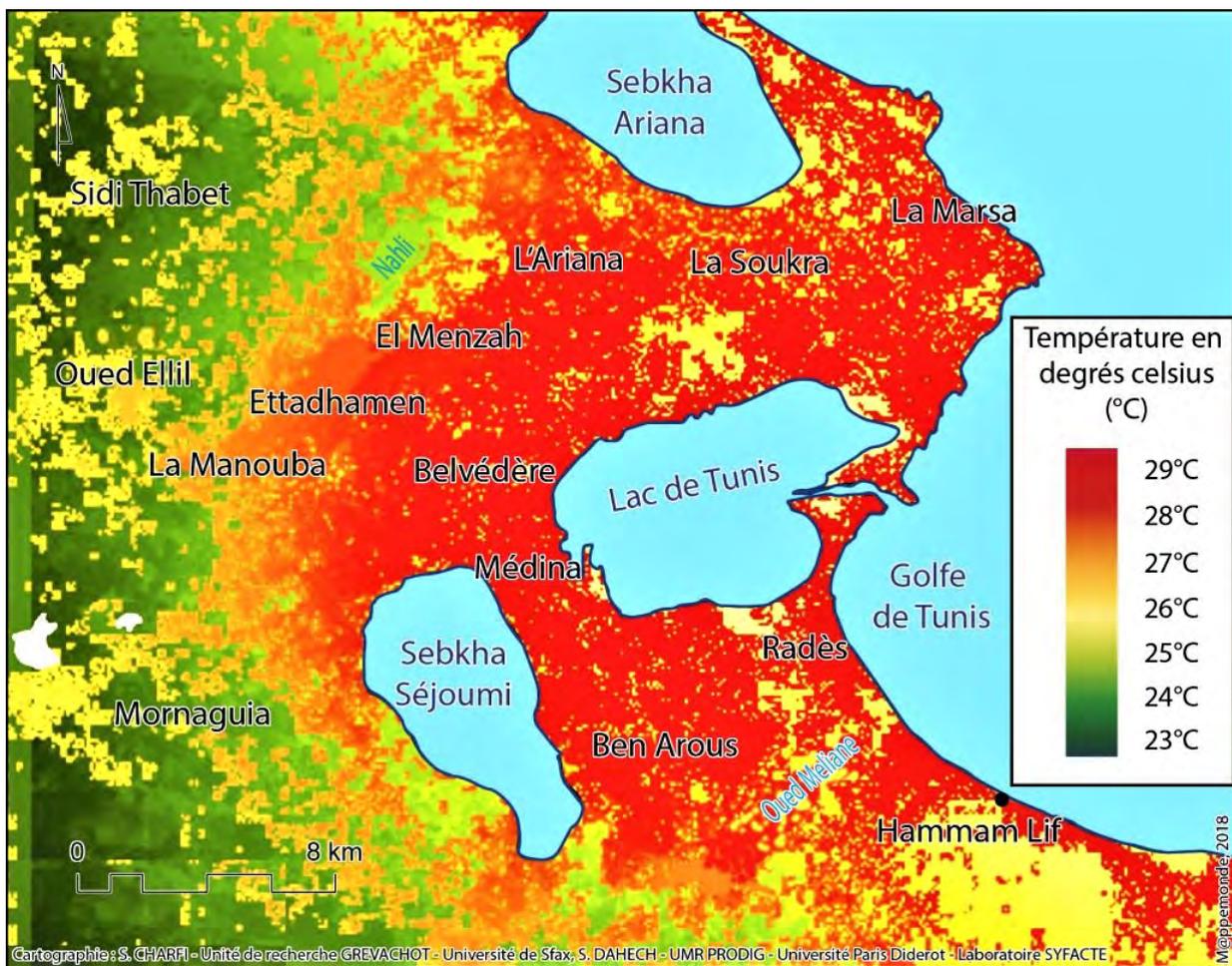


FIGURE 4.6 – Simulation du champ thermique nocturne de l'agglomération de Tunis : Cas du 28/8/2007 à 1h50mn TU (source (CHARFI & DAHECH, 2018))

Outre les études faites sur l'agglomération de Tunis, plusieurs autres se sont intéressées à la ville de Sfax. Cette ville est située sur le littoral sud-oriental de la Tunisie. Elle est implantée sur une plaine côtière au Centre-Est tunisien et se caractérise par une importante activité industrielle polluante. Les études du climat de l'agglomération sfaxienne montrent une tendance significative au réchauffement durant la période 1950-2007, avec une intensification et une extension de la saison chaude (**ghribi_linconfort_2019** ; DAHECH, 2009 ; DAOUD & DAHECH, 2012). De plus, l'occurrence des événements thermiques exceptionnels a sensiblement augmenté, l'agglomération peut connaître aujourd'hui de 7 à 10 jours par an de phénomène du sirocco (DAOUD & DAHECH, 2012). Plusieurs études ont été également faites en climatologie urbaine. Beltrando et Dahech (2005) ont étudié l'ICU de surface et atmosphérique à Sfax à travers des images NOAA-AVHRR et des campagnes de mesures fixes et itinérantes. Ils ont démontré la relation entre l'extension urbaine de cette agglomération et l'évolution de ses températures de surface (BELTRANDO & DAHECH, 2009). Puis, c'est à partir de mesures météorologiques (températures, humidité et vent), à l'échelle du quartier et de la rue, que l'aggravation du réchauffement en milieu urbain à Sfax a été mise en évidence (DAHECH, 2009). Cela est corrélé à la croissance urbaine de cette agglomération à travers les années. En effet, l'étalement a commencé vers les années 1970, sacrifiant la proche banlieue des vergers-jardins typiques de la ville. L'étalement continue aujourd'hui dans le périurbain, créant une ceinture d'habitat souvent spontané (DAOUD & DAHECH, 2012).

L'intensité de l'ICU de surface nocturne centre-ville/campagne de l'agglomération sfaxienne varie entre 5.5 et 9 °C, en moyenne (BELTRANDO & DAHECH, 2009). Cette étude a également mis l'accent sur la situation météorologique la plus favorable pour observer cet écart de température qui est celui d'été, avec un vent sec, calme ou très faible, soufflant du secteur sud.

Le vent et les types de temps ont été analysés par Dahech (2007) dans sa thèse. Cela afin de cerner leurs impacts sur la répartition spatiale de la température, de l'humidité et de la brise littorale à différentes échelles (l'agglomération, quartier et rue).

Nous constatons ainsi que la majorité des études que nous avons repérées, utilisent des méthodes de modélisation statistique ou de télédétection moins gourmands en jeux de données que les modélisations physiques.

4.4.2 Les données urbaines du climat tunisois : une pénurie nécessitant des adaptations techniques

Dans un contexte de villes d’Afrique du nord comme celui de Tunis, il y a de véritables problèmes de disponibilité et d’accès aux données. En effet, les institutions tunisiennes, académiques comme professionnelles, font face aujourd’hui à une pénurie de données urbaines qui est due dans une certaine mesure à un manque de moyens financier et humains. Mais cela est dû également à un éparpillement des efforts des différents organismes produisant les données. Chaque institution travaille sur la construction de sa propre base de données sans coordination ni mutualisation des données produites. Une architecte-urbaniste à la direction d’urbanisme du Ministère de l’Équipement, de l’Habitat et de l’Aménagement du Territoire nous explique :

« Aujourd’hui on a besoin d’une base de données qui nous aidera à prendre des décisions pertinentes, malheureusement la direction Générale de l’aménagement du territoire travaille sur son propre observatoire, l’AUGT a le sien, et la direction générale de l’habitat travaille aussi sur un troisième observatoire. Figurez-vous que ces 3 structures sont sous la tutelle d’un même ministère qui est le notre. Je me pose vraiment la question pourquoi toutes ces bases de données, où elles en sont ? On n’en sait rien ! Un même ministère devrait avoir un seul observatoire et ne devrait pas avoir une concurrence entre ses structures. »

Entretien avec une ingénieure en chef à l’INM, 24 janvier 2019

Au cours d’un séjour d’observation que j’ai passé au sein de l’AUGT, en janvier 2018, j’ai aussi constaté que même les différentes directions de l’AUGT pouvaient entrer en conflit pour un échange de données. Ces tensions internes conduisent les acteurs étatiques à adopter un esprit de concurrence qui n’est pas favorable à la réalisation d’une base de données bien structurée pour les études environnementales et urbaines.

4.4.3 Modéliser sur un terrain déficitaire en données : le cas tunisois

Dans ce contexte de manque de données et afin de pouvoir mener à bien notre étude, nous avons adopté différentes stratégies pour pallier ce manque de données.

En ce qui concerne les données relatives à l’occupation du sol, nous avons besoin d’une description fine de la surface urbaine pour pouvoir effectuer les modélisations climatiques. Nous avons donc utilisé, comme nous l’avons expliqué plus haut, des techniques de télédétection pour produire les données reproductibles. Nous avons pu également récupérer

des données auprès de l'AUGT, grâce à la période d'immersion passée sur place. En effet, la question de l'accessibilité des données est assez délicate et il est très difficile de les obtenir sans une période de socialisation et sans nouer des relations de confiance avec les agents qui détiennent ces données. Nous avons aussi mobilisé des données open source pour pouvoir compléter les données nécessaires aux modélisations climatiques du Grand Tunis. La mobilisation de différents types et sources de données a nécessité un certain bricolage méthodologique pour le traitement et la mise en cohérence de ces différents jeux de données.

En ce qui concerne les données climatiques, nous avons prévu dans un premier temps d'effectuer une analyse par type de temps (HIDALGO & JOUGLA, 2018). Pour mener cette analyse nous avons besoin d'une série de données à fréquence horaire d'une durée d'au moins dix ans pour la température de l'air, la direction et force du vent, l'humidité spécifique et la précipitation. Nous avons fait la démarche de demande de cette série de données à l'INM. La politique de cet institut fait qu'il vend ses données et ne les partage pas même dans le cadre d'un travail de recherche. Étant donné son coût important, nous avons renoncé à une analyse par type de temps et fait le choix de simuler une période caniculaire récente. Néanmoins pour valider les résultats de nos modélisations nous avons réussi à initier une collaboration avec Sami Charfi de l'université de Sfax, chercheur en climatologie qui a travaillé sur des mesures des paramètres climatiques pour le Grand Tunis.

En ce qui concerne les données morphologiques, faute de bases de données permettant d'avoir les hauteurs de bâtiments, les formes de toitures, etc., nous avons opté pour une production participative des données via du *crowdsourcing*. Un questionnaire a été réalisé et a circulé sur les réseaux sociaux afin de demander aux futurs contributeurs de décrire des bâtiments sur le territoire tunisois en notant bien les adresses. Nous étions vigilants par rapport à la protection des données. Nous n'avons demandé aucun renseignement personnel des contributeurs de manière à ne pas pouvoir retracer le lien entre un bâtiment et la personne qui l'a décrit.

4.5 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de clarifier les notions les plus importantes que nous allons mobiliser pour la suite de la thèse comme l'ICU ou encore les LCZ. Nous avons également présenté les outils que nous allons utiliser dans les chapitres qui suivent comme les systèmes d'informations géographiques (SAGA, QGIS, GRASS) mais aussi ceux de modélisation comme TEB. Nous avons par la suite posé le contexte de ce travail en présentant quelques travaux sur la recherche urbaine en Tunisie, en mettant l'accent sur les études

faites sur l'ICU dans le Grand Tunis. Enfin, nous avons présenté le contexte tunisois caractérisé par une pénurie de données urbaines et climatiques. Ce manque de données a nécessité des stratégies d'adaptation conséquentes et diverses afin de préparer les futures modélisations climatiques tunisoises.

La construction d'une base de données urbaines tunisoise relative à l'occupation du sol

Nous expliquons dans ce chapitre la méthodologie que nous avons développée pour construire la base de données décrivant la surface urbaine du Grand Tunis. Cette base de données a un triple objectif. Dans un contexte marqué par le manque de données et l'absence de leur mutualisation, elle permet d'abord de combler dans une certaine mesure le manque de données urbaines, ce que nous avons vu dans le chapitre précédent. Par la richesse des indicateurs qu'elle propose, cette base de données peut être utile pour d'autres études thématiques telles que les études de trames vertes de l'agglomération tunisoise. Cette base de données peut ensuite permettre de communiquer une nouvelle vision du territoire tunisois sous le prisme de la climatologie urbaine. Elle peut participer à la création d'un référentiel commun entre chercheurs-concepteurs et acteurs de l'urbanisme afin de faire émerger une dynamique autour de la question d'adaptation du territoire tunisois au CC. Cette base de données construite en partant de l'élaboration de la carte en Zones Climatiques Locales¹ pour le grand Tunis, peut en effet fournir des indicateurs d'occupation de sol intéressant pour la prise en compte du confort thermique des habitants dans l'exercice de planification urbaine. Enfin, cette base de données est également utile pour alimenter le schéma de surface SURFEX couplé au modèle atmosphérique Meso-NH. Ces simulations permettront d'avoir une connaissance de l'évolution spatiale et temporelle d'un épisode caniculaire et de son impact sur le territoire du Grand Tunis.

Dans un premier temps, nous présenterons le processus général adopté pour construire la base de données urbaine du Grand Tunis, cela afin d'expliquer la philosophie générale de la méthodologie suivie. Nous détaillerons par la suite la méthode de construction de la carte en Zones Climatiques Locales (LCZ en anglais) de la région capitale qui a servi de première base à la construction de la BDU. Puis nous expliquons le cheminement que nous avons suivi afin d'enrichir la carte LCZ par des données collectées localement, des données open source mais aussi des résultats de traitement par télédétection². En défini-

1. Cf Chapitre 4

2. Nous avons, en outre, calculé les fractions de différents paramètres urbains qui sont les fractions de bâtiments, de routes et de végétation urbaine.

tive, ce chapitre détaille la méthodologie générale suivie pour pouvoir construire une base de données homogène décrivant l'ensemble de la surface urbaine du Grand Tunis.

5.1 La classification du Grand Tunis en Zones Climatiques locales

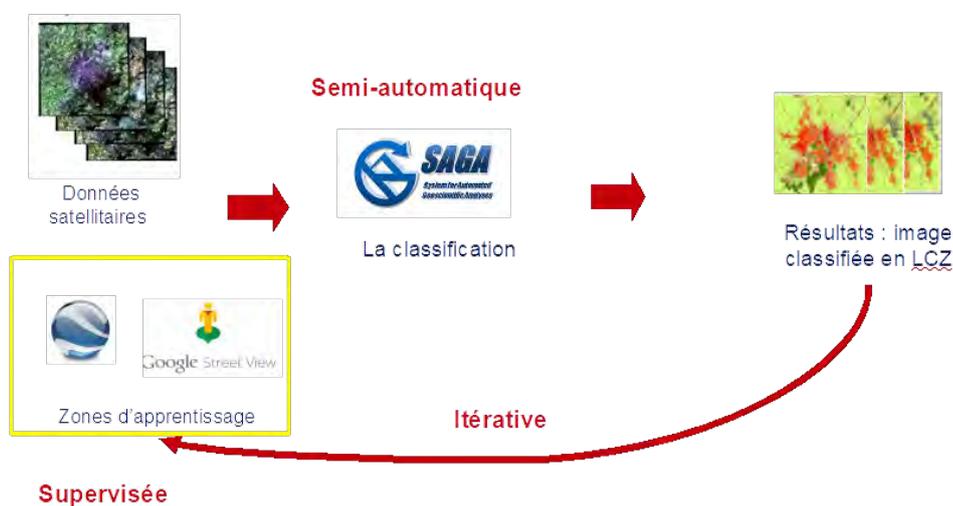
5.1.1 La méthode suivie pour la construction de la carte LCZ du Grand Tunis

La méthode que nous avons utilisée pour classifier le Grand Tunis en LCZ est celle proposée par l'équipe WUDAPT (BECHTEL et al., 2015). C'est une classification supervisée qui repose sur des zones d'apprentissage correspondant aux 17 typologies de LCZ qu'il faut identifier et dessiner sur Google Earth. En partant de ces zones d'apprentissage et des images satellites qui couvrent toute la région d'intérêt, une classification semi-automatique est effectuée sur le système d'information géographique SAGA. Les données satellitaires sont multi-spectrales et multi-temporelles afin de prendre en compte la variabilité saisonnière de la végétation.

Plusieurs travaux ont émergé autour de la classification des villes en LCZ (BECHTEL et al., 2019) mais aussi à une plus grande échelle comme la classification de toute l'Europe (DEMUZERE et al., 2019). Pour la zone MENA, seules les villes du Karthoum au Soudan et Beyrouth au Liban (KALOUSTIAN & BECHTEL, 2016) ont été cartographiées suivant cette approche.

La méthode statistique utilisée pour effectuer cette classification est celle des réseaux de forêt aléatoire (ou dit « Random Forest »). Des zones d'apprentissages sont créées et renvoient aux réalités du terrain. Chacune des zones possède une signature spectrale permettant de créer des classes d'objets.

Dans un second temps, les pixels sont classés selon ces zones d'apprentissages. On parle alors de classification supervisée. La classification est aussi itérative. Une fois la première classification obtenue, nous vérifions visuellement s'il existe des zones mal classées pour dessiner des nouvelles zones d'apprentissage pour relancer la classification (fig. 5.1).



13

FIGURE 5.1 – Processus de construction de la carte LCZ

5.1.2 Les étapes de la construction de la carte LCZ

La première étape consiste à délimiter la tache urbaine relative au Grand Tunis, tout en gardant une zone tampon³ autour de l'étendue urbaine pour tenir compte de ses alentours (fig. 5.2).

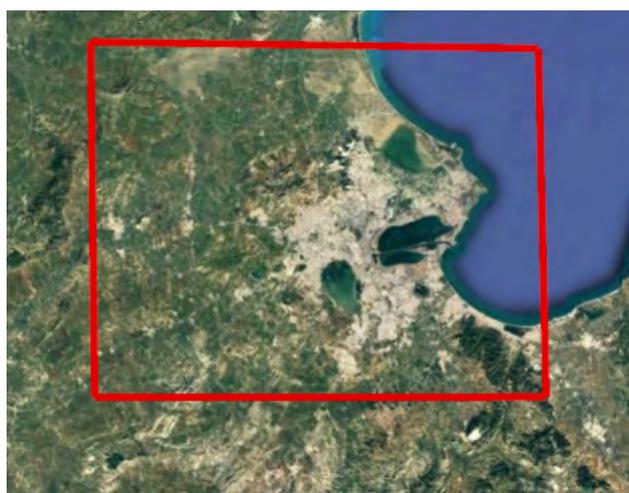


FIGURE 5.2 – Région d'intérêt correspondant au Grand Tunis

3. C'est une zone mesurée à partir d'un point, d'une ligne ou d'un polygone. La zone tampon s'obtient par sélection d'un voisinage, qui permet d'évaluer les caractéristiques de différents environnements d'un objet spatial donné (<http://eductice.ens-lyon.fr/EducTice/recherche/geomatique/veille/pedagogie/glossaire/>)

Pour la deuxième étape, il s'agit d'identifier les zones d'apprentissage qui correspondent aux différents types de LCZ nécessaires pour la classification supervisée. Pour le Grand Tunis, au total, nous avons identifié 226 zones d'apprentissage sur Google Earth en nous référant à Google Street View. Ce dernier existe de manière partielle et seulement depuis mars 2017 sur le territoire du Grand Tunis. Cela a rendu difficile l'identification des zones d'apprentissage dans certains quartiers. Pour contourner ces difficultés nous avons eu recours à une expertise locale obtenue à travers des échanges avec les acteurs locaux. La troisième étape repose sur la classification de l'image satellite. Selon la classification de Köppen (KOTTEK et al., 2006), la Tunisie est classée BWH⁴. Le climat est donc globalement qualifié d'aride à semi-aride. La couverture végétale y est limitée et les matériaux de construction peuvent ressembler à la surface naturelle. Une bonne résolution radiométrique pourrait donc améliorer la classification.

Pour classer le Grand Tunis en LCZ, nous avons fait le choix de travailler avec les images satellites Sentinel 2a qui présentent une résolution radiométrique plus fine que Landsat 8. En outre, Sentinel 2a a une fauchée plus grande que celle de Landsat 8 (290 km au lieu de 185 km), ce qui a permis de couvrir avec deux scènes toute la région d'intérêt correspondant au Grand Tunis. La différence de résolution spatiale entre ces deux satellites ne pose pas de problème étant donné que nous optons pour un ré-échantillonnage dans une grille commune de 100 m. Enfin, l'équipe WUDAPT a eu de bons résultats de classification avec Sentinel 2a, comme le montre l'exemple de Beyrouth qui a été classifiée avec des images Landsat et des images Sentinel (KALOUSTIAN & BECHTEL, 2016). Sentinel-2a dispose de 13 bandes spectrales dont 3 dans l'infrarouge proche (SWIR). Les images ont une résolution de 10 m, 20 m ou 60 m en fonction des bandes spectrales (fig. 5.3).

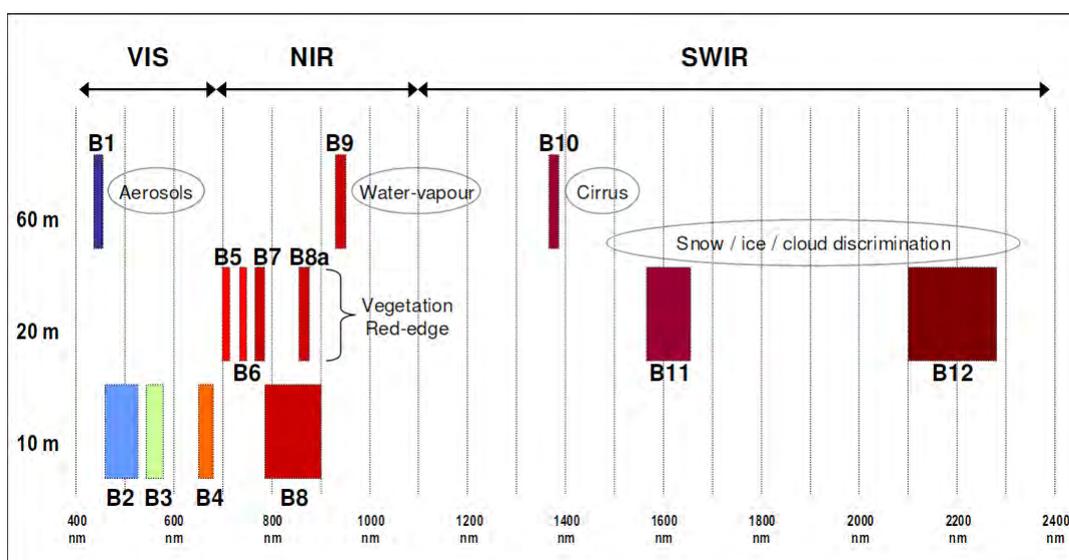


FIGURE 5.3 – Bandes spectrales de Sentinel-2 sources

4. B : Arid, W : winter dry, H : hot arid

Pour la classification nous avons éliminé la bande des aérosols B1, celle de la vapeur d'eau B9 et celle des cirrus B10 afin de garder que les bandes qui permettent de détecter l'occupation du sol. Nous avons ainsi récupéré des tuiles orthorectifiées (10 bandes) de Sentinel 2a⁵.

L'orthorectification est une correction géométrique des images qui a pour but de les présenter comme si elles avaient été acquises depuis la verticale (au nadir). Aucune tuile ne couvre totalement la région à classifier, nous avons donc opté pour une fusion de deux tuiles : la T 32 SNF et la T 32 SPF (fig. 5.4). Nous avons effectué le tuilage bande par bande. Par la suite, nous avons découpé le résultat de cette fusion selon notre région d'intérêt.



FIGURE 5.4 – Les deux tuiles Sentinel 2a couvrant le Grand Tunis

5. Source image Sentinel : [//apps.sentinel-hub.com/eo-browser/lat=36.989&lng=9.690&zoom=8](https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/lat=36.989&lng=9.690&zoom=8)

Afin de prendre compte de la variabilité saisonnière de la végétation, nous avons utilisé des scènes de différentes dates (table 5.1).

Satellite	ID de la scène	Date	Bandes
Sentinel 2	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20170708T153020_A001764_T32SNF	08-07- 2017	2-8, 8A, 11-12
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20170708T153020_A001764_T32SPF		
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_MPS_20171105T122430_A003480_T32SNF	05-11- 2017	
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_MPS_20171105T122430_A003480_T32SPF		
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20180424T140025_A005911_T32SNF	24-04- 2018	
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20180424T140025_A005911_T32SNF_SPF		

TABLE 5.1 – Les données satellites utilisées pour la création de la carte LCZ

Les résultats de la classification montrent qu'il subsiste un faible taux de pixels isolés, généralement mal classés ou non classés, et souvent situés à la limite entre deux plages d'affectations distinctes. Afin d'homogénéiser la classification, nous avons opté pour une réaffectation automatique de ces pixels à l'une ou l'autre des classes. Un filtre majoritaire de rayon 2m a été appliqué comme traitement de post-classification, remplaçant ainsi les cellules selon la valeur de majorité des cellules contiguës.

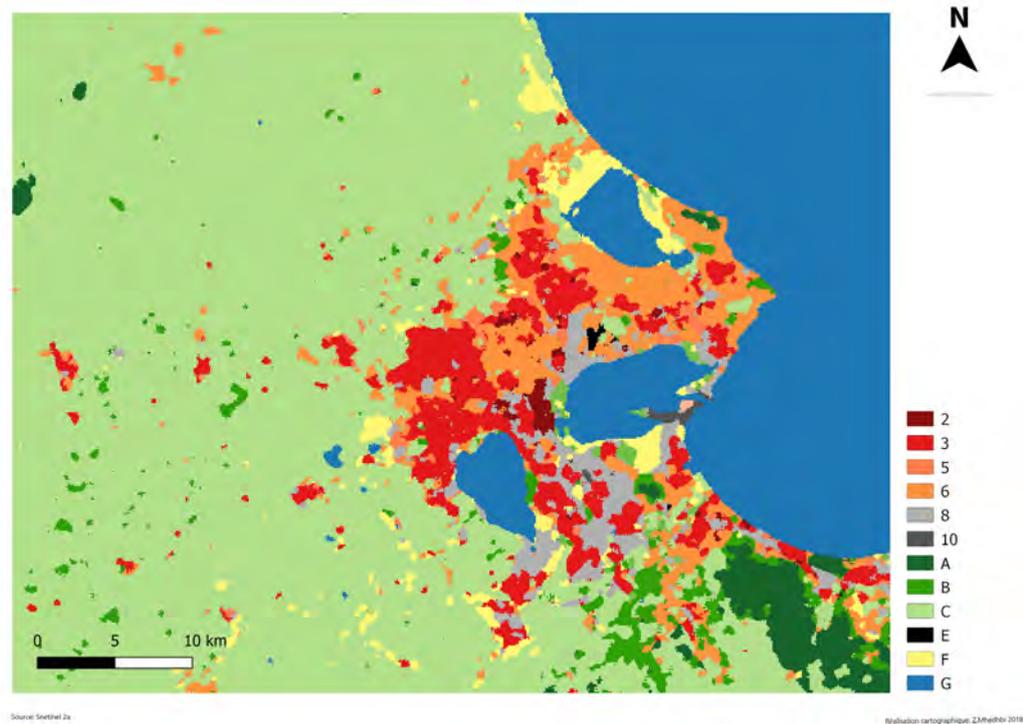


FIGURE 5.5 – Carte LCZ du Grand Tunis

La carte LCZ du Grand Tunis (fig. 5.5) montre une structure urbaine dominée par une morphologie urbaine compacte dans le centre-ville de Tunis. À l'ouest de la ville, l'urbanisation informelle (zones compactes de faible hauteur correspondant à LCZ 3) se situe dans les zones adjacentes aux espaces naturels et agricoles. La carte LCZ a permis également d'identifier les deux lagunes de la région (appelées localement Sebkhha), une au Nord-Est, près de la mer Méditerranée (lagune d'Ariana) et l'autre plus à l'Est de la ville (lagune de Sijoumi). Le lac de Tunis est situé entre ces deux lagunes. Plus au nord, La ville d'Ariana est située à côté de la lagune portant le même nom. C'est l'une des plus grandes villes de la région tunisoise. Au nord du lac, on remarque la prépondérance de la LCZ 5 (open midrise). Cette zone correspond à une zone relativement nouvelle construite dans le cadre du projet de développement urbain sur les rives du lac de Tunis.

Une carte LCZ permet d'avoir une idée globale des zones les plus soumises à l'effet d'ICU. Comme nous l'avons expliqué, au cours du chapitre 4, chaque LCZ est caractérisée par des indicateurs d'occupation de sol (le taux de surface imperméable/perméable, taux de surface bâtie), des indicateurs morphologiques (le facteur de vue du ciel, hauteur des bâtiments, etc) et d'autres thermiques (albédo, flux anthropique). Dans des contextes caractérisés par un manque de données, se référer à la carte LCZ peut constituer un premier pas dans la prise en compte de la composante de l'ICU dans la fabrique urbaine. Selon le type de LCZ, des leviers d'actions peuvent être envisagés comme privilégier la végétalisation ou adopter des couleurs claires pour les bâtiments.

Les LCZ peuvent également constituer une bonne base pour les études de vulnérabilité car elles peuvent être croisées avec des données socio-économiques ou démographiques. À titre d’exemple, le Centre d’Etudes et d’Expertise sur les Risques, l’Environnement, la Mobilité et l’Aménagement (CEREMA) et l’Institut d’aménagement et d’urbanisme de la région Île-de-France (IAU) ont mené tous les deux, des travaux qui consistent à considérer les LCZ comme une donnée d’entrée à croiser avec des données socio-démographiques. L’objectif étant, pour les deux cas, de définir des quartiers « prioritaires » d’actions face au climat. Le CEREMA et l’IAU ont adopté des méthodologies similaires en mobilisant les mêmes types de variables : âges des individus, revenus des ménages, âge du bâti, etc. Cependant, ces indicateurs (leurs déterminations et leurs mobilisations) sont issus d’un travail fortement lié à des géotraitements et à leurs représentations cartographiques. Mais certaines de ces données sont également issues d’un travail de terrain avec des mesures, des observations et l’intégration des citoyens dans les protocoles (enquêtes).

Les LCZ peuvent donc être utilisées seules mais elles se prêtent aussi au couplage avec d’autres informations. Les résultats obtenus avec la carte LCZ peuvent être enrichies par un travail de modélisations climatiques. C’est que nous envisageons de faire pour la suite de cette thèse.

5.2 Enrichir la carte LCZ par des données collectées localement et des données open source

5.2.1 Intégration et traitements de données hétérogènes

Les données que nous avons mobilisées sont issues de diverses sources. Certaines ont été gracieusement prêtées par l’AUGT. D’autres sont acquises à l’aide des portails d’Open data avec l’ouverture des données sur le web (données géographique et images satellites). Les données de l’AUGT se résument en une couche d’occupation de sol construite à partir des Plans d’Aménagement Urbain (PAU) des différentes communes, avec des ajustements faits par photo-interprétation de l’image satellite (Quick Bird de 2008) et grâce à quelques visites de terrain. Nous avons également extrait d’Open Street Map, des couches vectorielles telles que les routes ou les oueds.

Ces différentes sources de nature et de fournisseurs de données différents, aboutissent à une importante hétérogénéité des échelles géographiques, de la précision des données et des formats d’acquisition.

Reconstruire une base de données homogène sur tout le territoire tunisois a été un des objectifs prioritaires et nécessaires pour la suite de ce travail. Plusieurs mois de traitements géomatiques et d’allers-retours fréquent ont été essentiels pour améliorer la qualité de cette base de données. Les principaux traitements ont consisté à :

- homogénéiser les formats et les systèmes de projection cartographique. Nous avons

donc opté pour un assemblage de l'information de manière que les données différentes du point de vue du format d'affichage ou d'enregistrement, soient superposables. Pour ce faire, nous avons géocodé toutes les cartes, images et tables de données spatiales à notre disposition. Par la suite, nous avons fait le choix d'une harmonisation de la projection cartographique en projection WGS84/ UTM zone 32 N, permettant ainsi la gestion, la superposition et le croisement de différentes variables issues de différentes couches en un même système métrique.

- corriger géométriquement les entités présentant des erreurs ou parfois privilégier une source à une autre. Dans notre chaîne de traitement, nous avons noté essentiellement des incohérences dues au manque de précision géométrique. En effet, l'écart de géométrie concerne le degré de précision de position ponctuelle, linéaire et surfacique et le degré de précision de forme qui permet de qualifier les éléments géométriques (lignes, polygones et groupes d'objets). Parmi les plusieurs erreurs rencontrées, nous citons à titre d'exemple un décalage entre la couche représentant le lac de Tunis issue de OSM et celle issu de BD PAU et qui apparaît alors incomplète (fig. 5.6).

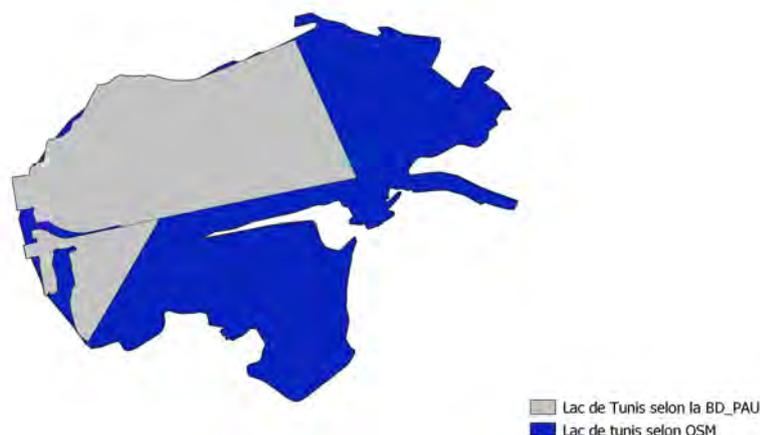


FIGURE 5.6 – Exemple d'incohérence géométrique entre deux couches

Compte tenu que le lac tel qu'il est représenté dans la BD PAU n'est pas entier, nous avons fait le choix d'utiliser la couche issue d'OSM. Cela a créé des chevauchements de polygones avec la BD PAU, ce qui a nécessité des nouvelles corrections de géométrie. Nous avons rencontré également des problèmes relatifs à la non fermeture de lignes, la fermeture de contours, etc. Cela a créé beaucoup d'erreurs de topologie pendant les trai-

tements relatifs à la fusion, le découpage, l'intersection, etc. des données vectorielles que nous avons manipulées.

5.2.2 Détermination des étendues spatiales des différents couverts d'occupation de sol

La construction de notre base de données a nécessité une description fine de l'occupation du sol du Grand Tunis. Afin que ces données soient utiles pour les modélisations climatiques, nous les avons préparé en prenant en compte les spécificités du modèle. En effet, pour la grille de modélisation en entrée de SURFEX-TEB, la surface est décrite comme une mosaïque de quatre types de couverts en distinguant : la mer, les sols naturels et végétation, les lacs et les rivières et les zones urbaines.

À cet égard et afin de qualifier la surface à simuler, nous avons effectué un traitement de données qui permet de les mettre sous la forme des indicateurs présentés ci-dessous (table 5.2) :

Nom indicateur	Indicateur	Calcul
WATER	Fraction d'eau dans la maille	Surface d'occupation du sol de la couche considérée / Surface totale de la maille (m ² /m ² ou %)
SEA	Fraction de mer dans la maille	
NATURE	Fraction de surfaces naturelles dans la maille. Cela comprend le sol nu, les rochers, la végétation.	
TOWN	Fraction de ville dans la maille	
BLD	Fraction de bâtiments dans la ville	Surface d'occupation du sol de la couche considérée / Surface de ville dans la maille (m ² /m ² ou %)
ROAD	Fraction de routes dans la ville	
NVEG	Fraction de sol nu dans la ville	
LVEG	Fraction de végétation basse dans la ville	
HVEG	Fraction de végétation arbustive et arborée dans la ville	

TABLE 5.2 – Données nécessaires en entrée de SURFEX-TEB

Le schéma (fig. 5.7) décrit le processus d'ingénierie générale suivi pour calculer tous les paramètres nécessaires en entrée de modèle.

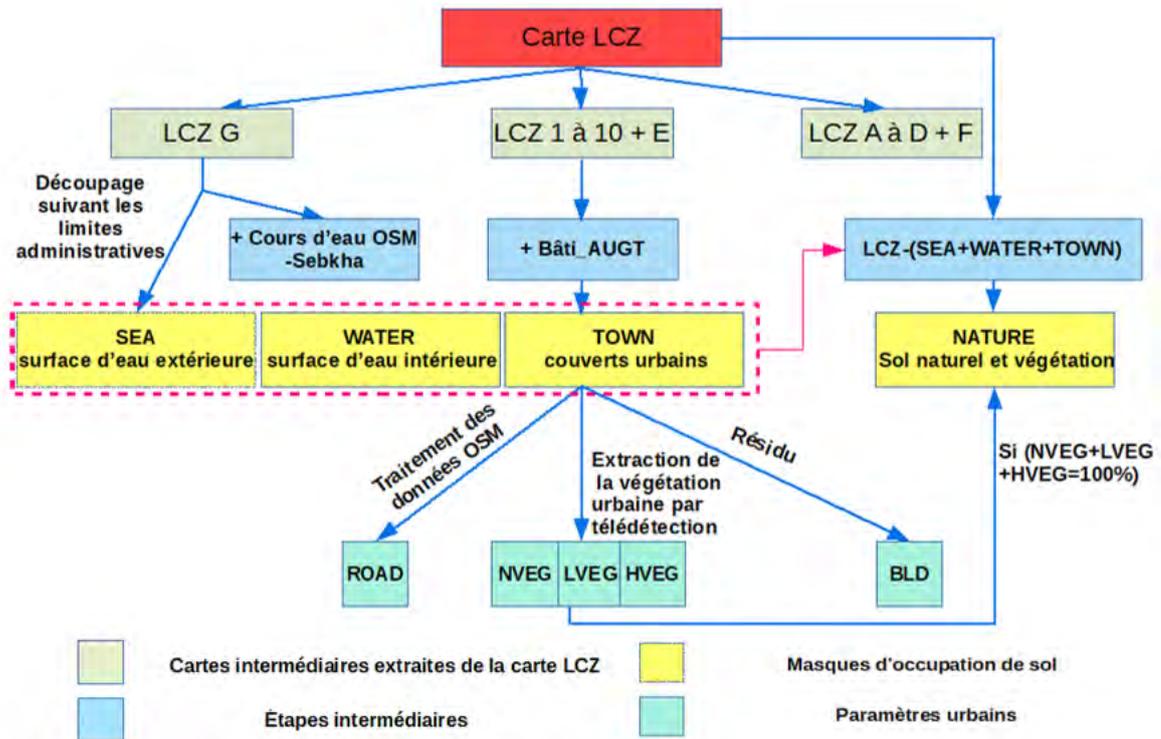


FIGURE 5.7 – Processus d'ingénierie de construction de la base de données décrivant l'occupation du sol du Grand Tunis

Nous avons par la suite déterminé les différents masques d'occupation de sol (SEA, WATER, TOWN, Nature) et les paramètres urbains dans la couche TOWN (ROAD, NVEG, LVEG, HVEG).

Surfaces en eau

La carte LCZ comme point de départ

À l'aide de l'outil GRASS, nous avons commencé par extraire de la carte LCZ trois cartes intermédiaires nécessaires pour construire les masques finaux d'entrée de modèle. La carte (fig. 5.8) (a) correspond à LCZG (de l'eau), la figure (fig. 5.8) (b) aux LCZ(s) urbaines et (fig. 5.8) (c) aux LCZ(s) naturelles.

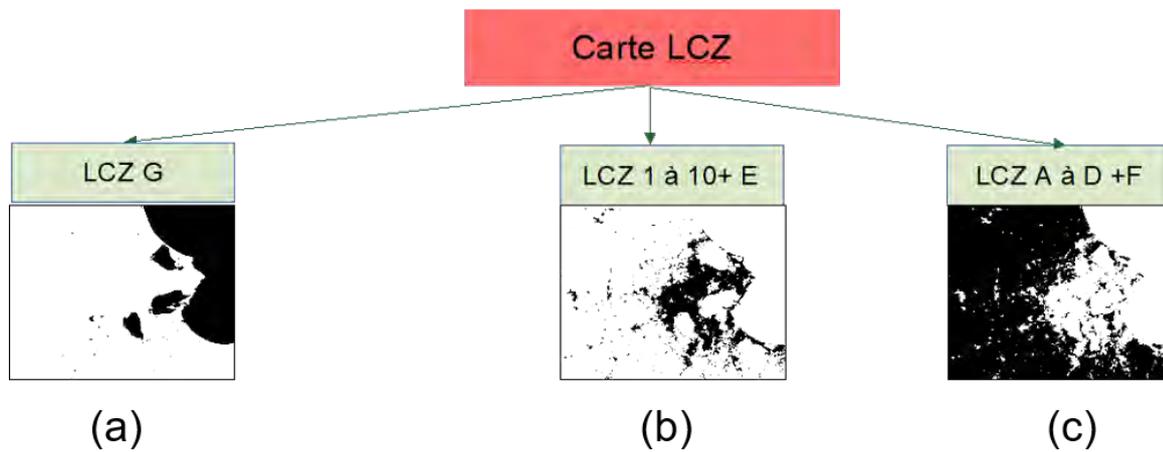


FIGURE 5.8 – Cartes intermédiaires extraites de la carte LCZ

Mer

Pour créer le masque des surfaces en eau maritime (fig. 5.9), nous sommes partis de la carte LCZG. L'application d'un masque sur les limites administratives du Grand Tunis a permis de séparer la mer des eaux intérieures.

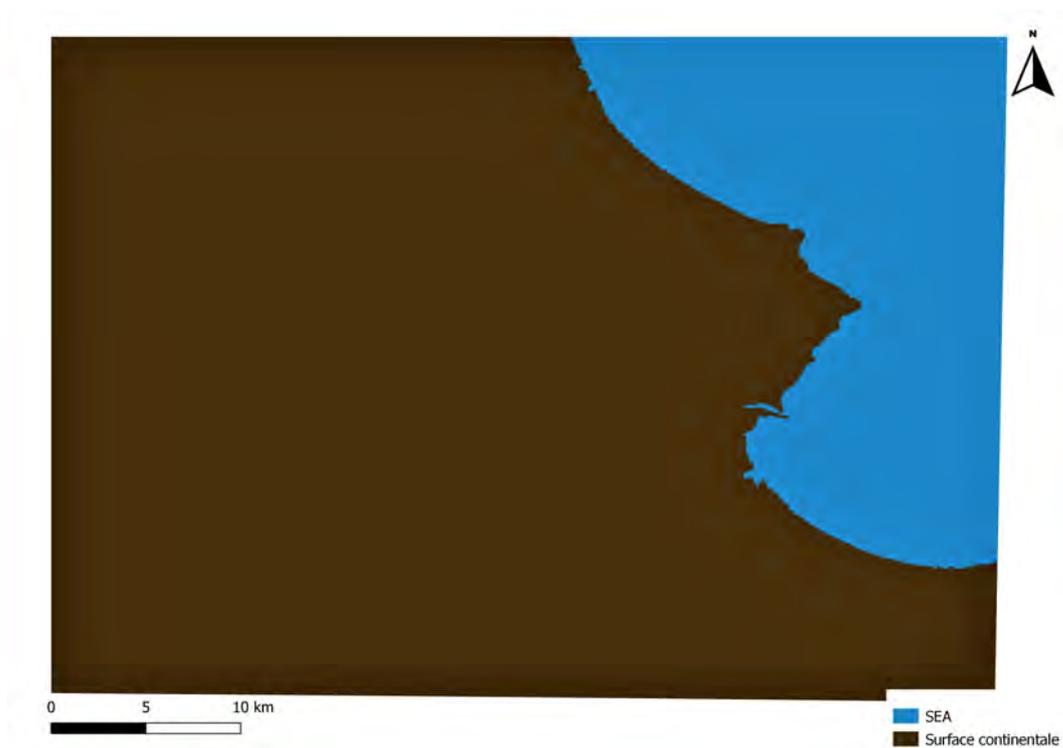


FIGURE 5.9 – Le masque des surfaces en eau maritimes

De cette séparation, il nous reste sur la carte : le lac de Tunis, la Sebkhha de Sijoumi et d'Ariana, les deux barrages de Ghdir Goulla et le barrage de Mornaguia (fig. 5.10).

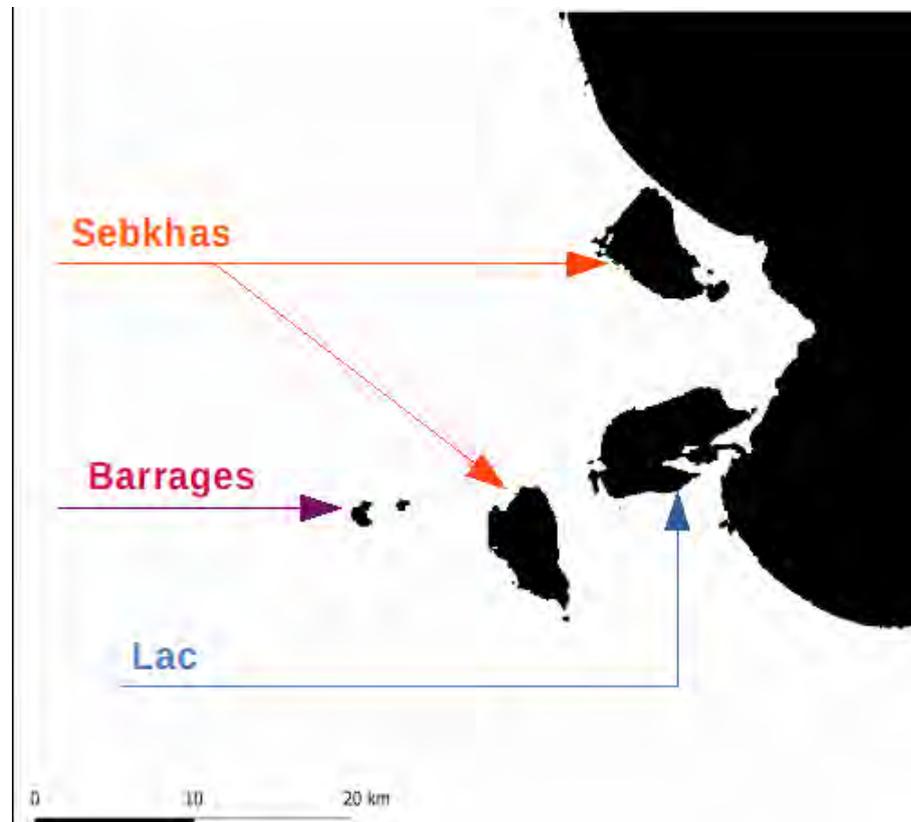


FIGURE 5.10 – Les eaux intérieures

Les sebkhas du Grand Tunis

Une Sebkhha est une plaine saline soumise à des inondations périodiques. « En pays désertique ou presque, dépression temporairement occupée par un lac, en général salé, et où se déposent des évaporites. Les eaux proviennent du ruissellement, mais aussi des nappes souterraines. » (FOUCAULT et al., 2014)

Le territoire du Grand Tunis comporte deux sebkhas, celle de Sijoumi située au Sud-Ouest de la ville de Tunis elle fait une superficie de 30 km^2 et la sebkha d'Ariana située au nord du lac de Tunis et ayant une superficie de 50 km^2 . Ces dépressions ne sont donc occupées que temporairement par l'eau. En été les sebkhas sont donc sèches.

Compte tenu que nous modéliserons un épisode caniculaire et vu le cratère temporaire de ces objets, nous enlevons les sebkhas du masque WATER pour les affecter au masque NATURE.

Le lac de Tunis

Le lac de Tunis est une lagune côtière d'une profondeur moyenne d'un mètre (BEN CHARRADA, 1988). Le lac apparaît comme constitué de deux surfaces distinctes. Il est divisé par le chenal de navigation qui relie le quartier de la Goulette à Tunis. Entre le lac sud et celui nord, sa surface totale est de 39 km^2 . Compte tenu de la faible profondeur de l'eau, les variations de sa température est fonction de celle de l'air ambiant. La température de l'eau est généralement légèrement inférieure à celle de l'air de 2 à 3 °C. C'est seulement l'après-midi, en été, qu'elle excède légèrement celle de l'air. Les températures maximales sont généralement atteintes en juillet avec le sirocco, vent chaud, et sont de l'ordre de 40 °C (BEN CHARRADA, 1988).

Les barrages Ghédir El Golla et El Mornaguia

Le complexe des zones humides de barrage Ghédir El Golla et barrage el Mornaguia est situé à environ 15 km à l'Ouest de Tunis. Ce sont des zones de stockage d'eau douce construites pour l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation. Le barrage Ghédir El Golla a une longueur en crête de 680 mètres et une hauteur de 27 mètres. Il peut retenir jusqu'à 2,8 millions de mètres cubes d'eau dans un réservoir de superficie de 7 ha.

Les cours d'eau Mejerda et Miliane

Avec une résolution de la carte LCZ à 100 m, les cours d'eau ne sont pas détectés correctement par la télédétection et notre choix d'image satellite. Nous avons pu récupérer les données OSM des cours d'eau qui traverse la région tunisoise. Nous avons donc retenu les deux oueds Mejerda et Miliane qui traversent le Grand Tunis. L'oued de Mejerda se caractérise par un écoulement permanent sur l'ensemble de son cours, ce qui lui donne le profil d'un fleuve. L'oued Miliane constitue le deuxième oued à écoulement pérenne de la Tunisie dont l'exutoire naturel est la mer. Ainsi, nous avons retenu ces deux oueds. Souhaitant simuler une situation caniculaire, nous retenons donc l'hypothèse que les deux oueds sont en cas d'étiage⁶.

6. Le plus bas débit atteint par un cours d'eau.

Pour créer le masque WATER final, la couche géographique des oueds a été regroupée et une zone tampon (ou buffer) de 15 m a été affectée à ces cours d'eau pour tenir compte de la largeur de leurs lits mineurs (fig. 5.11).

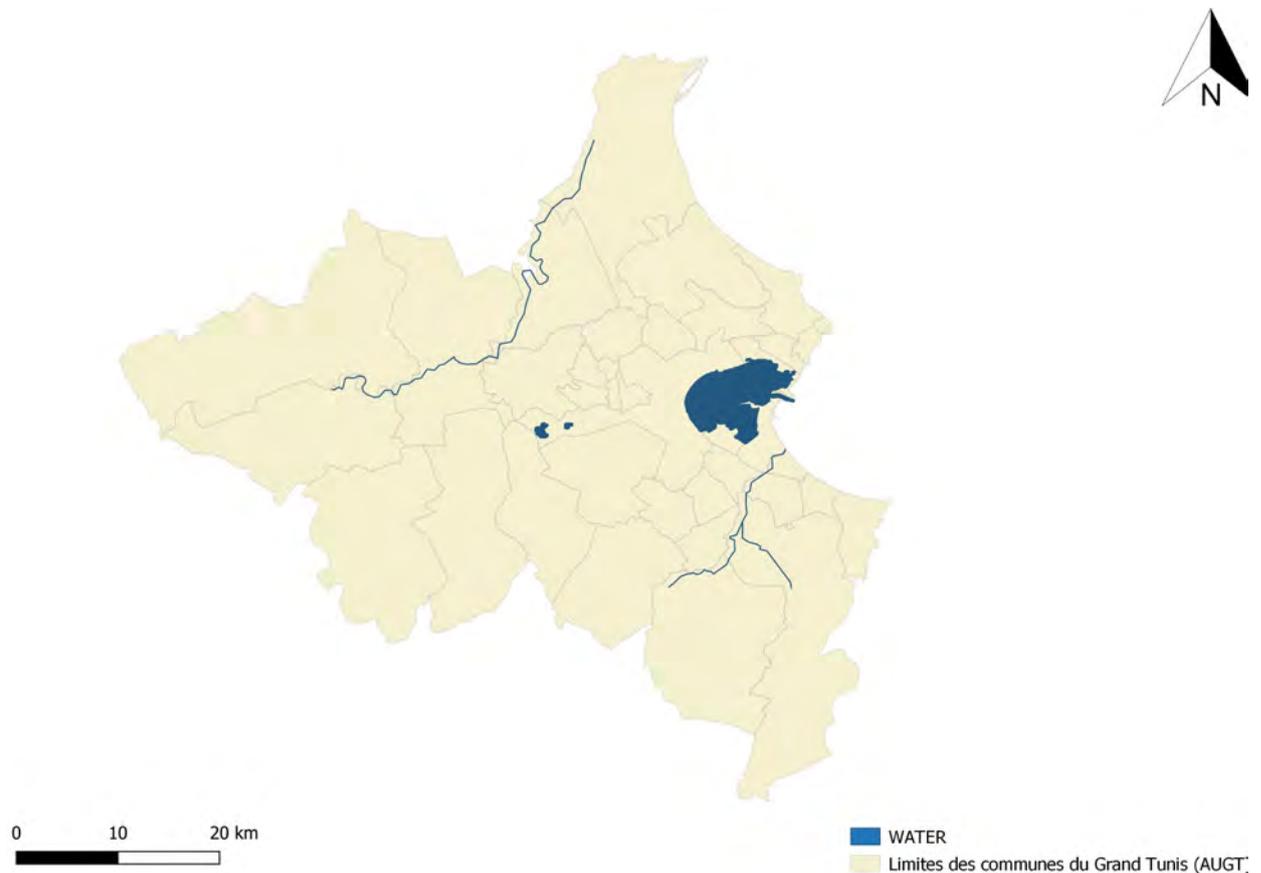


FIGURE 5.11 – Masque des eaux intérieures

Les diverses occupations du sol en ville

Pour cartographier les différentes occupations du sol, certaines typologies de la carte LCZ ont été mobilisées (LCZ 1 à 10+ E) pour établir une comparaison entre celle-ci et les données de l'AUGT comme les zones de bâti de la base de données des Plans d'Aménagement Urbain (PAU) du Grand Tunis ou l'occupation du sol de 2008.

En effet, nous avons pu récupérer auprès de l'AUGT la BD PAU qui date de 2013. Elle comprend 35 PAU de différentes communes du Grand Tunis. Les PAU fixent les règles et servitudes d'utilisation des sols notamment l'affectation des zones, les densités des constructions, le tracé des voies, les zones de protection et les emplacements réservés (ouvrages et équipements) et les règles d'urbanisme. Il convient également de noter que le PAU ne couvre pas généralement tout le territoire du périmètre communal. « La mise en œuvre des PAU ne dépasse guère 60 % sur la dernière décennie : ce qui est prévu n'est pas réalisé, ce qui est fait n'est pas prévu. Le respect des préconisations du PAU est évalué à 50 % sur l'urbanisation, à 30 % sur les voiries et à 15 % sur les équipements et

espaces publics »⁷. En outre, les vocations indiquant l'utilisation du sol peuvent être des zones existantes ou projetées. Cela justifie notre choix de ne pas avoir recours qu'à cette base de données pour délimiter la tache urbaine, mais la combiner avec nos résultats de télédétection en l'occurrence les LCZ(s) urbaines. Nous avons également utilisé la couche de l'occupation de sol de l'AUGT pour vérifier / compléter ces informations.

Nous avons donc construit la couche BATI_AUGT à partir des zones classées habitat, les zones civiques (emplacements réservés aux équipements publics existants ou projetés à caractère administratif, culturel, éducatif, sanitaire, etc) et les zones d'équipements (équipement sociocollectifs, équipement sanitaire, équipement éducatif, équipement administratif) mais aussi des zones industrielles, zones touristiques et les zones polyfonctionnelles. Cette couche nous a permis de réajuster les limites du masque TOWN. La (fig. 5.12) montre la tache urbaine finale.

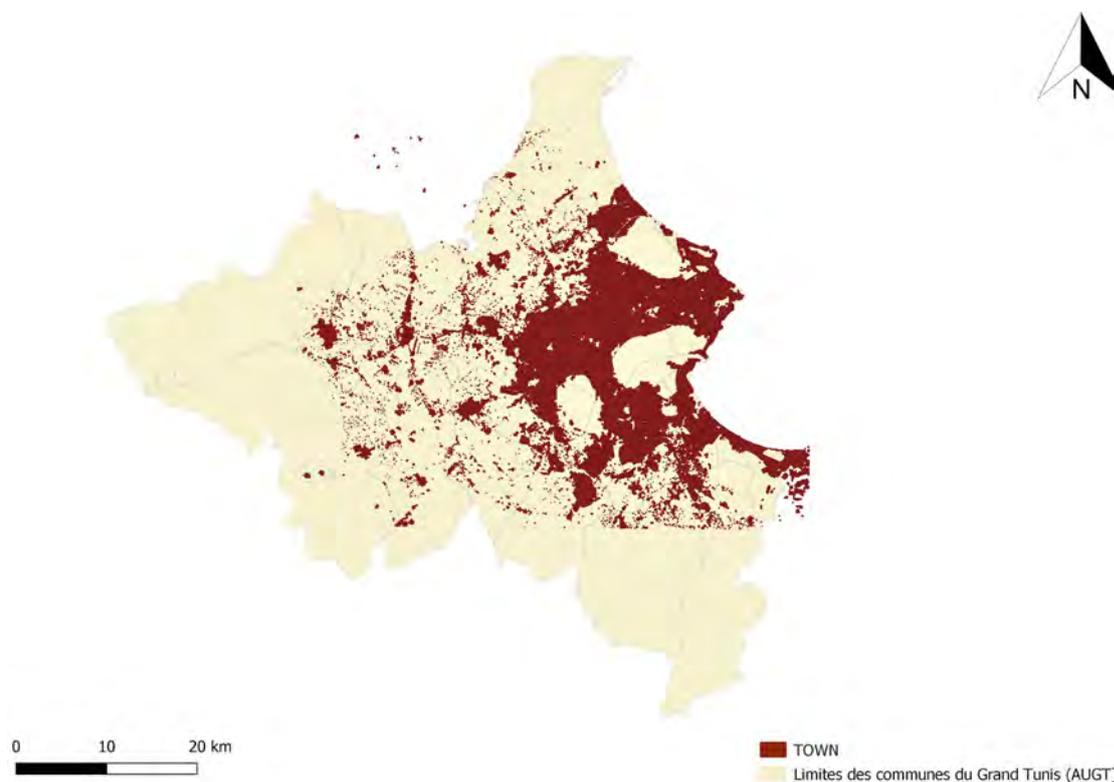


FIGURE 5.12 – Masque des surfaces urbaines dans agglomération tunisoise

Le masque urbain est plus complexe que les autres masques. Il est composé de plusieurs types de données comme les routes, le bâti et la végétation urbaine, elle-même composée à son tour de végétation haute, végétation basse et sols nus.

L'occupation au sol des surfaces imperméables non bâties

Nous avons extrait le réseau routier de la région du Grand Tunis à partir d'OSM. Cette couche récupérée est linéaire avec des lignes segmentées. Le traitement réalisé sur QGIS a

7. Évaluation de la politique d'aménagement du territoire en Tunisie de 1995 à 2010, par l'AFD en 2016

consisté à regrouper, éliminer les superpositions entre segments. Enfin, l'application d'une zone tampon a permis de définir des largeurs selon le type de routes (fig. 5.13).

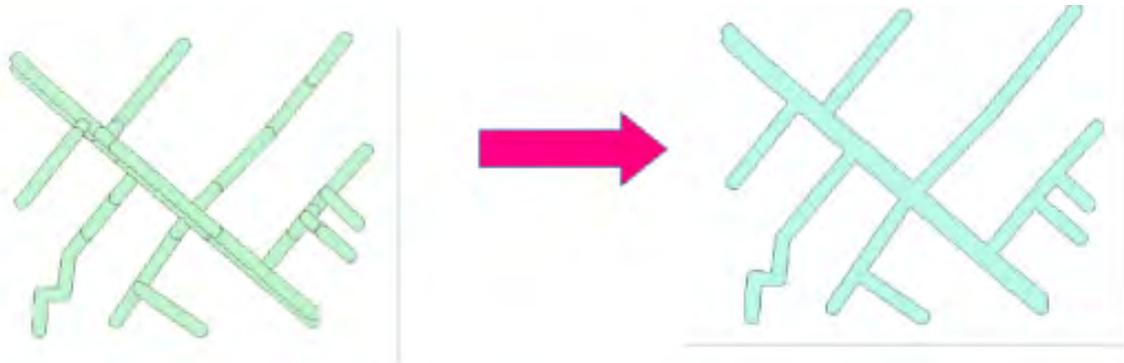


FIGURE 5.13 – Traitements effectués sur la couche des routes récupérées d'OSM

En se basant sur le standard de largeurs de routes de l'IGN et en supposant qu'elle devait être quasiment identique en Tunisie, une zone tampon de 7 m a été appliqué pour toutes les routes sauf les routes piétonnes (pedestrians) qui sont essentiellement localisées à la médina ou dans les quartiers très populaires ou le bâti est très dense et les rues très étroites. Pour ces routes piétonnes une zone tampon de 2 m a été affectée. Enfin, pour les autoroutes, elles sont représentées dans la couche linéaire d'OSM par deux lignes, donc elles auront une largeur totale de 14 m. Nous avons fait l'hypothèse que les accotements n'existent que hors zone urbaine, donc hors TOWN.

Concernant les trottoirs, nous avons appliqué une zone tampon de 1.5 m de chaque côté des routes classées résidentielles. Cette couche de route est complétée par les parkings issus de la base de données PAU de l'AUGT (fig. 5.14).

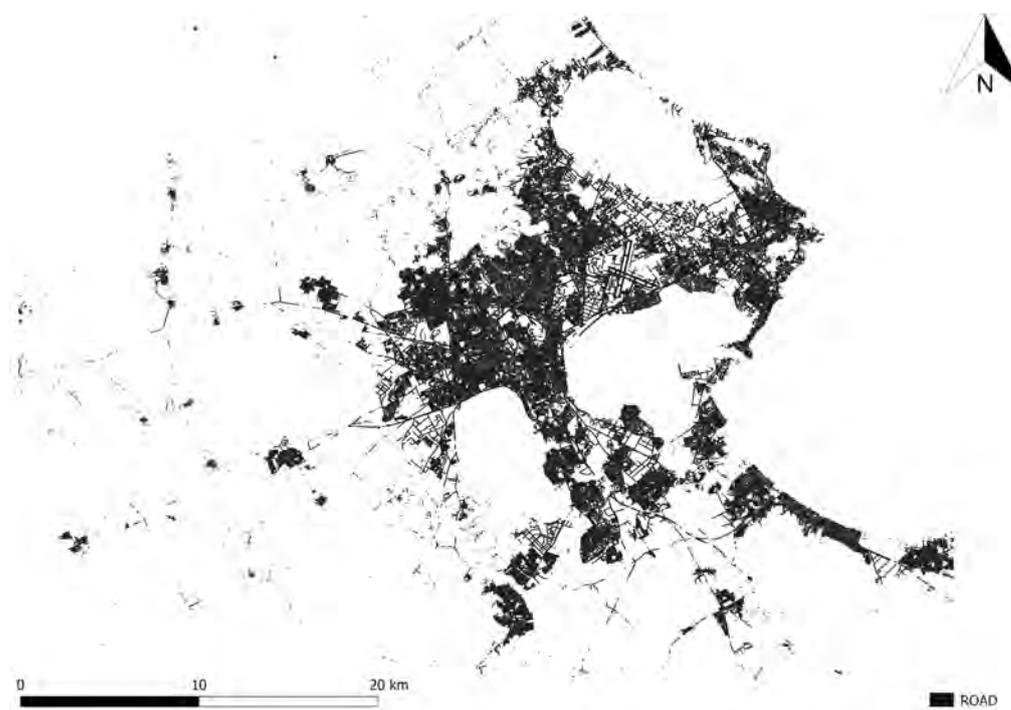


FIGURE 5.14 – Carte finale des routes

L'extraction de la végétation (haute, basse et sol nu) est le second grand traitement de cette base de donnée.

La végétation urbaine du Grand Tunis étant très lacunaire, nous devons trouver une méthode pour déterminer la végétation et son type (haute, basse, sol nu) autant que possible. Un traitement par télédétection avec des images satellite libre de droit, nous a paru être une solution satisfaisante pour extraire la végétation haute/basse/sol nu. Nous avons appliqué une classification orientée objets⁸, avec 165 zones d'apprentissage dessinées sur une image Sentinel 2 qui date de mars 2018 de 20 m de résolution. Nous avons effectué la classification avec l'outil OTB, qui est un logiciel libre de télédétection. La végétation a pu être extraite pour toute la région d'intérêt (fig. 5.15), et un découpage selon les limites du masque urbain a été réalisé.

8. La classification de type orientée objets est une méthode qui est basée sur les caractéristiques de l'objet à identifier et non seulement des pixels le constituant. Elle utilise les propriétés spectrales, géométriques et texturales des objets.

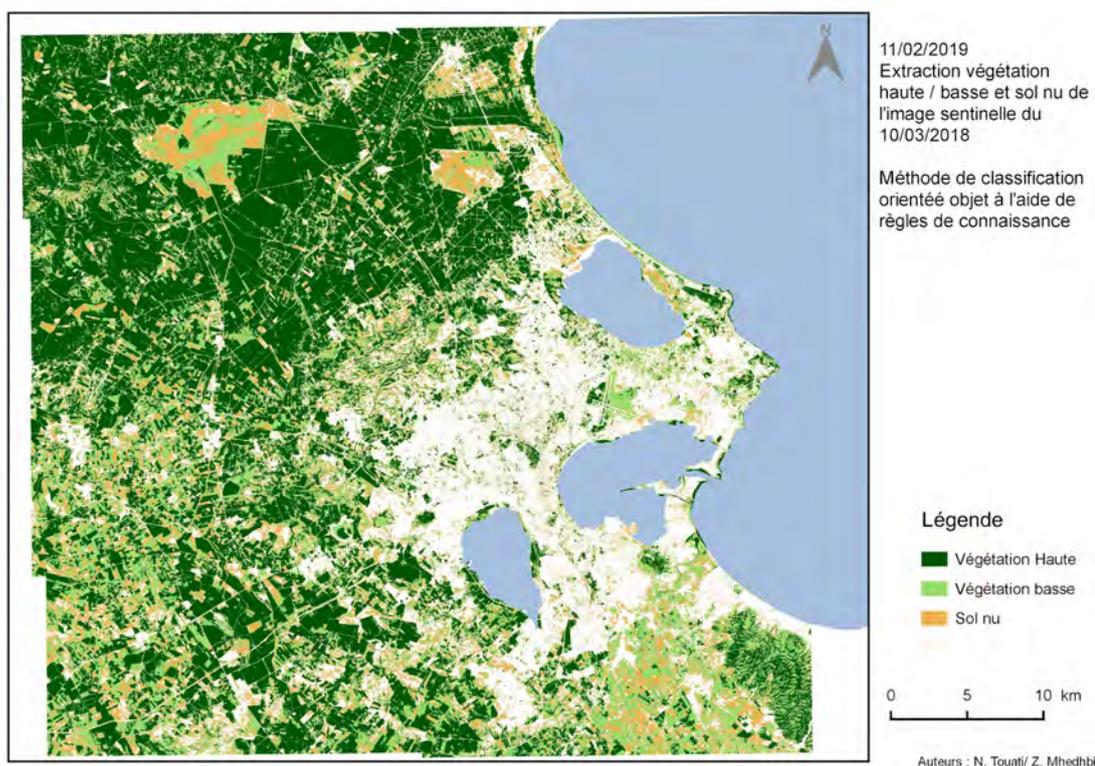


FIGURE 5.15 – Végétation haute, basse et sol nu extraits d'un traitement de télédétection

La validation de la classification suppose de créer une matrice de confusion permettant de comparer les données classées et les données de référence (zones d'apprentissage vérifiées par photo-interprétation). La comparaison s'effectue à partir du moment où nous rencontrons les mêmes typologies dans les données de référence et dans la classification. Le nombre de points de validation doit être assez important pour valider la qualité du modèle. La matrice de confusion établit une comparaison entre les éléments prédits (pixels issus de la classification) et un ensemble d'éléments de référence (vérité-terrain, zones d'apprentissages).

Plusieurs indices permettent d'évaluer la qualité. Nous retiendrons les indices globaux de classification qui nous renseignent sur la performance globale de la classification et nous semblent suffisantes pour évaluer cette carte produite à partir d'une image Sentinel. Parmi ces indices globaux, le taux de précision⁹ et l'indice Kappa¹⁰ (de Cohen) restent deux références très utilisées pour mesurer l'accord entre les classes prédites et les classes observées (table 5.3).

9. Overall Accuracy / Précision globale : Mesure la performance globale « sans orientation » (proportion de pixels correctement classés).

10. Kappa : Statistique de reproductibilité et d'accord entre la classification et la vérité terrain.

Nom de l'indicateur	Valeur
Kappa	0.354558
Overall Accuracy	0.592961

TABLE 5.3 – Indice d'évaluation de la qualité de la classification

Nous obtenons une précision globale moyenne (presque 60 %) et 35 % de correspondance entre les données classées et les données terrains (coefficient Kappa).

Cette qualité moyenne de classification est principalement lié à la large résolution de l'image Sentinel et peut-être aussi dû au nombre de points vérité-terrains qui devrait être plus importants. En dépit de cette qualité moyenne de la classification, ce travail de télédétection nous a permis d'avoir une première idée sur la distribution des différentes catégories de végétation (haute, basse, sol nu) sur le territoire du Grand Tunis. Il est possible de passer par des images de meilleure résolution (SPOT, Pléiades) dont on arrive à tirer correctement des classifications de végétation haute et basse de qualité (CROMBETTE, 2016). Cependant, ces images ont un coût d'achat, qui ne peut être envisagé dans cette démarche méthodologique vers les pays de la zone MENA. La végétation obtenue a été découpée selon les limites de la tache urbaine. Puis, une vectorisation des 3 couches obtenues, à savoir la végétation haute, la végétation basse et le sol nu, rendent possible un calcul de la fraction de végétation urbaine du Grand Tunis (fig. 5.16).

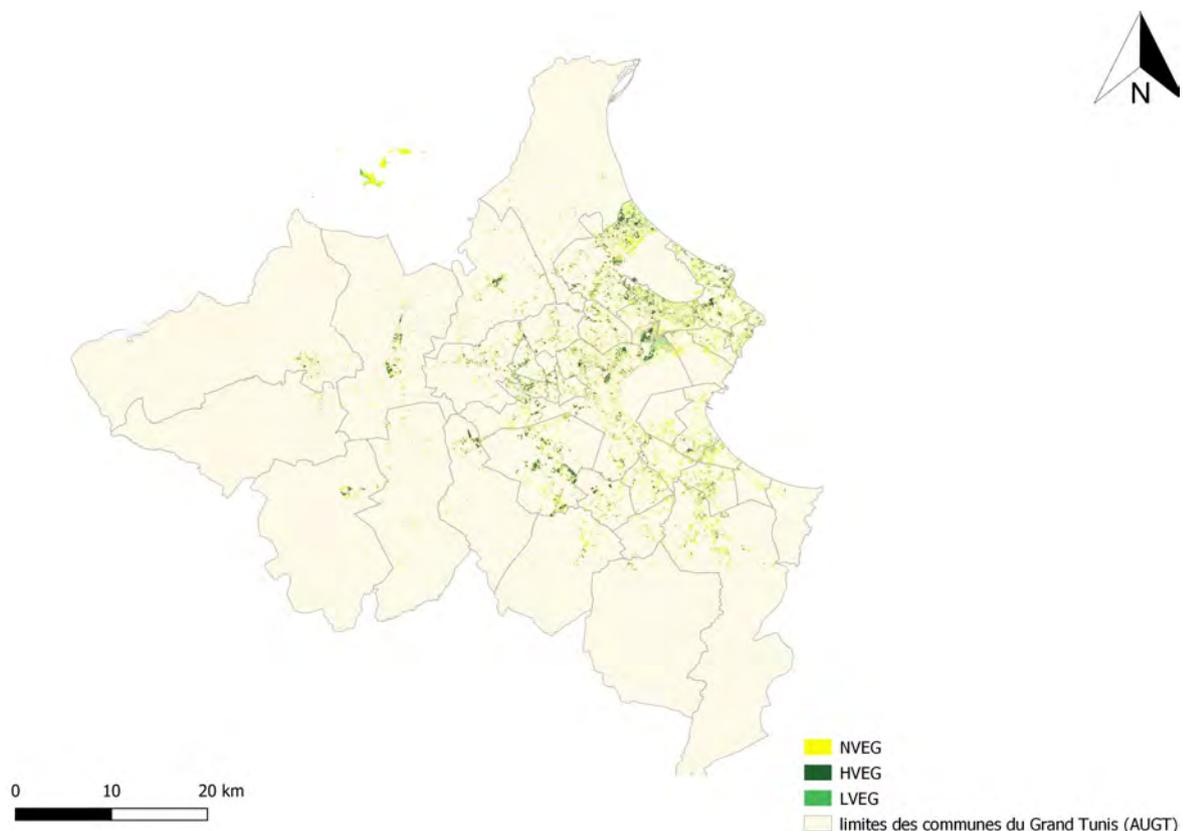


FIGURE 5.16 – Végétation urbaine du Grand Tunis

Il n'existe pas de données sur les bâtiments. Pour récupérer cette information, nous avons calculé le bâti comme le résidu des couches précédemment obtenues, soit :

$$BLD = TOWN - (ROAD + HVEG + LVEG + NVEG) \quad (5.1)$$

avec Town est le masque "ville", Road est le masque "routes", HVEG est la végétation haute, LVEG est la végétation basse et NVEG est le sol nu.

La carte ci-dessous (fig. 5.17) présente l'étendu du bâti dans la région du Grand Tunis. Le zoom sur une zone montre clairement le découpage opéré suite à la chaîne de traitement effectuée.

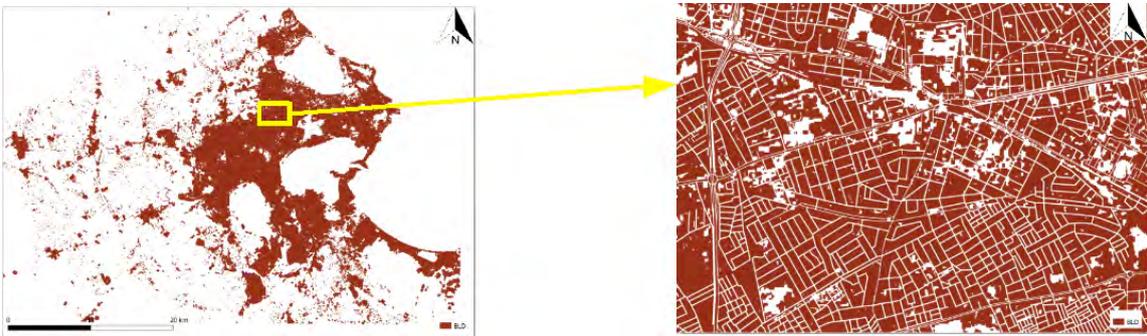


FIGURE 5.17 – Surfaces bâties du Grand Tunis

Les surfaces naturelles rurales

Le masque NATURE (fig. 5.18) représente les surfaces naturelles non urbaines. Elles sont traitées par le modèle ISBA (A. BOONE et al., 1999). Elles sont modélisées sans interaction avec les surfaces bâties environnantes. Ce masque est calculé par la formule suivante :

$$Nature = LCZ - (SEA + WATER + TOWN) \quad (5.2)$$

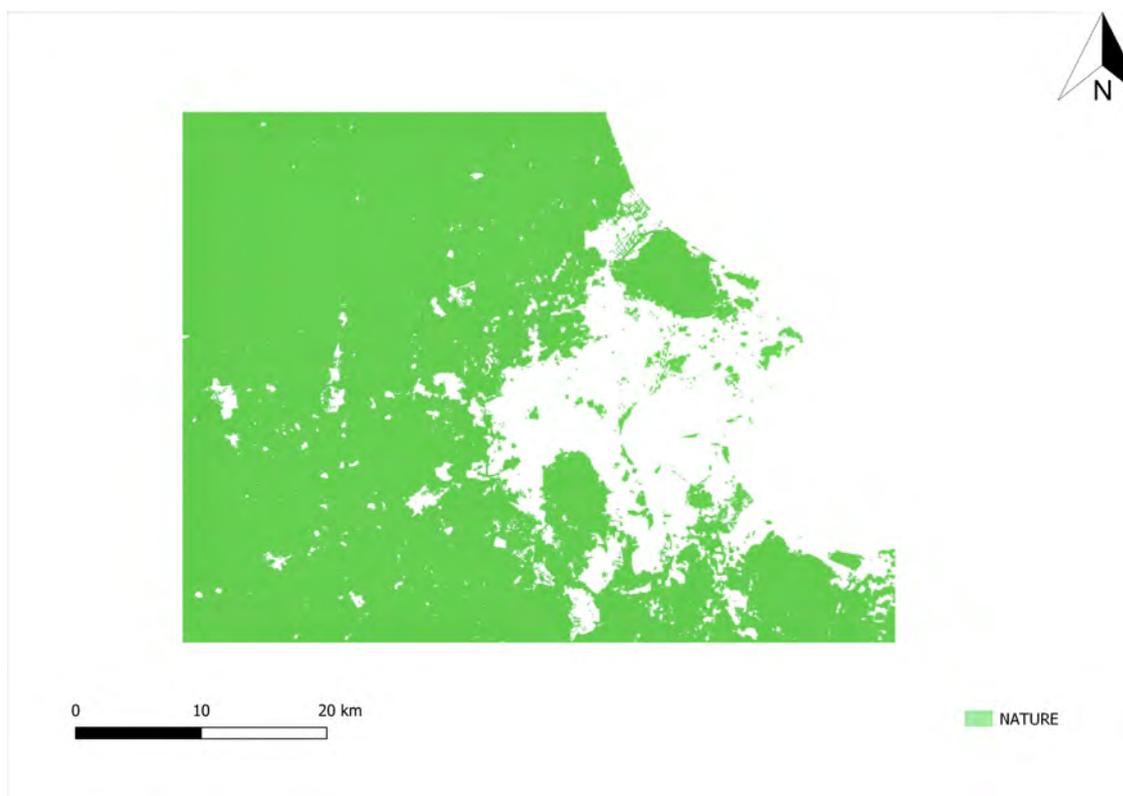


FIGURE 5.18 – Masque NATURE

Notre méthode a permis d'affiner les contours de la zone rurale autour de la ville, mais la description de la végétation dans cette zone rurale restera générique. Nous ne détaillerons pas les caractéristiques de cette végétation compte tenu qu'il suffit pour la modélisation atmosphérique du climat urbain d'avoir la délimitation de ces zones. Nous utiliserons pour déterminer les types (feuillus, cultures, etc.) et caractéristiques de la végétation (comme la quantité de feuilles par m^2) la base de données ECOCLIMAP¹¹, construite à partir de données de végétation issues des images satellite à 1km de résolution. Le contraste terre-mer en période de canicule gouvernera les cycles de brise de mer et de terre, sans qu'il soit nécessaire d'avoir une description à mieux que 1km pour la végétation rurale. La description fine de la ville réalisée plus haut permettra par contre de bien évaluer les impacts en climat urbain.

Les calculs des fractions des masques SEA, WATER, NATURE et TOWN sur une grille de modèle de 100 m de résolution ainsi que les calculs des paramètres urbains (bâti, routes et la végétation urbaine) sont présentés à l'Annexe (F).

11. <https://opensource.umr-cnrm.fr/projects/ecoclimap/wiki>

5.3 Conclusion

Ce chapitre visait à montrer les étapes de construction de la base de données d'occupation de sol du Grand Tunis et les différentes techniques que nous avons adoptées pour contourner les problèmes de manque de données. La construction de cette première base de données urbaine du Grand Tunis s'est fortement appuyée sur les typologies LCZ. Elles ont permis d'avoir une description normalisée de l'occupation du sol utile pour les modèles climatiques. L'utilisation combinée de la classification LCZ et d'autres données telles que les données open source d'Open Street Map (OSM), des données récupérées de l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis (AUGT) et des résultats de traitement par télédétection pour détecter notamment les différentes strates de végétation, nous ont permis de construire notre base de données d'occupation du sol.

Pour la construction de cette base de données nous avons mobilisé des outils libres et des images satellites gratuites. Cette volonté de recours aux solutions accessibles financièrement a l'avantage de rendre la méthode facilement reproductible pour d'autres territoires du Sud. Cependant, elle présente également des inconvénients dans la mesure où les résultats de classification par télédétection sont de qualité relative pour un temps de traitement long. Même si cette base de données peut être perfectionnée, elle constitue, toutefois, une première base de données urbaine qui apporte des informations importantes pour l'agglomération tunisoise.

En dépit des efforts fournis pour construire une BDU homogène, des informations architecturales et morphologiques pour les modélisations climatiques restaient manquante comme les hauteurs moyennes de bâtiments ou encore leurs types. Ces types de paramètres peuvent normalement être déduits à partir des LCZ. Cependant, nous avons proposé une approche novatrice à travers l'utilisation de « l'approche participative » que nous allons vous présenter dans le chapitre suivant.

Les caractéristiques architecturales et morphologiques du Grand Tunis

Nous avons présenté dans le chapitre précédent la méthode élaborée pour construire les données d'occupation de sol pour la modélisation climatique. Nous avons également mis l'accent sur les résultats qui en ont découlé. Cependant, pour la modélisation climatique, outre ces données d'occupation de sol, nous avons besoin des caractéristiques architecturales et morphologiques du territoire étudié. Dans le présent chapitre, nous cherchons à construire ces paramètres pour les utiliser par la suite comme paramètres d'entrée pour le modèle TEB¹.

Différentes méthodes sont utilisées pour collecter des informations architecturales à des fins de modélisation microclimatique. Ces méthodes sont généralement choisies en fonction de la disponibilité des données urbaines. Il y a par exemple l'expertise produite par des architectes comme celle développée par Nathalie Tornay et ses collègues pour les villes françaises (TORNAY et al., 2017). Ce type d'expertise n'est possible que lorsque les données requises sont disponibles. C'est le cas par exemple en France où l'Institut National de l'Information géographique et forestière (IGN) fournit un ensemble de données de cadastres numériques (l'IGN-BDTopo) présentant des informations sur l'empreinte du bâtiment, la hauteur, l'utilisation et la date de construction. L'approche participative peut être particulièrement pertinente pour les régions caractérisées par une pénurie de données urbaines. Dans le domaine particulier du climat urbain, des observations météorologiques produites par du *crowdsourcing* basé sur de petites stations météorologiques personnelles ont été explorées à Londres (CHAPMAN et al., 2017), à Amsterdam (de VOS et al., 2017), à Paris et Berlin (NAPOLY et al., 2018). Daniel Fenner et ses collègues ont étudié la variabilité de la température de l'air dans l'aire urbaine de Berlin à différentes échelles en utilisant des données météorologiques collectées par le biais d'une approche participative (FENNER et al., 2017). Cependant, les méthodes collaboratives sont encore rarement développées quand il s'agit de décrire la morphologie des villes en relation avec les enjeux climatiques urbains. Le peu d'initiatives entreprises dans ce domaine vise plutôt à recueillir des données collaboratives à d'autres fins. C'est le cas d'Open Street Map (OSM) qui rassemble des millions de contributeurs à travers le monde et fournit des

1. chapitre 4

cartes de routes et de bâtiments open source. Bien que ces données soient développées pour d'autres objectifs que l'étude du climat urbain, leur disponibilité offre de nombreuses opportunités pour les simulations climatiques.

Concernant les paramètres morphologiques, les chercheurs Bijecki et al ont développé une méthode statistique dans l'objectif d'estimer les hauteurs des bâtiments à partir d'OSM (BILJECKI et al., 2017). Il s'agit, en effet, d'une information cruciale pour l'étude du climat urbain ; cependant elle est souvent indisponible. Plusieurs méthodologies se développent également autour de l'analyse des images de Google Street View pour en tirer des informations sur la morphologie urbaine, et notamment sur le paramètre de facteur de vue de ciel² (LIANG et al., 2017 ; MIDDEL et al., 2018). Grâce aux balises disponibles dans OSM visant à décrire les fonctions des bâtiments, des méthodologies ont été développées pour estimer les usages des bâtiments (FONTE et al., 2018 ; KUNZE & HECHT, 2015). À propos des matériaux de construction, Han et Golparvar-Fard proposent un outil pour annoter les images de bâtiments, utilisées dans la Modélisation des Informations du Bâtiment (Building Information Modeling, BIM), pour décrire les types de matériaux utilisés (HAN & GOLPARVAR-FARD, 2017). Ils défendent l'idée selon laquelle, l'utilisation de l'outil qu'ils ont développé pourrait aider à enrichir les bases de données urbaines par des informations sur les matériaux de construction. Cependant, seuls 3 projets de construction ont été explorés pour valider la méthode et aucun cas pratique de collecte d'informations à l'échelle de la ville n'a été réalisé. De plus, cela nécessite d'avoir accès aux BIM³.

Ainsi, très peu de méthodologies existent pour collecter des informations architecturales et matérielles par des approches participatives.

Nous avons utilisé une approche collaborative afin de collecter des paramètres architecturaux pour le territoire du Grand Tunis telles que la hauteur du bâtiment, la description des fenêtres, la couleur du bâtiment, etc., typiques des quartiers de l'agglomération du Grand Tunis (selon la terminologie WUDAPT-L1)⁴. Pour cela, nous avons recouru à une nouvelle méthode de collecte de données basée sur un questionnaire diffusé via les réseaux sociaux. Nous avons ensuite combiné les résultats de l'analyse des questionnaires avec des données récupérées auprès des acteurs locaux et des éléments issus de la littérature afin de déterminer les caractéristiques architecturales et morphologiques caractérisant le territoire tunisois, caractéristiques qui seront utiles pour les modélisations climatiques.

2. Le facteur de vue du ciel correspond à la portion de ciel observable à partir de la surface considérée. Ce facteur est égal à 1 dans le cas d'une surface plane sans obstacle et varie entre 0 et 1.

