

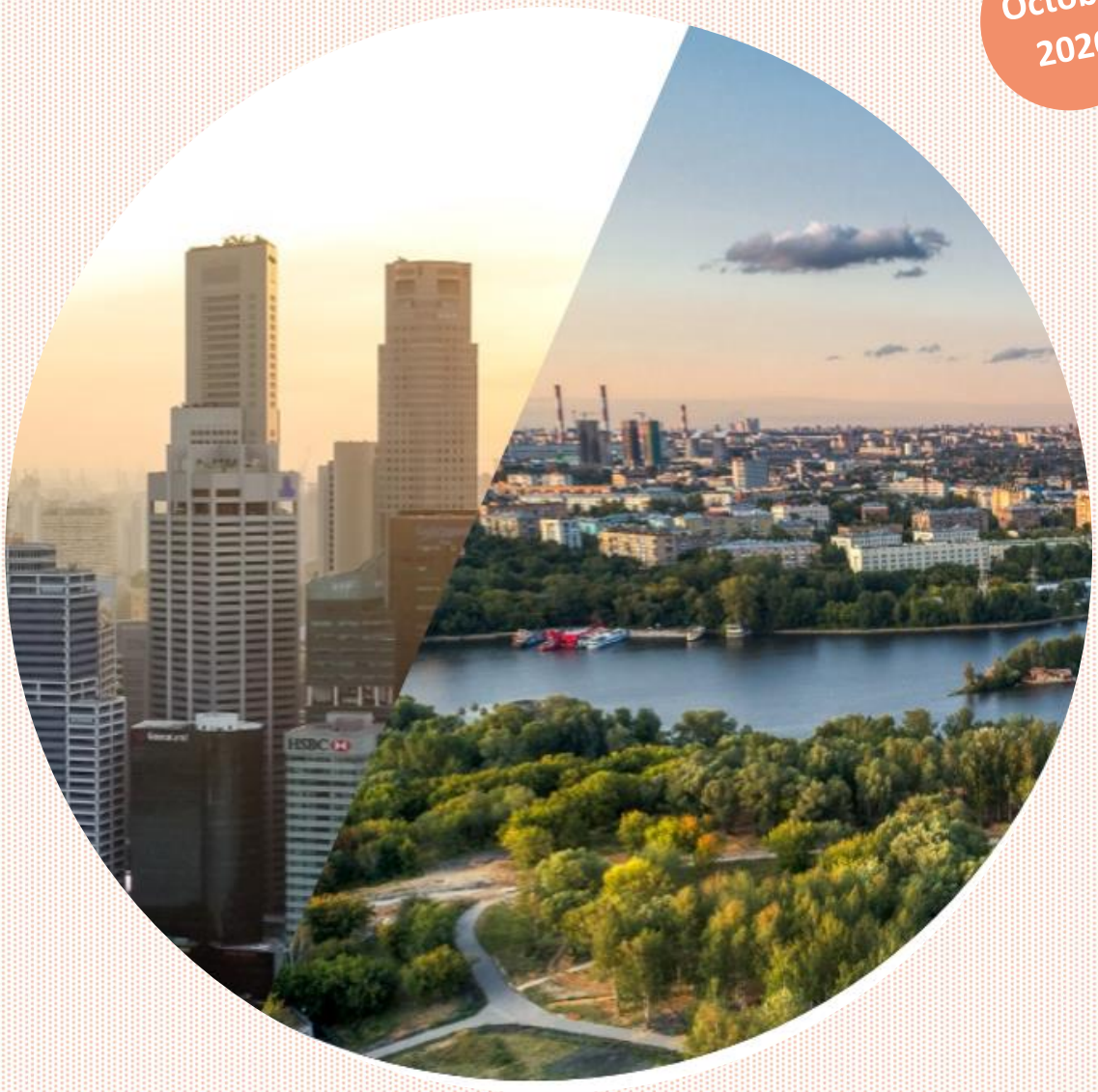


RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Octobre
2020



CLÉS POUR AGIR

Kit des données clés de l'adaptation

Diagnostiquer l'adaptation au changement climatique dans les documents d'urbanisme



REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des personnes ayant participé à l'élaboration de ce guide, en particulier le service Planification Urbaine et la direction Environnement-Énergie de Toulouse Métropole, les personnes ayant accepté de répondre à nos entretiens et le comité de relecture de l'ADEME.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Ophélie Touchard (LISST, CNRS)

Rédacteurs : Ophélie Touchard (LISST, CNRS), Sinda Houaes-Jouve (LISST, Université Toulouse Jean Jaurès), Julia Hidalgo (LISST, CNRS) et Geneviève Bretagne (agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire métropolitaine, AUAT)

Crédits photo : Nordroden/Shutterstock.com, Carlos Huang/Shutterstock.com

Création graphique : Ophélie Touchard (LISST, CNRS)

Coordination technique - ADEME : Solène Marry

Direction : Adaptation, Aménagement et Trajectoires bas carbone (DAAT) /Pôle : Aménagement des Villes et des Territoires (PAVT)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
POURQUOI LE KIT DES DONNEES CLES DE L'ADAPTATION ?	5
Dégager une vision locale de l'adaptation	5
Les questions repères du Kit : grille de lecture du guide	6
PORTRAIT ET PERSPECTIVES CLIMATIQUES LOCALES	7
Quelles données ?	8
Contexte climatique local	8
Évolution passée	10
Évolution future	11
Aléas climatiques	11
Dans quel but ?	14
Dégager une vision dynamique du climat local	14
Partager et débattre collectivement des effets du changement climatique	14
Comment mobiliser les données ?	16
Sources	16
Outils et méthodes employés	17
IMPACTS POTENTIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE TERRITOIRE	22
Quelles données ?	24
Exposition aux aléas	24
Sensibilité aux aléas	25
Capacité d'adaptation	26
Dans quel but ?	27
Identifier les vulnérabilités majeures du territoire	27
Articuler sol et climat	28
Comment mobiliser les données ?	29
Sources	29
Outils et méthodes employés	29
COHÉRENCE DU DIAGNOSTIC TERRITORIAL ET ADAPTATION	35
Cohérence externe : articulation des plans et programmes	36
Cohérence interne : état initial de l'environnement et diagnostic socio-économique	39
État des lieux et pratiques	39
Deux propositions fictives d'articulation entre diagnostic et EIE	42
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
SIGLES ET ACRONYMES	50

Avant-propos

Accompagner la prise en compte de l'adaptation des territoires au changement climatique dans les diagnostics des documents d'urbanisme est un enjeu d'actualité. Bien que légalement consacré¹, l'adaptation revêt en effet un caractère encore peu visible dans les documents d'urbanisme, et ce pour plusieurs raisons : transversalité et complexité du sujet, montée récente de l'ingénierie climatique chez les praticiens de l'urbain, besoin de méthodes et d'approches urbaines du climat qui s'intègrent dans les modes de faire de la planification, difficulté de transposition des démarches de PCAET (Plans Climat Air Énergie Territoriaux) dans les documents d'urbanisme...

Le défi est cependant de taille, car les documents d'urbanisme constituent une échelle d'action temporelle pertinente pour limiter et prévenir les impacts climatiques propres aux territoires. En retour, approcher l'aménagement des territoires par le prisme de l'adaptation représente une véritable opportunité pour les exercices de planification locale. La planification de l'adaptation peut d'abord offrir une vision renouvelée du territoire, une manière de penser l'équilibre des systèmes environnementaux et socioéconomiques. Elle peut ensuite « bonifier » l'exercice de planification lui-même, en renforçant et en ré-enchantant le rôle du diagnostic territorial pour en faire un préalable incontournable du projet d'aménagement et de développement durable (PADD) des documents d'urbanisme.

Ce Kit a ainsi pour but d'aider à repérer quelles sont les données majeures à retenir pour intégrer l'enjeu d'adaptation climatique dans le cadre d'un exercice de planification. Il vise à accompagner la structuration d'un diagnostic sur l'adaptation des territoires au changement climatique dans un document d'urbanisme. Il a été pensé comme un support à la fois technique, en dotant les acteurs de la planification d'une vraie culture opérationnelle de l'adaptation, au-delà des chargés PCAET, et pédagogique, en favorisant la compréhension et l'appropriation d'un sujet à la croisée entre plusieurs enjeux et secteurs de l'urbain.

À un moment où les demandes institutionnelles et les avancées techniques s'accroissent, *le Kit des données clés de l'adaptation* vient en complémentarité des guides d'appui à l'élaboration de diagnostics de vulnérabilité ou de démarches territoriales, en proposant à la fois un enrichissement des connaissances climatiques et un éclairage contextualisé des approches urbaines du climat. S'appuyant sur une coopération entre chercheurs et praticiens de Toulouse Métropole et de l'agence d'urbanisme de Toulouse aire métropolitaine (AUAT)², les méthodes et approches proposées reposent sur des outils de collecte et d'interprétation des données climatiques, ainsi que des méthodes de cohérence et de formalisation du diagnostic territorial dans les documents d'urbanisme.

Précautions de lecture

Au-delà des méthodes et approches proposées, de nombreux exemples pratiques viennent illustrer le propos. Une partie importante de ces exemples est basée sur le territoire de Toulouse Métropole, qui a servi de terrain d'expérimentation du Kit des données clés de l'adaptation dans le cadre du projet PÆNDORA. Cette expérimentation a pris la forme d'un exercice fictif de diagnostic dit « augmenté ». Plusieurs citations d'acteurs, issus d'entretiens réalisés durant le projet de recherche, parcourent également le document.