3. Building Information Modeling qui se traduit par Modélisation des Informations (ou données) du Bâtiment

4. Cf chapitre 4

6.1 Construire une typologie architecturale du Grand Tunis grâce à une approche participative via Facebook

6.1.1 Un questionnaire sur les réseaux sociaux pour collecter les données architecturales

La stratégie choisie afin de produire des données morphologiques urbaines pour le Grand Tunis a consisté en une cartographie volontaire basée sur une approche participative. L'objectif était de collecter, à travers un questionnaire diffusé sur les réseaux sociaux, les données architecturales WUDAPT-L1. En effet, le fait que Tunis dispose depuis peu de l'outil Google Street View (mars 2017) nous a permis de tester le questionnaire et ensuite d'évaluer la pertinence et l'efficacité de la démarche en comparant les résultats obtenus grâce à l'enquête avec ceux issus de l'utilisation de Google Street View. Dans le cadre du projet WUDAPT, un autre outil a été développé dans Geopedia (SEE et al., 2015) pour la collecte de données de niveau 1. Ce niveau nécessite un échantillonnage des LCZ pour affiner les plages de paramètres qui les caractérisent. Cela est possible à travers la collecte de photos géo-référencées. L'outil en question a pris la forme d'une application qui comprenait : la localisation, l'usage du bâtiment, l'âge du bâtiment, l'existence d'un système de climatisation, la nature des matériaux de construction, les fenêtres, la peinture des murs, la toiture, le nombre d'étages et une photo du bâtiment. Pour construire notre questionnaire (fig. 6.1), nous nous sommes inspirés de cette application afin d'articuler notre travail à la dynamique du projet WUDAPT.

Participez à la description de votre ville pour le climat

« Vous habitez le Grand Tunis et vous n'en pouvez plus des périodes caniculaires pendant lesquelles il fait chaud même la nuit? Sachez que par la forme de ses bâtiments et par la nature de ses matériaux, la ville stocke et piège la chaleur issue du rayonnement solaire pendant la journée pour ensuite la libérer durant la nuit. C'est pour cela que vous êtes exposés à la chaleur jour et nuit.
En répondant à ce questionnaire, aidez nous à étudier l'environnement urbain du Grand Tunis et participez ainsi à la conception de stratégies d'adaptation de votre ville au risque de vagues de chaleur. Nous proposons ce questionnaire dans le cadre d'un travail de recherche que nous menons au LISST (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires) et au CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques) pour étudier les modalités d'adaptation du Grand Tunis aux vagues de chaleur. »



Pour nous aider à proposer aux acteurs locaux de votre ville des pistes d'amélioration de votre confort thermique estival, veuillez répondre à ce questionnaire.

Adresse du bâtiment que vous voulez décrire *
Numéro de bâtiment, Rue, Ville

Indiquez le nombre d'étages du bâtiment *

Quel est l'usage du bâtiment?

Existe-il un système de climatisation?

Quels sont les matériaux de construction?

Description des fenêtres

Les murs sont ils de couleur claire ou foncée?

Pourriez vous ajouter une photo du bâtiment?

SUIVANT
Page 1 sur 2

RETOUR
ENVOYER
Page 2 sur 2

FIGURE 6.1 – Un aperçu du questionnaire diffusé sur Facebook

Cependant, nous nous sommes efforcés d'adapter le contenu du questionnaire à l'objectif de notre étude et à notre population cible. En effet, l'application WUDAPT est à destination d'experts (communautés d'architectes, étudiants en urbanisme ou en architecture, etc.), alors que notre questionnaire vise un public plus large. Pour cela, nous avons modifié l'ordre des questions : la localisation en premier, suivie de la question concernant le nombre d'étages. Nous avons supprimé la question relative à la toiture étant donné qu'à Tunis, la majorité des toitures (fig. 6.2) sont des toitures terrasses.

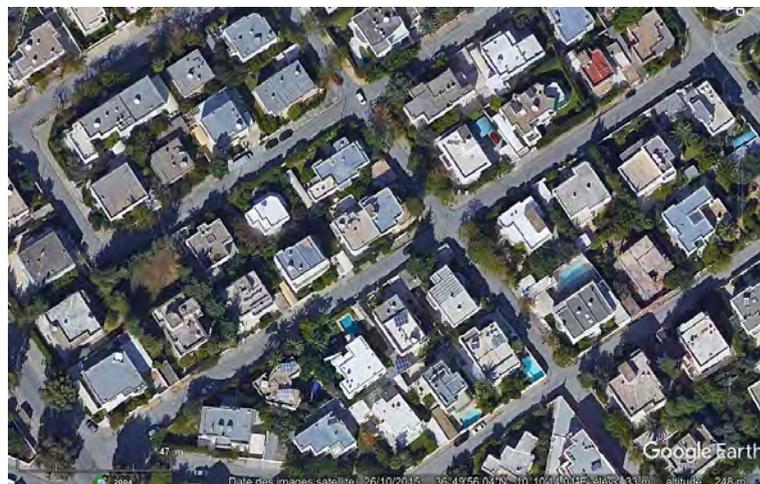


FIGURE 6.2 – Exemples de toiture terrasse au quartier Mutuelleville à Tunis (Google Earth Image, 2015)

Nous avons également supprimé la question relative à l'âge du bâtiment car elle nous a semblé compliquée à renseigner par des contributeurs non spécialistes. À propos de la couleur des murs, il nous a semblé plus pertinent de demander aux contributeurs si les murs étaient clairs ou foncés, plutôt que peints ou non peints. Enfin nous avons rajouté au début du questionnaire un court paragraphe explicitant l'objectif de celui-ci et le contexte de l'étude, l'idée étant de susciter l'intérêt des contributeurs et de les sensibiliser aux enjeux climatiques. Pour ce questionnaire, nous n'avons pas établi de stratégie d'échantillonnage, contrairement à ce qui est fait dans la méthode proposée dans WUDAPT destinée à un public expert (SEE et al., 2015). Pour notre méthodologie, nous avons laissé le libre choix au contributeur de choisir le bâtiment à renseigner. Ces ajustements permettaient de ne pas décourager les potentiels participants et de récolter un maximum de réponses.

L'originalité de notre approche réside dans le fait que nous avons créé ce questionnaire sur Google Form⁵, de manière à ce qu'il soit facilement accessible sur tous les appareils sans installation préalable et l'avons partagé via des groupes Facebook dans des groupes avec des participants potentiellement motivés comme ceux d'associations travaillant sur les questions environnementales. Notre choix de diffuser le questionnaire via Facebook se base sur le fait que les réseaux sociaux sont des médias très répandus en Tunisie. Depuis 2008, l'usage de Facebook s'est fortement développé dans la société tunisienne, notamment pour contourner la censure qui dominait les médias traditionnels avant la révolution tunisienne de 2011 (LECOMTE, 2011). Selon le rapport de Medianet labs⁶, Facebook reste le média socio-numérique le plus utilisé en Tunisie avec 6 100 000 utilisateurs en 2016, soit 55 % de la population. Nous sommes donc partis de l'hypothèse selon laquelle l'intérêt manifesté pour la vie politique à travers les réseaux sociaux et notamment Facebook pourrait s'étendre aux questions environnementales.

Nous avons lancé le questionnaire en janvier 2018 pour une durée de 5 mois. Nous avons recueilli 110 réponses concentrées principalement sur la ville de Tunis et ses quartiers Nord-Ouest (fig. 6.3).

5. Notons que nous sommes conscients, du fait de leurs politiques de gestion de données, Google Form et Facebook conservent les données. Nous avons donc veillé à ce que le questionnaire soit anonyme.

6. <https://blog.medianet.tn/blog/chiffres-cles-sur-les-reseaux-sociaux-en-afrique-facebook-linkedin-instagram-pres>

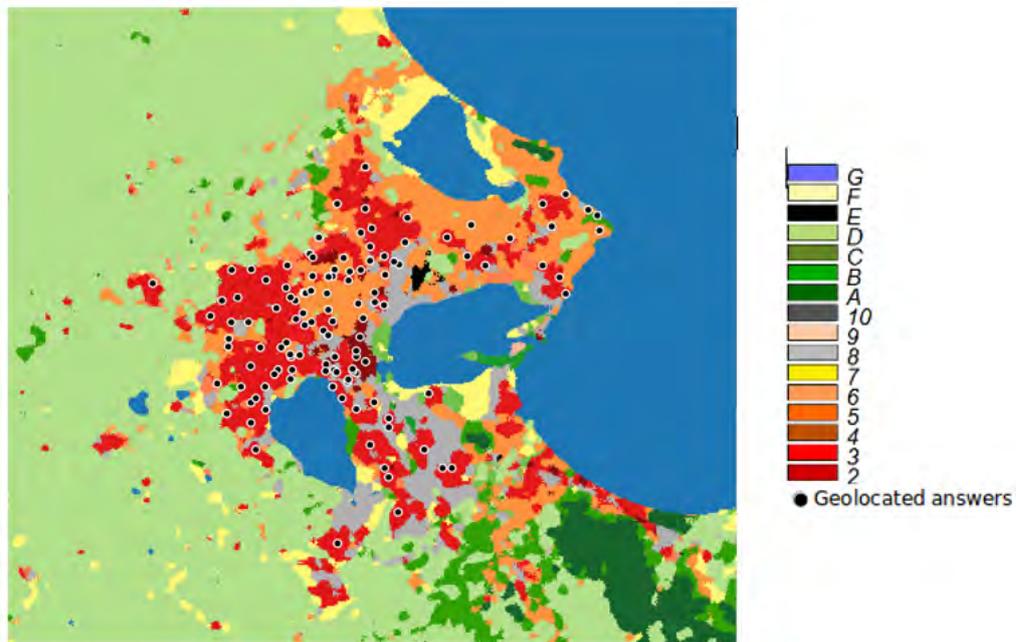


FIGURE 6.3 – Les réponses du questionnaire géolocalisées sur la carte en Zones Climatiques Locales du Grand Tunis

6.1.2 La validation des résultats du questionnaire via Google Street View

Pour valider les réponses au questionnaire, nous avons comparé les résultats obtenus par l'enquête avec ceux que nous avons recueillis par l'utilisation de Google Street View. Cependant Google Street View ne couvrant pas l'ensemble du territoire du Grand Tunis. Nous avons 24 bâtiments situés dans ces zones non couvertes que nous n'avons pas pu utiliser dans la méthode de validation. De ce fait, 86 bâtiments étaient disponibles pour une vérification croisée entre les réponses au questionnaire provenant de l'approche participative et celles que nous avons repérées sur Google Street View (table 6.1). Les réponses de type « je ne sais pas » ont été exclues de cette comparaison.

En faisant la comparaison, le nombre d'étages est identique pour 72 bâtiments (85 %). Une erreur d'un seul étage est rencontrée pour 10 bâtiments (12 %). Nous avons estimé que 7 parmi ces 10 bâtiments disposent d'un étage de plus que ce qui était renseigné par les contributeurs. Nous expliquons ce décalage par le fait que la question pouvait paraître ambiguë pour les contributeurs, qui n'auraient compté que les étages supérieurs sans inclure le rez-de-chaussée. La forme complexe des bâtiments pouvait également conduire à des estimations différentes du nombre d'étages.

L'usage du bâtiment est a priori plus difficile à renseigner, bien que, pour notre enquête, la correspondance entre les réponses soit forte (81 %). Pour les 86 bâtiments comparés, nous avons compté des réponses identiques pour 51 bâtiments résidentiels, 5 bâtiments de bureaux, 11 bâtiments mixtes, 1 industriel et 3 « autres ». Cependant nous considérons

15 réponses comme non identiques mais similaires dans la mesure où 10 réponses ont oscillé entre « mixte/résidentiel », 2 autres entre « mixte/bureau » et 3 dernières entre « autre/bureau ». Cette ambiguïté entre usage de « bureau » ou « autre » sont souvent produites pour des bâtiments administratifs ou scolaires qui, selon nous, peuvent effectivement se comporter comme des bureaux du point de vue du microclimat. La distinction entre une utilisation « mixte » du bâtiment et une utilisation unique est également très sujette à interprétation. Un bâtiment mixte a aussi été classé comme « autre » par un contributeur.

La couleur des murs fut simple à identifier (96 % de précision), mais cela est lié à un fort biais à Tunis, où la grande majorité des bâtiments sont peints en blanc. Sur les 79 bâtiments pour lesquels les réponses étaient identiques, seuls 4 étaient foncés et 75 étant identifiés de couleur claire.

Le pourcentage d'ouverture sur les façades des bâtiments est en général difficile à évaluer ; c'est pourquoi il a été décidé au sein de WUDAPT de demander une description générale des fenêtres (pas de fenêtre, quelques-unes, beaucoup, des baies vitrés, bâtiment en verre). L'utilisation d'une telle description nécessitera une estimation de la fraction d'ouverture à partir de l'expertise architecturale. Les réponses aux questionnaires ont montré que cette approche était efficace dans la mesure où elle a conduit à une précision élevée de 86 %. Les 10 réponses similaires se situent toutes entre « quelques fenêtres / beaucoup de fenêtres ». Cela peut être dû à une interprétation différente des choix proposés.

La précision concernant le système de climatisation est de 81 % (47 bâtiments avec climatisation, 22 sans, sur cet échantillon). Ce taux est légèrement inférieur à celui de la plupart des autres paramètres. Cela peut s'expliquer par le fait que les systèmes de climatisation ne sont pas toujours visibles sur les images de Google Street View. Sur les 16 réponses différentes, les contributeurs (qui peuvent connaître ou même habiter le bâtiment) ont estimé que 12 bâtiments disposaient d'un système de climatisation alors que nous n'étions pas dans la mesure de les repérer sur Google Street View.

Les résultats de la validation (table 6.1) montrent la pertinence de cette méthode de collecte de données et mettent en valeur l'apport d'une production participative. La précision des réponses que nous avons qualifiées d'identiques varie entre 81 % et 86 % pour la plupart des paramètres (elle est de 96 % pour la couleur des murs). En comptant les valeurs identiques et similaires, la précision va jusqu'à 96 % et 99 % pour le nombre d'étages, la couverture des fenêtres et l'utilisation du bâtiment. Pour la climatisation, le crowdsourcing est probablement beaucoup plus précis que l'estimation à distance que nous avons effectuée par Google Street View. De cette évaluation globale des réponses au questionnaire, nous considérons que la méthode, que nous avons mise en place en diffusant le questionnaire de WUDAPT adapté sur Facebook est pertinente pour la collecte d'informations architecturales pour les études de climat urbain.

	Identiques	similaires	différents
Nombre d'étage	72	10	3
Usage du bâtiment	70	15	1
Climatisation	69		16
Couleur du bâtiment	79		3
Fenêtres	72	10	1

TABLE 6.1 – Validation des réponses au questionnaire : nombre de réponses au questionnaire identiques, similaires ou différentes entre les réponses participatives et l'expertise de l'auteur

6.1.3 L'analyse de la structure urbaine à partir des résultats obtenus par l'approche participative

En examinant les résultats du questionnaire diffusé sur les sociaux, nous avons remarqué l'existence de paramètres homogènes tels que les couleurs des bâtiments. En effet, la grande majorité des bâtiments sont de couleurs claires, principalement blanche, seules 6 réponses indiquaient l'existence de bâtiments de couleurs foncées. Tous les contributeurs ont également indiqué que les maisons et les immeubles étaient construits avec du béton, de la brique et du ciment. En ce qui concerne le système de climatisation, en référence au questionnaire, 71 % des réponses indiquent que les bâtiments sont climatisés, même pour certains bâtiments situés dans les quartiers pauvres de Tunis comme Ettadhamen.

En ce qui concerne la hauteur des bâtiments, nous constatons que pour les LCZ de faible hauteur (LCZ 3 et LCZ 6), les bâtiments à deux étages sont prépondérants. Pour ces LCZ 90 % des réponses ont indiqué que les bâtiments présents ne dépassent pas 3 étages (donc environ 10 m de hauteur). En ce qui concerne les LCZ 2 et 5, il s'agit plutôt de bâtiments de 4 ou 6 étages (fig. 6.4). Pour ces LCZ les bâtiments ayant 4 étages ou plus dépassent les 85 %. Ces résultats indiquent que la classification des LCZ est pertinente pour le Grand Tunis dans la mesure où il y a peu de bâtiments mal classés par rapport aux hauteurs caractéristiques de chaque LCZ.

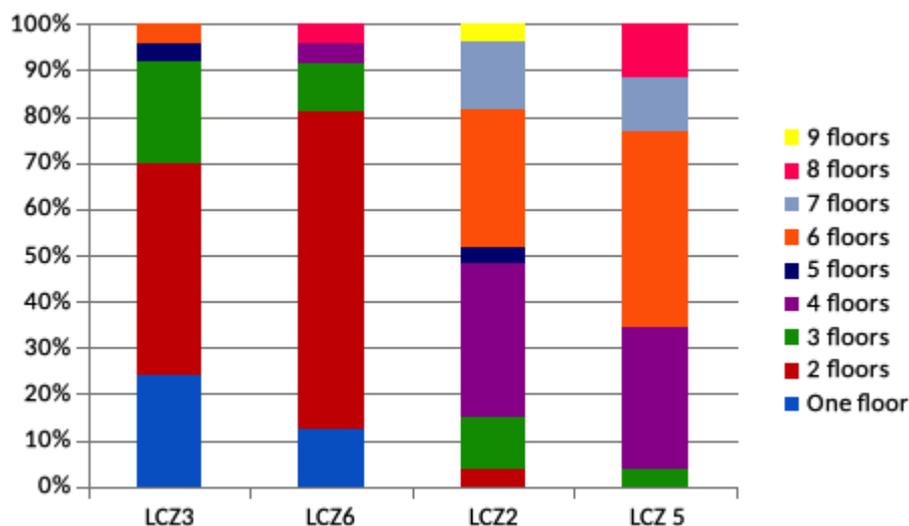


FIGURE 6.4 – Analyse du nombre d'étages des bâtiments échantillonnés en fonction des LCZ

Pour les fractions d'ouverture sur les façades, nous notons que les immeubles de hauteur moyenne, situés dans des quartiers peu denses, sont généralement construits suivant les modes de construction occidentales marqués par l'existence de nombreuses fenêtres (fig. 6.5). En ce qui concerne les maisons et les bâtiments bas, on peut considérer qu'environ la moitié de ces bâtiments ont peu de fenêtres et l'autre moitié à beaucoup de fenêtres régulières. D'après (fig. 6.5), « des fenêtres peu nombreuses » correspondent à peu près à une fraction d'ouverture de 0,1, et « des fenêtres nombreuses » couvre généralement une fraction de 0,25 (un quart) de chaque mur. Le questionnaire a permis de recenser 65 maisons résidentielles (bâtiments de 3 étages ou moins). On peut supposer que les maisons avec « des fenêtres peu nombreuses » correspondent à des maisons traditionnelles, et celles avec beaucoup de fenêtres régulières sont plus récentes. Les réponses couvrent presque uniformément les maisons traditionnelles (30) et les plus récentes (35).

Fenêtres peu nombreuses	Fenêtres peu nombreuses
	
Fenêtres nombreuses	Fenêtres nombreuses
	
Des bâtiments en verre	Des bâtiments en verre
	

FIGURE 6.5 – Description des fenêtres

Plusieurs raisons peuvent expliquer que les maisons traditionnelles ont peu, voire pas de fenêtre donnant sur l'extérieur. Ce type de maisons est principalement situé dans les quartiers populaires de Tunis. Par exemple, les quartiers populaires de Saïda Manoubia et Mellasine (fig. 6.6) ont été construits progressivement sur les rives de la lagune Sijoumi au cours des années 1940 de manière informelle.

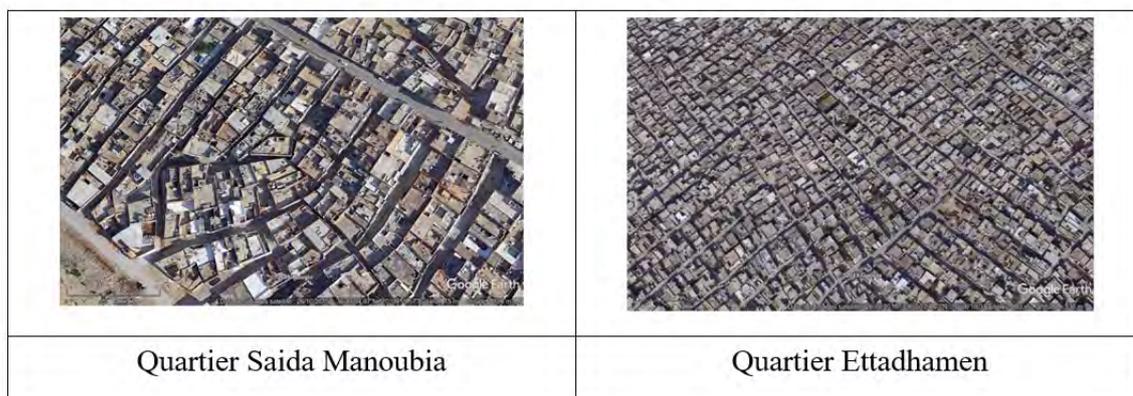


FIGURE 6.6 – Exemple de quartiers denses de Tunis (Google Earth)

Leurs habitants, issus de l’immigration intérieure dans les années 40 et 50, sont d’origine rurale, ils ont donc reproduit les maisons rurales typiques avec une cour au centre (fig. 6.7) qui distribue toutes les pièces. Ainsi, toutes les fenêtres s’ouvrent sur la cour et aucune ou peu de fenêtres sont présentes sur les murs extérieurs (SANTELLI & TOURNET, 1987). Pour ces maisons anciennes, les fenêtres extérieures, si elles existent, peuvent être petites afin de se protéger de la vue extérieure. Elles peuvent également être liées à l’architecture vernaculaire, ce qui permet de garder la chaleur à l’extérieur des maisons (EL-SHORBAGY, 2010). Enfin, il convient de noter que beaucoup de ces maisons sont construites sans avoir à faire appel à un architecte.



FIGURE 6.7 – Cours dans les quartiers de Mellasine (source Google Earth)

Cependant, si on se base uniquement sur les résultats du questionnaire et notamment sur les adresses des bâtiments renseignées par les contributeurs pour ce genre de maison, nous ne pouvons pas discriminer l'appartenance de ce type de construction à des quartiers particuliers. En effet, seules 19 de ces maisons se trouvent dans des quartiers populaires, tandis que les autres sont situées dans d'autres quartiers de la région capitale. Ainsi, les résultats du questionnaire ne nous permettent pas d'attribuer les bâtiments traditionnels à une LCZ donnée (par exemple, LCZ 3, immeuble bas dense, correspondant aux quartiers plus populaires, (fig. 6.7)) et les plus récents avec un grand nombre de fenêtres à une autre LCZ (par exemple, LCZ 6, immeuble bas dans des zones peu denses). Les deux types de bâtiments sont imbriqués dans les différents quartiers de la ville. Cependant, nous avons pu retenir que pour les LCZ de faible hauteur (LCZ 3 et LCZ 6), l'usage des bâtiments est généralement résidentiel et ces bâtiments ont souvent peu de fenêtres (table 6.2).

Pour les bâtiments de la LCZ 2, ils sont caractérisés par des fenêtres nombreuses, on trouve ce type de bâtiments dans les centres-villes et les quartiers construits dans les années 90. En ce qui concerne les LCZ 5, outre les fenêtres nombreuses, ils se caractérisent également par des bâtiments avec des fenêtres avec de grandes baies vitrées que l'on trouve généralement dans les quartiers riches construits récemment et qui comprennent des bureaux, des logements et des bâtiments à usage mixte.

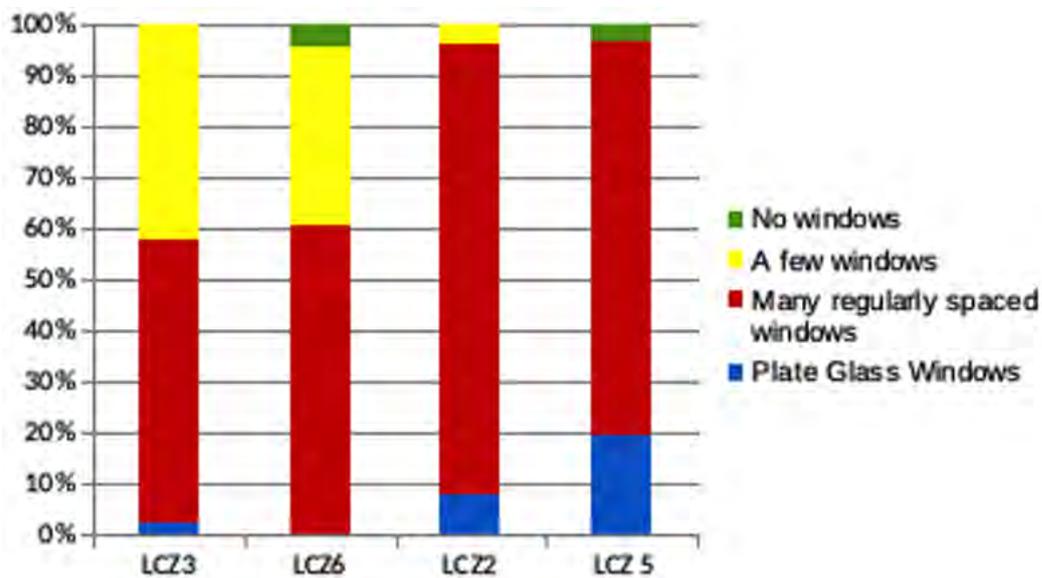


FIGURE 6.8 – Analyse de types de fenêtres par LCZ

Classification du modèle	Légende agrégée l'AUGT	Justification
Résidentiel	Zone d'habitats	Ce sont des zones où domine l'habitat collectif, semi-collectif et individuel
	Espaces verts	Ce sont des zones qui devraient être des zones non bâties mais elles sont occupées par l'urbanisation informelle. Nous l'avons vérifié par photo interprétation
	Zones inondables	
	Servitude et zones non aëdicandi	
Bureau	Zone d'équipements	Zones dédiées aux équipements socio-collectif, sanitaire, éducatif, administratif, de culte et publics
	Zones civiques	Emplacements réservés aux équipements publics existants ou projetés à caractère administratif, culturel, éducatif, sanitaire, etc
Commerce	Zones d'activités	Des zones artisanales et de petites métiers, zones de services
	PAD PIF	Plan d'aménagement de détails périmètre d'intervention foncière destinés à accueillir des zones de différentes catégories
Mixte	Zones touristiques	Zone touristiques urbaines entourées d'équipements
	Zones polyfonctionnelles	Ce sont des zones qui peuvent comprendre l'habitat, les services, les bureaux, le commerce, les restaurants, les hôtels et les activités récréatives
Industriel	Zones industrielles	Comprend les zones d'industries manufacturières, les zones d'industrie lourdes, de gisement et d'énergie, les zones de dépôt et de stockage
Agricole	Zones agricoles	

TABLE 6.2 – Correspondance entre les catégories du modèle et la légende agrégée de AUGT à intégrer

Sur les 65 maisons résidentielles échantillonnées dans le questionnaire, 37 sont climatisées (57 %), tandis que 28 ne le sont pas. Si l'on croise l'existence de système de climatisation avec la couverture en fenêtres, on peut constater une tendance pour les 30 maisons avec peu de fenêtres, à avoir un peu moins de climatisation (40 %), que pour les 35 maisons avec beaucoup de fenêtres régulières (74 % ayant la climatisation). Le nombre de réponses reste faible d'un point de vue statistique et ne permet pas de monter en généralité.

Néanmoins, ces résultats, nous permettent de proposer une première estimation de la proportion de maisons climatisées dans le Grand Tunis. Autres que les maisons de basse hauteur et d'usage résidentiel, tous les autres bâtiments sont climatisés (40 sur 45). Nous supposons ainsi qu'ils sont systématiquement équipés de systèmes de climatisation⁷.

Les informations sur les matériaux de construction n'étaient pas assez discriminantes dans les réponses des contributeurs au questionnaire, presque toutes les réponses étant « béton/ciment » et « brique ». Cela peut s'expliquer par le fait que la pratique de la construction actuelle en Tunisie est basée sur la construction de murs en brique, de revêtements en ciment et des toits en dalle pleine (béton armé) ou en dalle creuse (structure de sous-plancher et béton armé)⁸. Nous supposons donc, que tous les bâtiments de faible hauteur sont construits principalement en brique. À partir des résultats du questionnaire, nous sommes maintenant en mesure de proposer quelques valeurs pour caractériser les archétypes de bâtiments de l'agglomération tunisoise (table 6.3). Ces paramètres peuvent ensuite être utilisés pour initialiser les modèles de climat urbain pour le Grand Tunis. L'ensemble de ces résultats a été publié dans un journal scientifique à comité de lecture (MHEDHBI et al., 2019)⁹.

Type	Usage du bâtiment	Période de construction	Couleur	% de fenêtres	Proportion de climatisation	Matériaux de construction	Présent dans
Maison	Résidentiel	traditionnel	Blanc	0,1	0,4	Brique	LCZ 3, 6
Maison	Résidentiel	Moderne	Blanc	0,25	0,7	Brique	LCZ 3, 6
Maison	Bureaux	Toutes	Blanc	0,15	1	Brique	LCZ 3, 6
Maison	Mixte/autres	Toutes	Blanc	0,15	1	Brique	LCZ 3, 6
IMH	Résidentiel	Toutes	Blanc	0,25	1	Brique	LCZ 2,5
IMH	Bureau	Toutes	Blanc	0,25	1	Brique	LCZ 2,5
IMH	Bureau	Toutes	Blanc	0,5	1	Brique	LCZ 5

7. Chapitre 3

8. Comete engineering : Étude – Diagnostic pour la mise en place du processus bâtiment et constructions durables Phase I, 2011(http://www.comete-group.com/Fr/accueil_58_25)

9. Notre article est présenté à l'Annexe G

TABLE 6.3 – Proposition d'une typologie architecturale des bâtiments du Grand Tunis

En la combinant avec d'autres données, cette typologie architecturale des bâtiments du Grand Tunis nous a permis de construire les cartes des caractéristiques architecturales et morphologiques nécessaire pour la modélisation climatique de ce territoire.

6.2 L'analyse des caractéristiques architecturales

6.2.1 Les types de bâtiments

Compte tenu qu'il n'est pas possible de définir des caractéristiques architecturales uniques pour chaque bâtiment dans une grille modèle, le type de bâtiment peut être défini en fonction des bâtiments représentatifs d'une région d'étude¹⁰. Pour déterminer les types des bâtiments pour le territoire du Grand Tunis (immeuble bas, maison, immeuble de moyenne hauteur, immeuble de grande hauteur ou hangar), nous nous sommes référés à la carte LCZ que nous avons produite pour l'agglomération tunisoise. En effet, pour les LCZ caractérisées par des hauteurs basses de bâtiments (LCZ 3, LCZ6, LCZ9) correspondent des bâtiments de types immeubles bas ou maisons. Pour les LCZ où les bâtiments sont de hauteurs moyennes (midrise), nous avons affecté le type immeuble de moyenne hauteur. Nous avons estimé aussi que pour les LCZ de type industriel (LCZ8 et LCZ10), les bâtiments sont majoritairement des hangars (table 6.4).

LCZ	Types
LCZ 3 et LCZ 6 et LCZ 9	Immeuble bas et maison
LCZ 2 et LCZ 5	Immeuble de moyenne hauteur
LCZ 8 et LCZ 10	Hangar

TABLE 6.4 – Types de bâtiments à partir des LCZ

Pour le type « immeubles de grandes hauteurs », il est difficile de le repérer à partir de la carte LCZ étant donné que ce sont des bâtiments peu nombreux localisés essentiellement au niveau d'une même avenue. Ces immeubles font partie d'une LCZ 2, où les bâtiments prépondérants sont de hauteur moyenne. En effet, la majorité des immeubles de grandes hauteurs sont localisés au niveau de l'avenue Mohamed V qui rassemble les sièges de plusieurs grandes banques et entreprises. Nous avons donc repéré cette zone d'immeubles de grandes hauteurs à main levée. Les résultats de cette classification par type de bâtiments sont présentés dans la carte (fig. 6.9).

10. Cf tableau typologie (table 6.3)

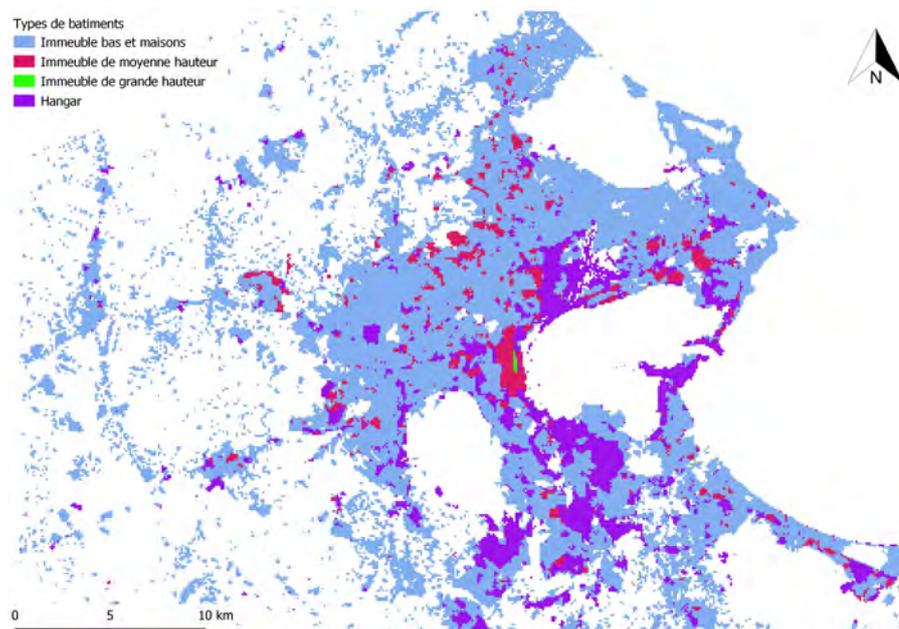


FIGURE 6.9 – Carte de types de bâtiments

6.2.2 Les usages des bâtiments

L'usage des bâtiments est nécessaire comme entrée du modèle TEB pour une meilleure estimation des consommations d'énergie. En effet, les usages peuvent être un levier pour diagnostiquer la consommation d'énergie des bâtiments induite par l'utilisation de la climatisation et du chauffage ce qui permettra également d'évaluer l'impact des rejets de chaleur et d'humidité sur l'air extérieur. Pour le modèle TEB 13 usages sont distingués, cela comme l'indique (table 6.5).

Usage des bâtiments	Description
Agriculture	BATIMENT AGRICOLE
Castle	CHATEAU
Commerce	COMMERCE
Collective housing	HABITAT COLLECTIF
Individual	housing HABITAT INDIVIDUEL
Industrial	BATIMENT INDUSTRIEL
Non heated	LOCAL NON CHAUFFE
Religious	BATIMENT RELIGIEUX
Public health	BATIMENT DE SANTE
Educational	BATIMENT D ENSEIGNEMENT
Greenhouse	SERRE AGRICOLE
Sports facility	BATIMENT SPORTIF
Office	TERTIAIRE

TABLE 6.5 – Usage des bâtiments dans TEB

Cependant faute de données, nous n'avons pas eu les moyens de classer les bâtiments du Grand Tunis selon ces 13 catégories. Nous avons donc choisi de simplifier cette classification afin de réduire le nombre de catégorie en 6 soit résidentiel, bureaux, commerces, mixte, industriel et agricole.

Pour déterminer les catégories d'usage des bâtiments nous sommes partis dans un premier temps des fonctions attribuées à chaque type de LCZ (résidentiel, industriel, bureaux, etc.). Par la suite nous avons affiné avec les données que nous avons pu récupérer auprès de l'AUGT en nous basant sur le zonage urbanistique utilisé dans les Plans d'Aménagement Urbain (PAU) (table 6.6).

Désignation
Zones d'Habitat
Sites archéologiques
Zones d'équipements
Zones industrielles
Zones touristiques
Espaces verts
Cimetières
Zones polyfonctionnelles
Zones civiques
Plan d'Aménagement de détails (PAD)- Plan d'Intervention Foncière (PIF)
Servitude et zones non ædificandi
Voirie
Zones agricoles
Zones d'activités
Zones inondables

TABLE 6.6 – Zonage utilisé par l'AUGT (source : AUGT)

Dans cette perspective, nous avons construit un tableau de correspondance entre la typologie des usages que le modèle TEB nécessite et le zonage urbanistique (table 6.6).

À cet égard, nous n'avons pas utilisé la catégorie « sites archéologiques », « Cimetières » et celle de « voirie » étant donné qu'elles ne correspondaient pas à des zonages contenant des bâtiments.

Au niveau des zones inondables, des espaces verts, des servitudes et des zones non ædificandi¹¹, nous avons pu repérer, à partir de la carte LCZ et de la photo-interprétation, des surfaces bâties. Elles sont, en effet, occupées par de l'urbanisation informelle destinée essentiellement à l'habitat. En effet comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 3 de la thèse, le territoire tunisois est marqué par une forte urbanisation informelle. À cet égard,

11. Une zone qui n'est pas constructible

quelques zones indiquées comme non urbanisées par les PAU, sont en réalité occupées par des constructions informelles. En effet, « La mise en œuvre des PAU ne dépasse guère 60 % sur la dernière décennie : ce qui est prévu n'est pas réalisé, ce qui est fait n'est pas prévu. Le respect des préconisations du PAU est évalué à 50 % sur l'urbanisation, à 30 % sur les voiries et à 15 % sur les équipements et espaces publics »¹².

Ainsi en combinant les informations issues des LCZ, celles de la base de données de l'AUGT et la photo-interprétation nous avons pu classier le territoire du Grand Tunis selon l'usage des bâtiments (fig. 6.10).

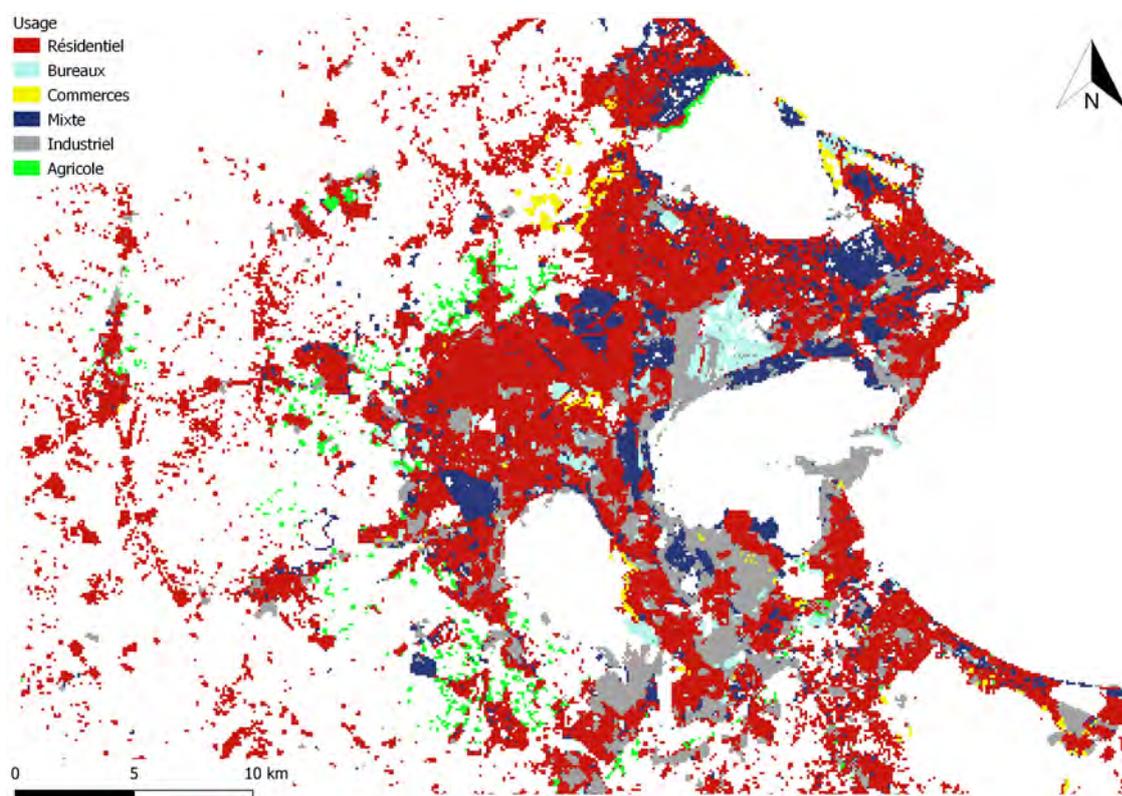


FIGURE 6.10 – Carte d'usages de bâtiments

6.2.3 La période de construction

L'âge du bâtiment est important comme paramètre d'entrée de modèle. Ce paramètre peut nous renseigner sur les caractéristiques thermiques des murs en fonction de l'âge du bâtiment mais aussi sur la pénétration du rayonnement dans le bâtiment à travers les vitrages. En effet, selon la typologie que nous avons élaborée pour le Grand Tunis, ce sont plutôt les bâtiments modernes qui disposent d'un grand nombre de fenêtres et de grandes baies vitrées.

Il est possible de distinguer 4 phases temporelles de construction pour l'agglomération tunisoise. Nous distinguons d'abord la ville arabo-musulmane appelée la Médina de Tunis qui

12. Évaluation de la politique d'aménagement du territoire en Tunisie de 1995 à 2010, 2016, AFD.

fait partie des premières villes arabo-musulmanes du Maghreb. Elle était construite en 698 après J.-C. Ensuite, les bâtiments datant de la période coloniale qui sont construits entre la fin du XIXe siècle et les années cinquante. Le processus de densification des quartiers centraux s'est accéléré à Tunis notamment pendant l'entre-deux-guerres, un phénomène assez caractéristique de la logique d'expansion de la ville européenne avec la construction des villas d'habitation, qui étaient rapidement surélevées avec un étage ou deux en plus (GIUDICE, 2006). Entre les années cinquante et la fin des années soixante-dix, Tunis a connu une expansion urbaine due à un grand flux de migration arrivant des régions intérieures. Nous qualifions toutes les constructions de cette période de traditionnelles. Les bâtiments construits à partir des années 80 sont des bâtiments très inspirés par l'architecture occidentale.

Cette simplification paraît indispensable compte tenu du peu de données dont on dispose. Cependant, nous gardons à l'esprit que les temporalités évoquées restent approximatives.

Pour déterminer la période de construction des bâtiments, nous sommes partis de la carte LCZ (table 6.7). Nous avons ainsi classé en traditionnel tous les quartiers compacts ayant des bâtiments de petites hauteurs, ces quartiers denses comme El Malssaine construit à partir des années 40 sur le rivage oriental de la sebkha Séjoumi par les premiers migrants ruraux de la capitale ou encore Ettadhamon qui s'est formé dans le sillage des vagues de migration intérieure vers la région capitale dans les années 1950. Les constructions sont généralement mitoyennes avec des fenêtres peu nombreuses et des rues assez étroites. Nous avons également classé les bâtiments dispersés dans les terres agricoles, autres que les hangars, en traditionnel, étant donné qu'ils sont généralement construits de manière traditionnelle.

Nous avons classé les quartiers pavillonnaires en bâtiments modernes comme les quartiers de Menzeh, situés au nord du centre-ville de Tunis, destinés aux classes moyennes et supérieures, il s'agit de lotissements de résidences avec une prédominance d'habitat en pavillonnaire. Nous avons aussi classé les quartiers ayant des voies larges et des villas ou des immeubles de moyennes hauteurs en moderne comme les quartiers aux nord du lac de Tunis que Pierre-Arnaud Barthel décrit comme des quartiers ou « Les résidences, gardées, aux entrées triomphales, les villas de vastes dimensions, les boutiques qui arborent pour la plupart de grandes marques internationales, les salons de thé et les immeubles de verre à l'architecture standardisée et internationale[...] tout est très lisse, sécurisé et luxueux. » (BARTHEL, 2005). La construction de ces quartiers a débuté à partir de 1991.

Les bâtiments à usage industriel, notamment les hangars sont classés en catégorie « indifférent » sur la base de la carte d'usage.

LCZ	Âge
compact midrise	colonial
compact midrise	moderne
compact lowrise	traditionnel
open mid_ rise	moderne
open lowrise	moderne
sparse	traditionnel
acitivity	indifférent
heavy industry	indifférent

TABLE 6.7 – usage des bâtiments dans TEB

La carte (fig. 6.11) montre les résultats de cette classification du territoire tunisois en fonction de la période de construction des bâtiments.

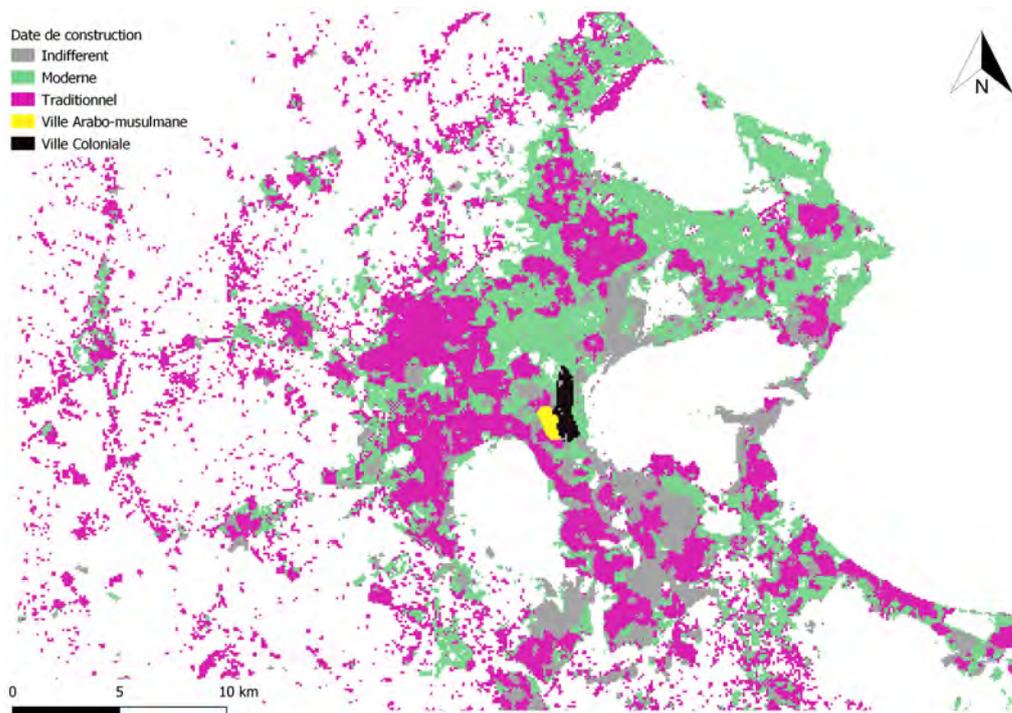


FIGURE 6.11 – Carte des dates de construction de bâtiments

6.3 La caractérisation des paramètres morphologiques

6.3.1 La hauteur moyenne des bâtiments

Nous avons déterminé la hauteur moyenne des bâtiments en nous référant aux types de LCZ, à l'expertise locale (discussion avec les experts tunisois en la matière) et aux paramètres déjà déterminés tels que l'usage ou encore l'âge du bâtiment (table 6.8).

LCZ	Usage	Date de construction	Hauteur (m)
compact midrise	résidentiel	colonial	15
compact midrise	mixte	colonial	15
compact midrise	bureaux	colonial	15
compact midrise	bureaux	moderne	20
compact midrise	mixte	moderne	20
compact lowrise	résidentiel	traditionnel	5
open midrise	résidentiel	moderne	15
open lowrise	résidentiel	moderne	6
sparse	agricole	traditionnel	5
activity	industriel	indifférent	5
heavy	industry	industriel indifférent	5

TABLE 6.8 – Hauteurs de bâtiments à partir de LCZ, de l'usage et de la date de construction

Pour les LCZ 2 (compact midrise) le nombre d'étage moyen est de 5. Pour ceux datant de l'époque coloniale, ils ont une hauteur moyenne de 15 m. Pour les plus modernes, ils peuvent atteindre les 20 m. En effet, les bâtiments neufs ont tendance à avoir des étages plus hauts pour pouvoir bénéficier à l'intérieur d'un faux plafond sans perdre en hauteur sous-plafond.

Pour les LCZ 3 (compact midrise), le nombre d'étage prépondérant est de 2. Les bâtiments traditionnels situés dans ces LCZ3 sont généralement à usage résidentiel et ont des hauteurs moins importantes que les constructions modernes. Un étage peut ainsi faire 2.5 m. Pour les LCZ ouverts (open midrise et open lowrise) un étage fait 3 m de hauteur. Pour les hangars et les bâtiments industriels et agricoles on a considéré que la hauteur moyenne de tous les hangars est de 5 m (fig. 6.12).

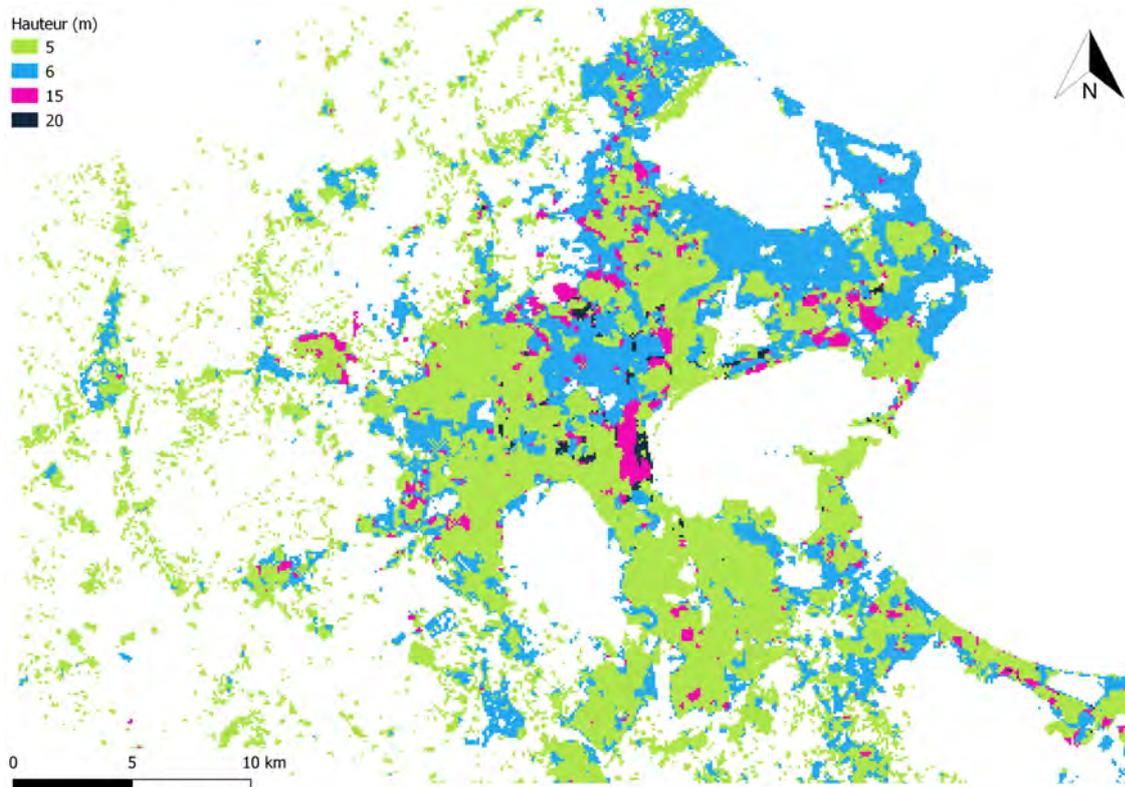


FIGURE 6.12 – Carte des hauteurs de bâtiments

6.3.2 Le rapport entre la somme des surfaces de murs et la surface au sol en ville

Le rapport entre la surface de mur et la surface de ville (*wall_o_hor*) donne une indication sur la forme des bâtiments et donc du canyon. Nous avons calculé ce paramètre comme suit :

$$wallor = \frac{(H * P_{bloc} * d)}{S_{bloc}}$$

Avec

H : Hauteur du bâtiment

P_{bloc} : Périmètres extérieurs typiques

d : Densité du bâti

S_{bloc} : Surfaces typiques d'un bloc

Nous avons déterminé les périmètres extérieurs typiques et les surfaces typiques d'un bloc de bâtiments par photo interprétation en prenant des mesures sur Google Earth pro d'un échantillon représentatif de différents types de bâtiments.



FIGURE 6.13 – Exemple de délimitation de périmètre de bâtiments

Le tableau ci-dessous présente les périmètres extérieurs typiques de blocs de bâtiments et de surface typique de bâtiments par LCZ (table 6.9).

LCZ	Périmètre extérieur typique d'un bloc de maison (Pbloc) (m)	Surface typique d'un bloc de maison (Sbloc) (m ²)
2	250	500
2	250	2500
2	250	2500
2	400	2000
2	400	2000
2	400	2000
3	25	100
5	300	2000
6	50	150
9	50	100
8	200	2500
10	200	2500

TABLE 6.9 – Périmètre extérieur typique d'un bloc de bâtiments et de surface typique d'un bloc de bâtiments par LCZ

Ce rapport entre la somme des surfaces de murs et la surface au sol est présenté sur la carte (fig. 6.14).

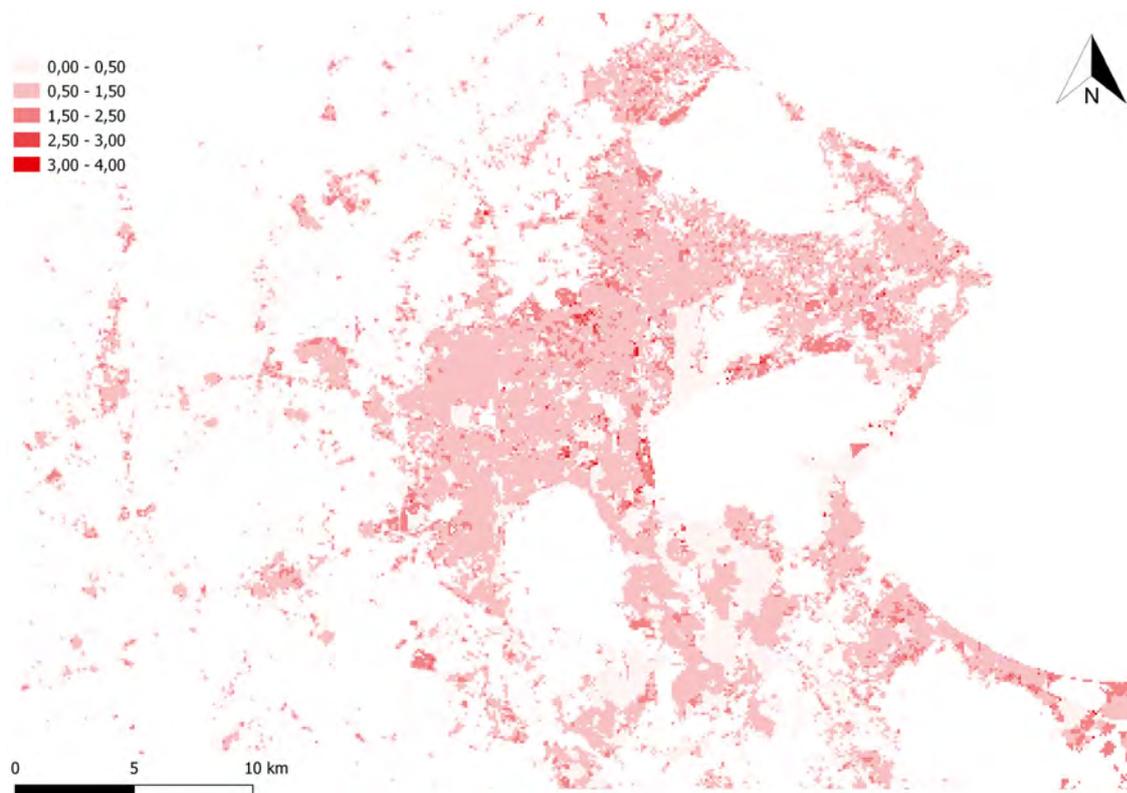


FIGURE 6.14 – Carte des Rapport entre la somme des surfaces de murs et la surface au sol en ville

6.4 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de valider notre méthode destinée à collecter les données architecturales et morphologiques pour le Grand Tunis via une approche collaborative. Nous avons adapté un questionnaire, élaboré dans le cadre du projet WUDAPT sous forme d'application mobile, pour le diffuser via le réseau social Facebook. Au vu des spécificités du site étudié, le choix de ce réseau social s'est naturellement imposé. En effet, en Tunisie comme dans d'autres pays nord africains, Facebook est très largement utilisé. Notre questionnaire diffusé sur Facebook a permis donc de toucher un public plus large que celui ciblé par l'application mobile WUDAPT afin de collecter des données architecturales WUDAPT niveau 1. Grâce aux résultats de ce questionnaire, nous avons réussi à caractériser les paramètres architecturaux pour le Grand Tunis. Nous avons pu évaluer la qualité des résultats, par comparaison entre les réponses données par les contributeurs et l'expertise que nous avons pu apporter via Google Street View. Cette comparaison a montré une très bonne correspondance entre les deux approches. Même si la région du Grand Tunis présente un tissu urbain très caractéristique avec les traits d'un modèle de ville assez homogène (toiture terrasse, bâtiments clairs), elle possède de multiples morphologies et formes urbaines liées à son histoire. Les différents quartiers de la région capitale sont représentatifs de l'évolution des morphologies urbaines qui s'est opérée au fil du temps. Cette collecte participative des données nous a permis de construire un certain nombre d'indicateurs indispensables pour la détermination des caractères architecturaux (hauteur, usage, types, etc.) à des fins de modélisation. La méthodologie que nous avons développée pourrait participer à faire progresser les études architecturales à destination des simulations climatiques pour des villes du Sud où les données de ce type sont très peu disponibles. Au-delà de cet objectif méthodologique, l'approche proposée pourrait renforcer l'implication de la société civile dans la production d'expertise sur la ville et sensibiliser les citoyens à l'adaptation au changement climatique.

Conclusion de la Partie 2

Cette deuxième partie a permis d'exposer les problèmes méthodologiques auxquels nous avons fait face dans la préparation des données urbaines pour les modélisations climatiques du territoire tunisois. Ces problèmes sont causés essentiellement par un manque de données urbaines adaptées. Nous avons également pu détailler, tout au long de cette deuxième partie, les méthodes que nous avons élaborées pour contourner ces difficultés.

Le chapitre 4 a constitué une première entrée pour poser le contexte de l'étude et pour clarifier quelques notions clés comme l'ICU ou encore les LCZ. Nous avons également présenté dans ce chapitre une revue de la littérature des travaux élaborés par les deux laboratoires tunisiens pionniers en climatologie urbaine : GREVACHOT à la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de l'université de Tunis et SYFACTE de l'université de Sfax. Cette revue de la littérature nous a permis de mettre en lumière un des obstacles majeurs pour le développement de ces études en Tunisie, à savoir la pénurie des données urbaines.

Dans la perspective de pallier ce manque de données urbaines afin d'élaborer des études climatiques territorialisées, mais aussi nécessaires pour les modélisations climatiques, nous avons développé dans le chapitre 5 une approche permettant de construire une base de données décrivant le plus finement possible l'occupation du sol de la région tunisoise. La chaîne de traitement mise en œuvre était basée sur une combinaison de techniques d'analyses vectorielle et matricielle. Plusieurs outils de la géomatique nous ont permis de construire notre base de données urbaines : d'un côté, la télédétection a permis d'apporter des données auparavant inexistantes ; d'un autre côté, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) ont fourni des outils adaptés à la visualisation des données et à la construction d'indicateurs spatialisés. Cette démarche a impliqué de mettre en place une méthode opérationnelle et reproductible, compréhensible techniquement et fondée autant que possible sur des outils en accès libre afin d'être la plus accessible possible financièrement. Nous avons pu ainsi contourner la pénurie de données pour construire une base de données décrivant la surface urbaine du territoire tunisois et la présenter sous forme d'indicateurs utiles pour la modélisation climatique. Ce travail a requis de nombreuses étapes de géo-traitements sur l'ensemble des données. Les temps de traitement sont importants et nécessitent également de bonnes connaissances techniques en SIG.

Le chapitre 6 est venu compléter ce travail pour combler le manque de données concernant

l'architecture et la morphologie urbaine. L'absence de ce type de données était un véritable obstacle pour la préparation des indicateurs utiles aux modélisations climatiques. Il s'agissait donc de caractériser les bâtiments de l'agglomération tunisoise en termes de hauteur, types, usages, etc. Pour collecter ce type de données, nous avons conçu et mis en place une « approche participative » via le réseau social Facebook. Cette approche nous a permis de construire une typologie architecturale pour le Grand Tunis utile pour la modélisation d'une situation caniculaire sur ce territoire.

Les données d'occupation de sol et de morphologie urbaine orientées vers les études climatiques, que nous avons construites pour l'agglomération tunisoise, peuvent offrir aux acteurs la possibilité de se saisir des enjeux climatiques afin de pouvoir les conjuguer à la complexité territoriale tunisoise décrite dans la première partie de la thèse. Ce travail peut aussi servir de base pour les acteurs de l'urbanisme afin de construire des bases de données thématiques environnementales et climatiques. De manière plus immédiate, ces données nous ont servi pour les modélisations climatiques que nous avons effectué pour le Grand Tunis (chapitre 7). Les résultats de ces modélisations nous ont ensuite servi pour la construction de la carte climatique de l'environnement urbain du Grand Tunis, un outil qui peut jouer le rôle d'un instrument d'aide à la décision.

TROISIÈME PARTIE

**De la carte climatique à la
plateforme des données
environnementales : quels objets
socio-techniques pour favoriser la
mise à l'agenda ?**

Cette troisième partie de la thèse est dédiée à la fabrication, l'analyse et l'interprétation du rôle des différents objets socio-techniques que nous avons produits ou contribué à produire pour le Grand Tunis, depuis la carte climatique de l'environnement urbain jusqu'au projet de plateforme des données environnementales.

Comme la plupart des problèmes environnementaux, celui de l'adaptation des villes au changement climatique a une dimension physique irréfutable. Rappelons que, dans notre cas d'étude, cette dimension physique de l'adaptation réside dans l'aléa composite vague de chaleur - îlot de chaleur urbain que nous avons traité dans la seconde partie de la thèse, à travers la construction et la mise en forme d'une base de données urbaines décrivant l'occupation du sol et la morphologie urbaine du territoire tunisois sous SIG. Dans le premier chapitre de la présente partie (chapitre 7), ces données vont alimenter les modélisations climatiques permettant de simuler l'effet d'une situation caniculaire sur l'agglomération tunisoise, ce qui nous permet par la suite de construire une carte climatique de l'environnement urbain.

Nous souscrivons à l'idée selon laquelle l'émergence de la problématique de l'adaptation du territoire tunisois au CC ne peut passer uniquement par la construction d'objets techniques telles que les cartes climatiques. En effet, comme le précise Alex Mucchielli, il y a dans la notion d'émergence « un élément idéal (culturel, ou cognitif), qui ne peut être uniquement lié à des éléments matériels. D'ailleurs les éléments matériels ne sont jamais seuls dans une situation. Une interaction ne peut agir sur les seuls éléments matériels d'une situation. Elle agit aussi sur les éléments culturels et cognitifs de la situation. » (MUCCHIELLI, 2007, p. 22).

Afin de pouvoir prendre en compte, à la fois, le contexte social et la matérialité de l'outil carte climatique, nous choisissons d'adopter une approche socio-technique empruntée à la sociologie des sciences et de la traduction. Selon cette approche, une organisation est un système ouvert, composé d'un système technique et économique et d'un système social (SAVALL & ZARDET, 2003). Elle considère que l'organisation ne dépend ni de la seule technologie, ni de la seule situation psychologique et sociale des hommes, mais bien des deux. Son fonctionnement résulte d'une combinaison conjointe et optimale de l'organisation sociale et de l'organisation technique. Dans cette perspective, nous partons de l'hypothèse selon laquelle les cartes climatiques que nous construisons pour le Grand Tunis, ne peuvent jouer le rôle d'outil d'aide à la décision (outils de diagnostic) qu'à la condition que les utilisateurs puissent et veulent les adopter. Cette approche nous mène donc vers la notion d'appropriation par les utilisateurs potentiels des outils cartographiques que nous développons.

Dans cette perspective, nous nous sommes penchés dans le premier chapitre de cette

troisième partie (chapitre 7) sur la fabrique technique des cartes climatiques, puis dans un second temps sur l'explicitation du contenu que les concepteurs inscrivent dans ces outils (chapitre 8). L'interrogation porte sur les raisons pour lesquelles ces outils traitent de tel ou tel aléa, ou prennent telle ou telle forme, et sur les manières dont ils peuvent se diffuser. La notion de script (AKRICH, 2006a) peut nous éclairer sur ces questions. En effet, Madeleine Akrich estime que les concepteurs se représentent les goûts et les projets des usagers et qu'à partir de là, ils inscrivent « cette vision du monde dans le contenu technique du nouveau projet » (AKRICH, 2006a). Elle nomme ce travail d'inscription, un script ou un scénario : « Comme le script d'un film, les objets techniques définissent un cadre d'actions en commun avec les acteurs ainsi que l'espace dans lequel ils sont supposés agir » (AKRICH, 1992, p. 208). Le script ainsi défini révèle les compétences et les comportements que les concepteurs attribuent aux futurs usagers. Au final, l'objet technique ainsi construit encourage certaines formes d'accès et d'usages plutôt que d'autres. Les outils, chargés par les représentations que se font les concepteurs des potentiels usagers et de leur environnement, peuvent – par leurs propriétés intrinsèques – entraver le processus d'appropriation par les utilisateurs.

Nous postulons que la co-construction des outils techniques avec les utilisateurs peut faciliter le processus d'appropriation. La notion de co-construction désigne toutes les démarches visant un point de vue partagé entre différents acteurs. Elle ne signifie pas que tous les acteurs adoptent le même point de vue, mais qu'un accord peut advenir au cours des échanges, à partir du moment où chacun des acteurs perçoit que les nouvelles formulations sont compatibles avec ce qu'il défend. La co-construction désigne un processus délibératif encadré par un dispositif formel et par l'intervention d'un tiers régulateur et médiateur (FOUDRIAT, 2014). Elle nécessite une collaboration entre concepteurs et utilisateurs, en l'occurrence ici les chercheurs et les acteurs de l'urbanisme tunisois, qui peuvent former un réseau de collaboration. Le recours à la notion de réseau, et plus particulièrement à celle de réseau social, s'avère pertinent. Cette notion est définie comme « un ensemble d'unités sociales et des relations que ces unités sociales entretiennent les unes avec les autres, directement, ou indirectement à travers des chaînes de longueurs variables. Ces unités sociales peuvent être des individus, des groupes informels d'individus ou bien des organisations plus formelles, comme des associations, des entreprises, voire des pays. » (MERCKLÉ, 2011).

La notion de réseau offre selon Michel Callon plusieurs avantages ; elle permet de dépasser le clivage entre le local et le global et entre le micro et le macro (CALLON & FERRARY, 2006). Les problématiques environnementales, et particulièrement climatiques, illustrent bien la permanence des changements d'échelles qui se manifestent par le fait que des phénomènes locaux deviennent globaux et réciproquement. Les associations peuvent aussi se

faire entre personnes, organisations ou encore institutions. Callon ne rejette pas l'existence de ces catégories, mais précise que « cela ne veut pas dire que les distinctions entre macro et micro, entre local et global n'ont pas de sens, mais qu'elles sont construites et reconstruites, configurées et reconfigurées. » (CALLON & FERRARY, 2006). La notion de réseau permet surtout de mettre l'accent sur son extension, sa densité et les connexions nouvelles qui peuvent se former en son sein.

Du réseau social au réseau socio-technique

Du fait de l'importance de la production des outils techniques dans ce travail de thèse, en l'occurrence les cartes climatiques du Grand Tunis et tous les objets d'étapes permettant de les atteindre (bases de données urbaines, carte LCZ, etc.), nous n'allons pas nous contenter de la notion de réseau, mais nous allons nous référer à celle de réseau socio-technique qui est une notion issue de la théorie de l'Acteur Réseau (ANT). L'ANT est aussi appelée sociologie de la traduction. Elle a été développée au cours des années 80 par Michel Callon, Bruno Latour, Madeleine Akrich et d'autres sociologues du Centre de Sociologie des Innovations de l'école des Mines de Paris. Selon l'ANT, un réseau socio-technique rend compte des liens qui se créent entre acteurs et artefacts pour atteindre des objectifs plus ou moins partagés. Ce cadre théorique va nous permettre d'analyser le rôle que peut jouer la carte climatique dans la mise à l'agenda de l'ACC dans le contexte du Grand Tunis. Il nous permet de mener notre analyse en dépassant un raisonnement en termes d'impacts de la technique sur la société, ce qui évite de tomber dans un déterminisme technique qui suppose que les savoirs produits par la sphère académique peuvent transformer systématiquement les pratiques. Nous évitons également un constructivisme social qui considère les outils produits comme pure construction sociale. L'approche que nous adoptons ramène les productions techniques à « des déterminations sociales, comme le milieu d'origine des innovateurs, leur formation, leurs relations sociales, leurs convictions religieuses, philosophiques ou politiques, le contexte dans lequel l'idée a pris corps, etc. » (AKRICH, 2006a), mais elle ne nie pas leur matérialité qui peut refléter un savoir collectif négocié et qui peut véhiculer une certaine connaissance (VINCK, 2009).

Dans son article intitulé « Comment décrire l'interaction entre les techniques et les humains ? », Akrich précise que « Nous ne pouvons nous contenter ni d'un simple déterminisme technologique, qui ne tiendrait aucun compte de ce qui relève du réseau, ni d'un constructivisme social, qui dénie aux objets une consistance propre et n'accorde de fait le statut d'actant qu'aux humains. » (AKRICH, 2006a). Cette notion d'« actant » fait référence aux acteurs humains et non-humains, faisant l'objet d'un même traitement. Elle illustre le principe de symétrie revendiqué par l'ANT qui rejette les cloisonnements entre « humains » et « non-humains », entre « naturel » et « social » (LATOUR, 1991). La sociologie de la traduction cherche donc à relier ces éléments traditionnellement consi-

dérés comme hétérogènes. Elle met l'accent sur le support matériel des relations inter-organisationnelles. À travers le concept de traduction, elle étudie ce qui réunit et rassemble les éléments différents en tenant compte du rôle des objets. C'est précisément ce qui va nous intéresser pour analyser le rôle que peut jouer la carte climatique dans l'émergence de l'ACC, en mettant l'accent sur la manière dont elle peut initier des coopérations inter-organisationnelles à Tunis (chapitre 9). Ce rapprochement entre organisations peut par exemple passer par le rôle performatif qu'un objet peut jouer. Ici, le concept de performativité renvoie à la capacité de certains énoncés délibérés à changer la réalité et les pratiques qu'ils désignent. Il considère que la réalité est une construction qui se fonde sur des interventions concrètes et situées, médiatisées par des instruments. Le concept de performativité, issu de la philosophie du langage et de la linguistique austinienne (AUSTIN, 1975), met l'accent sur la dimension pragmatique du langage, en traitant la question de ce qu'accomplit un énoncé, c'est-à-dire de sa capacité à faire advenir une « réalité ». L'importance de cette matérialité a été soulignée par les études consacrées à la performativité des sciences économiques (CALLON et al., 2007).

Outre ce rôle performatif, les objets peuvent aussi jouer un rôle interactionnel, c'est-à-dire qu'ils peuvent créer des liens entre les actions. Dans ce cas, ils peuvent être qualifiés d'« objet intermédiaire » (JEANTET, 1998), une notion proposée par Jeant et al (1998) en vue de considérer les objets techniques en cours d'activité de conception comme constitutifs des processus cognitifs et des actions qui en découlent. Selon Dominique Vinck, les objets intermédiaires ne sont pas seulement des inscriptions matérielles se réduisant à de l'information, mais des éléments concrets, contraignants à produire, à conserver et à utiliser (VINCK, 2009). Ils sont des supports des matérialisations d'information, mais aussi des médiateurs des interactions entre les différents mondes sociaux. Les objets présents dans une situation ne sont donc pas neutres ; ils jouent le rôle de médiateurs de l'activité. La notion rend compte de la multitude des objets de toutes sortes qui se situent, dans l'action, entre des acteurs. Mais l'objet peut aller plus loin dans ce rôle de médiation pour favoriser la coopération inter-organisationnelle, ce qui permet à l'objet d'être qualifié d'objet frontière (STAR & GRIESEMER, 1989).

Le concept d'objet frontière : un concept clé dans les collaborations inter-organisationnelles

La mobilisation du concept d'objet frontière est en effet utile pour s'interroger sur ce qui peut rendre possible la production d'un savoir scientifique commun et partagé à partir de différentes expertises et compétences. Ce concept est proche de la sociologie de la traduction dans la mesure où un objet frontière peut être dans la capacité d'articuler et de faire travailler ensemble des entités hétérogènes et qu'il « porte sur la fabrique des associations » (TROMPETTE & VINCK, 2009, p. 9). Le rapprochement entre les deux théories est

d'ailleurs effectué dans la littérature. En effet, Star et Griesemer mentionnent la sociologie de la traduction dans leur article de 1989 (STAR & GRIESEMER, 1989) et Fujimura les met en parallèle en 1992 (FUJIMURA, 1992). L'usage du concept d'objet frontière se positionne donc dans la lignée des travaux de la sociologie de la traduction dans la mesure où il s'intéresse aux processus qui permettent aux collectifs de se constituer. En revanche, il s'en distingue en considérant qu'ils peuvent ne pas être portés par un innovateur unique, mais par l'ensemble et la diversité des acteurs en jeu.

La sociologie de la traduction : un cadre conceptuel favorisant le changement

Dans le cadre de la production de nouveaux produits, les objets frontières sont utiles dans la mesure où ils donnent un cadre et une structure aux savoirs mobilisés et qu'ils permettent de faciliter un processus de transformation du savoir (CARLILE, 2002, p. 453). Joan.H Fujimura (1992) a analysé le processus de construction du savoir par les différentes communautés qu'elle a étudiées pour montrer que dans le cas de la recherche sur le cancer, ce dernier est un objet-frontière qui facilite les traductions multiples entre les différents mondes sociaux impliqués (médecins et biologistes). Elle a mis l'accent sur l'utilisation des objets frontières et sur le rôle qu'ils ont joué : « D'une façon ou d'une autre, chaque monde est modifié même si en même temps chacun conserve sa spécificité et son intégrité. » (FUJIMURA, 1992, p. 203). Leur spécificité réside dans leur capacité à créer des ponts entre des mondes différents. Cependant, le passage du savoir incarné dans l'objet frontière entre ces différents mondes peut transformer les savoirs en questions. Comme le précise Jean- Louis Derouet, le passage des savoirs d'un registre à un autre peut les transformer : « lorsqu'un savoir passe d'un monde à un autre, il se transforme : ce n'est pas le même savoir « au départ » et « à l'arrivée » (DEROUE, 2002).

Il existe différentes conceptualisations pour exprimer ce changement de registre impliquant une transformation : Michel Callon parle de processus de traduction qui permet de comprendre « comment des acteurs et des actants se connectent, se lient et s'intéressent les uns aux autres » (CALLON, 1999). Jean-Louis Martinand parle pour sa part de reproblématisation (MARTINAND, 2000). Cette notion de reproblématisation est considérée par Jean- Louis Derouet (2002) comme la plus appropriée pour décrire le mouvement des connaissances. Derouet considère la notion de traduction comme équivoque, compte tenu du fait qu'elle peut insinuer que le message formulé dans une langue est exprimé dans une autre, tout en restant le même. Il retient donc la notion de reproblématisation qu'il décrit comme suit : « un savoir est construit dans une sphère et en fonction des enjeux de cette sphère. Pour faire sens dans une autre sphère, il doit être partiellement déconstruit et reconstruit en fonction des enjeux du nouveau contexte » (DEROUE, 2002).

Dans un article intitulé « Rendre gouvernable : de la "traduction au "transcodage". L'ana-

lyse des processus de changement dans les réseaux d'action publique », Pierre Lascoumes considère que la notion de traduction telle qu'elle était mobilisée par Callon et Latour ne rend compte que des dynamiques purement sociotechniques et qu'elle présente certaines limites qui l'empêchent de prendre en compte le processus socio-politique qu'il considère comme plus hétérogène et différencié que l'espace scientifique (LASCOUMES, 1996). Pierre Lascoumes utilise cette notion pour restituer les activités cognitives et les processus de mobilisation et de négociation sur lesquels reposent l'action publique et ses renouvellements, sans écarter la dimension instrumentale. Avec Patrick le Galès, il a d'ailleurs travaillé sur la notion d'instrument de l'action publique. Les deux chercheurs estiment que l'intérêt d'une approche en termes d'instruments est « de compléter les regards classiques en termes d'organisation, de jeux d'acteurs et de représentations qui dominent aujourd'hui largement l'analyse de l'action publique. Elle permet de poser d'autres questions et d'intégrer de façon renouvelée les interrogations traditionnelles. Elle conduit en particulier à approfondir la notion de politique procédurale centrée sur la mise en place d'instruments d'action à partir desquels les acteurs engagés reçoivent la charge de définir les objectifs des politiques. » (LASCOUMES, 2007).

Nous retenons pour la suite de la thèse le concept de traduction (CALLON, 1986). La traduction est définie comme « une relation symbolique qui transforme un énoncé problématique particulier dans le langage d'un autre énoncé particulier » (CALLON, 1975, p. 19). Elle est une opération permettant « d'établir un lien intelligible entre des activités hétérogènes » (CALLON & LATOUR, 1992).

Dans ce qui suit, nous assimilons le processus de construction des cartes climatiques et de leur prise en main par les acteurs à un processus d'innovation qui est défini, selon Madeleine Akrich, comme « la construction d'un réseau d'association entre des entités hétérogènes, acteurs humains et non-humains : à chaque décision technique, l'innovateur éprouve les hypothèses sur lesquelles il s'est appuyé, hypothèses qui concernent à la fois la nature des entités dont il a besoin pour faire avancer son projet et les désirs, intérêts, aspirations de ces entités ; en acceptant au fil de ces épreuves de négocier les contenus techniques, il mobilise toujours davantage d'entités et étend son réseau. » (AKRICH, 2006a). À cet égard, et après avoir analysé le processus de conception des cartes climatiques (chapitre 8), nous nous intéressons à la manière dont le réseau socio-technique s'est construit autour de nos outils. Pour mener à bien cette analyse, nous nous sommes référés au cadre d'analyse de la sociologie de la traduction suivant les quatre étapes d'une boucle de traduction (fig. 6.15), à savoir la problématisation, l'intéressement, l'enrôlement et la mobilisation, tels que décrits dans l'un des textes fondateurs de la théorie (CALLON, 1986).

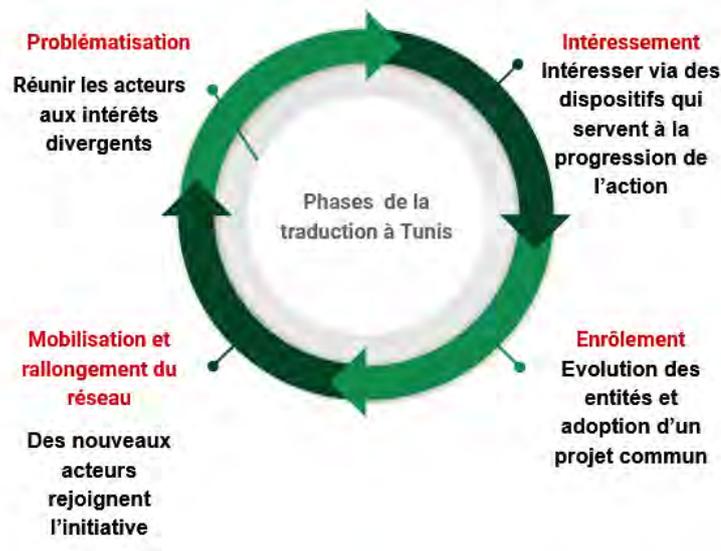


FIGURE 6.15 – Les quatre étapes d’une boucle de traduction selon Callon (conception : Zohra Mhedhbi)

La problématisation : Cette phase permet de réunir, autour d’un projet commun, différents acteurs aux intérêts divergents. Son objectif est d’identifier une problématique commune et créatrice de sens pour les différents acteurs. Elle consiste pour les promoteurs de l’innovation à rendre indispensable le traitement de leur projet par les autres acteurs (ALTER, 2015). Ainsi, les individus dépassent leurs problèmes spécifiques et acceptent de coopérer autour d’un projet commun, ce qui se traduit par la constitution d’un réseau (CALLON, 1986). La problématisation doit donc faire preuve d’un certain degré de généralité (AKRICH, 2006a) pour que chaque acteur se sente concerné par le projet. Cette problématisation permet en effet l’affichage des idées de chacun et donc la création d’une controverse. La controverse se produit quand les acteurs dominants sont perçus comme non représentatifs ou défendant des intérêts trop spécifiques (ALTER, 2015). Elle permet un rééquilibrage des avantages de chacun pour adhérer à l’innovation. La problématisation repose ainsi sur une phase de discussion et de controverse qui peut conduire à des négociations. La controverse mélange des considérations techniques, scientifiques, économiques ou politiques (CALLON & FERRARY, 2006). À travers l’émergence de points de vue différents, les acteurs construisent un référentiel commun pour le projet. Ces controverses visent un compromis où les acteurs reconnaissent la différence de leurs intérêts, mais acceptent de collaborer pour atteindre un objectif commun (PICHAULT, 2013).

L’intéressement regroupe l’ensemble des efforts et actions entrepris par les promoteurs du projet, pour intéresser un nombre important d’alliés afin de les faire participer à la

construction de l'innovation (AKRICH, 1989). Ils s'appuient pour cela sur des « dispositifs d'intéressement » qui peuvent être des documents, des indicateurs, des graphiques, des cartes, des espaces d'échanges, etc. Ces dispositifs d'intéressement permettent de créer des liens entre les différents acteurs et peuvent favoriser les échanges. Le concept d'intéressement consiste pour le traducteur à se placer entre les différents protagonistes afin de les relier entre eux. S'ajoute à ces dispositifs d'intéressement les « centres de traduction » (LAW & CALLON, 1988) qui sont importants dans cette phase de la traduction dans la mesure où ils consistent en des espaces dédiés aux échanges, laissant libre l'expression des controverses, des craintes et la confrontation des points de vue. Ce sont des espaces dans lesquels la traduction va pouvoir s'opérer et la démarche innovante prendre forme.

L' enrôlement, quant à lui, témoigne de l'intérêt des différents acteurs pour l'innovation. Il se traduit, du côté des nouveaux alliés, par des actions concrètes en faveur du projet. L' enrôlement est en effet un intéressement réussi. Suite aux différentes négociations qui ont lieu au sein des centres de traduction, une solution est communément acceptée par le collectif. En effet, « enrôler », c'est attribuer un rôle à un membre du réseau. C'est un rôle que ce dernier accepte pour défendre ses intérêts au sein du projet collectif. Le processus de traduction suppose que des acteurs clés, enrôlés, assurent la promotion du projet et tentent de convaincre les acteurs du groupe social dont ils sont les porte-paroles afin d'aller vers une véritable mobilisation en faveur du projet.

La mobilisation désigne l'aboutissement du processus de traduction et le moment où « on n'entend plus que des voix parlant à l'unisson et se comprenant mutuellement » (CALLON, 1986). Le nouveau réseau débute son action en vue de la réalisation de la solution proposée. Il peut même s'étendre en incorporant de nouveaux maillons permettant que le processus de traduction se réenclenche ; une boucle dynamique du processus de traduction se répète ainsi pour solidifier le réseau qui s'étend et prend de l'ampleur. Progressivement, de nouveaux membres du réseau s'approprient l'innovation co-construite avec les actants et coordonnée par le traducteur épaulé de ses porte-paroles. Une traduction réussie permet ainsi l'appropriation de nouvelles pratiques qui deviennent la nouvelle norme.

Nous venons de présenter les différentes phases de la traduction de manière chronologique afin de faciliter leur distinction et leur compréhension ; mais dans les faits, ces phases qui « se chevauchent et se répètent dans un processus dynamique fait de boucles itératives », doivent être pensées dans la simultanéité (PICHAULT, 2013, p. 127).

Organisation de la partie 3

Le premier chapitre de la troisième partie de la thèse présente la méthodologie que nous avons mis en place pour construire la carte climatique du Grand Tunis (chapitre 7). Dans cette perspective, nous y analysons les sorties des simulations climatiques effectuées pour le Grand Tunis afin de mettre en lumière ce que la simulation d'une récente canicule - qui a eu lieu en juillet de 2019 - nous révèle du microclimat tunisois. Nous effectuons par la suite des analyses statistiques afin de construire la carte climatique de l'environnement urbain et d'en tirer des premières recommandations pouvant être utiles pour l'adaptation du territoire tunisois au CC. Il faut noter que ce travail de construction de recommandations doit normalement se faire avec les acteurs ; cependant et compte tenu des temporalités de la thèse, il n'était pas possible d'enclencher cette phase de concertation ¹³.

Dans le second chapitre de la partie (chapitre 8), suite à l'analyse du microclimat de Tunis et à la construction de la carte climatique, nous mobilisons la sociologie des sciences afin de mieux comprendre la manière dont l'utilisateur est représenté, inscrit et traduit dans les choix effectués tout au long de la conception de ces cartes dans différentes villes du monde. Par la suite, nous mettons l'accent sur les différentes évolutions du statut de la carte climatique, depuis un produit scientifique destiné au transfert d'un diagnostic climatique aux acteurs, tel que nous l'avons conçu, à un objet intermédiaire par lequel s'accomplissent des transitions, puis à un objet performatif capable de déclencher une boucle de traduction. Cette boucle aura comme objectif de concrétiser la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique sur la scène urbaine tunisoise.

Le troisième chapitre de cette partie (chapitre 9) met l'accent sur les différentes controverses apparues entre les acteurs tunisois et les chercheurs « français », ainsi que sur les différentes boucles de traduction qui ont permis d'aboutir à un compromis autour de la problématique d'ACC. Nous mettrons également l'accent au cours de ce chapitre sur le processus de co-construction, entre praticiens et chercheurs, qui a permis de faire émerger l'ACC dans l'action publique dans le champ de l'aménagement à Tunis.