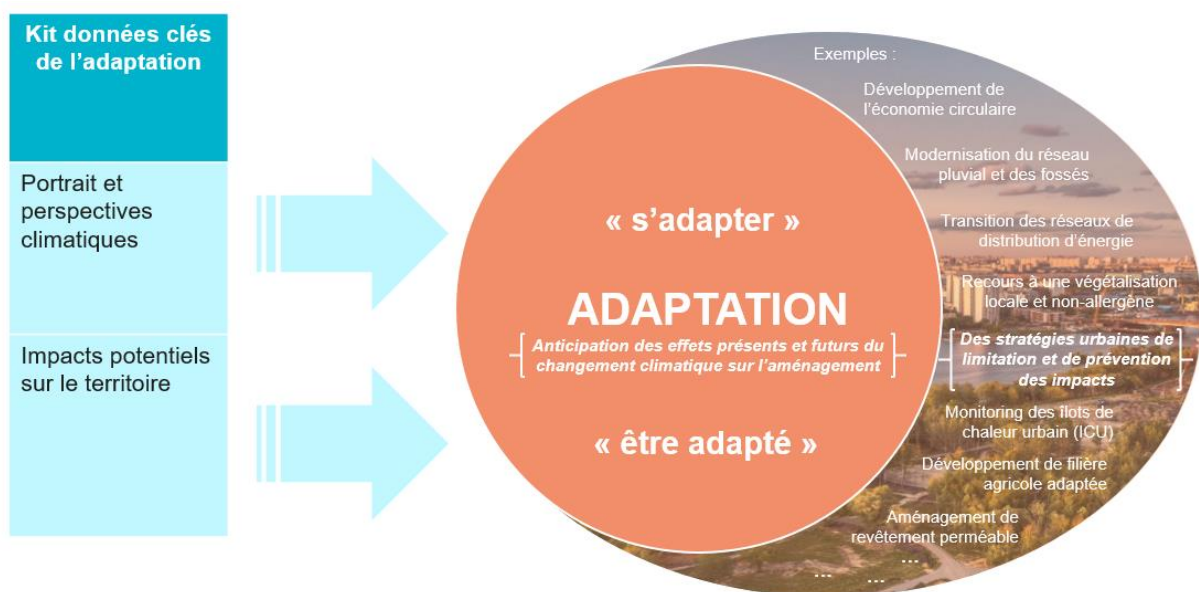
¹ Article L. 101-2 7° du code de l'urbanisme.

² Les programmes MApUCE (Modélisation Appliquée au droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie) lancé en 2014 et PÆNDORA (Planification, Adaptation, Énergie : Données Territoriales et Accompagnement) engagé depuis 2017. Outre le LISST, auteur du présent guide, ces projets ont mobilisé de nombreux laboratoires de recherche, dont Météo France qui joue le rôle de pilote, la Fédération nationale des agences d'urbanisme (FNAU) et Toulouse Métropole.

Pourquoi le kit des données clés de l'adaptation ?

Dégager une vision locale de l'adaptation

Le *Kit des données clés de l'adaptation* a pour but d'aider à repérer quelles sont les données majeures à retenir pour intégrer l'enjeu d'adaptation climatique dans le cadre d'un exercice de planification. Il **accompagne la collecte et l'interprétation des données climatiques ainsi que la structuration et la cohérence d'un diagnostic territorial « adapté »**. Il ne s'agit donc pas simplement d'un cahier des charges des types de données à prendre en compte, mais aussi d'une mise en récit des données climatiques, afin de traduire ce que signifie l'adaptation d'un territoire au changement climatique, dans un exercice de planification. Le *Kit des données clés de l'adaptation* est ainsi à la fois un **support technique** (sources, outils, méthodes) et **pédagogique** (sens, récit, image).



Le Kit des données clés de l'adaptation : une manière de qualifier les mesures d'adaptation dans les documents d'urbanisme

Le *Kit des données clés de l'adaptation* rassemble deux champs de données :

- **Les données qui brossent un portrait et les perspectives climatiques d'un territoire.** Le but est ici de dégager une vision du changement climatique à l'échelle locale afin d'anticiper ses effets sur le territoire (« s'adapter ») ;
- **Les données qui soulignent les impacts potentiels du changement climatique sur le territoire.** Il s'agit là de signifier si le territoire est suffisamment préparé à faire face au changement climatique (« être adapté »).