13. Ce travail avec les acteurs autour des recommandations territorialisées fera l'objet de l'un de nos projets post-doctoraux

Vers la construction et l'interprétation des cartes climatiques du Grand Tunis

Le présent chapitre entend analyser les résultats des simulations des effets d'une période caniculaire sur le Grand Tunis. Ces simulations ont été effectuées par Cécile de Munck chargée de recherche au CNRM à partir des données – d'occupation de sol et de morphologie urbaine – que j'ai construites. L'objectif de ces simulations était d'élaborer par la suite des cartes climatiques de l'environnement urbain.

Pour ce qui est des paramètres de la simulation, nous avons d'abord fait le choix de simuler une canicule récente, qui a eu lieu entre le 9 juillet et le 13 juillet 2019, car un événement proche temporellement est souvent plus marquant pour les acteurs qu'une ancienne canicule dont les effets peuvent s'oublier rapidement. Le choix d'un événement récent fut motivée par le fait que la question du stress thermique était ressentie par la majorité des acteurs comme peu problématique¹. Ces derniers la perçoivent comme distante spatialement (elle concernerait des territoires lointains) et temporellement (elle s'apparenterait à une problématique future). La canicule simulée a ensuite duré 6 jours, du 8 juillet où la température maximale sur le Grand Tunis a atteint 41 °C² jusqu'au 13 juillet au soir. La simulation numérique couvre cette période et, à travers d'une sortie à fréquence horaire, permet d'évaluer et analyser l'évolution spatiale et temporelle du niveau de confort thermique diurne et l'intensité de l'îlot de chaleur urbain nocturne. Elle permet ainsi d'identifier les quartiers les plus concernés du territoire tunisois.

En sortie de modèle, nous obtenons ainsi un panel de paramètres climatiques spatialisés riche : la température, le vent, l'humidité de l'air, etc. mais aussi des indicateurs agrégés comme le niveau de stress thermique (UTCI³). Grâce à un traitement statistique, nous obtenons également des cartes d'analyse qui, sur une seule carte par paramètre, permettent d'identifier les zones marquantes d'un point de vue microclimatique. Les paramètres re-

1. Chapitre 3

2. <http://kapitalis.com/tunisie/2019/07/08/alerte-canicule-en-tunisie-les-temperatures-par-regions/>

3. L'indice universel du climat thermique (en anglais Universal Thermal Climate Index, UTCI) (<http://www.utci.org/>)

tenus sont les suivants : le niveau de stress thermique diurne, la brise marine (de par son influence à la fois sur la température de l'air de l'agglomération et sur le ressenti du confort thermique) et l'îlot de chaleur urbain nocturne. Pour qualifier ces phénomènes, nous avons opté pour une approche qualitative nous permettant de choisir les créneaux de stress thermique diurne et d'îlot de chaleur nocturne à analyser, en observant les différents résultats fournis par le modèle. Pour le stress thermique diurne, nous nous référons ainsi à la valeur maximale que l'UTCI atteint avant que sa valeur soit impactée par l'effet de brise de mer. Pour les brises de mer, nous nous référons à la direction et la force de vent. Concernant l'îlot de chaleur urbain, nous retenons les créneaux où la tache urbaine est identifiable comme plus chaude que sa campagne environnante. Une fois les créneaux à analyser identifiés, nous avons utilisé une approche fréquentielle. Cette approche s'appuie sur un traitement statistique permettant de retenir le niveau le plus fréquent par pixel comme proposé par Hidalgo et al. (202X)⁴ puisqu'il permet de mieux différencier les zones d'exposition qu'une analyse mobilisant simplement la valeur moyenne, car cette moyenne lisse le signal spatial.

7.1 Le microclimat simulé du Grand Tunis

L'objectif de cette section est d'étudier l'impact d'une situation caniculaire sur les conditions microclimatiques du Grand Tunis, en mobilisant les sorties des simulations numériques effectuées avec le modèle atmosphérique MESO-NH (VERSION MNH-V5-4-3) couplé au modèle de surface SURFEX. Nous commencerons par expliquer la configuration des simulations et, par la suite, nous effectuerons une analyse du microclimat simulé de l'agglomération tunisoise.

7.1.1 La configuration des simulations

Le modèle Méso-NH peut tourner simultanément sur plusieurs domaines géographiques avec des grilles imbriquées⁵. Ainsi, ce modèle offre la possibilité de multiplier le nombre de modèles emboîtés pour travailler avec des mailles de plus en plus fines. Cet emboîtement de modèles est essentiel pour une ville côtière comme Tunis afin de pouvoir prendre en compte les interactions de la ville avec la mer et la topographie environnante. Cela permettra de simuler correctement le microclimat local tunisois. De ce fait, pour pouvoir passer de la résolution des conditions météo de grande échelle à une plus fine sur l'agglomération de Tunis, il est nécessaire de mettre en oeuvre quatre modèles emboîtés. Cette simulation est donc basée sur 4 domaines imbriqués de 8 km, 2 km, 1 km et 200 m de

4. en cours de preparation

5. L'intégration d'un modèle à grande maille sur un grand domaine, couplé à un modèle à petite maille sur un petit domaine, permet de résoudre différents processus atmosphériques (convection, turbulence) avec des méthodes adéquates à chaque résolution

résolution horizontale respectivement (fig. 7.1). Cela permet de zoomer spatialement sur la zone d'étude, tout en modifiant la précision des données d'entrée pour la description de la surface et l'activation de paramétrisations spécifiques pour représenter la dynamique atmosphérique selon l'échelle.

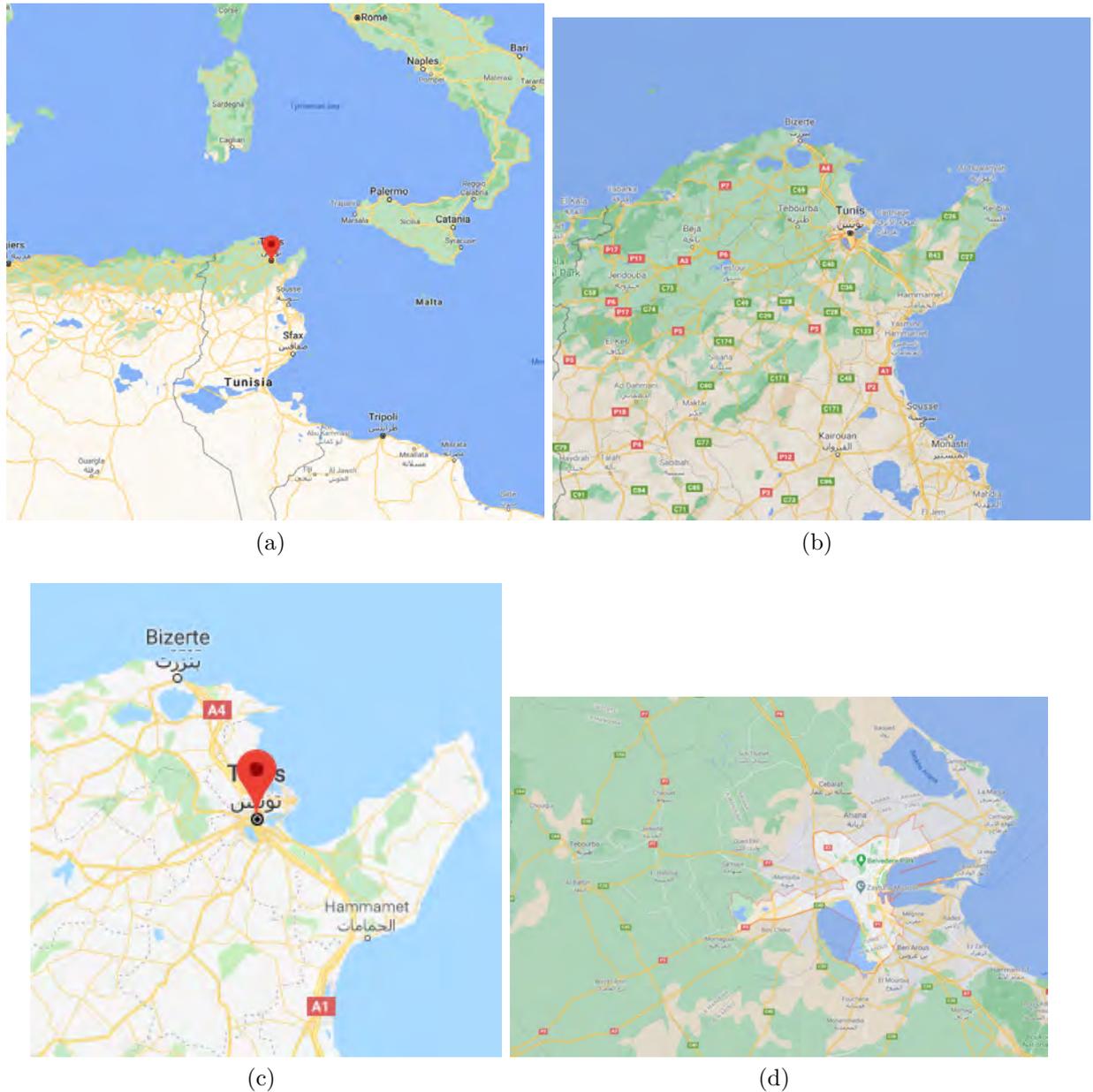


FIGURE 7.1 – Les 4 domaines utilisés pour les simulations (source Google Maps) a) zone géographique approximative couverte par le modèle 1 à 8 km de résolution horizontale ; b) zone géographique approximative couverte par le modèle 2 à 2 km de résolution horizontale ; c) zone géographique approximative couverte par le modèle 3 à 1 km de résolution horizontale d) zone géographique approximative couverte par le modèle 4 à 200 m de résolution horizontale

Dans cette configuration à 4 modèles imbriqués, le modèle du grand domaine (modèle 1) fournit au modèle du petit domaine (modèle 2) les conditions météorologiques⁶ aux limites latérales de son domaine et de même pour les modèles 2, 3 et 4. Ensuite, à chaque pas de temps de la simulation, une interaction se fait entre les modèles de telle sorte que les champs météorologiques du domaine 1 sont rappelés vers la moyenne des champs du domaine 2, de même entre les modèles 2 et 3, puis 3 et 4 (fig. 7.2).

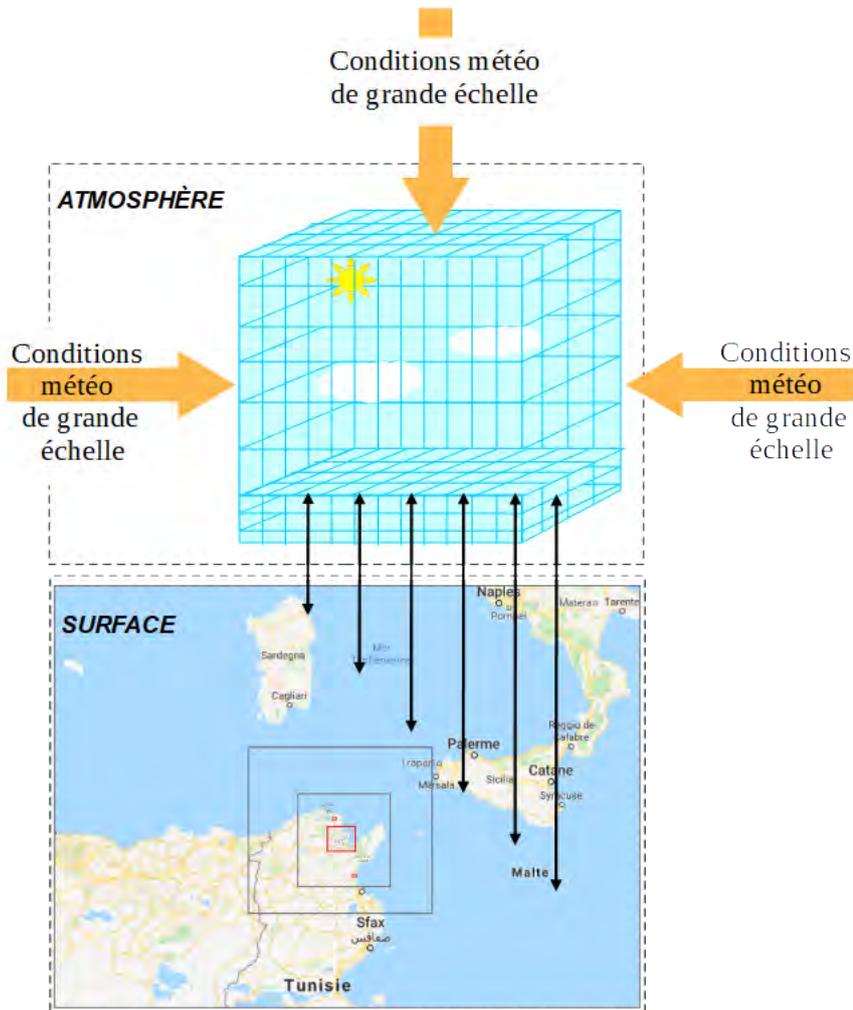


FIGURE 7.2 – Schématisation du modèle météorologique couplé avec les différents domaines géographiques (source : C. de Munck)

Les caractéristiques des différents modèles associées à cette configuration numérique sont synthétisées dans le tableau ci-dessous (table 7.1) :

6. Pour le modèle 1 les conditions météo de grande échelle choisies nous sont fournies par les analyses des prévisions du Centre Européen de Prévision à Moyenne Échelle (ECMWF)

NMOD	RES (km)	Le nombre de mailles en X	Le nombre de mailles en Y	Le nombre total de mailles de chaque domaine	La dimension du domaine en X (km)	La dimension du domaine en Y (km)	Le pas de temps numérique de chaque modèle (s)
1	8	160	160	25,600	1280	1280	10
2	2	160	160	25,600	320	320	3.33
3	1	160	160	25,600	160	160	1.66
4	0.2	250	200	50,000	50	40	0.83

TABLE 7.1 – Synthèse de la configuration numérique (source : C. de Munck)
 NMOD représente le nième modèle en partant du plus grand, RES la résolution spatiale horizontale (identique en X et Y)

Comme schématisé sur la figure (fig. 7.2), le modèle atmosphérique découpe l’atmosphère en mailles. La hauteur maximale simulée est de 17 900 m. Le premier niveau atmosphérique en Meso-NH est situé à 10 m au-dessus de la hauteur moyenne des bâtiments en ville et à 10 m au-dessus de la surface sur les zones non urbanisées. Pour les trois domaines à plus grossière résolution (8 km, 2 km, 1 km), l’occupation du sol est fournie par la base de données ECOCLIMAP, tandis que pour le domaine 4 à 200 m de résolution, les bases de données d’occupation de sol et de morphologie urbaine que nous avons développées au cours de la deuxième partie de cette thèse⁷ sont mobilisées. Le domaine 4 (fig. 7.3) couvre le Grand Tunis (50 km par 40 km avec une résolution horizontale de 200 m et 50,000 points de grille = 250 x 200). Ce domaine couvre la même étendue spatiale (région d’intérêt) que nous avons choisie pour construire les bases de données urbaines du Grand Tunis.

7. Chapitre 5 présente la construction de la base de données d’occupation de sol et le chapitre 6 des paramètres architecturaux et morphologiques du territoire tunisois

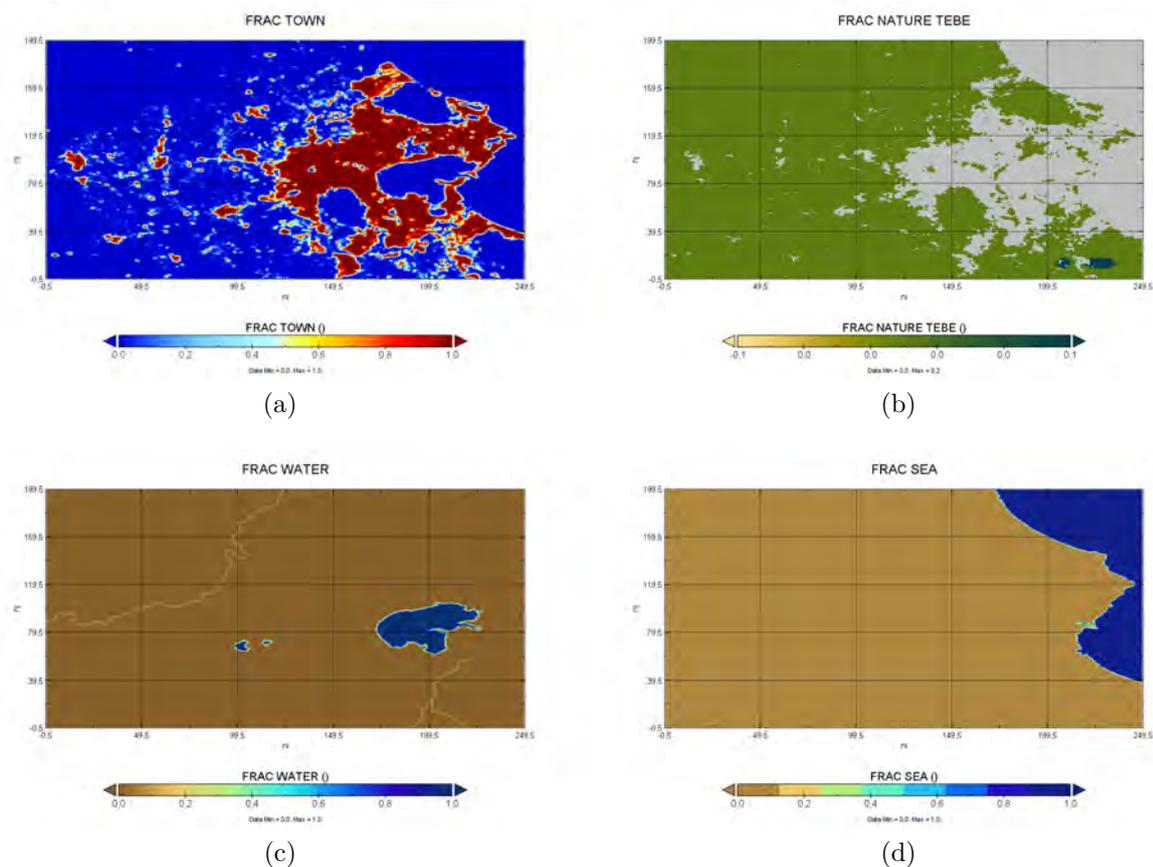


FIGURE 7.3 – a) Fraction de ville décrite dans le modèle. b) Fraction de Nature décrite dans le modèle, c) Fraction d'eau intérieure décrite dans le modèle, d) Fraction de mer décrite dans le modèle.

Des bases de données complémentaires ont été mobilisées pour la topographie, la texture du sol⁸ et la température de surface de la mer. L'origine des données pour la description de la texture du sol et de la topographie est la même pour les 4 domaines. Deux périodes ont été simulées avec cette configuration : une période caniculaire récente qui date de juillet 2019 et une période d'été plus ancienne datée d'août 2007 pour laquelle nous disposons de mesures issues des travaux de (CHARFI & CARREGA, 2012). Ces mesures nous permettront de qualifier la qualité de la simulation pour la période de 2007 (non montrée) et de valider la configuration du modèle appliquée à la période 2019.

La simulation de la canicule de 2019 pour le Grand Tunis a tourné sur une période allant du 07 juillet à 1h en heure locale (00 UTC) au 14 juillet à 1h⁹. Un peu plus de 48 heures ont servi de période d'équilibrage. En effet, les données météorologiques à l'instant initial, qui proviennent du modèle de Centre européen de prévision météorologique à moyen terme,

8. `srtm_ne_250m` (topography à 250m de résolution), `CLAY(SAND_HWSO_MOY)` (textures du sol), `SST : produit SST_MED_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_004 (c_v2, i.e. at ultra_high resolution 0.01°)` from Copernicus (Mercator)

9. Pour la suite du chapitre nous utiliserons l'heure locale.

sont à environ 10 km de résolution, et donc pas à l'échelle fine voulue sur Tunis. Ainsi, cette période d'équilibrage permet de bien prendre en compte l'accumulation de chaleur par la paramétrisation urbaine dans le modèle, ce qui est nécessaire pour que ce dernier représente bien l'îlot de chaleur. Par conséquent les sorties exploitables pour l'analyse couvrent du 09 juillet en milieu de journée au 13 juillet inclus (environ 5 jours).

7.1.2 Que nous dit la simulation de la canicule 2019 ?

La modélisation nous a fourni des champs atmosphériques très variés comme la température de l'air, l'humidité atmosphérique, la vitesse et direction du vent, la pression, le taux de précipitation, etc., et ceci à diverses échelles verticales. Certains paramètres comme la température, l'indicateur du stress thermique et l'intensité du vent sont disponibles dans la canopée urbaine à 2 m de hauteur.

D'autres paramètres, comme la direction du vent, sont uniquement disponibles à une certaine hauteur au-dessus de la canopée urbaine, en l'occurrence pour cette simulation à 10 m de hauteur au-dessus du sol. Les modélisations nous fournissent ces données à une fréquence horaire. Pour l'analyse de la situation météorologique, on mobilisera toutes les variables de sortie de modèle. Cependant, pour la construction des cartes d'analyse destinées aux urbanistes, on mobilisera uniquement les paramètres en lien avec la gestion du confort thermique : la température de l'air à 2 m et l'indicateur universel de confort thermique UTCI¹⁰ (Universal Thermal Climate Index en anglais).

L'indicateur de stress thermique

Le stress thermique diurne renseigne sur les efforts que doit fournir le corps humain pour maintenir sa température à 37 °C ; plus il doit compenser, plus il se trouve en situation de stress L'UTCI 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 se trouve et de caractériser les conditions climatiques de ce milieu. On parle par exemple de niveau de stress thermique modéré, fort ou très fort. Selon ces gradations, des précautions spécifiques sont à envisager comme boire, se reposer, se mettre à l'ombre, etc.

Il combine quatre paramètres : la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent et le rayonnement reçu (à la fois du soleil et infrarouge thermique), 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.

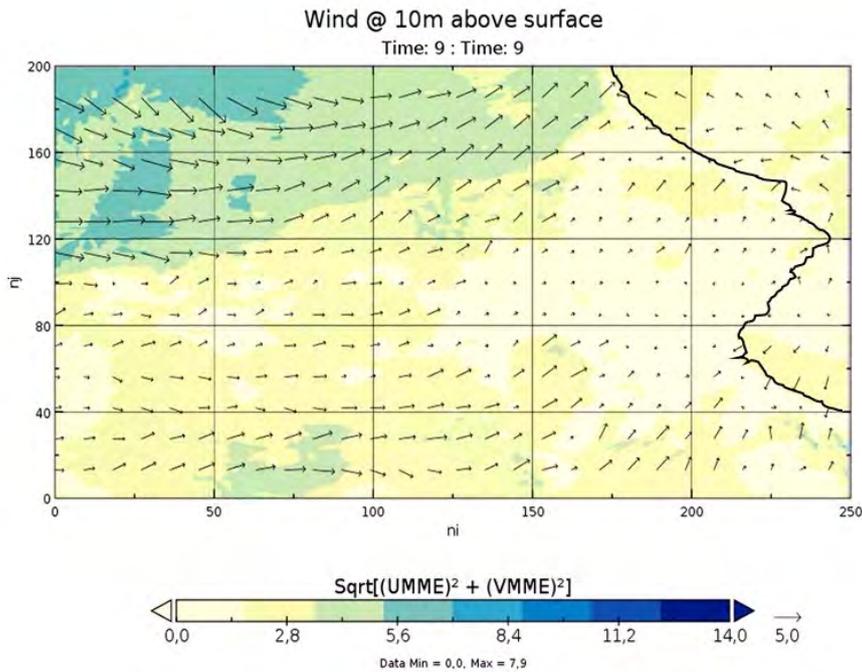
10. <http://www.utci.org>

La figure (fig. 7.4) montre l'échelle de l'UTCI correspondant à différents intervalles de température ressentie :

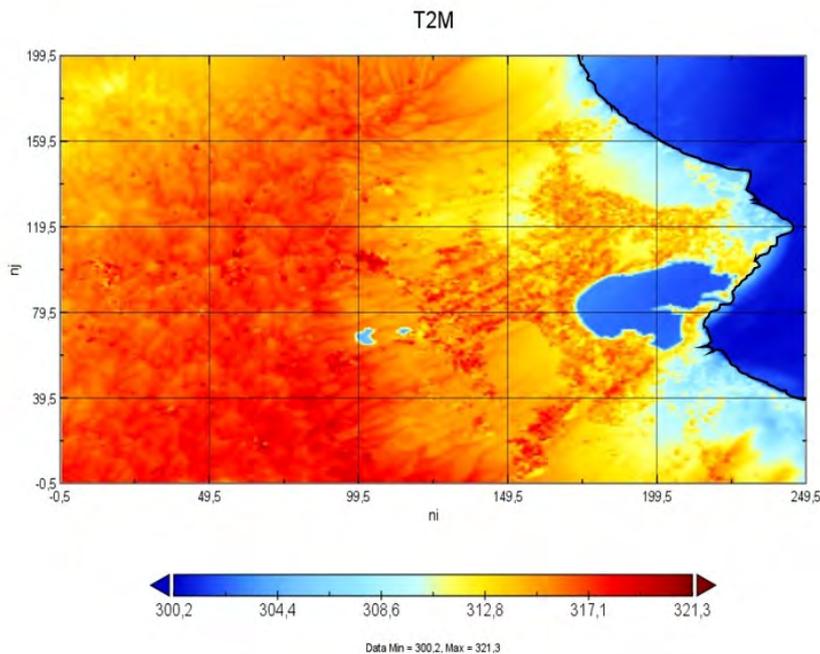
Échelle UTCI (°)	Niveau de stress
au-dessus de +46	Stress thermique extrême
+38 à +46	Stress thermique très élevé
+32 à +38	Stress thermique élevé
+26 à +32	Stress thermique modéré
+9 à +26	Pas de stress thermique

FIGURE 7.4 – Échelle associée à l'UTCI pour l'évaluation des niveaux de stress thermique (Source : www.utci.org)

La situation du 9 juillet présente dès le matin à 10 h un vent régional de direction nord-ouest (provenant de la montagne Ammar) et atteignant une intensité de 8-9 m/s (fig. 7.5) (a). La température maximale à 2 m a atteint en cette journée 48,15 °C vers 13 h (fig. 7.5) (b).



(a)



(b)

FIGURE 7.5 – Une description de la journée du 9 juillet : a) Vent de direction nord-ouest à 10 h, b) T2m (température à 2 m) maximale atteinte à 13 h

Ces simulations montrent que le stress thermique diurne pour la journée du 9 juillet atteint une valeur de 55,9 °C à 13 h ce qui correspond à un niveau de stress de chaleur extrême. L'UTCI continue à augmenter pour atteindre son pic de 56,2 °C à 14 h (fig. 7.6). Le niveau de stress thermique reste extrême jusqu'à 17 h (45,9 °C). C'est vers 20–21 h qu'il diminue pour atteindre 32,9 °C, ce qui correspond à un niveau de chaleur modéré.

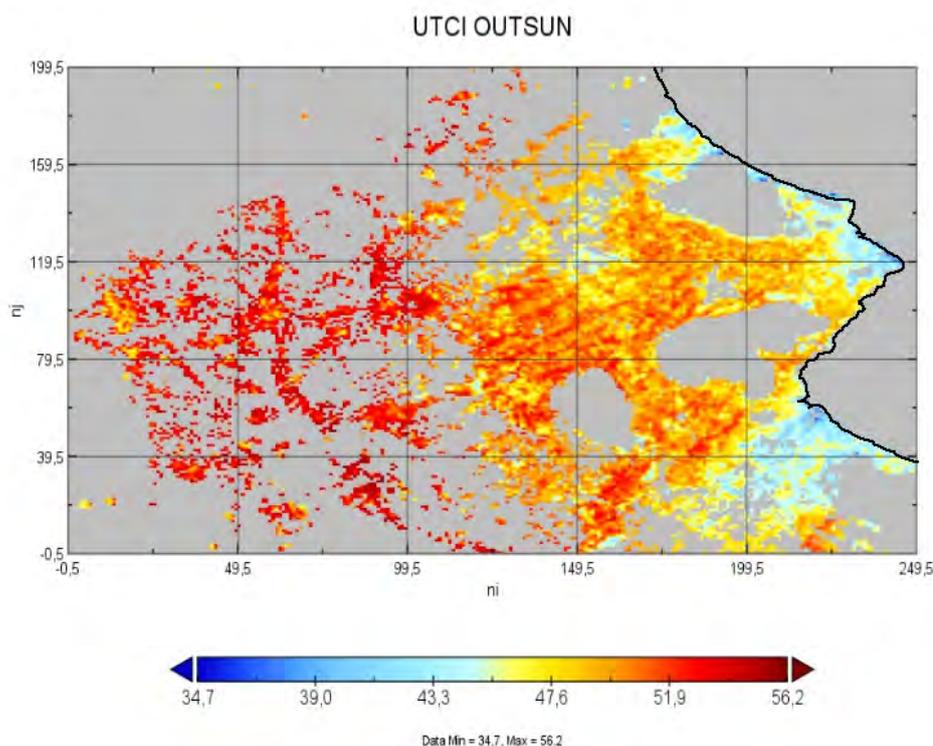


FIGURE 7.6 – UTCI extrême journée du 9 juillet, pour une personne à l'extérieur et au soleil à 14 h

L'air au-dessus de la terre se réchauffe vite pendant la journée ; il s'élève et la pression diminue en surface, par rapport à celle observée sur mer au même niveau. Avec le gradient de pression horizontal ainsi créé, un mouvement d'air plus frais et plus dense, dirigé de la mer vers la terre, s'effectue près de la surface. En pénétrant dans les terres, la brise de mer intervient largement sur les éléments du climat (température, humidité, nébulosité, précipitation). L'arrivée de la brise de mer sur le littoral se traduit habituellement par un changement de la direction du vent en surface associée à un renforcement de sa vitesse, une baisse de la température et une augmentation de l'humidité relative. C'est ce que nous observons à travers les simulations de Tunis. La brise de mer s'établit vers 12-13 h (fig. 7.7)(a), puis elle se renforce. À 16 h, les vitesses les plus élevées se trouvent au-dessus de la mer (~ 8 m/s) puis sur tous les reliefs situés au Nord-Ouest et au Sud-Est du domaine (8-12 m/s). En revanche, le vent est beaucoup plus faible sur l'aire urbanisée ($0 < \text{vent} < 3$ m/s) (fig. 7.7) (b), et cela tout au long de la journée. La brise de mer commence à s'affaiblir à partir de 22 h, mais sans laisser place à une brise de terre dans la nuit du 9 au 10.

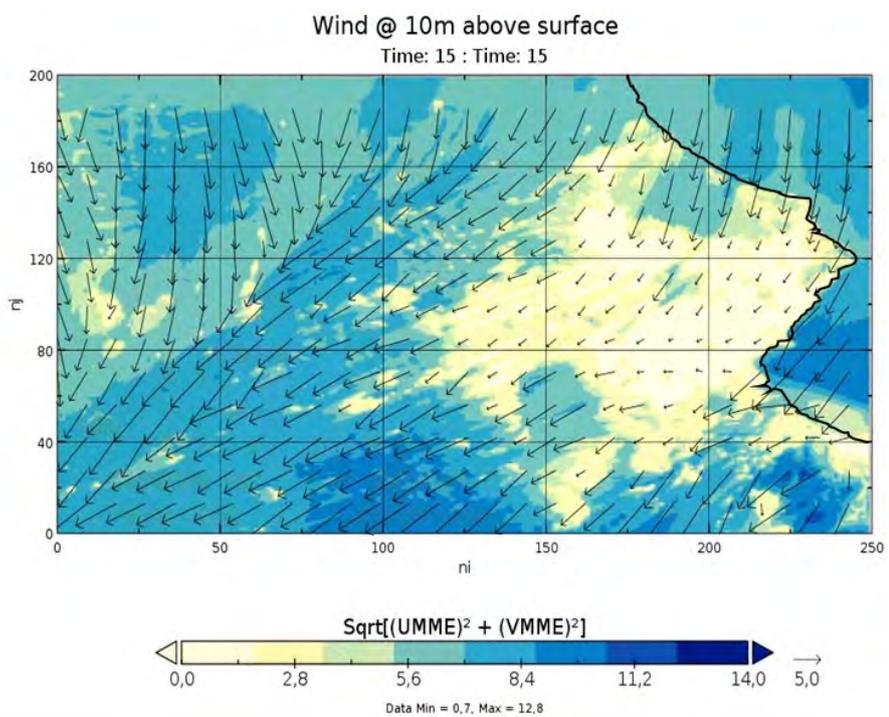
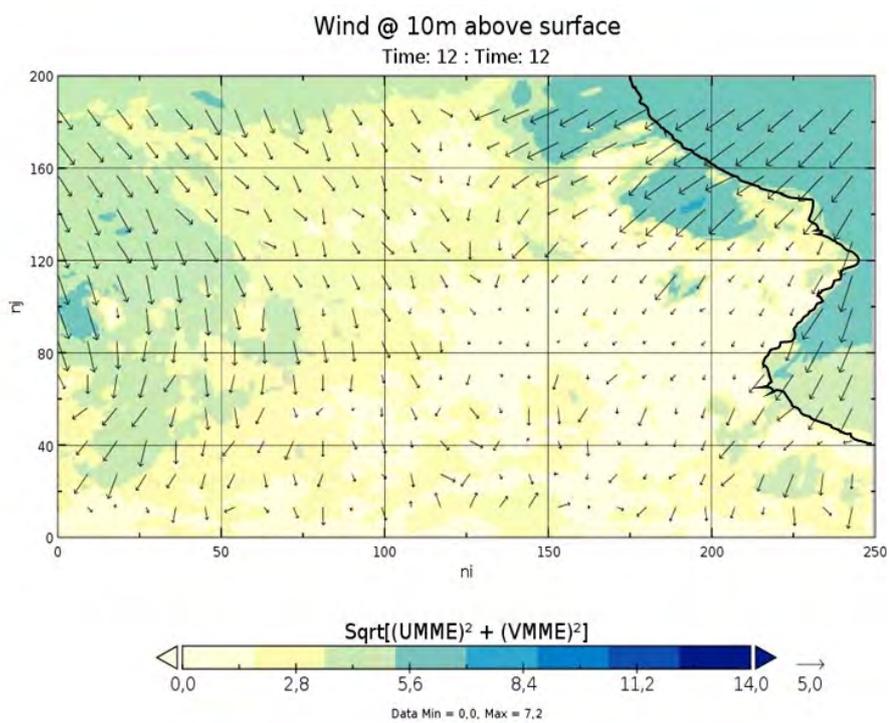


FIGURE 7.7 – Le vent à 10 m au-dessus de la surface pour la journée du 9 juillet à 13 et 16 h

Pour la nuit du 9 au 10 juillet 2019, en observant la température à 2 m, nous remarquons un signal urbain entre 4 h et 6 h : la tache urbaine est bien visible et la différence de température avec les terres rurales avoisinantes est identifiable. L'îlot de chaleur urbain calculé comme la différence entre la température de l'air à 2 m des zones urbanisées et celle des zones rurales a une intensité de 4,5 °C (fig. 7.8).

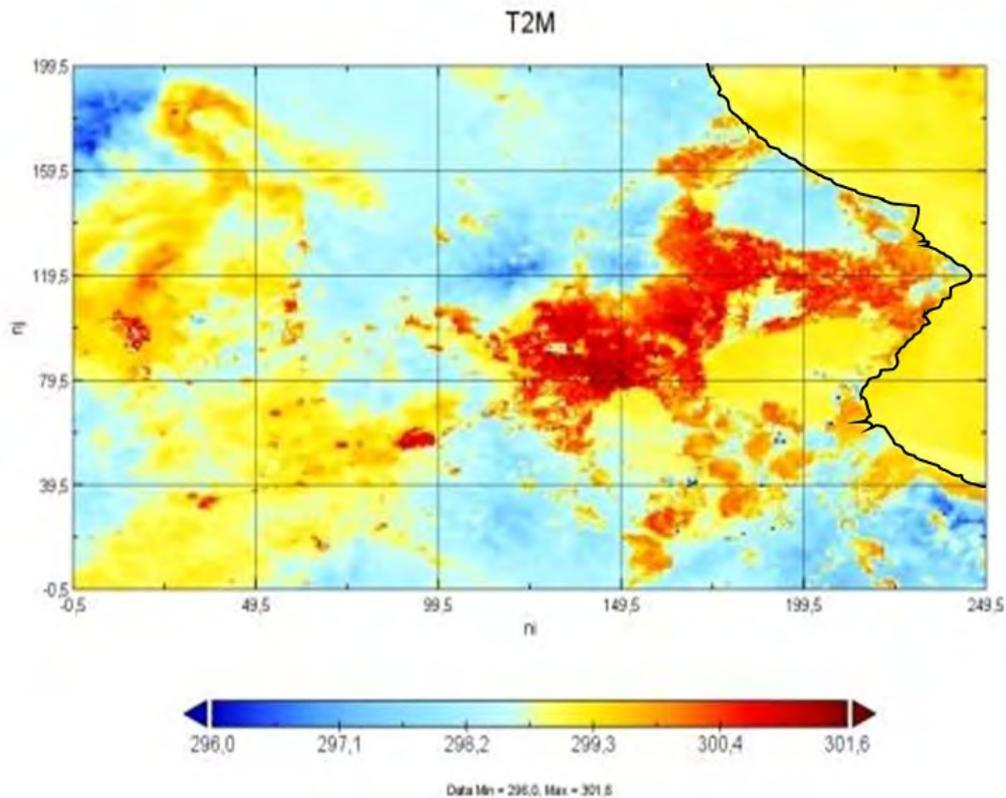


FIGURE 7.8 – Carte correspondant à T2M maximale nocturne à 3 UTC pour la nuit du 9 au 10 juillet 2019

Pour la journée du 10 juillet, la simulation montre que le stress thermique diurne commence à s'établir dès le lever du soleil vers 5-6 h. En effet, il atteint entre 5 h et 6 h une valeur de 30,9 °C, ce qui correspond à un niveau de stress thermique modéré. C'est à 10 h du matin que le stress thermique devient extrême avec une valeur de 45,6 °C, et il continue à augmenter pour atteindre son pic à 13 h avec une valeur de 51,7 °C (niveau de stress thermique extrême). La valeur de l'UTCI ne diminue qu'à 21 h pour atteindre un niveau de stress modéré.

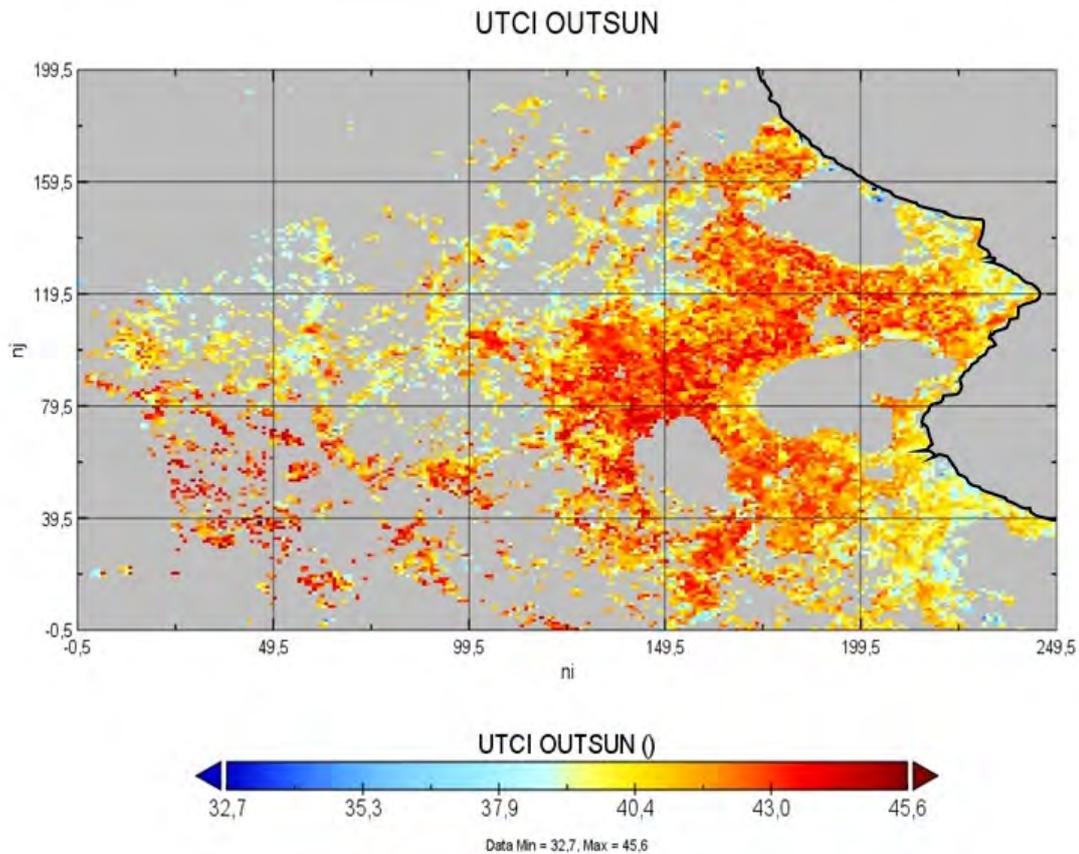
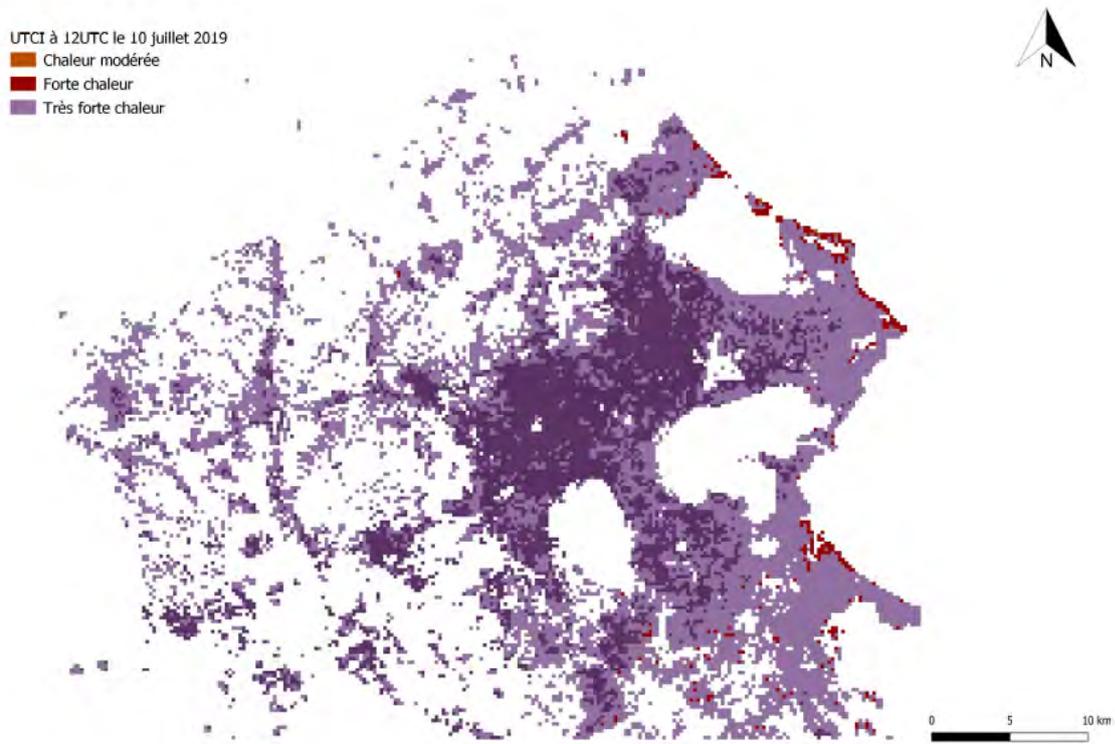


FIGURE 7.9 – Carte correspondant à l’UTCI maximal le 10 juillet 2019 à 10 h

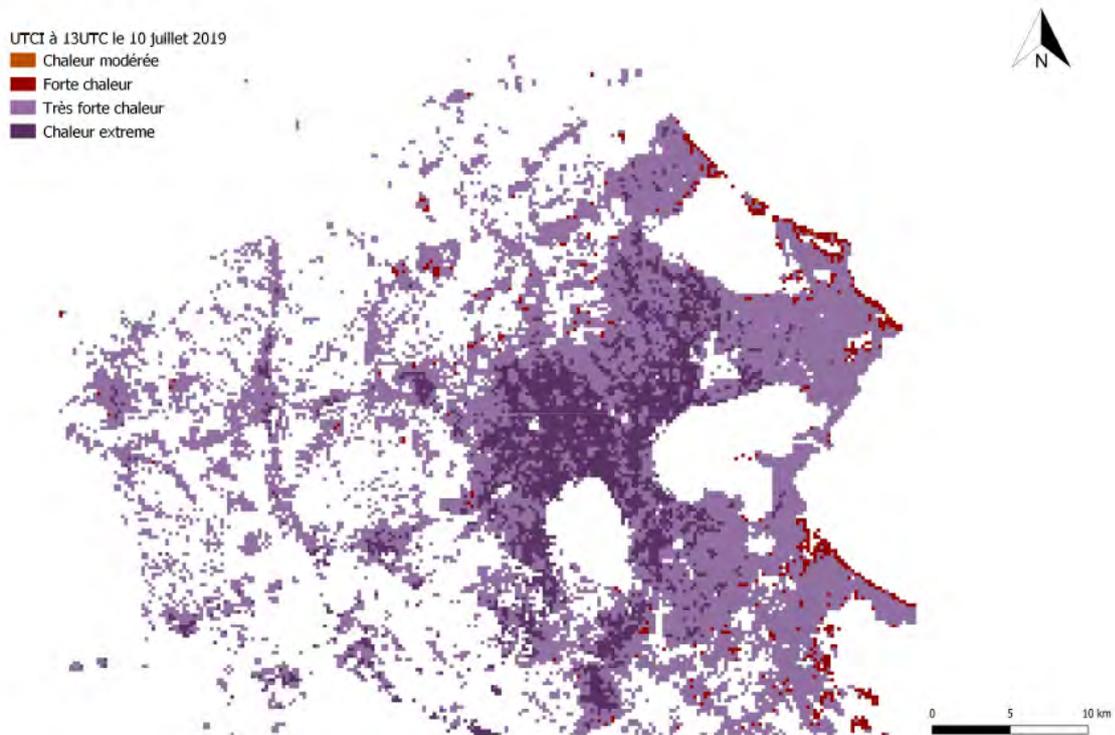
La simulation met également en évidence une brise de mer qui s’établit vers 12 h et atteint sa force maximale vers 14 h. À cette heure (14 h), la valeur maximale de l’UTCI commence à diminuer légèrement pour atteindre une valeur de 50,5 °C.

À cette légère diminution de la valeur maximale de l’UTCI, s’ajoute une diminution de l’extension horizontale des aires où le stress thermique est extrême (entre 46 et 52 °C) de 39,4 % à 13h à 34,9 % à 14 h, ce qui peut correspondre à l’effet premier de la brise de mer sur le stress thermique. C’est ce que montre la figure (fig. 7.10)¹¹ où le nombre de pixels mauve clair correspondant à un niveau de très forte chaleur commence à diminuer sur la ligne de côte pour laisser la place à des pixels rouges correspondant à un niveau de stress thermique de forte chaleur. Sur les zones les plus proches de la côte, on remarque aussi une diminution de pixels correspondant à un niveau de chaleur extrême (mauve foncé).

11. Sur cette figure l’heure est en UTC.



(a)



(b)

FIGURE 7.10 – Cartes de l'UTCI horaire de la journée du 10 juillet : a) UTCI à 13 h, b) UTCI à 14 h

L'après-midi, sous l'effet de la brise, la température maximale de l'air à 2 m continue à diminuer de 40,6°C à 15h pour atteindre 35,35 °C à 18 h puis 30,25 °C à 21 h. À 21 h l'UTCI correspond toujours à un niveau de stress thermique fort et a une valeur de 31,2°C. Pour la nuit du 10 au 11 juillet 2019, en observant la température à 2 m, nous remarquons un signal urbain entre 4 h et 5 h.

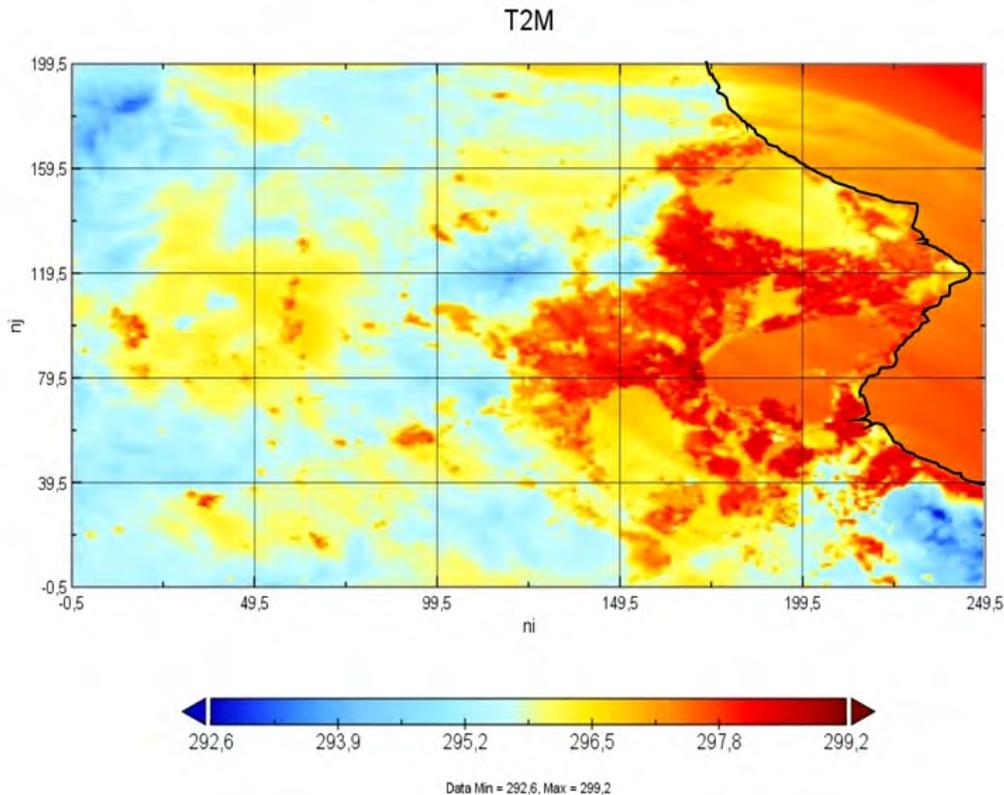


FIGURE 7.11 – Carte correspondant à T2M maximale nocturne pour la nuit du 10 au 11 juillet 2019 à 5 h

Pour le reste de la période caniculaire (11, 12 et 13 juillet), à partir du 11h, l'UTCI commence à atteindre des valeurs correspondant à un niveau de chaleur extrême (supérieures à 46 °C), puis atteint son pic à 13h pour les trois journées. Le stress thermique reste fort jusqu'à 20h.

La simulation met également en évidence des brises de mer journalières qui s'établissent vers 12 h. La force de ces brises atteint sa valeur maximale (8-9 m/s) vers 14-15 h. Sur les aires urbanisées, nous notons des vents très faibles quelle que soit l'heure de la journée (< 1.4 m/s). Cela s'explique par l'impact de la rugosité de la surface sur le vent à 10 m au-dessus de la surface. Pour la nuit du 11 au 12 juillet, nous observons un signal urbain entre 3 h et 4-5 h. Nous présentons la synthèse des caractéristiques du 11, 12 et 13 juillet 2019 dans (table 7.2).

11/07/2019	Dès 6 h, l'UTCI correspond à un stress thermique modéré avec une valeur de 28,9 °C. L'UTCI continue à augmenter pour atteindre sa valeur maximale de 49,5 °C à 16 h, ce qui correspond à un niveau de stress thermique extrême. Il ne redevient modéré qu'à partir de 22 h avec une valeur de 30,2 °C. La brise de mer s'établit clairement vers 11-12h. Elle atteint sa valeur maximale vers 16h et dure jusqu'à 21/22 h (max 8-9 m/s vers 17 h). Sur l'aire urbanisée, compte tenu de la rugosité de la ville, il y a très peu de vent tout au long de la journée.
12/07/2019	Comme pour la journée du 11, l'UTCI correspond dès 6h à un niveau de stress thermique modéré avec une valeur de 28,7 °C, puis il atteint son pic à 13h avec une valeur de 50,3 °C (stress thermique extrême). La brise de mer s'établit franchement vers 12h et atteint sa valeur maximale de 89 m/s vers 16/17h. Sous l'effet de la brise, l'UTCI diminue de 7,6 °C en une heure pour atteindre 42,7 °C à 17h. L'effet rafraîchissant de la brise dure jusqu'à 20-21 h.
13/07/2019	À partir de 9h l'UTCI correspond à un stress thermique extrême avec une valeur de 39,6 °C. Il continue à augmenter pour atteindre son pic de 50,3 °C à 13h et diminue progressivement sous l'effet de la brise de mer qui s'établit vers 13 h, puis se renforce jusqu'à se dissiper vers 21h.

TABLE 7.2 – Analyse de l'UTCI et du vent simulé à 10 m au-dessus de la surface du 09 au 13 juillet 2019

Les points saillants des journées de la période simulée sont graphiquement présentés dans l'annexe H.

En guise de conclusion de nos propos, nous résumons dans les tableaux (table 7.3) (table 7.4). les créneaux que nous avons retenus afin de construire les cartes d'analyse de l'environnement urbain de Tunis relatives à l'UTCI, et non à travers une carte d'analyse spécifique au paramètre vent. Du fait de la temporalité de la thèse, nous avons fait le choix de qualifier la brise seulement à travers son effet sur l'UTCI.

	UTCI	Brise de la mer
9 juillet	13, 14, 15, 16 h	14, 15, 16, 17 h
10 juillet	11, 12, 13, 14 h	14, 15, 16, 17 h
11 juillet	11, 12, 13, 14 h	14, 15, 16, 17 h
12 juillet	12, 12, 14, 15 h	14, 15, 16, 17 h
13 juillet	12, 12, 14, 15 h	13, 14, 15, 16 h

TABLE 7.3 – Les créneaux retenus pour la construction des cartes relatives à l'UTCI

Le tableau (table 7.4) résume les créneaux retenus pour l'ICU :

ICU résultant de la journée du	Créneaux retenus
La nuit du 9 au 10 juillet	4, 5, 6 h
La nuit du 10 au 11 juillet	4, 5 h
La nuit du 11 au 12 juillet	3, 4, 5 h
La nuit du 11 au 13 juillet	2, 3, 4 h

TABLE 7.4 – Les créneaux retenus pour la construction de la carte relative à l'ICU

7.2 Construction et interprétation des cartes climatiques du Grand Tunis

Cette section du chapitre est consacrée à la construction d'un jeu réduit de cartes climatiques de l'agglomération tunisoise qui ont pour but de mettre en exergue un certain nombre de phénomènes et de zones à enjeux du point de vue de la gestion du stress thermique.

Les cartes climatiques

La carte climatique de l'environnement urbain (Urban Climate Map, UC-Map en anglais) est un outil cartographique qui permet de diagnostiquer les conditions microclimatiques de l'environnement urbain et d'en tirer des recommandations spatiales visant à améliorer le confort thermique des usagers (REN et al., 2012). L'UC-Map est constituée de deux composantes principales :

- La carte d'analyse du climat urbain (UC-AnMap) permet de diagnostiquer l'état physique de l'environnement climatique urbain en tenant compte de la topographie de la zone d'étude, de la morphologie urbaine, de l'occupation du sol et des données climatiques locales. La combinaison de ces données permet une étude spatialisée de leurs effets sur le confort thermique.
- La carte de recommandations (UC-ReMap) a pour objectif de proposer des pistes en mesure d'orienter les scénarios de planification et d'aménagement urbains en se basant sur l'analyse obtenue de l'UC-AnMap. En effet, les surfaces urbaines sont regroupées en zones homogènes pour lesquelles des recommandations sont formulées afin de mieux adapter ces zones aux contraintes climatiques auxquelles elles sont exposées. Tout l'enjeu consiste à penser la territorialisation des recommandations proposées. Cela nécessite une collaboration étroite avec les acteurs locaux de l'urbain afin de traduire efficacement les informations relatives au climat urbain et de les inscrire dans le projet du territoire ^a.

^a. Compte tenu des temporalités de la thèse, nous n'avons pas pu mener ce travail sur la carte de recommandation. Nous souhaitons le continuer dans le cadre de nos travaux post-doctoraux.

Certains choix, comme le créneau horaire représenté, s'appuient sur les résultats de l'analyse microclimatique faite précédemment. Nous utilisons pour la construction des cartes d'analyse une approche fréquentielle. L'objectif est d'obtenir, pour les différents créneaux retenus de l'UTCI, de la brise et de la T2M nocturne, une seule carte par paramètre. Il s'agit d'un traitement statistique permettant de retenir le niveau le plus fréquent par pixel.

Les niveaux de classification utilisés par variable sont les suivants :

- UTCI : Étant donné que les valeurs pour l'UTCI sont comprises dans les intervalles de niveaux de stress thermique modéré à extrême, et afin d'avoir une variabilité spatiale facilement identifiable, nous avons fait le choix de ne pas nous baser sur l'échelle de la norme produite dans le cadre d'une Action COST ayant des intervalles de classification assez larges. À l'instar des travaux faits dans le cas toulousain (Hidalgoet al., 202X), nous subdivisons les niveaux de stress thermiques de fort à très fort en trois catégories : bas, moyen et haut.
- Nous effectuons l'analyse de la brise à travers deux cartes de l'UTCI : une produite avant la brise et une autre pendant les créneaux où la brise est maximale, ce qui peut mettre en évidence son effet sur le niveau de stress thermique.
- L'ICU est issu de l'analyse de la température à 2 m nocturne.

Avant d'engager les analyses des différents phénomènes de manière territorialisée, nous présentons une carte de la topographie du Grand Tunis (fig. 7.12). Cette région occupe une plaine côtière basse, parsemée de collines. Les reliefs les plus élevés sont le Djebel Bougarnine au Sud-Est (507 m) et le Djebel Ammar au Nord-Ouest (325 m). Notons que notre domaine d'étude est plus large que l'emprise de cette carte.

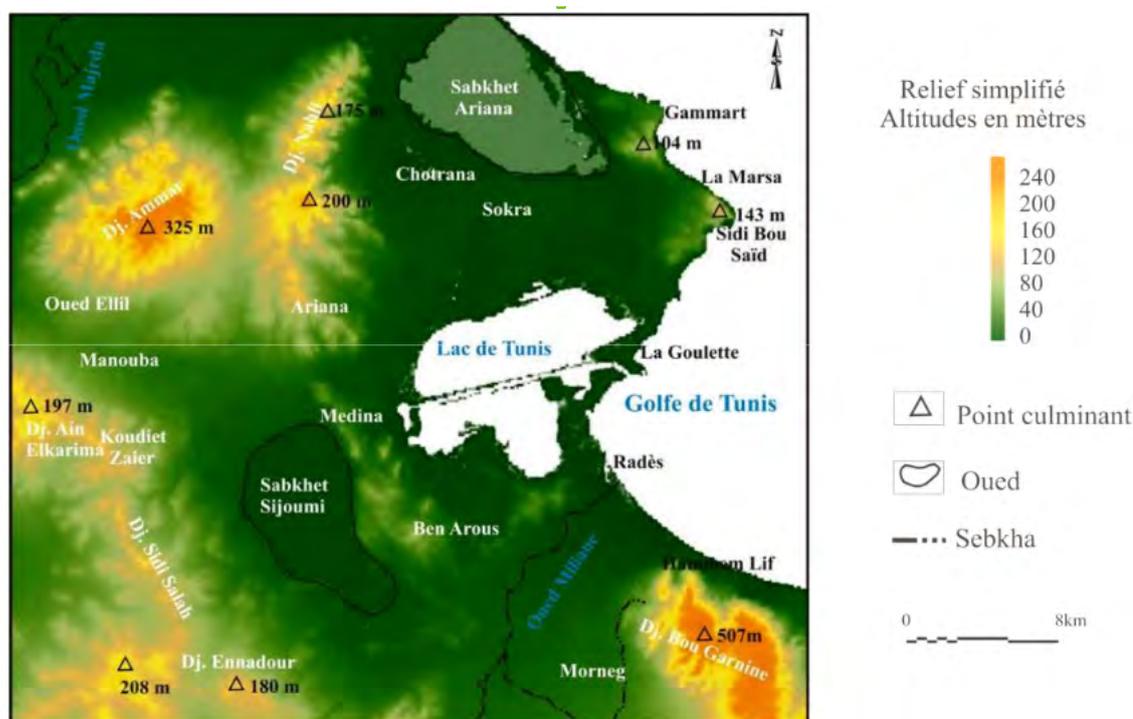


FIGURE 7.12 – Carte simplifiée de la topographie de Tunis (source : Charfi 2018)

7.2.1 Analyse du stress thermique diurne de l'agglomération tunisoise

En examinant la carte de l'UTCI maximal (fig. 7.13), nous remarquons que le stress thermique correspond à un niveau très fort haut jusqu'à extrême au nord de la sebkha de Sijoumi, notamment dans les communes du Bardo et dans celle de Ettadhamen. Ce niveau de chaleur est aussi identifié au sud-ouest de la sebkha de l'Ariana. Il s'agit d'une zone résidentielle à cheval entre la commune de la Soukra et celle de Raoued, où la densité du bâti est forte et le manque de végétation remarquable. Nous notons un niveau de stress thermique moins important pour les communes côtières où le niveau de l'UTCI varie entre très fort bas et modéré. Cet effet est encore plus visible au Sud de l'agglomération tunisoise (communes de Radés, Ezzahra et Bou Mhel) où la proximité avec la mer se conjugue avec l'effet de la végétation, assuré essentiellement par la forêt de Radés et le relief du Djebel Boukarnine. Au Nord-Ouest de la commune de l'Ariana, nous notons que le stress thermique correspond aussi à un niveau de forte chaleur (moyen) à forte chaleur (bas), montrant l'effet du parc Ennahli.

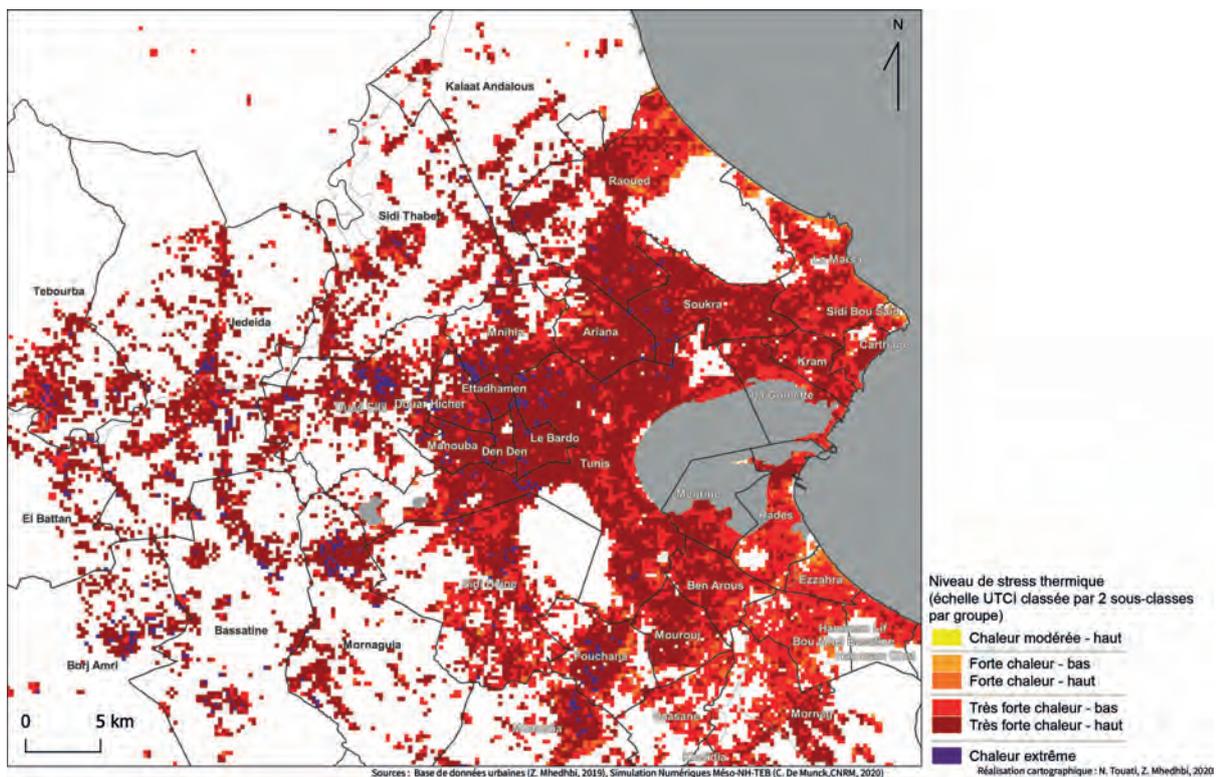


FIGURE 7.13 – Carte d'analyse de l'UTCI pour le Grand Tunis avant l'établissement de la brise

La figure (fig. 7.14) montre que les zones où le stress thermique est extrême peuvent correspondre à différentes situations :

- des zones résidentielles à très forte densité et très peu végétalisées ce qui ne permet pas de contrebalancer l'effet de stress thermique. On le note, par exemple, au Nord-Ouest de la région tunisoise au centre de la commune de Tebourba, dans le quartier dense d'Oued Elil et au quartier Ettadhamen. Notons ici que nous présentons l'UTCI au soleil. Dans des zones très denses où les rues sont à l'ombre, comme dans la médina, il fait relativement frais (la médina passe d'un UTCI au soleil correspondant à une très forte chaleur à un UTCI à l'ombre de forte chaleur).¹²
- des zones commerciales comme celle située au Nord de la région tunisoise (sud de la commune Kaalet Andalous).
- des zones industrielles comme celle de Fouchana au sud de la sebkha Sijoumi ou celle d'el Omran el Alaa située à proximité des zones résidentielles denses.

12. La carte de l'UTCI à l'ombre est présentée à l'Annexe I

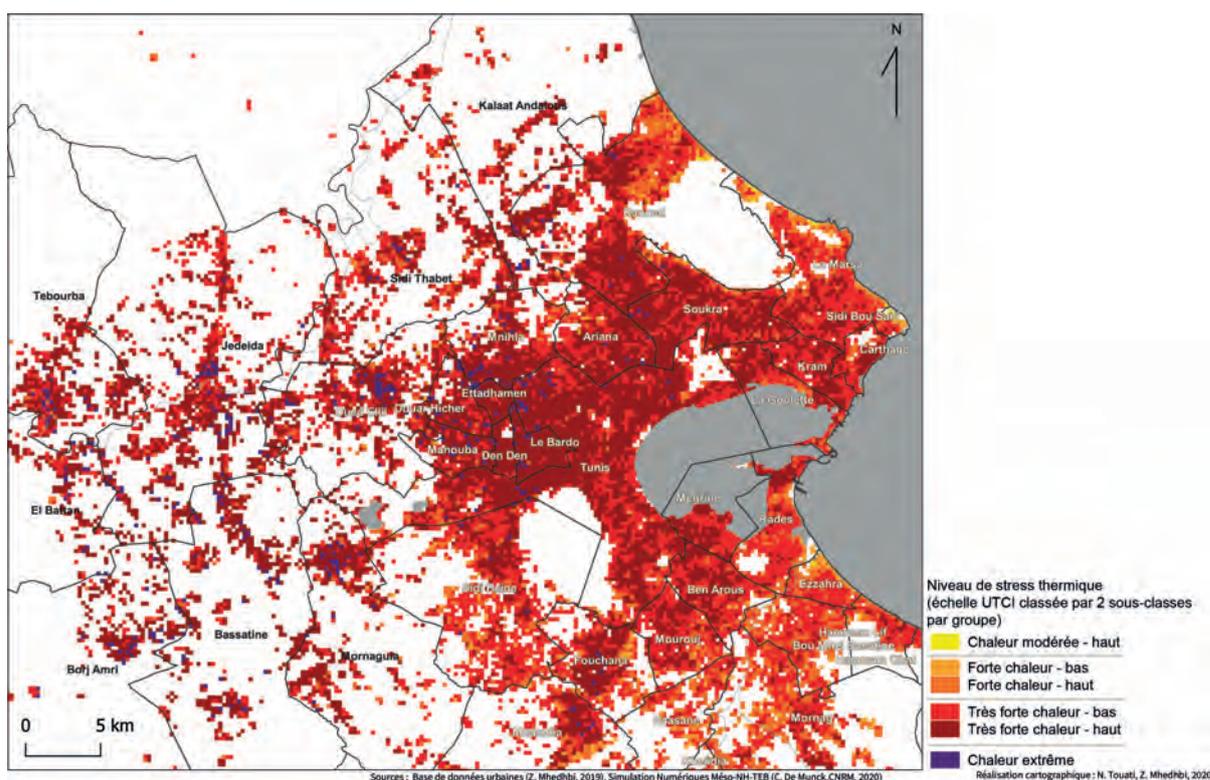


FIGURE 7.15 – Carte du niveau de stress thermique au moment où la brise est d’intensité maximale

Nous passons par la suite à une étape d’analyse complémentaire, à travers une carte schématique. Cette étape va au-delà de la carte d’analyse : elle soulève les enjeux saillants du territoire tunisois alors que la carte d’analyse l’interprète au regard du gradient d’exposition à un phénomène physique. L’objectif est de simplifier l’information et de passer d’une information par pixel à une information par zone.

Il s’agit donc d’une synthèse de la carte d’analyse, représentant le territoire tunisois à travers une représentation schématique des paramètres généraux du climat local à retenir en matière de stress thermique diurne (fig. 7.16).

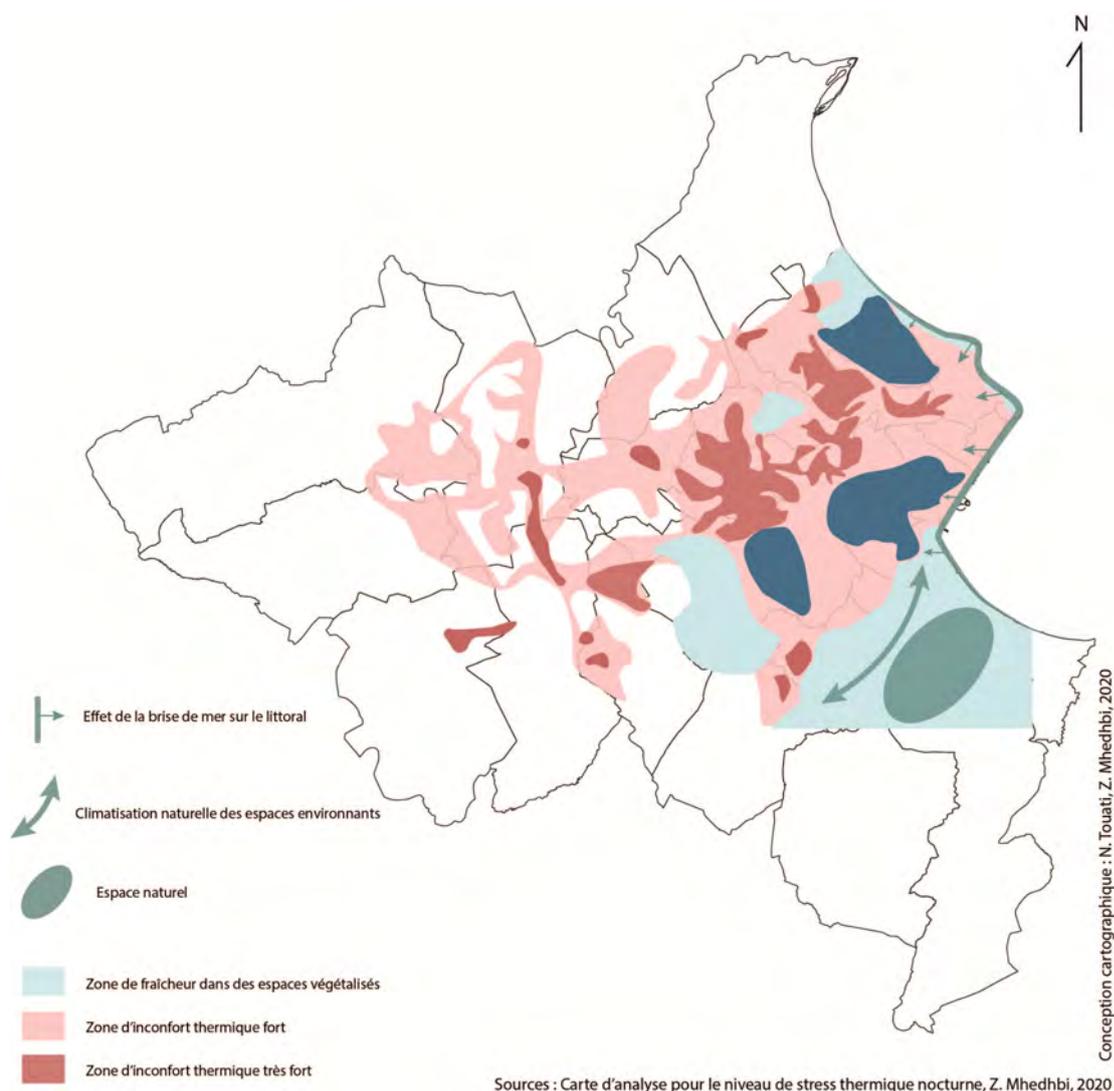


FIGURE 7.16 – Carte des zones à enjeux relatifs au niveau de stress thermique diurne

Sur ce croquis, nous pouvons voir en rose foncé les zones d'inconfort thermique très fort qui correspondent aux zones bâties denses et peu végétalisées dans les communes intérieures. Les communes côtières quant à elles, bénéficient de l'effet de la brise de mer. L'effet de la brise est ici schématisé avec des petites flèches provenant de la mer et pointant vers la terre. A l'image de l'urbanisation qui suit les grands axes routiers, les zones d'inconfort thermique fort s'étendent tout au long de ces artères.

La zone en rose clair correspond à ce que nous appelons des zones de basculement. Elles correspondent aux zones où le stress thermique peut facilement passer de fort à très fort, si le projet de territoire ne prend pas en considération la composante climatique et continue à s'étendre sans l'intégrer. Au Sud-Est de la région tunisoise, nous notons l'existence d'un espace naturel pouvant jouer le rôle de régulateur thermique ; il s'agit de la forêt de Radés et du djebel Bougarnine. Les zones en bleu clair correspondent à des zones non touchées, pour l'instant, par le stress thermique.

7.2.2 Analyse de l'îlot de chaleur urbain nocturne de l'agglomération tunisoise

Nous présentons ici la carte de l'îlot de chaleur urbain de la région tunisoise issue de l'analyse fréquentielle que nous avons menée :

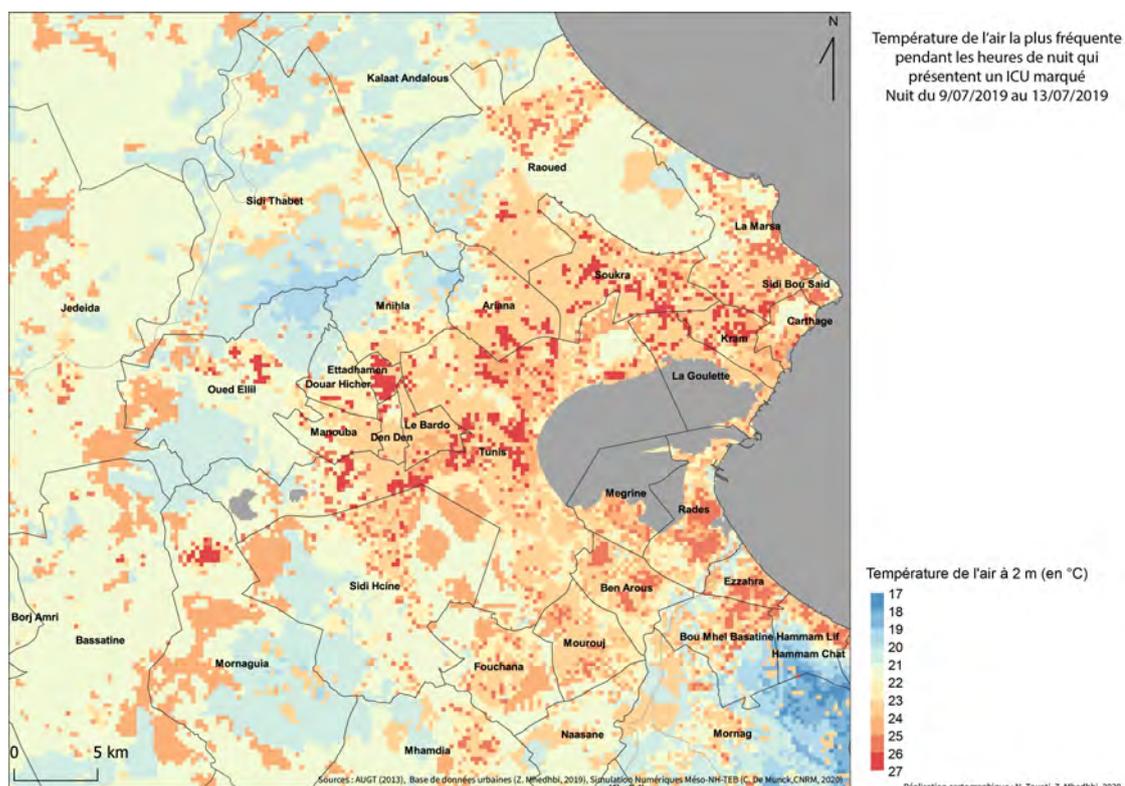


FIGURE 7.17 – Carte d'analyse de l'îlot de chaleur urbain à un degré d'intervalle

Nous remarquons que les températures les plus hautes sont essentiellement situées dans les quartiers très populaires et les quartiers informels (non réglementaires) de la région tunisoise, à l'instar d'Oued Ellil, Ettadhamen et Douar Hicher au Nord-Ouest. Au Nord-Est, les quartiers Ennasim de la commune de Soukra et celui de 10 décembre de la commune du Kram sont les plus marqués par l'îlot de chaleur urbain. Au Nord-Ouest de Sebkhia Sijoumi, nous notons aussi un signal urbain nocturne correspondant au quartier informel d'el Agba (fig. 7.18).



FIGURE 7.18 – Les quartiers informels de Tunis

Le tissu urbain des quartiers informels se présente généralement sous forme de quartiers agglomérés caractérisés par des logements mitoyens et l'existence de quelques commerces informels créés par les habitants. Selon les experts de l'AUGT¹³, il s'agit de la forme d'urbanisation informelle la plus fréquente. Nous pouvons signaler ensuite l'habitat informel qui s'est développé autour des grands axes routiers structurants afin de rechercher une meilleure desserte.

Nous distinguons sur la carte de la température de l'air à 2 m (fig. 7.19), un gradient de température entre 23 et 25 °C qui suit des formes allongées. Ce gradient de température représente les constructions informelles qui se sont construites progressivement tout au long des routes. La dernière typologie des quartiers non réglementaires est présente sous forme d'un bâti dispersé sur des terres agricoles. Il s'agit de constructions non agglomérées

13. Discussion avec des agents de l'AUGT autour des quartiers informels du Grand Tunis

qui s'étalent sur les plaines Nord comme à Raoued par exemple, et au Sud comme à Mornag. Ces constructions sont identifiables sur la carte de la température à 2 m (fig. 7.19) avec des pixels isolés ou regroupés en nombre très réduit.

Nous avons donc produit, dans un premier temps, une classification basée sur un degré d'intervalle constant, avec des couleurs allant du bleu au rouge (à l'instar des climatologues), pour montrer le gradient d'exposition à la température (fig. 7.17). Nous avons retravaillé par la suite cette carte afin de passer à une représentation cartographique en 3 classes (fig. 7.19). Nous avons choisi de faire apparaître l'intervalle étroit de 23 et 25 °C pour identifier les zones de basculement correspondant à la température caractéristique d'une nuit tropicale chaude (WEI & SUN, 2007).

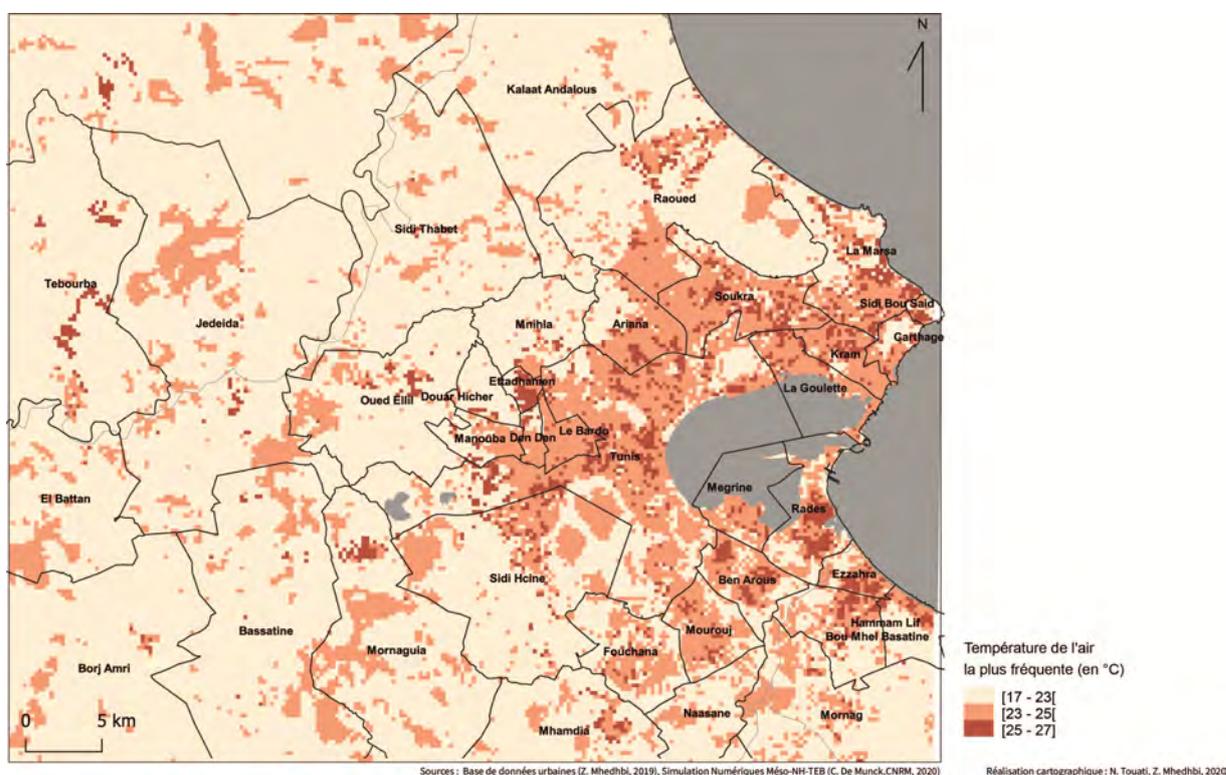


FIGURE 7.19 – Carte d'analyse de l'îlot de chaleur urbain

À partir de cette carte d'analyse en 3 classes, nous avons proposé une carte schématique qui présente les zones à enjeux pour le territoire tunisois par rapport au phénomène d'îlot de chaleur urbain. Pour pouvoir créer le schéma croquis qui lui correspondait, nous avons essayé d'expliquer le gradient de température par des caractéristiques d'occupation de sol (fig. 7.20).

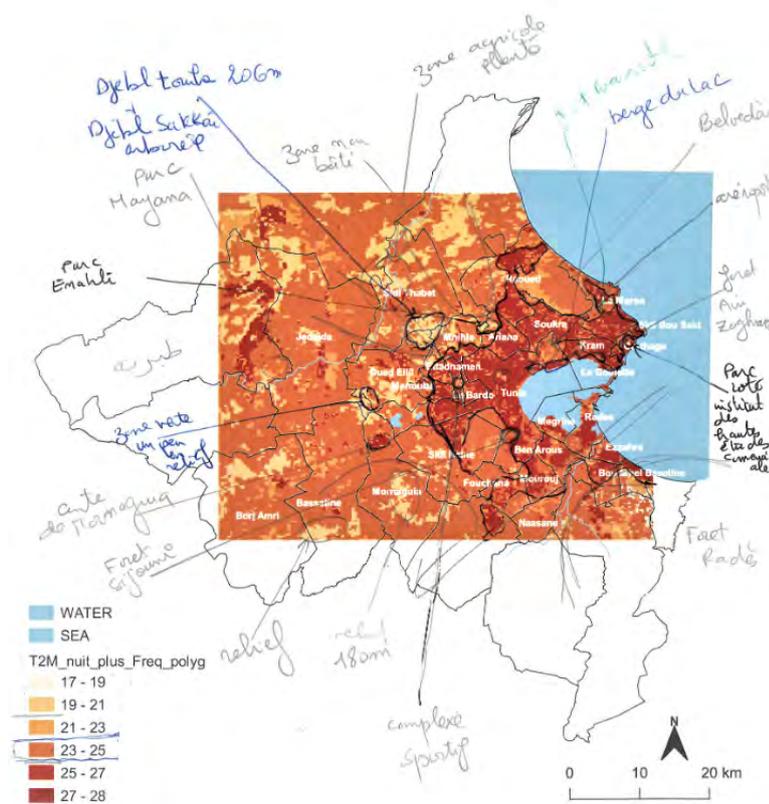


FIGURE 7.20 – Travail d'identification de correspondance entre le gradient de température et le type d'occupation

Nous notons que les zones qui sont relativement fraîches correspondent à des parcs urbains comme celui du Belvédère, le parc Ennahli ou les forêts urbaines comme celle de Radés ou celle de Sijoumi. Ces zones moins chaudes que celles bâties peuvent correspondre aussi à des zones de relief comme Djebel Ammar au nord-ouest ou Djebel Bougarnin au Sud-Est. À partir de ces analyses croisant la température à 2 m et la nature de l'occupation de sol, nous sommes parvenus à proposer une carte à enjeux pour l'îlot de chaleur urbain.

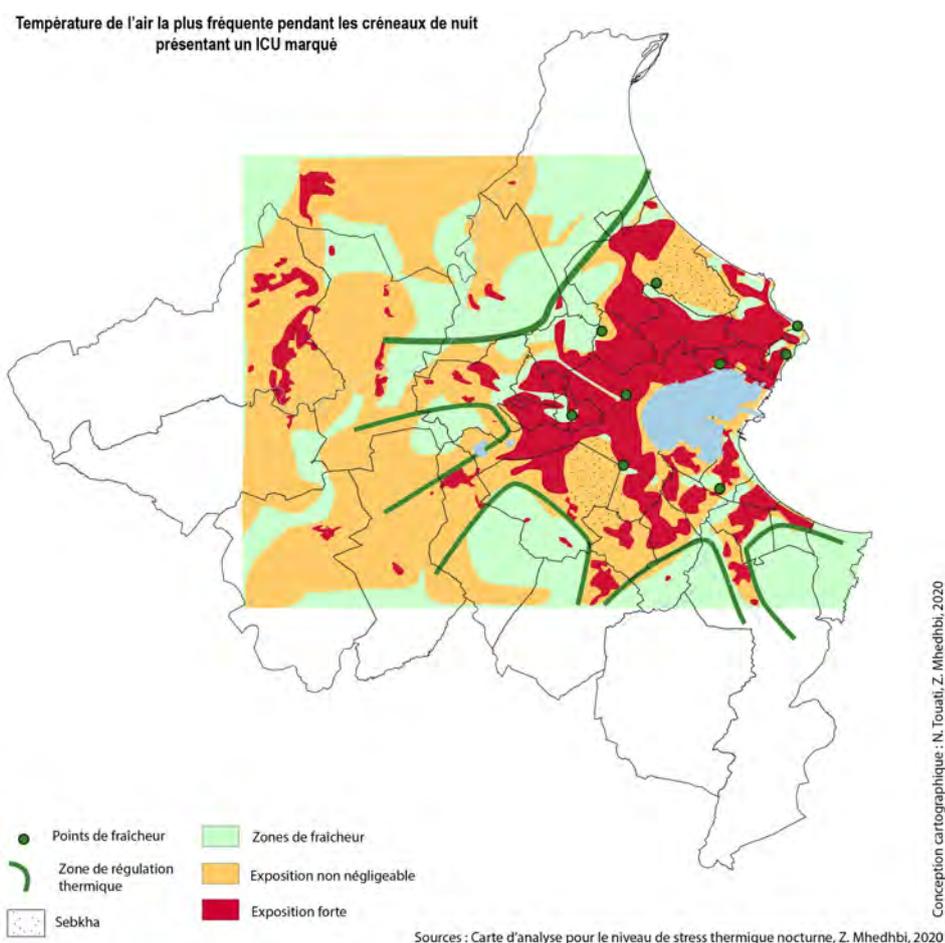


FIGURE 7.21 – Carte des zones à enjeux relatives à l’îlot de chaleur urbain nocturne

Sur ce croquis, nous pouvons voir en rouge les zones à fortes expositions, qui correspondent aux milieux fortement urbanisés. Les zones que nous avons schématisées en jaune orange sont des zones à exposition non négligeable. Elles peuvent facilement basculer en exposition forte si le projet de territoire ne prend pas en compte l’effet de l’îlot de chaleur urbain comme une composante à considérer dans la fabrique urbaine du Grand Tunis. Les points de fraîcheur correspondent aux parcs urbains et aux forêts urbaines qui jouent un rôle d’îlot de fraîcheur. Nous avons mis l’accent également dans ce croquis sur le rôle des zones de régulation thermique qui correspondent à des zones en reliefs.

7.3 Conclusion

Ce chapitre a pour intérêt de permettre une première visualisation des données urbaines microclimatiques élaborées sur le territoire tunisois. Il offre des sorties de modèles et des cartes d'analyse selon les trois phénomènes caractérisant le microclimat du Grand Tunis : le niveau de stress thermique diurne, la brise de mer et l'îlot de chaleur urbain nocturne. Compte tenu des temporalités de la thèse, nous avons fait le choix de reporter le travail sur la carte d'analyse du vent dans le cadre d'une valorisation post-doctorale¹⁴. En revanche, nous avons pu analyser la brise de mer à travers les deux cartes de l'UTCI (avant et pendant la brise) qui mettent en évidence son effet sur le niveau de stress thermique. Bien que l'analyse ne soit pas exhaustive, et appelle de plus amples observations, nous avons toutefois esquissé de premiers enseignements pour le territoire tunisois. Nous retenons d'abord que les communes côtières sont les moins touchées par la chaleur diurne et nocturne. Nous remarquons ensuite que les quartiers les plus touchés sont les quartiers très populaires et informels comme Ettahdamen et Oued Lil au Nord Ouest de la région tunisoise, le quartier informel d'el Agba au nord ouest de la sebkha sijoumi ou les quartiers populaires des banlieues nord comme celui de Nassim à Soukra et 10 décembre au Kram. Nous avons pu par la suite passer de ces cartes d'analyse qui sont généralement interprétées au regard du gradient d'exposition aux cartes à zones à enjeux qui permettent de soulever les enjeux saillantes du territoire. Cette étape peut permettre une meilleure communication avec les urbanistes. Ces cartes d'analyse ont été partagées avec les membres de l'AUGT en décembre 2020 qui ont fait part de leur souhait de poursuivre sur l'élaboration de cartes à zones à enjeux, en croisant nos expertises, afin de développer des recommandations permettant d'améliorer le confort thermique dans les quartiers les plus touchés de la région tunisoise¹⁵. Ce projet pourrait également permettre de renforcer une collaboration essentielle avec l'université de Sfax ou plusieurs chercheurs qui ont joué un rôle historique dans les études climatiques urbaines à Tunis.

Le caractère récent des résultats des cartes d'analyse éclaire également un autre aspect sur la prise en compte de l'adaptation au changement climatique sur le territoire tunisois. Il a montré les limites de la carte climatique comme outil de transfert pour le Grand Tunis durant le temps de la thèse. Nous en évaluerons les caractéristiques en nous appuyant sur le registre de conception développé par la sociologie des sciences et de la traduction.

14. Et de l'opportunité qui se présente à nous de valoriser ce travail par un article à paraître en 2021 dans la revue européenne *Cybergéo*. Il s'agit d'une publication qui aura lieu dans le cadre d'un numéro thématique de climatologie urbaine appliquée, intitulé « Applied urban climate research for territorial planning purpose » et coordonné par Julia Hidalgo, Lutz Katschner et Sebastian Kupski.

15. Cette étape de travail avec les acteurs n'était pas possible compte tenu la temporalité de ce travail de thèse.

Les cartes climatiques entre registre de conception et registre d'usage

Dans le contexte actuel de mondialisation et de circulation de l'information, les acteurs urbains se préoccupent de ce qui se fait ailleurs et cherchent à s'en inspirer pour résoudre certains problèmes locaux. Ce souci de prendre appui sur « l'expérience des autres » (ARAB, 2007) génère une circulation internationale des modèles urbains qui s'accompagne de traductions et d'appropriations locales (BOURDIN & JOËL, 2016). Cette circulation d'idées, de projets, de démarches ou dispositifs, etc. souvent désignés de « bonnes pratiques », participe au renouvellement des pratiques urbanistiques (BOURDIN & JOËL, 2016). Dans le même temps, par effet de mimétisme, cette circulation est susceptible de participer à l'homogénéisation des manières de faire et à l'effacement des singularités des productions urbaines. Les modèles peuvent cristalliser, en effet, une lecture des problèmes avec des solutions putatives et établir des relations causales suscitant des réponses favorisées (PECK & THEODORE, 2010). L'analyse des modalités de production et de circulation des modèles urbains entre lieux producteurs et lieux récepteurs révèle que ces processus sont loin d'être neutres, notamment au regard des rapports de force qui peuvent se nouer entre protagonistes et des effets produits sur les systèmes de gouvernance locaux (PEYROUX & SANJUAN, 2016). Cette circulation des modèles urbains implique, par exemple, la présence des grandes institutions internationales et des firmes multinationales qui peuvent influencer les jeux d'acteurs locaux. L'enjeu émergent de l'adaptation des villes au changement climatique est un champ qui se prête bien à la circulation des modèles urbains du fait de son caractère émergent.

Dans un contexte d'échange et de circulation des savoirs en matière de relation entre ville et climat, et face au problème du réchauffement climatique, plusieurs villes ont opté pour la construction de cartes climatiques à l'instar de Tokyo, Hong-Kong, Berlin ou encore Arhem aux Pays-Bas. Ces expériences de construction de cartes climatiques dans des contextes urbains très contrastés semblent témoigner en faveur de la malléabilité et de l'adaptabilité de ce dispositif qui peut ainsi circuler entre différents contextes locaux moyennant des ajustements.

Nous partons de l’idée que le processus de construction d’une carte climatique pour un territoire urbain correspond à un processus d’innovation tel qu’il est défini par les sociologues de la traduction¹ (GAGLIO, 2011 ; LATOUR et al., 2006). En effet, la construction de la carte climatique, comme tout processus d’innovation, est complexe et non linéaire. Elle repose sur une action collective. Elle mobilise ainsi différents acteurs humains (chercheurs et acteurs de l’urbanisme) et non humains (données, cartes, etc.) aux rationalités variées et parfois antagoniques. Nous proposons dans ce chapitre de faire un retour réflexif sur les cartes climatiques que nous avons produites à Tunis en tant que dispositif innovant de l’intégration de l’adaptation dans la planification urbaine. Dans un premier temps, nous analyserons brièvement la circulation de l’objet carte climatique, en tant que produit scientifique, en nous attachant à identifier ses principaux concepteurs, ses foyers d’innovation et les différentes formes qu’il a pu prendre dans diverses villes. Ces outils cartographiques sont chargés d’une certaine image² que les concepteurs, généralement issus de la sphère académique, se font des futurs usagers. À cet égard, nous visons à décrypter cette image afin d’accéder au script des cartes climatiques en mobilisant, outre l’observation participante réalisée à Tunis, une large littérature scientifique produite à travers le monde autour de ces outils³. Dans un deuxième temps, en mobilisant plus particulièrement l’expérience toulousaine, nous montrons que la carte climatique joue un rôle d’objet intermédiaire entre la sphère académique et celle de l’action publique afin de faire émerger la problématique d’adaptation dans la planification urbaine. Enfin, nous développons le rôle que cet outil a joué à Tunis et la manière dont nous l’avons mobilisé pour associer les différents acteurs autour de l’adaptation au changement climatique (ACC).

8.1 La carte climatique comme produit scientifique partial et circulant

8.1.1 Une expertise portée par des réseaux internationaux de chercheurs en climatologie

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. Il s’agit d’un outil stratégique d’information et d’évaluation sur les conditions micro-climatiques. C’est le chercheur allemand Knoch (KNOCH, 1951) qui a d’abord pro-

1. Introduction de la partie 3

2. Nous optons ici pour l’usage de « image » au lieu de « représentations » étant donné que nos analyses ne se basent pas sur une enquête qui permet d’analyser les représentations sociales mais sur une analyse de la littérature scientifique en la question.

3. La littérature scientifique produite autour des cartes climatiques ne montre souvent que les aspects technique de leur construction. Nous n’avons pas identifié de productions scientifiques analysant le processus de sa construction sociale.

posé un système de cartographie du climat à des fins de planification. Il a suggéré une série de cartes climatiques à différentes échelles dont la finalité est d'être intégrées dans le système de planification local. Depuis les années 1970, plusieurs villes de l'Allemagne de l'Ouest (Stuttgart, Francfort, etc.) se sont lancées dans la production de telles cartes pour la planification (LUTTIG, 1978). Ainsi, la première carte climatique a été conçue par des chercheurs allemands dans les années 1970 pour la ville de Stuttgart. Baptisée « Synthetic Climate Function Map » (BAUMÜLLER et al., 1992), elle était soutenue par une forte volonté politique d'adopter des stratégies de planification urbaine prenant en compte la composante environnementale (HEBBERT & MACKILLOP, 2013). A partir des années 90, ce type d'outils s'est largement diffusé en Allemagne et aujourd'hui, plusieurs villes ont développé leurs propres cartes climatiques : Berlin, Francfort, Stuttgart et Fribourg (NG & REN, 2015).

On repère une première circulation, à partir du milieu des années 90 vers les villes japonaises avec l'aide des chercheurs allemands. Le Japon est depuis l'un des pays les plus concernés par le développement de ces outils. En effet, les grandes métropoles Japonaises telles que Osaka, Kobe, Yokohama, Sendai, Fukuoka et d'autres ont mené des études sur les cartes climatiques de l'environnement urbain (Moriyama et Takebayashi, 1998 ; Yoda et Katayama, 1998 ; Moriyama et Takeaashi, 1999 ; Murakami et Sakamoto, 2005). Le Japon était le premier pays à lancer ces études sur les cartes climatiques en Asie (NG & REN, 2015). Au cours de ces dernières années, des cartes climatiques de l'environnement urbain (TANAKA et al., 2009) ont été élaborées pour plusieurs villes japonaises (Kobe, Osaka, Yokohama et Sakai). L'influence des travaux des chercheurs allemands sur ceux des chercheurs japonais est attestée par une terminologie qui a été développée dans le cas allemand dans un article intitulé « Climate analysis for Urban Planning in Kobe » les chercheurs japonais Masakazu Moriyama et Hideki Takebayashi citent le cas allemand comme référence de leur étude et utilise le mot allemand Klimatope pour désigner la carte d'analyse⁴ comme « klimatope map ».

Outre les villes japonaises, en Asie, c'est une équipe de recherche de l'université chinoise de Hong Kong qui a travaillé sur la création des cartes climatiques de Hong-Kong en 2006, pour la première fois pour les villes de haute densité, dans le cadre du projet « Urban Climatic Map and Standards for Wind Environment – Feasibility Study ». Dès lors, Hong-Kong a joué le rôle d'un foyer d'innovation. En effet, l'équipe de recherche Hong-Kongaise a assuré la circulation de la carte climatique vers les villes de nombreuses villes asiatiques comme celle de Kaohsiung au Taiwan (REN et al., 2012).

4. Chapitre 7

À Lisbonne, le projet, intitulé « Prescription of Climatic Principles in Urban Planning : Application to Lisbon » était porté par le Centre des études géographiques de l’Université de Lisbonne. Après avoir identifié les principales problématiques climatiques de la ville de Lisbonne et fait une étude prospective sur les changements qui résulteraient du processus d’urbanisation, les chercheurs ont pu proposer aux professionnels de l’urbanisme des recommandations afin de réduire les impacts négatifs du CC sur la ville.

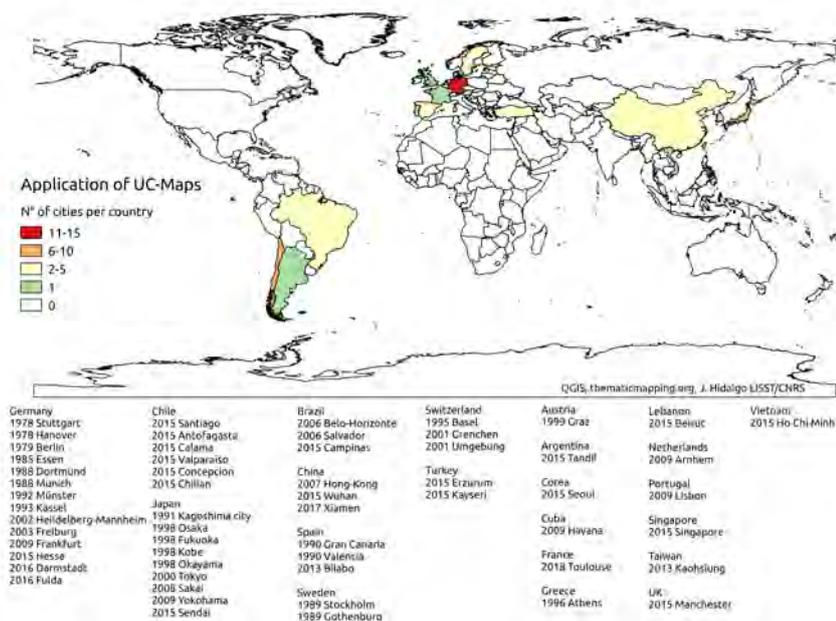


FIGURE 8.1 – Circulation de la carte climatique dans le monde (source : Julia Hidalgo)

En ce qui concerne les thématiques traitées, le contexte géographique de la ville et les priorités des acteurs orientent a priori le plus fortement la construction des cartes climatiques. À titre d’exemple, en Allemagne, les cartes climatiques prennent en considération davantage qu’ailleurs la capacité de ventilation de l’espace urbain, du fait que dans ce pays la problématique de la qualité de l’air reste prioritaire par rapport à la question du stress thermique. En effet, il s’agit de l’entrée thématique historique qui a mené les collectivités à s’intéresser au microclimat urbain étant donné que les villes allemandes sont très industrialisées.

À Hong Kong, en plus de la question de ventilation urbaine, la carte climatique prête particulièrement attention au confort thermique estival en raison des caractéristiques topographiques et surtout de la morphologie urbaine dans cette région.

À Arnhem, aux Pays-Bas, bien que le confort d’été ne soit pas encore un problème majeur de santé publique, la ville anticipe et s’appuie sur la carte climatique pour réfléchir à la vulnérabilité des personnes âgées, tant à l’intérieur qu’à l’extérieur des bâtiments (NG & REN, 2015).

En résumé, à l'international, la carte climatique a émergé au niveau de différents territoires en étant portée, de manière générale, par des chercheurs. Il s'agit d'une diffusion spatiale de cette innovation dans les réseaux scientifiques. En effet, progressivement, des collaborations se sont tissées au sein des ces différents milieux scientifiques et ont constitué le principal levier d'émergence des cartes climatiques dans différentes villes du monde⁵. Ce portage par les chercheurs peut conférer aux cartes climatiques le statut de produit scientifique, qui fait l'objet d'un grand nombre de publications scientifiques (NG & REN, 2015). A ce stade, la carte climatique trouve du succès dans les principales communications dirigées vers les pairs à travers les articles dans des revues expertisées, chapitres de livres, livres, interventions dans des colloques scientifiques.

8.1.2 La carte climatique : un outil à l'image de ses concepteurs

Au-delà de sa valeur reconnue par les climatologues, comme production scientifique permettant de diagnostiquer les caractéristiques microclimatiques d'un territoire, la carte climatique est un objet qui reflète avant tout certaines caractéristiques de ses concepteurs. Comme pour tout objet technique, la formation et le domaine d'expertise des chercheurs-concepteurs déterminent largement le contenu des cartes climatiques. Leurs ancrages disciplinaires, leurs habitudes de travail et leurs réseaux de collaboration influencent, en effet, les aléas sur lesquelles la carte focalise et son approche de conception. C'est en ce sens que Dominique Vinck dans son article intitulé « de l'objet intermédiaire à l'objet frontière » explique que l'objet technique «représente ceux qui l'ont conçu. Il matérialise leurs intentions, leurs habitudes de travail ou de pensée, leurs rapports et leurs interactions, leurs perspectives et les compromis qu'ils ont établis.» (VINCK, 2009, p. 56).

Parmi les cartes climatiques actuellement disponibles, on distingue deux approches différentes en matière de conception dont le choix est modulé, essentiellement, par le domaine d'expertise du chercheur-concepteur. La première approche s'appuie sur des données urbaines (données d'occupation de sol et de morphologie urbaines) afin de projeter les potentiels impacts de la surface urbaine sur son atmosphère proche. Cette approche est investie par des chercheurs non modélisateurs comme ceux qui opèrent au sein des équipes allemandes, japonaises ou hongkongaise (NG & REN, 2015). Pour ce qui est du cas hongkongais, du fait de leurs formations d'architectes, les chercheurs appréhendent les questions climatiques par la nature de la surface urbaine plutôt que par la modélisation. Leur approche est basée sur la classification de la surface urbaine par différentes

5. S'il n'est pas aisé -compte tenu des temporalités de la thèse- de creuser ces aspects de circulation de savoir en mobilisant les cadres théoriques de la sociologie des sciences et ceux de réseaux sociaux, nous comptons investir ces aspects dans des recherches post-doctorale, en menant une enquête auprès des différents chercheurs qui ont travaillé sur les cartes climatiques à travers le monde.

méthodes en tenant compte de la topographie de la zone d’étude, de la morphologie urbaine, de l’occupation du sol combinées avec une seule donnée climatique, un indicateur de stress thermique. La combinaison de ces données permet une étude spatialisée de leurs effets sur le confort thermique, à travers une classification de l’espace urbain en différents climatopes⁶. Cette approche fait ainsi l’hypothèse que les conditions microclimatiques sont entièrement pilotées par la surface. Compte tenu de la complexité des situations météorologiques, et de l’intervention d’autres phénomènes dans les conditions microclimatiques (les brises, l’advection, etc.), les chercheurs non-modélisateurs qui ont adopté cette approche étaient donc contraints de considérer des situations météorologiques simplifiées en dessus de la ville. Ces hypothèses montrent les limites de cette approche et mettent en lumière les techniques permettant de contourner la complexité des données climatiques. Dès lors, le processus de construction de la carte climatique nous renseigne sur le système de contraintes auquel font face ces concepteurs et des hypothèses de travail qu’ils ont posées. La deuxième approche en matière de conception des cartes climatiques part du même principe de prendre appui sur les caractéristiques de la surface urbaine, mais prend en compte aussi les différents paramètres météorologiques (vent, brise marine, etc.). C’est une approche qui combine l’utilisation des données décrivant la surface urbaine, les données géographiques et de celles climatiques pour effectuer des simulations atmosphériques. Ces simulations permettent d’avoir une connaissance de l’évolution spatiale et temporelle des phénomènes climatiques choisis et des quartiers les plus concernés. La démarche consiste à partir des données atmosphériques à repérer des zones à enjeux, comme les îlots de fraîcheur en journée, les îlots de chaleur sur certaines zones, ou encore des zones ventées, etc.

Dans le cas de Toulouse, contrairement à l’approche conventionnelle utilisant une seule condition météorologique (NG & REN, 2015), les chercheurs ont examiné différentes situations météorologiques estivales typiques et extrêmes pour la région⁷. C’est donc à travers un ensemble de simulations numériques que les chercheurs ont pu fournir des données sur le climat pour l’agglomération toulousaine. La carte de Toulouse se focalise, sur une problématique de stress thermique, tant diurne que nocturne avec la spécificité d’opter pour une analyse par type de temps qui permet de mieux appréhender la notion de climat local (HIDALGO & JOUGLA, 2018). Elle permet d’apporter de l’information supplémentaire en discriminant les situations plutôt ventées, chaudes, pluvieuses, anticycloniques froides d’hiver, etc. et leur probabilité de se produire. L’adoption d’une approche par

6. Un climatope correspond à des zones homogènes ayant des caractéristiques bien déterminées : climatope forestier, climatope aquatique, climatope commercial (en se référant au type de bâtiments existant dans la zone), etc.

7. Des données météorologiques horaires simulées, y compris les températures de l’air et du rayonnement, à 2 m au-dessus du sol et une résolution horizontale de 250 m du modèle MesoNH-SURFEX sont utilisées pour l’analyse climatique.

l'atmosphère dans le cas toulousain peut être expliquée par le fait que l'étape de conception était essentiellement pilotée par des chercheurs en climatologie urbaine bien que des nombreuses réunions ont eu lieu avec des chercheurs en urbanisme et aménagement mais aussi avec les praticiens pour préparer cette phase de conception.

Cependant, la construction des cartes climatiques a aussi des limites. Ces cartes, à travers le monde, mobilisent essentiellement des informations relatives à l'occupation du sol et à la morphologie urbaine, ainsi que des données climatiques. Cependant, elles intègrent rarement les caractéristiques démographiques et socio-économiques du territoire urbain, lesquelles ont pourtant une influence considérable sur les comportements et les activités humaines, notamment en matière de consommation d'énergie et de rejets anthropiques de chaleur, et sur la vulnérabilité du territoire. Nous pouvons cependant nuancer ce propos dans la mesure où, dans le cadre du projet MAPUCE à Toulouse, les chercheurs ont intégré dans la modélisation permettant de produire les cartes climatiques, des indicateurs relatifs à la consommation énergétique.

Nous avons pu ainsi relever à ce stade que la carte climatique, les thématiques qu'elle présente et la méthodologie adoptée lors de sa conception témoignent de la formation des chercheurs concepteurs de leurs habitudes de travail et de leurs hypothèses.

Au-delà de ce que la carte climatique révèle de ses concepteurs, représenter le climat sous forme de carte n'est pas neutre dans la mesure où cette représentation vise à un traitement différencié de l'espace selon son exposition à l'aléa étudié. Par la suite, ce traitement différencié peut influencer les inégalités socio-spatiales dès lors qu'on privilégie, en termes d'action, d'adapter les zones les plus exposées et négliger celles les plus vulnérables économiquement et socialement compte tenu qu'elles sont moins touchées par l'aléa. Ainsi que le souligne Pierre Lascoumes dans son article « Gouverner par les cartes » (LASCOURMES, 2007), toute carte est sous-tendue par un projet de connaissance, souvent pragmatique, mais également idéologique. La carte est à la fois une forme de savoir et de pouvoir, comme l'analyse Christian Jacob dans son ouvrage intitulé « l'Empire des cartes » (JACOB, 1992). Le pouvoir des cartes climatiques consiste dans leur potentielle capacité d'orienter les projets d'aménagement pour une meilleure prise en compte du climat dans les pratiques urbaines.

Or les mesures d'adaptation, qui peuvent être recommandées par la carte climatique, quelque soit l'approche de sa conception, sont rarement précédées par une analyse de la vulnérabilité territoriale. Ainsi que le montre les études regroupées dans l'ouvrage fondateur intitulé « The Urban Climatic Map for sustainable urban planning », les concepteurs des cartes ont, du fait de leurs formations, tendance à moins prêter attention à la dimen-

sion « vulnérabilité » et restent centrés dans leurs analyses sur les aspects liés à l’aléa (NG & REN, 2015). Ainsi, l’approche par la vulnérabilité n’est pas intégrée dans la conception même de la carte ; elle est souvent prise en compte à l’aval. Une fois la carte produite, elle est croisée avec des données démographiques, socio-économiques ou urbanistiques pour mettre en évidence des gradients d’exposition en fonction de certaines catégories de population, d’espace, etc.

La prise en compte de la vulnérabilité lors de la conception de la carte climatique est importante dans la mesure où la vulnérabilité sociale peut être entendue comme une condition préexistante pour un quartier ou une ville, relevant de facteurs uniquement d’origine socio-économique ou politique, et non pas biophysiques (ADGER et al., 2009). La construction des cartes climatiques pourrait donc être fortement améliorée en intégrant de manière systématique et dès l’amont du processus de conception des analyses du territoire sous le prisme de la vulnérabilité.

8.1.3 La vision que communiquent les cartes climatiques de leurs potentiels utilisateurs

Outre les informations que l’objet communique sur ses concepteurs, il communique aussi un scénario que ces derniers projettent à travers sa construction, et qui témoigne des représentations qu’ils se font de « l’utilisateur projet » et de son environnement. En effet, selon Madeleine Akrich, « par la définition des caractéristiques de son objet, le concepteur avance un certain nombre d’hypothèses sur les éléments qui composent le monde dans lequel l’objet est destiné à s’insérer. » (AKRICH, 2006a, p. 163). Des efforts techniques sont fournis par les chercheurs concepteurs pour adapter la carte climatique aux spécificités physiques et souvent réglementaires de chaque territoire urbain étudié. Cependant, cet outil assez sophistiqué reste difficilement accessible pour les acteurs. Il suppose que les professionnels de l’urbanisme des villes en question disposent de suffisamment de connaissances en matière de climat urbain qui leur permettent de s’en saisir.

Dans un article intitulé « The use of climate knowledge in urban planning », Ingegard Eliasson a montré par le biais d’une enquête par questionnaires et entretiens semi-directifs auprès des urbanistes de trois villes suédoises que ces derniers font face à un grand problème de manque d’expertise en climatologie urbaine (ELIASSON, 2000). Les résultats d’enquête de cette étude ont montré que le niveau d’expertise variait d’un agent à l’autre et peu d’entre eux étaient conscients de l’importance de certains phénomènes climatiques comme l’îlot de chaleur ou les turbulences par exemple. Les enquêtés estiment disposer de légères connaissances sur le climat urbain à travers quelques notions vues à université ou lors de séminaires organisés par leurs bureaux, ou acquises par des recherches personnelles.

Mais aucun d'entre eux n'a suivi une formation en climatologie urbaine lui permettant de conjuguer le climat avec ses pratiques urbanistiques. Leurs connaissances en matière de climat sont essentiellement de nature sensibles et sont issues de leur pratique de l'espace de leurs villes. Cette étude sur les villes suédoises montre qu'analyser l'environnement d'usage avant de se lancer dans la production des connaissances destinées à l'action, peut faciliter le processus d'appropriation par les utilisateurs.

Dans la majorité des articles portant sur les cartes climatiques, les chercheurs concepteurs estiment qu'en produisant des données climatiques spatialisées, ils lèvent le principal verrou à la prise en compte des questions climatiques dans les pratiques urbaines. Ils partent du principe selon lequel leur produit intéresse forcément les acteurs, et que ces derniers sont désireux de collaborer avec eux du seul fait que leurs connaissances sont aisément traduisibles sous forme cartographique (NG & REN, 2015). Cette représentation de l'environnement dans lequel l'objet cartographique est appelé à s'insérer sous-entend que les planificateurs disposent des ressources nécessaires, non seulement en termes de compétences, mais aussi de ressources humaines, financières, organisationnelles, et de suffisamment de temps pour travailler à l'intégration du problème climat dans les pratiques urbaines. Cela suppose aussi que les acteurs utilisateurs posent cette question comme une priorité dans la construction de leurs projets de territoire et ont l'objectif affiché et la motivation d'entreprendre ce chantier. Ainsi, la carte climatique à travers sa conception suppose que les futurs usagers disposent des ressources adéquates pour s'en saisir. Pour notre terrain d'étude, nous essayons, par le présent paragraphe, d'identifier l'écart qui existe entre ce qui est prescrit dans la carte climatique, comme outil qui a fait ses preuves dans d'autres villes du monde dans l'intégration des problématiques climatiques dans le champ de l'urbanisme⁸, et la réalité des acteurs de l'urbanisme du Grand Tunis, le potentiel utilisateur réel.

En effet, pour la présente recherche sur le Grand Tunis, nous avons fait le choix de travailler sur l'aléa vague de chaleur aggravé par l'îlot de chaleur urbain. Cela revient d'une part à nos domaines d'expertise, en l'occurrence ici la climatologie urbaine, et d'autre part aux objectifs scientifiques fixés consistant à tester la généricité et l'adaptabilité dans le contexte de la ville de Tunis des outils et des démarches développés dans le cadre du projet MAPUCE.

Cependant le phénomène d'îlot de chaleur urbain était méconnu par la totalité des professionnels de l'urbanisme que j'ai pu rencontrer sur le terrain, et la question du confort thermique en milieu urbain n'est pas perçue comme problématique par les acteurs tu-

8. La carte climatique est qualifiée de *best tool* - expression forgée par analogie avec celle de *best practice* (MHEDHBI et al., 2018) : Article présenté à l'annexe J

nisois⁹. De surcroît, comme nous l’avons montré dans la première partie de la thèse, la majorité des acteurs rencontrés se disent insuffisamment prêts pour intégrer la question climatique étant donné la faiblesse actuelle de la gouvernance, le caractère caduc de la majorité des documents d’urbanisme, et surtout compte tenu des autres priorités -à caractère économique- qu’ils doivent privilégier. Lorsque des acteurs s’intéressent à la question climatique, c’est le problème « inondation » qui est mis en avant¹⁰. Ces préoccupations des acteurs tunisois montrent le décalage entre la représentation que nous avons de la carte climatique, de son potentiel utilisateur et de la réalité territoriale tunisoise. Ce décalage confirme l’idée selon laquelle « la donnée géographique est la construction d’une réalité territoriale qui reflète l’expérience et les attentes de son producteur » (NOUCHER, 2009, p. 5) et qui n’est pas forcément en adéquation avec son potentiel milieu d’appropriation. Il faut savoir que ces outils sont traditionnellement élaborés dans les villes du Nord où l’urbanisme a une technicité avancée et qu’il existe tout un cadre réglementaire qui a favorisé l’émergence de cet outil contrairement à d’autres pays où le cadre réglementaire est faible voir même absent, comme dans le cas tunisien.

Nous pouvons citer à titre d’exemple, dans le cas français, les évolutions législatives notamment les lois « Grenelle » de 2009 et 2010 rendant obligatoire la réalisation des plans climat-énergie territoriaux pour les collectivités de plus de 50000 habitants et l’élaboration des schémas régionaux climat-air-énergie, annonçant une généralisation de la prise en charge de l’enjeu climatique et du volet adaptation au niveau de l’action territoriale.

Comme la planification urbaine est une activité technico-politique qui n’est pas toujours liée aux connaissances scientifiques, certaines contraintes organisationnelles dues aux jeux d’acteurs et cognitives en lien avec les savoirs et les représentations du problème climat peuvent entraver la mise à l’agenda de l’ACC par la production de connaissances scientifiques. Pour cela, la contextualisation politique, culturelle et sociale est fondamentale. Sur un sujet pareil, ce travail de contextualisation donne des pistes pour une ouverture sur le vrai niveau de la décision, et pour une éventuelle articulation réussie entre savoir et pouvoir. À cet égard, au delà de l’ancrage disciplinaire en climatologie urbaine de la carte climatique, les sciences sociales ont un rôle à jouer pour réduire le décalage entre usager imaginé par les concepteurs en laboratoire et usager réel. En effet, à côté du diagnostic microclimatique que cet outil fournit, il est important de comprendre le contexte de son potentiel usage. Les approches de sciences sociales prenant en compte les pratiques et représentations sociales des acteurs permettent, en effet, de comprendre le contexte local des usagers et ses spécificités, les ressources dont ils disposent et le système de contrainte auquel ils font face. Cette attention située est un apport important de l’approche des

9. Chapitre 3

10. Chapitre 3

sciences sociales. Il s'agit autant de situer la réalité et le monde social observés, que la connaissance produite dessus.

Cet apport des SHS porté dans le cas toulousain par Sinda Haouès-Jouve, enseignante-chercheuse en urbanisme et aménagement a permis d'aller vers les acteurs en tentant de comprendre dans un premier temps leur monde social et ses spécificités. Ce travail de contextualisation et de médiation, via des enquêtes et de l'observation participante, a permis d'éviter cette inadéquation entre la carte climatique conçue par les chercheurs en climatologie et ses utilisateurs, en l'occurrence ici les acteurs de l'urbanisme toulousains. Sans cet effort de compréhension du contexte local et de ses spécificités, toute défaillance, au sens de la non-réalisation du scénario prévu, ne peut être attribuée, par les concepteurs, qu'à un utilisateur incompetent. C'est ce travail d'analyse des acteurs et les épreuves dans lesquelles ils vont s'engager et engager le dispositif qui permettent de qualifier la situation. En particulier, lorsque l'on constate un écart entre l'utilisateur tel qu'imaginé par le concepteur et l'utilisateur réel, la question est de savoir si le chercheur à l'origine du dispositif innovant a bien pris en compte les spécificités de son terrain.

8.2 La carte climatique : d'un outil de transfert à un objet intermédiaire

8.2.1 Du transfert à la co-construction territoriale

Depuis les années 1970, la climatologie urbaine est une discipline bien établie qui produit de nombreuses connaissances, pourtant ses résultats peinent encore à émerger dans les pratiques de planification et d'aménagement urbain (MILLS et al., 2010). Gerard Mills a défendu dans l'introduction de l'ouvrage intitulé « The urbanclimatic mapfor Sustainable Urban Planning », l'idée selon laquelle la carte climatique est un « outil de transfert » qui a fait ses preuves dans le transfert de connaissances des concepteurs chercheurs vers les planificateurs de l'urbain. Il justifie sa pertinence par le fait que la carte climatique prend comme point de départ une description cartographique du microclimat avec un fond de carte de la ville décrivant l'occupation du sol et examine comment les développements urbains peuvent modifier ce climat pour aggraver ou améliorer l'environnement climatique. Selon Mills, par le large panel de données qu'elle mobilise, la carte climatique arrive, comme ses concepteurs le prévoient, à structurer un dialogue entre les climatologues urbains et les urbanistes. Il souligne qu'une des qualités de la carte réside dans la possibilité de l'adapter au contexte géographique / topographique de chaque ville et dans sa capacité à créer un cadre pour l'intégration des connaissances sur le climat urbain dans le champ de l'urbanisme. Les concepteurs-chercheurs utilisent à cet effet l'expression de « transfert d'expertise » du milieu académique vers le milieu professionnel à travers les

cartes climatiques (REN et al., 2012). C’est aussi le cas du projet français MAPUCE dans lequel les cartes climatiques sont qualifiées d’« outils de transfert ». ¹¹

Cependant, malgré la pertinence défendue par les climatologues de ces outils de transfert et en dépit du grand nombre de cartes climatiques créées par des chercheurs pour des villes à travers le monde, la traduction du diagnostic climatique en recommandations urbanistiques demeure rare (HIDALGO et al., 2019). Dans leur article intitulé « *Between progress and obstacles in urban climate interdisciplinary studies and knowledge transfer to society* » Julia Hidalgo et ses collègues expliquent cette absence de traduction par le fait que ce genre d’études est généralement promu et financé par les producteurs de données climatiques, qui sont dans la majorité des cas des chercheurs. Les praticiens de l’urbanisme sont moins souvent à l’origine de la commande ou même de l’expression du besoin de développement de ce genre d’expertise micro-climatique. Par exemple pour le cas de Toulouse la demande existe du côté des praticiens, étant donné que le cadre législatif incite à développer le volet climatique dans la planification urbaine où la traduction se fait dans le document de planification. En revanche, rien de tel ne ressort dans le cas de Tunis.

Ainsi, les chercheurs jouent un rôle prépondérant dans l’ensemble du processus de construction et de mobilisation des cartes climatiques. En développant ces outils, ils entendent générer une dynamique qui favorise l’accès à l’expertise scientifique des acteurs qu’ils pensent concernés par la problématique. Leur recherche est sensée produire « un savoir à partager » (GARBARINI, 2001, p. 90). Mais à travers cette volonté de partage des savoirs produits se dégage une visée prescriptive qui consiste à pousser les acteurs à réfléchir sur leurs pratiques, voire à les modifier, alors que dans la majorité des cas, aucune demande sociale n’est à l’origine du développement de cet outil cartographique. À cet égard, la carte climatique peut être analysée comme un outil visant à prescrire aux acteurs de l’urbanisme des pratiques à mettre en œuvre, compte tenu du diagnostic microclimatique de leur territoire fourni par les chercheurs. La question que nous voudrions soulever ici est : Dans quelle mesure peut-on savoir ce dont les planificateurs ont vraiment besoin pour intégrer les facteurs climatiques dans l’action publique en matière d’aménagement ?

Afin d’apporter des éléments de réponse à cette question, nous interrogeons les limites de la notion de transférabilité pour le processus de mise sur agenda publique de la question de l’adaptation des villes au CC à travers les cartes climatiques. Nous défendons l’idée que l’utilisation de la notion de « transfert », communique l’idée selon laquelle la carte climatique est réduite à un simple outil de communication de résultats scientifiques et par cela, elle s’éloigne de l’objectif qui lui est attribué d’appuyer l’action publique en termes

11. Rapport final du projet MAPUCE : https://www.umr-cnrm.fr/ville.climat/IMG/pdf/rapport_scientifique_mapuce_v1.2.pdf

d'ACC. En effet, la logique de transfert, étant linéaire, ne permet pas de prendre en compte la complexité des différents milieux sociaux composés d'acteurs ayant des réalités hétérogènes, ce qui peut être un véritable obstacle à l'appropriation de la carte climatique. En effet, le milieu concepteur relevant de la sphère académique est pluriel dans la mesure où plusieurs chercheurs de disciplines différentes participent à la construction de la carte climatique. La sphère des praticiens est aussi porteuse d'hétérogénéités compte tenu que chaque acteur a ses propres objectifs, stratégies, ressources, etc. (fig. 8.2)

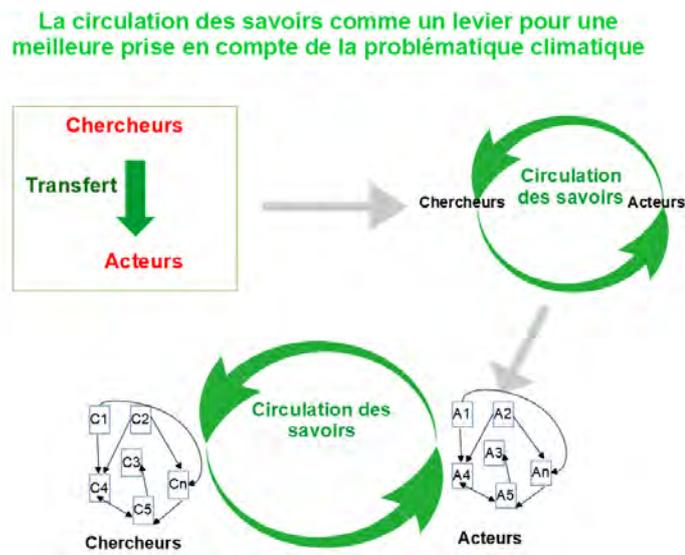


FIGURE 8.2 – La circulation des savoirs pour une meilleure prise en compte de la problématique climatique dans l'action publique (auteur : Zohra Mhedhbi)

Afficher une logique de transmission de connaissances suggère qu'un sens est déjà attribué aux outils avant leur partage, ce qui peut décourager l'engagement des acteurs. Comme l'ont déjà souligné Madeleine Akrich (AKRICH, 1989), Steve Woolgar (WOOLGAR, 1990) ou encore Laurent Thévenot (THÉVENOT, 1990), quand les concepteurs prennent peu en considération les attentes des utilisateurs, leurs outils peuvent être perçus comme conçus pour discipliner l'utilisateur plutôt que co-construire avec lui.

Il est vrai que le processus de construction des cartes climatiques associe a minima les acteurs du territoire dans la première phase de construction mais cela n'influence pas forcément le processus de construction qui est modulé, comme nous l'avons montré plus haut, par les ressources et le domaine d'expertise des chercheurs-concepteurs. D'ailleurs, à Tunis la majorité des acteurs pensent que c'est le risque inondation qui devrait être traité en premier et que la problématique des vagues de chaleur n'est pas prioritaire. Cependant, le domaine d'expertise de nos équipes¹² en tant que chercheurs-concepteurs ne permet pas

12. Équipe VILLE au CNRM (<https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article363>) et de l'équipe Ville Climat Environnement au sein du LISST

de traiter ce risque priorisé par les praticiens.

Au moment de la construction des recommandations¹³, les chercheurs éprouvent davantage le besoin de collaborer de manière étroite avec les acteurs, étant donné que l’enjeu consiste désormais à proposer des recommandations et de les territorialiser, ce qui constitue finalement une sorte d’engagement que le chercheur ne peut porter seul. Cette étape nécessite en effet une collaboration plus significative avec les acteurs locaux de l’urbain afin de traduire efficacement les informations relatives au climat urbain et de les inscrire dans le projet du territoire. Ce besoin qu’expriment les chercheurs de collaborer avec les professionnels met l’accent sur l’importance des savoirs construits selon d’autres modalités que celles des procédures reconnues comme valides par les scientifiques, dans la constitution même des savoirs scientifiques.

Les praticiens sont très proches de leur territoire ils connaissent bien sa réalité et ses enjeux, Ils connaissent également les ressources dont ils disposent et le système de contraintes auquel ils font face. Leur savoir est incarné, contextualisé et correspond à une réalité d’actions situées. Ils sont plus proche de l’action territoriale que les chercheurs. Les deux mondes des praticiens et des chercheurs concepteurs de la carte climatique recouvrent des réalités variées. À cet égard la coopération nécessite un temps relativement long. Elle impose également de bien définir les objectifs, des méthodes les calendriers de travail de chacun qui sont parfois incompatibles. Toutes ces différences rendent dans certains cas les échanges limités voire même difficiles.

Dans la plupart des cas, bien que le processus de construction de la carte climatique associe dans une certaine mesure les professionnels de l’urbanisme et de l’aménagement de la ville étudiée, force est de constater que l’association se réduit à un processus de transfert de connaissances dans lequel l’échange limité entre chercheurs et acteurs n’autorise pas une véritable co-construction de l’outil. En effet, le partage de connaissances ne peut se concevoir sans un partage du processus même de la construction et sans une reconnaissance de la part des chercheurs concepteurs de la pluralité des savoirs. Nous voudrions ici rompre avec l’idée selon laquelle la transmission des savoirs peut être assimilée à une question de flux entre chercheurs possédant le monopole de la connaissance vers des professionnels profanes. Cette conception crée une asymétrie entre savoir savant et savoir pratique et véhicule l’image d’une communication univoque. « Les savoirs sont donc divers, multiples et ne se trouvent pas que dans la sphère académique de production scientifique. Les praticiens produisent des savoirs que l’on doit revendiquer comme terrain d’étude et de recherche » (DUGAL & LÉZIORT, 2004, p. 39). Le schéma de transfert et le primat des chercheurs qu’il communique n’apporte que des réponses partielles à la

13. Deuxième composante de la carte climatique, cf chapitre 7

problématique d'adaptation des villes au CC qui est une problématique transversale à l'interface de la recherche scientifique et l'action publique urbaine et qui ne peut pas être pensée sans prendre en compte le projet du territoire conçu par les acteurs. Nous pensons aussi que cette idée de transfert réduit le problème de prise en compte du climat dans les pratiques urbaines à son unique dimension physique et limite son succès à la production de l'expertise climatique et à l'analyse des documents d'urbanisme. Une approche par l'analyse de mise à l'agenda de l'ACC permettrait de dépasser une vision centrée sur la donnée qui laisse sous-entendre que la production d'une expertise climatique, sa mise sous forme d'une carte lisible par les urbanistes et l'analyse des documents d'urbanisme suffisent pour faire émerger la question d'adaptation au changement climatique dans les politiques urbaines. Il existe tout un travail complémentaire à faire autour des démarches d'appropriation et d'apprentissage nécessaires à la mise en œuvre des cartes climatiques qui semblent à priori être sous-estimé dans le processus de transfert, tel qu'il est conçu pour l'instant par les concepteurs.

Afin de faciliter ces démarches d'apprentissage, nous nous inspirons pour la suite de la thèse des principes de recherche collaborative (BEDNARZ et al., 2015) qui privilégie une démarche socioconstructiviste basée sur l'entrée dans la collaboration à partir des savoirs pratiques des professionnels, de leurs expériences et de leurs routines. Il s'agit de partir du praticien et de ses compétences situées pour pouvoir par la suite s'ancrer sur les savoirs de la recherche. Charlotte Fillol (2004) souligne l'importance de ce processus d'apprentissage qui constitue selon elle « le transformé du système qu'est l'organisation, à la fois par l'intervention de l'émergence particulière qu'est la capacité à apprendre, née d'interrelation entre les individus et par l'introduction d'une information extérieure. Ce transformé, produit de l'organisation, rétroagit sur ce qu'il a produit et nourrit à son tour le système. » (FILLOL, 2004, p. 42).

Nous faisons ainsi ressortir l'importance du processus d'apprentissage mutuel et de nouer des interactions entre les différentes parties prenantes pour faire émerger de nouvelles dynamiques collectives entre chercheurs et praticiens autour de l'ACC. Eugene Martin propose à cet effet le concept de « Data Community » pour évoquer les réseaux d'acteurs qui se forment autour du partage et de la réutilisation des données géographiques (MARTIN, 2008). En effet, plus que les caractéristiques techniques des données climatiques, ce sont les conditions socio-cognitives de production et d'échange de données qui peuvent faire apparaître une identité collective à travers l'émergence d'une communauté d'acteurs où les limites institutionnelles des organisations sont dépassées et les connaissances sur le territoire sont partagées. La vision traditionnelle de l'information perçue dans sa dimension physique devrait alors être dépassée au regard du rôle de ces informations dans la coopération territoriale.

En résumé, la problématique de mise à l’agenda publique des questions climatiques urbaines se situe à l’interface de plusieurs champs de savoir scientifique (urbanisme et aménagement, sciences politiques, climatologie urbaine, géomatique, etc.) et de compétences professionnelles (planification et aménagement urbains, ingénierie environnementale, etc.). Ainsi, elle nécessite de penser la conjonction entre plusieurs types de savoirs issus de mondes hétérogènes. Cette circulation mutuelle de savoirs peut réduire considérablement l’écart entre l’environnement supposé, inscrit dans le dispositif, et l’environnement d’appropriation.

8.2.2 La carte climatique comme objet intermédiaire ?

En plus d’être des outils de communication et de transfert d’informations climatiques, les cartes climatiques produites sont des artefacts qui peuvent évoluer en objet intermédiaire. Les objets intermédiaires ne sont pas seulement des inscriptions matérielles se réduisant à communiquer l’information. Ils sont des supports, des vecteurs, des matérialisations d’information, mais aussi des médiateurs des interactions entre les acteurs. À cet égard, les cartes climatiques théorisées comme objets intermédiaire ne sont pas neutres, elles sont des médiatrices de l’activité. Elles ne transmettent pas seulement de l’information climatiques et elles ne supportent pas seulement l’activité, elles la constituent. Pour Dominique Vinck, « Les objets ne sont donc pas des coffrets de connaissances qu’il suffit d’ouvrir pour découvrir et libérer les connaissances elles-mêmes. » (VINCK, 1997, p. 9). Ainsi, les cartes climatiques dépassent leur premier rôle de diagnostic et constituent un support de l’action. Le rôle de médiation qu’elles jouent peut favoriser une véritable collaboration entre scientifiques et praticiens pour faire émerger les questions environnementales et plus particulièrement climatiques dans les pratiques urbaines. Les cartes climatiques ont pu jouer ce rôle d’objet intermédiaire entre la sphère de la recherche scientifique et celle de l’action publique dans l’expérience toulousaine. Bien qu’au départ la carte climatique était envisagée dans le cas toulousain dans un objectif de transfert d’expertise vers les acteurs, les nombreuses réunions et le temps pris pour sa réalisation a fait que la carte a pu jouer le rôle d’un objet facilitant la construction de compromis et de savoirs partagés entre les différentes parties prenantes, à savoir les chercheurs-concepteurs, la Direction de l’environnement de Toulouse Métropole et l’Agence d’Urbanisme et d’Aménagement de Toulouse (AUAT). La carte climatique toulousaine présente plusieurs des caractéristiques reconnues aux objets intermédiaires :

- En premier lieu, ces objets sont des marqueurs de changements de phase. Avec eux s’accomplissent des transitions dont ils sont, en partie, les opérateurs. Ils marquent la disparition d’un genre de représentation pour passer à un autre (VINCK, 2009). L’apparition de la carte climatique de Toulouse a, en effet, marqué une transition,

dans la mesure où il y a eu un passage de la simple évocation des enjeux autour de la hausse des températures et de la récurrence de l'îlot de chaleur urbain par les acteurs à une approche quantitative et territorialisée de ces phénomènes. Cette approche est marquée par le recours à des représentations cartographiques permettant de spatialiser l'information à l'échelle du territoire toulousain. Le projet MAPUCE, à travers le croisement des jeux de données atmosphériques et urbaines qu'il a produits, a permis de construire des cartes climatiques représentant un vrai saut quantitatif du point de vue de la construction et de la mise à disposition des données sur la description de la ville et du climat urbain.

- En second lieu, l'objet intermédiaire permet de contribuer à déplacer les points de vue des différentes parties prenantes en facilitant l'émergence de solutions et en rapprochement des aspects autrement dissociés (VINCK, 2009). Ce compromis était visible dans le cas toulousain dans le choix fait en commun de l'enjeu du stress thermique. En effet, les équipes de recherche en place sont expertes en la question. Elles ont pu avancer que ces situations caractérisées par un fort stress thermique sont observées pour la majorité des villes françaises continentales. Elles ont aussi situé cet enjeu par rapport à l'évolution du climat à long terme, avec une probable hausse des températures minimales et maximales, ainsi qu'une hausse de la fréquence, de la durée et de l'intensité des épisodes de vague de chaleur sur toute la France. Ce choix de retenir l'enjeu de stress thermique a rencontré l'adhésion des acteurs toulousains qui ont pris conscience de cette problématique suite à la vague de chaleur de 2003 et à celles qui lui ont succédé de façon très rapprochée ces dernières années. Outre ce compromis autour de l'aléa, la dynamique qui s'est mise en place autour de la carte climatique, telle que la création de sous-groupes de travail commun transversaux ou encore l'organisation d'ateliers et la rédaction des compte-rendu, à la charge des acteurs, en l'occurrence les agents de Toulouse métropole, a permis une prise en main concrète du sujet. La co-construction de la carte climatique a favorisé ainsi un passage d'un acteur profane à un acteur discutant et force de proposition. L'association des acteurs toulousains à la carte et le travail qu'ils ont accompli en la mobilisant (lecture, analyse, superposition de calques, dessin, etc.) constituent des étapes importantes qui ont permis au réseau sociotechnique chercheurs/acteurs/cartes de se consolider. Il y a ainsi à travers les réunions du groupe de travail chercheurs/acteurs un partage de notions et de concepts. La carte climatique a, en effet, facilité le partage de nouvelles notions et connaissances entre les acteurs et les chercheurs pour arriver à des compromis visibles dans les propositions co-construites. Dans le cas toulousain, la carte climatique a joué un rôle d'intermédiation par lequel s'accomplissent des transitions dont elle est, en partie, l'opératrice. Elle a en effet marqué un changement de langage pour évoluer vers un langage partagé.

Dans le cas tunisois, bien que le processus de sa construction ait à peine commencé, la carte climatique a là aussi joué le rôle d’objet intermédiaire dans la mesure où elle a participé à l’émergence de la problématique de l’adaptation et de potentielles solutions pour sa mise en œuvre. En effet, lors de leur activité de conception une des propriétés des objets intermédiaires est de devenir «des traces de l’émergence du produit et de la construction progressive à la fois du problème et de la solution. Ils sont aussi des médiateurs du processus sociocognitif. Les acteurs les utilisent comme appuis conventionnels.» (VINCK, 2009, p. 59). C’est en effet par le biais de mon projet de construction de la carte climatique que les acteurs de l’urbanisme tunisois ont commencé à s’intéresser à la question du climat. Nous expliquons par la suite le rôle performatif que le projet de construction de la carte climatique a joué pendant notre travail de terrain à Tunis.

8.3 Carte climatique : un outil irréfutablement performatif

8.3.1 Le travail de terrain comme centre de traduction pour la carte climatique

On peut affirmer que les cartes climatiques ont eu des effets tangibles dans plusieurs villes du monde dans la mesure où elles ont permis aux climatologues de partager leur expertise avec des praticiens de l’urbanisme à des degrés différents selon le contexte territorial de chaque ville (REN et al., 2012). Il convient dès lors d’interroger les effets que produit sur notre terrain d’étude le processus -enclenché mais inachevé- de construction de la carte climatique du grand Tunis. Dans cette perspective, rappelons que notre objectif était d’initier autour de ce dispositif une collaboration avec l’Agence d’Urbanisme du Grand Tunis (AUGT) en sa qualité de principal acteur de la planification urbaine de la région. Cette collaboration a impliqué de notre part le pari de concilier deux postures : celle de l’expert qui contribue à la mise en place d’un objet, en l’occurrence la carte climatique, et celle du chercheur qui observe et analyse les modalités et les effets de cette mise en place¹⁴.

En dépit de son manque d’influence sur la scène urbaine –ainsi que nous l’avons montré dans la première partie-, nous avons choisi l’AUGT comme porte d’entrée sur le terrain pour diverses raisons. Tout d’abord, l’agence dispose d’un observatoire urbain dont les données pouvaient nous être utiles pour la construction de la carte climatique de l’agglomération tunisoise. Ensuite, c’est la seule institution qui travaille à l’échelle du Grand Tunis, bien qu’elle ne soit dotée d’aucun pouvoir politique. De plus, dans un contexte de

14. Sur le terrain, la juste position du chercheur n’était pas facile à trouver, du fait que dans notre cas, nous sommes partie prenante du processus d’innovation dont nous voulons analyser les retombés.

réformes qui se traduit par l'apparition de nouveaux acteurs et la disparition d'autres, l'agence est intéressée à travailler sur de nouvelles problématiques pour conforter sa place sur la scène urbaine¹⁵. Enfin, l'identification d'une personne ressource au sein de l'agence, en la personne de la responsable de la gestion des études urbaines, nous en a grandement facilité l'accès. Du fait de sa forte sensibilité aux questions environnementales et climatiques, cette personne a constitué pour nous une véritable ressource sur le terrain. L'obtention d'un stage de 6 semaines à l'AUGT nous a permis une première entrée sur le terrain. J'ai motivé la demande de stage par mon besoin en tant qu'ingénieure en génie civil faisant une thèse en urbanisme de comprendre comment s'organise la gouvernance urbaine dans la région capitale. Une fois acceptée comme stagiaire à l'agence, j'ai partagé le bureau de deux architectes de la direction d'assistance aux collectivités locales. Cette occasion m'a permis une immersion assez rapide dans le travail d'observation.

En plus de la posture d'observateur, qui nous a permis de collecter des données pour nos analyses qualitatives, nous avons porté aussi la casquette de concepteur de l'outil (la carte climatique). Ainsi, nous avons essayé tout au long de ce séjour de collecter des données géographiques utiles pour la préparation des modélisations climatiques. Pour approcher les personnes en charge de la gestion des données dans l'agence, nous avons pris le temps d'expliquer l'utilité des données qu'elles peuvent nous fournir pour notre travail de recherche, ainsi que les potentiels avantages de la carte climatique que nous comptons construire pour le territoire tunisois. Nous avons mis l'accent sur l'intérêt que peut représenter pour l'agence cet outil de diagnostic micro-climatique que nous avons l'intention de mettre à sa disposition une fois produit. La présentation de nos travaux au sein de l'agence a suscité l'intérêt de plusieurs agents. La description que nous avons fait de la carte climatique a visiblement joué un rôle performatif dans la mesure où beaucoup d'agents de l'AUGT s'intéressaient désormais à nos travaux et notamment au lien que nous faisons entre urbanisme et climatologie urbaine. Bruno Latour va dans ce sens lorsqu'il montre que l'activité scientifique consiste à enchaîner des actions de réduction et d'amplification de l'objet observé de façon à créer des représentations autour de cet objet (LATOUR et al., 2006). La théorie de la performativité en sociologie permet de mettre en lumière l'activité du concepteur (AKRICH, 1989; CALLON, 1986) cela rejoint la pragmatique linguistique de John L. Austin, elle-même centrée sur l'activité du locuteur (AUSTIN, 1975).

Mon statut a ainsi évolué de celui d'une simple stagiaire à une productrice de données voire même à une experte en adaptation des villes au changement climatique. A ce stade du travail de terrain, le rôle que nous avons joué est celui de promoteur du projet de construction de la carte climatique. Autrement dit nous avons joué le rôle d'un individu à l'origine d'un projet qui lui tient à cœur et qui présente ses ambitions aux acteurs en

15. chapitre 2

relation avec ce projet en les considérant comme destinataires, comme potentiels contributeurs, ou encore comme détenteurs de leur propre expertise permettant la mise en œuvre du projet. Cependant cette posture reste très influencée par le processus de conception en laboratoire de la carte et ne nous permet pas de nous ouvrir sur la réalité de notre terrain. Nous restons, en effet, centrés sur nos propres objectifs et sur la manière dont nous avons problématisé nos propos avant la rencontre avec le terrain et ses spécificités. Ce travail distant correspond à la première étape du processus d'innovation qui est la problématisation. En effet, le travail de problématisation est une façon de poser les problèmes, mais aussi une identification a priori des acteurs sensés être concernés, et une façon de les caractériser en fonction de leurs intérêts supposés. Notre façon de poser le problème met directement en scènes trois acteurs à savoir la carte climatique, l'agence d'urbanisme et les chercheurs.

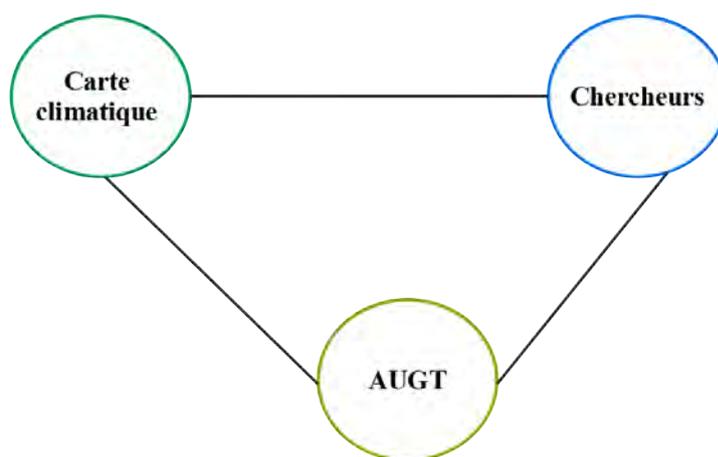


FIGURE 8.3 – Les entités mis en scène dans la phase de problématisation pour faire émerger l'ACC à Tunis

Ainsi la problématisation dépasse une simple formulation d'une question mais attribue des fonctions à chaque acteur et établit hypothétiquement un lien entre eux. Formuler le problème et identifier les acteurs concernés, c'est donc implicitement définir à priori qui est concerné et pourquoi. Cela est inscrit dans le script même de la carte climatique qui suppose des chercheurs concepteurs collaborant avec des acteurs responsables de l'urbanisme afin de travailler ensemble autour de cet outil. La conception de la carte climatique est sensée ainsi les réunir en faveur de l'émergence l'adaptation au CC dans le champ de l'urbanisme à Tunis.

Nous avons montré ainsi que notre posture de recherche-action a joué un premier rôle de dispositif d'intéressement dans la mesure où l'intéressement des acteurs tunisiens s'est fait dans un premier temps à travers notre arrivée sur le terrain. En effet, nous avons adopté ce que (BAAS & BOONS, 2004) appellent une posture incrémentale. C'est une posture qui fait débiter le processus d'innovation par de petites réussites afin de légitimer

l'intrusion du chercheur sur le terrain pour s'attaquer par la suite à des transformations plus importantes. Dans cette optique, nous avons travaillé sur la création de « centres de traduction » (LAW & CALLON, 1988, p. 102), qui sont des espaces dédiés aux échanges, laissant libre l'expression des controverses, des craintes et la confrontation des points de vue dans cette phase. Ces centres sont les espaces à l'intérieur desquels la traduction va pouvoir s'opérer et la démarche innovante prendre forme. Ils correspondent dans notre cas à toutes les réunions et les échanges informels que nous avons pu avoir avec les agents de l'AUGT. Afin de pouvoir créer ces centres de traductions, il nous a fallu trouver une stratégie nous permettant d'accéder au terrain. C'est dans cette perspective que nous avons effectué une demande de stage auprès de la Direction de Gestion des Données Urbaines (DGUI) à l'AUGT.

8.3.2 Le travail de terrain, marqueur de passage de la problématisation à l'intéressement

En Tunisie, comme nous l'avons montré dans la première partie de la thèse, l'urbanisme est confronté à nombreux problèmes et les documents d'urbanisme ne sont pas mis à jour. Pendant notre premier séjour sur le terrain, nous avons pu identifier un décalage entre le fonctionnement des acteurs locaux et la manière dont nous l'avons imaginé. En effet, en réfléchissant à la manière dont nous allions construire la carte climatique de l'environnement urbain de Tunis et l'aléa que nous voudrions traiter, nous avons d'ores et déjà défini le script contenu dans la carte climatique. Dans ce travail de définition du script, nous avons inscrit dans le projet de construction de la carte des compétences, des comportements et des ressources qu'on se représente chez les futurs usagers de la carte en l'occurrence ici les acteurs de l'urbanisme du Grand Tunis. Nous avons joué le rôle des concepteurs qui choisissent une solution qui leur convient en estimant que leurs propres préférences sont représentatives de celles des usagers. Ce procédé est notamment identifié et étudié par Madeleine Akrich, qu'elle propose de nommer « i-methodology » (AKRICH, 1991). À ce stade en tant que concepteurs nous avons mobilisé des représentations plus ou moins expertes de façon à développer des scénarii d'usages ou des scripts (AKRICH, 1989). Dans cette perspective, nous pouvons être considérés comme des locuteurs qui produisent des outils dans l'objectif de faire agir les utilisateurs potentiels. Ces scripts sont ainsi de programmes d'action qui viennent prescrire des usages qu'on s'est représenté sur les usagers (AKRICH, 1987 ; LATOUR et al., 2006).

Cependant, l’observation que nous avons effectuée nous a aidé à décentrer notre regard des contenus cartographiques que nous voulons produire, pour l’étendre à la réalité des usagers et de leur environnement social.

Face à une agence d’urbanisme affichant clairement qu’elle n’est pas concernée par la question d’adaptation des villes au CC, le rôle que nous avons joué à ce stade avait pour objectif de convaincre l’AUGT de rejoindre notre initiative. Nous avons essayé de démontrer aux responsables de l’agence que c’est dans leur intérêt de se saisir de l’occasion de travailler sur la problématique d’adaptation à travers la carte climatique. D’abord, cette carte sera la première dans son genre dans la zone MENA ce qui fera preuve de la force d’initiative de l’agence. Ensuite, s’associer à ce projet peut aussi aider la direction de l’agence à affirmer, sur la scène urbaine tunisoise, que son organisme mérite une place dans le processus décisionnel étant donné les initiatives et les projets innovants qu’il entreprend en collaboration avec des organismes internationaux. En ce moment délicat de réforme institutionnelle¹⁶, tout projet de ce type peut améliorer l’image de l’agence auprès de ses partenaires et auprès de sa tutelle. Nous nous sommes basés sur cette argumentation pour convaincre l’AUGT de collaborer avec nous autour de l’ACC.

Associer l’AUGT à notre réseau de travail, donnera de la crédibilité à la carte climatique qui ne sera plus considérée comme un simple artefact technique mais comme une entité à part entière du réseau. Du surcroît, cela donnera au projet scientifique une dimension appliquée.

Cette phase de problématisation a un caractère hypothétique où chacune des entités convoquées par la problématisation peut se soumettre et s’intégrer au plan initial, ou à l’inverse refuser la transaction en définissant autrement son identité, ses buts, ses projets, ses orientations, ses motivations ou ses intérêts. Pour cela, le traducteur est un élément clé du processus de traduction. Le traducteur doit être en capacité de comprendre les attentes des acteurs à enrôler. Ce point pourrait être décisif dans le cadre d’une collaboration pluraliste regroupant de nombreuses entités hétérogènes ou les logiques sont multiples, entre chercheurs issus de laboratoire français et des professionnels d’urbanisme tunisiens.

Au cours de ce travail de terrain, nous avons pu jouer ce rôle du traducteur qui fait en sorte que le changement proposé devienne un point de passage pertinent pour tous les acteurs, s’ils veulent atteindre leurs propres objectifs. Le traducteur est en effet l’acteur qui aide et nourrit le lien entre les membres de différents mondes hétérogènes. Il s’agit d’un premier travail de traduction que nous avons assuré afin de pouvoir faciliter le rôle performatif de la carte climatique, qui à ce stade de la recherche reste en cours de

16. Chapitre 2

construction. C'était un outil fantôme et une promesse de participation à la résolution des problèmes propres à l'AUGT en l'occurrence ici le fait de travailler son image auprès de ses partenaires et de déconstruire l'image négative qu'on lui attribue sur la scène urbaine comme simple bureau d'étude étatique. Mais c'était aussi une manière de favoriser la co-émergence du problème d'adaptation du territoire tunisois au changement climatique et de sa potentielle solution en l'occurrence ici la carte climatique.

Si on se réfère à la théorie de la performativité, nous pouvons dire qu'elle met avant tout en lumière l'importance du caractère acceptable, sur le plan social, d'un objet à caractère performatif (VAYRE, 2014). Elle permet généralement d'insister sur les circonstances organisationnelles qui doivent être déployées pour assurer l'accomplissement d'un performatif. En d'autres termes, ici, la performativité de la carte climatique dépend de son adéquation aux attentes de l'utilisateur et de sa compatibilité avec les ressources et les contraintes organisationnelles de ce dernier. Le rôle du traducteur que nous avons joué a, en effet, participé à prendre en compte les spécificités contextuelles de la situation d'action de l'AUGT.

De par le rôle d'outil performatif qu'elle a joué à Tunis, la carte climatique peut être considérée comme un « dispositif d'intéressement » qui permet de créer du lien entre acteurs et favoriser les échanges entre eux. Ce dispositif joue le rôle de catalyseur pour la traduction. Notre principal interlocuteur nous a expliqué qu'il s'agit d'un problème de légitimité qui l'empêche de s'emparer de la problématique d'adaptation et affiche ses réticences de devenir un porte-parole légitime aux yeux des autres acteurs notamment vis à vis de ceux travaillant sur la question environnementale :

« Je ne pense pas être légitime pour porter un projet pareil ! J'ai l'impression que je touche à ce qui relève du ministère de l'environnement ! C'est hyper intéressant comme travail, mais je me sens pas capable de m'accrocher toute seule à tout cela ! »

Discussion avec la direction des informations urbaines à l'AUGT, janvier 2018

Ces propos indiquent bien un défaut d'enrôlement même de la part de l'acteur le plus sensibilisé. A ce niveau la personne qu'on a repéré comme potentiel porte-parole refuse ce rôle qu'on attendait d'elle. Ce sentiment de manque de légitimité pour traiter une problématique au cœur du métier de l'urbaniste, montre le poids de l'administration publique privilégiant les règles et procédures habituelles ce qui constitue un frein à l'innovation (BARZELAY, 1992). Cette réticence met également la lumière sur le manque d'autonomie des cadres et leur grande dépendance de règles informelles qui règnent.

Le processus d'intéressement que nous avons déployé est donc resté sans effet sur les membres de l'AUGT, lesquels sont dans une certaine mesure contraints de reproduire le fonctionnement administratif habituel qui permet d'assurer la stabilité au sein de l'institution et vis à vis de ses partenaires. Cette boucle de traduction reste inachevée étant donné que l'enrôlement de l'agence d'urbanisme n'a pas réussi en dépit des nombreux arguments que nous avons présentés pour qu'elle rejoigne le réseau. Nous avons eu conscience du risque de voir s'arrêter là de façon définitive le processus de traduction. Cette crainte est renforcée par les propos désespérés de plusieurs agents de l'AUGT, tels que ceux de cette jeune architecte récemment recrutée à l'AUGT :

« Je ne pense pas que ton idée va se concrétiser ! Dès que je suis arrivée, j'ai proposé un projet à caractère environnemental ! Et bah ça n'a pas marché ! Ils veulent pas de projets innovants ici, le seul objectif c'est de gérer les tâches quotidiennes. Je te le dis pour que tu ne sois pas déçue par la suite. »

Discussion avec une architecte à l'AUGT, janvier 2018

Ces retours nous ont fait craindre l'interruption totale de toute sorte de potentielle collaboration avec AUGT autour de l'ACC. Par conséquent, nous nous sommes lancés dans une nouvelle réflexion afin de pouvoir renouer le dialogue avec l'agence autour d'une éventuelle collaboration autour de l'ACC et chercher à intéresser nos interlocuteurs autrement. L'objectif étant d'aller vers un projet co-construit dès le départ avec l'AUGT où la carte climatique trouvera sa place mais sans être au centre de la collaboration.

8.4 conclusion

Ce chapitre visait à comprendre les rôles dynamiques de l'objet carte climatique, et à révéler le processus de médiation qu'il peut jouer entre science et action dans l'objectif de favoriser la formulation d'actions d'ACC. Nous avons ainsi mis en évidence, tout d'abord, le rôle que jouent les chercheurs en climatologie urbaine dans la promotion de cet outil. Cette sphère académique défend le rôle central de la carte climatique dans l'émergence locale d'une culture sur les CC et dans la production et la traduction des connaissances locales autour du problème climat. Ce rôle est sans doute avéré dans les territoires présentant des conditions favorables à cette émergence, notamment un cadre réglementaire prescrivant la prise en compte du climat, mais aussi une volonté et une capacité technique, financière et organisationnelle pour s'emparer de l'ACC. En revanche, la capacité des cartes climatiques à influencer l'action locale face au problème climat reste minimale dans d'autres contextes -comme celui du Grand Tunis- dans lesquels les acteurs ne disposent pas de suffisamment de moyens pour mettre à l'agenda la problématique d'adaptation au CC. Cette analyse confirme l'idée selon laquelle les cartes climatiques, et par extension les connaissances scientifiques sur les CC, ne permettent pas en soi le passage à l'action en matière d'ACC, et que pour gagner en efficacité ce genre de dispositif doit mieux prendre en compte les spécificités locales des milieux usagers. C'est sans doute avec l'apport des sciences sociales que cet objectif pourrait être atteint. En termes de préconisations, ce chapitre vient relativiser le rôle promu par les concepteurs de la carte climatique comme moyen permettant l'émergence des actions locales en faveur de l'adaptation. C'est le processus de construction de la carte climatique qui semble constituer un frein à cette émergence compte tenu qu'il prend très peu en compte les caractéristiques du système de croyance et de représentations et le contexte organisationnel dans lesquels le processus d'appropriation de la carte par les acteurs est sensé se produire.

De la carte climatique à la plateforme de données environnementales : un processus de re-traduction

Nous venons de voir (chapitre 8) que la production de connaissances sur le changement climatique et leur traduction sous forme cartographique peut constituer un levier important dans les processus de construction de l'adaptation au changement climatique. Il s'agit d'une étape clé dans la démarche requise pour l'adaptation des villes aux effets du CC. Cette étape n'apparaît pas pour autant comme suffisante, dans le cas tunisois, à la mise à l'agenda politique du problème. Si les productions scientifiques constituent la condition première d'une prise de conscience du problème, elles ne suffisent pas à elles seules à engager la formulation d'une réponse portée par l'action publique. La médiation entre science académique et action publique apparaît donc nécessaire pour mettre l'ACC à l'agenda politique.

À côté de la médiation, qui peut favoriser le tissage de liens entre ces deux mondes hétérogènes, la traduction¹ semble aussi nécessaire pour, à la fois mobiliser des connaissances scientifiques comprises de tous et, pour réunir des représentations divergentes autour de l'ACC dans la perspective d'une action collective.

Afin de construire une représentation partagée de l'ACC, élaborer des compromis et inventer des solutions acceptables par tous, l'intervention d'acteurs relais, jouant le rôle de médiation, s'avère primordiale. En effet, ces acteurs « (...) transforment ainsi le cadre cognitif de perception d'un enjeu et celui des modes d'intervention reconnus comme légitimes » (LASCOURMES & LE GALÈS, 2010, p. 71). Dès lors qu'ils « parviennent à redéfinir les intérêts collectifs et à inventer des moyens d'action, ces acteurs peuvent être qualifiés de « relais » (CROZIER & FRIEDBERG, 1977), de « médiateurs » (JOBERT & MULLER, 1987), ou de « porte-parole » (CALLON, 1986).

1. La traduction est le processus qui rassemble des mondes sociaux différents en tenant en compte le rôle des objets.

Nous proposons donc d'analyser les dynamiques qui ont permis une traduction de l'ACC sur le territoire tunisois. Nous identifierons pour cela les différentes phases de cette traduction, selon le schéma proposé par Michel Callon (CALLON, 1986) (fig. 9.1) et nous mettrons en évidence leurs rôles dans la mise à l'agenda d'une action en faveur de l'ACC. Nous allouons une place particulière aux rôles joués par les différents objets (carte LCZ, carte climatique, etc.) et personnes (agents de l'AUGT et autres partenaires) tout au long de ces processus.

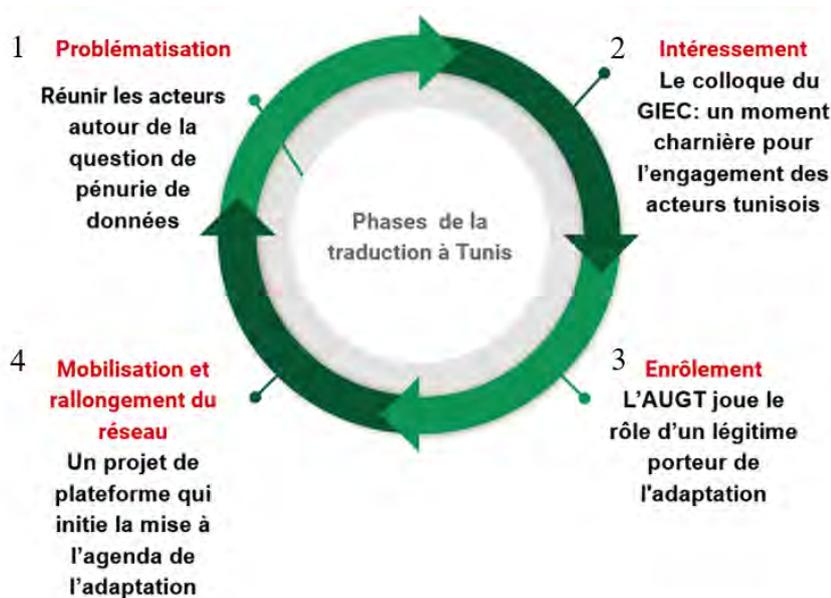


FIGURE 9.1 – Les phases de mise à l'agenda du changement climatique à Tunis selon les phases de traduction (conception Zohra Mhedbi)

L'objectif de ce chapitre est de mettre l'accent sur les boucles de traduction qui ont permis la mise à l'agenda de l'ACC dans le champ de l'aménagement et d'explicitier le rôle joué par la recherche-action que nous avons mené tout au long de la thèse.

Dans un premier temps l'accent est mis sur la manière dont j'ai re-problématisé la question climat à Tunis en mettant au centre de mes propos la pénurie des données urbaines et climatiques utiles pour les études environnementales. Nous revenons par la suite sur un moment qui nous a semblé charnière pour l'intéressement de l'agence d'urbanisme, à savoir le colloque du GIEC qui a eu lieu en 2018 à Edmonton. Suite à cet événement, l'AUGT a pu montrer des signes d'enrôlement en œuvrant pour la co-construction, avec nous, d'une plateforme de données environnementales et climatiques. Enfin, nous analyserons la manière dont la mobilisation de l'AUGT en faveur de l'adaptation du Grand Tunis au changement climatique et le rôle de porte-parole qu'elle a joué pour intéresser d'autres acteurs, ont changé les rapports de force jusqu'alors vécus avec les acteurs de l'environnement.

9.1 Vers la co-construction d'un nouvel objet socio-technique : la plateforme des données environnementales et climatiques

9.1.1 Re-problématiser la question climat à Tunis autour de la pénurie des données environnementales

Nous avons présenté, à la fin du chapitre 8, un processus de traduction qui n'est pas arrivé au bout de la démarche, en partie en raison d'une stratégie d'enrôlement inefficace de la part des chercheurs. Plusieurs familles d'obstacles à la réussite du processus d'appropriation, outre ceux liés aux propriétés intrinsèques de l'innovation, ressortent de la littérature (BEKKERS et al., 2013 ; VIGODA-GADOT et al., 2005), comme celles concernant l'environnement, le contexte extra-organisationnel, le champ institutionnel ou les caractéristiques internes de l'organisation. Nous avons pu analyser ces composantes dans la première partie de la thèse. Outre les caractéristiques du contexte, l'interruption de la première boucle de traduction est due à ma présence sur le terrain, avec l'objectif de construire la carte climatique. Ma démarche a été perçue comme non représentative et défendant des intérêts trop spécifiques. L'AUGT se sentait peu légitime pour porter cette question.

Nous souhaitons présenter dans cette sous-section la nouvelle phase de problématisation de l'émergence de l'adaptation au changement climatique à Tunis. Cette phase permet de poser différemment la problématique de l'adaptation au changement climatique en intégrant les attentes et les intérêts des acteurs tunisois en amont de toute action, mais aussi leurs contraintes. Nous sommes partis d'un constat partagé et stratégique : la pénurie de données environnementales susceptibles de soutenir des pratiques d'urbanisme plus durable.

Une nouvelle dynamique a ainsi été nécessaire à mettre en place. Nous nous sommes demandés comment notre principal interlocuteur, l'AUGT, pourrait acquérir la légitimité nécessaire pour porter la problématique de l'adaptation des villes au CC sur la scène tunisoise, à travers la co-construction d'un nouveau projet commun. Autrement dit, quelle reconfiguration du projet initial permettrait d'aider l'AUGT à prendre le leadership sur la question de l'adaptation des villes au CC à l'échelle de de l'agglomération tunisoise ?

Pour apporter des éléments de réponses à cette question, nous avons effectué des observations selon ce nouveau focus d'analyse. Pour mener à bien notre enquête, nous avons construit une grille d'analyse (table 9.1) en nous référant aux travaux de (BERTRAND & RICHARD, 2015) qui affirme que « de façon générale, certains facteurs institutionnels

Quelles sont les conditions pour que l’AUGT s’intéresse et porte la problématique de l’ACC sur le Grand Tunis ?
Avoir les moyens humains et financiers nécessaires
Avoir accès aux données urbaines et climatiques
L’existence de dynamiques de coordination entre l’AUGT et les autres acteurs
Avoir une volonté « politique » / la dimension stratégique et de gouvernance
L’existence de projets en cours en lien avec les problématiques environnementales

TABLE 9.1 – Grille d’observation (Source : Zohra Mhedhbi)

sont favorables à l’émergence de stratégies d’adaptation : la participation de plusieurs échelles de gouvernance à l’élaboration des stratégies d’adaptation, les dynamiques existantes de coordination entre acteurs-clés ou la présence d’une institution qui prend le leadership en la matière. On retrouve également comme facteurs déterminants la volonté politique, l’existence et l’accès aux données climatiques, les moyens humains et financiers disponibles, les compétences de chaque niveau (WESTERHOFF et al., 2011). ».

Pour que l’AUGT, et plus spécifiquement la Direction de la Gestion des Informations Urbaines (DGUI)², puisse légitimement porter la problématique de l’adaptation du Grand Tunis au CC, elle doit être force de propositions tout en respectant ses limites institutionnelles : son rôle, ses missions, etc.

Pour cela, la meilleure stratégie d’intervention nous a semblé résider dans la promotion d’un projet collectif fondé, d’une part, sur la production des données qui est au cœur des missions de la DGUI et, d’autre part, sur un élargissement du champ thématique du seul climat vers plus globalement l’environnement. Dans cette optique, ma proposition a porté sur le développement d’une plateforme SIG des données environnementales et climatiques à co-construire, entre acteurs de l’urbain à Tunis, qui serait destinée à l’usage de ces derniers. Cette proposition avait pour fonction principale d’initier l’intégration des problématiques environnementales et climatiques dans la planification et l’aménagement urbains en constituant une banque de données partagées et débattues. Elle répondait en premier lieu à la problématique du manque de données utiles pour les études climatiques et environnementales. L’élaboration de cette plateforme permettrait par ailleurs de sensibiliser les différents acteurs contributeurs et de les motiver à réfléchir de manière prospective et locale à l’adaptation du Grand Tunis au changement climatique. Les acteurs tunisois de l’urbanisme s’approprieraient alors un dispositif et une problématique qui ne serait pas, ou plus, considérée comme extérieure ou importée par des universitaires non locaux. L’apport des universitaires « français »³ a ainsi été revisité. Il se résume désormais à

2. Pour pouvoir approcher le terrain j’étais en stage à la Direction de Gestion des Informations Urbaines (DGUI) à l’AUGT. (chapitre 8)

3. Je m’inclue dedans.

contribuer à l'alimentation de cette plateforme avec des données et des cartes produites tout au long de la thèse⁴.

Cette proposition se base sur plusieurs éléments clés que nous avons pu observer. En premier lieu, l'Agence dispose d'un système SIG. De plus, un jeune géomaticien vient d'intégrer l'institution. Son recrutement montre une volonté certaine de l'AUGT de renforcer ce volet de production et de gestion des données urbaines. En outre, lors d'une réunion d'équipe de la DGUI à laquelle nous avons participé, nous avons rencontré une architecte-urbaniste qui a travaillé auparavant au ministère de l'environnement et qui fait partie aujourd'hui de la DGUI. Cette architecte revendiquait clairement un poste de chef de projet et contestait le planning de 2018 de la direction qui ne prévoyait pas pour elle d'être à la tête d'un quelconque projet. Cette architecte apparaissait ainsi comme une personne ressource qui pourrait prendre en charge le projet de la plateforme en étant appuyée par le jeune géomaticien récemment recruté. Nous avons pu discuter avec ce dernier qui pensait pour sa part que ce projet pouvait constituer une opportunité pour lui et pour sa direction pour investir de nouvelles thématiques.

L'entrée par les données environnementales et climatiques urbaines semblait aussi intéresser la direction générale de l'AUGT. En effet, la directrice générale se préoccupait de l'élaboration d'une stratégie de communication de l'AUGT. Ce projet de plateforme pourrait mettre en avant l'agence comme une force de propositions et d'innovation, s'intéressant à des questions d'actualité, sans pour autant l'éloigner de ses missions habituelles. Les données de cette plateforme pourraient également intéresser les autres directions de l'agence, notamment celle des études et des recherches, qui travaille à l'élaboration d'un projet sur le covoiturage et d'un autre sur les modes de transports doux.