Ces deux champs renvoient ainsi aux deux dimensions de l'adaptation au changement climatique : « **s'adapter** » ou « **être adapté** » (Simonet, 2009). En paraphrasant la définition du GIEC de 2007, l'adaptation de l'aménagement des territoires au changement climatique désigne l'ajustement et la transformation des systèmes urbains aux aléas climatiques réels ou prévus (ou à leurs effets), afin d'en atténuer les inconvénients ou d'en exploiter les avantages. Cette définition rejoint les nouvelles approches et méthodes de planification en faveur d'un urbanisme plus intégré, évolutif et réversible.

La planification de l'adaptation incite en effet à penser la vulnérabilité des villes non pas comme un risque extérieur à elles, mais bien comme une propriété intrinsèque de l'urbain. La planification consiste alors moins à maîtriser ou prévoir les effets du changement climatique sur la ville, que de les anticiper activement en préparant la ville à « faire avec » et à innover en transformant nos modèles urbains. À rebours de la solution toute faite ou du « prêt à aménager », cette approche implique des mesures d'adaptation plurielles, interconnectées et territorialisées. Elle invite à revisiter notre vision de l'aménagement des territoires, en s'appuyant sur des principes de coexistence et de synergie des dynamiques urbaines et environnementales.

Dit autrement, l'intérêt de la planification de l'adaptation au changement climatique réside notamment dans sa capacité à lier préservation des ressources (eau, air, sol, biodiversité...) et développement socio-économique (diversité des fonctions, mixité sociale, qualité urbaine...).

Les questions repères du Kit : grille de lecture du guide

Les questions repères accompagnent l'identification et la qualité de traitement des données de l'adaptation. Elles visent une juste précision (ni trop, ni pas assez) et un regard critique (cohérence et marge de manœuvre) des données mobilisées, en faveur d'une vision compréhensible et proactive de l'adaptation.

Kit données clés de l'adaptation	Questions repères pour la planification			
	Quoi ?	Dans quel but ?	Comment ?	Pour quelle cohérence ?
Portrait et perspectives climatiques « s'adapter »	Contexte climatique local Évolution passée Évolution future Aléas climatiques	Dégager une vision dynamique du climat au niveau local Partager et débattre collectivement des effets du changement climatique	Sources Outils et méthodes employées	Cohérence externe du document (articulation des plans et programmes) Cohérence interne du document (état initial de l'environnement et diagnostic socio-économique)
Impacts potentiels sur le territoire « être adapté »	Exposition aux aléas Sensibilité aux aléas Capacité d'adaptation	Identifier les vulnérabilités majeures du territoire Articuler sol et climat		

Des données de l'adaptation au changement climatique ... au diagnostic intégré dans les documents d'urbanisme

La grille de lecture du Kit des données de l'adaptation

Quatre types de questions repères peuvent être posés :

- **Quoi ?** Le socle ou les essentiels des données de l'adaptation (connaissances techniques)
- **Dans quel but ?** Les objectifs en faveur d'une appropriation active de l'adaptation (acculturation et portage)
- **Comment ?** Les sources, outils et méthodes de déclinaison de l'adaptation sur un territoire (accès et usage des données)
- **Pour quelle cohérence ?** Un approfondissement du « comment » pour améliorer la cohérence externe et interne du diagnostic territorial dans le document d'urbanisme (procédures et modes de faire de la planification).

De cette manière, les questions repères permettent d'accompagner les acteurs de la planification depuis la collecte et l'interprétation des données de l'adaptation au changement climatique jusqu'à la réalisation d'un diagnostic territorial intégré.

Enfin, l'avantage des questions repères du Kit est de fournir un mode d'emploi simple et adaptable : elles peuvent guider une lecture soit complète du document, soit ciblée en fonction des besoins des praticiens de l'urbanisme.

S'ADAPTER

Portrait et perspectives climatiques

Caractériser le portrait et les perspectives climatiques d'un territoire renvoie à l'étape majeure de la collecte des données. Cette étape soulève souvent la question de l'incertitude des données climatiques, qui plus est dans un document très encadré tel que le document d'urbanisme. Pourtant, au-delà des avancées rapides de la connaissance climatique, l'avantage des sciences du climat réside notamment dans leur capacité à mesurer ces incertitudes.

Les services de climatologie de Météo France mettent notamment à disposition du public et des professionnels de nombreuses données en constante évolution. Selon les territoires, les partenariats entre chercheurs et praticiens permettent également de fournir des données fines et territorialisées.

Finalement, les décideurs locaux statuent à partir d'une information fournie à un moment t. Si les données du climat futur comportent encore des incertitudes, celles du climat passé permettent déjà d'agir sur le présent et d'esquisser le « sens de la tendance » : c'est cela s'adapter.



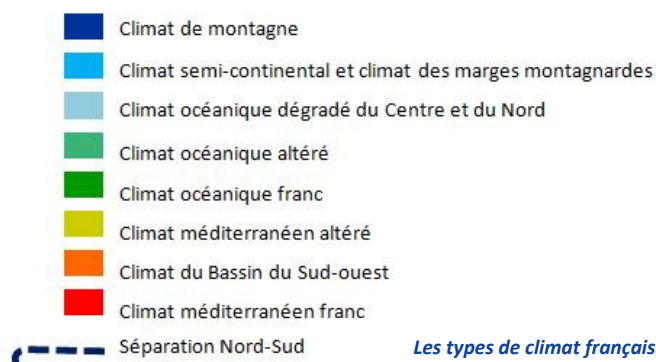
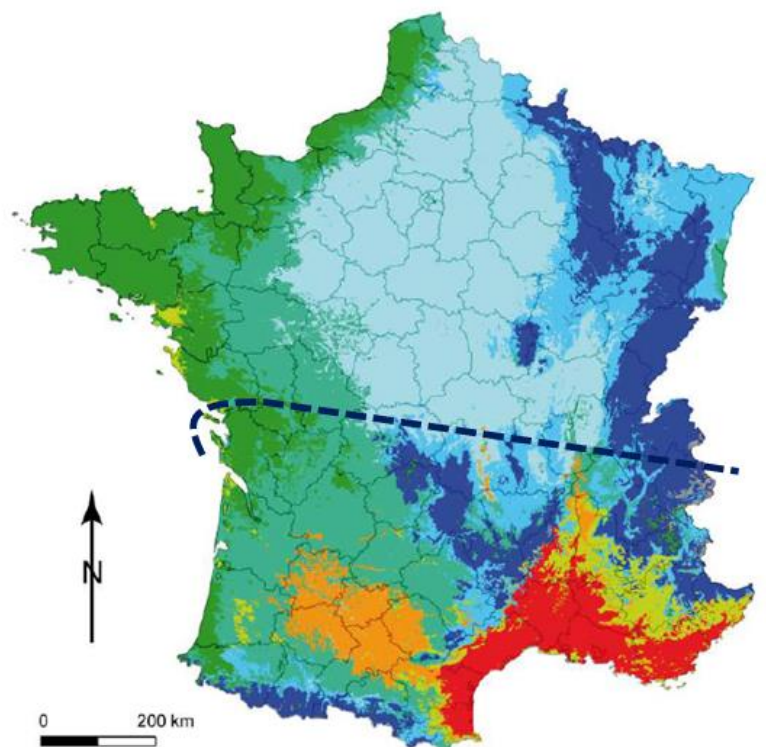
Quelles données ?

Contexte climatique local

Le climat est un élément important de la vie des territoires car il conditionne le comportement et les décisions des individus et des groupes sociaux (orientation des productions agricoles, développement du tourisme, choix résidentiel, marché de l'immobilier, etc.) comme celui de l'ensemble des espèces vivantes et des écosystèmes (Joly et al., 2010). Le recours à des données comme le type de climat ou les types de temps ou situations météorologiques propres à un territoire permettent ainsi de caractériser le contexte climatique local.

La typologie climatique du territoire français ci-contre est une proposition d'amélioration et d'affinement des cartes et atlas climatiques classiques, à partir d'une approche spatiale des climats (Joly et al., 2010, mis à jour en 2015). Elle distingue :

- 8 types de climats (montagne, semi-continentale et marges montagnardes, océanique franc, océanique altéré, océanique dégradé, Climat du Bassin du Sud-Ouest, méditerranéen franc, méditerranéen altéré) ;
- Une France du Nord d'une France du Sud à travers un axe incliné entre la Vendée et les Alpes de Haute Provence. Tracé de manière schématique, il joint la limite septentrionale du climat méditerranéen altéré et du climat Bassin du Sud-Ouest. Cette distinction a son importance, nous le verrons par la suite, dans la définition des aléas climatiques locaux.



Les types de climat français (Joly et al., 2010)

Il est également possible de caractériser le contexte climatique local à travers des types de temps. Il s'agit alors d'identifier les situations météorologiques les plus fréquentes sur le territoire. Du fait de leurs probabilités d'occurrence, elles permettront par la suite d'appuyer des priorités d'action en fonction des enjeux urbains qu'elles soulèvent (par exemple, l'amélioration du confort d'été).

Une analyse des types de temps météorologiques a par exemple été faite pour la région toulousaine³. Cette approche a par la suite permis de cartographier le phénomène de l'îlot de chaleur urbain (ICU)⁴ sur la métropole en fonction des situations météorologiques locales les plus pertinentes.