Avec cette nouvelle problématisation, nous avons suivi ce que Akrich explique à propos de l'adoption d'une innovation socio-technique, lorsqu'elle souligne que « le mouvement d'adoption est un mouvement d'adaptation. La coulée continue n'existe pas en général. Elle doit être transformée, modifiée en fonction du site où elle est mise en œuvre. Adopter une innovation c'est l'adapter. » (AKRICH et al., 1988, p. 2). À cet égard, nous avons fait l'effort de nous adapter au contexte tunisois et de repenser notre projet de départ. Nous avons fait en sorte que notre objet initial, à savoir la carte climatique, s'efface pour laisser place à un projet de plateforme de données environnementales et climatiques co-construite entre praticiens de l'urbanisme tunisois et chercheurs. La carte climatique devenait ainsi un élément parmi d'autres de la plateforme. Cet effort d'adaptation vise à « aboutir non pas à l'obtention d'un consensus entre les acteurs de façon à partager la même vision, mais d'un compromis où les différentes parties prenantes reconnaissent la différence de leurs

4. Partie 2 de la thèse

intérêts mais acceptent de coopérer pour atteindre un objectif commun. » (PICHAULT, 2013, p. 147).

Dans cette même optique, nous avons décidé d'élargir le domaine de la plateforme du climat à l'environnement. L'entrée par l'environnement nous a semblé plus mobilisatrice sur le Grand Tunis dans la mesure où, elle s'inscrit dans une logique de développement durable déjà connue et expérimentée par les acteurs. Ces efforts d'adaptation visaient à réussir la première phase de traduction qui doit revêtir un degré de généralité élevée (AKRICH, 2006b) pour que toutes les parties prenantes se sentent concernées par la thématique et ainsi déclencher la mise en relations des acteurs, et donc créer un réseau.

Cette proposition permettait par ailleurs de s'appuyer sur la collaboration en cours entre l'AUGT et l'Institut Paris Région, dont le projet est la mise en place d'un géo-portail permettant de recenser et de visualiser les outils de planification du Grand Tunis. Ainsi, notre idée de création d'une plateforme environnementale rejoint cette première initiative de partage de données.

9.1.2 Un moment charnière de ré-engagement de l'AUGT : La préparation du colloque d'Edmonton

Julia Hidalgo et Sinda Haouès-Jouve (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires) ont proposé une session pour la Conférence sur les villes et le changement climatique organisée en mars 2018 par le GIEC à Edmonton, au Canada⁵. La session proposée a porté sur les méthodes et les outils utilisés dans les sciences environnementales et les sciences humaines et sociales en matière de politiques urbaines climatiques. L'objectif était de partager les connaissances et les expériences autour des cartes climatiques élaborées par cinq villes pour promouvoir des pratiques de planification urbaine respectueuses du climat : Arnhem aux Pays-Bas, Honk Kong en Chine, Salvador au Brésil, Toulouse en France et Tunis en Tunisie. Cette session visait à associer scientifiques et professionnels de l'urbanisme. Nous avons donc proposé à la directrice de la DGIU à l'AUGT d'y participer pour créer une opportunité d'échanges qui pourrait consolider le projet de la plateforme des données environnementales et climatiques.

Ce colloque a été, pour nous (chercheurs), un véritable dispositif d'intéressement dans la mesure où il a associé chercheurs, directrice de la DGUI, carte climatique et plateforme, entités humaines et non-humaines pouvant constituer un réseau socio-technique. Cette conférence a été aussi l'occasion de créer un premier lien avec l'AUGT autour de la question des données environnementales et climatiques ce qui confirme ce que j'ai formulé lors de la nouvelle phase de problématisation à savoir partir du constat partagé de la

5. <https://www.citiesipcc.org/>

pénurie de données.

Lors du colloque, dans un contexte spatialement distant de son lieu de travail et de toute contrainte administrative, organisationnelle et politique, la directrice de la DGUI a été la porte-parole du cas tunisois au sein de cet événement international. Ce portage lui a conféré une nouvelle identité située, qui l'a reliée à notre réseau sociotechnique (chercheurs/acteurs/cartes).

La carte climatique, en tant qu'actant faisant partie du réseau, a été contrainte de se mettre en retrait sans disparaître complètement. Elle s'est, en effet, intégrée à la plateforme qui semblait faire compromis. La plateforme a joué quant à elle un rôle d'objet frontière dont l'intérêt a résidé dans une « flexibilité interprétative » lui permettant d'opérer comme support de traductions hétérogènes (STAR & GRIESEMER, 1989).

En effet, la plateforme a constitué pour la directrice de la DGUI un nouveau projet, lui ouvrant un champ d'expertise sur la question climatique en milieu urbain et lui permettant de rejoindre le réseau de chercheurs-praticiens présent à la conférence. En ce qui me concerne, participer à la préparation de cette session autour de la carte climatique a été un moyen de se mettre en relation avec la directrice de la DGUI pour ensuite mobiliser le reste de l'organisation. Du côté de l'AUGT, l'évolution est marquée par l'acceptation de la directrice de la DGUI de participer à la conférence et par les efforts fournis pour travailler avec moi autour de la construction du support de la communication. Ce support peut ainsi être considéré comme un « dispositif d'enrôlement » favorisant les échanges et la co-construction d'un contenu.

La préparation de ce support a fait l'objet de quatre séances de travail dont trois en présentiel et une par téléphone. Dans un premier temps, j'ai travaillé avec la directrice de la DGUI sur la construction d'une trame pour la présentation. Au-delà des éléments de contexte qu'il a fallu présenter, comme le cadre géographique et les caractéristiques de l'urbanisme tunisois, la responsable de la DGUI a fait également l'effort de s'inscrire dans la thématique de la session, à savoir réfléchir à l'intégration des préoccupations climatiques dans le champ de l'urbanisme à travers la carte climatique en faisant le lien avec les particularités du terrain tunisois. Nous avons donc présenté notre collaboration -entre la directrice de la DGUI et moi-même et chercheurs- comme un levier pour faire émerger un urbanisme respectueux de l'environnement et du climat à Tunis (fig. 9.2).

Une collaboration avec l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis ayant un double objectif :

- Participer à l'initiation de la prise en compte des questions environnementales dans la planification et l'aménagement urbains
- Objectif méthodologique

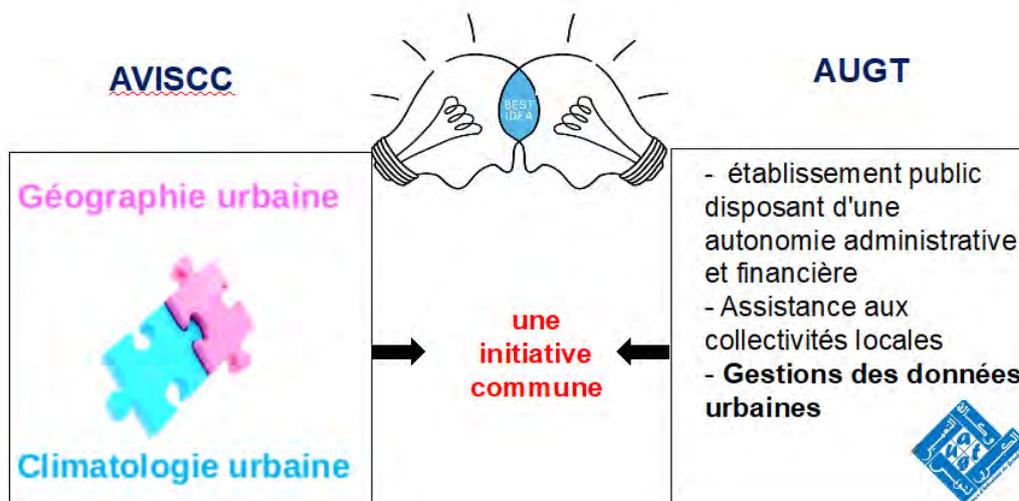


FIGURE 9.2 – Une diapositive extraite de la présentation portant sur le cas de Tunis qui montre l'effort des acteurs à présenter et formaliser pour la première fois les raisons du partenariat chercheurs-praticiens (MHEDHBI & GHILOUFI, 2018)

La présentation orale sur le cas de Tunis a également permis de donner à voir la plateforme de données environnementales et climatiques comme le résultat d'une réflexion commune entre nos deux sphères. Nous avons justifié l'entrée par les données par leur importance dans les études environnementales et climatiques en milieu urbain, notamment pour le cas du Grand Tunis pour lequel il y a une véritable pénurie de ce type de données.

La préparation du support commun en vue du colloque a permis la reconnaissance du partenariat et de la valorisation d'un objet commun. Au-delà, elle a aussi été l'occasion d'approfondir la réflexion sur le projet de création de la plateforme et de concevoir pour cela une feuille de route en trois étapes :

La première étape consiste à collecter les données. D'une part, l'AUGT se propose de recenser toutes les données, études, rapports, fiches, etc. qui peuvent être pertinents pour les études environnementales et climatiques en milieu urbain. D'autre part, nous nous sommes engagés à fournir toutes les productions cartographiques produites tout au long de la thèse pour alimenter la plateforme.

La deuxième étape consiste à faire participer les autres acteurs de l'urbain du Grand Tunis en recensant leurs besoins en termes de données, mais aussi en leur demandant d'alimenter la plateforme avec des données qu'ils jugent pertinentes. L'objectif est de faire de la création de cette plateforme un travail collaboratif entre les différents acteurs tunisois.

Pour **la troisième étape**, et afin de pérenniser l'initiative, nous avons convenu de créer à la fin de ce processus une charte qui a comme vocation d'initier la prise en compte réglementaire de l'environnement et du climat dans les pratiques planificatrices. Il s'agit de traduire les enjeux liés au climat du Grand Tunis en grandes orientations de planification et d'aménagement du territoire. La charte sera une sorte de référentiel pour un urbanisme durable et respectueux du climat. Cette initiative peut préparer le terrain à la prise en compte effective des problématiques environnementales et climatiques dans les documents d'urbanisme.

Cette feuille de route nous a permis de déterminer et d'attribuer les rôles que chacune des parties prenantes (AUGT en tant que porteuse locale du projet, les autres acteurs à intéresser et nous en tant que chercheurs) vont jouer en lien avec le projet de plateforme. Cette attribution des rôles s'est faite à partir du sens et de l'intérêt que chacun porte au projet. La feuille de route est présentée par la figure (fig. 9.3).

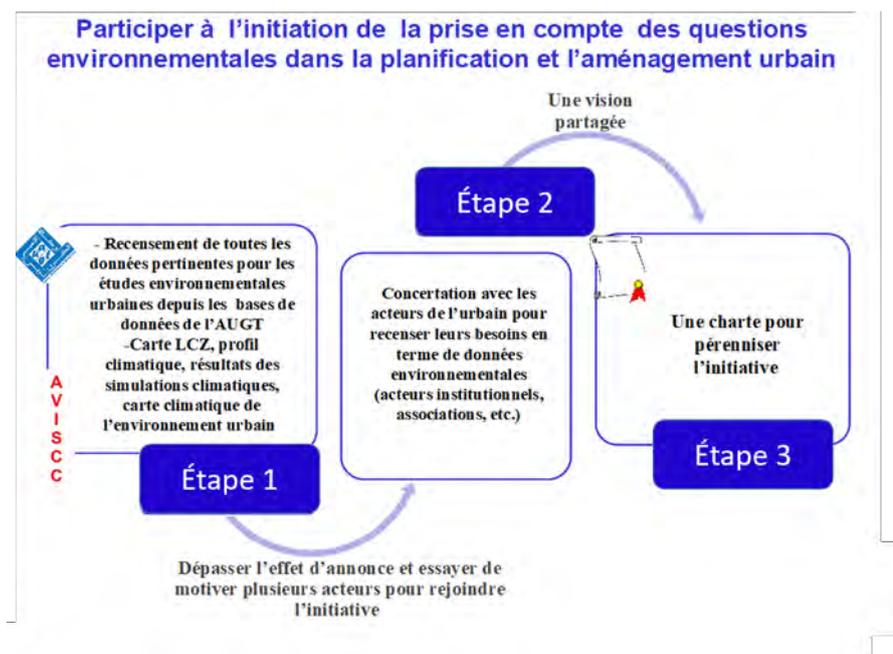


FIGURE 9.3 – La feuille de route de la construction de la plateforme (MHEDHBI & GHILOUFI, 2018)

À travers la construction de cette feuille de route, l'étape d'intéressement a commencé à porter ses fruits. En effet, au cours de cet exercice, la directrice de la DGUI a commencé à imaginer des scénarios pour la construction de la plateforme et à penser aux acteurs qu'elle voudrait mobiliser. Son investissement nous ramène à une nouvelle phase d'intéressement portée par un nouveau porte-parole⁶ (la directrice de la DGUI).

Nous notons aussi l'importance du rôle joué par la plateforme. Elle a, effet, été un objet frontière dans la mesure où elle a consisté en un arrangement qui a permis, en dépit de nos différences (sphère académique et sphère professionnelle), de travailler ensemble sans consensus préalable. Elle a consisté en un espace partagé pouvant jouer le rôle d'un catalyseur de l'action en faveur de l'émergence de l'ACC sur la scène urbaine tunisoise.

L'application de la notion d'objet-frontière dans cette dynamique de traduction a requalifié le projet. En effet, en engageant le processus de co-construction de la plateforme, nous avons accepté l'adaptation de notre projet de sorte qu'il suscite l'intérêt de l'ensemble des actants (praticiens, chercheurs, cartes climatiques et plateforme). De plus, la présentation du projet de plateforme comme lieu de coproduction de l'innovation a permis d'ouvrir la distribution des compétences telle que définie originellement dans notre projet, afin de privilégier une co-construction avec la DGUI.

6. À ce stade je ne suis plus la porte-parole du projet. Ce changement de porte-parole témoigne de la réussite du processus d'intéressement.

Au-delà de ce travail collectif de préparation du support de la communication, qui a participé à l'enrôlement de la DGUI, d'autres éléments ont aussi favorisé cet enrôlement. En effet, pour des raisons organisationnelles, la directrice de la DGUI a été contrainte de présenter seule le projet, lors du colloque, sans que je puisse être présente. Elle a donc pu jouer le rôle de l'unique porte-parole du projet de la plateforme et plus largement de la nécessité d'intégration de l'adaptation au changement climatique dans l'urbanisme et l'aménagement du Grand Tunis. Elle a représenté son institution et s'est présentée publiquement comme porteuse légitime du projet de la plateforme. Son discours a changé⁷, puisqu'elle a elle-même défendu la nécessité que les acteurs de l'urbanisme à Tunis s'emparent de la question d'ACC.

L'enrôlement a été visible au travers de la ténacité dont la directrice de la DGUI a su faire preuve face aux contraintes, voire les entraves, de son administration, notamment l'incompréhension et le scepticisme de ses supérieurs qui ont failli compromettre sa participation à la conférence. La directrice de la DGUI a donc pu représenter officiellement l'AUGT au colloque du GIEC à Edmonton, en présentant la plateforme comme un projet porté par son agence en collaboration avec des laboratoires de recherche français⁸, dont l'objectif est d'initier la prise en compte de problématiques émergentes comme celle de l'adaptation au CC dans un contexte particulier de ville en voie de développement⁹. Après cette participation à la conférence, la représentation sociale que se faisait la directrice de l'AUGT de la mise à l'agenda de l'ACC a changé. Elle se représentait, en début de notre période de terrain, la question de changement climatique comme ne relevant pas des fonctions de l'agence mais plutôt de celles du ministère chargé de l'environnement. Elle nous a expliqué :

« C'était très enrichissant pour moi, j'ai vu comment les questions climatiques sont appréhendées un peu partout dans le monde en lien avec l'urbanisme et tous les efforts qui sont fournis aussi bien par les chercheurs que par les professionnels de l'urbanisme. Ça donne un nouveau souffle, loin de la routine et des contraintes de l'administration ! On ne se rend pas compte ici, on continue à faire des tâches un peu mécaniques sans trop réfléchir à ce qu'il faut améliorer ! »

Discussion avec la Directrice DGUI, novembre 2019

7. Chapitre 8

8. Le LISST et le CNRM

9. Outre la présentation du cas tunisois, il y avait dans cette session la présentation d'une chercheuse de la ville Brésilienne du Salvador qui portait sur les modalités de diffusion des connaissances climatiques urbaines auprès des acteurs de l'urbanisme pour qu'elles se traduisent en actions concrètes. Pour le cas toulousain, la présentation a porté sur les enjeux de circulation de l'expertise climatique entre les différents services de la commune et des différentes agences comme l'agence d'urbanisme. Un autre participant à la session représentait le service technique de la municipalité de Arnhem, dont le travail portait sur les manières possibles de faire des mesures de végétation l'« ADN » de la ville. La dernière présentation, celle de Hong Kong, présentait un cas réussi de prise en compte de la question climatique dans les pratiques urbaines pour les villes à forte densité.

Un acteur peut sembler intéressé par le processus d'innovation, participer aux réunions et aux échanges, sans pour autant accepter de jouer un rôle actif au moment de la mise en œuvre du changement. Madeleine Akrich et ses collègues (AKRICH, 2006a) nous avertissent par rapport au risque de « figuration faussement participative », la participation aux différentes réunions pouvant en effet être confondue avec la participation active dans la mise en œuvre du changement. Le processus de traduction suppose donc que des acteurs clés, une fois enrôlés, assurent la promotion du projet et tentent de convaincre les autres acteurs dont ils sont les porte-paroles afin d'étendre le réseau.

9.2 Une dynamique désormais portée par l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis

9.2.1 Un premier signe de mobilisation concrète : dédier une équipe au projet de la plateforme

Comme nous l'avons précédemment signalé, à ce stade, seule la directrice de la DGUI avait rejoint notre initiative de création d'une plateforme des données environnementales et climatiques du Grand Tunis. Il a fallu par la suite élargir le cercle des individus enrôlés, autrement dit étendre et consolider le réseau. À cet égard, l'acteur déjà enrôlé, en l'occurrence ici la directrice de la DGUI, est devenue le porte-parole de la plateforme, mais aussi notre porte-parole en tant que chercheur à l'origine de l'idée.

Cette évolution s'est traduite par l'enrôlement d'un autre membre de sa direction à qui incombera la responsabilité du projet de la construction de la plateforme. Il s'agit de l'architecte urbaniste que nous avons repérée pendant la phase d'observation, et qui revendiquait un poste de chef de projet. Le jeune géomaticien nouvellement recruté au sein de l'agence a été aussi vivement intéressé pour rejoindre l'équipe de travail sur la plateforme et faire profiter le projet de son expertise technique. La mobilisation de ces deux nouveaux membres de l'AUGT a contribué à donner plus de légitimité au projet.

La petite équipe ainsi constituée a décidé de soumettre le projet au vote au cours de la réunion du comité des directeurs de l'agence. Pour se préparer à ce comité, l'architecte urbaniste qui a rejoint le réseau, a participé aux trois réunions en visioconférence que nous avons organisée avec la directrice de la DGUI. Cette participation lui a permis de préparer une note méthodologique qui a joué un rôle majeur pour enrôler les autres membres de l'AUGT. Les comptes rendus de réunion que nous avons co-écrits leur ont servi de base pour la rédaction de cette note méthodologique. Celle-ci comporte les objectifs et les étapes du projet, les acteurs concernés, l'équipe de travail ainsi que le comité de suivi en

interne. Elle met l'accent sur la nécessité de tisser de larges partenariats avec différents secteurs pour réussir à poser la question de l'adaptation du Grand Tunis. La note met en lumière la concordance de ce projet de construction de la plateforme et les missions de l'AUGT consistant essentiellement à développer l'observation de l'expansion urbaine dans la région capitale, de promouvoir la mission de suivi et de contrôle technique des études d'aménagement urbain et d'assistance aux collectivités locales. Cette note détaille aussi les objectifs du projet à court, moyen et long termes.

— **Les objectifs de la note méthodologique élaborée par l'AUGT** —

La note indique que les objectifs à court-terme du projet consistent à sensibiliser les différents acteurs à la question du changement climatique dans les villes du Grand Tunis et à instaurer un dialogue sur l'adaptation du Grand Tunis au CC. Une fois ce débat enclenché, l'objectif est de créer la plateforme qui permettra de réunir toutes les données pertinentes permettant différentes analyses des risques environnementaux auxquels est soumis le Grand Tunis. Nous pouvons identifier ici un effort de traduction mené par l'équipe qui a rédigé la note méthodologique. À moyen terme, l'objectif est de mobiliser les différents acteurs et intervenants en matière d'urbanisme, d'aménagement et d'environnement afin de décider d'actions concrètes pour l'adaptation des villes du Grand Tunis au CC. L'objectif est aussi de prendre en compte le diagnostic proposé par les cartes climatiques dans la planification à travers son intégration lors de l'élaboration du schéma Directeur d'aménagement et des plans d'aménagement urbain. La note affiche également l'intention de mettre régulièrement à jour la plateforme, et ce en l'alimentant périodiquement de données climatiques et environnementales actualisées. Nous remarquons ici la réapparition de la carte climatique en tant qu'élément clé, étant donné qu'elle reste le seul élément de la plateforme dont l'objectif et les résultats attendus sont clairs. Pour les autres indicateurs environnementaux, la stratégie de leur construction et de leur utilisation reste à définir. À long terme, l'objectif est formulé de manière assez générale. Il consiste à « contribuer dans l'élaboration des stratégies, des politiques de planification et d'aménagement pour l'adaptation aux changements climatiques en se basant sur les outputs de la plateforme (les indicateurs et la cartographie climatique), et ce en vue de réduire la vulnérabilité du Grand Tunis et de rendre les villes résilientes. »

À travers la note qu'elle a élaborée, l'architecte-urbaniste a pu convaincre le comité directeur de l'agence à rejoindre le réseau. C'est ainsi qu'une nouvelle scène de dialogue s'est ouverte à l'AUGT, favorable à la création d'un système d'acteurs (CROZIER, 1963). Comme l'a bien montré Michel Crozier dans « Le Phénomène bureaucratique » (1963), derrière l'organisation formelle des grandes structures bureaucratiques qui semblent avoir

tout prévu (embauches, promotions, tâches à accomplir, etc.), il existe en fait une grande incertitude qui laisse une marge de manœuvre aux acteurs, au jeu des négociations informelles. En effet, les individus disposent toujours d'une marge d'autonomie quels que soient leur statut ou leur position, si modestes soient-ils. Nous pensons que la directrice de la DGUI s'est appuyée sur cette incertitude pour proposer à son institution de travailler sur la problématique climatique, alors même qu'elle ne pensait pas être légitime pour le faire au début. Cette extension du réseau témoigne de l'aboutissement d'un processus de traduction.

9.2.2 La co-construction de la légitimation du rôle de l'AUGT

En tant que membre de la sphère académique, j'ai continué à travailler sur l'émergence de l'ACC avec l'AUGT. Une fois le projet de la plateforme adopté officiellement par l'agence et comme nous l'avions imaginé dans la feuille de route du projet, j'ai proposé à la directrice de la DGUI de co-organiser un atelier pour échanger autour de la plateforme avec les différents acteurs intéressés. La co-organisation de cet atelier s'entend comme une première étape de concrétisation du projet. L'atelier apparaît comme un lieu ouvert de discussion et de controverses qui marque le début d'une collaboration entre les acteurs tunisois, peu importe leurs divergences. L'atelier peut donc devenir le moteur d'appropriation de la question d'ACC et de traductions futures.

Même si le projet a été adopté dans son ensemble par l'AUGT, celle-ci manifeste tout de même des réticences -ou du moins des doutes- vis-à-vis de certaines actions. La directrice de la DGUI a en effet refusé dans un premier temps l'idée d'organiser cet atelier. Cette réticence est due en partie aux rapports assez tendus entre l'agence et les différents acteurs¹⁰. Consciente de la place qu'elle occupe sur la scène urbaine tunisoise, l'AUGT semble encore se poser des questions sur sa légitimité et sur sa capacité à conduire ce projet, comme en témoigne la directrice de la DGUI :

« Je ne sais pas si on est en capacité de lancer un événement pareil en invitant les autres acteurs, surtout ceux spécialistes de ces questions environnementales et climatiques. Il me semble que c'est un peu tôt ! Il faut qu'on maîtrise mieux le sujet pour ne pas manquer de crédibilité auprès d'eux ! Je trouve ça difficile, mais bon ça reste aussi possible ! »

Discussion avec la directrice de la DGUI septembre 2018

La prise d'initiative pour un tel changement est d'autant plus délicate que le positionnement de l'agence reste flou. Au-delà des inquiétudes portant sur les conséquences du changement et son acceptation par les autres acteurs, la crainte repose sur les conditions

10. Chapitre 2

même de la conception et de la réalisation de la plateforme. En effet, annoncer le projet sur la scène urbaine tunisoise constitue une sorte d'engagement de l'AUGT sur l'accomplissement de ce projet, mais aussi d'affichage d'une certaine capacité et légitimité à s'emparer de la question d'ACC.

Nous avons pu également identifier un paradoxe qui accompagne ce projet de changement. D'une part, l'AUGT reconnaît le besoin de changement, ce qui se traduit notamment par la création d'un comité directeur du projet. D'autre part, elle pense ne pas disposer de temps ni de ressources pour le conduire. Ce changement apparaît pour l'AUGT comme une source de stress et de surcharge de travail supplémentaire (AUTISSIER & MOUTOT, 2013). Alors que l'issue du changement demeure incertaine pour l'AUGT, convaincre les autres partenaires de s'investir dans ce projet semble difficile.

Le manque de moyens nécessaires pour l'organisation d'une journée d'études est un autre élément mis en avant par la directrice de la DGUI pour justifier sa réticence initiale, surtout que le projet ne bénéficiait pas encore d'un budget propre. Après de nombreux échanges et réunions entre les chercheurs du LISST et les chargés du projet, nous sommes arrivés à un compromis. Les locaux de l'AUGT étant en travaux, nous avons donc convenu d'organiser l'événement sur une seule matinée dans l'une des salles de conférences du ministère de l'équipement. Cette solution permettait à l'agence de réduire fortement le coût d'organisation de l'atelier en économisant le budget du buffet de déjeuner et de la location d'une salle de conférence. Le travail sur l'allègement du coût financier de l'atelier a permis de jouer sur son acceptabilité.

Nous avons aussi convenu de présenter cette réunion aux acteurs à convier comme une action visant à construire une dynamique commune autour du projet de la plateforme et à traduire les attentes des uns et des autres. Il ne s'agissait donc pas de présenter un projet figé. Cette flexibilité a ainsi constitué un levier de légitimation du projet et de son portage par l'AUGT. Nous l'avons intitulé « Atelier de lancement de la plateforme des données environnementales et climatiques du Grand Tunis ». Nous avons opté dans l'intitulé pour le terme « lancement » afin de montrer aux acteurs invités que le projet commence avec leur participation à ce moment de partage. Plus fondamentalement, nous avons élargi l'objet de la plateforme aux thématiques environnementales afin d'intéresser le plus grand nombre d'acteurs possible.

L'atelier a eu lieu le 23 novembre 2018 au sein du Centre des Sciences de l'ingénieur du MEHAT. Sa préparation a coïncidé avec ma deuxième période de terrain qui s'est déroulée entre octobre 2018 et février 2019. Ma présence sur le terrain m'a permis de m'investir avec les membres de la DGUI dans la préparation et la réalisation de cet évé-

nement.

C'est donc grâce à une initiative émanant d'un travail de recherche-action interdisciplinaire que l'AUGT a pu organiser cet événement qui lui a permis de se présenter comme l'un des porte-paroles légitimes de la question environnementale et climatique à l'échelle du Grand Tunis. Cette collaboration entre chercheurs et acteurs a permis de lancer une dynamique de légitimation de l'émergence de l'adaptation au changement climatique dans le champ de l'urbanisme à Tunis.

9.2.3 Un moment fondateur de la légitimation de l'AUGT : L'atelier de lancement du projet de la plateforme

Ma présence sur le terrain m'a permis de co-porter l'organisation de l'atelier avec les membres de l'AUGT chargée du projet de la plateforme. Nous avons décidé d'organiser cet événement en deux temps. Le premier était consacré aux présentations des différents intervenants conviés à s'exprimer sur des sujets précis. Le second a consisté en une table ronde pour identifier les obstacles et les leviers de l'émergence de l'adaptation dans l'action publique en termes d'aménagement à Tunis.

37 participants issus de 14 structures différentes ont participé à l'atelier (fig. 9.4). Outre les membres de l'AUGT, les structures les mieux représentées dans cet atelier sont le MEHAT avec 7 participants et les collectivités locales avec 6. Cette mobilisation témoigne d'une première réussite de la collaboration chercheurs/acteurs autour de l'émergence de l'ACC sur la scène urbaine du Grand Tunis.

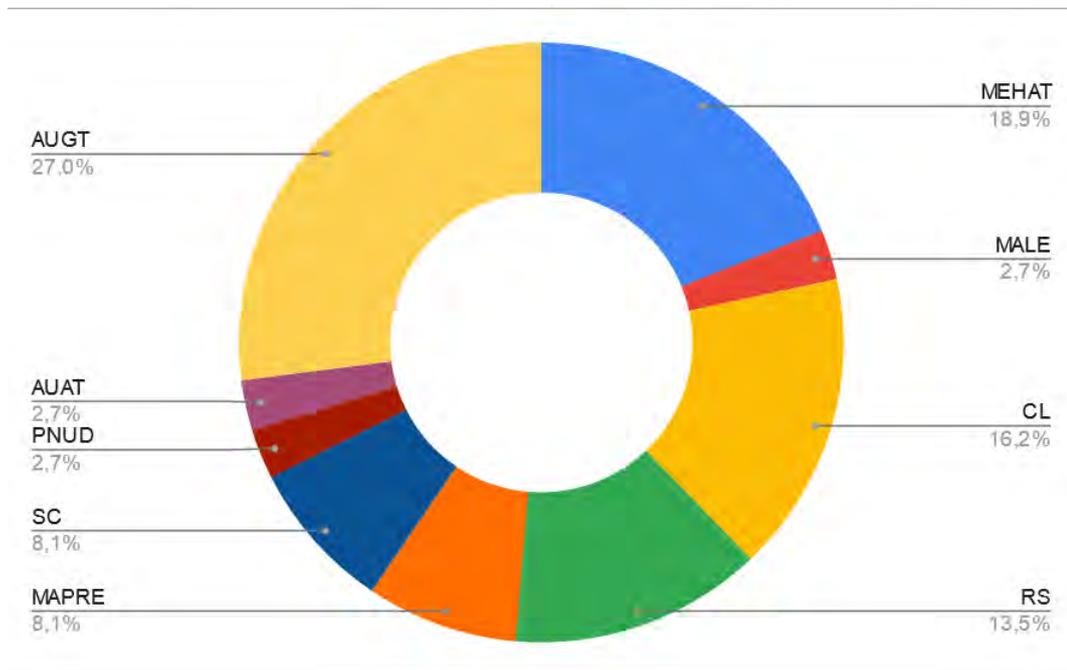


FIGURE 9.4 – Les participants à l'atelier (conception : Zohra Mhedhbi)

AUGT : Agence d'Urbanisme du Grand Tunis, MEHAT : Ministère de l'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du territoire, AUAT : Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire métropolitaine, MALE : Ministère des Affaires Locales et de l'environnement, CL : Collectivités locales, PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement, SC : Société civile, RS : Recherche scientifique, MAPRE : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche Maritime.

Sept présentations ont été programmées comme le détaille le tableau table 9.2.

ORGANISME	INTERVENANTS	INTERVENTIONS
Direction de l'Urbanisme, Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	Mme Dorsaf WAHI : Sous Directrice	Contexte réglementaire tunisien en matière d'urbanisme : une opportunité pour intégrer les aspects environnementaux et climatiques
Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie, Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement	M. Mohamed ZMERLI : Point focal national de la Convention des Nations Unies sur le Changement Climatique	Priorités nationales pour un aménagement du territoire résilient au changement climatique
Agence d'Urbanisme du Grand Tunis	Mme Jihène GHILOUFI : Directrice de la Gestion des Informations Urbaines	Présentation du projet d'adaptation au changement climatique à travers une planification et un aménagement urbains durables: Cas du Grand Tunis
	Mme Sihem CHIKHAOUI : Sous Directrice à la Direction de la Gestion des Informations Urbaines	
Laboratoire LISST, CNRS- Université Toulouse Jean Jaurès, CNRM-Météo France	Mlle Zahra MHEDHBI : Chargée du projet "AVISCC"/ Julia HIDALGO : Chargée de recherche au CNRS	Faire la ville avec le climat : Apports du projet de recherche-action AVISCC
Laboratoire Syfacte, Université de Sfax	M. Sami CHARFI : Climatologue	Synthèse sur le climat urbain du Grand Tunis
Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine	Mme Geneviève BRETAGNE : Responsable du pôle transition écologique	Agence d'urbanisme de Toulouse : vers une approche intégrée des préoccupations environnementales et climatiques en aménagement du territoire

TABLE 9.2 – Liste des participations à l'atelier

Le choix de ces présentations était bien étudié par les organisateurs (chercheurs/ AUGT). En effet, le choix du site géographique du MEHAT pour l'organisation de l'atelier s'inscrit dans une logique d'incitation à la mobilisation du ministère, dans la mesure où il n'a pas encore investi la question de l'ACC¹¹. L'AUGT a sollicité la Direction d'Urbanisme (DU) et la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire (DGAT). Seule la DU a accepté d'intervenir sous la forme d'une présentation assurée par l'un de ses ingénieurs. Son intervention a porté sur le contexte réglementaire tunisien en matière d'urbanisme et sur les opportunités qu'il offre pour intégrer les aspects environnementaux et climatiques. La présentation était centrée sur une logique par zonage. Par exemple, interdire tout nouveau développement, dans les secteurs où le risque d'inondation est élevé, délimiter des zones naturelles et des zones agricoles à protéger et les emprises et les servitudes des domaines publics maritimes et hydrauliques. Des représentants de la DGAT ont simplement

11. Chapitre 2

assisté à l'atelier sans faire de présentation. Cette attitude de la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire peut traduire une position attentiste lui permettant d'évaluer l'initiative avant de s'y impliquer.

L'intervention du représentant du ministère de l'Environnement et des Affaires Locales (MALE) a rappelé le contexte international incitant à la prise en compte du changement climatique dans les différentes politiques sectorielles et présenté les engagements de la Tunisie sur la scène internationale. Cette présentation a eu un rôle incitatif dans la mesure où elle a rappelé l'importance de toutes initiatives régionales ou locales permettant de sortir des logiques très centralisées et de tenir les engagements nationaux sur la scène internationale.

En tant qu'universitaire, j'ai préparé une présentation de sensibilisation à l'ACC, portant sur des éléments de définition du climat urbain, sur les phénomènes microclimatiques et sur les différentes approches utilisées pour les étudier. Décrire les interactions physiques entre la ville et le climat de manière scientifique m'a semblé important afin d'acculturer les participants non spécialistes à la question de l'ACC. De plus, dans la perspective de consolider les relations de l'AUGT avec la sphère académique, nous avons invité l'un des rares chercheurs locaux spécialiste du climat urbain à présenter l'ensemble de ses travaux sur le territoire tunisois. Ces deux présentations académiques jouaient dans une certaine mesure un rôle de formation à destination des participants.

Par ailleurs, nous avons tenu à donner la parole à des professionnels de l'urbanisme qui ont réussi à s'emparer de la question climat afin qu'ils fassent part de leur expérience. Aussi, nous avons invité la responsable du pôle Transition écologique de l'Agence d'Urbanisme de Toulouse aire métropolitaine (AUAT), l'un des piliers de l'animation territoriale en termes d'environnement et de climat sur la scène toulousaine. Le choix de l'AUAT, et plus particulièrement de cette personne, n'était pas fortuit dans la mesure où il s'agit d'un partenaire régulier des équipes de recherche toulousaines travaillant sur les problématiques environnementales et climatiques. L'objectif de cette intervention était de donner à voir comment une agence d'urbanisme française s'intéresse au champ de l'environnement et du climat en particulier, dans l'exercice de ses compétences en matière de planification et d'aménagement urbains. Comme prévu, cette présentation s'est révélée très utile pour nos interlocuteurs au sein de l'AUGT qui ont pu être rassurés quant à la faisabilité du projet de la plateforme. Alors qu'ils s'apprêtaient à intégrer ce champ dans le cadre de la mission de gestion des données, ils se posaient cependant des questions sur leur légitimité et la spécificité de leur approche au regard d'acteurs jugés institutionnellement plus légitimes, notamment le ministère de l'environnement et les agences qui en dépendent (Agence nationale de protection de l'environnement, agence de protection et d'aména-

gement du littoral, etc.). Ce retour d'expérience de l'AUAT a donc permis d'appuyer le projet de l'AUGT.

La directrice de la DGUI et la cheffe de projet de la création de la plateforme sont également intervenues pour présenter le projet de la plateforme des données environnementales et climatiques, ses objectifs à court, moyen et long termes et la feuille de route de l'Agence, en mettant l'accent sur le fait qu'il s'inscrivait pleinement dans les missions de l'agence. Dès lors, l'AUGT joue le rôle de porte-parole de l'ACC et de son émergence dans l'action publique en matière d'aménagement.

Il faut rappeler que l'AUGT a invité l'INM à plusieurs reprises à participer à l'atelier. L'expert national en changement climatique a décliné la demande de participation avec une présentation, mais a confirmé la présence de l'un de ses experts à l'atelier. Finalement, aucun représentant de l'INM n'a rejoint l'événement. L'absence de l'INM rejoint les analyses que nous avons présentées dans le chapitre 2, où nous avons montré que l'INM travaille peu en interaction avec les autres acteurs. D'ailleurs, en modélisant le système d'acteurs avec la méthode MATCTOR, nous avons pu montrer que l'INM est un acteur hors-jeu.

La table ronde qui a clôturé l'atelier a eu une dimension essentiellement institutionnelle dans la mesure où elle avait vocation, selon l'AUGT, à mobiliser et à fédérer les acteurs autour du projet et de la stratégie de l'agence. Ainsi, les participants conviés à la table ronde étaient volontairement issus de champs d'expertise différents. Il y avait un expert en planification et gestion des villes et Territoires du Programme des Nations unies pour le développement (PNUD) à Tunis, un représentant de la société civile et secrétaire général de l'association « Dream in Tunisia »¹², deux universitaires de Toulouse, une représentante du Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT), le responsable du service de l'urbanisme à la commune de Kalaat Andalous et la Responsable Transition Écologique au sein de l'AUAT. L'animation de la table ronde était assurée par la directrice de la DGUI.

L'un des points débattu lors de la table ronde est l'importance du portage politique de la question de l'adaptation. Tous les acteurs présents se sont accordés à dire que, sans ce partage politique, l'AUGT ne pourrait pas aller très loin. Il faut noter que dans ces échanges, il n'y avait pas d'élus ; les seuls participants représentants des collectivités étaient des techniciens. Viser dans un premier temps les techniciens peut aider à instaurer une culture commune autour de la nécessité d'adaptation des villes au CC. Ces derniers peuvent, en effet, insuffler de nouvelles pratiques d'urbanisme respectueuses de

12. Chapitre 2

l'environnement et du climat en les suggérant à leurs élus. C'est ce qu'explique d'ailleurs Guillaume Faburel qui affirme que la fabrique de la ville est en train de se modifier et que nous assisterions à une perte de légitimité des politiques et à une montée en puissance des techniciens (FABUREL, 2008). Aujourd'hui, l'action publique peut être enclenchée par les techniciens compte tenu de leur force d'initiative et de négociation auprès des élus.

La conclusion fut que l'AUGT devait se rapprocher le plus possible des collectivités locales pour qu'une politique d'adaptation efficace puisse se construire territorialement. Cette étape est d'autant plus importante que l'AUGT ne bénéficie d'aucun appui politique¹³ à l'échelle régionale.

L'engagement n'est pas non plus totalement acquis de la part des services techniques des collectivités locales, mais ils ont toutefois la curiosité et l'envie de découvrir cette initiative portée par l'agence, ce qui témoigne d'un intérêt réussi.

La deuxième idée structurante du débat a été le consensus autour de la construction nécessaire de connaissances climatiques territorialisées pour aider à la formulation d'une action publique en faveur de l'ACC. Le constat fut que les connaissances existantes sur les CC à l'échelle du territoire tunisois étaient peu valorisées et partagées au niveau local. Par exemple, la majorité des acteurs de l'urbanisme n'était pas au courant des travaux réalisés par les laboratoires tunisois en matière d'adaptation. Les scientifiques n'apparaissent pas davantage impliqués dans une dynamique de construction de l'action régionale d'ACC. Le débat a clairement fait apparaître que la production de connaissances partagées sur les effets des CC à l'échelle du Grand Tunis constituait un incontournable des processus de construction de l'ACC territorialisée.

Les participants au débat ont aussi souligné l'importance des diagnostics de vulnérabilité aux CC à l'échelle du territoire tunisois. Le diagnostic de vulnérabilité a été abordé dans le sens d'un diagnostic permettant d'identifier, à partir d'un panel d'indicateurs (démographique, socioéconomique, etc.), les problèmes locaux générés par les CC. Certains acteurs institutionnels ont justifié leur volonté de recourir à des diagnostics territoriaux de vulnérabilité, par la possibilité de mobiliser des connaissances scientifiques existantes localement sur les CC. Il s'agit par exemple des résultats de l'étude effectuée par la banque mondiale entre 2010 et 2011 sur l'« Adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes côtières d'Afrique du Nord »¹⁴, qui mobilise pour Tunis des indicateurs économiques, institutionnels et sanitaires.

13. Chapitre 2

14. Chapitre 1

Au final, cet atelier a été une réussite dans la mesure où il a permis de réunir divers acteurs du Grand Tunis autour de la question du changement climatique et de son émergence dans le champ de l'action publique en matière d'aménagement. Le lien entre aménagement et changement climatique était totalement absent de la scène urbaine tunisoise avant cette initiative portée localement par l'AUGT et initiée par un travail de recherche-action. Notons que le travail de recherche que nous portons a joué le rôle de catalyseur de cette dynamique. Ce moment de rencontres et d'échanges peut favoriser par la suite une dynamique autour de l'émergence du changement climatique dans les politiques urbaines tunisoises.

9.3 Vers un début de mise à l'agenda de l'ACC dans le champ de l'urbanisme ?

L'objectif de cette section est de mettre l'accent, d'une part, sur le processus d'autonomisation de l'AUGT dans le travail démarré dans le cadre d'une collaboration avec des chercheurs et, d'autre part sur l'effet de cette prise en main du problème climat sur sa place dans le jeu d'acteurs tunisois autour de cette problématique.

9.3.1 Le premier comité de pilotage du projet de la plateforme : vers un réseau d'acteurs tunisois consolidé

Le premier comité de pilotage du projet de la plateforme a eu lieu le 25 avril 2019 au sein de l'AUGT. L'équipe en charge de la plateforme a fait l'effort d'y inviter un grand nombre d'acteurs afin de donner un maximum de légitimité au projet. L'objet de cette réunion intitulée « la mise en place de la plateforme de données environnementales et climatiques » était d'institutionnaliser le projet en interne et de le publiciser en direction de l'extérieur. Outre huit membres appartenant à différentes directions de l'AUGT, deux personnes qui avaient participé à l'atelier se sont mobilisées pour cette réunion, à savoir le consultant senior du PNUD et une ingénieure du CNCT. Nous notons également une présence significative des collectivités locales de l'agglomération tunisoise avec des représentants de la commune de la Soukra, de l'Ariana et du Kram.

En organisant cette réunion, l'AUGT a montré sa détermination à concrétiser son projet autour de l'adaptation du changement climatique et à lui donner un caractère officiel. Cet effort a motivé de nouveaux acteurs pour rejoindre le projet. C'est le cas de l'INM qui était absent lors de l'atelier de lancement. Soucieux de garder sa place d'expert national en changement climatique, l'INM a accepté cette fois de rejoindre la dynamique. Il y avait également un urbaniste de la DGAT (MEHAT) et un ingénieur de l'Observatoire Tunisois.

sien de l'Environnement et du Développement Durable (OTDD). Cette incorporation de nouveaux acteurs au réseau a impliqué que le processus de traduction se réenclenche pour solidifier et étendre le réseau. Progressivement, de nouveaux membres du réseau s'approprient l'idée et vont participer à co-construire avec l'AUGT le projet de la plateforme.

Pendant cette réunion, la responsable de la Direction de Gestion des Données Urbaines (DGUI), animatrice du comité, a pris la parole pour mettre l'accent sur la nécessité de la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la planification et l'aménagement urbains du Grand Tunis. Cette position exprime une forme d'appropriation de la problématique et montre bien que l'AUGT joue officiellement auprès des autres acteurs le rôle de porte-parole légitime de la question d'adaptation sur la scène urbaine tunisoise. La directrice a incité les partenaires à s'inscrire dans un travail collaboratif qui vise à construire une stratégie partagée entre les différents participants, pour que chacun puisse bénéficier au mieux de ce projet et ainsi pouvoir pérenniser l'initiative.

Une autre forme d'appropriation de la problématique s'est manifestée lors de cette réunion lorsque le géomaticien de l'AUGT a présenté la carte LCZ que j'ai produite pour le Grand Tunis, aux différents membres présents. Il a commenté la carte en précisant qu'elle est issue d'une classification utilisée à l'échelle internationale. La mobilisation de la carte LCZ montre une montée en compétence des agents de l'AUGT autour de la question climatique. Le fait de s'en emparer reflète une appropriation et une maîtrise de la notion d'îlot de chaleur urbain, totalement méconnue auparavant par les membres de l'agence. Ainsi, la carte LCZ a joué le rôle d'un support à la discussion au cours de cette première réunion de travail entre les différents acteurs. En se basant dessus, le consultant du PNUD a mis l'accent sur la nécessité d'associer l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Énergie (ANME), étant donné qu'elle a un rôle important à jouer dans la réduction de la consommation de l'énergie liée à la climatisation, dans les zones potentiellement soumises à l'effet de l'îlot de chaleur urbain et représentées sur la carte LCZ. Il a établi ainsi un lien entre l'utilisation de la climatisation et l'îlot de chaleur urbain, et par suite entre adaptation et atténuation du changement climatique.

L'appropriation des outils que j'ai produits au cours de la thèse témoigne, d'une part, de la pertinence de ces outils techniques dans l'émergence de la problématique climatique et, d'autre part, de la réussite du processus de recherche-action qui a permis la mobilisation de ces outils dans l'action publique.

Au cours de cette réunion, des demandes ont émergé pour adapter la feuille de route de la construction de la plateforme, en faisant intervenir les différents partenaires : discussion sur le type de données et leur pertinence, rallongement du temps dédié à certaines tâches.

C'est une démarche participative qui a été proposée par la représentante de la CNCT et de l'expert du PNUD. Ces revendications témoignent d'une certaine volonté des acteurs présents de s'impliquer effectivement dans le projet. L'INM aussi a montré des signes d'intéressement en identifiant un lien clair entre ses travaux et le projet de l'AUGT. La représentante de l'INM a en effet proposé d'intégrer cette problématique d'adaptation des villes du Grand Tunis au changement climatique dans une perspective de prospective en tenant en compte les projections climatiques régionales que l'INM a produit pour le Grand Tunis. Il a proposé que ces études prospectives fassent l'objet d'une collaboration entre les deux organismes. Notons ici le changement d'attitude de cet acteur qui était absent au début de l'initiative et qui propose à présent de collaborer avec l'AUGT autour de son projet de plateforme.

Lors de cette première réunion, les différents participants ont aussi convenu qu'il était important de traiter d'autres risques climatiques qui menacent la région du Grand Tunis, en plus de la question de la chaleur. Il s'agit notamment du risque inondation et de l'élévation du niveau de la mer. La réunion s'est conclue sur l'idée de rechercher des financements pour consolider le projet. Ainsi, le projet repose désormais sur une approche de faisabilité qui nous amène à penser que la question de l'ACC commence à être acquise et que la traduction a opéré.

Suite à ce premier comité de pilotage, nous avons effectué avec l'équipe responsable du projet de la plateforme au sein de la DGUI, plusieurs réunions qui nous ont permis de lister les données utiles pour l'étude des vagues de chaleur dans le Grand Tunis. Suite à ces séances de travail, l'AUGT a pris l'initiative en septembre 2019 de définir les indicateurs qu'elle souhaite construire ou acquérir pour la plateforme. Elle a élargi son panel d'indicateurs pour toucher d'autres risques environnementaux et climatiques en milieu urbain. Ces indicateurs ont été classés en fonction de leur disponibilité potentielle via ses partenaires, comme par exemple les données qui peuvent être récupérées auprès du Ministère des affaires locales et de l'environnement et ses différentes agences (des indicateurs sur la qualité, la qualité de l'eau, le taux d'évolution du trait de côte et sa soumission au risque de submersion marine, etc.).

À travers ce comité de pilotage, nous voyons clairement l'évolution de la prise en main de cette nouvelle thématique de l'ACC par l'AUGT. La collaboration acteurs/chercheurs a permis une montée en compétence de l'AUGT sur le sujet, voire même une autonomisation de ses décisions par apport aux enjeux climatiques. L'appropriation par l'AUGT de l'ACC et sa capacité à mobiliser de nouveaux acteurs, nous permettent d'affirmer un début de mise à l'agenda de l'ACC dans l'action publique tunisoise en matière d'aménagement.

9.3.2 La consolidation de la place de l'AUGT dans le système des acteurs locaux

Dans cette sous-section, nous allons voir comment le projet de plateforme a joué un rôle d'instrument de l'action publique (LASCOUMES & LE GALÈS, 2010) à Tunis. Pierre Lascoumes et Patrick le Galès définissent un instrument d'action publique comme « un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur. » (LASCOUMES & LE GALÈS, 2010, p. 13). Nous mettrons ainsi l'accent sur la manière dont le projet de plateforme a modifié les rapports de forces entre les acteurs travaillant de manière frontale sur les questions climatiques et urbaines à Tunis.

Nous reprenons la Méthode ACTeurs, Objectifs, Rapports de force (Mactor)¹⁵ afin de visualiser l'effet du projet sur la place qu'occupe l'AUGT dans le système d'acteurs de l'urbain autour de la question climatique. Rappelons que cette méthode permet d'analyser les rapports de force entre les acteurs, et qu'elle nous a permis de mettre en évidence, dans la première partie de la thèse, la place qu'occupent les acteurs de l'aménagement dans le système d'acteurs tunisois.

Pour remobiliser cette méthode dans cette partie, nous nous sommes basés sur des comptes rendus de réunions de l'AUGT avec les différents partenaires, mais aussi sur les différents échanges que j'ai eu avec les responsables du projet. Sur la Matrice d'Influences Directes Acteurs X Acteurs, nous n'avons changé que la colonne et la ligne concernant l'AUGT. D'une part, parce que ce qui nous intéresse, c'est de voir comment la position de cet acteur a évolué suite à l'adoption du projet de la plateforme et, d'autre part, parce que nous ne disposons pas des informations nécessaires pour évaluer l'évolution de tout le système.

15. Chapitre 2

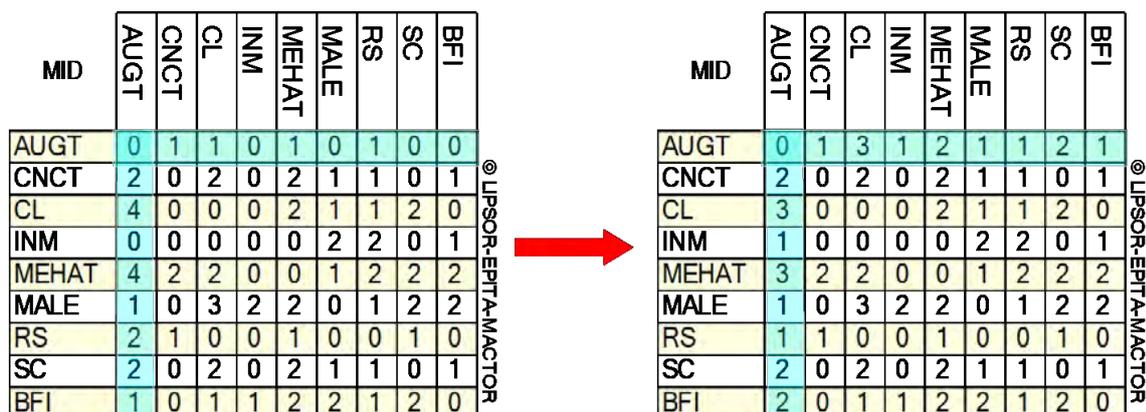


FIGURE 9.5 – La Matrice d’Influences Directes Acteurs X Acteurs (MID) (conception : Zohra Mhedhbi)

- 0 : lorsque l’acteur i a peu d’influence sur l’acteur j.
- 1 : lorsque l’acteur i peut remettre en cause ou favoriser de façon limitée les processus de gestion des projets de j.
- 2 : lorsque i peut remettre en cause ou favoriser la réussite des projets de j.
- 3 : lorsque i peut remettre en cause ou favoriser l’accomplissement des missions de l’acteur j.
- 4 : lorsque i peut remettre en cause l’acteur j dans son existence (i est alors indispensable à l’existence de j).

Par la méthode MACTOR, nous obtenons le plan des influences et dépendances qui fournit une représentation graphique du positionnement des acteurs en fonction de leurs influences et dépendances directes et indirectes (fig. 9.6).

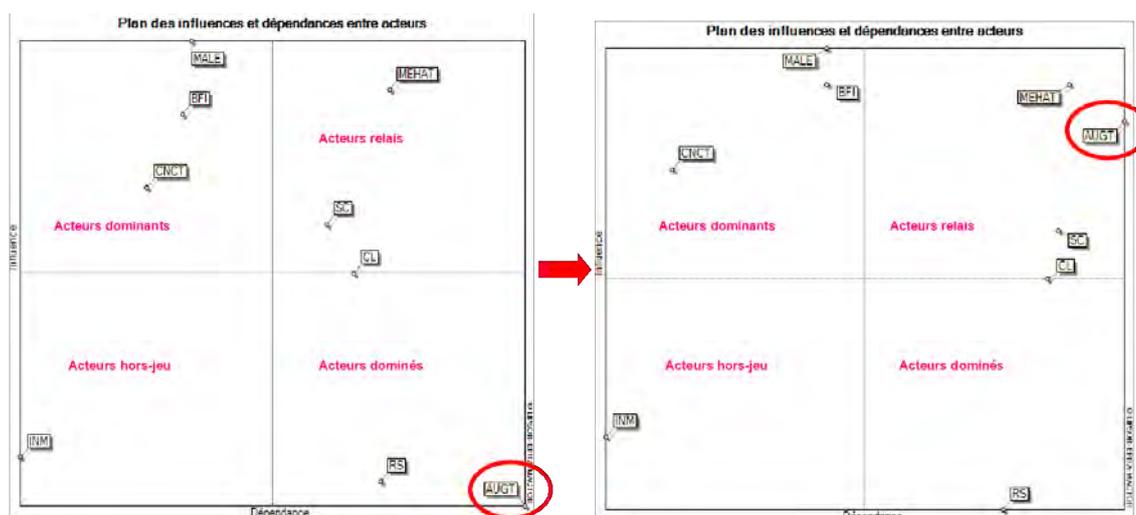


FIGURE 9.6 – Évolution de la place de l'AUGT sur le plan des influences et des dépendances suite au projet de la plate-forme des données environnementales et climatiques (conception Zohra Mhedhbi)

Le projet de la plateforme des données environnementales et climatiques a permis d'accroître l'influence de l'AUGT par rapport à la problématique de l'émergence de la question climatique dans l'action publique en matière d'urbanisme. Avec ce projet, l'AUGT est prête à jouer un rôle d'appui auprès des collectivités locales sur la question d'ACC. Elle peut désormais leur fournir l'appui technique nécessaire pour les aider à s'emparer de cette problématique. En effet, de nouveaux enjeux liés à l'environnement et plus globalement au développement durable (DD) sont intégrés dans le Code des Collectivités Locales (CCL). Ce dernier présente la décentralisation comme étant un choix stratégique qui octroie à la commune la maîtrise de la gestion de ses affaires locales, notamment environnementales. À cet égard, vis à vis des collectivités locales, l'AUGT peut jouer le rôle d'animateur territorial favorisant les échanges et la mobilisation collective en faveur de l'environnement et du climat. De leur côté, les collectivités locales continuent à influencer hautement les travaux de l'AUGT. Étant les maîtres d'ouvrage des plans d'aménagement urbain, la mobilisation des données environnementales et climatiques dans l'objectif de planification demeure tributaire de leur volonté et de leur sensibilité à l'égard de ces questions.

En s'alliant au projet de l'AUGT, l'INM peut espérer mettre en valeur ses données et les résultats de ses travaux en les appliquant à un nouveau domaine, celui des études urbaines. Cette collaboration peut permettre à l'INM de sortir de son fonctionnement solitaire centré sur la production de données sans une véritable applicabilité, en lui offrant l'aménagement comme nouveau débouché. En retour, l'INM peut influencer le projet de la plateforme pour lequel son expertise est essentielle afin de disposer de données climatiques aux échelles régionales et locales. Après avoir refusé dans un premier temps de participer

à l'atelier de lancement de la plateforme, l'INM a changé de position et veut désormais associer l'AUGT à ses projets. Lors d'une réunion qui s'est tenue le 2 décembre 2019 entre l'AUGT, l'INM et le CNCT, le représentant de l'INM a précisé que son institution lançait un projet de construction d'une base de données climatiques en collaboration avec l'AFD, projet dans lequel le rôle de l'INM est d'actualiser les données climatiques. La représentante de l'INM a proposé d'impliquer l'AUGT dans ce projet comme utilisateur potentiel de la base de données. Pour mutualiser les efforts, elle a proposé de réfléchir avec l'AUGT aux indicateurs climatiques qui pourraient être utiles à la planification urbaine et de les produire dans le cadre du projet financé par l'AFD. Dans la perspective de cette collaboration, des réunions de travail ont été programmées entre les deux organismes. La représentante de l'INM a aussi exprimé la volonté de son organisme de fournir à l'AUGT un historique des données climatiques sur une période de 30 ans afin d'avoir une vision globale de l'évolution la situation climatique de la région du Grand Tunis. Nous pouvons constater un changement de positionnement de l'INM, qui était au début réfractaire et qui se montre plus ouvert à la collaboration et moins exigeant sur les conditionnalités de vente de données¹⁶. Ce changement pourrait être expliqué par le fait que l'INM a compris que le projet de l'AUGT ne concurrence pas ses projets, mais qu'il peut au contraire valoriser ses travaux dans une visée pratique. De ce fait, on peut remarquer une légère hausse de sa position sur l'axe des influences dans le cadran Sud-Ouest de la (fig. 9.6). Cette hausse traduit une légère augmentation de l'influence de l'INM sur les autres acteurs du système.

Le CNCT, quant à lui, demeure figé dans sa position d'expert qui fournit des conseils sur la manière de construire et de présenter les données, sans toutefois qu'une véritable dynamique de collaboration se profile.

Le MEHAT trouve un intérêt dans le fait que l'AUGT se positionne dans ce projet comme un animateur territorial qui fera le pont entre ce ministère qui a perdu ses prérogatives en termes de planification urbaine et les collectivités locales qui prennent le relais. Avec ce type de projet innovant qui l'autorise dans une certaine mesure à jouer le rôle d'animateur territorial, l'AUGT peut être force de propositions sur les questions d'environnement et de climat, et prendre ainsi une longueur d'avance sur le MEHAT, son ministère de tutelle, qui ne s'occupe pas encore de ces questions. L'AUGT a réussi à programmer deux réunions avec deux directions différentes du MEHAT : la Direction Générale de l'Aménagement du territoire (DGAT) le 4 décembre 2019 et la Direction de l'Hydraulique Urbaine (DHU) le 10 décembre 2019. Avec la DGAT, la réunion a porté essentiellement sur la possibilité d'échange de données et sur les démarches que l'AUGT doit entreprendre pour récupérer un fond numérique récent dont la DGAT dispose. Avec la DHU, les échanges ont porté sur la possibilité pour l'AUGT de récupérer des données sur les zones inondables du Grand

16. Chapitre 2

Tunis, issues de simulations numériques. Durant la réunion, une possibilité de collaboration entre les deux structures a vu le jour autour de l'étude de l'extension urbaine de la commune de El Mnhla, située au nord de la région tunisoise. Le représentant du DHU a recommandé à l'AUGT d'associer à cette étude, d'une part, les deux communes voisines de Raoued et la Soukra qui sont sujettes à de grands problèmes d'inondation, et d'autre part, l'Office National de l'Assainissement (ONAS) et la Société nationale d'exploitation et de distribution des eaux (SONED). Nous notons l'absence de la Direction de l'Urbanisme du MEHAT dans ces réunions bilatérales, ce qui peut confirmer nos analyses sur les relations conflictuelles entre l'AUGT et la DU¹⁷ dont les missions se chevauchent. Du côté du ministère de l'environnement et des affaires locales, le projet de l'AUGT pourrait lui fournir des données pertinentes à l'échelle des villes, ce qui pourrait favoriser l'émergence des champs de la planification et l'aménagement urbains dans ses communications internationales en faveur du climat.

Disposer d'un large panel de données est également l'occasion de changer le rapport de force de l'AUGT avec la société civile, les bailleurs de fond internationaux et même les acteurs de la recherche scientifique. Les données de l'AUGT peuvent être utiles pour les projets de ces derniers, ce qui peut les pousser à envisager des collaborations avec l'agence. De son côté, l'AUGT aurait sa propre base de données et dépendrait moins de la sphère académique qui peine à s'ouvrir à l'action publique. Ce faisant, elle prendrait aussi de la hauteur par rapport aux bailleurs de fonds internationaux qui ont les moyens de produire les données et qui, jusqu'à aujourd'hui, s'occupent peu des études urbaines en lien avec l'ACC¹⁸. Les rapports avec la recherche scientifique au niveau local ont commencé à changer suite à l'atelier de lancement de la plateforme. En décembre 2018, la directrice de la DGUI était invitée à l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis pour parler du projet de la plateforme, dans le cadre d'une semaine dédiée aux objectifs du développement durable à l'horizon 2030. L'AUGT est aujourd'hui perçue par la sphère académique tunisoise comme un détenteur de données et un potentiel collaborateur autour des questions climatiques.

À l'issue du processus de mise en place du projet de la plateforme, nous pouvons remarquer le passage de l'AUGT du cadran Sud-Est correspondant aux acteurs dominés à celui Nord-Est des acteurs relais. Cette position indique que cet acteur devient très moteur, tout en restant très dépendant. Grâce au projet de la plateforme, l'AUGT est désormais légitime à travailler sur les questions climatiques aux yeux des autres acteurs, notamment le ministère des affaires locales et de l'environnement (MALE) qui n'a jamais pensé auparavant à l'associer aux réflexions qu'il mène autour du changement climatique¹⁹.

17. Cf chapitre 2

18. Cf chapitre 2

19. Chapitre 1

Suite à l'initiative de la construction de la plateforme, l'AUGT et le MEHAT ont été sollicités par le MALE pour participer au comité responsable de la mise à jour de la Contribution Déterminée au Niveau National (NDC) en vue d'atteindre les objectifs affichés de promotion du développement durable et de l'intégrité environnementale. Cette mise à jour du NDC s'inscrit dans un projet plus large intitulé « Renforcement de capacités et appui à l'exécution de la politique nationale d'adaptation au changement climatiques – Adapt-CC ». Le projet Adapt-CC est financé par le ministère Fédéral allemand de la Coopération Economique et du Développement (BMZ). Il a pour objectif d'améliorer la gouvernance de l'adaptation au changement climatique en Tunisie à travers l'accompagnement du Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement et de toutes les parties prenantes concernées par l'adaptation (secteurs public et privé, société civile et partenaires techniques et financiers). Il s'agit notamment de renforcer les capacités de ces acteurs afin qu'ils intègrent l'aspect adaptation au changement climatique dans leurs structures, leurs stratégies et leurs activités.

Il faut rappeler, que lors de l'élaboration du NDC de 2015, aucun acteur responsable de l'urbanisme et de l'aménagement ne fut associé à ce travail ; le document porté par le MALE en 2015 ne contenait aucune rubrique spécifique à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire. C'est grâce à la collaboration acteurs/chercheurs que les acteurs de l'urbanisme se font désormais une place pour participer aux efforts nationaux et locaux dans le champ du climat. Le projet de création de la plateforme a transformé l'action publique climatique, en donnant plus de visibilité et de légitimité aux acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement dans la gouvernance du problème climat. Cette transformation s'est opérée à travers la co-construction d'un instrument technique, en l'occurrence la plateforme des données environnementales et climatiques. Cette dernière a joué le rôle d'une balise qui a permis d'infléchir en partie la politique climatique nationale.

Ce projet est avant tout un instrument de mobilisation des acteurs concernés par la problématique d'ACC autour de la construction et de la collecte des données utiles pour les études environnementales et climatiques en milieu urbain. L'instrument est basé d'une part sur la mise en dialogue des ressources des acteurs et d'autre part sur les interactions qu'ils peuvent avoir favorisant la mise à l'agenda de l'ACC dans le champ de l'urbanisme. Il vise par ailleurs la production d'une représentation partagée de l'enjeu adaptation comme préoccupation légitime des acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. Enfin, l'instrument induit une problématisation particulière de l'enjeu, dans la mesure où il hiérarchise les objectifs et le rôle de chaque acteur dans la mise en œuvre de la question.

9.4 Conclusion

Nous venons de présenter les évolutions du projet de la plateforme des données environnementales et climatiques, en mobilisant la sociologie de la traduction. Ce modèle conceptuel souligne l'intérêt des réunions et des opportunités de débat et d'échange en tant que centre de traduction au moment de la problématisation. Il permet en outre d'éclairer l'évolution de la place qu'occupe l'AUGT sur la scène urbaine tunisoise vis à vis à la problématique d'ACC, au travers de l'objet technique de la plateforme. La mise en place d'une collaboration entre sphère académique et sphère professionnelle et l'ouverture d'espaces de discussion autour de la question de données environnementales et climatiques ont en effet permis de déverrouiller certains blocages, en particulier la question de la légitimité du portage de cette problématique par l'AUGT.

Le passage de l'objet « carte climatique » à l'objet « plateforme » a révélé que les propositions initiales des scientifiques ne sont pas acquises et que le refus des acteurs d'adopter le premier objet n'était pas forcément une forme de résistance à l'innovation. Les acteurs ne sont pas irrationnels ou obtus, ils ont simplement des intérêts, des attentes et des besoins qui n'avaient pas été pris en considération par les chercheurs. La substitution de l'objet « plateforme » à l'objet « carte climatique » constitue à cet égard une forme de traduction et d'appropriation de l'enjeu ACC par les acteurs.

Au final, l'AUGT a su tirer profit du projet de la plateforme des données environnementales et climatiques, en rassemblant beaucoup d'acteurs autour de son initiative d'émergence de l'ACC dans le champ de l'urbanisme. Ce travail a permis une circulation de savoirs à double sens entre les acteurs tunisois et les chercheurs « français », afin de co-construire un instrument de l'action publique capable de participer à la mise à l'agenda de l'ACC sur la scène urbaine.

Nous avons mis en valeur, à travers ce chapitre, l'importance de la co-construction pour permettre une traduction complète et donc la réalisation d'actions visibles par les acteurs enrôlés. La posture de recherche-action que nous avons adoptée a permis d'insuffler des dynamiques de co-construction sur le terrain favorisant la mise à l'agenda du problème climat dans l'action publique en matière d'aménagement. Ce travail de recherche montre que la collaboration chercheurs/acteurs de terrain est indispensable pour les thématiques émergentes. Elle permet, en effet, de dépasser les blocages dus au budget, au sentiment d'illégitimité, à l'absence de dynamique interne du fait que le thème n'est pas identifié comme important par l'organisation, etc.

Notons également que le caractère interdisciplinaire du travail de recherche a participé à

l'émergence de l'ACC à Tunis. D'une part, la production d'outils techniques a apporté aux acteurs une certaine expertise climatique qui leur a permis de renouveler leur regard sur leur territoire sous le prisme du climat. D'autre part, l'analyse que nous avons menée en sociologie/géographie, portant sur la gouvernance et les jeux d'acteurs, nous a permis d'identifier les blocages à la mise à l'agenda, et de mettre en place un protocole pour les lever grâce à un processus de co-construction.

Conclusion de la Partie 3

Nous avons consacré cette troisième partie de la thèse à la construction, à l'analyse et à l'interprétation du rôle des différents objets socio-techniques que nous avons construit ou contribué à construire, depuis les cartes climatiques jusqu'au projet de plateforme des données environnementales et climatiques du Grand Tunis.

Nous avons d'abord montré les étapes techniques de la construction des cartes climatiques pour le territoire du Grand Tunis (chapitre 7). Nous sommes partis de l'analyse des résultats des simulations climatiques effectuées pour une période caniculaire que le Grand Tunis a connu en juillet 2019. Nous avons montré que 3 phénomènes méritent d'être analysés : le niveau de stress thermique diurne, l'effet de la brise de mer et l'îlot de chaleur urbain. Une analyse qualitative nous a permis d'identifier les créneaux où chacun de ces phénomènes est le plus marquant. Ce travail nous a permis de construire les cartes d'analyse et les cartes à zones à enjeux. Ces cartes servent de support au travail avec les acteurs tunisois, et notamment avec l'AUGT, autour de l'adaptation au changement climatique des zones à enjeux qui ont été identifiées. A ce stade, les cartes climatiques jouent le rôle d'un outil de diagnostic. Elles peuvent être qualifiées d'objet technique (AKRICH, 1993).

Par la suite (chapitre 8), nous nous sommes intéressés au registre de conception des cartes climatiques. Nous avons montré que la carte climatique renseigne sur la représentation que se fait le chercheur-concepteur du futur utilisateur des cartes. Présenter aux acteurs de l'urbanisme un simple diagnostic climatique développé par les chercheurs peut en effet s'avérer insuffisant dans la perspective d'une mise à l'agenda de l'adaptation dans les pratiques urbaines. La mise à disposition d'un tel diagnostic peut suffire dans des territoires présentant des conditions favorables à cette émergence (cadre réglementaire prescrivant la prise en compte du climat, capacités techniques, ressources financières, etc.). Cependant, nous avons montré que la capacité des cartes climatiques à influencer l'action locale face au problème climat reste minime dans le contexte du Grand Tunis où les acteurs manquent de moyens pour mettre à l'agenda la problématique d'adaptation au CC. A Tunis, les cartes climatiques n'ont pu jouer qu'un rôle performatif ; c'est en effet par le biais de mon projet de construction de la carte climatique que les acteurs de l'urbanisme tunisois ont commencé à s'intéresser à la question du climat. La carte climatique a pu aussi jouer un rôle d'objet intermédiaire dans la mesure où elle est un vecteur de matérialisation de l'information climatique, mais aussi un médiateur des interactions entre la sphère académique et la sphère des praticiens. Cependant à Tunis, la démarche centrée sur la carte climatique que j'ai portée, a été perçue par les membres de l'AUGT comme

défendant des intérêts de recherche trop spécifiques. Ainsi, la carte climatique n'a pas pu dépasser, dans un premier temps, son rôle performatif et de médiation permettant d'instaurer un dialogue entre les chercheurs et les praticiens de l'AUGT. À ce stade, elle n'a pas pu participer à une véritable mise à l'agenda de l'adaptation dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement.

Le chapitre 9 vient compléter cette analyse. Il montre l'importance de la prise en compte des caractéristiques du système de représentations et du contexte organisationnel dans lesquels le processus d'appropriation de la carte par les acteurs est sensé se produire. C'est dans cette perspective que j'ai proposé à l'AUGT le projet de plateforme de données environnementales et climatiques en me basant sur les observations que j'ai effectuées pendant mon travail de terrain. La carte climatique joue à cette étape le rôle d'un élément parmi l'ensemble des composantes de la plateforme. Le passage de l'objet « carte climatique » à l'objet « plateforme de données environnementales » a révélé que les propositions initiales données par les scientifiques ne sont pas appropriées. La plateforme a joué le rôle d'objet frontière dans la mesure où elle a consisté en un arrangement qui nous a permis, en dépit de nos différences, de travailler ensemble, chercheurs et praticiens, en permettant à chacun de garder ses intérêts et ses objectifs propres. Elle a consisté en un espace partagé pouvant jouer le rôle d'un catalyseur de l'action en faveur de l'émergence de l'ACC sur la scène urbaine tunisoise. Cette plateforme a également joué le rôle d'un instrument de l'action publique en mobilisant, au delà de l'AUGT, des acteurs concernés par la problématique d'ACC et en les associant à la construction et à la collecte des données utiles pour les études environnementales et climatiques en milieu urbain. Elle a aussi permis à l'AUGT de porter le dossier « Adaptation des villes au CC » et de participer avec la direction générale de l'aménagement du territoire à la révision des Contributions Déterminées au Niveau National.

La figure (fig. 9.7) résume l'évolution du statut de l'objet « carte climatique » jusqu'à son inclusion dans l'objet « plateforme des données environnementales et climatiques ». Cette plateforme prend en effet le relais de la carte climatique en tant qu'objet mobilisant l'action. C'est cette évolution que nous avons tenté de mettre en exergue tout au long de cette troisième partie.

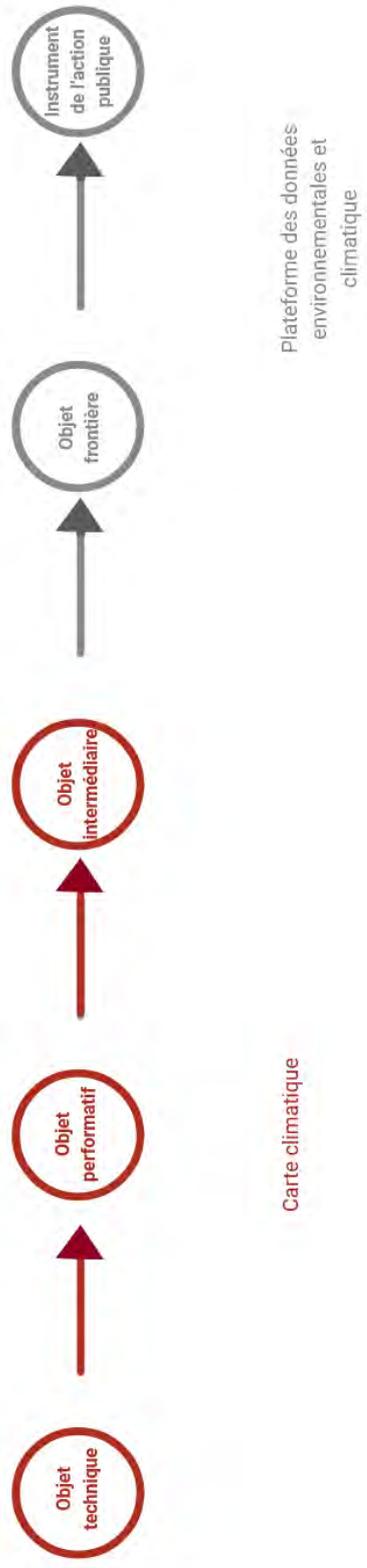


FIGURE 9.7 – Evolution du statut de la carte climatique et son inclusion dans la plateforme (source : Zohra Mhedhbi)

QUATRIÈME PARTIE

Conclusion générale

Cette thèse a vocation à analyser l'action publique urbaine face au problème climat et les mécanismes qui peuvent favoriser ou au contraire faire obstacle à la mise à l'agenda de l'adaptation dans cette action dans le contexte du Grand Tunis. Il s'agissait ainsi de comprendre, dans un contexte d'effervescence politique marqué par d'importantes réformes institutionnelles, comment le processus de co-construction d'une expertise climatique peut constituer un levier pour la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique dans la planification et l'aménagement urbains du Grand Tunis.

Deux hypothèses ont guidé notre analyse. Nous posions, d'une part, que l'action publique urbaine est focalisée sur d'autres enjeux jugés plus prioritaires que la mise à l'agenda de l'adaptation du territoire tunisois au changement climatique. Nous supposions également que les acteurs de l'urbanisme ne disposent pas des ressources nécessaires leur permettant de se positionner comme des acteurs légitimes pour intégrer l'adaptation au changement climatique dans les politiques urbaines. D'autre part, nous formulons l'hypothèse selon laquelle la co-construction, entre chercheurs et praticiens de l'urbanisme, d'une expertise climatique ajustée au territoire, peut contribuer à lever au moins partiellement ces obstacles et jouer en faveur de l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans l'action publique urbaine.

Munie de ces hypothèses, la thèse a permis d'analyser, par le biais d'une recherche-action menée au plus près des services en charge de l'urbanisme et d'aménagement urbain à Tunis, le processus de mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique et les conditions de son émergence comme nouvel enjeu des politiques urbaines.

D'un point de vue méthodologique, nous avons d'abord réalisé une enquête de terrain par entretiens semi directifs, centrée sur l'adaptation au changement climatique et son éventuelle émergence dans l'action publique urbaine. Ensuite, nous avons mobilisé les méthodes de l'analyse spatiale et de la modélisation climatique pour produire des outils permettant de rendre visibles et intelligibles les enjeux climatiques sur le territoire tunisois. Enfin, nous nous sommes basés sur l'observation du fonctionnement de l'AUGT pour à la fois construire un processus de collaboration avec cet organisme et l'analyser par le biais de la sociologie de la traduction.

En articulant données quantitatives et qualitatives, nous avons pu confirmer les hypothèses susmentionnées. La mobilisation de méthodologies hybrides nous a permis de montrer, qu'en dépit des difficultés d'ordre organisationnel et cognitif (poids des représentations sociales) caractérisant l'action publique tunisoise, une expertise rendant intelligible les enjeux climatiques du territoire a permis d'intéresser les acteurs du terrain, sans être toutefois suffisante pour mettre à l'agenda la question de l'adaptation au changement

climatique. C'est bien le travail de co-construction entre chercheurs et acteurs d'un outil mieux ajusté aux besoins et contraintes de ces derniers qui a rendu possible cette mise à l'agenda. Pour étayer cette thèse, nous allons revenir sur les principaux résultats de notre recherche.

Rappel des résultats de la thèse

En premier lieu, nous avons mis en évidence que les jeux d'acteurs autour de l'adaptation au changement climatique constituent, à ce jour, un obstacle à la mise à l'agenda de l'action publique urbaine. En effet, l'État central, de par ses ressources et son rôle régalien, s'accapare la question climatique, notamment par le biais de son Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement ; ce qui exclut les acteurs travaillant à l'échelle régionale comme l'AUGT et à l'échelle locale comme les collectivités locales. Nous avons aussi montré que les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement font face à différentes difficultés, notamment un manque criant de ressources financières et humaines. En outre, les instruments de planification majoritairement caduques et les multiples réformes liées au contexte de transition politique bouleversent et fragilisent leur fonctionnement.

Ce contexte affaiblit les acteurs de l'urbanisme, notamment ceux travaillant aux éch régionale et locale comme l'AUGT et les collectivités, et les empêchent de s'ouvrir sur de nouveaux enjeux comme l'adaptation au changement climatique. S'ajoute à ce contexte peu stable l'absence d'un acteur en capacité de fédérer autour de la question d'adaptation au changement climatique, même si la société civile ambitionne de jouer un rôle d'acteur relais sur cette question. Outre cette dimension organisationnelle, nous avons montré que le poids des représentations sociales constitue le deuxième obstacle fort à l'émergence de l'adaptation au changement climatique. En effet, cette question est entendue par les acteurs tunisois de manière relativement large et disparate. Nous avons pu souligner que les préoccupations en matière d'adaptation sont minimales chez les acteurs de l'environnement et de l'aménagement tunisois, car le phénomène du changement climatique lui-même et ses conséquences sont perçus comme psychologiquement éloignés sur le plan temporel, spatial, social et hypothétique. Chez ces acteurs, l'effort de développement économique ressort comme la première préoccupation. Cette priorisation absolue qui semble ne pouvoir composer avec aucune autre préoccupation, notamment environnementale, explique en grande partie pourquoi l'action en faveur de l'adaptation est freinée.

En deuxième lieu, afin de rendre intelligibles les enjeux climatiques du territoire tunisois et de sensibiliser les acteurs locaux à ces enjeux émergents, nous avons construit une base de données décrivant l'occupation du sol, ce qui a permis de leur communiquer une nouvelle vision du territoire sous le prisme de la climatologie urbaine. La création de cette base de données a permis, d'une part, de pallier le manque de données urbaines utiles pour les acteurs afin d'élaborer des études climatiques territorialisées et, d'autre part,

d'alimenter les modélisations climatiques effectuées pour le Grand Tunis. Pour construire cette base de données, nous avons mis en place une méthode opérationnelle, fondée autant que possible sur des outils en accès libre afin d'être accessible financièrement. La télédétection, qui a apporté des données auparavant inexistantes, et les SIG, qui ont fourni des outils adaptés à la visualisation des données et à la construction d'indicateurs spatialisés, nous ont permis de contourner la pénurie de données locales. Nous avons pu ainsi construire une base de données décrivant la surface urbaine du territoire tunisois et la présenter sous forme d'indicateurs utiles pour la modélisation climatique. Par la suite, afin de combler le manque de données relatives à l'architecture et la morphologie urbaine, nécessaires pour la préparation des indicateurs utiles aux modélisations climatiques, nous avons mis en place une collecte participative d'informations via le réseau social Facebook (méthode de crowdsourcing). Cette approche nous a permis de construire une typologie architecturale pour le Grand Tunis, nécessaire pour la modélisation d'une situation caniculaire sur ce territoire. Nous avons mis à la disposition de l'AUGT ces bases de données d'occupation de sol et de morphologie urbaine orientées vers les études climatiques, ce qui lui permet, d'une part, de les utiliser et, d'autre part, de construire de nouvelles bases de données thématiques, environnementales et climatiques.

Enfin, suite à la préparation des données nécessaires aux modélisations climatiques, nous avons bénéficié de l'aide de Cécile de Munck, chargée de recherche au CNRM, pour effectuer ces modélisations. En analysant les résultats des simulations climatiques effectuées pour une période caniculaire que le Grand Tunis a connu en juillet 2019, nous avons montré que trois phénomènes méritent d'être étudiés : le niveau de stress thermique diurne, l'effet de la brise de mer et l'îlot de chaleur urbain nocturne. Cette approche nous a permis de construire les cartes d'analyse climatique et les cartes des zones à enjeux pour le territoire tunisois. Ces cartes mettent en évidence les secteurs où le stress thermique diurne et l'îlot de chaleur nocturne sont prépondérants. A l'avenir, ces cartes devraient servir de support pour un travail idéalement coordonné par l'AUGT et mené en concertation avec les autres acteurs locaux, afin de définir des recommandations d'adaptation au changement climatique spécifiques aux zones à enjeux identifiées. Nous avons initié cette réflexion au cours des dernières semaines de thèse en organisant une première réunion autour de ces cartes avec les membres de la direction de la gestion des données urbaines à l'AUGT.

Suite à la construction des cartes climatiques, nous nous sommes intéressés à leur registre de conception. Nous avons montré que le fait de présenter aux acteurs de l'urbanisme un diagnostic climatique développé par les seuls chercheurs est insuffisant pour la mise à l'agenda de l'adaptation dans les pratiques urbaines. Le rôle des cartes climatiques ne semble être effectif dans les territoires que si ces derniers présentent des conditions favo-

rables à la prise en compte de l'adaptation, telles qu'un cadre réglementaire prescriptif, des capacités et compétences techniques ou encore des ressources financières suffisantes. A Tunis, où ces conditions ne sont pas réunies, les cartes climatiques ont plutôt joué un rôle performatif. C'est en effet par le biais de mon projet de construction de cartes que l'AUGT a commencé à s'intéresser à la question du climat. La carte climatique a aussi joué un rôle de médiateur à Tunis, en favorisant nos interactions avec la sphère des praticiens.

Nous avons montré par la suite l'importance de la prise en compte des caractéristiques du système de représentations et du contexte organisationnel dans lesquels le processus d'appropriation de la carte par les acteurs est sensé se produire, afin d'aller vers une véritable mise à l'agenda de l'adaptation. C'est dans cette perspective que j'ai proposé à l'AUGT de co-construire un projet commun qui garantisse nos intérêts et objectifs respectifs. C'est ainsi qu'une plateforme de données environnementales et climatiques pour le Grand Tunis a pu voir le jour, destinée à l'usage des acteurs tunisois. En fournissant une banque de données partagées et débattues, ce projet a permis d'initier l'intégration des problématiques environnementales et climatiques dans la planification et l'aménagement urbains. Cette plateforme a pu jouer également le rôle d'un instrument de l'action publique, en permettant à l'AUGT de co-porter le dossier climat avec la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire du Ministère de l'Équipement et de participer pour la première fois à la révision des Contributions Déterminées au Niveau National.

Les apports de la thèse

Des apports disciplinaires

Notre travail a permis de produire une analyse de l'action publique urbaine au Grand Tunis au prisme de la question climat, en mettant l'accent sur les dimensions normatives, organisationnelles et cognitives. A notre connaissance, ces analyses n'avaient encore jamais été développées pour ce terrain d'étude. Les modélisations climatiques permettant d'améliorer la compréhension du climat urbain en tentant de reproduire son fonctionnement avec des modèles dits de canopée urbaine (Masson, 2000), constituent également une première pour le terrain tunisois où les travaux effectués en climatologie étaient jusqu'alors de l'ordre de la modélisation statistique (Charfi, 2006, Dhaech et Charfi 2018). En outre, avec la réalisation pour notre terrain de la première carte climatique à l'échelle de la zone MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord), Tunis rejoint le club restreint des villes du monde qui disposent d'un tel outil (Stuttgart, Toulouse, Hong-Kong, Salvador, etc.). Enfin, le fait de parvenir à réaliser cette carte dans un contexte marqué par une pénurie de données urbaines nous a permis de démontrer une certaine généricité et adaptabilité de cet outil à différents contextes urbains.

Des apports méthodologiques : Une interdisciplinarité radicale

Travailler en interdisciplinarité au cours de cette thèse nous a confronté tout d'abord à un problème d'ordre conceptuel et méthodologique : comment intégrer –ou du moins articuler– des connaissances de natures différentes, construites selon des logiques distinctes et portant pour certaines sur des échelles spatio-temporelles variées ?