Synthèse - Profil climatique de la Métropole (Météo France 2017)

Les enjeux pour la Métropole sont de minimiser la contribution de l'urbanisation à l'îlot de chaleur urbain et ainsi réduire les vulnérabilités des populations (santé) et des activités (ressources, risques) pendant les vagues de chaleur. La préservation et la gestion optimisée de la ressource en eau est également un enjeu majeur de notre territoire.

- ↗ de 4 à 6°C en ville à l'horizon 2071-2100
- ↗ de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleurs
- ↗ de la période de sols sec
- précipitations concentrées sur de courtes périodes

À peu près une dizaine de situations météorologiques avec des températures, direction et intensité du vent et pluviométrie particulières, caractérisent le climat du territoire Toulousain.

Afin de traiter la problématique de stress thermique estival, l'analyse s'est focalisée sur les situations propices à des fortes températures journalières (A), soit au développement d'un îlot de chaleur nocturne conséquent (B), soit aux deux (C).

Jour typique d'été bien ensoleillé avec vent du Sud-Est (22% des jours d'été)

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

Jour typique d'été bien ensoleillé avec vent du Nord-Ouest (37% des jours)

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

Jour ensoleillé, très chaud en été, avec vent du Nord-Ouest (22% des jours)

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

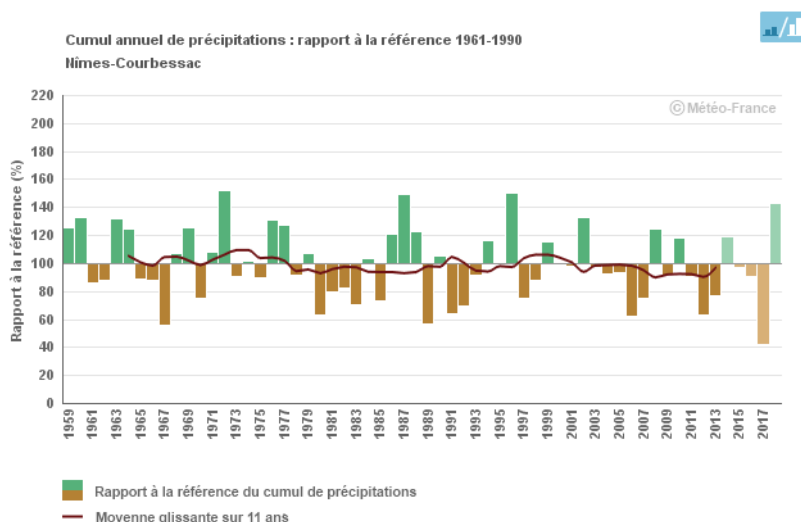
Situations météorologiques les plus significatives pour l'amélioration du confort d'été sur la métropole toulousaine – extrait du Guide pour la prise en compte du climat dans la construction de la métropole de demain de Toulouse Métropole (à paraître)

³ 14 situations météorologiques typiques ont été répertoriées sur 44 situations météorologiques : elles sont représentatives d'un peu plus de 70 % des jours.

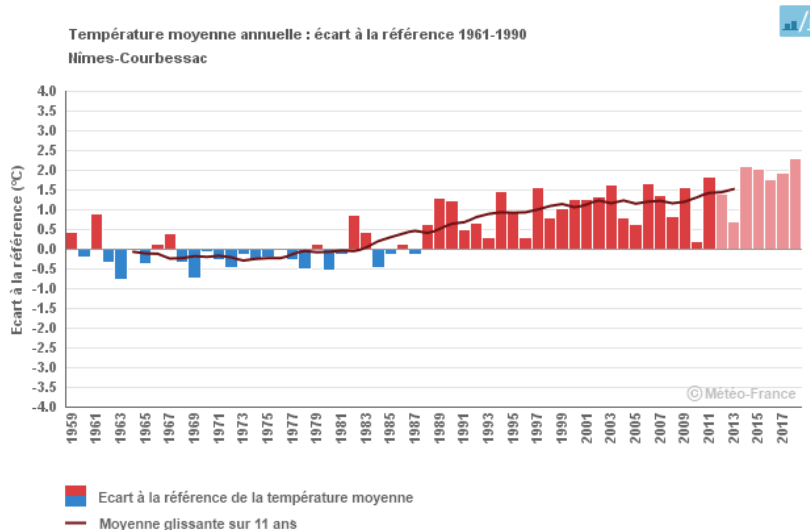
⁴ Dit autrement, le réchauffement que nous rencontrons en ville par rapport aux zones rurales environnantes, ou l'écart de températures observée entre ville et campagne.

Évolution passée

Une fois le contexte climatique local cerné, appréhender le phénomène du changement climatique sur le territoire passe par la caractérisation du climat passé. Météo France propose actuellement une analyse de l'évolution passée des températures, des précipitations et des phénomènes extrêmes à l'échelle de la France, des Régions et de certaines agglomérations selon les mesures disponibles. On retrouve ces informations sur le portail de données d'observation du climat de Météo France, [Climat HD](#).



Évolution des précipitations de la ville de Nîmes sur la période 1961-1990 – Météo France



Évolution des températures de la ville de Nîmes sur la période 1961-1990 – Météo France

« Les collectivités comme les professionnels de l'urbain s'attachent souvent au futur, alors que l'on peut déjà comprendre le passé et agir sur le présent, nous avons déjà « le sens de la tendance », c'est cela s'adapter. »

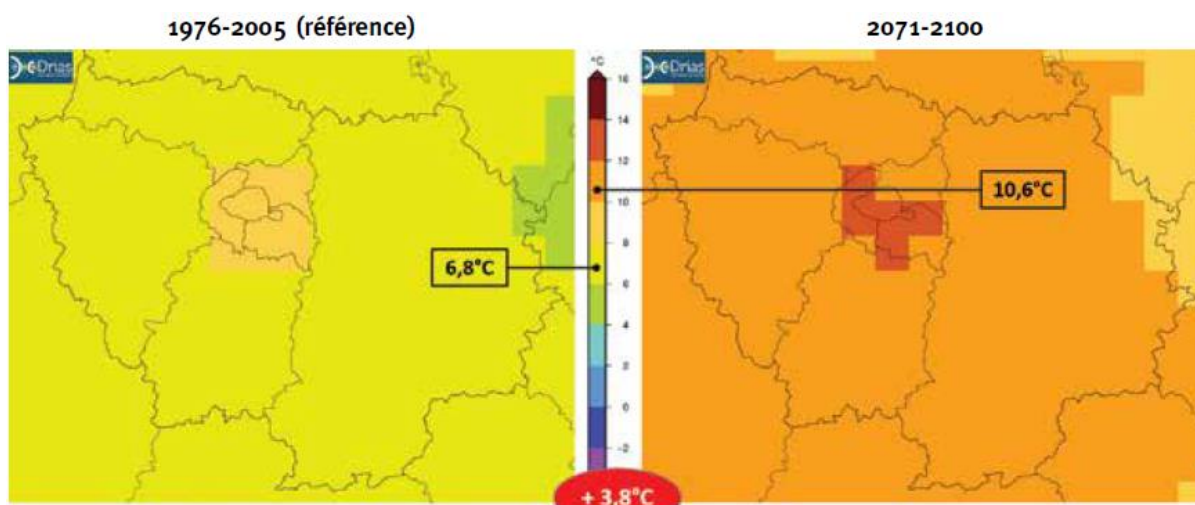
Témoignage d'acteurs

Évolution future

La prospective du climat est avant tout une présentation des tendances de l'évolution du climat depuis le début du XXI^e siècle. Météo France propose ainsi une caractérisation du climat futur (températures, précipitations, phénomènes extrêmes) à partir de simulations climatiques.

Ces simulations offrent une vision des perspectives climatiques à plusieurs horizons temporels (proche, moyen, lointain) et selon différents scénarios de lutte contre les émissions de CO₂ (pessimiste, intermédiaire, optimiste). On retrouve ces informations à la fois sur le portail de données d'observation du climat de Météo France Climat HD et sur le portail dédié des simulations climatiques de Météo France, [Drias les futurs du climat](#).

L'exemple ci-dessous présente une projection de l'évolution des températures moyennes quotidiennes du département de Seine et Marne, sans politique de réduction des émissions de GES (scénario pessimiste RCP8.5) à l'horizon 2071-2100.



Projection de la température moyenne quotidienne sans politique climatique en Seine et Marne – DRIAS Météo France

Aléas climatiques

Un aléa est un événement climatique relativement brutal qui menace une zone donnée. Il est important d'avoir un aperçu clair des aléas climatiques sur un territoire car ces derniers sont susceptibles de s'aggraver avec le changement climatique. C'est également à partir de la connaissance de ces aléas que peuvent émerger les enjeux d'aménagement en lien avec le climat.

Une première manière d'en rendre compte peut consister en une présentation des grands aléas climatiques en partant des caractéristiques géographiques d'un territoire. Alors que dans un PCAET, on aura tendance à mettre en avant un mode de classification par type d'aléa climatique, dans un document d'urbanisme : il est en effet intéressant d'approcher les aléas climatiques à travers le contexte géographique, qui ouvre en général un diagnostic territorial.

Pour ce faire, il est par exemple possible de mobiliser la carte du Réseau Action Climat France, qui met en évidence des familles d'aléas climatiques de la France métropolitaine, selon que l'on soit au nord ou au sud, sur le littoral ou en montagne, à la campagne ou en ville⁵. Les aléas climatiques sont alors mis en relation avec les enjeux d'aménagement en lien avec le climat.