Le travail de thèse a montré qu'appréhender la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique dans l'action publique urbaine, mettant l'accent sur l'intersection entre les sciences du climat, les sciences de la ville et les sciences politiques, est possible grâce à une lecture croisée mobilisant les disciplines dans une dynamique d'explication transversale. Bien entendu, ces entrecroisements n'abolissent pas les spécificités disciplinaires ni les entrées thématiques privilégiées, mais ils soulignent une possibilité de mise en lien du climat, de la ville et des politiques publiques et montre qu'une intelligibilité plurielle est possible. En effet, tout au long de la thèse, j'ai travaillé sur ce mouvement itératif de transversalité et de confrontations disciplinaires et thématiques. En construisant mes démonstrations, j'ai voulu mettre l'accent sur l'importance pour les sciences sociales de comprendre la matérialité des problèmes qu'elles traitent en lien avec la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique dans l'action publique urbaine. Dans cette problématique de mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique, il y a une dimension physique incontournable qui n'est pas toujours évidente à saisir depuis les seules sciences humaines et sociales, mais à laquelle nous ne pouvons échapper si nous voulons adopter une approche transversale pour l'étudier. Ce sont les sciences du climat et la géomatique qui nous ont permis de prendre en compte cette dimension physique de la mise à l'agenda de l'adaptation dans l'action publique urbaine. L'apport de ces disciplines était essentiel pour ce travail compte tenu du manque de données urbaines et climatiques destinées à la planification et l'aménagement urbain et de la pénurie des diagnostics microclimatiques accessibles pour les urbanistes tunisois. C'est à cet égard que l'expertise climatique que nous avons développée a joué un rôle important dans l'émergence de l'enjeu de l'adaptation à Tunis.

L'apport de la géographie sociale et urbaine réside dans la contextualisation, appelée aussi territorialisation, ou attention située. Il s'agit autant de situer la réalité et le monde social observé, que la connaissance produite dessus. C'est en effet grâce aux apports des sciences sociales que nous avons pu caractériser le contexte tunisois, les représentations sociales de ses acteurs et leurs logiques d'action. C'est en faisant cette analyse fine de la scène urbaine tunisoise que nous avons pu identifier les obstacles à la mise à l'agenda de l'adaptation et que nous avons pu proposer de co-construire le projet de la plateforme des données environnementales et climatiques avec l'AUGT. Ce projet a permis d'une part de donner une place légitime à nos productions en climatologie urbaine, en les insérant

dans un projet porté localement par l'AUGT. D'autre part, il a donné à cet acteur une légitimité pour porter la problématique climatique, qui, au début de ce travail de thèse, était perçue par les responsables de l'agence comme ne relevant pas de leurs fonctions. Ce travail de co-construction a en effet permis d'induire un changement d'attitude vis-à-vis de l'enjeu de l'adaptation dans le champ de l'urbanisme, en le rendant socialement acceptable pour les acteurs.

Cependant, nous souhaitons ici pousser plus loin la réflexion en questionnant nos propres pratiques de recherche et en mettant en lumière les problèmes auxquels l'interdisciplinarité nous a confronté. En effet, l'engagement d'une thèse interdisciplinaire entre sciences de l'environnement et sciences sociales représente un grand défi dans la mesure où il suppose de construire ses problématiques, méthodes et résultats de manière cohérente, tout en essayant de dépasser des temporalités et des logiques de travail a priori difficilement compatibles. Engager une recherche interdisciplinaire procédait pour moi d'une volonté d'adopter une approche systémique qui a nécessité un important travail d'acculturation à chacune des spécificités disciplinaires. Mais la gageure la plus importante a consisté à articuler l'ensemble des connaissances produites pour en faire une unité, une thèse cohérente. C'est grâce au cadre conceptuel de la sociologie de la traduction que je suis parvenue à connecter ensemble les analyses basées sur différents cadres théoriques empruntés à la science politique, à l'analyse spatiale et à la modélisation climatique.

Le travail interdisciplinaire a nécessité des collaborations avec des chercheurs de différentes disciplines (climatologie, géomatique, sociologie, géographie et urbanisme et aménagement). Cette expérience, très enrichissante, m'a permis de m'insérer dans des dynamiques semblables à celles des projets de recherche interdisciplinaires et ont développé en moi une capacité de travail collectif. En revanche, travailler avec des spécialistes de différentes disciplines n'était pas toujours évident. En effet, lorsque des scientifiques de deux disciplines, ou plus, travaillent ensemble sur des problèmes connexes, ils sont souvent confrontés à ce qui est appelé des « science friction » (EDWARDS et al., 2011). En particulier, lorsque le travail est axé sur les données, le langage joue un rôle clé dans la collaboration et peut être une source de « friction » entre les collaborateurs scientifiques. Au moment d'échange entre climatologues, géomaticiens et géographes, nous avons éprouvé quelques difficultés dans l'échange des différentes métadonnées pour laquelle chacun depuis sa discipline utilise une terminologie bien déterminée. Ce travail à l'interface de différentes disciplines nous a permis de comprendre qu'il est préférable de poser les bases d'une terminologie claire avant de se lancer dans le processus de co-production et de de partage de données, cela afin de garantir un échange fructueux.

La recherche-action : un processus de traduction de l'expertise climatique selon la réalité du terrain

Au terme de la thèse, nous posons la recherche-action comme un processus de traduction, d'interaction et d'apprentissage, au cours duquel nous avons collaboré entre chercheurs et acteurs (AUGT) dans l'objectif de mettre à l'agenda l'adaptation au changement climatique dans l'action publique urbaine à Tunis. Nous notons que la sociologie de la traduction, dont la démarche nous a permis d'ajuster l'action en faveur du processus de mise à l'agenda de l'adaptation au fur et à mesure de son émergence, s'est présentée comme une grille particulièrement appropriée pour mener à bien notre recherche avec une posture de recherche-action.

Au cours de ce processus d'émergence, la traduction menée au sein de la recherche-action se construit au travers de plusieurs épreuves : celles de l'évolution des identités autour d'un projet commun, de la reconnaissance des intérêts, de la légitimité et de la capacité à mobiliser d'autres acteurs. Grâce à l'enquête de terrain, nous nous sommes aperçus que, pour intéresser les acteurs tunisois, il fallait leur proposer une dynamique dans laquelle ils se reconnaissent et qu'ils peuvent s'approprier. Il s'agit d'une « traduction ascendante »²⁰ (ABITBOL, 2012) qui favorise la co-construction afin d'identifier quels pourraient être, pour les acteurs, les intérêts de travailler sur l'adaptation de leur territoire au changement climatique. Les acteurs sollicités peuvent ainsi s'exprimer, se rencontrer et se confronter afin de co-construire un projet qui soit partagé avec les chercheurs. Cela signifie que les acteurs identifient par eux même l'intérêt qu'ils auraient à participer à la démarche et, au-delà, à coopérer. C'est à cet égard que nous avons décidé de décentrer, dans une certaine mesure, notre regard sur la carte climatique, pour proposer le projet plus consensuel et coopératif d'une plateforme des données environnementales et climatiques. Le processus de co-construction de la plateforme se jouait dans des relations de mutualisation qui ont permis de garantir les intérêts de toutes les parties prenantes. Au cours de ce travail, il s'est avéré important de ne pas consolider tout de suite la configuration des acteurs, de laisser à chacun la possibilité de s'y faire une place, de s'y reconnaître et de s'y retrouver. En d'autres termes, nous avons accepté, en tant que chercheur arrivé sur son terrain avec un objectif de recherche bien déterminé, de donner toute leur place aux acteurs, de construire la méthodologie en fonction de leurs réalités et de parvenir ainsi, à partir de leur point de vue, à créer un projet « partagé ». Ce sont les actes de médiation assurés par les objets (cartes climatiques), les événements (conférence du GIEC, atelier de lancement de la plateforme) et par des personnes (moi-même, les membres de l'AUGT) qui ont permis l'émergence d'un monde « partagé », et non « commun » que la plateforme

20. Tous les acteurs sollicités peuvent s'exprimer, se rencontrer et se confronter pour pouvoir co-construire un projet qui soit partagé, ce qui signifie que les acteurs font eux-mêmes le travail de traduction et identifient ainsi l'intérêt qu'ils auraient à participer à la démarche et à coopérer.

incarne.

Quelques perspectives de recherche

Comme toute thèse, celle-ci a dû s'arrêter à un moment donné et nous avons eu à faire des choix de développement au regard du temps imparti pour sa réalisation. Cependant, des pistes de recherche et des perspectives que le cadre de la thèse n'a pas permis d'explorer plus avant, peuvent être envisagées et dessiner les contours d'un projet de recherche postdoctoral. Nous proposons d'esquisser certaines possibilités qui nous semblent mériter une attention particulière, autour de la problématique de l'adaptation des villes au changement climatique.

Sur le territoire tunisois, nous souhaitons continuer le travail engagé avec les acteurs de l'urbanisme, et notamment l'AUGT, afin de construire les cartes de recommandations à partir des cartes d'analyses climatiques et les cartes d'enjeux déjà développées au cours de la thèse. L'objectif serait d'intégrer, au moyen des cartes de recommandations, le diagnostic microclimatique comme composante à part entière du diagnostic urbain, et ce faisant du projet urbain. Le croisement des cartes d'analyse climatique (îlot de chaleur nocturne et stress thermique diurne) avec les zonages réglementaires des plans d'aménagement urbain peut permettre d'alimenter le débat entre les acteurs et les aider à réfléchir à une traduction en orientations et recommandations stratégiques en matière d'aménagement. Les recommandations doivent prendre en compte le diagnostic afin de spécifier les leviers à mobiliser et les actions à envisager pour chaque zone. Avec la décentralisation en cours en Tunisie, on pourrait imaginer de mener ce travail d'élaboration des cartes climatiques (d'analyse, d'enjeux et de recommandations) à l'échelle d'une commune de manière à tester le transfert des méthodes entre échelles, d'une part, et entre territoires (ici communes) d'autre part.

Une deuxième piste de recherche consisterait à intégrer l'approche par la vulnérabilité dans la conception même des cartes climatiques. L'analyse par la vulnérabilité est souvent prise en compte à l'aval : une fois produites, les cartes climatiques sont croisées avec des données démographiques ou socio-économiques afin de produire des cartes de vulnérabilité. Il serait possible de prendre en compte la vulnérabilité sociale lors du processus de conception des cartes climatiques, dans la mesure où la vulnérabilité sociale peut être entendue comme une condition préexistante pour un quartier ou une ville, relevant de facteurs d'origine socio-économique ou politique, et non pas biophysiques (ADGER et al., 2009). Il s'agirait de conduire une analyse du territoire sous le prisme de la vulnérabilité afin de compléter les approches de construction des cartes climatiques pour qu'elles puissent jouer un véritable rôle dans le projet d'un territoire.

Une troisième piste de recherche peut se profiler en s'inscrivant davantage dans le champ

théorique de la participation autour des problématiques d'environnement et de climat, nous souhaitons explorer certains chantiers de la recherche sur la participation en relation avec l'adaptation au changement climatique. Il s'agirait de déterminer comment la participation peut inscrire les acteurs d'un territoire dans une dynamique de collaboration leur permettant de construire de manière collective une stratégie partagée autour de l'adaptation. Il pourrait s'agir notamment d'interroger le rôle des acteurs non-institutionnels (acteurs économiques, société civile, etc.) dans la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique à une échelle locale.

Bibliographie

- ABITBOL, L., (2012), Initier des coopérations inter-organisationnelles dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale : une relecture en termes de sociologie de la traduction et de la théorie des objets-frontière [Publisher : Lyon 3].
- ABRIC, J.-C., (1987), *Coopération, compétition et représentations sociales*, Delval.
- ABRIC, J.-C. & GUIMELLI, C., (1998), Représentations sociales et effets de contexte, *Connexions*, 722, 23-38.
- ADGER, W. N., (2006), Vulnerability, *Global environmental change*, 163, 268-281.
- ADGER, W. N., DESSAI, S., GOULDEN, M., HULME, M., LORENZONI, I., NELSON, D. R., NAESS, L. O., WOLF, J. & WREFORD, A., (2009), Are there social limits to adaptation to climate change? [01340], *Climatic change*, 933, 335-354.
- AGOUMI, A., (2003), Vulnerability of North African countries to climatic changes : adaptation and implementation strategies for climatic change, *Developing Perspectives on climate change : Issues and analysis from developing countries and countries with economies in transition. IISD/Climate Change Knowledge Network*.
- AGRAWAL, A. & RIBOT, J. C., (2000), *Analyzing decentralization : A framework with South Asian and West African environmental cases*, World Resources Institute Washington, DC.
- AKRICH, M., (1987), Comment les innovations réussissent ?
- AKRICH, M., (1989), La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques, *Anthropologie et sociétés*, 132, 31-54.
- AKRICH, M., (1991), L'analyse socio-technique.
- AKRICH, M., (1992), The description of technical objects.
- AKRICH, M., (1993), Les objets techniques et leurs utilisateurs, de la conception à l'action.
- AKRICH, M., (2006a), La description des objets techniques [Publisher : Paris : Presses de l'École des Mines], *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, 159-178.
- AKRICH, M., (2006b), Les objets techniques et leurs utilisateurs. De la conception à l'action, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, 179-199.
- AKRICH, M., CALLON, M. & LATOUR, B., (1988), A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement ; 2 : Le choix des porte-parole.
- ALAMI, S., DESJEUX, D. & GARABUAU-MOUSSAOUI, I., (2013), Le terrain d'enquête, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, <https://www.cairn.info/les-methodes-qualitatives--9782130617679-p-77.htm>
- ALCAUD, D., BOUVET, L., CONTAMIN, J.-G., CRETTEZ, X., MOREL, S. & ROUYER, M., (2010), *Dictionnaire de sciences politiques*, Sirey.

- ALONSO, M., FIDALGO, M. & LABAJO, J., (2007), The urban heat island in Salamanca (Spain) and its relationship to meteorological parameters, *Climate Research*, 34 1, 39-46.
- ALTER, N., (2015), *L'innovation ordinaire*, Presses universitaires de France.
- AMBLARD, H., BERNOUX, P., HERREROS, G. & LIVIAN, Y.-F., (2015), *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*, Le Seuil.
- AQUINO, P., (2001), Et si les approches participatives étaient inadaptées à la gestion décentralisée de territoire ?/And if participative approaches were inadapted to decentralised territorial management ? [Publisher : Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon], *Géocarrefour*, 76 3, 233-239.
- ARAB, N., (2007), À quoi sert l'expérience des autres ? [00019], *Espaces et sociétés*, 4, 33-47.
- ARGYRIS, C., (1993), *Knowledge for action : A guide to overcoming barriers to organizational change.*, ERIC.
- ARNFIELD, A. J., (1990), Canyon geometry, the urban fabric and nocturnal cooling : a simulation approach [Publisher : Taylor & Francis], *Physical Geography*, 11 3, 220-239.
- ARNFIELD, A. J., (2003), Two decades of urban climate research : a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island [Publisher : Wiley Online Library], *International Journal of Climatology : a Journal of the Royal Meteorological Society*, 23 1, 1-26.
- AUSTIN, J. L., (1975), *How to do things with words* (T. 88), Oxford university press.
- AUTISSIER, D. & MOUTOT, J.-M., (2013), *Méthode de conduite du changement*.
- AVENIER, M.-J. & SCHMITT, C., (2005), Savoirs actionnables dans les sciences de l'organisation entendues comme des sciences de conception : éléments de présentation et de réflexion.
- AYRAL, P., (2001), Contribution à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité face à quatre risques «naturels» particuliers liés à la ressource en eaux, *Mémoire de DEA de Géographie, Mention Environnement et Paysage, Université Toulouse-Le-Mirail*.
- BAAS, L. W. & BOONS, F. A., (2004), An industrial ecology project in practice : exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems [Publisher : Elsevier], *Journal of Cleaner Production*, 12 8, 1073-1085.
- BAIN, P. G., MILFONT, T. L., KASHIMA, Y., BILEWICZ, M., DORON, G., GARÐARSDÓTTIR, R. B., GOUVEIA, V. V., GUAN, Y., JOHANSSON, L.-O. & PASQUALI, C., (2016), Co-benefits of addressing climate change can motivate action around the world [Publisher : Nature Publishing Group], *Nature climate change*, 6 2, 154.

- BARROCA, B., SERRE, D. & YOUSSEF, D., (2012), Le concept de résilience à l'épreuve du génie urbain [Publisher : Les éditions en environnements VertigO], *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 122.
- BARTHEL, P.-A., (2003), Faire la ville au bord de l'eau. Les lacs de Tunis : des marges urbaines à des sites de très grands projets d'aménagement [Publisher : Université Lumière-Lyon II].
- BARTHEL, P.-A., (2005), Les Berges du Lac de Tunis. Une mise en scène du futur de la ville [Issue : 1], *Les Annales de la recherche urbaine*, Centre de Recherche d'Urbanisme, Issue : 1.
- BARTHEL, P.-A., CLERC, V. & PHILIFERT, P., (2013), La «ville durable» précipitée dans le monde arabe : essai d'analyse généalogique et critique, *Environnement urbain/Urban Environment*, 7, a16-a30.
- BARZELAY, M., (1992), *Breaking through bureaucracy : A new vision for managing in government*, Univ of California Press.
- BAUMÜLLER, J., HOFFMANN, U., NAGEL, T. & REUTER, U., (1992), Klimauntersuchung des Nachbarschaftsverbandes Stuttgart, *Klimaatlas, Stuttgart, Germany*.
- BAYET, C., (2000), Comment mettre le risque en cartes ? L'évolution de l'articulation entre science et politique dans la cartographie des risques naturels [Publisher : Association des étudiants en science politique de Paris 1], *Politix. Revue des sciences sociales du politique*, 1350, 129-150.
- BECERRA, S., (2012), Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain [Publisher : Les éditions en environnements VertigO], *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 121.
- BECHTEL, B., ALEXANDER, P. J., BECK, C., BÖHNER, J., BROUSSE, O., CHING, J., DEMUZERE, M., FONTE, C., GÁL, T. & HIDALGO, J., (2019), Generating WU-DAPT Level 0 data—Current status of production and evaluation [Publisher : Elsevier], *Urban climate*, 27, 24-45.
- BECHTEL, B., ALEXANDER, P. J., BÖHNER, J., CHING, J., CONRAD, O., FEDDEMA, J., MILLS, G., SEE, L. & STEWART, I., (2015), Mapping local climate zones for a worldwide database of the form and function of cities [00032], *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4 1, 199-219.
- BEDNARZ, N., RINAUDO, J.-L. & RODITI, É., (2015), La recherche collaborative [Publisher : Armand Colin], *Carrefours de l'éducation*, 1, 171-184.
- BEKKERS, V., TUMMERS, L. G. & VOORBERG, W. H., (2013), From public innovation to social innovation in the public sector : A literature review of relevant drivers and barriers, *Rotterdam : Erasmus University Rotterdam*.
- BELTRANDO, G. & DAHECH, S., (2009), Brises littorales et pollution de l'air aux échelles intra-urbaines à Sfax (Tunisie) : entre mesures, système d'information et modélisation numérique.

- BEN CHARRADA, R., (1988), L'hydrodynamique du Lac de Tunis après son aménagement (DEA Faculté des Sciences, Tunis).
- BEN MAMI, S., (2008), La décentralisation et la déconcentration en Tunisie et au Maroc, l'évolution du rôle des collectivités locales, des textes aux pratiques [Publisher : IRG].
- BENZERZOUR, M., (2004), Transformations urbaines et variations du microclimat : application au centre ancien de Nantes et proposition d'un indicateur "morpho-climatique".
- BERTRAND, F. & RICHARD, E., (2012), Les initiatives d'adaptation aux changements climatiques. Entre maintien des logiques de développement et renforcement des coopérations entre territoires [Publisher : Université Lille 1 Sciences et Technologies], *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, 14, 138-153.
- BERTRAND, F. & RICHARD, E., (2015), La délicate existence locale de l'adaptation aux changements climatiques : avec, sans, ou à côté de l'atténuation, *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 63.
- BILJECKI, F., LEDOUX, H. & STOTER, J., (2017), Generating 3d city models without elevation data, *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.01.001>
- BLENNOW, K., PERSSON, J., TOME, M. & HANEWINKEL, M., (2012), Climate change : believing and seeing implies adapting [Publisher : Public Library of Science], *PLoS one*, 711.
- BONAIUTO, M., ALVES, S., DE DOMINICIS, S. & PETRUCCELLI, I., (2016), Place attachment and natural hazard risk : Research review and agenda [Publisher : Elsevier], *Journal of Environmental Psychology*, 48, 33-53.
- BOONE, A., CALVET, J.-C. & NOILHAN, J., (1999), Inclusion of a third soil layer in a land surface scheme using the force-restore method, *Journal of Applied Meteorology*, 3811, 1611-1630.
- BOONE, P., (1995), *Politics and the effectiveness of foreign aid*, National Bureau of Economic Research.
- BOTZEN, W., AERTS, J. & VAN DEN BERGH, J., (2009), Dependence of flood risk perceptions on socioeconomic and objective risk factors [Publisher : Wiley Online Library], *Water Resources Research*, 4510.
- BOUBAKER, H. B., (2009), Chaleur et canicules estivales dans les principales villes côtières de Tunisie, *Les risques liés au temps et au climat*, 107.
- BOURDIN, A. & JOËL, I., (2016), *L'urbanisme des modèles : Références, benchmarking et bonnes pratiques*, Editions de l'Aube.
- BOURG, D., (2009), L'impératif écologique [Publisher : Editions Esprit], *Esprit*, 12, 59-71.

- BOUSNINA, A., (2019), *La Tunisie périphérique oubliée : Essai sur le développement local, la marginalisation et les disparités territoriales*, Editions L'Harmattan.
- BRECHIN, S. R., (2003), Comparative public opinion and knowledge on global climatic change and the Kyoto Protocol : The US versus the World ? [Publisher : MCB UP Ltd], *International journal of sociology and social policy*.
- BROCKHAUS, M., DJOUDI, H. & KAMBIRE, H., (2012), Multi-level governance and adaptive capacity in West Africa, *International Journal of the Commons*, 62.
- BURMEISTER, A. & DUPUY, C., (2003), Entreprises et territoires, les nouveaux enjeux de la proximité, *Notes et Études Documentaires*, 5167.
- BURNINGHAM, K., FIELDING, J. & THRUSH, D., (2008), 'It'll never happen to me' : understanding public awareness of local flood risk [Publisher : Wiley Online Library], *Disasters*, 322, 216-238.
- BURTON, I., (1993), *The environment as hazard*, Guilford press.
- CALLON, M., (1975), L'opération de traduction comme relation symbolique, *Incidences des rapports sociaux sur le développement scientifique et technique*, 105-139.
- CALLON, M., (1986), Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc [Publisher : JSTOR], *L'Année sociologique (1940/1948-)*, 36, 169-208.
- CALLON, M., (1999), The role of lay people in the production and dissemination of scientific knowledge [Publisher : Sage Publications Sage CA : Thousand Oaks, CA], *Science, Technology and Society*, 41, 81-94.
- CALLON, M. & FERRARY, M., (2006), Les réseaux sociaux à l'aune de la théorie de l'acteur-réseau, *Sociologies pratiques*, 2, 37-44.
- CALLON, M., LASCOUMES, P. & BARTHE, Y., (2011), *Acting in an uncertain world : An essay on technical democracy*, Inside Technology.
- CALLON, M. & LATOUR, B., (1992), Don't throw the baby out with the bath school ! A reply to Collins and Yearley [Publisher : University of Chicago Press Chicago, IL], *Science as practice and culture*, 343, 368.
- CALLON, M., MILLO, Y. & MUNIESA, F., (2007), *Market devices*.
- CARDONA, O. D., (2013), The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective : a necessary review and criticism for effective risk management, in *Mapping vulnerability*, Routledge.
- CARLILE, P. R., (2002), A pragmatic view of knowledge and boundaries : Boundary objects in new product development [Publisher : INFORMS], *Organization science*, 134, 442-455.
- CHALINE, C., (1987), La Havane : urbanisme de rupture ou de rattrapage ?, *Annales de géographie*, JSTOR.
- CHAPMAN, L., BELL, C. & BELL, S., (2017), Can the crowdsourcing data paradigm take atmospheric science to a new level ? a case study of the urban heat island of london

- quantified using netatmo weather stations : CROWDSOURCING THE LONDON UHI, *International Journal of Climatology*, 379, 3597-3605, <https://doi.org/10.1002/joc.4940>
- CHAPOULIE, J.-M., (2000), Le travail de terrain, l'observation des actions et des interactions, et la sociologie, *Sociétés contemporaines*, 401, 5-27.
- CHAPPÉ, J., VERLHIAC, J.-F. & MEYER, T., (2007), Optimisme et pessimisme comparatifs consécutifs à l'exposition à plusieurs messages menaçants [Publisher : Elsevier], *European review of applied psychology*, 571, 23-35.
- CHARFI, S., DAHECH, S. & CARREGA, P., (2010), L'îlot de chaleur urbain à Tunis : Apport de l'imagerie spatiale [00002], XXIII ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 00002.
- CHARFI, S., (2012), *La température dans l'agglomération de tunis : comportement spatio-temporel*. (thèse de doct.) [00002], 00002.
- CHARFI, S. & CARREGA, P., (2012), L'extension urbaine et ses conséquences sur la température dans l'agglomération de Tunis [00002], 00002.
- CHARFI, S. & DAHECH, S., (2018), Cartographie des températures à Tunis par modélisation statistique et télédétection [Publisher : UMR Espace], *Mappemonde. Revue trimestrielle sur l'image géographique et les formes du territoire*, 123.
- CHING, J., ALIAGA, D., MILLS, G., MASSON, V., SEE, L., NEOPHYTOU, M., MIDDEL, A., BAKLANOV, A., REN, C. & NG, E., (2019), Pathway using WUDAPT's Digital Synthetic City tool towards generating urban canopy parameters for multi-scale urban atmospheric modeling [Publisher : Elsevier], *Urban Climate*, 28, 100459.
- CHING, J., MILLS, G., BECHTEL, B., SEE, L., FEDDEMA, J., WANG, X., REN, C., BROUSSE, O., MARTILLI, A. & NEOPHYTOU, M., (2018), WUDAPT : An urban weather, climate, and environmental modeling infrastructure for the anthropocene, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 999, 1907-1924.
- COLLETIS-WAHL, K. & MEUNIER, C., (2003), Infrastructures de transport et développement économique en espace rural Quelles méthodes pour quels «effets»? , *Rapport pour le PREDIT*, 2.
- COLOMBERT, M., (2008), Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville.
- CROMBETTE, P., (2016), Contribution des technologies satellitaires Pléiades à l'étude des trames vertes urbaines : entre maintien des connectivités écologiques potentielles et densification des espaces urbains [Publisher : Université Toulouse le Mirail-Toulouse II].
- CROZIER, M., (1963), 1963 Le phénomène bureaucratique. Paris, Seuil.
- CROZIER, M., (1970), La société bloquée [Publisher : éd. du seuil].
- CROZIER, M. & FRIEDBERG, E., (1977), L'acteur et le système [Publisher : Ed. du Seuil].

- DAHECH, S., (2009), Le réchauffement contemporain en Tunisie : Rôle de l'urbanisation et de la circulation atmosphérique.
- DAHECH, S., (2013), Le réchauffement contemporain en Tunisie ; rôle de l'urbanisation et de la circulation atmosphérique [00001].
- DAOUD, A. & DAHECH, S., (2012), Résilience de l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale) face au changement climatique : essai d'évaluation [Publisher : Association Internationale de Climatologie], *Climatologie*, 109-126.
- de MUNCK, C., PIGEON, G., MASSON, V., MEUNIER, F., BOUSQUET, P., TRÉMÉAC, B., MERCHAT, M., POEUF, P. & MARCHADIER, C., (2013), How much can air conditioning increase air temperatures for a city like Paris, France? [Publisher : Wiley Online Library], *International Journal of Climatology*, 33 1, 210-227.
- de VOS, L., LEIJNSE, H., OVEREEM, A. & UIJLENHOET, R., (2017), The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in amsterdam, *Hydrology and Earth System Sciences*, 21 2, 765-777, <https://doi.org/10.5194/hess-21-765-2017>
- DELHOMME, P., (2001), Évaluation d'actions possibles face à un risque : Une approche expérimentale de l'effet du contrôle subjectif sur l'optimisme absolu et comparatif. [Publisher : Presses universitaires de Grenoble], *Revue internationale de psychologie sociale*.
- DEMUZERE, M., BECHTEL, B., MIDDEL, A. & MILLS, G., (2019), Mapping Europe into local climate zones [Publisher : Public Library of Science San Francisco, CA USA], *PloS one*, 14 4, e0214474.
- DENTE, B., FARERI, P. & LIGTERINGEN, J., (1998), A theoretical framework for case study analysis, in *The Waste and the Backyard*, Springer.
- DEROUET, J.-L., (2002), Du transfert à la circulation des savoirs et à la reproblématisation. De la circulation des savoirs à la constitution d'un forum hybride et de pôles de compétences. Un itinéraire de recherche, *Recherche & formation*, 40 1, 13-25.
- DESCOLA, P., (2001), Par-delà la nature et la culture [ISBN : 0246-2346 Publisher : Gallimard], *Le débat*, 2, 86-101.
- DESSAI, S. & HULME, M., (2004), Does climate adaptation policy need probabilities? [Publisher : Taylor & Francis], *Climate policy*, 4 2, 107-128.
- DI MÉO, G., (1996), *Les territoires du quotidien*, Editions L'Harmattan.
- DJAMENT-TRAN, G., LE BLANC, A., LHOMME, S., RUFAT, S. & REGHEZZA-ZITT, M., (2011), Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire.
- DUBUS, N., HELLE, C. & MASSON-VINCENT, M., (2010), De la gouvernance à la géogouvernance : de nouveaux outils pour une démocratie locale renouvelée [Publisher : Département de géographie de l'université de Reims Champagne-Ardenne], *L'Es-pace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, 10.

- DUGAL, J.-P. & LÉZIORT, Y., (2004), La circulation des savoirs entre recherche et formation : l'exemple des concepts didactiques lors d'une action de formation de conseillers pédagogiques [Publisher : JSTOR], *Revue française de pédagogie*, 37-47.
- DUMAS, P., (2006), L'évaluation des dommages du changement climatique en situation d'incertitude : l'apport de la modélisation des coûts de l'adaptation [Publisher : Paris, EHESS].
- DUPUY, J.-P., (2009), *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain : Quand l'impossible est certain*, Le Seuil.
- DURAN, P. & THOENIG, J.-C., (1996), L'Etat et la gestion publique territoriale [Publisher : JSTOR], *Revue française de science politique*, 580-623.
- EDWARDS, P. N., MAYERNIK, M. S., BATCHELLER, A. L., BOWKER, G. C. & BORGMAN, C. L., (2011), Science friction : Data, metadata, and collaboration [Publisher : Sage Publications Sage UK : London, England], *Social studies of science*, 41 5, 667-690.
- ELIASSON, I. & SVENSSON, M. K., (2003), Spatial air temperature variations and urban land use — a statistical approach, *Meteorological Applications*, 10 2, 135-149, <https://doi.org/10.1017/S1350482703002056>
- ELIASSON, I., (2000), The use of climate knowledge in urban planning [Publisher : Elsevier], *Landscape and urban planning*, 48 1, 31-44.
- EL-SHORBAGY, A.-m., (2010), Traditional Islamic-Arab house : vocabulary and syntax [Publisher : Citeseer], *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 10 4, 15-20.
- EMMANUEL, M. R., (2005), *An urban approach to climate-sensitive design : strategies for the tropics*, Taylor & Francis.
- ERELL, E., PEARLMUTTER, D. & WILLIAMSON, T., (2012), *Urban microclimate : designing the spaces between buildings*, Routledge.
- FABUREL, G., (2008), Les inégalités environnementales comme inégalités de moyens des habitants et des acteurs territoriaux. Pour que l'environnement soit un facteur réel de cohésion urbaine, *Espace populations sociétés. Space populations societies*, 2008, 111-126.
- FEHRI, N., (2014), L'aggravation du risque d'inondation en Tunisie : éléments de réflexion, *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 149-175.
- FELTS, D., DÉGARDIN, F. & VIGNERON, S., (2002), Vulnérabilité des réseaux urbains et gestion de crise : exemple de l'inondation de mars 2001 à Lyon et Mâcon [Publisher : CERTU].
- FENNER, D., MEIER, F., BECHTEL, B., OTTO, M. & SCHERER, D., (2017), Intra and inter 'local climate zone' variability of air temperature as observed by crowdsourced citizen weather stations in berlin, germany, *Meteorologische Zeitschrift*, 26 5, 525-547, <https://doi.org/10.1127/metz/2017/0861>

- FILLOL, C., (2004), Apprentissage et systémique [Publisher : Lavoisier], *Revue française de gestion*, 2, 33-49.
- FLEURY-BAHI, G., (2008), Environmental risk : Perception and target with local versus global evaluation [Publisher : SAGE Publications Sage CA : Los Angeles, CA], *Psychological Reports*, 1021, 185-193.
- FLIPO, F., (2014), Les trois conceptions du développement durable [Publisher : Réseau «Développement durable et territoires fragiles»], *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 53.
- FONTE, C. C., MINGHINI, M., ANTONIOU, V., PATRIARCA, J. & SEE, L., (2018), CLASSIFICATION OF BUILDING FUNCTION USING AVAILABLE SOURCES OF VGI, *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4, 209-215, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-209-2018>
- FOUCAULT, A., RAOULT, J.-F., CECCA, F. & PLATEVOET, B., (2014), Dictionnaire de Géologie-8 e édition, Français/Anglais, édition Dunod, 2014, 416 pages, *Avec la simple entrée "manganèse" p, 208.*
- FOUDRIAT, M., (2014), La co-construction. Une option managériale pour les chefs de service, *in Le management des chefs de service dans le secteur social et médico-social*, Paris, Dunod, <https://doi.org/10.3917/dunod.delal.2014.01.0229>
- FRIEDBERG, E., (1992), Les quatre dimensions de l'action organisée [Publisher : JSTOR], *Revue française de sociologie*, 531-557.
- FRIEDMANN, G., (1946), Problèmes humains du machinisme industriel (Paris, Gallimard), 424.
- FUJIMURA, J. H., (1992), Crafting science : Standardized packages, boundary objects, and "translation." [Publisher : University of Chicago Press Chicago, IL], *Science as practice and culture*, 1681992, 168-69.
- FUJITA, K., HENDERSON, M. D., ENG, J., TROPE, Y. & LIBERMAN, N., (2006), Spatial distance and mental construal of social events [Publisher : SAGE Publications Sage CA : Los Angeles, CA], *Psychological Science*, 174, 278-282.
- FÜSSEL, H.-M., (2007), Adaptation planning for climate change : concepts, assessment approaches, and key lessons [Publisher : Springer], *Sustainability science*, 22, 265-275.
- GAGLIO, G., (2011), *Sociologie de l'innovation : «Que sais-je ?» n° 3921*, Que sais-je.
- GARBARINI, J., (2001), Formateur-chercheur : une identité construite entre renoncement et engagement, *Praticien et chercheur. Parcours dans le champ social*, 83-90.
- GARCÍA-MIRA, R., REAL, J. E. & ROMAY, J., (2005), Temporal and spatial dimensions in the perception of environmental problems : An investigation of the concept of environmental hyperopia [Publisher : Wiley Online Library], *International Journal of Psychology*, 401, 5-10.

- GARRAUD, P., (1990), Politiques nationales : élaboration de l'agenda [Publisher : JSTOR], *L'Année sociologique (1940/1948-)*, 40, 17-41.
- GARRAUD, P., (2004), Agenda/émergence, *Dictionnaire des politiques publiques. Paris : Presses de la Fondation National des Sciences Politiques.*
- GARTLAND, L. M., (2012), *Heat islands : understanding and mitigating heat in urban areas*, Routledge.
- GDOURA, M., (2012), La planification urbaine : quelle évolution des instruments et des acteurs? ", Centre de Formation et d'Appui à la Décentralisation Séminaire de la Planification urbaine Tunis, 5 –6 et 7 Juin 2012.
- GEISSER, V., (2016), «Du passé faisons table rase» ? Recompositions élitaires, nouvelles hiérarchies socipolitiques et luttes autour des valeurs dans la Tunisie post-dictature. Trois études inédites, *L'Année du Maghreb*, 14, 167-168.
- GEMENNE, F., (2008), Panorama des principaux axes de la recherche sur le changement climatique [Publisher : Presses de Sciences Po], *Critique internationale*, 3, 141-152.
- GERMANN, R. E., (1969), *L'administration dans le système politique tunisien*, Eds. du Centre national de la recherche scientifique.
- GIORDANO, S., LE BRIS, A. & MALLET, C., (2017, mars), Fully automatic analysis of archival aerial images current status and challenges, in *2017 Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE)*, 2017 Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE), Dubai, United Arab Emirates, IEEE, <https://doi.org/10.1109/JURSE.2017.7924620>
- GIORGI, F., (2006), Climate change hot-spots [Publisher : Wiley Online Library], *Geophysical research letters*, 338.
- GIUDICE, C., (2006), La construction de Tunis, " ville européenne " et ses acteurs de 1860 à 1945 [Publisher : Paris 1].
- GODET, M., (1991), Actors' moves and strategies : The mactor method : An air transport case study [Publisher : Elsevier], *Futures*, 236, 605-622.
- GRAWITZ, M. & LECA, J., (1985), *Traité de science politique : Les politiques publiques* (T. 4), Presses universitaires de France.
- GRIMMOND, C. S. B., BLACKETT, M., BEST, M., BARLOW, J., BAIK, J., BELCHER, S., BOHNENSTENGEL, S., CALMET, I., CHEN, F. & DANDOU, A., (2010), The international urban energy balance models comparison project : first results from phase 1, *Journal of applied meteorology and climatology*, 496, 1268-1292.
- GRÖGER, G. & PLÜMER, L., (2012), CityGML – interoperable semantic 3d city models, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 71, 12-33, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004>
- GUILLEMOT, H., (2014), Les désaccords sur le changement climatique en France : au-delà d'un climat bipolaire, *Natures Sciences Sociétés*, 224, 340-350, <https://doi.org/10.1051/nss/2014047>

- HALLEGATTE, S. & THÉRY, D., (2007), Les impacts économiques futurs du changement climatique sont-ils sous-estimés ? [Publisher : Dalloz], *Revue d'économie politique*, 1174, 507-522.
- HAN, K. & GOLPARVAR-FARD, M., (2017), Crowdsourcing BIM-guided collection of construction material library from site photologs [Publisher : Springer], *Visualization in Engineering*, 51, 14.
- HASSENTEUFEL, P., (2010a), Convergence, *Dictionnaire des politiques publiques*. Paris : Presses de Sciences Po.
- HASSENTEUFEL, P., (2010b), Les processus de mise sur agenda : sélection et construction des problèmes publics, *Informations sociales*, 1, 50-58.
- HEBBERT, M. & MACKILLOP, F., (2013), Urban climatology applied to urban planning : a postwar knowledge circulation failure [Publisher : Wiley Online Library], *International Journal of Urban and Regional Research*, 375, 1542-1558.
- HENIA, L. & BENZARTI, Z., (2006), Changements climatiques et ressources en eau de la Tunisie, Actes du XIXe colloque de l'Association Internationale de Climatologie : Les risques liés au temps et au climat.
- HIDALGO, J. & JOUGLA, R., (2018), On the use of local weather types classification to improve climate understanding : An application on the urban climate of Toulouse [Publisher : Public Library of Science San Francisco, CA USA], *PloS one*, 1312, e0208138.
- HIDALGO, J., LEMONSU, A. & MASSON, V., (2019), Between progress and obstacles on urban climate interdisciplinary studies and knowledge transfer to society.
- HILGARTNER, S. & BOSK, C. L., (1988), The Rise and Fall of Social Problems : A Public Arenas Model [Publisher : The University of Chicago Press], *American Journal of Sociology*, 94 1, 53-78, <https://doi.org/10.1086/228951>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, (2014), *Climate Change 2014—Impacts, Adaptation and Vulnerability : Regional Aspects* [01788], Cambridge University Press.
- JACOB, C., (1992), *L'empire des cartes : approche théorique de la cartographie à travers l'histoire*, Albin Michel.
- JEAMMET, P., REYNAUD, M. & CONSOLI, S., (1996), *Psychologie médicale*, (DEPRECIATED).
- JEANTET, A., (1998), Les objets intermédiaires dans la conception. Eléments pour une sociologie des processus de conception [Publisher : JSTOR], *Sociologie du travail*, 291-316.
- JELLOUL, M. B., (2017), L'aménagement du territoire national et les contraintes de la nouvelle gouvernance dans la Tunisie postrévolutionnaire [00000], *L'Année du Maghreb*, 16, 31-52.

- JOBERT, B. & MULLER, P., (1987), *L'État en action : politiques publiques et corporatismes*, FeniXX.
- JODELET, D. & HAAS, V., (1999), Pensée et mémoire sociale [Publisher : JP Petard Ed Paris], *Manuel de psychologie sociale*, 111-159.
- JODELET, D., (1989), Représentations sociales : un domaine en expansion, *Les représentations sociales*, 5, 45-78.
- JODELET, D., (1997), Les représentations sociales (5e éd.), *Paris : Presses universitaires de France*.
- JODELET, D., (2006), Culture et pratiques de santé [Publisher : érès], *Nouvelle revue de psychosociologie*, 1, 219-239.
- JONAS, H., (2000), Pour une éthique de la nature [Publisher : Paris, Desclée de Brouwer].
- KAHLOUN, H., (2013), L'agenda 21 local en tunisie : des tentatives de démocratisation de la planification du développement durable [00001], *Environnement Urbain/Urban Environment*, 7, a62-a82.
- KALOUSTIAN, N. & BECHTEL, B., (2016), Local climatic zoning and urban heat island in Beirut [Publisher : Elsevier], *Procedia Engineering*, 169, 216-223.
- KNOCH, K., (1951), Uber das Wesen einer Landesklimateaufnahme, *Meteorologische Zeitschrift*, 5 173, 173.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F., (2006), World map of the Köppen-Geiger climate classification updated, *Meteorologische Zeitschrift*, 15 3, 259-263.
- KRAYENHOFF, E. S. & VOOGT, J. A., (2010), Impacts of urban albedo increase on local air temperature at daily–annual time scales : model results and synthesis of previous work, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49 8, 1634-1648.
- KUNZE, C. & HECHT, R., (2015), Semantic enrichment of building data with volunteered geographic information to improve mappings of dwelling units and population, *Computers, Environment and Urban Systems*, 53, 4-18, <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.04.002>
- LAC, C., CHABOUREAU, P., MASSON, V., PINTY, P., TULET, P., ESCOBAR, J., LERICHE, M., BARTHE, C., AOUIZERATS, B. & AUGROS, C., (2018), Overview of the Mesoscale NH model version 5.4 and its applications, *Geoscientific Model Development*, 11, 1929-1969.
- LANG, S., (2008), Object-based image analysis for remote sensing applications : modeling reality—dealing with complexity, *in Object-based image analysis*, Springer.
- LASCOUMES, P., (1996), Rendre gouvernable : de la “traduction” au “transcodage”. L'analyse des processus de changement dans les réseaux d'action publique, *La gouvernabilité*, 325-338.
- LASCOUMES, P., (2007), Gouverner par les cartes [Publisher : Belin], *Genèses*, 3, 2-3.

- LASCOUMES, P. & LE BOURHIS, J.-P., (1997), *L'environnement ou L'administration des possibles : la création des directions régionales de l'environnement*, Editions L'Harmattan.
- LASCOUMES, P. & LE GALÈS, P., (2010), Instrument, *Boussaguet L., Jacquot S., Ravinet P. (dir.), «Dictionnaire des politiques publiques», 3e édition actualisée et augmentée.*
- LATOUR, B., (1991), The impact of science studies on political philosophy [Publisher : Sage Publications Sage CA : Thousand Oaks, CA], *Science, Technology, & Human Values*, 16 1, 3-19.
- LATOUR, B., AKRICH, M. & CALLON, M., (2006), *Sociologie de la traduction*, Presses des Mines.
- LAW, J. & CALLON, M., (1988), Engineering and sociology in a military aircraft project : A network analysis of technological change [Publisher : Oxford University Press Oxford, UK], *Social problems*, 35 3, 284-297.
- LECOMTE, R., (2011), Révolution tunisienne et Internet : le rôle des médias sociaux, *L'Année du Maghreb*, 389-418.
- LEGROS, O., (2003), Le gouvernement des quartiers populaires. Production de l'espace et régulation politique dans les quartiers non réglementaires de Dakar (Sénégal) et de Tunis (Tunisie).
- LEONE, F. & VINET, F., (2006), La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques-Géorisques*, 1, 9-25.
- LETAIEF, M. B., (2008), Les politiques urbaines en Tunisie. Quelques réflexions sur les mutations d'une action publique post-keynésienne [Publisher : ENTPE], *Métropoles*, 4.
- LÉVY, J. & LUSSAULT, M., (2003), *Dictionnaire de la géographie [et de l'espace des sociétés]* (T. 1034) [01117], Belin Paris.
- LEWIN, K., (1946), Action research and minority problems [Publisher : Blackwell Publishing Ltd Oxford, UK], *Journal of social issues*, 24, 34-46.
- LHOMME, S., SERRE, D., DIAB, Y. & LAGANIER, R., (2010), Les réseaux techniques face aux inondations, ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine (Urban networks and floods : how to define performance indicators to evaluate urban resiliency), *Bulletin de l'Association de géographes français*, 874, 487-502.
- LIANG, J., GONG, J., SUN, J., ZHOU, J., LI, W., LI, Y., LIU, J. & SHEN, S., (2017), Automatic sky view factor estimation from street view photographs—a big data approach, *Remote Sensing*, 9 5, 411, <https://doi.org/10.3390/rs9050411>
- LIÉGEOIS, M., (2005), Des aléas et des hommes : Elaboration d'une méthode de diagnostic de la vulnérabilité à l'aléa érosion.

- LIN, S., SHAW, D. & HO, M.-C., (2008), Why are flood and landslide victims less willing to take mitigation measures than the public ? [Publisher : Springer], *Natural Hazards*, 44 2, 305-314.
- LUTTIG, G., (1978), Geoscientific maps of the environment as an essential tool in planning, *Geologie en mijnbouw Delft*, 57 4, 527-532.
- MAGNAN, A., (2008), L'adaptation, toile de fond du développement durable [00010], *Synthèses Iddri*, 8.
- MAGNAN, A., (2009a), La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique : mise au point conceptuelle et facteurs d'influence, *Analyse Iddri*, 1.
- MAGNAN, A., (2009b), Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique [00043], *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 9 3.
- MAHMOUD, A., (2018), Eau et Changements Climatiques en Tunisie : quelle résilience ?, https://www.researchgate.net/publication/325673915_Eau_changements_Climatiques_INAU
- MARTIN, E., (2008), Data community, document de travail.
- MARTINAND, J.-L., (2000), Production, circulation et reproblématisation des savoirs, tes pratiques dans l'Enseignement Supérieur (2-4 octobre 2000), Toulouse.
- MASSON, V., LE MOIGNE, P., MARTIN, E., FAROUX, S., ALIAS, A., ALKAMA, R., BELAMARI, S., BARBU, A., BOONE, A. & BOUYSSSEL, F., (2013), The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of earth surface variables and fluxes.
- MASSON, V., (2000), A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models, *Boundary-Layer Meteorology*, 94 3, 357-397, <https://doi.org/10.1023/A:1002463829265>
- MASSON, V., LEMONSU, A., HIDALGO, J. & VOOGT, J., (2020), Urban climates and climate change [Publisher : Annual Reviews], *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 411-444.
- MEMON, R. A. & LEUNG, D. Y., (2010), Impacts of environmental factors on urban heating [Publisher : Elsevier], *Journal of Environmental Sciences*, 22 12, 1903-1909.
- MERCKLÉ, P., (2011), *Sociologie des réseaux sociaux*, La découverte.
- METZGER, P. & D'ERCOLE, R., (2011), Les risques en milieu urbain : éléments de réflexion, *EchoGéo*, 18.
- MEYNAUD, J., (1953), Deschamps (Hubert)-Les Méthodes et les Doctrines coloniales de la France, du XVIe siècle à nos jours [Publisher : Persée-Portail des revues scientifiques en SHS], *Revue française de science politique*, 3 4, 886-886.
- MHEDHBI, Z. & GHILOUFI, J., (2018), Transfer territorial policies : Inter-service dissemination challenge. Case of Tunis in Tunisia, in *Initiating climatic awareness in*

- urban planning practices through participatory action research*, Cities and climate change science conference, Edmonton, Canada., IPCC.
- MHEDHBI, Z., HAOUÈS-JOUVE, S., HIDALGO, J. & MASSON, V., (2018), Cartographie climatique : quelles spécificités pour les villes du Sud ?, *Cartes & géomatique*, 235.
- MHEDHBI, Z., MASSON, V., HIDALGO, J. & HAOUÈS-JOUVE, S., (2019), Collection of refined architectural parameters by crowdsourcing using Facebook social network : Case of Greater Tunis [Publisher : Elsevier], *Urban Climate*, 29, 100499.
- MICHEL-GUILLOU, E., RICHARD, I. & WEISS, K., (2017), Évaluation locale d'un problème global : la représentation sociale du changement climatique en France et au Groenland [Publisher : Groupe d'études de psychologie], *Bulletin de psychologie*, 2, 117-129.
- MIDDEL, A., LUKASCZYK, J., MACIEJEWSKI, R., DEMUZERE, M. & ROTH, M., (2018), Sky view factor footprints for urban climate modeling, *Urban Climate*, 25, 120-134, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.05.004>
- MILFONT, T. L., (2010), Global warming, climate change and human psychology, *Psychological approaches to sustainability : Current trends in theory, research and practice*, 19, 42.
- MILHABET, I., DESRICHARD, O. & VERLHIAC, J.-F., (2002), Comparaison sociale et perception des risques : l'optimisme comparatif [Publisher : Presses universitaires de Rennes], *Perspectives cognitives et conduites sociales (Vol. 8)*, 215-245.
- MILLS, G., CLEUGH, H., EMMANUEL, R., ENDLICHER, W., ERELL, E., MCGRANAHAN, G., NG, E., NICKSON, A., ROSENTHAL, J. & STEEMER, K., (2010), Climate information for improved planning and management of mega cities (needs perspective), *Procedia Environmental Sciences*, 1, 228-246.
- MIOSSEC, J.-M., (1999), La mosaïque urbaine tunisienne : entre urbanisme réglementaire, urbanisme opérationnel et pratiques «spontanées, *entre le local et la Banque mondiale, via l'État*», in SIGNOLES Pierre, EL-KADI Galila et Sidi Boumedine Rachid, dir., *L'urbain dans le monde arabe, Politiques, instruments et acteurs*, Paris, CNRS éditions, 87-118.
- MIZOUNI, N., (2012), L'UGTT, moteur de la révolution tunisienne [Publisher : Editions Kimé], *Tumultes*, 1, 71-91.
- MORIN, E., (1985), *La Vie de la vie, la méthode* [Publisher : Seuil, Paris].
- MORRIS, C., SIMMONDS, I. & PLUMMER, N., (2001), Quantification of the influences of wind and cloud on the nocturnal urban heat island of a large city, *Journal of Applied Meteorology*, 40 2, 169-182.
- MOSCOVICI, S. & MARIĆ, S., (1968), *Essai sur l'histoire humaine de la nature* (T. 1977), Flammarion Paris.

- MUCCHIELLI, A., (2007), L'émergence du sens des situations à travers les systèmes humains d'interactions [Publisher : Eska], *Revue internationale de psychosociologie*, 1329, 163-199.
- MULLER, P., (1985), Un schéma d'analyse des politiques sectorielles, *Revue française de science politique*, 165-189.
- MULLER, P., (2009), *Les politiques publiques* (T. 8e éd.), Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, <https://www.cairn.info/les-politiques-publiques--9782130575924.htm>
- MULLER, P., (2010), Référentiel, *Dictionnaire des politiques publiques, Paris, Presses de Sciences Po*, 555-562.
- MUSSELIN, C., (2010), Approche organisationnelle, *in Dictionnaire des politiques publiques*, Paris, Presses de Sciences Po, <https://www.cairn.info/dictionnaire-des-politiques-publiques--9782724611755-p-76.htm>
- NAPOLY, A., GRASSMANN, T., MEIER, F. & FENNER, D., (2018), Development and Application of a Statistically-Based Quality Control for Crowdsourced Air Temperature Data, *Frontiers in Earth Science*, 6, 118, <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00118>
- NAVARRO-CARRASCAL, O. & MICHEL-GUILLOU, E., (2014), Analyse des risques et menaces environnementales : un regard psycho-socio-environnemental, *L'individu au risque de l'environnement*, 271-297.
- NG, E. & REN, C., (2015), *The Urban Climatic Map : A Methodology for Sustainable Urban Planning*, Routledge.
- NOILHAN, J. & PLANTON, S., (1989), A simple parameterization of land surface processes for meteorological models, *Monthly weather review*, 1173, 536-549.
- NOUCHER, M., (2009), *La donnée géographique aux frontières des organisations*, EPFL.
- NUISSIER, J., (1994), Le contrôle perçu et son rôle dans les transactions entre individus et événements stressants [Publisher : PUF Paris], *Introduction à la psychologie de la santé*, 67-97.
- OKE, T. R., (1973), City size and the urban heat island [Publisher : Elsevier], *Atmospheric Environment (1967)*, 78, 769-779.
- OKE, T. R., (1982), The energetic basis of the urban heat island, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108455, 1-24.
- OKE, T. R., (1987), *Boundary layer climates*, Routledge.
- OKE, T. R., (2004), Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites [Publisher : Citeseer].
- OKE, T. R. & AIGBAVBOA, C. O., (2017), *Sustainable value management for construction projects*, Springer.
- OKE, T. R. & CLEUGH, H., (1987), Urban heat storage derived as energy balance residuals [Publisher : Springer], *Boundary-Layer Meteorology*, 393, 233-245.

- OKE, T. R., MILLS, G., CHRISTEN, A. & VOOGT, J. A., (2017), *Urban climates*, Cambridge University Press.
- PANDEY, P., KUMAR, D., PRAKASH, A., MASIH, J., SINGH, M., KUMAR, S., JAIN, V. K. & KUMAR, K., (2012), A study of urban heat island and its association with particulate matter during winter months over Delhi [Publisher : Elsevier], *Science of the Total Environment*, 414, 494-507.
- PECK, J. & THEODORE, N., (2010), Mobilizing policy : Models, methods, and mutations [Publisher : Elsevier], *Geoforum*, 41 2, 169-174.
- PEYROUX, E. & SANJUAN, T., (2016), Stratégies de villes et « modèles » urbains : approche économique et géopolitique des relations entre villes. Introduction [Publisher : Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information . . .], *EchoGéo*, 36.
- PICARD, D. & MARC, E., (2012), Les conflits au travail, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, <https://www.cairn.info/les-conflits-relationnels--9782130594598-p-104.htm>
- PICHAULT, F., (2013), Gestion du changement. Vers un management polyphonique, *De Boeck*.
- PIGEON, G., MOSCICKI, M. A., VOOGT, J. A. & MASSON, V., (2008), Simulation of fall and winter surface energy balance over a dense urban area using the TEB scheme, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 102 3, 159-171, <https://doi.org/10.1007/s00703-008-0320-9>
- PINSON, D., (2004), L'Urbanisme : une discipline indisciplinée ? [00004], *Futures*, 36 4.
- PRONIN, E. & ROSS, L., (2006), Temporal differences in trait self-ascription : When the self is seen as an other. [Publisher : American Psychological Association], *Journal of personality and social psychology*, 90 2, 197.
- QUENAULT, B., PIGEON, P., BERTRAND, F. & BLOND, N., (2011), Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain : vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable ? [Publisher : Programme Interdisciplinaire de recherche Ville et Environnement (MEDDAT . . .)].
- RAHMAN, S. M. & MIAH, M. D., (2016), Intended nationally determined contributions from the Middle East and North Africa, *Geography, Environment, Sustainability*, 9 4, 92-100.
- RAYNOR, G. S., SETHURAMAN, S. & BROWN, R. M., (1979), Formation and characteristics of coastal internal boundary layers during onshore flows, *Boundary-Layer Meteorology*, 16 4, 487-514, <https://doi.org/10.1007/BF03163565>
- REITER, S., (2007), Elaboration d'outils méthodologiques et techniques d'aide à la conception d'ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes.
- REN, C., NG, E. Y. & KATZSCHNER, L., (2011), Urban climatic map studies : a review, *International Journal of Climatology*, 31 15, 2213-2233.

- REN, C., SPIT, T., LENZHOLZER, S., YIM, H. L. S., HEUSINKVELD, B., van HOVE, B., CHEN, L., KUPSKI, S., BURGHARDT, R. & KATZSCHNER, L., (2012), Urban climate map system for Dutch spatial planning, *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 18, 207-221.
- RESWEBER, J.-P., (1981), Introduction, in *La Méthode interdisciplinaire*, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, <https://www.cairn.info/la-methode-interdisciplinaire--9782130367871-p-9.htm>
- RICHARD, (2013), L'action publique territoriale à l'épreuve de l'adaptation aux changements climatiques : un nouveau référentiel pour penser l'aménagement du territoire? [Publisher : Tours].
- SALAMANCA, F., GEORGESCU, M., MAHALOV, A., MOUSTAOU, M. & WANG, M., (2014), Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning [Publisher : Wiley Online Library], *Journal of Geophysical Research : Atmospheres*, 11910, 5949-5965.
- SANTAMOURIS, M., (2005), Chapter 8 : Passive Cooling of Buildings, *Advances in Solar Energy*, 16, 295.
- SANTELLI, S. & TOURNET, B., (1987), Évolution et ambiguïté de la maison arabe contemporaine au Maghreb? : étude de cas à Rabat et Tunis [Publisher : Parenthèses Paris], *Espace centré : figures de l'architecture domestique dans l'Orient méditerranéen*.
- SAVALL, H. & ZARDET, V., (2003), Maîtriser les coûts et les performances cachés, 1987, 4e édition, Livre, *Economica*.
- SEE, L., CHING, J., MASSON, V., FEDDEMA, J., MILLS, G., NEOPHYTOU, M., FOLEY, M., O'CONNOR, M., MILČINSKI, G. & REPSE, M., (2015), Generating WUDAPT's specific scale-dependent urban modeling and activity parameters : Collection of level 1 and level 2 data.
- SELIGMAN, M., (1975), Helplessness : On depression, development, and death, *Helplessness : On depression, development, and death*.
- SEVERINO, J.-M. & CHARNOZ, X., (2003), Un paradoxe du développement, *Revue d'économie du développement*, 114, 77-97.
- SHARMA, V., ORINDI, V., HESSE, C., PATTISON, J. & ANDERSON, S., (2014), Supporting local climate adaptation planning and implementation through local governance and decentralised finance provision, *Development in Practice*, 244, 579-590.
- SHI, J., VISSCHERS, V. H. & SIEGRIST, M., (2015), Public perception of climate change : The importance of knowledge and cultural worldviews [Publisher : Wiley Online Library], *Risk Analysis*, 3512, 2183-2201.
- SIMONET, G., (2011), Enjeux et dynamiques de la mise en œuvre de stratégies d'adaptation aux changements climatiques en milieu urbain : les cas de Montréal et Paris [Publisher : Paris 10].

- SMITH, P. K. & TROPE, Y., (2006), You focus on the forest when you're in charge of the trees : power priming and abstract information processing. [Publisher : American Psychological Association], *Journal of personality and social psychology*, 90 4, 578.
- SOLOMON, S., MANNING, M., MARQUIS, M. & QIN, D., (2007), *Climate change 2007- the physical science basis : Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC* (T. 4), Cambridge university press.
- SOUBRYROUX, J., SCHNEIDER, M. & OUZEAU, G., (2014), Recensement des vagues de chaleur en France à différentes échelles spatiales et évolution en contexte de changement climatique.
- SPENCE, A. & PIDGEON, N., (2009), Psychology, climate change & sustainable behaviour [Publisher : Taylor & Francis], *Environment : Science and Policy for Sustainable Development*, 51 6, 8-18.
- SPENCE, A., POORTINGA, W. & PIDGEON, N., (2011), (2012) The psychological distance of climate change. *Risk Analysis*, 32 (6). pp. 957-972. ISSN 1539-6924.
- SPENCE, A., POORTINGA, W. & PIDGEON, N., (2012), The psychological distance of climate change [Publisher : Wiley Online Library], *Risk Analysis : An International Journal*, 32 6, 957-972.
- STAR, S. L. & GRIESEMER, J. R., (1989), Institutional ecology, translations' and boundary objects : Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39 [Publisher : Sage Publications London], *Social studies of science*, 19 3, 387-420.
- STEINIGER, S. & HAY, G. J., (2009), Free and open source geographic information tools for landscape ecology [Publisher : Elsevier], *Ecological informatics*, 4 4, 183-195.
- STEWART, I. D., (2011), Redefining the urban heat island [Publisher : University of British Columbia].
- STEWART, I. D. & OKE, T. R., (2012), Local climate zones for urban temperature studies [00459], *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93 12, 1879-1900.
- TACCONI, L., (2007), Decentralization, forests and livelihoods : theory and narrative [Publisher : Elsevier], *Global environmental change*, 17 3, 338-348.
- TACHÉ, A., (2003), *L'Adaptation : un concept sociologique systémique*, Editions L'Harmattan.
- TANAKA, T., OGASAWARA, T., KOSHI, H., YOSHIDA, S., SADOHARA, S. & MORIYAMA, M., (2009), Urban environmental climate maps for supporting urban-planning related work of local governments in Japan : case studies of Yokohama and Sakai, 7th International Conference on Urban Climate.
- THÉVENOT, L., (1990), L'action qui convient [Publisher : EHESS Paris], *Les formes de l'action*, 1, 39-69.
- THOENIG, J.-C., (2010), Politique publique, *Boussaguet L. et al., Dictionnaire des politiques publiques*, Editions de Sciences Po, 420-427.

- TORNAY, N., SCHOETTER, R., BONHOMME, M., FARAUT, S. & MASSON, V., (2017), GENIUS : a methodology to define a detailed description of buildings for urban climate and building energy consumption simulations, *Urban Climate*, 20, 75-93, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.03.002>
- TROMPETTE, P. & VINCK, D., (2009), Retour sur la notion d'objet-frontière [Publisher : SAC], *Revue d'anthropologie des connaissances*, 31, 5-27.
- TROPE, Y. & LIBERMAN, N., (2003), Temporal construal. [Publisher : American Psychological Association], *Psychological review*, 1103, 403.
- TROPE, Y. & LIBERMAN, N., (2010), Construal-level theory of psychological distance. [Publisher : American Psychological Association], *Psychological review*, 1172, 440.
- TROPE, Y., LIBERMAN, N. & WAKSLAK, C., (2007), Construal levels and psychological distance : Effects on representation, prediction, evaluation, and behavior [Publisher : Wiley Online Library], *Journal of consumer psychology*, 172, 83-95.
- TURKI, S. Y. & VERDEIL, É., (2014), La décentralisation en Tunisie [00001], *Decentralization policies in the Arab World. LCPS, in press, Beirut*.
- TURKI, S. Y. & VERDEIL, E., (2015), Tunisie : La constitution (du printemps) ouvre le débat sur la décentralisation [00005].
- VAILLANCOURT, Y., (2019), De la co-construction des connaissances et des politiques publiques, *SociologieS*.
- VAYRE, J.-S., (2014), De la performativité à la pertinence des mots et des choses.
- VEYRET, Y. & REGHEZZA, M., (2006), Vulnérabilité et risques. L'approche récente de la vulnérabilité, *Annales des mines*.
- VIGODA-GADOT, E., SHOHAM, A., SCHWABSKY, N. & RUVIO, A., (2005), Public sector innovation for the managerial and the post-managerial era : Promises and realities in a globalizing public administration [Publisher : Taylor & Francis Ltd.], *International public management journal*, 81, 57-81.
- VILLADIEGO BERNAL, K., (2014), Une lecture de la forme urbaine et des microclimats : le cas de Barranquilla [00000].
- VINCK, D., (1997), La connaissance : ses objets et ses institutions.
- VINCK, D., (2009), De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière [Publisher : SAC], *Revue d'anthropologie des connaissances*, 31, 51-72.
- VIVIEN, F.-D., (2004), Un panorama des propositions économiques en matière de soutenabilité [Publisher : Les éditions en environnements VertigO], *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 52.
- WAKSLAK, C. J., (2012), The where and when of likely and unlikely events [Publisher : Elsevier], *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1171, 150-157.
- WANG, Y., LI, Y., DI SABATINO, S., MARTILLI, A. & CHAN, P., (2018), Effects of anthropogenic heat due to air-conditioning systems on an extreme high temperature

-
- event in Hong Kong [Publisher : IOP Publishing], *Environmental Research Letters*, 133, 034015.
- WEI, J. & SUN, J., (2007), The analysis of summer heat wave and sultry weather in North China, *Climatic and Environmental Research*, 123, 453-463.
- WESTERHOFF, L., KESKITALO, E. C. H. & JUHOLA, S., (2011), Capacities across scales : local to national adaptation policy in four European countries [Publisher : Taylor & Francis], *Climate Policy*, 114, 1071-1085.
- WOLOSZYN, P. & QUENAULT, B., (2013), Vulnérabilité territoriale et résiliences : résistances et capacités adaptatives face aux aléas climatiques, International Conference of Territorial Intelligence" Territorial Intelligence, Socio-Ecological Transition and Resilience of the Territories".
- WOOLGAR, S., (1990), Configuring the user : the case of usability trials [Publisher : SAGE Publications Sage UK : London, England], *The Sociological Review*, 381, 58-99.

Table des figures

1	Découpage du territoire de l'agglomération tunisoise en 38 communes. . . .	22
2	Variabilité interannuelle des températures maximales et minimales entre 1974 et 2012 stations Tunis Carthage (source : (DAHECH, 2013)).	23
3	L'étendue urbaine du Grand Tunis montrant l'évolution de sa tâche urbaine 2002-2009 (source : (Agence d'urbanisme du Grand Tunis, 2012))	24
4	Plan de réalisation du projet AVISCC (source : projet AVISCC)	29
5	La thèse structurée en juxtaposition de deux disciplines (source : Conception Zohra Mhedhbi)	30
6	Restructuration de la thèse avec les SHS comme « espace » de contextualisation (conception : Zohra Mhedhbi)	30
7	Un questionnement de recherche centré sur les interactions entre l'outil technique et la réalité sociale du terrain (conception : Zohra Mhedhbi) . . .	31
8	Posture de recherche, entre production de savoirs descriptifs et explicatifs et de savoirs actionnables (conception : Zohra Mhedhbi)	45
9	Structure générale de la thèse et démarches mobilisées (conception : Zohra Mhedhbi)	47
1.1	Répartition des besoins de financement pour l'adaptation par secteur d'après INDC de 2015 (conception : Zohra Mhedhbi)	65
1.2	Composition de la délégation tunisienne à la COP 24 (Conception :Zohra Mhedhbi)	67
1.3	Axes de missions du Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (Conception : Zohra Mhedhbi)	68
1.4	Taux de mortalité des enfants par 1000 naissances en Tunisie (source : Banque mondiale)	72
1.5	Schéma de synthèse des phases d'élaboration de la SNCC (source : SNCC)	78
1.6	Les initiatives de la Tunisie en faveur du climat (conception : Zohra Mhedhbi)	82
1.7	Carte de vulnérabilité du Grand Tunis au risque inondation (source : étude de la Banque Mondiale 2012)	83
2.1	Le budget de l'année 2020 pour les différentes missions du MEHAT (conception : Zohra Mhedhbi)	91
2.2	Articulation et hiérarchie des instruments de planification (GDOURA, 2012)	93
2.3	Organigramme de l'AUGT	99

2.4	Les phases d'analyse de la méthode MACTOR et leur adaptation à notre cas d'étude : a) étapes de la méthode Mactor (source :GODET, 1991), b) Les étapes de la méthode que nous gardons pour notre étude (conception : Zohra Mhedhbi)	114
2.5	Hiérarchisation des acteurs par rapport à la problématique (conception : Zohra Mhedhbi) Ainsi, la liste des acteurs que l'on retient pour la suite de l'analyse est la suivante : Agence d'urbanisme du Grand Tunis (AUGT), Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT), Collectivités Locales (CL), Institut national de la météorologie (INM), Ministère de l'Equipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (MEHAT), Ministère des Affaires locales et de l'Environnement (MALE), Recherche Scientifique (RS), Société Civile (SC), Bailleurs de fonds internationaux (BFI)	116
2.6	Matrice des Influences Directes entre acteurs de l'environnement et de l'urbanisme (Source : Données collectées par Zohra Mhedhbi auprès des acteurs de terrain à travers de compagne d'entretiens, 2018-2019). Avec : AUGT : Agence d'urbanisme du Grand Tunis, CNCT : Centre National de Cartographie et de Télédétection, CL : Collectivités Locales, INM :Institut national de la météorologie MEHAT : Ministère de l'Equipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire, MALE : Ministère des Affaires locales et de l'Environnement, RS : Recherche Scientifique, SC : Société Civile, BFI : Bailleurs de fonds internationaux	130
2.7	Diagramme des Influences Directes entre acteurs de de l'environnement et de l'urbanisme (conception : Zohra Mhedhbi à partir des données présentées par la (fig. 2.6))	131
2.8	Plan des influences et dépendances entre les acteurs de l'urbain tunisois (Rapport Mactor présenté à l'annexe D)	133
2.9	Histogramme des rapports de force des acteurs de l'urbain du Grand Tunis (Rapport Mactor présenté en Annexe D)	136
3.1	Pluies torrentielles du 13 octobre 2007 à Tunis (source Fethi belaid AFP) .	143
3.2	Les inondations d'octobre 2018 (source : journal électronique Tunisie Numérique)	143
3.3	Les quartiers perçus comme les plus vulnérables de la région capitale (Conception Zohra Mhedhbi à partir de Google maps)	155
4.1	Cycle journalier de l'Îlot de chaleur urbain	183
4.2	Représentation schématique de la couche limite urbaine (CLU) à méso-échelle (a), à l'échelle locale (b) et à micro-échelle (c), (Oke (1987)	188
4.3	Les zones climatiques locales	190

4.4	Paramètres caractéristiques des LCZ	191
4.5	Vue générale des domaines de recherches et applications couvert par le schéma de surface SURFEX (source : V. Masson)	195
4.6	Simulation du champ thermique nocturne de l'agglomération de Tunis : Cas du 28/8/2007 à 1h50mn TU (source (CHARFI & DAHECH, 2018))	198
5.1	Processus de construction de la carte LCZ	205
5.2	Région d'intérêt correspondant au Grand Tunis	205
5.3	Bandes spectrales de Sentinel-2 sources	206
5.4	Les deux tuiles Sentinel 2a couvrant le Grand Tunis	207
5.5	Carte LCZ du Grand Tunis	209
5.6	Exemple d'incohérence géométrique entre deux couches	211
5.7	Processus d'ingénierie de construction de la base de données décrivant l'occupation du sol du Grand Tunis	213
5.8	Cartes intermédiaires extraites de la carte LCZ	214
5.9	Le masque des surfaces en eau maritimes	214
5.10	Les eaux intérieures	215
5.11	Masque des eaux intérieures	217
5.12	Masque des surfaces urbaines dans agglomération tunisoise	218
5.13	Traitements effectués sur la couche des routes récupérées d'OSM	219
5.14	Carte finale des routes	220
5.15	Végétation haute, basse et sol nu extraits d'un traitement de télédétection	221
5.16	Végétation urbaine du Grand Tunis	222
5.17	Surfaces bâties du Grand Tunis	223
5.18	Masque NATURE	224
6.1	Un aperçu du questionnaire diffusé sur Facebook	230
6.2	Exemples de toiture terrasse au quartier Mutuelleville à Tunis (Google Earth Image, 2015)	230
6.3	Les réponses du questionnaire géolocalisées sur la carte en Zones Climatiques Locales du Grand Tunis	232
6.4	Analyse du nombre d'étages des bâtiments échantillonnés en fonction des LCZ	235
6.5	Description des fenêtres	236
6.6	Exemple de quartiers denses de Tunis (Google Earth)	237
6.7	Cours dans les quartiers de Mellasine (source Google Earth)	237
6.8	Analyse de types de fenêtres par LCZ	238
6.9	Carte de types de bâtiments	242
6.10	Carte d'usages de bâtiments	244
6.11	Carte des dates de construction de bâtiments	246

6.12	Carte des hauteurs de bâtiments	248
6.13	Exemple de délimitation de périmètre de bâtiments	249
6.14	Carte des Rapport entre la somme des surfaces de murs et la surface au sol en ville	250
6.15	Les quatre étapes d'une boucle de traduction selon Callon (conception : Zohra Mhedhbi)	263
7.1	Les 4 domaines utilisés pour les simulations (source Google Maps) a) zone géographique approximative couverte par le modèle 1 à 8 km de résolution horizontale ; b) zone géographique approximative couverte par le modèle 2 à 2 km de résolution horizontale ; c) zone géographique approximative cou- verte par le modèle 3 à 1 km de résolution horizontale d) zone géographique approximative couverte par le modèle 4 à 200 m de résolution horizontale	269
7.2	Schématisation du modèle météorologique couplé avec les différents do- maines géographiques (source : C. de Munck)	270
7.3	a) Fraction de ville décrite dans le modèle. b) Fraction de Nature décrite dans le modèle, c) Fraction d'eau intérieure décrite dans le modèle, d) Fraction de mer décrite dans le modèle.	272
7.4	Échelle associée à l'UTCI pour l'évaluation des niveaux de stress thermique (Source : www.utci.org)	274
7.5	Une description de la journée du 9 juillet : a) Vent de direction nord-ouest à 10 h, b) T2m (température à 2 m) maximale atteinte à 13 h	275
7.6	UTCI extrême journée du 9 juillet, pour une personne à l'extérieur et au soleil à 14 h	276
7.7	Le vent à 10 m au-dessus de la surface pour la journée du 9 juillet à 13 et 16 h	277
7.8	Carte correspondant à T2M maximale nocturne à 3 UTC pour la nuit du 9 au 10 juillet 2019	278
7.9	Carte correspondant à l'UTCI maximal le 10 juillet 2019 à 10 h	279
7.10	Cartes de l'UTCI horaire de la journée du 10 juillet : a) UTCI à 13 h, b) UTCI à 14 h	280
7.11	Carte correspondant à T2M maximale nocturne pour la nuit du 10 au 11 juillet 2019 à 5 h	281
7.12	Carte simplifiée de la topographie de Tunis (source : Charfi 2018)	285
7.13	Carte d'analyse de l'UTCI pour le Grand Tunis avant l'établissement de la brise	286
7.14	Vues aériennes montrant l'occupation de sol de quelques zones où le stress thermique atteint un niveau extrême	288

7.15	Carte du niveau de stress thermique au moment où la brise est d'intensité maximale	289
7.16	Carte des zones à enjeux relatifs au niveau de stress thermique diurne . . .	290
7.17	Carte d'analyse de l'îlot de chaleur urbain à un degré d'intervalle	291
7.18	Les quartiers informels de Tunis	292
7.19	Carte d'analyse de l'îlot de chaleur urbain	293
7.20	Travail d'identification de correspondance entre le gradient de température et le type d'occupation	294
7.21	Carte des zones à enjeux relatives à l'îlot de chaleur urbain nocturne . . .	295
8.1	Circulation de la carte climatique dans le monde (source : Julia Hidalgo) .	300
8.2	La circulation des savoirs pour une meilleure prise en compte de la problématique climatique dans l'action publique (auteur : Zohra Mhedhbi) . . .	309
8.3	Les entités mis en scène dans la phase de problématisation pour faire émerger l'ACC à Tunis	316
9.1	Les phases de mise à l'agenda du changement climatique à Tunis selon les phases de traduction (conception Zohra Mhedbi)	324
9.2	Une diapositive extraite de la présentation portant sur le cas de Tunis qui montre l'effort des acteurs à présenter et formaliser pour la première fois les raisons du partenariat chercheurs-praticiens (MHEDHBI & GHILOUFI, 2018)	330
9.3	La feuille de route de la construction de la plateforme (MHEDHBI & GHILOUFI, 2018)	332
9.4	Les participants à l'atelier (conception : Zohra Mhedhbi)	339
9.5	La Matrice d'Influences Directes Acteurs X Acteurs (MID) (conception : Zohra Mhedhbi)	348
9.6	Évolution de la place de l'AUGT sur le plan des influences et des dépendances suite au projet de la plate-forme des données environnementales et climatiques (conception Zohra Mhedhbi)	349
9.7	Evolution du statut de la carte climatique et son inclusion dans la plateforme (source : Zohra Mhedhbi)	357
E.1	Les influences indirectes correspondent à la valeur minimale des influences croisées (paire de la même couleur)	428
E.2	Exemple illustrant le calcul des influences intermédiaires entre le MALE et la SC	429
E.3	Matrice des Influences Indirectes entre acteurs de l'environnement et de l'urbanisme (Source : Données collectées par Z.Mhedhbi. auprès des acteurs de terrain 2018-2019)	430

Liste des tableaux

1	Synthèse des définitions du concept d'adaptation et des concepts associés selon plusieurs disciplines. Source (Simonet, 2009)	33
1.1	Les vulnérabilités identifiées par l'INDC et les mesures d'adaptation prioritaires proposées	63
1.2	Liste des acteurs participant à l'atelier de restitution	85
4.1	Liste des principaux outils de traitement d'images et de logiciels SIG utilisés pour la phase de traitement des données urbaines	194
5.1	Les données satellites utilisées pour la création de la carte LCZ	208
5.2	Données nécessaires en entrée de SURFEX-TEB	212
5.3	Indice d'évaluation de la qualité de la classification	222
6.1	Validation des réponses au questionnaire : nombre de réponses au questionnaire identiques, similaires ou différentes entre les réponses participatives et l'expertise de l'auteur	234
6.2	Correspondance entre les catégories du modèle et la légende agrégée de AUGT à intégrer	239
6.3	Proposition d'une typologie architecturale des bâtiments du Grand Tunis .	240
6.4	Types de bâtiments à partir des LCZ	241
6.5	Usage des bâtiments dans TEB	242
6.6	Zonage utilisé par l'AUGT (source : AUGT)	243
6.7	usage des bâtiments dans TEB	246
6.8	Hauteurs de bâtiments à partir de LCZ, de l'usage et de la date de construction	247
6.9	Périmètre extérieur typique d'un bloc de bâtiments et de surface typique d'un bloc de bâtiments par LCZ	249
7.1	Synthèse de la configuration numérique (source : C. de Munck) NMOD représente le nième modèle en partant du plus grand, RES la résolution spatiale horizontale (identique en X et Y)	271
7.2	Analyse de l'UTCI et du vent simulé à 10 m au-dessus de la surface du 09 au 13 juillet 2019	282
7.3	Les créneaux retenus pour la construction des cartes relatives à l'UTCI . .	282
7.4	Les créneaux retenus pour la construction de la carte relative à l'ICU . . .	283

9.1	Grille d'observation (Source : Zohra Mhedhbi)	326
9.2	Liste des participations à l'atelier	340

Annexes

**Projet AVISCC : Adapter les Villes
du Sud au changement Climatique :
quels outils pour accompagner la
planification et l'aménagement
urbains ?**

Adapter les Villes du Sud au changement Climatique : quels outils pour accompagner la planification et l'aménagement urbains ?

Résumé du projet.

Les chercheurs qui s'intéressent à la climatologie urbaine et à l'adaptation des villes aux changements climatiques, s'attachent aujourd'hui à mieux comprendre les besoins des acteurs de l'urbanisme en matière d'information et d'expertise climatiques, afin de développer des outils et des méthodes permettant de mieux prendre en compte ce nouvel enjeu dans les politiques urbaines. Des bases de données urbaines, des outils de modélisation climatique et de représentation cartographique, des méthodes d'analyse et d'accompagnement de l'action publique dans ce domaine sont ainsi mobilisés afin d'aider les acteurs locaux à intégrer le climat et ses dynamiques à différentes échelles dans la planification et l'aménagement urbains. Mais si de nombreux efforts sont entrepris dans le contexte des villes du Nord, tout ou presque reste à construire dans celui des villes du Sud. Ainsi, l'objectif principal du projet AVISCC est de tester l'adaptabilité de ces outils et démarches dans un contexte de villes en développement. Le terrain d'étude choisi correspond à un panel de villes de la zone MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord) qui présentent des caractéristiques climatiques, urbanistiques et socioéconomiques particulières, avec une focale portée sur deux métropoles choisies au sein de cet espace. Ce projet est stratégique pour le positionnement international des équipes toulousaines (CNRM et LISST) sur ces problématiques, dans la mesure où il permettrait une meilleure articulation entre deux projets de recherche en cours, l'un national, l'ANR-MAPUCE, et l'autre d'envergure internationale, l'initiative WUDAPT.

Motivations :

Le changement climatique : un nouvel enjeu pour l'urbanisme dans les pays développés

En plus des impératifs classiques portant sur l'attractivité urbaine et l'amélioration du cadre de vie des citoyens, les acteurs urbains sont désormais confrontés aux enjeux de l'atténuation du changement climatique et de l'adaptation à ses effets à court, moyen et long termes. Cela passe d'une part par des efforts de limitation des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effets de serre (GES), et d'autre part par des stratégies à construire au cas par cas afin de réduire la vulnérabilité des territoires urbains aux effets météorologiques et climatiques.

Il faut dire que le contexte urbain est particulièrement sensible à ces enjeux. L'urbanisation se traduit par une artificialisation des surfaces qui impacte fortement les conditions de vie, notamment en matière de santé publique et de consommation d'énergie. Ainsi, l'imperméabilisation des sols et la raréfaction de la végétation en ville génèrent ce que l'on appelle l'« îlot de chaleur urbain ». La nuit, l'air en ville reste en général plus chaud qu'à la campagne, du fait de la chaleur emmagasinée le jour dans les matériaux urbains. En conditions météorologiques favorables, notamment en période de canicule, cet îlot de chaleur urbain peut atteindre 10°C pour une agglomération de quelques millions d'habitants. Lors de la canicule de 2003, l'îlot de chaleur a conduit à des températures supérieures à 30°C à minuit dans Paris, provoquant une surmortalité importante. L'utilisation de la climatisation, si elle permet de bénéficier d'un environnement agréable à l'intérieur des bâtiments, présente deux inconvénients majeurs : d'une part, elle consomme de l'énergie et émet donc des GES ; d'autre part, elle rejette la chaleur à l'extérieur des bâtiments, ce qui augmente l'amplitude de l'îlot de chaleur (de 1 à 2°C environ, De Munck et al. 2013) et détériore le confort climatique des espaces publics.

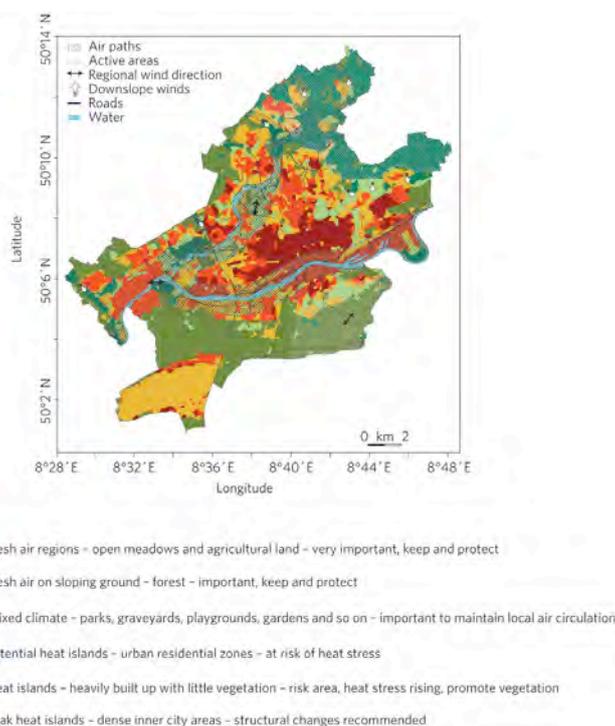


Figure 1 : Exemple de Urban Climatic Map

Même dans le contexte des pays développés, force est de constater que les aspects climatiques peinent à être pleinement pris en compte dans la planification et l'aménagement urbains, principalement en raison de

différences patentées de langage, d'outils et de pratiques entre scientifiques spécialistes de ces aspects et acteurs de l'urbanisme. Cependant, un certain nombre de villes et de laboratoires de recherche (par exemple en France les villes de Paris, Toulouse, Lyon, Strasbourg et Rennes) ont récemment développé des collaborations qui ont permis de produire et de mettre à disposition des acteurs locaux un ensemble de données et d'outils pour intégrer le climat et ses dynamiques dans la planification. Parmi ces outils, nous citerons en particulier :

- des modèles numériques permettant de produire des données climatiques (issues des modèles du GIEC), mais aussi microclimatiques à l'échelle de la ville. Ces modèles génèrent à fine échelle des données de microclimat, comme l'îlot de chaleur urbain, et de consommation d'énergie.
- des outils tels que les cartes climatiques -Urban Climate Maps (UCMaps)- développées initialement en Allemagne, au Japon et en Chine, afin de synthétiser l'information climatique pertinente pour l'exercice de planification urbaine (fig.1). La conception de ces outils se répand aujourd'hui dans d'autres contextes, notamment en France par le biais du projet ANR MAPUCE (ANR-13-VBDU -0004) piloté par le CNRM.

Cependant, ces cartes climatiques mobilisent essentiellement des informations relatives à l'occupation du sol et à la morphologie urbaine, ainsi que des données climatiques provenant le plus souvent d'un nombre limité d'observations atmosphériques. Elles intègrent rarement les caractéristiques démographiques et socio-économiques du territoire urbain, lesquelles ont pourtant une influence considérable sur les comportements et les activités humaines –notamment en matière de consommation d'énergie et de rejets anthropiques de chaleur- et sur la vulnérabilité du territoire. Par ailleurs, elles mobilisent peu les données atmosphériques fines fournies par la modélisation numérique. Enfin, elles ne reposent pas sur une méthode de description standardisée du tissu urbain, ce qui limite leur généralité, autrement dit la possibilité de les produire pour toute agglomération urbaine dans le monde.

Qu'en est-il des villes du Sud ?

Dans les pays du Sud, il est crucial de soutenir et de développer la capacité des villes à faire face aux effets du changement climatique. L'enjeu de l'adaptation au CC et de la résilience face aux risques qu'il induit vient s'ajouter et exacerber les défis plus classiques auxquels la plupart de ces villes sont confrontées : pauvreté massive, forte croissance démographique, faible capacité de contrôle de leur développement, etc. Dans ce contexte, l'intégration des problématiques climatiques dans la planification et l'aménagement urbains est d'autant plus difficile que l'efficacité de ces exercices est obérée par le caractère rapide et en partie informel de la croissance urbaine. Ainsi, en l'absence de stratégies d'adaptation pilotées par les acteurs publics, les habitants et les acteurs économiques des villes soumises régulièrement à de fortes vagues de chaleur ont recours massivement à la climatisation, laquelle pose des questions cruciales, tant du point de vue environnemental (aggravation du changement climatique) que sur le plan de l'équité (inégalité des capacités d'équipement en climatiseurs).

Il est donc crucial de penser l'adaptation aux contextes particuliers des villes du Sud, de certaines solutions et outils conçus et mis en œuvre dans les villes du Nord. C'est dans cette perspective que nous avons conçu ce projet qui ambitionne de tester cette adaptation dans le cadre d'une zone particulièrement sensible et exposée au changement climatique, à savoir la zone **MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord)**.

Objectifs :

Le but principal du projet AVISCC est de tester la généralité et l'adaptabilité dans un contexte de villes du Sud des outils et des démarches permettant de prendre en compte les problématiques climatiques à différentes échelles dans la planification et l'aménagement urbains. Le terrain d'étude choisi correspond aux villes de la zone MENA qui présente des spécificités climatiques, urbanistiques et socio-économiques bien différentes de celles des villes occidentales pour lesquelles ces outils ont été initialement développés.
--

Position par rapport aux travaux en cours localement, nationalement et internationalement :

La spécificité et l'enjeu du projet AVISCC est de permettre de jeter un pont entre deux grands projets de recherche en cours, l'un national porté par le CNRM et associant le LISST (ANR MAPUCE), et l'autre relevant d'une dynamique internationale impliquant ces deux partenaires (initiative WUDAPT).

Le projet émerge à l'heure où une chaîne de développements techniques et scientifiques - bases de données urbaines ; outils de modélisation climatique ; outils de représentation cartographique ; méthodes d'analyse et d'évaluation de politiques publiques- destinée à accompagner l'intégration des problématiques climatiques dans la planification urbaine est en grande partie disponible, grâce notamment aux collaborations antérieures ou en

cours¹ entre les partenaires CNRM et LISST. Cette chaîne s'articule aujourd'hui autour de deux enjeux qui constituent des verrous scientifiques : (a) la production de données urbaines pour alimenter d'une part les modèles microclimatiques et d'une autre des outils de transfert comme les cartes climatiques ; (b) l'adaptation pour chaque contexte territorial des méthodologies de transfert et d'interaction entre chercheurs et acteurs locaux de la planification urbaine.

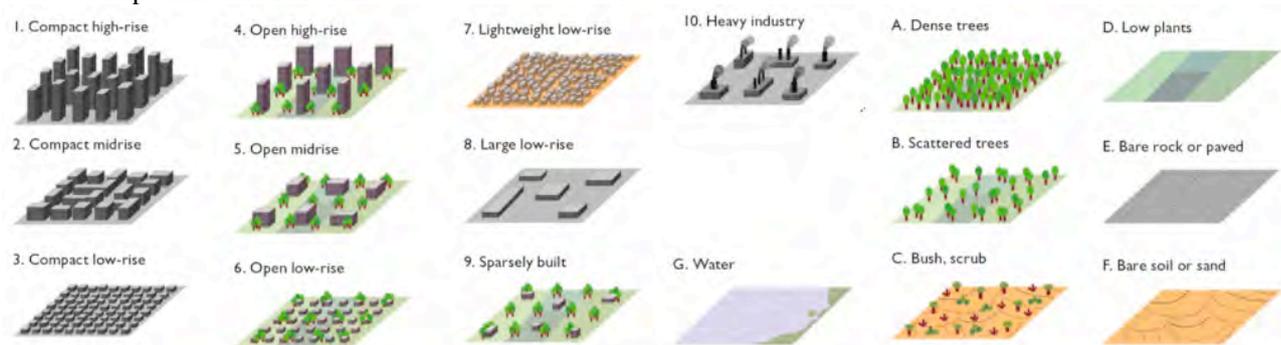


Figure 2 : classification des zones urbaines et rurales en « Zones Climatiques Locales » (LCZ en anglais)

- a) Les modèles microclimatiques produisent à fine échelle des données de climat et de consommation d'énergie sur l'ensemble d'une ville à l'échelle de chaque quartier. Le modèle TEB (Town Energy Balance) développé au CNRM à Toulouse, est le premier modèle de ce type au monde ; il est disponible en open source. Des modèles similaires ont ensuite été développés dans d'autres laboratoires étrangers. Pour être exploités à leur meilleur potentiel, ces modèles microclimatiques ont besoin de beaucoup de données d'entrée pour décrire finement, d'une part le tissu urbain, et d'autre part les caractéristiques démographiques et socio-économiques influant les consommations d'énergie dans les bâtiments et leurs rétroactions sur le microclimat urbain.

Modéliser le climat urbain avec un outil comme TEB et construire des cartes climatiques nécessitent tous deux une caractérisation fine des propriétés morphologiques et architecturales des surfaces urbaines. Dans le cadre du projet MAPUCE, une base de données urbaine à l'échelle des îlots – définis comme un groupe de bâtiments entourés par une route - est développée sur l'ensemble du territoire français. Environ 80 indicateurs urbanistiques et sociaux-économiques sont calculés par îlot selon une méthode automatisée. L'agrégation d'îlots semblables permet de décrire le tissu urbain selon les « **Local Climate Zones** » (LCZ) (fig.2), concept récemment défini par l'équipe canadienne de l'Université de British Columbia à Vancouver².

- b) Les outils de transfert -tels les cartes climatiques présentées ci-dessus- ont principalement été développés pour des villes européennes ou asiatiques. L'équipe du professeur Edward Ng de l'université d'architecture de Hongkong, est reconnue mondialement pour ses travaux sur le sujet, notamment pour les méthodes permettant d'identifier des couloirs de ventilation qu'il faut protéger pour diminuer la surchauffe du centre ville et la pollution de l'air. Dans le cadre du projet MAPUCE, une collaboration a été mise en place entre le LISST et cette équipe d'architectes pour adapter la méthodologie des cartes climatiques au contexte climatique et réglementaire français. Toutefois, aucune équipe ne prend en compte pour l'instant les caractéristiques socio-économiques et démographiques de l'agglomération urbaine, ni n'applique ces cartes climatiques à des villes de notre zone d'étude. Le projet AVISCC vise à répondre à ces deux lacunes, méthodologique et géographique, en collaboration avec l'équipe du professeur Ng.

Par ailleurs, la base de données urbaine constituée dans MAPUCE sera intégrée à l'initiative internationale **WUDAPT**³ actuellement en cours de développement. Le projet WUDAPT a pour objectif de recueillir des données portant sur des villes à travers le monde pour des applications en modélisation climatiques et météorologiques. Cette base de données permettra une homogénéisation au sein la communauté des climatologues urbains de la représentation de la surface urbaine au niveau international, ainsi que l'accès à des données dans des contextes urbains où celles-ci ne sont pas disponibles. Comme la BD MAPUCE, elle est basée sur la classification LCZ, mais calculée à partir d'**images satellites Landsat** qui, bien que de faible résolution, présentent l'avantage d'être **facilement disponibles quelque soit la ville étudiée dans le monde**. WUDAPT considère trois niveaux de raffinement des données. Actuellement, seul le niveau 0 (carte des LCZ pour

1 Citons parmi ces projets impliquant le CNRM et le LISST : le projet « Formes urbaines, modes d'habiter et climat urbain dans le périurbain toulousain. Projet exploratoire de recherche interdisciplinaire » (Pirve, 2009-2010) ; EUREQUA « Evaluation multidisciplinaire et requalification environnementale des quartiers » (ANR, 2012-2016) ; MAPUCE « Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie » (ANR, 2014-2018).

2 Stewart and Oke, 2012

3 <http://www.wudapt.org/wudapt/>

l'agglomération étudiée) est disponible. Dans le futur, WUDAPT vise à décrire aussi des indicateurs morphologiques spécifiques, soit de manière homogène pour les 10 types de LCZ dans la ville étudiée (niveau 1), soit de manière différenciée pour chaque zonage de la cartographie en LCZ (niveau 2 : deux zones de même LCZ dans la même ville pouvant avoir des indicateurs morphologiques différents). A l'heure actuelle, le LISST et le CNRM sont impliqués dans deux actions importantes de WUDAPT :

- La validation du niveau 0 de la BD WUDAPT : nous contribuons à comparer les descriptions issues de MAPUCE et de WUDAPT sur des villes françaises
- Le passage dans WUDAPT du niveau 0 aux niveaux 1 et 2 va s'inspirer de ce qui se fait déjà dans MAPUCE : Dans un premier temps, WUDAPT va décrire des typologies de bâtiments à l'échelle de grandes régions telles que l'Asie, l'Europe, l'Amérique du Nord, etc. (niveau 1). Dans un second temps, ces typologies régionales seront déclinées à l'échelle nationale et locale selon les caractéristiques architecturales (matériaux, couleurs, etc.) (niveau 2).

WUDAPT a déjà réalisé la description en LCZ (niveau 0) pour quelques dizaines de villes dans le monde, principalement des mégapoles mais aussi des villes de taille moyenne, en particulier en Europe (<http://www.wudapt.org/cities/>). Seule 1 d'entre elles se trouve sur le continent africain, et aucune au Moyen-Orient. De plus, des chercheurs appartenant à la communauté scientifique des géographes et climatologues urbains ont été identifiés pour compléter cette base de données pour les grandes zones du monde, mais aucun ne l'a été pour l'Afrique et le Moyen-Orient. **La thèse proposée visera ainsi à positionner les laboratoires toulousains comme responsables au niveau international de l'étude Wudapt sur cette région du monde.**

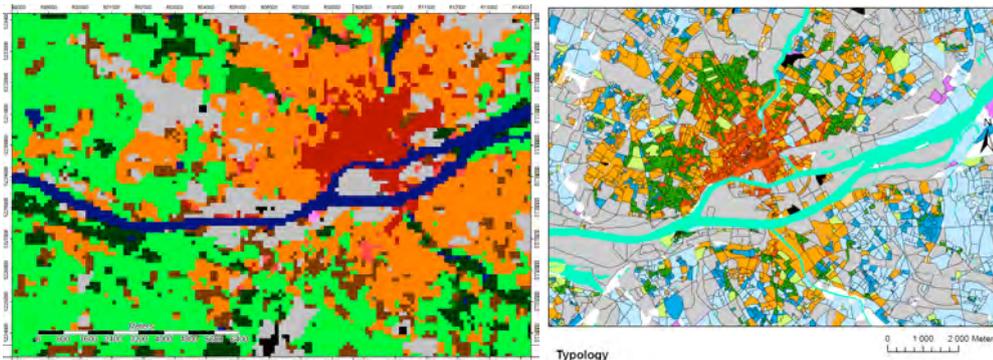
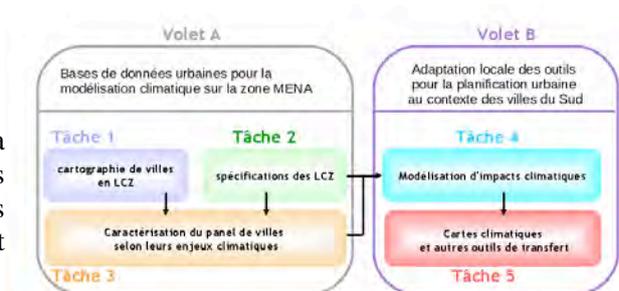


Figure 3 : cartographie de la ville de Nantes : à gauche WUDAPT ; à droite MAPUCE

Plan de réalisation :

Afin de répondre au but principal du projet de tester la généricité et l'adaptabilité aux villes du Sud des méthodologies de prise en compte des problématiques climatiques dans la planification urbaine, le projet est structuré autour de deux volets d'échelles différentes :



Volet A : Bases de données urbaines pour la modélisation climatique sur la zone MENA

L'objectif de ce volet est de **développer l'approche WUDAPT sur la zone MENA**. La méthodologie requise est triple. En premier lieu (tâche 1), il s'agit d'appliquer la méthode WUDAPT (niveau 0, cf. Nantes en figure 3a) pour cartographier selon un découpage en LCZ un panel de villes de la zone d'étude. En second lieu (tâche 2), l'enjeu consiste à passer du niveau 0 au niveau 1 en associant pour chaque LCZ cartographiée des paramètres morphologiques et architecturaux plus spécifiques à la région. Cette tâche permettra de disposer des données de base permettant de modéliser des impacts climatiques à l'échelle des villes et de contribuer ainsi à l'élaboration de stratégies d'adaptation (volet B, tâche 4). En troisième lieu (tâche 3), une analyse des principaux enjeux climatiques et urbanistiques de ces villes permettra d'envisager une première catégorisation en grandes familles pour l'adaptation des méthodes proposées.

Tâche 1- Cartographie d'un panel de villes en LCZ : le panel des villes cartographiées est constitué des agglomérations de plus de 2 millions d'habitants (une vingtaine), et d'un échantillon d'agglomérations dont la population est comprise entre 100 000 et 2 millions d'habitants. Le choix de cet échantillon mobilisera la base de données e-Geopolis, notamment son programme Menapolis (zone MENA) qui concerne notre zone d'étude. La méthodologie développée par WUDAPT permet de réaliser rapidement ces cartographies (environ 2 jours par

ville) une fois le doctorant formé par l'équipe de géographes de l'université de Dublin, responsables de l'initiative WUDAPT. Un séjour d'une semaine à Dublin est prévu pour cette formation.

Tâche 2- Spécification des LCZ : l'analyse des typologies architecturales (matériaux de construction, gabarit des bâtiments, forme des toitures, etc.) dominantes pour différentes sous-régions au sein de la zone MENA. Par défaut, les paramètres architecturaux retenus dans le niveau 0 de WUDAPT sont typiques des villes en climat tempéré. Or il est évident que les matériaux, les techniques architecturales et les agencements du bâti sont spécifiques à chaque grande zone géographique. Même si la variabilité au sein de la zone d'étude peut être importante, on peut distinguer les grands traits d'un modèle de ville commun à cette grande zone : un cœur de ville souvent double associant un centre-ville colonial et un noyau traditionnel (médina, village ou marché), un quartier d'affaires fait de grandes tours, et des extensions urbaines juxtaposant des quartiers aisés et de moyens standing, des quartiers populaires planifiés ou informels et des quartiers précaires de types bidonvilles. Cette tâche 2 comprend donc la **participation au groupe de travail WUDAPT** sur les typologies architecturales et le doctorant, et par extension les équipes toulousaines, seront alors en responsabilité Wudapt pour la zone d'étude.

Tâche 3 - Caractérisation du panel de villes selon leurs enjeux climatiques et urbanistiques : L'objectif de cette tâche est de classer les villes étudiées selon un certain nombre d'indicateurs afin d'obtenir des profils de villes en fonction de grandes catégories d'enjeux climatiques et urbanistiques auxquels les villes de la zone d'étude sont confrontées. Les indicateurs mobilisés correspondent à deux grandes familles, d'une part les facteurs de vulnérabilité des villes (urbanistiques, sociaux-démographiques, etc.), et d'une autre part les manifestations locales du changement climatique. Cette catégorisation permettra de progresser dans le développement de la méthodologie de simulation et de transfert d'expertise vers les acteurs urbains.

Volet B : Adaptation des outils et des démarches pour deux grandes agglomérations de la zone d'étude

L'objectif de ce volet est de pratiquer une **descente d'échelle spatiale** pour tester la chaîne d'outils développée dans MAPUCE : **cartographie urbaine ; modélisation d'impacts microclimatiques ; transfert d'expertise vers les acteurs**. Il n'est bien sûr pas envisageable de faire ce travail pour l'ensemble des villes cartographiées dans le Volet 1. Nous focaliserons l'analyse sur **deux agglomérations contrastées** issues des grandes catégories mises en évidence dans le Volet 1 : une métropole traditionnelle au Maghreb (a priori Tunis) et une ville plus récente à choisir au Moyen-Orient.

Tâche 4- Modélisation d'impacts climatiques : Suite à la tâche 2 du Volet A, nous effectuerons pour chacune des deux villes des simulations climatiques grâce au modèle de ville TEB et à son module de simulation de thermique des bâtiments, intégré au sein du modèle SURFEX. Ce dernier est intéressant car il permet de prendre en compte des forçages climatiques ainsi que les effets liés à la végétation, aux déserts ou aux surfaces d'eau. Les situations climatiques à enjeu qui seront simulées (exp. des canicules) seront à ajuster en fonction du résultat de la tâche 3 du Volet A ; mais les impacts du changement climatique que l'on se propose d'étudier seront a minima : l'intensité de l'îlot de chaleur urbain, le confort thermique, l'exposition des populations à la chaleur et les zones vulnérables associées, la consommation d'énergie liée à la climatisation, et si pertinent le ruissellement et les zones inondables (Tunis est fréquemment soumise à des précipitations intenses).

Tâche 5- Cartes climatiques et autres outils de transfert : La seconde partie du volet B vise à travailler avec les acteurs de l'urbanisme dans les deux villes retenues afin d'évaluer leurs besoins et de les accompagner au mieux dans leurs exercices de planification urbaine. Cette tâche suppose a minima d'intégrer les sorties de modélisation numérique -variables climatiques et indicateurs socio-économiques dérivés- dans les cartes climatiques qui seront élaborées. Ceci se fera en étroite collaboration avec l'équipe de l'université de Hong-Kong qui est en retour intéressée, à la fois par l'adaptation de cet outil à des villes du Sud, et par l'approche issue de MAPUCE de prise en compte des aspects sociaux et démographiques.

Perspectives

Pensé dès le départ de manière articulée avec les projets WUDAPT et MAPUCE, le projet ouvre des perspectives intéressantes et durables, tant pour le futur doctorant que pour les équipes mobilisées. En premier lieu, il permettra d'améliorer l'approche WUDAPT. L'enrichissement des cartographies en LCZ en termes de typologies architecturales, développées ici sur la région Moyen-Orient et Afrique du Nord (et développée sur la France dans le projet MAPUCE), pourra ainsi être intégrée dans le protocole WUDAPT pour obtenir des informations de niveau 1 sur cette région. L'approche utilisant des données sociales et démographiques dans la confection des UCMAPS contribuera à améliorer cette approche sur d'autres continents, et permettra aux laboratoires toulousains de se positionner en experts pour la prise en compte des aspects climatiques dans les stratégies de planification urbaine.

Présentation des équipes :

Compétences.

Le LISST (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires) est une unité mixte de recherche CNRS-Université de Toulouse Jean Jaurès comportant une équipe spécialisée dans l'étude du fait urbain (CIEU : Centre Interdisciplinaire d'Études Urbaines). Parmi les thématiques de recherche qui émergent fortement au LISST-Cieu depuis plusieurs années figurent le développement urbain durable, les interfaces entre ville et environnement, et notamment les questions de climatologie urbaine et d'adaptation des villes au changement climatique. L'équipe s'intéresse aux politiques qui agissent sur la ville et porte une attention particulière à la circulation mondialisée des modèles, normes et formes d'organisation des sociétés urbaines. Elle travaille sur une grande diversité de terrains en France et à l'étranger avec une ouverture particulière sur les villes du Sud (Afrique du Nord et de l'ouest, Moyen-Orient, Amérique latine, Asie, etc.). Enfin, le LISST est à l'origine de l'émergence à Toulouse du projet de l'Institut de la Ville qui a pour vocation de catalyser des recherches interdisciplinaires sur la ville et son environnement à travers une coopération entre les chercheurs, les acteurs institutionnels, les milieux professionnels et la société civile (initiative bénéficiant de l'appui de l'Université Fédérale de Toulouse et de Toulouse Métropole).

Le CNRM participe activement au GIEC, tant dans sa réflexion que dans ses exercices de modélisation. Ses projections climatiques ont été utilisées par de nombreux chercheurs internationaux. Par ailleurs, le CNRM a débuté dès la fin des années 1990 des recherches sur le climat urbain. Cette thématique s'est fortement développée depuis lors. Son modèle TEB est le premier au monde permettant de simuler le climat urbain par une prise en compte détaillée des échanges énergétiques entre les bâtiments et l'atmosphère. Forte de cette expertise, l'équipe aborde depuis presque 10 ans la question de l'adaptation des villes aux changements globaux, et notamment le réchauffement climatique. Ces études largement transdisciplinaires sur les liens entre ville et climat sont actuellement soutenues par des projets de recherche associant urbanistes, économistes, géographes, architectes, sociologues, juristes et climatologues. Cette équipe est reconnue mondialement pour son expertise en météorologie urbaine, ce qui lui a valu d'organiser en juillet 2015 la 9^{ème} Conférence Internationale de Climat Urbain qui a regroupé plus de 550 chercheurs de 60 pays.

Complémentarité.

Le CNRM et le LISST collaborent étroitement depuis 2008 sur des projets de recherche alliant mesures, enquêtes, modélisation et planification urbaine. Le LISST apporte son expertise en urbanisme et en études urbaines, et le CNRM son expertise en connaissance et modélisation des impacts du changement climatique, et en formalisation en LCZ. Le projet AVISCC constitue un approfondissement et une extension à un terrain au Sud des collaborations en cours entre les deux équipes dans le cadre du projet MApUCE : « Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie ».

5 références de publications permettant de mieux comprendre le contexte de l'étude.

- Sur WUDAPT : Bechtel, B.; Alexander, P.J.; Böhner, J.; Ching, J.; Conrad, O.; Feddema, J.; Mills, G.; See, L.; Stewart, I. Mapping Local Climate Zones for a Worldwide Database of the Form and Function of Cities. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2015**, *4*, 199-219.
- Sur les impacts du changement climatique : Masson V., Y. Lion, A. Peter, G. Pigeon, J. Buyck, E. Brun, **2013** : "Grand Paris" : Regional landscape change to adapt city to climate warming, *Climatic Change*, 117, Issue 4, 769-782, DOI : 10.1007/s10584-012-0579-1
- Sur les impacts : Masson V., C. Marchadier, L. Adolphe, R. Agejdad, P. Avner, M. Bonhomme, G. Bretagne, X. Briottet, B. Bueno, C. de Munck, O. Doukari, S. Hallegatte, J. Hidalgo, T. Houet, J. Le Bras, A. Lemonsu, N. Long, M.-P. Moine, T. Morel, L. Nologues, G. Pigeon, J.-L. Salagnac, K. Zibouche, **2014** : Adapting cities to climate change : a systemic modelling approach. *Urban Climate*, 10, 407-429, doi:10.1016/j.uclim.2014.03.00
- Sur l'intégration des enjeux climatiques dans le droit de l'urbanisme : Lambert-Habib M. L., Hidalgo J., Fedele C., Lemonsu A. and Bernard, C., **2013** : How is climatic adaptation of cities taken into account by legal tools? - Focus on the introduction of water and vegetation in the French town planning documents. *Urban Climate* (4), 16-34
- Sur les stratégies de lutte contre les vagues de chaleur : Haouès-Jouve S, Hidalgo J., 2014 : « Diminuer la vulnérabilité des villes à la hausse des températures », *Revue Urbanisme*, n°395, Hiver 2014.

Présentation de la thèse

Programme de travail.

Le programme de travail vise à répondre aux différentes tâches du projet, dont la thèse constitue le cœur. Les actions du doctorant au sein des deux volets s'effectueront de manière relativement séquentielle.

Volet A : Bases de données urbaines pour la modélisation climatique sur la zone MENA

- *Volet A, tâches 1 & 2 : Cette tâche comprend principalement des aspects géographique sous SiG et des*

aspects liés à l'architecture. Elle durera 9 mois

- Volet A, tâche 3 : Cette tâche est principalement liée aux sciences sociales, en lien avec l'environnement (enjeux climatiques). Elle durera 6 mois

Volet B : Adaptation de la méthodologie MAPUCE au contexte des villes en développement à partir de deux cas d'études

- Volet B, tâche 4 : Cette tâche contient donc à la fois des aspects des sciences de la terre de simulations physique des impacts avec le modèle TEB et les UCMaps. Cette tâche durera 1 an.
- Volet B, tâche 5 : Cette tâche sur la partie adaptation des UCMaps est liée aux sciences sociales. Elle durera 6 mois.

La finalisation de la rédaction de la thèse et la soutenance occuperont les 3 derniers mois.

Perspectives professionnelles pour le doctorant.

La thèse étant fortement interdisciplinaire, elle requiert un doctorant ayant à la fois des connaissances en sciences physiques, de l'environnement et géographiques. Un profil de type école d'ingénieur suivi d'un master en urbanisme (ou géographie urbaine) ou en environnement par exemple conviendrait. A l'issue de la thèse, le doctorant aura acquis une maîtrise interdisciplinaire des aspects liés à l'adaptation des villes au changement climatique en général, et à leur application en zone MENA en particulier. Il pourra ainsi soit continuer dans la recherche sur ces thèmes liés au changement climatique, soit se spécialiser dans les études systémiques d'adaptation des villes au changement climatique.

Actions de formation, d'insertion et de mobilité internationale pour le doctorant.

- Séjour d'une semaine à l'University College Dublin, Irlande, en début de thèse. (volet A, tâche 1)
- Séjour à l'université d'architecture de Hong-Kong à mi-thèse. (volet B, tâche 5)
- Participation aux réunions annuelles de l'initiative WUDAPT. Mise en réseau du doctorant avec la communauté internationale.

Lien de la thèse avec d'autres projets structurants.

- le projet ANR MAPUCE (fin mars 2018) sur la description des villes françaises, la modélisation de leurs microclimats et consommations énergétique du bâti, et le transfert de données et d'expertises vers les acteurs urbains.

- l'initiative internationale WUDAPT (qui a débuté officiellement début 2014) de cartographie des villes dans le monde pour les études d'impact climatique.

Budget :

Budget du projet hors contrat doctoral (euros, TTC).

- **Frais de publication : 3000€.** Ce coût tient compte des frais de publications en open-access demandés par les journaux internationaux. En effet, nous privilégions des publications en open-access, ce qui permettra une diffusion des résultats à la fois vers des scientifiques de nombreuses disciplines (qui n'ont chacun accès en général qu'à un certain nombre de journaux disciplinaires), et vers les acteurs urbains, notamment dans les pays en développement. (Pris en charge par le CNRM)
- **Frais de colloque : 4000€ ;** 2 conférences internationales au cours de la thèse. Chaque partenaire prendra en charge 1 conférence.
- **Frais de missions pour les collaborations avec l'équipe WUDAPT à Dublin: 1500€.** Ces frais seront couverts par le projet ANR MAPUCE (par le partenaire coordinateur : CNRM) en début de thèse (début du volet A).
- **Frais de missions pour les collaborations avec l'équipe de Honk-Hong : 2000€.** Ces frais seront couverts par le projet ANR MAPUCE (par le partenaire LISST) à mi-thèse (début du volet B).
- **Frais de missions pour les études spécifiques sur les deux terrains d'études : 3500€.** Montant demandé à l'UFTMiP au titre des frais de fonctionnement adossés au contrat doctoral.

Financement du projet en recettes et en dépenses (euros, TTC).

Dépenses : 14 000€	Recettes : 14 000€
publications : 3 000€	CNRM : 5000€
missions : 11 000€ (détail ci-dessus)	LISST : 2000€
	projet MAPUCE (avant avril 2018) : 3500€
	Subvention UFTMiP : 3500€

Grille d'entretien

Grille d'entretien
Trajectoire de l'interviewé
<ul style="list-style-type: none"> - Si vous permettez, nous pourrions démarrer l'entretien par votre présentation. Pourriez-vous m'en dire plus sur votre fonction au sein du ministère ? - Pourriez-vous me dire quelle formation avez-vous suivie et quelle poste avez-vous occupé avant celle-ci ?
Pratiques de l'institution
<ul style="list-style-type: none"> - Avant d'arriver au contexte de décentralisation, et si on se focalise sur les questions environnementales, j'ai vu parmi vos missions (...), à ce niveau quels sont précisément les thématiques que vous traitez ?
Gouvernance et jeux d'acteurs
<ul style="list-style-type: none"> - En Tunisie qui étaient les premiers acteurs porteurs de la thématique de changement climatique ? Pourquoi ? - Comment vous estimez la sensibilisation des autres acteurs à la question du changement climatique ? - D'après vous quels sont les acteurs les plus impliqués sur le volet adaptation ? - Quelle relation entre les différents acteurs autour de cette problématique, quelle place occupe le ministère de l'Équipement ? - Selon vous quelle est la meilleure échelle territoriale (communale, intercommunales, gouvernorat, district) pour une effective prise en compte de l'adaptation des territoires au changement climatiques ? Cette question encore plus pertinente dans ce contexte de mise en place de la décentralisation - Quel est le secteur ou l'acteur le plus apte à porter la question d'adaptation ? Pourquoi ?
Interactions avec les actions existantes
<ul style="list-style-type: none"> - Quelles relations existent sur le Grand Tunis et en Tunisie en général entre les actions de DD et ceux de gestion du changement climatique ? - Pensez-vous que le travail déjà fait par les différents secteurs dans le cadre du développement durable peut constituer un socle pour réfléchir à l'adaptation du territoire au changement climatique ? - Dans les politiques environnementales actuelles comment vous définissez la relation entre atténuation et adaptation plutôt en conflit : on favorise une par rapport à l'autre ou plutôt en synergie (les actions en faveur de l'une ou de l'autre présentent une certaine cohérence) ?
Connaissances locales sur le changement climatique
<ul style="list-style-type: none"> - Qui est le plus grand teneur d'expertise aujourd'hui en Tunisie en termes de changement climatique - S'agit ils des études avec une vision stratégique de développement ou une simple évaluation des effets sans passer à la planification et à l'action ? - Comment vous qualifiez la connaissance locale en matière d'adaptation au changement climatique ?
Représentations sociales
<ul style="list-style-type: none"> - Quels sont aujourd'hui les effets les plus graves du changement climatique ? - Quels sont les effets imminents du changement climatique sur Grand Tunis ? - Dans quelle mesure l'enjeu d'adaptation au changement climatique est prioritaire pour le territoire Tunisien /pour le Grand Tunis ?

- Quelle **place doit occuper la ville** dans les politiques d'adaptation ?

Vulnérabilité du territoire au CC

- Quels sont **les facteurs qui font que le Grand Tunis soit vulnérable/sensible** au changement climatique ? Facteurs sociaux ? politiques ? Naturels ?

- Quelles sont **les zones/ endroits les plus vulnérables à ces effets** ?

- Qu'est-ce **qui rend ces zones plus vulnérables que d'autres** ? Quels sont les plus mobilisés ? Les mêmes ?

- Des nouveaux enjeux territoriaux au changement climatique ?

L'adaptation

- Aujourd'hui on se pose la question **pourquoi s'adapter**, pourriez-vous m'aider à trouver des éléments de réponse au-delà des diagnostics physiques qui restent plus ou moins compréhensibles ?

- Comment est **saisie aujourd'hui la question adaptation par les politiques publiques** ?

- Quelles sont **les actions menées sur le Grand Tunis et qui révèlent de l'adaptation** ?

- Quels sont **les moyens techniques et financiers** mises en œuvres ?

- Parler de l'adaptation au CC s'agit-il aujourd'hui pour les politiciens d'un simple effet de mode ?

- Pensez-vous que **l'adaptation au CC** pourrait constituer un levier pour le **développement territorial et à l'égalité socio-spatiale** ?

Les leviers et les obstacles pour l'adaptation

- D'après vous quel rôle peut jouer la planification et l'aménagement urbain dans l'adaptation du territoire au CC ?

- Quel rôle peut jouer votre institution dans l'adaptation des villes au changement climatique ? (Planification et aménagement urbain)

- Projet avec l'AUGT : comment vous voyez votre participation dans une initiative pareil ?

La liste des acteurs interviewés

Les acteurs interviewés	Date de l'entretien
Ancien directeur général de la direction générale des ponts et chaussées au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	17 janvier 2018
Secrétaire général de l'association tunisienne des Changements Climatiques et du Développement Durable	30 novembre 2018
Membres de l'Association « Changement Climatique et Développement Durable »	30 novembre 2018
Technicien urbaniste au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire)	10 décembre 2018
Chargée de mission au cabinet du ministre, Ministère des Affaires Locales de l'Environnement	11 décembre 2018
Ingénieure en chef à la direction d'urbanisme au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	17 décembre 2018
Point focal de l'Alliance Mondiale pour les Bâtiments et la Construction (Rattachée au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire)	19 décembre 2018
Architecte urbaniste à la Municipalité de Tunis	20 décembre 2018
Directeur général au Ministère de l'Environnement	4 janvier 2019
Enseignante-chercheuse en Environnement à l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT)	8 janvier 2019
Enseignant-chercheur en sociologie urbaine à la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis	10 janvier 2019
Expert au Programme des Nations unies pour le développement (ancien directeur de l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis)	11 janvier 2019
Cheffe service à l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement	15 janvier 2019
Architecte urbaniste, secteur privé	21 janvier 2019
Architecte à la direction générale des bâtiments civils au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire.	22 janvier 2019
Trois membres du Réseau Alternatif des Jeunes de Tunisie (association)	23 janvier 2019
Ingénieur en chef à la direction d'urbanisme au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	23 janvier 2019
Ingénieure à l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie	24 janvier 2019
Ingénieure en chef à l'Institut National de la Météorologie de Tunisie	24 janvier 2019

Les acteurs interviewés	Date de l'entretien
Sous directrice à la direction d'urbanisme au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	29 janvier 2019
Ancienne directrice à l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis	31 janvier 2019
Ingénieur énergétique au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire	31 janvier 2019
Architecte urbaniste, secteur privé	4 février 2019
Agent technique à la Municipalité du Bardo	5 février 2019
Enseignante-chercheuse en géographie à la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis	6 février 2019
Ingénieur en chef à l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie	8 février 2019
Architecte urbaniste à la Municipalité de l'Ariana	11 février 2019
Directrice à l'Agence Foncière d'Habitation	12 février 2019

Rapport Mactor - Jeux d'acteurs tunisiens pour annexe

Rapport Mactor

Jeux d'acteurs tunisiens autour de la mise à l'agenda de l'adaptation au changement climatique dans la planification et l'aménagement urbains



I. PRÉSENTATION DES ACTEURS

II. LISTE DES ACTEURS

1. Agence d'urbanisme du Grand Tunis (AUGT)
2. Centre National de Cartographie et de Télédétection (CNCT)
3. Collectivités Locales (CL)
4. Institut national de la météorologie (INM)
5. Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (MEHAT)
6. Ministère des Affaires locales et de l'Environnement (MALE)
7. Recherche Scientifique (RS)
8. Société Civile (SC)
9. Bailleurs de fonds internationaux (BFI)

III. LES MATRICES D'ENTRÉE

IV. MATRICE DES INFLUENCES DIRECTES (MID)

La Matrice d'Influences Directes Acteurs X Acteurs (MID) élaborée à partir du tableau de stratégie des acteurs décrit les influences directes entre acteurs.

MID	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI
AUGT	0	1	1	0	1	0	1	0	0
CNCT	2	0	2	0	2	1	1	0	1
CL	4	0	0	0	2	1	1	2	0
INM	0	0	0	0	0	2	2	0	1
MEHAT	4	2	2	0	0	1	2	2	2
MALE	1	0	3	2	2	0	1	2	2
RS	2	1	0	0	1	0	0	1	0
SC	2	0	2	0	2	1	1	0	1
BFI	1	0	1	1	2	2	1	2	0

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

Les influences sont notées de 0 à 4 suivant l'importance de la remise en cause possible pour l'acteur :

- 0 : Pas d'influence
- 1 : Processus opératoires
- 2 : Projets
- 3 : Missions
- 4 : Existence

V. MATRICE DES POSITIONS VALUÉES (2MAO)

La Matrice des positions valuées Acteurs X Objectifs (2MAO) décrit pour chaque acteur à la fois sa valence sur chacun des objectifs (favorable, opposé, neutre ou indifférent) et sa hiérarchie des objectifs.

2MAO
AUGT
CNCT
CL
INM
MEHAT
MALE
RS
SC
BFI

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

Le signe indique si l'acteur est favorable ou opposé à l'objectif

0 : l'objectif est peu conséquent

1 : L'objectif met en cause les processus opératoires (gestion, etc ...) de l'acteur / est indispensable à ses processus opératoires

2 : L'objectif met en cause la réussite des projets de l'acteur / est indispensable à ses projets

3 : L'objectif met en cause l'accomplissement des missions de l'acteur / est indispensable à ses missions

4 : L'objectif met en cause l'acteur dans son existence / est indispensable à son existence

VI. LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

VII. INFLUENCES DIRECTES ET INDIRECTES

VIII. Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI)

La matrice MIDI permet de repérer les influences directes et indirectes d'ordre 2 entre acteurs. L'intérêt de cette matrice est d'apporter une vision plus complète du jeu des rapports de force (un acteur pouvant limiter l'éventail des choix d'un second en agissant sur lui à travers un acteur relais). L'utilisation de l'opérateur "somme" pour le calcul de MIDI ne permet pas de conserver dans cette nouvelle matrice la signification de l'échelle des intensités adoptée pour évaluer les influences directes dans MID. Les valeurs contenues dans MIDI donnent malgré tout une bonne idée de l'importance des influences directes et indirectes entre acteurs. Deux indicateurs sont calculés à partir de MIDI :

- le degré d'influence directe et indirecte de chaque acteur (Ii, par sommation sur les lignes).
- le degré de dépendance directe et indirecte de chaque acteur (Di, par sommation sur les colonnes).

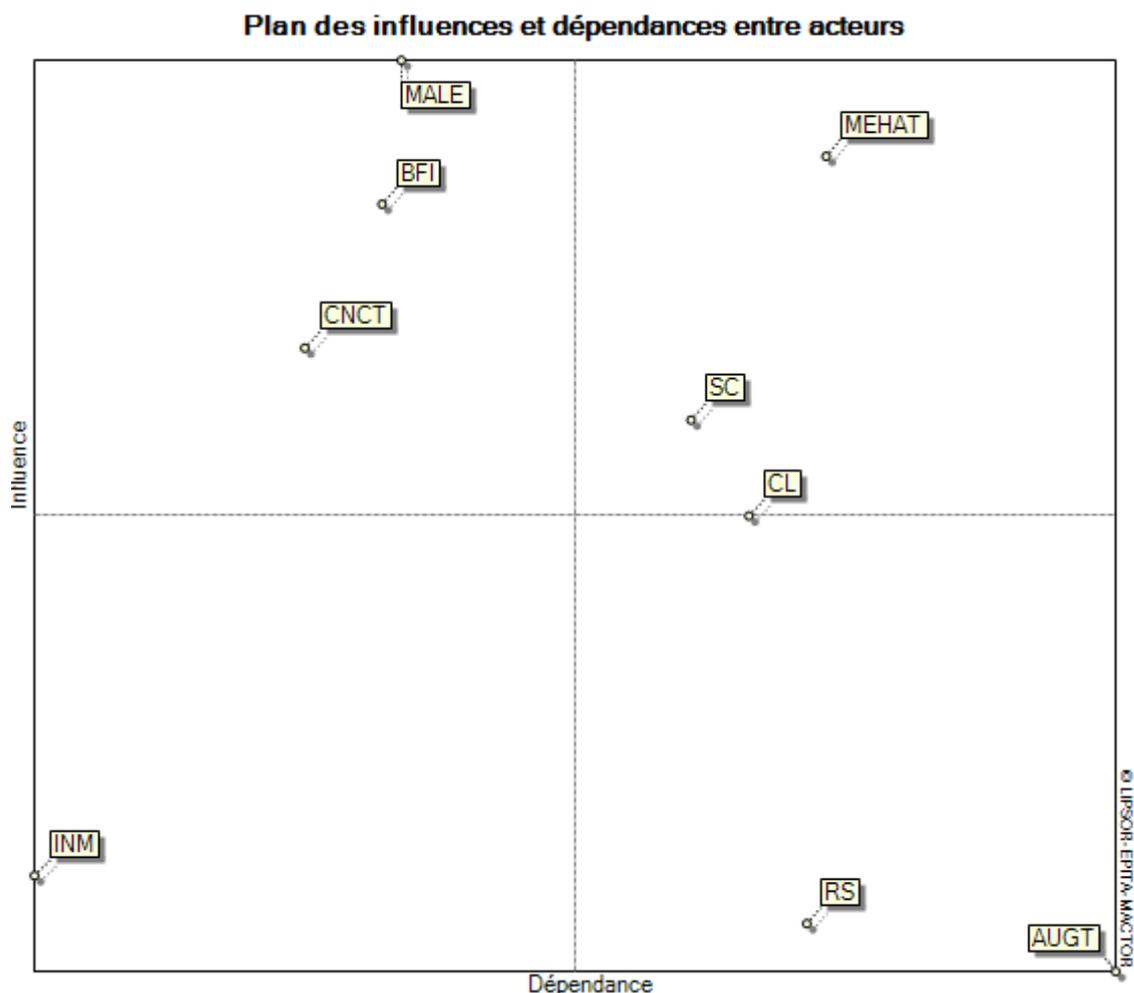
MIDI	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI	Ii
AUGT	4	3	3	0	4	3	4	3	2	22
CNCT	9	4	7	2	8	4	7	7	4	48
CL	10	4	6	1	7	3	6	6	4	41
INM	4	1	3	3	4	3	4	4	3	26
MEHAT	14	4	9	2	11	6	8	8	5	56
MALE	10	4	9	3	10	7	9	9	6	60
RS	5	3	4	0	4	3	4	2	3	24
SC	9	4	7	2	8	4	7	7	4	45
BFI	8	4	8	3	9	6	8	8	6	54
Di	69	27	50	13	54	32	53	47	31	376

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

Les valeurs représentent les influences directes et indirectes des acteurs entre eux :
Plus le chiffre est important plus l'influence de l'acteur sur l'autre acteur est importante.

IX. Plan des influences et dépendances entre acteurs

Le plan des influences et dépendances fournit une représentation graphique du positionnement des acteurs en fonction de leurs influences et dépendances directes et indirectes nettes (Ii et Di). Ce positionnement est automatiquement calculé par le logiciel Mactor.



X. Balance Nette des influences (BN)

La balance nette des influences directes et indirectes mesure pour chaque couple d'acteurs le différentiel des influences directes et indirectes. En effet, chaque acteur exerce (reçoit) des influences directes et indirectes d'ordre 2 sur (de) chaque autre acteur. La balance nette des influences va indiquer pour chaque couple d'acteurs le surplus d'influence exercée ou reçue. Lorsque la balance est positive (signe +), l'acteur i (sur les lignes de la matrice BN) exerce plus d'influences directes et indirectes sur l'acteur j (sur les colonnes de la matrice BN) qu'il n'en reçoit de cet acteur. Il est en situation inverse lorsque la balance est négative (signe -). On calcule ensuite pour chaque acteur le différentiel total des influences directes et indirectes en sommant les balances nettes de ses influences sur les autres acteurs.

BN	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI	Somme
AUGT		-6	-7	-4	-10	-7	-1	-6	-6	-47
CNCT	6		3	1	4	0	4	3	0	21
CL	7	-3		-2	-2	-6	2	-1	-4	-9
INM	4	-1	2		2	0	4	2	0	13
MEHAT	10	-4	2	-2		-4	4	0	-4	2
MALE	7	0	6	0	4		6	5	0	28
RS	1	-4	-2	-4	-4	-6		-5	-5	-29
SC	6	-3	1	-2	0	-5	5		-4	-2
BFI	6	0	4	0	4	0	5	4		23

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

Ces valeurs sont des entiers relatifs :

Le signe (+) indique que l'acteur exerce plus d'influence qu'il n'en reçoit.

Le signe (-) indique que l'acteur exerce moins d'influence qu'il n'en reçoit.

XI. Rapports de force MIDI

XII. Vecteur des rapports de force MIDI

La Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI) comporte deux types d'informations intéressantes :

- les influences directes et indirectes qu'un acteur i a sur un acteur j ($MIDI_{ij}$) avec $i \neq j$ et qui sont équivalentes (par définition) aux dépendances directes et indirectes de l'acteur j par rapport à l'acteur i ,

- les influences indirectes d'un acteur i sur lui-même qui passent par un acteur relais et que l'on appelle rétroaction ($MIDI_{ii}$). Le rapport de force d'un acteur sera d'autant plus élevé que son influence sera élevée, sa dépendance faible et sa rétroaction faible. En effet, ne vouloir considérer que l'influence relative d'un acteur pour mesurer son rapport de force est insuffisant : un acteur peut très bien avoir à la fois une influence très forte, une dépendance également très forte et en même temps une rétroaction importante : son rapport de force sera alors très faible. Par contre, un acteur ayant une influence moyenne, mais une dépendance et une rétroaction nulles aura un rapport de force important.

	R_i
AUGT	0,22
CNCT	1,44
CL	0,80
INM	0,78
MEHAT	1,17
MALE	1,76
RS	0,32
SC	0,95
BFI	1,56

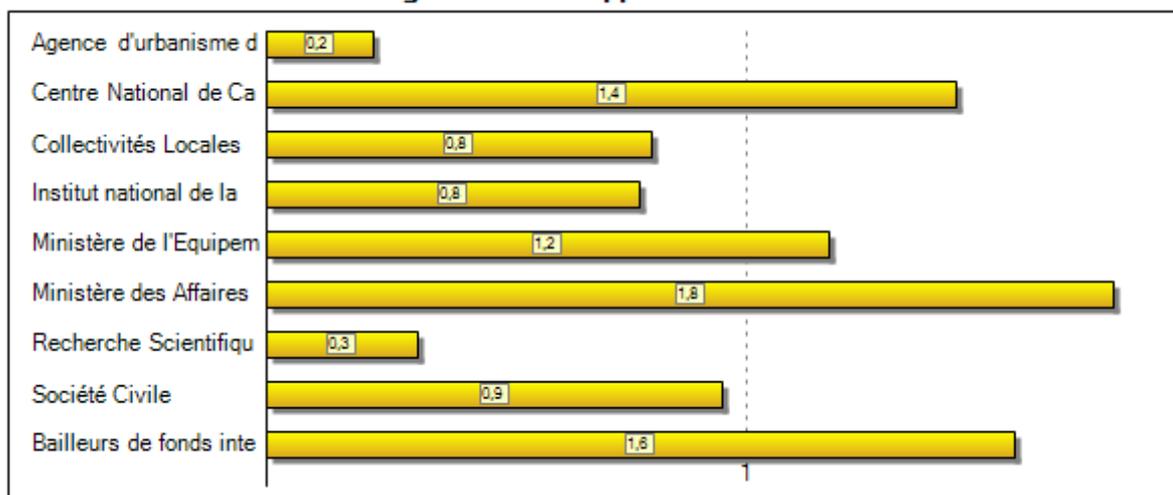
© LIPSOR-EPITA-MACTOR

R_i^* est le rapport de force de l'acteur i tenant compte de ses influences et dépendances directes et indirectes et de sa rétroaction.

XIII. Histogramme des rapports de Force MIDI

L'histogramme des rapports de force MIDI est construit à partir du vecteur des rapports de force MIDI.

Histogramme des rapports de Force MIDI



Exemples de calcul Mactor : influences indirectes et rétroaction

Nous présentons dans cette annexe des exemples de calcul des influences indirectes et de rétroaction pour le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement :

Exemple de calcul des influences indirectes illustrant les relations intermédiaires entre le MALE et la SC

MID	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI
AUGT	0	1	1	0	1	0	1	0	0
CNCT	2	0	2	0	2	1	1	0	1
CL	4	0	0	0	2	1	1	2	0
INM	0	0	0	0	0	2	2	0	1
MEHAT	4	2	2	0	0	1	2	2	2
MALE	1	0	3	2	2	0	1	2	2
RS	2	1	0	0	1	0	0	1	0
SC	2	0	2	0	2	1	1	0	1
BFI	1	0	1	1	2	2	1	2	0

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

FIGURE E.1 – Les influences indirectes correspondent à la valeur minimale des influences croisées (paire de la même couleur)

Le MALE influence les CL avec une valeur de 3, alors que les CL ont une influence moins importante sur la SC de valeur égale à 2. Nous retenons la valeur minimale pour caractériser l'influence indirecte du MALE sur la SC. Autrement dit le MALE joue sur la SC par l'intermédiaire des CL avec une influence qui est égale au minimum des deux influences.

$$(MIDI)_{MALE,SC} = 2 + (0 + 0 + 2 + 0 + 2 + 1 + 0 + 2) \tag{E.1}$$

$$(MIDI)_{MALE,SC} = 9 \tag{E.2}$$

La Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI) comporte plusieurs informations. En effet, elle renseigne sur l'influence directe et indirecte nette de chaque acteur appelée aussi indicateur d'influence I_i calculé par la formule suivante (sans tenir compte de

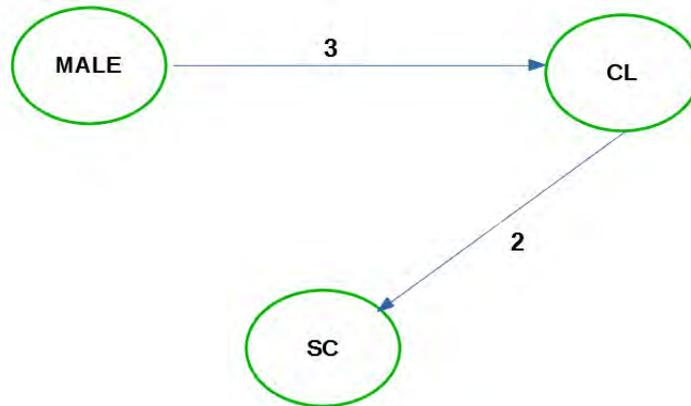


FIGURE E.2 – Exemple illustrant le calcul des influences intermédiaires entre le MALE et la SC

l'influence indirecte qu'il peut avoir sur lui-même)(fig. E.3) :

$$I_i = \sum_{i \neq k} (MIDI)_{ik} \quad (\text{E.3})$$

Elle nous permet également de calculer un indicateur de dépendance (sommés sur les colonnes) D_i :

$$I_i = \sum_{i \neq k} (MIDI)_{ki} \quad (\text{E.4})$$

Outre le calcul des indicateurs d'influence et de dépendance entre les acteurs nous déduisons de la matrice MIDI les influences indirectes d'un acteur i sur lui-même qui passent par un acteur relais et que l'on appelle rétroaction $(MIDI)_{ii}$. Cet indicateur nous sera utile plus tard pour calculer le rapport de force. En effet, la marge de manœuvre d'un acteur sera d'autant plus élevée que sa rétroaction faible.

Exemple de calcul de rétroaction : le cas du Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement

Ainsi, dans l'influence indirecte, un acteur a une capacité de rétroaction sur lui-même ; on obtient un indicateur de rétroaction. En effet, cet indicateur est important étant donné que deux acteurs qui ont la même influence indirecte n'ont pas tout à fait le même rapport de force s'ils ont une rétroaction différente. Celui qui a la rétroaction la plus élevée est le moins puissant des deux (car dépendance plus forte) et aura un moins bon rapport de

force.

$$(MIDI)_{MALE,MALE} = (MID)_{MALE,MALE} + \sum_{k=1} \min((MID)_{MALE,k}, (MID)_{k,MALE}) \quad (E.5)$$

$$(MIDI)_{MALE,MALE} = 0 + (0 + 0 + 1 + 2 + 1 + 0 + 1 + 2) \quad (E.6)$$

$$(MIDI)_{MALE,MALE} = 7 \quad (E.7)$$

On peut d’ailleurs remarquer que la case de la diagonale principale n’est plus vide, il s’agit de la capacité de rétroaction d’un acteur sur lui-même. Les résultats des différents calculs sont synthétisés dans la Matrice MIDI (fig. E.3).

MIDI	AUGT	CNCT	CL	INM	MEHAT	MALE	RS	SC	BFI	Di
AUGT	4	3	3	0	4	3	4	3	2	22
CNCT	9	4	7	2	8	4	7	7	4	48
CL	10	4	6	1	7	3	6	6	4	41
INM	4	1	3	3	4	3	4	4	3	26
MEHAT	14	4	9	2	11	6	8	8	5	56
MALE	10	4	9	3	10	7	9	9	6	60
RS	5	3	4	0	4	3	4	2	3	24
SC	9	4	7	2	8	4	7	7	4	45
BFI	8	4	8	3	9	6	8	8	6	54
Di	69	27	50	13	54	32	53	47	31	376

© LIPSOR-EPIITA-MACTOR

FIGURE E.3 – Matrice des Influences Indirectes entre acteurs de l’environnement et de l’urbanisme (Source : Données collectées par Z.Mhedhbi. auprès des acteurs de terrain 2018-2019)

Application de la base de données urbaine du Grand Tunis pour les modélisations climatiques

Application de la base de données urbaine du Grand Tunis pour les modélisations climatiques

L'objectif ici est de calculer la fraction des masques SEA, WATER, NATURE et TOWN sur une grille de modèle de 100 m de résolution. Le même calcul sera également fait pour les paramètres urbains qui sont le bâti, les routes et la végétation urbaine.

1. Grille de modèle

L'ensemble des fractions d'occupation du sol de SURFEX et des paramètres d'entrée du modèle TEB ont été intégrés sur une grille de modélisation de 100 m de résolution. Il s'agit de la même résolution et la même emprise que la carte LCZ. Cela correspond au domaine de modélisation. La grille est composée de 251181 mailles : 567 mailles en x et 443 en y.

Toutes les couches préparées et citées dans le chapitre 5 ont été découpées selon cette grille (à l'aide du géotraitement « intersection »). Le résultat donne lieu à chaque fois à une nouvelle couche d'information vectorielle dont chaque segment est rattaché à la grille, comme le montre l'exemple du masque WATER (figure 1) :

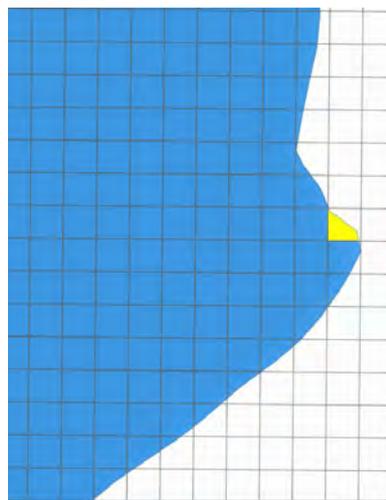


Figure 1: Masque WATER

2. Calcul des fractions des types d'occupation du sol par maille

Cette intersection avec la grille nous a permis de calculer le pourcentage de chaque type d'occupation par maille (figure 2) :

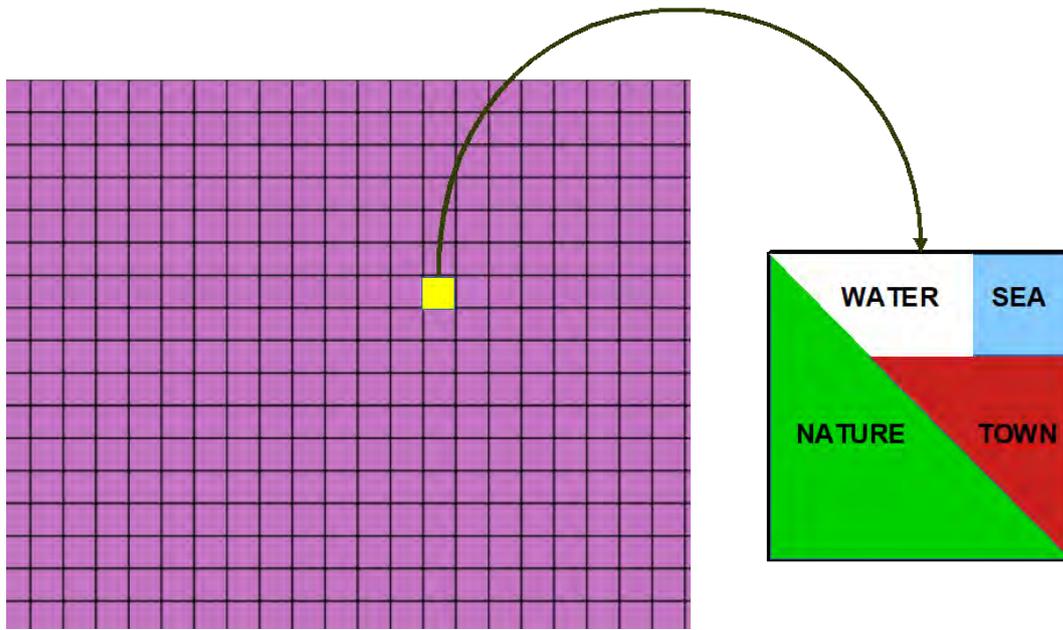


Figure 2: Calcul de pourcentage des couverts par maille

Pour chaque maille de la grille nous calculons le pourcentage de chaque type de sol, soit: WATER, SEA, NATURE, TOWN. Le calcul de la fraction de TOWN par maille (figure 3) se fait à l'aide de la calculatrice de champ de QGIS à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Frac}_{\text{TOWN}} = \frac{\text{Area}_{\text{TOWN}} \times 100}{\text{AREA}_{\text{maille}}}$$

Avec :

$\text{Frac}_{\text{TOWN}}$: Fraction correspondante au masque TOWN dans la maille

$\text{Area}_{\text{TOWN}}$: Surface correspondante au masque TOWN dans une maille

$\text{Area}_{\text{maille}}$: Surface d'une maille

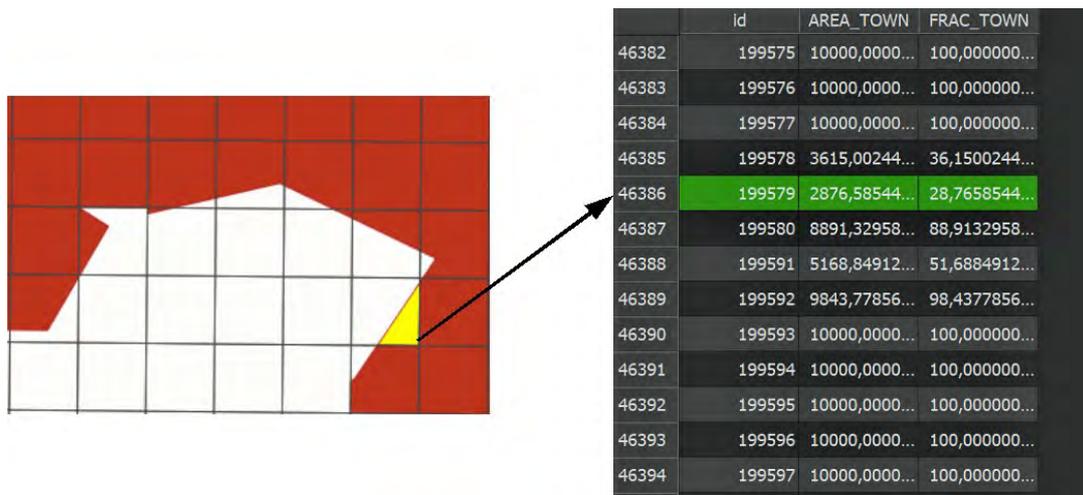


Figure 3: Exemple de calcul de la fraction de TOWN sur une maille

Il faut donc que les masques associés à chaque type de données d'occupation du sol soient définis de sorte que la somme des 4 taux d'occupation soit égale à 1 pour représenter les 100 % d'occupation de la maille. Nous avons effectué la vérification pour toutes les mailles de la grille :

$$\mathbf{WATER + SEA + NATURE + TOWN = 100}$$

Les proportions finales entre les masques sont représentées sur le graphe (figure 4)

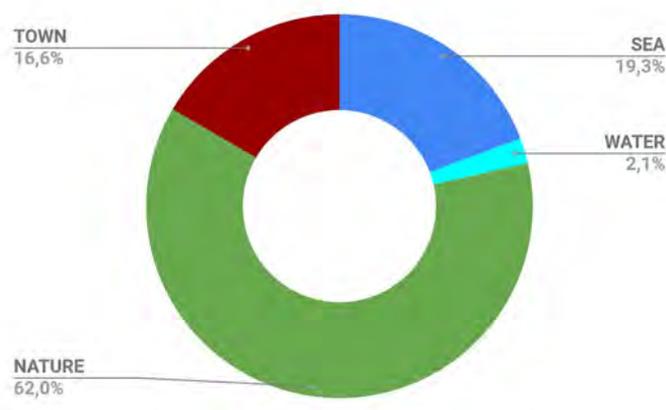


Figure 4: Composition de la surface urbaine du Grand Tunis en termes d'occupation du sol

3. Calcul des paramètres dans les couverts urbains

Nous avons fait l'hypothèse que les différentes typologies de sol dans TOWN ne superposent pas. Nous faisons ainsi abstraction des éventuelles superpositions de couches (en particulier, on ne sait pas ce qu'il y a sous les arbres). Cette approche est liée à l'utilisation de données de télédétection pour lesquelles on voit la scène par le dessus.

$$\text{BLD} + \text{ROAD} + \text{LVEG} + \text{NVEG} + \text{HVEG} = 100\%$$

Priorisation des couches

- Nous avons priorisé la couche ROAD, récupérée d'OSM, sur l'ensemble des autres couches en se basant sur le fait que cette donnée est disponible sur tout le territoire et la typologie de routes figure dans sa table attributaire.

- Pour la couche de végétation urbaine (LVEG + NVEG + HVEG), issue d'un traitement de télédétection, nous ne rencontrons pas de problème de superposition entre les 3 couches de végétation.

- En ce qui concerne les données de bâti, nous avons fait le choix de calculer cette couche comme le résidu entre le masque TOWN d'une part et les routes et la végétation urbaine de l'autre.

→ Ainsi les choix de priorisation ont été effectués en fonction de la disponibilité et la précision des données.

Calcul des fractions des routes

Nous avons calculé la fraction de route dans chaque maille en utilisant la calculatrice de champs de QGIS et en suivant la formule suivante :

$$\text{Frac}_{\text{ROAD}} = \frac{\text{Area}_{\text{ROAD}} \times 100}{\text{AREA}_{\text{TOWN}}}$$

Avec :

$\text{Frac}_{\text{ROAD}}$: Fraction de route dans une maille

$\text{Area}_{\text{ROAD}}$: Surface de route dans une maille

Area_{TOWN} : Surface correspondante au masque TOWN dans une maille

La figure 5 présente un exemple de calcul de fraction de route dans une maille :



Figure 5: Exemple de calcul de la fraction de route dans une maille urbaine

Calcul des fractions de végétation urbaine

Le même type de calcul est réalisé pour la couche finale de végétation urbaine où celle-ci est affinée par la soustraction des surfaces de routes. Par la suite, nous avons procédé au calcul des différentes fractions de végétation, haute, basse et sol nu par maille. La figure 6 illustre les résultats des calculs sur une maille

$$\text{Frac}_{\text{VEGU}} = \frac{\text{Area}_{\text{VEGU}} \times 100}{\text{AREA}_{\text{TOWN}}}$$

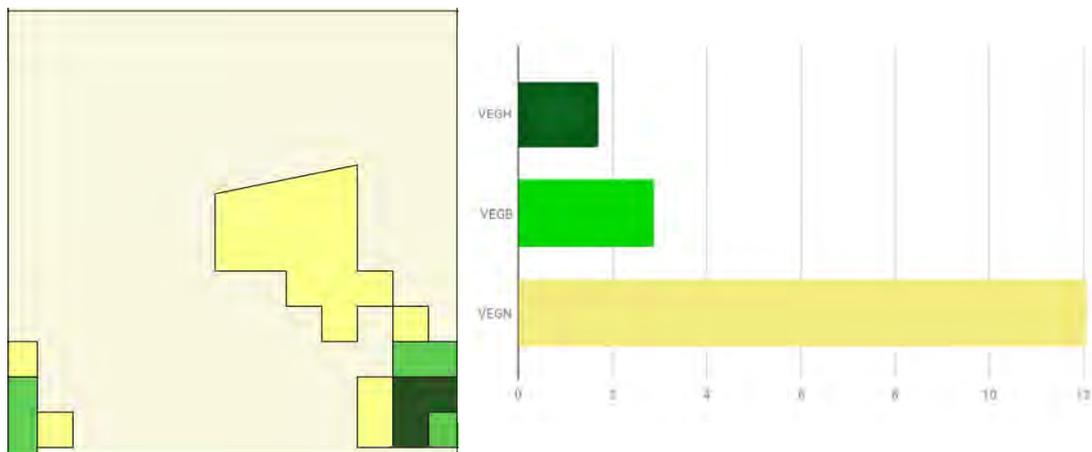


Figure 6: Fraction de différents types de végétation urbaine dans une maille TOWN

Avec :

$\text{Frac}_{\text{VEGu}}$: Fraction de végétation urbaine dans une maille

$\text{Area}_{\text{VEGu}}$: Surface de végétation urbaine dans une maille

$\text{Area}_{\text{TOWN}}$: Surface correspondante au masque TOWN dans une maille

Pour identifier les zones où la végétation sera classée en NATURE, on fait l'hypothèse qu'elles correspondent aux mailles de 100 m, occupées majoritairement par des sols naturels et de la végétation, au regard des bâtiments présents dans la maille. Pour cela, nous avons choisi d'établir le test suivant, que nous appliquons à chaque maille :

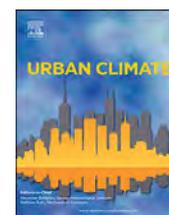
Si $(\text{VEGH}+\text{VEGB}+\text{VEGN})=100\%$ → la maille est affectée au masque NATURE

Les mailles ne remplissant pas ce critère seront traitées en totalité dans TOWN.

Calcul des fractions de bâti

Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, le bâti est calculé comme le résidu entre TOWN d'un côté et routes et végétation urbaine de l'autre. Nous avons par la suite déterminé la fraction du bâti par maille à l'aide de la calculatrice de champs de QGIS.

Collection of refined architectural parameters by crowdsourcing



Collection of refined architectural parameters by crowdsourcing using Facebook social network: Case of Greater Tunis



Zohra Mhedhbi^{a,b}, Valéry Masson^{a,*}, Julia Hidalgo^b, Sinda Haouès-Jouve^b

^a National Center of Meteorological Research (CNRM), UMR 3589, Météo-France/CNRS, 42 avenue Gaspard Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 1, France

^b Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités Sociétés (LISST), Interdisciplinary Center of Urban Studies (CIEU), CNRS/Jean Jaurès University, Toulouse, France

ABSTRACT

The urban heat island, especially in low-income countries, increases the consequences of heatwaves. Urban micro-climate studies could help to manage heatwave crises and improve urban planning. However, they require accurate urban data, and such are often not available in African countries. This paper presents a crowdsourcing methodology using a very popular social media in this region, Facebook, to gather architectural information on buildings in the Greater Tunis agglomeration. Following WUDAPT protocol, the questions encompassed number of floors, window pattern, color, wall fabric, air-conditioning (AC) and building's use. More than 100 answers were gathered. An expert validation shows an accuracy of more than 85% on all parameters. The geo-localized sampled buildings were associated to Local Climate Zones. These are shown to be pertinent in Tunis. In this hot and dry climate, recent houses with many windows are found to be more equipped with AC than those using traditional construction methods with just a few windows. Mid-rise buildings follow modern construction paradigm, with many or even plate glass windows, and therefore use AC. Finally, this application of crowdsourcing to urban climate science through a social media questionnaire allows to propose architectural parameters for urban climate models in this region of North Africa.

1. Introduction

In the current context of climate change, cities play a major and complex role by amplifying this phenomenon at different scales. On the one hand, they contribute to global warming, through greenhouse gas emissions from human activities (road traffic, domestic heating and cooling, industries, etc.); on the other hand, this global warming is amplified in the heart of the cities by the specific micro-climates that reign there, a well-known phenomenon called 'urban heat island'. This makes adaptation to climate change a new challenge for all cities in the world, regardless of their location and size. Many efforts are being made in northern cities to integrate climate issues into urban planning and development, such as the development of cartographic analysis tools. Among the efforts provided by the researcher community, the WUDAPT project aims to collect at international scale urban data needed for urban climate simulation, the results of which will support climate change adaptation policies.

Different methods are being used to collect architectural information for micro-climatic modelling purposes depending on the availability of morphological urban data. There is mainly the expertise produced by architects such as that of Tornay et al. (2017) when such data is available, but also the crowdsourcing approach, that can be especially efficient for regions with scarce urban data.

In the urban climate scientific field, the use of crowdsourced meteorological observations, especially from personal miniature meteorological stations has been explored (e.g. Chapman et al., 2017 in London, De Vos et al., 2017 in Amsterdam, Napoly et al., 2018 in Paris and Berlin). Fenner et al. (2017) studied the variability of urban air temperature in Berlin at different scales using such crowdsourced meteorological stations. However, crowdsourcing methods are still rarely developed in the objective to describe the

* Corresponding author.

E-mail address: valery.masson@meteo.fr (V. Masson).

city structure in relation with urban climate issues. The few existing research actions aiming to provide urban morphological parameters are usually grounded on crowdsourced data that was gathered for other aims. Open Street Map (OSM), which gathers millions of contributors around the world, provides open-source road and building maps. This offers a lot of opportunities to derive urban parameters at the scale pertinent for urban climate models. Olbricht (2015) and Boeing (2017) used OSM to define refined land cover maps. Concerning morphological parameters, Biljecki et al. (2017) developed a statistical method to be able to estimate building heights in OSM, because this information, crucial for urban climate as for many urban scientific fields, is often missing. Several methodologies are also developing on the analysis of Google street view images to derive estimated morphological information, and especially the Sky View Factor (the fraction of sky seen from the ground) (Liang et al., 2017; Middel et al., 2018, 2019). Thanks to the tags available in OSM to describe the functions of the buildings, methodologies have been developed to estimate building's uses (Fonte et al., 2018; Kunze and Hecht, 2015). About building materials, Han and Golparvar-Fard (2017) propose a tool to annotate buildings pictures used in Building Information Modelling (BIM) to describe the type of material used. They suppose that the use of their tool could help to enlarge their Construction Material Library. However, only 3 building projects were explored to validate the method, and no practical case to gather information at city scale was done. Furthermore, this require to have access to BIM information.

So, very few methodologies exist to gather architectural and material information by crowdsourcing techniques. So, a sampling methodology was proposed within the framework of the WUDAPT project (See et al., 2015). WUDAPT is an initiative of researchers in urban climate to provide mapping of cities for high-resolution urbanized atmospheric models. Several levels of details are proposed in this framework. Level 0, WUDAPT-L0 (Ching et al., 2018), aims at describing the neighborhoods of the city using the Local Climate Zones (LCZ) land cover classification. For each LCZ urban parameters have to be set for modelling, as proposed by Stewart and Oke (2012). Then parameters can be computed at finer spatial scale in order to describe the real heterogeneity of the city structure (Ching et al., 2019). WUDAPT Level 1 methodology refines the definition of the LCZ parameters using local information. This may then provide variability between each LCZ, so variability at neighborhood scale. WUDAPT level 2 refers to mapping of parameters independently of LCZ, typically from building data (actual or 3D modelled, Ching et al., 2019) or possibly other sources (e.g. from remote-sensing evaluation, or other types of road surfaces). Such level 1 or level 2 fine description of the urban fabric will then have to be translated into pertinent model parameters, and will allow to evaluate urban climate impacts.

For this paper we will focus on the Greater Tunis case that belongs to the crowdsourcing approach. The aim is to collect architectural parameters such as building height, window description, building color and so on, that would be typical of neighborhoods in Greater Tunis Agglomeration (that refers to WUDAPT-level1 terminology, hereafter WUDAPT-L1). For this, we adopt a new method for collecting data based on a questionnaire diffused on social networks.

2. Study area

Greater Tunis is the capital region of Tunisia. It is located along the coast of the Mediterranean Sea. It covers a surface area of about 256,000 Ha and its population is about 2.6 million inhabitants. This region presents a complex environment consisting of basins, plains, lakes, lagoons and in particular a gulf that stretches about 200 km long.

This region is characterized by the lack of data describing urban areas. When it exists, it is scattered among different administrations and present difficult access even for research purposes.

In order to characterize the Tunis agglomeration site, a classification in LCZ was conducted according to the WUDAPT methodology (Bechtel et al., 2015). In total 226 training areas were collected using Google Earth. The spatial extent was set according to the overlap between different tiles of the Sentinel 2a data. The classification was conducted in SAGA-GIS (Conrad et al., 2015) using a Random Forest classifier and a majority post-filtering with a radius of 2. As features data from Sentinel 2, 6 scenes (level 1C) were selected (see Appendix A). All scenes were acquired between July 2017 and April 2018. All features were resampled to a common 100 m grid. The final features set is presented in Table A1.

On the LCZ map of Greater Tunis (Fig. 2), it can be seen that the urban structure is dominated by compact morphologies in the city center of Tunis. In the west of the city informal urbanization (compact low-rise zones) are in the areas adjacent to natural and agricultural spaces. We also notice the existence of two Lagoons (locally called Sebkhha) one in the Northeast near to the Mediterranean Sea (lagoon of Ariana) and the other one more south west of the city (lagoon of Sijoumi). Another urban center is located in the southwest corner of Ariana Lagoon, this is Ariana downtown. The lake of Tunis is located between these two lagoons. On the north of the lake we notice the preponderance of LCZ 5 (open midrise). This area corresponds to a relatively new zone built as part of the project of urban development on the banks of the lake of Tunis.

3. Methodology: a social media questionnaire

A social media questionnaire was produced to collect WUDAPT-L1 architectural data. We focused on the following architectural parameters: height of building, roof types, building materials and windows description. This work contributes to the methods proposed to collect WUDAPT-L1 (Ching et al., 2019) architectural data in any city all over the world and more particularly in cities where there is a real lack of data such as southern cities.

To test and validate our crowdsourcing method, we chose to deploy it first on Tunis. Indeed, the fact that this city has partially the Google Street View tool, since March 2017, should allow us to test the questionnaire and then assess the relevance of the approach by comparing the results obtained through the investigation with those resulting from the use of Google Street View.

This method is part of the crowdsourcing approach of WUDAPT (See et al., 2015) with some modifications to adapt it to the

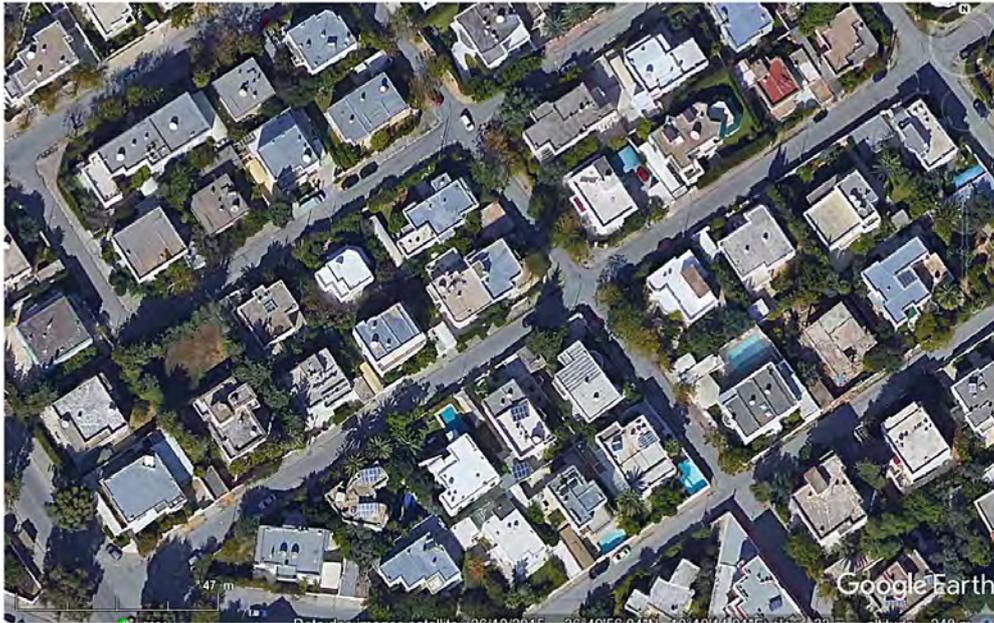


Fig. 1. Examples of roof Terrace in Mutuelleville neighborhood in Tunis (Google Earth Image).

targeted population. Indeed, the WUDAPT mobile application is intended for experts (architectural communities, students in urban planning or in architecture, etc.), while our questionnaire is aimed to a wider audience. For this, we changed the language to French and the order of the questions: the location first, followed by the question on the number of floors. We have removed the question on the roof description because in Tunisia, the majority of roofs are rooftop terraces as shown in Fig. 1.

We removed also the question related to the age of the building as we estimate that is complicated to answer for no expert contributors.

Most importantly we created a Google Form questionnaire, accessible on all devices with no installation necessary and shared it via Facebook in groups with motivated participants such as those of associations working on environmental issues. Our choice is based on the fact that social networks are very popular media in Tunisia. Since 2008, the use of Facebook has grown strongly in Tunisian society to circumvent the censorship that dominated the traditional media before the revolution of 2011 (Lecomte, 2011). According to the Medianet labs report (Medianet, 2016), Facebook remains the most used social-digital media in Tunisia with 6,100,000 users in 2016, so 55% of the population. We started from the assumption that the interest manifested for political life through social networks - and especially Facebook - could extend to environmental issues.

The questions and, when pertinent, the available answers of the questionnaire are the following (Table 1):

The French version of the questionnaire is presented in Appendix B.

For this questionnaire we have not established a sampling strategy, contrary to what is done in the method proposed in WUDAPT aimed to an expert public (See et al., 2015). For our methodology, we leave the free choice to the contributor to choose the building to inform about.

4. Results

The questionnaire was launched in January 2018 for a period of 5 months. We collected 110 responses concentrated mainly in Tunisia and its northwest. We had fewer responses in the south and northeast of the metropolitan area (Fig. 2).

Table 1

Questionnaire (translated in English).

-
1. Location (address)
 2. How many floors does the building have?
 3. What's the building use?
Residential/offices/industrial/commercial/mixed/other
 4. Is there an air conditioning system?
 5. Describe the building materials
Concrete&cement/brick/stone/metal/wood/raw earth (several answers available)
 6. Describe the windows
Plate glass windows/many windows/a few windows/no window
 7. Are the walls light or dark?
 8. Take a photograph of the building
-

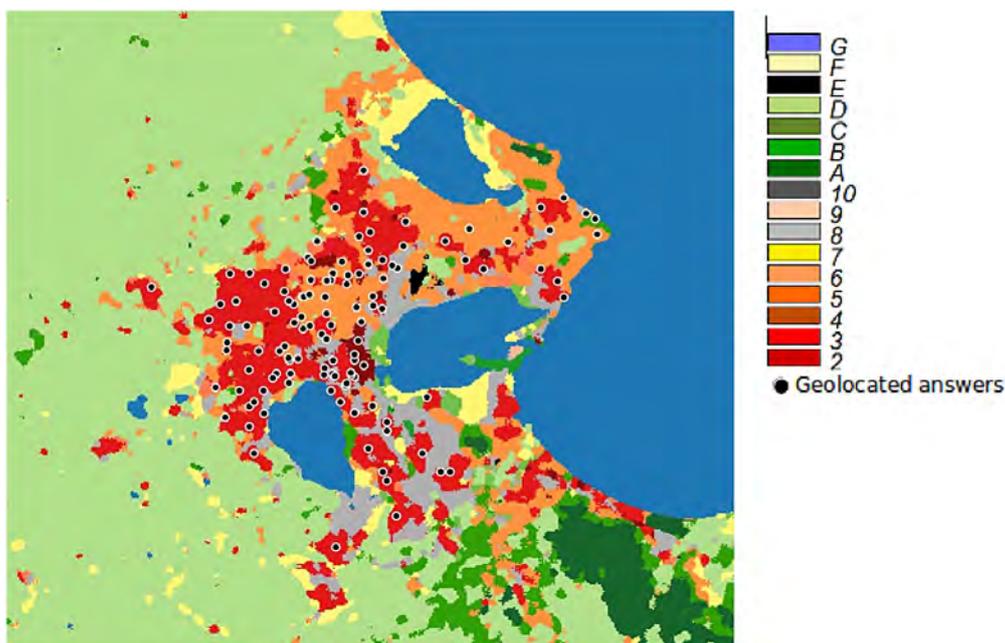


Fig. 2. Local Climate Zone map of Tunis with questionnaire's responses.

4.1. Validation of questionnaire's answers using Google Street View

To validate the questionnaire answers, we compared the results obtained through the investigation with those resulting from the use of Google Street View. As we mentioned earlier, Google Street View does not cover the entire territory of Greater Tunis, consequently we have 24 buildings located in these uncovered areas. So, we could not use them in the validation method. Therefore, up to 86 buildings, depending on the question, were available for cross-checking between the answers to the questionnaire from crowdsourcing and by the authors using Google Street View (Table 2). The few 'I do not know' answers were excluded from this comparison.

Number of floors are correct for 72 buildings (85%). An error of only 1 floor is encountered for 10 buildings (12%), seven of which are estimated to have one more floor by the authors. The question could have been understood ambiguously by the people, that could have counted only the upper floors and not included the ground floor. Complex shape of buildings could also potentially lead to various estimation of number of floors.

Building's use is a priori trickier to apprehend, even if it seems that the quality of the answers is comparable (81%). In the 86 compared buildings, identical answers were given for 51 residential buildings, 5 office buildings, 11 mixed buildings, 1 industrial one and 3 'other'. 15 answers were considered similar with the authors estimation when there was a combination of 'mixed/residential' (10 of them), 'mixed/office' (2 occurrences) or 'other/office' (3 occurrences). The latter often occurred for administration or school buildings, that we consider may indeed behave as offices from the micro-climatological point of view. The distinction between a 'mixed' building' use and a single use is also strongly subject to interpretation. One mixed building was also classified as 'other' by the contributor.

Wall color was very simple to identify (96% of accuracy), but this is linked to a strong bias in Tunis, where the vast majority of buildings are white painted (Fig. 4). From the 79 buildings where answers were identical, only 4 were dark, 75 being light-colored.

Windows coverage on building facades is in general difficult to evaluate; this is why it was decided within WUDAPT to ask for a broad description of windows (no window, a few, many, plate windows, glass building). Using such a description will need further a guess of building fraction from architectural expertise. The answers to the questionnaires showed that this approach was efficient, because it leads to high accuracy of 86%. The 10 similar answers are all between 'a few windows'/'many windows' different evaluations for each given building. This may be due to different interpretation again, or to window coverage somehow in the middle of

Table 2

Validation of questionnaire's answers: Number of identical, similar or different questionnaire answers between the crowdsourced responses and the authors for each parameter. See text for definition of 'similar' and 'different'.

	Identical	Similar	Different
Number of floors	72	10	3
Building's use	70	15	1
Air-conditionning	69		16
Wall color	79		3
Windows	72	10	1

each class.

The accuracy concerning the system of air conditioning is 81% (47 buildings with air-conditioning, 22 without, on this sample). This is slightly lower than for most of the other parameters. This can be explained by the fact that air conditioning systems are not always visible by Google Street View imagery. Of the 16 different answers, 12 are indeed due to an estimation of presence of air-conditioning by the contributor (who may know or even inhabit the building), and absence of it by the author (relying on Google Street View). This may be seen as a potential strongly positive contribution of crowdsourcing, by its local knowledge.

The results of validation show the relevance of this method of collecting data. Accuracy of identical answers varies at least between 81% and 86% for most of the different parameters (and 96% for wall color). When counting both identical and similar values, the accuracy goes up to 96% and 99% for number of floors, window coverage and building's uses. For air-conditioning, crowdsourcing is even probably more exact than the expert remote estimation. From this overall evaluation of the answers of the questionnaire, we consider the method, adapted from WUDAPT for Facebook diffusion, good for gathering architectural information for urban climate studies.

4.2. Urban structure analysis from the crowdsourced data

Looking at the results we got from the social media questionnaire, we have noticed that there are some homogeneous parameters such as buildings colors: the vast majority of buildings have light colors mostly white, we got only 6 buildings having dark colors. All crowdsourced answers also indicated the houses and buildings were built with concrete, brick and cement. For air-conditioner system, referring to the questionnaire, 71% of the answers indicate that buildings are air-conditioned, this even for some buildings in poor neighborhoods such as Ettadhamen.

When focusing on building height we can conclude that for low rise LCZ the two-storey buildings are preponderant, and more than 90% have no more than 3 floors (so approximately 10 m in height). Concerning LCZ 2 and LCZ 5 it is rather buildings of 4 or 6 floors (Fig. 3), and more than 85% have 4 floors or more. These results seem to indicate that the LCZ classification in low and mid-rise buildings is pertinent for the agglomeration of Tunis. There are few individual buildings that would have a height corresponding to another LCZ in each LCZ.

For window coverage fractions on facades, mid-rise buildings follow European ways of construction, with many windows (Fig. 4). Concerning houses and low buildings, one can consider that roughly half of low buildings have few windows and half have many regular windows. From Fig. 4, 'few windows' corresponds roughly to a coverage fraction of 0,1, and 'many windows' cover typically a fraction of 0,25 (a quarter) of each wall. There are 65 Residential houses (buildings less than or equal to 3 floors) documented by the questionnaire. One can suppose that houses with 'a few windows' correspond to traditional houses, and those with many regular are more recent. The answers cover almost evenly the traditional houses (30) and more recent ones (35).

There exist several reasons explaining why traditional houses have few, or even no window, on the road side. This type of houses is mainly located in informal neighborhoods of Tunis. For example, the popular neighborhoods of Saida Manoubia and Mellasine were built progressively on the shores of the Sijoumi lagoon during the 1940s. Their inhabitants are of rural origin so they reproduced the typical rural houses with a courtyard in the center (Fig. 5) which distributes all the rooms. So, all windows open on the courtyard and no or few windows are present on the outer walls (Santelli and Tournet, 1987).

Windows can be small in order to protect the house from thievery, as such houses often are in neighborhoods with a dangerous reputation (personal communication with local architects). Small windows also allow to protect themselves from external view. It can also be linked to vernacular architecture, helping to keep the heat outside the houses (El-Shorbagy, 2010). Finally, it should be noted that many of these houses are built without having to use (and pay) an architect. It is intuitively tentative to assign these traditionally

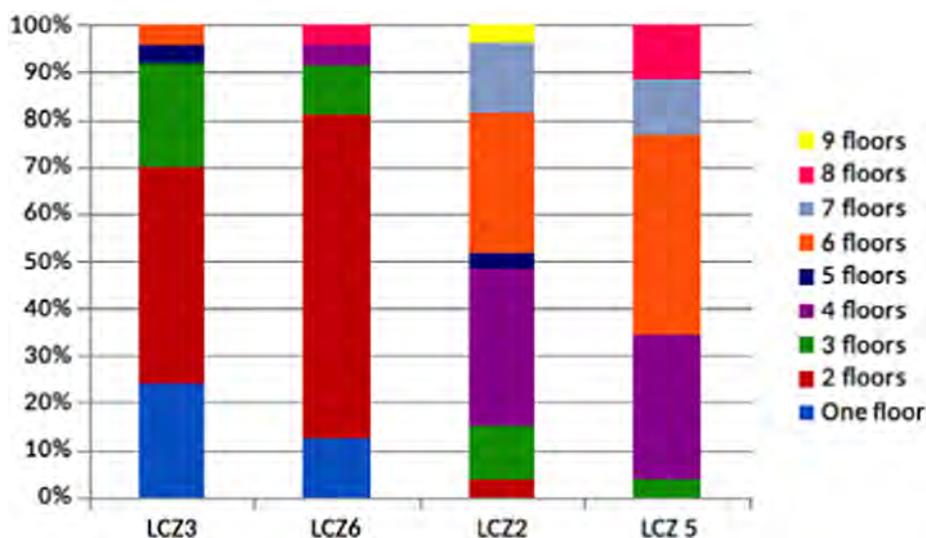


Fig. 3. Analysis of Number of floors of sampled buildings depending on LCZ.



Fig. 4. Example of windows description.

built houses to popular neighborhoods. However, from the building address from the questionnaires, only 19 such houses were in such areas, while the other are located in richer neighborhoods. It is not possible to assign traditional low buildings and houses to a given LCZ (e.g. LCZ 3, dense low-rise, corresponding to more popular neighborhoods, Fig. 6) and the more recent ones with a large number of windows to another LCZ (e.g. LCZ 6, open low-rise). Both types of houses are intertwined in the various neighborhoods of the city. We still noticed that for low rise LCZ (LCZ 3 and LCZ 6) the use of buildings is usually residential and such buildings often have few windows (Fig. 7).

This indeed corresponds to parts of Tunis that have old houses as well as traditional architecture houses. For LCZ 2 buildings there are many regularly spaced windows, we can find this type of buildings in the city centers and neighborhoods built during the 90s. Concerning LCZ 5, other than regularly spaced windows they are also characterized by buildings with plate glass windows usually found in rich neighborhoods built recently which include offices, residential and mixed usage.

In the 65 Residential houses sampled in the questionnaire, 37 are air-conditioned (57%), while 28 are not. When crossing with the air-conditioning equipment with the window coverage, one can see a tendency for the 30 houses with few windows, to have slightly less air conditioning (40%), than for the 35 houses with many regular windows (74% having air-conditioning). The number of answers is low from a statistical point of view. Still, these results, as well as the common architectural sense (traditional methods of



Fig. 5. Courtyards in Mellasine neighborhoods (in yellow, Google Earth Image). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

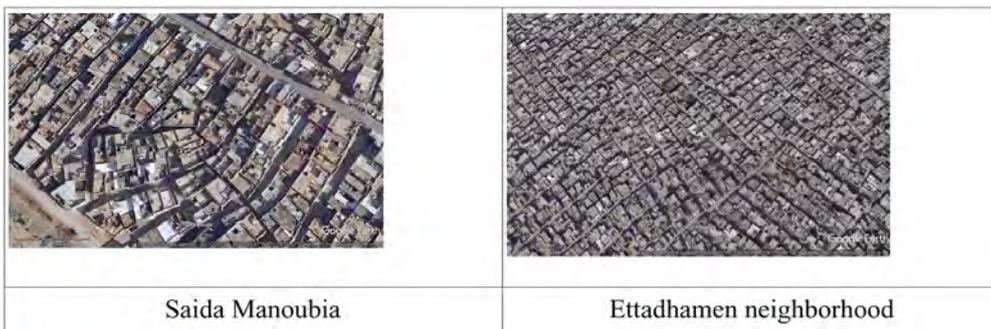


Fig. 6. Examples of dense popular neighborhoods of Tunis (Google Earth Image).

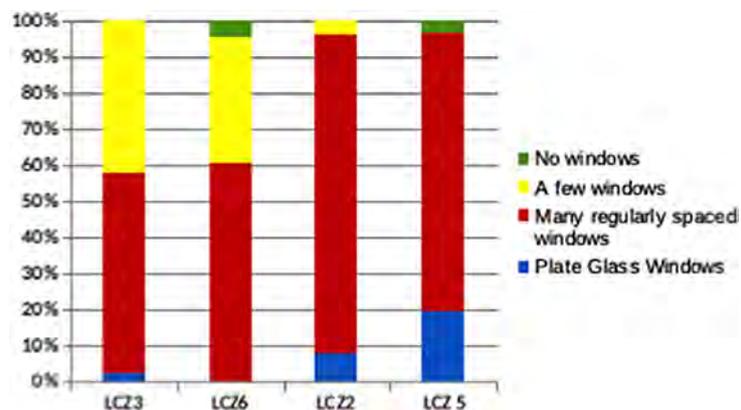


Fig. 7. Analysis of windows pattern by LCZ.

construction are more adapted for this hot and dry climate) allows us to propose a first guess on the proportion of air-conditioned houses in Greater Tunis.

Almost all other buildings (other heights and/or use) have air-conditioning (40 on 45). Therefore, a good approximation is to suppose they are systematically equipped with air-conditioning systems.

Table 3
Proposition of architectural information for Greater Tunis buildings' archetypes.

Archetype	Building's use	Time period	Wall color	Window coverage	Proportion of AC	Material	Present in
House	Residential	Traditional	White	0,1	0,4	Brick	LCZ 3, 6
House	Residential	Modern	White	0,25	0,7	Brick	LCZ 3, 6
House	Office	All	White	0,15	1	Brick	LCZ 3, 6
House	Mixed/other	All	White	0,15	1	Brick	LCZ 3, 6
Mid-rise	Residential	All	White	0,25	1	Brick	LCZ 2, 5
Mid-rise	Office	All	White	0,25	1	Brick	LCZ 2, 5
High-Rise	Office	All	White	0,5	1	Brick	LCZ 5

Building materials information was not discriminative enough in the questionnaire, almost all answers being 'concrete/cement' and 'brick'. This may be because the construction practice in Tunisia is that the walls are constructed of brick, the coatings are made of cement and the roofs in solid slab (reinforced concrete) or hollow slab (subfloor structure and reinforced concrete) (Comete engineering, 2011). So, we assume, from architectural expertise, that all low-rise buildings are primarily made of brick.

From the questionnaires results, we are now able to propose some values for the buildings' archetypes encountered in Greater Tunis (Table 3). These parameters can then be used to initialize urban climate models for the Greater Tunis, and, most probably, for whole Tunisia.

5. Conclusion

While they are of primary importance for the description of the city and many urban studies, including urban climate, architectural parameters are difficult to gather and collect. We adapted a questionnaire, first aimed for mobile applications in the frame of the WUDAPT initiative, and deployed it using the Facebook social network. The choice of this social media was governed by the specificities of the studied site, in North Africa, where it is widely used.

Through the results of our questionnaire we managed to characterize LCZ architectural parameters for the case of Greater Tunis. The quality of the results has been evaluated through comparison with evaluations by the authors using Google street view (a rarity in the North Africa and Arabic countries), and showed very good accuracy. This gives us a part of the needed accurate urban data for urban climate simulations. A proposition to determine the actual value of several architectural and uses parameters for each of the LCZ present in Tunis has been done using the data locally collected by crowdsourcing.

This media questionnaire, with no need for installation, makes it possible to reach a wide audience in order to collect WUDAPT level 1 architectural data. Beyond this methodological objective, the proposed approach could strengthen the involvement of civil society in southern cities in the production of expertise on the city and raise citizens' awareness on the adaptation to climate change.

Declaration of Competing Interest

The authors do not declare any conflict of interest.

Acknowledgments

AVISCC project funded by the Federal University of Toulouse.

Appendix A. Satellite information for the creation of Tunis LCZ map

Here is the reference to the satellite images used to produce the LCZ map of Greater Tunis that is used in this paper for the analysis of the crowdsourced questionnaire.

Table A1
Satellite images used for LCZ map creation.

Satellite	Scene ID	Date	Bands
Sentinel 2	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20170708T153020_A001764_T32SNF	08-07-2017	2–8, 8A, 11–12
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20170708T153020_A001764_T32SPF		
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_MPS_20171105T122430_A003480_T32SNF	05-11-2017	
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_MPS_20171105T122430_A003480_T32SPF		
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20180424T140025_A005911_T32SNF	24-04-2018	
	S2B_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20180424T140025_A005911_T32SNF_SPF		

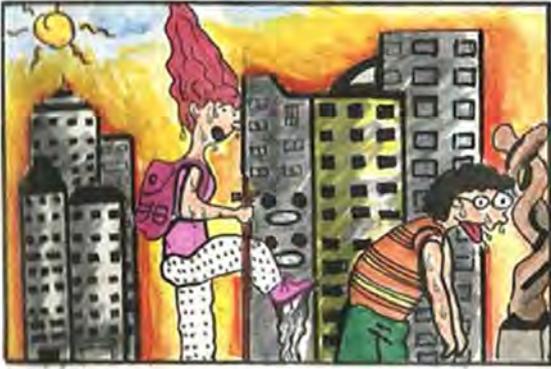
Appendix B. Facebook questionnaire (in French)

Fig. B1 presents the introduction to the questionnaire. Page 1 is a presentation of the issue. Page 2 is an overview of all the questions. Fig. B2 are the details of each question on the Google doc form distributed by Facebook, with the available answers to select.

Participez à la description de votre ville pour le climat

« Vous habitez le Grand Tunis et vous n'en pouvez plus des périodes caniculaires pendant lesquelles il fait chaud même la nuit? Sachez que par la forme de ses bâtiments et par la nature de ses matériaux, la ville stocke et piège la chaleur issue du rayonnement solaire pendant la journée pour ensuite la libérer durant la nuit. C'est pour cela que vous êtes exposés à la chaleur jour et nuit.

En répondant à ce questionnaire, aidez nous à étudier l'environnement urbain du Grand Tunis et participez ainsi à la conception de stratégies d'adaptation de votre ville au risque de vagues de chaleur. Nous proposons ce questionnaire dans le cadre d'un travail de recherche que nous menons au LISST (Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires) et au CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques) pour étudier les modalités d'adaptation du Grand Tunis aux vagues de chaleur. »



Pour nous aider à proposer aux acteurs locaux de votre ville des pistes d'amélioration de votre confort thermique estival, veuillez répondre à ce questionnaire.

Adresse du bâtiment que vous voulez décrire *
Numéro de bâtiment . Rue. Ville

Indiquez le nombre d'étages du bâtiment *

Quel est l'usage du bâtiment?

Existe-il un système de climatisation?

Quels sont les matériaux de construction?

Description des fenêtres

Les murs sont ils de couleur claire ou foncée?

Pourriez vous ajouter une photo du bâtiment?

SUIVANT
Page 1 sur 2
RETOUR
ENVOYER
Page 2 sur 2

Fig. B1. Overview of the questionnaire.

Participez à la description de votre ville pour le climat

*Obligatoire

Pour nous aider à proposer aux acteurs locaux de votre ville des pistes d'amélioration de votre confort thermique estival, veuillez répondre à ce questionnaire.

Adresse du bâtiment que vous voulez décrire *

Numéro de bâtiment, Rue, Ville

Votre réponse

Indiquez le nombre d'étages du bâtiment *

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 -

Quels sont les matériaux de construction?

- Béton/ciment
 Brique
 Pierre
 Métal
 Bois
 Terre
 Je ne sais pas

Description des fenêtres

- Bâtiment tout en verre
 Des fenêtres nombreuses
 Des fenêtres peu nombreuses
 Pas de fenêtres
 Je ne sais pas

Les murs sont ils de couleur claire ou foncée?

- Claire
 Foncée

Quel est l'usage du bâtiment?

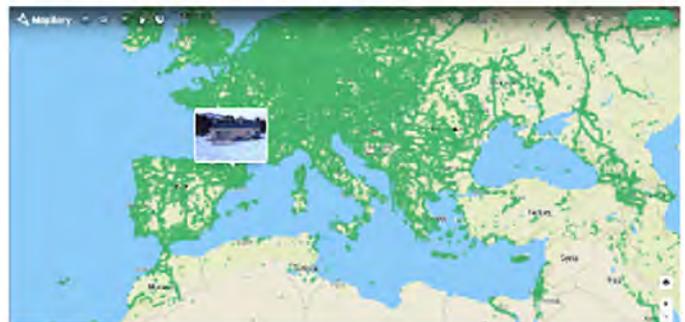
- Résidentiel
 Bureau
 Industriel
 commercial
 Mixte
 Autre
 Je ne sais pas

Existe-il un système de climatisation?

- Oui
 Non



Pourriez vous ajouter une photo du bâtiment?



- Oui. Pour ajouter la photo en un simple click, veuillez SVP vous connecter à Mapillary (www.mapillary.com)
 Oui. Vous pouvez également nous envoyer la photo avec l'adresse du bâtiment à l'adresse mail: ville.climat@gmail.com
 Non

RETOUR

ENVOYER

Page 2 sur 2

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

Fig. B2. Detail of the questions and available answers. *top left:* Address & number of floors; *top right:* building's use and AC; *bottom left:* buildings materials, windows description and wall color; *bottom right:* picture of the building.

References

- Bechtel, B., et al., 2015. Mapping local climate zones for a worldwide database of the form and function of cities. *ISPRS Int. J. Geo Inf.* 199–219.
- Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J., 2017. Generating 3D city models without elevation data. *Comput. Environ. Urban Syst.* 64, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.01.001>.
- Boeing, G., 2017. OSMnx: new methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. *Comput. Environ. Urban Syst.* 65, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004>.
- Chapman, L., Bell, C., Bell, S., 2017. Can the crowdsourcing data paradigm take atmospheric science to a new level? A case study of the urban heat island of London quantified using Netatmo weather stations. *Int. J. Climatol.* 37, 3597–3605. <https://doi.org/10.1002/joc.4940>.
- Ching, J., Mills, G., Bechtel, B., See, L., Feddema, J., Wang, X., Ren, C., Brousse, O., Martilli, A., Neophytou, M., Mouzourides, P., Stewart, I., Hanna, A., Ng, E., Foley, M., Alexander, P., Aliaga, D., Niyogi, D., Shreevastava, A., Bhalachandran, P., Masson, V., Hidalgo, J., Fung, J., Andrade, M., Baklanov, A., Dai, W., Milcinski, G., Demuzere, M., Brunzell, N., Pesaresi, M., Miao, S., Mu, Q., Chen, F., Theeuwes, N., 2018. WUDAPT: an urban weather, climate, and environmental modeling infrastructure for the Anthropocene. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 99, 1907–1924. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0236>.
- Ching, J., Aliaga, D., Mills, G., Masson, V., See, L., Neophytou, M., Middel, A., Ren, C., Ng, E., Huang, Y., Stewart, I., Fung, J., Wong, M., Zhang, X., Shehata, A., Martilli, A., Miao, S., Wang, X., Duarte, D., Schwandner, L., Wang, W., Li, Y., Bechtel, B., 2019. Pathway using WUDAPT's digital Synthetic City tool towards generating urban canopy parameters for multi-scale urban atmospheric modeling. *Urban Clim.* 28, 100459. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100459>.
- Comete engineering, 2011. Étude – Diagnostic pour la mise en place du processus bâtiment et constructions durables Phase 1 – Version définitive. In: Technical Report, (in French).
- Conrad, O., Bechtel, Benjamin, Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, Lars, Wehberg, J., Wichmann, V., Böhner, Jürgen, 2015. System for automated geoscientific analyses (SAGA) v. 2.1. 4. *Geosci. Model Dev.* 8 (7), 1991–2007.
- De Vos, L., Leijnse, H., Overeem, A., Uijlenhoet, R., 2017. The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21, 765–777. <https://doi.org/10.5194/hess-21-765-2017>.
- El-Shorbagy, A.M., 2010. Traditional Islamic-Arab house: vocabulary and syntax. *Int. J. Civil Environ. Eng. IJCEE-IJENS* 10 (4), 15–20.
- Fenner, D., Meier, F., Bechtel, B., Otto, M., Scherer, D., 2017. Intra and inter 'local climate zone' variability of air temperature as observed by crowdsourced citizen weather stations in Berlin, Germany. *Meteorol. Z.* 26, 525–547. <https://doi.org/10.1127/metz/2017/0861>.
- Fonte, C.C., Minghini, M., Antoniou, V., Patriarca, J., See, L., 2018. Classification of buildingfunction using available sources of VGI. *ISPRS Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. XLII-4* 209–215. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-209-2018>.
- Han, K., Golparvar-Fard, M., 2017. Crowdsourcing BIM-guided collection of construction material library from site photologs. *Vis. Eng.* 5, 14. <https://doi.org/10.1186/s40327-017-0052-3>.
- Kunze, C., Hecht, R., 2015. Semantic enrichment of building data with volunteered geographic information to improve mappings of dwelling units and population. *Comput. Environ. Urban Syst. Spec. Issue Volunteered Geogr. Inf.* 53, 4–18. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.04.002>.
- Lecomte, R., 2011. Tunisian revolution and the internet: The role of social media. In: *Révolution tunisienne et Internet: le rôle des médias sociaux. L'Année du Maghreb*, vol. VII. pp. 389–418 (in French).
- Liang, J., Gong, J., Sun, J., Zhou, J., Li, W., Li, Y., Liu, J., Shen, S., 2017. Automatic sky view factor estimation from street view photographs—a big data approach. *Remote Sens.* 9, 411. <https://doi.org/10.3390/rs9050411>.
- Medianet, 2016. Key numbers on social media in Africa: Facebook. In: *Chiffres clés sur les réseaux sociaux en Afrique: Facebook, LinkedIn, Instagram. Blog medianet, Tunis* (in French).
- Middel, A., Lukaszcyk, J., Maciejewski, R., Demuzered, M., Rothe, M., 2018. Sky view factor footprints for urban climate modeling. *Urban Clim.* 25, 120–134.
- Middel, A., Lukaszcyk, J., Zakrzewskib, S., Arnoldc, M., Maciejewskid, R., 2019. Urban form and composition of street canyons: a human-centric big data and deep learning approach. *Landsc. Urban Plan.* 183, 122–132.
- Napoly, A., Grassmann, T., Meier, F., Fenner, D., 2018. Development and application of a statistically-based quality control for crowdsourced air temperature data. *Front. Earth Sci.* 6, 118. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00118>.
- Olbricht, R., 2015. Data retrieval for small spatial regions in OpenStreetMap. , in In: *Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M. (Eds.), OpenStreetMap in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography Springer International Publishing, Cham*, pp. 101–122.
- Santelli, S., Tournet, B., 1987. Évolution et ambiguïté de la maison arabe contemporaine au Maghreb?: étude de cas à Rabat et Tunis. In: *Espace centré: Figures de l'architecture Domestique dans l'Orient Méditerranéen*, (in French).
- See, L., Ching, J., Masson, V., Feddema, J., Mills, G., Neophytou, M., Foley, M., O'Connor, M., Milcinski, G., Repse, M., 2015. Generating WUDAPT's specific scale - dependent urban modeling and activity parameters: Collection of level 1 and level 2 data. In: *ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate Jointly with 12th Symposium on the Urban Environment, France*.
- Stewart, I.D., Oke, T.R., 2012. Local climate zones for urban temperature studies. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 93, 1879–1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>.
- Tornay, N., Schoetter, R., Bonhomme, M., Faraut, S., Lemonsu, A., Masson, V., 2017. Genius: a methodology to define a detailed description of buildings for urban climate and building energy consumption simulations. *Urban Clim.* 10, 75–93. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.03.002>.

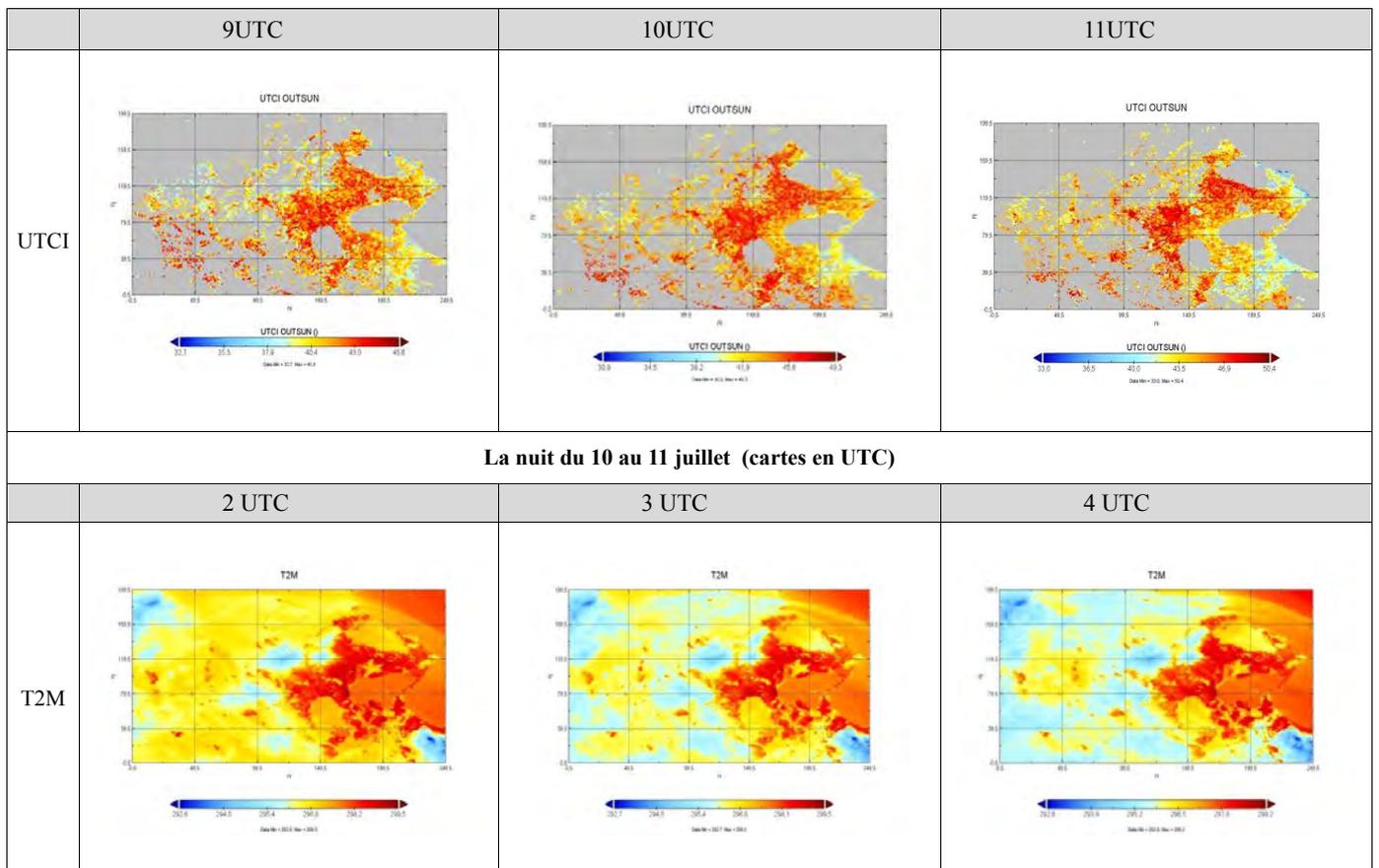
Les créneaux retenus pour l'analyse fréquentielle

La nuit du 9 au 10 juillet 2019 (Cartes en UTC)

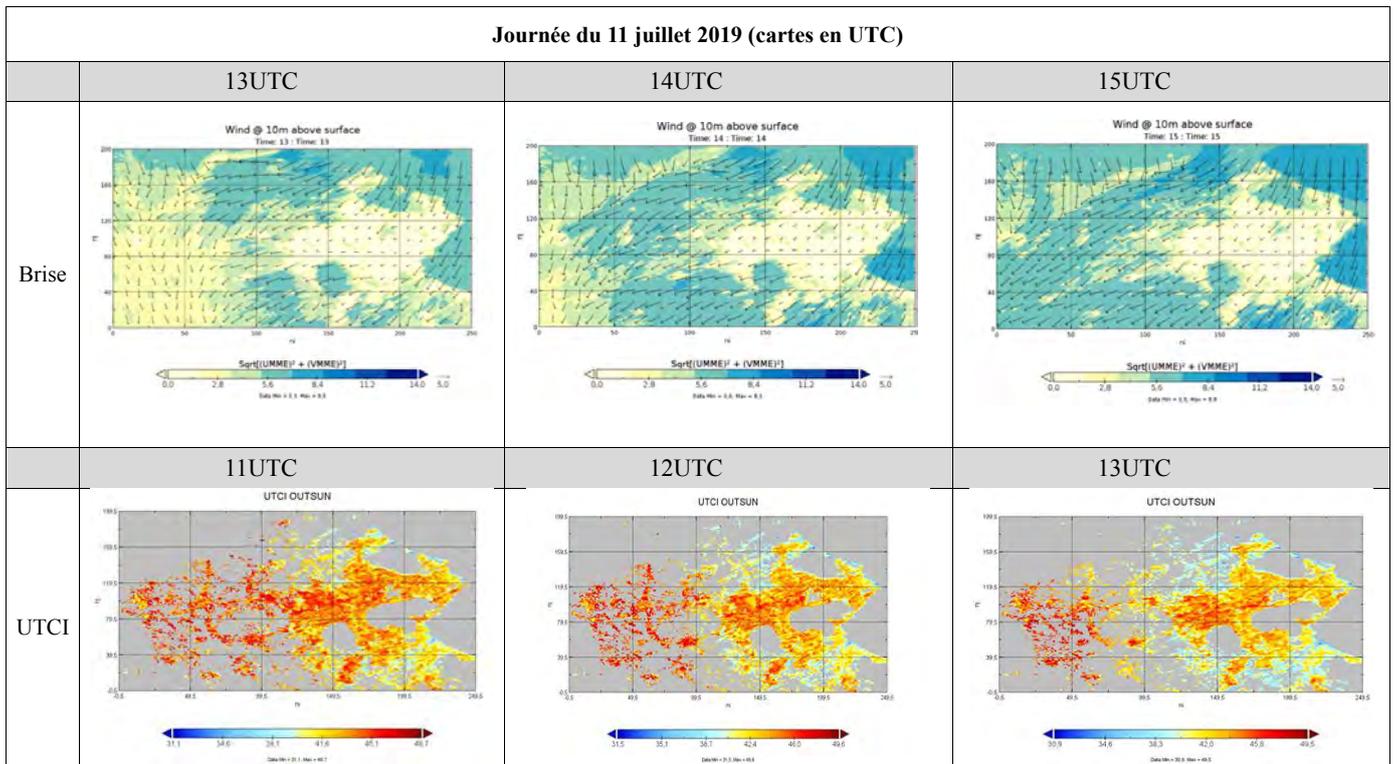
				La nuit du 9 au 10 juillet 2019 (Cartes en UTC)		
		3 UTC	4 UTC	5 UTC		
T2M						

Journée du 10 juillet 2019 (cartes en UTC)

				Journée du 10 juillet 2019 (cartes en UTC)		
		11UTC	12UTC	13UTC		
Birse						



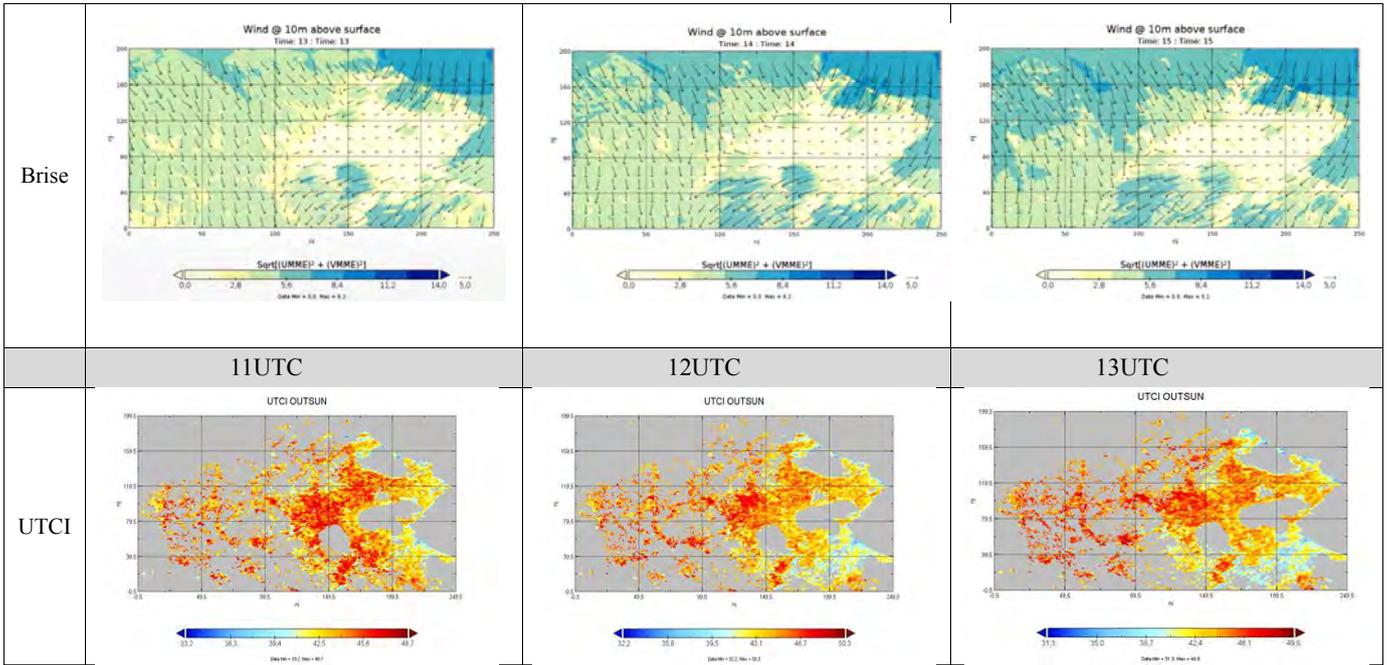
Journée du 11 juillet 2019 (cartes en UTC)

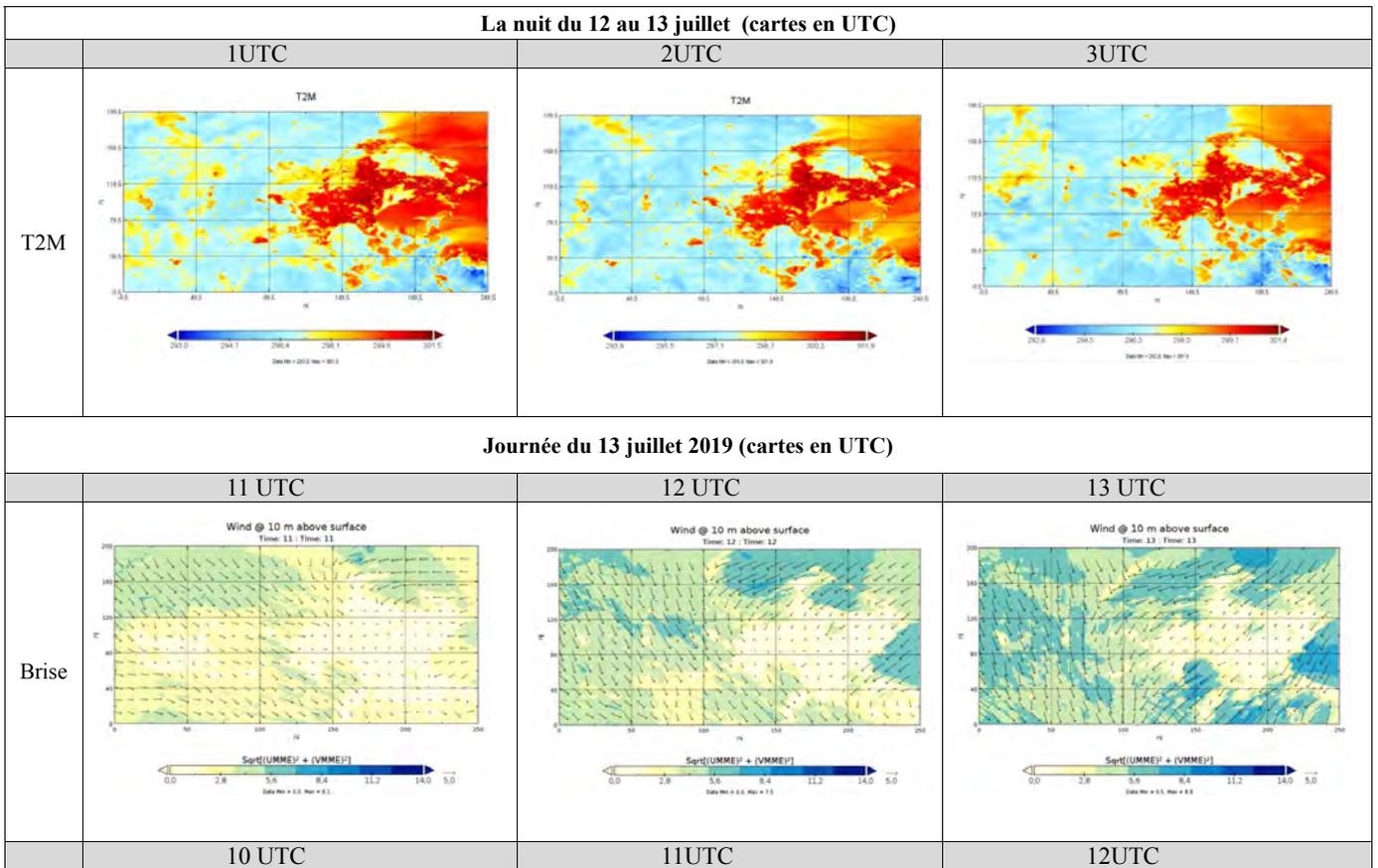




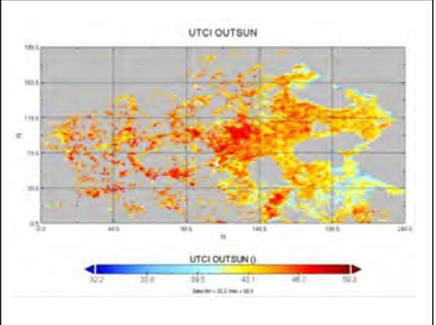
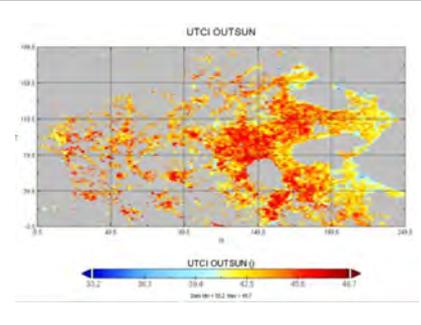
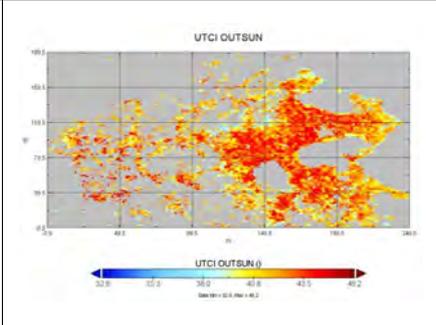
La nuit du 11 au 12 juillet (cartes en UTC)

				La nuit du 11 au 12 juillet (cartes en UTC)			
				21 UTC	22 UTC	23 UTC	
T2M							
	Journée du 12 juillet 2019 (cartes en UTC)						
				13UTC	14UTC	15UTC	





UTCI



**Les cartes d'analyse correspondantes
au stress thermique diurne
représentées selon la palette de
couleur de l'échelle standard de
l'UTCI**

Les cartes d'analyse correspondantes au stress thermique diurne représentées selon la palette de couleur de l'échelle standard de l'UTCI

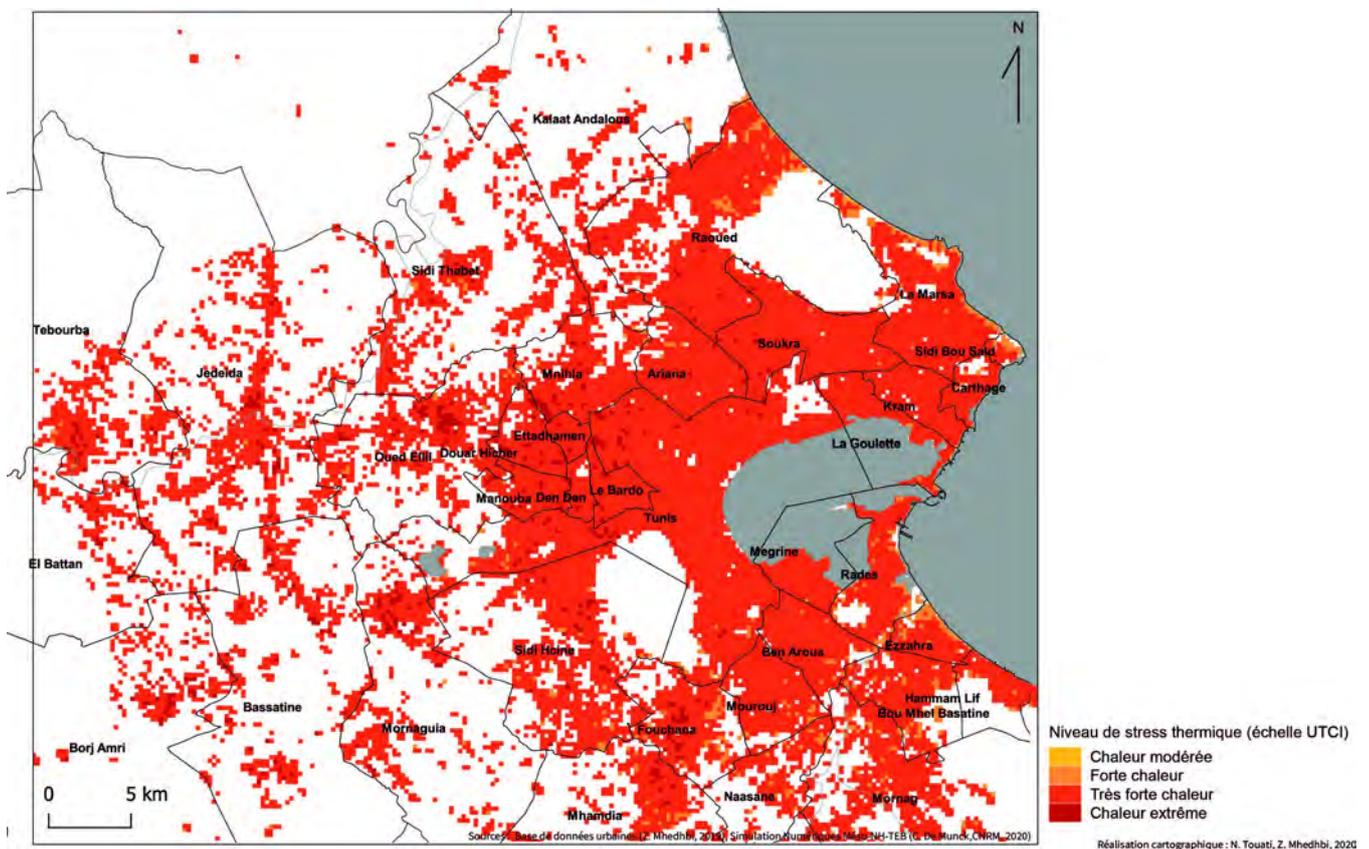


Figure 1 : Carte d'analyse du stress thermique au soleil avant l'établissement de la brise

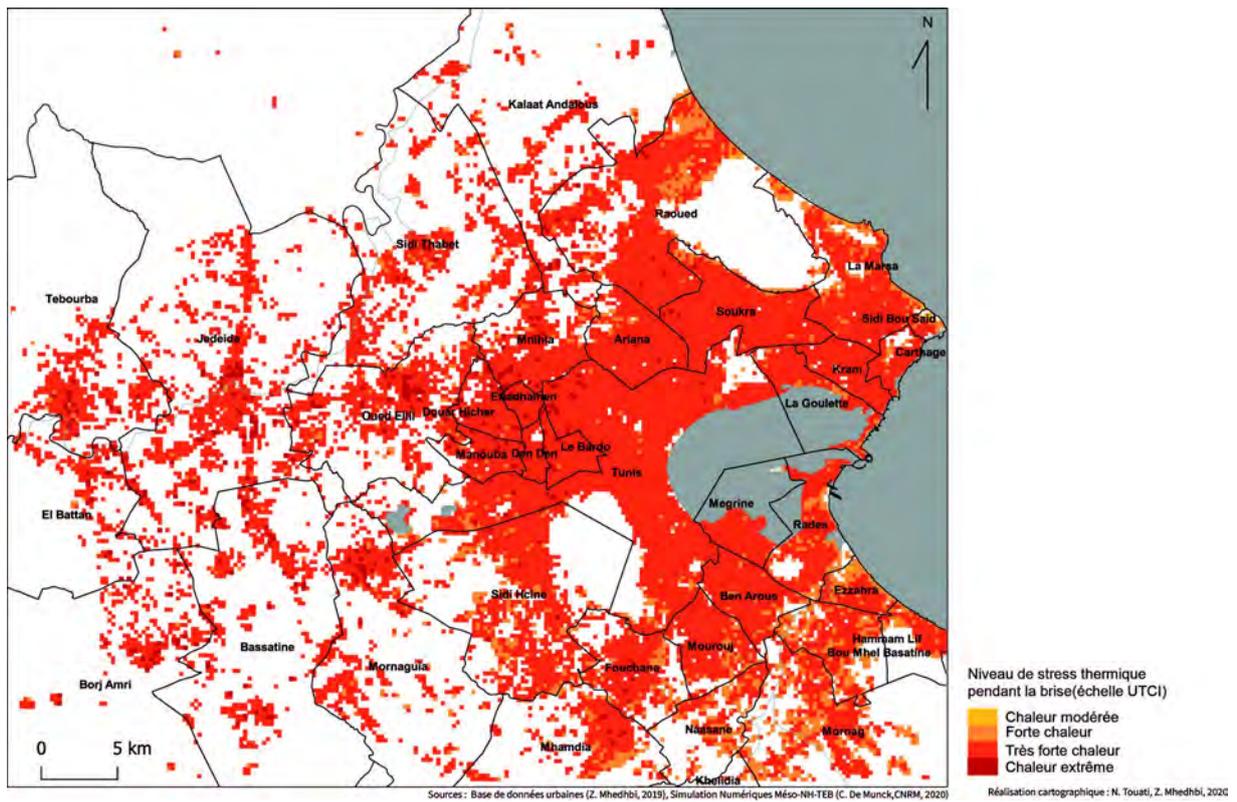


Figure 2 : Carte du niveau de stress thermique au moment où la brise est d'intensité maximale

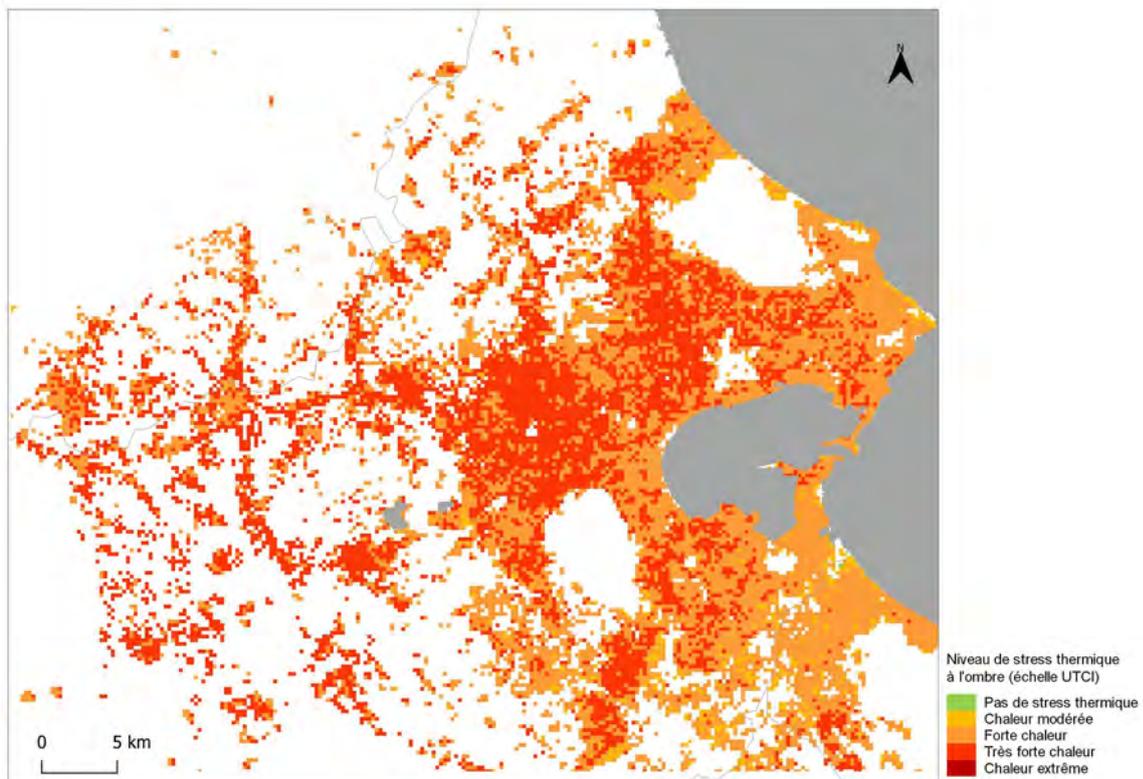


Figure 3 : Carte du niveau de stress thermique à l'ombre (avant la brise)

Cartographie climatique : quelles spécificités pour les villes du Sud ?

Cartographie climatique : quelles spécificités pour les villes du Sud ?

par Zohra Mhedhbi ^(1,2), Sinda Haouès-Jouve, Julia Hidalgo

(1) Université Toulouse Jean Jaurès, UMR5193 LISST

5allées A. Machado 31058 Toulouse

zohra.mhedhbi@univ-tlse2.fr, sinda.haoues-jouve@univ-tlse2.fr, julia.hidalgo@univ-tlse2.fr

et Valéry Masson

(2) Météo-France, UMR 3589 CNRM

42avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse

valery.masson@meteo.fr

Résumé

Il est aujourd'hui crucial de penser la pertinence, les modalités et les limites d'une éventuelle adaptation aux contextes des villes du Sud de certaines solutions et outils conçus et mis en œuvre dans les villes du Nord pour appuyer le processus d'adaptation au changement climatique dans le champ de l'urbanisme. Dans ce cadre, ce travail propose une réflexion sur l'adaptabilité particulière des cartes climatiques de l'environnement urbain qui se développent largement au Nord et commencent à se diffuser vers certaines villes du Sud. La circulation de cet outil à travers des villes telles que Stuttgart, Tokyo, Hong-Kong ou encore Salvador témoigne de sa grande adaptabilité à différents contextes urbains. C'est à ce titre que l'on propose de qualifier cet outil de best tool par analogie à best practices. Dans le cadre d'une thèse en cours, nous proposons de développer cet outil à l'échelle du Grand Tunis en l'ajustant aux particularités de ce territoire.

Dans le contexte actuel marqué par le changement climatique, les villes jouent un rôle majeur et complexe dans l'amplification de ce phénomène à différentes échelles. D'une part, elles contribuent au réchauffement qui s'opère à l'échelle globale, à travers les émissions de gaz à effet de serre issues des activités anthropiques (trafic routier, chauffage domestique et climatisation, industries, etc.) ; d'autre part, ce réchauffement global est amplifié au cœur des villes par le microclimat spécifique qui y règne, phénomène bien connu sous le nom d'îlot de chaleur urbain (ICU) (Oke, 1982). Cela fait de l'adaptation au changement climatique un nouvel enjeu pour toutes les villes du monde, quelle que soit leur localisation et leur taille.

Beaucoup d'efforts sont entrepris dans les villes du Nord afin d'intégrer les problématiques climatiques dans la planification et l'aménagement urbains, comme par exemple l'installation de systèmes de *monitoring* des conditions microclimatiques ou le développement d'outils d'analyse climatique d'ordre cartographique. Les villes du Sud quant à elles, éprouvent des difficultés à faire de l'adaptation une priorité en matière d'urbanisme, compte tenu des nombreux défis urbains plus classiques auxquels elles sont confrontées : pauvreté massive, forte croissance démographique, etc. Il est donc crucial d'interroger la pertinence, les modalités et les limites d'une

éventuelle adaptation aux contextes particuliers des villes du Sud de certaines solutions et outils conçus et mis en œuvre dans les villes du Nord. Parmi ces outils nous pouvons citer la carte climatique de l'environnement urbain développée depuis quelques années dans plusieurs villes à travers le monde comme la ville de Cassel en Allemagne ou celle de Arnhem aux Pays-Bas. (Ren *et al.*, 2011)

L'objectif de cet article est d'analyser la circulation de l'outil carte climatique et son éventuelle adaptabilité aux contextes des villes du Sud. Nous commencerons par mettre l'accent sur la méthodologie d'élaboration de la carte climatique de l'environnement urbain, et sur sa circulation à travers le monde. Ensuite, nous envisagerons les modalités de son adaptation à des contextes urbains caractérisés par une pénurie de données urbaines. Enfin, nous ferons un focus sur les possibilités d'ajustement au contexte des villes du Sud de la carte en Zones Climatiques Locales (LCZ)¹, laquelle pourrait être une des solutions pour la construction des cartes climatiques dans un tel contexte.

La carte climatique : un *best tool* pour la prise en compte du climat dans la planification et l'aménagement urbain ?

L'environnement climatique est une composante du système urbain à prendre en compte par les politiques urbaines afin d'améliorer le cadre de vie et le confort des habitants. Même si depuis les années 70, la climatologie urbaine est une discipline bien établie qui produit de nombreuses connaissances, ses résultats peinent encore à percoler dans les pratiques de planification et d'aménagement urbain (Mills *et al.*, 2010). Aujourd'hui, le besoin de tisser des liens entre chercheurs et praticiens urbains émerge fortement afin de construire un référentiel commun pouvant conduire à des pratiques urbanistiques plus respectueuses du climat. Dans le contexte français par exemple, 6 équipes de recherche de diverses disciplines conduisent avec des praticiens de l'urbanisme un projet de recherche ANR intitulé « Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie » (MApUCE). Ce projet vise à intégrer dans les politiques urbaines et les documents juridiques les plus pertinents des données quantitatives de microclimat urbain, climat et énergie, dans une démarche applicable à toutes les villes de France.

Afin de favoriser le dialogue entre chercheurs et praticiens autour de cette problématique, la cartographie climatique, testée sur le site Toulousain, s'est avérée être un outil pertinent, d'une part pour traduire et spatialiser les connaissances coproduites (Hidalgo et Touati, 2015 ; Touati, 2017) et d'autre part comme outil d'analyse, de communication et d'aide à la décision (Hidalgo *et al.*, 2018 ; Hidalgo *et al.*, 2018)

La carte climatique

La carte climatique de l'environnement urbain (*Urban Climate Map, UC-Map* en anglais) est un outil cartographique qui permet de diagnostiquer les conditions microclimatiques de l'environnement urbain et d'en tirer des recommandations spatiales visant à améliorer le confort thermique des usagers (Ren *et al.*, 2012).

L'*UC-Map* est constituée de deux composantes principales :

- La carte d'analyse du climat urbain (*UC-AnMap*) permet de diagnostiquer l'état physique de l'environnement climatique urbain en tenant compte de la topographie de la zone d'étude, de la morphologie urbaine, de l'occupation du

¹ Une carte LCZ permet de classer les zones urbaines de surface homogène en termes de matériaux de construction, d'occupation du sol, de structure du bâti et des activités humaines.

sol et des données climatiques locales. La combinaison de ces données permet une étude spatialisée de leurs effets sur le confort thermique, à travers une classification de l'espace urbain en différents climatopes. Chaque climatope correspond à des zones homogènes ayant des caractéristiques bien déterminées : climatope forestier, climatope aquatique, climatope commercial (en se référant au type de bâtiments existant dans la zone), etc.

- La carte de recommandations (*UC-ReMap*) a pour objectif de proposer des pistes en mesure d'orienter les scénarios de planification et d'aménagement urbains en se basant sur l'analyse obtenue de l'*UC-AnMap*. En effet, les climatopes similaires sont regroupés en zones homogènes pour lesquelles des recommandations sont formulées afin de mieux les adapter aux contraintes climatiques auxquelles elles sont exposées. Tout l'enjeu consiste à penser la territorialisation des recommandations proposées. Cela nécessite une collaboration étroite avec les acteurs locaux de l'urbain afin de traduire efficacement les informations relatives au climat urbain et de les inscrire dans le projet du territoire.

En se basant sur l'*UC-ReMap*, les zones les plus vulnérables au stress thermique peuvent être sélectionnées pour une analyse plus approfondie qui peut aller jusqu'à la construction d'une carte climatique d'échelle plus fine.

Sa circulation à travers le monde

La première carte climatique de l'environnement urbain (*UC-Map*) a été conçue par des chercheurs allemands dans les années 1970 pour la ville de Stuttgart. Baptisée « *Synthetic Climate Function Map* » (Baumüller *et al.*, 1992), elle était appuyée par une forte volonté politique d'adopter des stratégies de planification urbaine durable (Hebbert et Mackillop, 2013). Des lois spécifiques, et notamment le code fédéral allemand du bâtiment (BAUGESATZBUCH), imposent explicitement que les nouveaux aménagements urbains respectent certaines normes environnementales et climatiques. Dans ce contexte, différents outils parmi lesquels des *Climate Analysis Maps*, des *Synthetic Functions Maps* et des *Digital Environmental Atlas* ont été développés à Berlin et dans la région de la Ruhr (Stock et Beckröge, 1985). Depuis, ce type d'outils s'est largement diffusé en Allemagne. Aujourd'hui, plusieurs villes ont développé leurs propres cartes climatiques : Berlin, Francfort, Stuttgart et Fribourg (Ng et Ren, 2015).

Le Japon est également l'un des pays les plus concernés par le développement de ces outils. Au cours des dernières années, des *Urban Environmental Climate Maps* (*UECM*) (Tanaka *et al.*, 2009) ont été élaborées pour plusieurs villes japonaises (Kobe, Osaka, Yokohama et Sakai). Les *UECM* correspondent elles aussi à deux types de cartes : *Climate Analysis Map* (CAM) et *Recommendation Map* (RM).

Outre les villes allemandes et japonaises, d'autres villes à travers le monde ont développé leurs propres cartes climatiques, notamment en Chine, au Vietnam, à Singapour, au Brésil, à Taïwan, au Portugal, en Angleterre, en Espagne, en Suède, au Pays bas, etc. Différentes approches ont été choisies en fonction du contexte de la ville. Généralement, les priorités thématiques et le contexte géographique de la ville sont les facteurs qui orientent le plus fortement la construction des cartes climatiques. Les résultats des cartes d'analyse sont également traduits différemment d'une ville à une autre, en fonction essentiellement du projet du territoire et des orientations stratégiques urbaines locales (Ren, Ng et Katzschner, 2011).

La carte climatique : un *best tool* ?

Dans le contexte actuel de mondialisation et de circulation de l'information, les acteurs urbains se préoccupent de ce qui se fait ailleurs et cherchent à s'en inspirer pour résoudre certains problèmes locaux. Ce souci de prendre appui sur « l'expérience des autres » (Arab, 2007) génère une circulation internationale des modèles urbains qui s'accompagne de traductions et d'appropriations locales (Bourdin et Idt, 2016). La circulation d'idées, de projets, de démarches ou dispositifs, etc. souvent désignés de « best practices », participe au renouvellement des pratiques urbanistiques. Dans le même temps, par effet de mimétisme, cette circulation est susceptible de participer à l'homogénéisation des manières de faire et à l'effacement des singularités des productions urbaines. Par ailleurs, l'analyse des modalités de production et de circulation des modèles urbains entre lieux producteurs et lieux récepteurs révèle que ces processus sont loin d'être neutres, notamment au regard des rapports de force qui peuvent se nouer entre protagonistes et des effets produits sur les systèmes de gouvernance locaux (Peyroux et Sanjuan, 2016). De plus, les représentations classiques selon lesquelles les foyers d'innovation urbaine seraient localisés dans les pays du Nord sont remises en question dans la mesure où des pratiques et des projets urbains innovants émergent et diffusent à partir de nombreuses villes au Sud (Moussi, 2010 ; Verdeil, 2005). S'il n'est pas aisé - compte tenu des temporalités de la présente recherche - de creuser ces aspects dans le cadre de cet article, nous y serons bien évidemment très attentifs lors de la réalisation de notre terrain sur l'agglomération tunisoise.

Dans ce contexte d'échange et de circulation des savoirs en matière de relation entre ville et climat, et face au problème du réchauffement climatique, plusieurs villes ont opté pour la construction de leurs propres cartes climatiques à l'instar de Tokyo, Hong-Kong, Berlin ou encore Arnhem aux Pays-Bas. Ces expériences de construction de cartes climatiques dans des contextes urbains très contrastés semblent témoigner en faveur de la malléabilité et de l'adaptabilité de ce dispositif qui peut ainsi circuler entre différents contextes locaux moyennant des ajustements. A titre d'exemple, en Allemagne, les cartes climatiques prennent en considération davantage qu'ailleurs la capacité de ventilation de l'espace urbain, du fait que dans ce pays la problématique de la qualité de l'air reste prioritaire par rapport à la question du stress thermique. A Hong Kong, en plus de la question de ventilation urbaine, la carte climatique prête particulièrement attention au confort thermique estival en raison des caractéristiques topographiques et surtout de la morphologie urbaine dans cette région. À Arnhem aux Pays-Bas, bien que le confort d'été ne soit pas encore un problème majeur de santé publique, la ville anticipe et s'appuie sur la carte climatique pour réfléchir à la vulnérabilité des personnes âgées, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments (Ng et Ren, 2015).

C'est au titre de cette labilité qu'on postule qu'il est possible de considérer le dispositif « carte climatique » comme un *best tool* - expression que nous forgeons par analogie avec celle de *best practice* - dont il convient d'interroger les effets. C'est à cette tâche que nous voulons nous atteler à Tunis où nous projetons de co-produire ce dispositif avec certains acteurs locaux de l'urbanisme, en particulier l'Agence d'Urbanisme du Grand Tunis en sa qualité de principal acteur de la planification urbaine de cette région. Cet objectif implique de notre part le pari de concilier deux postures : celle de l'expert qui contribue à la mise en place d'un objet (en l'occurrence la carte climatique), et celle du chercheur qui observe et analyse les modalités et les effets de cette mise en place.

Construire des cartes climatiques : quelle place accorder à la carte LCZ ?

Outre les précautions que nous avons évoquées à propos de la circulation de la carte climatique et de sa mise en place dans de nouveaux contextes urbains, nous prêtons une attention particulière à l'adaptation des modalités de construction de cet outil aux situations caractérisées par une pénurie de données urbaines. Parmi les ajustements que nous suggérons figure le recours à la typologie en Zones Climatiques Locales (LCZ) et à la carte LCZ correspondante comme moyen de combler le manque de certaines de ces données.

La carte LCZ dans la construction de la carte climatique

Stewart et Oke ont proposé une nouvelle typologie à vocation universelle pour caractériser à la fois l'occupation du sol et la morphologie du bâti : Les Zones Climatiques Locales (LCZ) (Stewart et Oke, 2012). Cette typologie est construite sur la base d'un panel complet de paramètres qui entrent en jeu dans la création de l'ICU et influencent son intensité. Ces paramètres sont relatifs aux propriétés physiques de la surface et au métabolisme urbain (flux d'énergie anthropique). Les 17 types de LCZ représentent une description simplifiée de la surface urbaine, renseignant notamment sur les hauteurs de bâtiment et l'occupation du sol. Cette classification compte 10 types urbains et 7 types naturels (fig. 1).

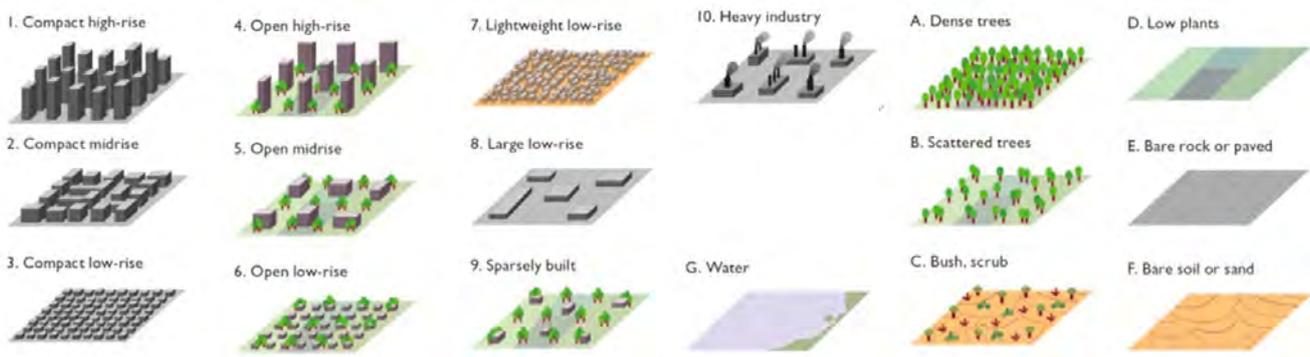


Figure 1 : Classification des zones urbaines et rurales en Zones Climatiques Locales (Stewart et Oke, 2012)

1. Bâtiments de grande hauteur et de forte densité
2. Bâtiments de hauteur moyenne et de forte densité
3. Bâtiments de basse hauteur et de forte densité
4. Bâtiments de grande hauteur et de basse densité
5. Bâtiments de hauteur moyenne et de basse densité
6. Bâtiments de basse hauteur et de basse densité
7. Bâtiments légers de basse hauteur et de forte densité
8. Grande zone pavée
9. Bâtiments étalés
10. Zone industrielle
- A. Forêt dense
- B. Arbres dispersés
- C. Arbustes, arbrisseaux
- D. Végétation basse
- E. Rocher dénudé ou sol pavé
- F. Terre dénudée ou sable
- G. Plan d'eau

A chaque LCZ correspond une fiche caractéristique qui comprend une série d'indicateurs avec des plages représentatives pour la zone. Ce sont dix indicateurs qui peuvent être classés en 5 catégories : les caractéristiques des matériaux (albédo et coefficient de convection), de morphologie urbaine générale (rugosité), les expositions aux flux solaires (effet canyon et facteur de vue du ciel), la morphologie du bâti (hauteur moyenne et densité de bâti), le type de surface (imperméable, perméable) et enfin les flux de chaleur anthropiques.

Cette approche a reçu un fort intérêt de la part de la communauté de climatologie urbaine, comme le montre l'affluence qu'a connu la session dédiée à ce thème lors de la 9ème conférence internationale sur le climat urbain (Toulouse, 20-24 juillet 2015, www.meteo.fr/icuc9), session à laquelle ont assisté plus de 200 chercheurs.

Outre l'étude des ICU, cette typologie peut servir à combler le manque d'informations sur les villes et à harmoniser les données urbaines à travers le monde. En effet, le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental (GIEC) sur l'évolution du climat a mentionné dans son rapport de 2014 la pénurie relative à ces informations observée dans les zones urbaines (IPCC, 2014).

En ce qui concerne l'information qui peut être pertinente pour les études climatiques, il n'y a aucune cohérence entre les bases de données urbaines disponibles à l'échelle internationale en termes de résolution spatiale et de paramètres caractérisant le paysage urbain. Par conséquent, la communauté scientifique de la climatologie urbaine est confrontée à l'absence d'une description standardisée de l'occupation du sol urbain et de la couverture terrestre des villes et des paysages environnants (densités, hauteurs, couverture naturelle et fonction). Ce contexte a favorisé l'émergence d'une initiative mondiale de collecte de données urbaines permettant de disposer -pour un nombre croissant de villes- de multiples informations caractéristiques sur les morphologies et les paysages urbains (morphologies, géométries, informations thermiques/physiques, couverture de surface, etc.), de manière homogénéisée et standardisée. C'est l'objectif poursuivi par le projet international WUDAPT².

La participation à la construction des cartes LCZ dans le cadre du projet WUDAPT

WUDAPT est une initiative internationale qui vise à répondre à la nécessité de construire une base de données mondiale sur les villes fournissant les données nécessaires aux études climatiques. Cette initiative vise à mobiliser les LCZ pour décrire de manière homogène les surfaces urbaines en recueillant des données sur les formes d'occupation de l'espace et les fonctions qui leur sont associées. Outre la production de données, ce projet permet d'homogénéiser -au sein de la communauté des climatologues urbains- la représentation des surfaces urbaines à l'échelle internationale. A terme, il assurera également l'accès à un certain niveau de précision de données urbaines dans des contextes où celles-ci ne sont pas disponibles.

Le projet WUDAPT adopte une approche hiérarchique en trois niveaux pour recueillir les données :

- Niveau 0 : Les villes sont cartographiées en se basant sur une classification en zones climatiques locales LCZ (Stewart et Oke, 2012).

2 <http://www.wudapt.org/>

- Niveau 1 : Ce niveau propose des valeurs plus précises pour les paramètres de chaque LCZ en mettant l'accent sur les formes urbaines (hauteur du bâti, longueur de rue, etc.) et les fonctions (bureau, industriel, résidentiel, etc.).
- Niveau 2 : Il s'agit du niveau le plus précis et le plus riche en détails. Il fait référence aux données urbaines recueillies à une échelle spatiale spécifiée (250 m) de l'ensemble de la zone urbaine. Ce niveau permet de distinguer plus de précision au sein d'une même LCZ.

Dans le cadre de WUDAPT, un protocole a été conçu pour cartographier les villes du monde au niveau 0 (Bechtel *et al.*, 2015). Les données utilisées sont essentiellement des images Landsat, disponibles gratuitement sur le site USGS de la Nasa. Les logiciels utilisés sont des logiciels libres : *Google Earth* et le système d'information géographique SAGA.

La méthode proposée est une classification supervisée qui repose sur des zones d'apprentissage correspondant aux 17 typologies de LCZ qu'il faut identifier et dessiner sur *Google Earth* en se référant à *Google Street View*. En partant de ces zones d'apprentissage, une classification semi-automatique de la région d'intérêt est effectuée en utilisant des données de télédétection multi-spectrale, multi-temporelles et des méthodes statistiques telles que les réseaux de forêt aléatoire.

Dans la partie suivante, nous allons interroger le potentiel de ces outils et leur capacité à être mobilisés pour différents usages.

Place accordée à la carte LCZ dans la construction de l'UCMAP

La construction classique de l'*UC-ReMap* se base généralement sur des zonages issus de l'*UC-AnMap*. Ces zonages sont construits en se basant sur une analyse statistique de la topographie du terrain, des paramètres climatiques, de l'occupation du sol et de la morphologie de la ville étudiée. Les critères de leur construction ne sont pas standardisés, mais plutôt propres à chaque cas d'étude. Cela dépend essentiellement de la disponibilité des données et des expertises locales. Nous considérons que les LCZ peuvent présenter une solution alternative pour la construction de la carte de recommandations *UC-ReMap*, cela grâce à la série d'indicateurs qui les caractérise. En outre, utiliser de manière standardisée pour toutes les villes les LCZ comme données de base pour construire l'*UC-ReMap* peut aider à avoir une certaine cohérence dans la définition des couches d'entrée. Grâce aux LCZ, les données de surface sont faciles à générer, notamment en se basant sur la méthode WUDAPT, ce qui présente un grand intérêt pour les villes ayant un accès limité aux ressources nécessaires pour une étude de cartographie climatique. Cependant, l'approche présente des limites dans la mesure où les LCZ ne prennent pas en compte les données topographiques. Donc, lorsqu'elles sont utilisées pour la cartographie climatique, les LCZ doivent être combinées avec des couches complémentaires renseignant la topographie, la température, le flux d'air et l'humidité. L'utilisation pour la première fois de la carte LCZ pour la construction de *UC-ReMap* a été réalisée pour le cas de l'agglomération Toulousaine, dans le cadre du projet MApUCE par un travail commun entre le Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires (LISST), le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM) et l'Université chinoise de Hong-Kong (Lau *et al.* 2018). Les chercheurs ont procédé à une pixellisation de la carte LCZ, puis ils ont superposé cette dernière avec un indicateur de stress thermique issu de la modélisation climatique à l'échelle locale (UTCI) pour plusieurs plages horaires afin d'obtenir une typologie simplifiée par rapport à celle des LCZ. Cette simplification est censée faciliter la transmission de cet outil vers les acteurs locaux et la préconisation d'actions adaptatives.

Cette approche nous semble être adaptable aux contextes urbains caractérisés par une pénurie des données, ce qui est le cas de nombreuses villes du Sud.

Adaptation de la méthode de classification en LCZ au contexte des villes du Sud

Afin de participer au développement des études climatiques dans les pays du Sud, nous sommes en train d'appliquer la méthode WUDAPT à un panel de 15 villes de la zone Afrique du Nord et Moyen Orient (MENA) (fig. 2), en proposant des ajustements tenant compte de la spécificité climatique de cette zone et surtout de l'absence ou des lacunes en matière de données urbaines disponibles.

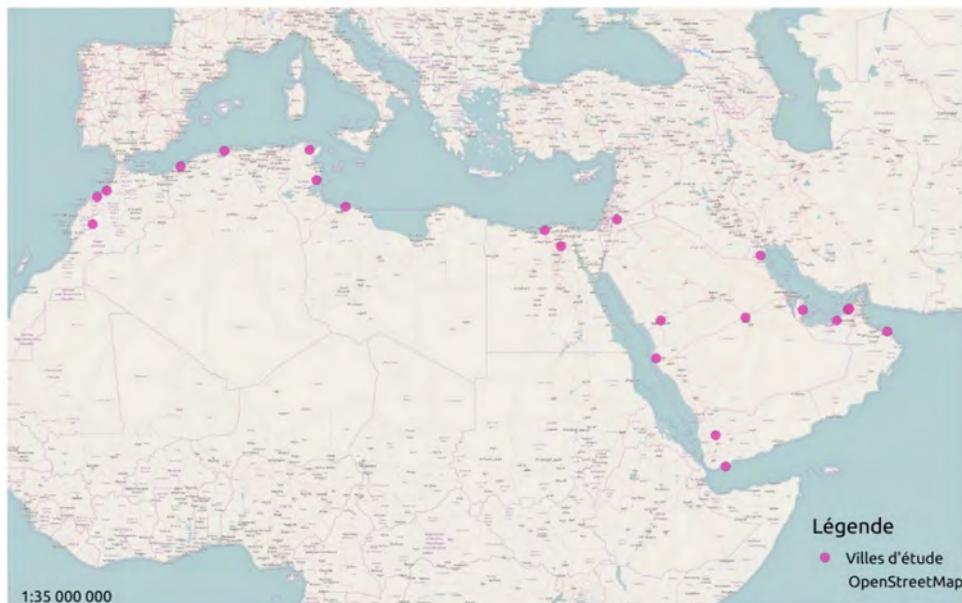


Figure 2 : les villes à classifier avec la méthode WUDAPT

Choix des données satellites

La zone MENA présente une homogénéité climatique selon la classification de Köppen (Kottek *et al.*, 2006). En effet, elle est classée BWH³. Le climat de notre panel de villes est donc globalement qualifié d'aride. La couverture végétale y est limitée et les matériaux de construction ressemblent souvent à la surface naturelle présente aux alentours de la ville. Une bonne résolution radiométrique pourrait améliorer la classification. C'est pour cela que pour classer notre panel de villes, nous avons préféré travailler avec les images satellitaires Sentinel 2a qui présentent une résolution radiométrique plus fine que Landsat 8.

En outre, Sentinel2a a une fauchée⁴ plus grande que celle de Landsat 8 (290 km au lieu de 185 km), ce qui augmente la chance de couvrir avec une même scène toute la tache urbaine d'une ville. La différence de résolution spatiale entre ces deux satellites ne pose pas de problème étant donné que nous optons pour un ré-échantillonnage dans une grille commune de 100 m. Enfin, l'équipe WUDAPT a eu de bons résultats de classification avec Sentinel 2a, ainsi que le montre l'exemple de

³ B : Arid, W : winter dry, H : hot arid

⁴ La surface observée par les capteurs d'un satellite en orbite autour d'une planète

Beyrouth qui a été classifiée avec des images Landsat et des images Sentinel (Kaloustian et Bechtel, 2016).

Pallier l'absence de *Google Street View*

La méthode proposée par WUDAPT est une classification supervisée qui se base sur l'identification manuelle de zones d'apprentissage. Afin d'identifier ces zones, le protocole WUDAPT utilise la vue 3D de la ville fournie par *Google Street View*, notamment pour identifier les hauteurs de bâtiments. Or, pour le panel qui nous intéresse, seule Dubaï dispose de cet outil sur la totalité de son territoire ; et récemment Tunis et Sfax mais de manière partielle. Pour cartographier les autres villes, nous proposons de mettre en place une démarche participative palliant l'absence de cet outil. La stratégie choisie a recours à la cartographie volontaire basée sur le *crowdsourcing* comme mode de production des données. L'objectif est de collecter, à travers un questionnaire diffusé sur les réseaux sociaux, une description des hauteurs de bâtiments pour dessiner les zones d'apprentissage avec plus de précision et garantir ainsi une meilleure qualité de classification.

Pour tester et valider la méthode de *crowdsourcing*, nous avons choisi de la déployer en premier sur Tunis. En effet, le fait que cette ville dispose depuis peu de l'outil *Google Street View* (mars 2017) nous permettra de tester le questionnaire et ensuite d'évaluer la pertinence et l'efficacité de la démarche en comparant les résultats obtenus grâce à l'enquête avec ceux issus de l'utilisation de *Google Street View*.

Dans le cadre du projet WUDAPT, un autre outil a été développé dans Geopedia (See *et al.*, 2015) pour la collecte de données de niveau 1. Ce niveau nécessite un échantillonnage des LCZ pour affiner les plages de paramètres qui les caractérisent. Cela est possible à travers la collecte de photos géo-référencées.

L'outil en question prend la forme d'une application (fig. 3) qui comprend : la localisation, l'usage du bâtiment, l'âge du bâtiment, l'existence d'un système de climatisation, la nature des matériaux de construction, les fenêtres, la peinture des murs, la toiture, le nombre d'étages et une photo du bâtiment.

Pour construire notre questionnaire (fig. 4), nous nous sommes inspirés de cette application afin d'articuler notre travail à la dynamique du projet WUDAPT. Cependant, nous nous sommes efforcés d'adapter le contenu du questionnaire à l'objectif de notre étude et à notre population cible. En effet, l'application WUDAPT est à destination d'experts (communautés d'architectes, étudiants en urbanisme ou en architecture, etc.), alors que notre questionnaire vise un public plus large. Pour cela, nous avons modifié l'ordre des questions : la localisation en premier, suivie de la question concernant le nombre d'étage. Nous avons supprimé la question relative à la toiture étant donné qu'à Tunis, la majorité des toitures sont des toitures terrasses. Nous avons également supprimé la question relative à l'âge du bâtiment car elle nous a semblé compliquée à renseigner par des contributeurs non spécialistes. A propos de la couleur des murs, il nous a semblé plus pertinent de demander aux contributeurs si les murs sont clairs ou foncés, plutôt que peints ou non peints. Enfin nous avons rajouté au début du questionnaire un court paragraphe explicitant l'objectif de celui-ci et le contexte de l'étude, l'idée étant de susciter l'intérêt des contributeurs et de les sensibiliser aux enjeux climatiques.

WUDAPT Collect > Level 1 Data...

Location

What is the building use?

What is the age of the building?

What type of HVAC is present?

Describe the building materials

Describe the windows

Are the walls painted?

What is the roofing material?

How many floors does the building have?

Take a photograph of the building

Monter Aller au début Aller à la fin

Figure 3 : Le questionnaire WUDAPT (WUDAPT)

Participez à la description de votre ville pour le climat

Obligatoire

Pour nous aider à proposer aux acteurs locaux de votre ville des pistes d'amélioration de votre confort thermique estival, veuillez répondre à ce questionnaire.

Adresse du bâtiment que vous voulez décrire *
Numéro de bâtiment, Rue, Ville

Indiquez le nombre d'étages du bâtiment *

Quel est l'usage du bâtiment?

Existe-il un système de climatisation?

Quels sont les matériaux de construction?

Description des fenêtres

Les murs sont ils de couleur claire ou foncée?

Pourriez vous ajouter une photo du bâtiment?

Figure 4 : Notre questionnaire

Pour diffuser ce questionnaire créé sur *Google Forms*, nous avons choisi le réseau social *Facebook*. Notre choix se base sur le fait que les réseaux sociaux sont des médias très répandus en Tunisie. Depuis 2008, l'usage de *Facebook* s'est fortement développé dans la société tunisienne, l'objectif étant alors de contourner la censure qui dominait les médias traditionnels avant la révolution tunisienne de 2011 (Lecomte, 2011). Selon le rapport de Medianet labs (Medianet, 2016), *Facebook* reste le média socio-numérique le plus utilisé en Tunisie avec 6100 000 utilisateurs en 2016, soit 55 % de la population. Nous sommes partis de l'hypothèse selon laquelle l'intérêt manifesté pour la vie politique à travers les réseaux sociaux - et notamment *Facebook* - pourrait s'étendre aux questions environnementales.

Nous avons lancé l'enquête en décembre 2017. Pour le moment, nous avons une centaine de réponses, mais nous comptons continuer la collecte jusqu'en juin 2018. Les réponses obtenues jusqu'à présent nous ont permis d'effectuer un zoom sur un quartier du centre-ville de Tunis (fig. 5). Ce quartier est classé en LCZ *compact midrise* (zone caractérisée par des bâtiments ayant entre 4 et 9 étages). Par ailleurs,

les 10 réponses collectées sur ce quartier indiquent que les bâtiments identifiés ont de 4 à 9 étages. Ce résultat montre qu'il est a priori possible de se référer à cette méthode de collecte de données pour pallier l'absence ou l'incomplétude de *Google Street View*. Cette méthode pourrait être utile pour plusieurs villes du Sud ne disposant pas de cet outil comme les villes de la zone MENA.



Figure 5 : Validation des résultats de notre questionnaire

Conclusion et perspectives

L'adaptation au changement climatique est un nouvel enjeu pour toutes les villes du monde. Celles-ci vont devoir mettre en place des processus d'adaptation à ses effets, notamment dans le champ de l'urbanisme qui nous intéresse en premier lieu. Cet article explore la possibilité d'adapter aux contextes particuliers des villes du Sud certaines solutions et outils conçus et mis en œuvre dans les villes du Nord. Dans ce cadre, l'analyse de la circulation de la carte climatique de l'environnement urbain a montré sa grande adaptabilité à différents contextes urbains, essentiellement au Nord. S'agissant des villes du Sud, l'absence ou du moins l'incomplétude des données urbaines oblige à penser l'ajustement des modalités de production de cet outil. Cette adaptation nécessite un travail à multiples niveaux. En l'absence des données nécessaires à la construction de la carte d'analyse du climat urbain (*UC-AnMap*), la carte LCZ peut constituer une alternative intéressante. Cependant, dans ce contexte, l'élaboration même de la carte LCZ exige une adaptation compte tenu de la nécessité de disposer de la vue 3D de la ville fournie par *Google Street View*. Dans la mesure où la majorité des villes de la zone MENA ne disposent pas de cet outil, nous avons proposé de mettre en place une démarche participative pour pallier cette absence. Cette démarche consiste à recourir à la cartographie volontaire basée sur le *crowdsourcing* pour produire les données manquantes. Une expérimentation de cette démarche est en cours dans le Grand Tunis, utilisant à cette fin le réseau social

Facebook. En dépit de la complexité de sa construction dans certains contextes, la carte climatique a fait preuve, à travers ses différentes versions localisées, de sa capacité à rendre intelligible les enjeux environnementaux du territoire urbain. À ce titre, nous avons qualifié cet outil de *best tool* par analogie à *best practice*. En effet, nous estimons que -sous réserve d'être approprié par les acteurs de locaux concernés et ajusté au territoire pour lequel il est développé, le recours à cet outil est susceptible de faire émerger des pratiques urbanistiques vertueuses prenant en compte l'enjeu climatique dans la planification et l'aménagement urbains. Dans la suite de la thèse, nous travaillerons à la mise en place d'une collaboration avec l'Agence d'Urbanisme de Grand Tunis (AUGT) en sa qualité de principal acteur de la planification urbaine de cette région. L'objectif est de réfléchir entre scientifiques et praticiens à la manière de faire émerger les questions environnementales et plus particulièrement climatiques sur la scène urbanistique tunisoise. Dans ce cadre, la carte climatique pourrait jouer, dans un premier temps, le rôle d'un élément de communication et de sensibilisation auprès des acteurs de l'urbain à la problématique climatique et à sa relation avec la planification et l'aménagement urbain.

Remerciements

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'IDEX APR-2016 de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées

Bibliographie

- Arab N., 2007, « À quoi sert l'expérience des autres: « Bonnes pratiques et innovation dans l'aménagement urbain », *Espaces et sociétés*, n° 131, p. 33-47.
- Baumüller J., Hoffmann U., Nagel T., Reuter U., 1992, « Klimauntersuchung des Nachbarschaftsverbandes », Stuttgart, Stuttgart Klimaatlas.
- Bechtel B., Alexander P., Böhner J., Ching J., Conrad O., Feddema J., Mills G., See L., Stewart I., 2015, « Mapping local climate zones for a worldwide database of the form and function of cities », *ISPRS International Journal of Geo-Information*, p. 199-219.
- Bourdin A.I., IDT J., 2016, « L'urbanisme des modèles: Références, benchmarking et bonnes pratiques », Paris, l'Aube.
- Hebbert M., Mackillop F., 2013, « Urban Climatology Applied to Urban Planning : A Postwar Knowledge Circulation Failure », *International Journal of Urban and Regional Research*, n°37, p.1542–1558.
- Hidalgo J., Touati N., 2015, Les types de temps dans la région toulousaine et leur influence sur l'îlot de Chaleur Urbain. Document technique tâche 5.1, projet MapUCE
- Hidalgo, J., Touati N., Schoetter R., 2018, Modélisation climatique du stress thermique à Balma et ses environs, Fiche technique projet MApUCE
- Hidalgo, J., Touati N., Schoetter R., 2018, Modélisation climatique du stress thermique à l'échelle de Toulouse Méteopole, Fiche technique projet MApUCE
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, *Climate Change 2014–Impacts, Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects*, Cambridge, University Press.
- Kaloustian N., Bechtel B., 2016, « Local Climatic Zoning and Urban Heat Island in Beirut », the 4th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island, Singapore.
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F., 2006, « World map of the Köppen-Geiger climate classification updated », *Meteorologische Zeitschrift*, n° 15, p. 259-263.
- Lecomte R., 2011. « Révolution tunisienne et Internet : le rôle des médias sociaux », *L'Année du Maghreb*, n° VII, p. 389-418
- Lau K., Hidalgo J., Ren C., Schoetter R., Kwok Y., Masson V., Zhang X., Li X., 2018, *Urban climatic analysis for heat stress mitigation in French cities : A case study for Toulouse*, ICUC10, New York
- Moussi M., 2010, « Trajectoires et transactions de modèles urbains. Échafaudages théoriques et accommodements locaux », *Les Cahiers d'EMAM*, n° 20, p. 9-22.
- Medianet, 2016, *Chiffres clés sur les réseaux sociaux en Afrique : Facebook, LinkedIn, Instagram*, Tunis, Blog medianet
- Mills G., Cleugh H., Emmanuel R., Endlicher W., Erell E., McGranahan G., Ng E., Nickson A., Rosenthal J., Steemer K., 2010, « Climate information for improved planning and management of mega cities (needs perspective) », *Procedia Environmental Sciences*, n°1, p.228-246
- Ng E., Ren C., 2015, *The Urban Climatic Map : A Methodology for Sustainable Urban Planning*, Routledge.

Oke, T R., 1982, « The energetic basis of the urban heat island », Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, volume 8, n°455, p.1-24.

Peyroux E., SanjuanT., 2016, « Stratégies de villes et « modèles » urbains : approche économique et géopolitique des relations entre villes », EchoGéo

Ren C., Ng E., Katzschner L., 2011, « Urban climatic map studies : a review », International Journal of Climatology, n°15, p.2213-2233.

Ren C., Spit T., Lenzholzer S., Lam Steve Yim H., Heusinkveld B., Van Hove B., Chen L., Kupski S., Burghardt R., Katzschner L., 2012 , « Urban climate map system for Dutch spatial planning », International journal of applied earth observation and geoinformation, n°18, p. 207-221

See L., Ching J., Masson V., Feddema J., Mills G., Neophytou M., Foley M., O'Connor M., Milčinski G., Repse M., 2015, Generating WUDAPT's specific scale-dependent urban modeling and activity parameters: Collection of level 1 and level 2 data .

Stewart, D.,Oke T., 2012, « Local climate zones for urban temperature studies », Bulletin of the American Meteorological Society, n°12, p.1879-1900.

Stock P., Beckröge W., 1985, Klimaanalyse Stadt Essen, Kommunalverb. Ruhrgebiet, Abt, Öffentlichkeitsarbeit.

Tanaka T., Ogasawara T., Koshi H., Yoshida S., Sadohara S., Moriyama M., 2009, Urban environmental climate maps for supporting urban-planning related work of local governments in Japan: case studies of Yokohama and Sakai

Touati N., 2017, Application opérationnelle de cartes de végétation en planification urbaine, Toulouse

Verdeil E., 2005 « Expertises nomades au Sud. Eclairages sur la circulation des modèles urbains », Géocarrefour, n°3, p. 165-169.