⁵ Le principe de la descente d'échelle est également un bon moyen d'appréhender les singularités climatiques des territoires en matière d'aléas.

Prenons un exemple concret, à partir de la métropole toulousaine. Les aléas climatiques majeurs de la métropole renvoient au caractère d'un territoire à la fois :

- Urbain : vagues de chaleur, épisodes de stagnation de l'air, inondation par ruissellement
- Fluvial : risques de crue plus importante, augmentation de la température des cours d'eau
- Du sud de France : sécheresse intense

Le principe de la descente d'échelle, à travers une carte de la France métropolitaine, est également un bon moyen d'appréhender les singularités climatiques en matière d'aléas d'un territoire par rapport à d'autres.

Les grandes familles d'aléas climatiques selon les territoires – D'après Réseau Action Climat France (2015) et ONERC (2019)



Une fois, les grandes familles d'aléas retenues, il est possible de les préciser par types d'aléas (ou « sous-aléas »). L'ADEME propose par exemple une liste non exhaustive des aléas naturels climatiques ou géologiques et anthropiques dans son guide « Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique : éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale » (février 2012)⁶.

Liste d'aléas naturels climatiques ou hydrométéorologiques (non exhaustif)

- Augmentation des températures moyennes de l'air et/ou des températures maximales ;
- Augmentation de la température des cours d'eau et des lacs ;
- Avalanche ;
- Brouillard ;
- Changement dans le cycle de gelées (diminution du nombre, décalage dans le temps) ;
- Evolution du régime de précipitations ;
- Erosion et diminution de l'enneigement (quantité et durée) ;
- Feu de broussailles ;
- Grêle ;
- Incendie de forêt ;
- Inondation (crue d'un plan d'eau, grande marée, remontée de nappe phréatique, refoulement de réseaux d'eaux pluviales ou d'assainissement...) ;
- Onde de tempête / submersion marine temporaire ;
- Sécheresse ;

Liste d'aléas naturels géologiques

- Perturbation dans les conditions de vent ;
- Température extrême (vagues de froid ou de chaleur) ;
- Tempête (neige, verglas, pluie).

Liste d'aléas naturels géologiques

- Chute de météorite ;
- Mouvement de terrain : affaissement de sol, chute de blocs, érosion (littorale, fluviale), glissement de terrain, tassement par retrait... ;
- Orage magnétique ;
- Séisme / tremblement de terre ;
- Tsunami ;
- Tornade et vents violents ;

Liste d'aléas anthropiques liés à la dégradation de l'environnement

- Amincissement de la couche d'ozone ;
- Changements climatiques ;
- Contamination du sol ;
- Déforestation ;
- Désertification ;
- Fonte du pergélisol ;
- Hausse du niveau de la mer ;
- Perte de biodiversité ;
- Pollution.

Ne sont pas listés ici les aléas anthropiques accidentels ou intentionnels.

Liste des aléas naturels climatiques, géologiques et anthropiques - ADEME (Février 2012)

En reprenant l'exemple toulousain, nous pouvons ainsi préciser les aléas climatiques de ce territoire :

Aléas / Territoire	Urbain	Fluvial	Sud de la France
Aléas majeurs	Vague de chaleur, épisodes de stagnation de l'air, inondation par ruissellement	Risques de crue plus importante, augmentation de la température des cours d'eau	Sécheresse intense
Types d'aléas	Vague de chaleur (ICU, stress thermique) Épisodes de stagnation de l'air (pollution locale, pollens) Inondation par ruissellement (refoulement de réseaux d'eaux pluviales ou d'assainissement);	Risques de crue plus important (inondation fluviale) Augmentation de la température des cours d'eau (problème de refroidissement des industries et des zones de captage de l'eau potable, perturbation des milieux aquatiques)	Sécheresse agricole (déficit en eau des sols superficiels entre 1 et 2 m de profondeur) Sécheresse hydrogéologique (niveaux anormalement bas des lacs, rivières ou nappes souterraines, retrait-gonflement des sols)

Exemples des types d'aléas climatiques de la métropole toulousaine

⁶ Météo France s'est également penché sur une description de l'aléa sécheresse dans le cadre du projet de recherche ClimSec (2008-2012), par exemple la sécheresse météorologique (déficit prolongé de précipitations), agricole (déficit en eau des sols superficiels entre 1 et 2 m de profondeur), hydrologique (niveaux anormalement bas des lacs, rivières ou nappes souterraines).

Dans quel but ?

Dégager une vision dynamique du climat local

Collecter les données clés permettant de caractériser le portrait et les perspectives climatiques d'un territoire n'a pas qu'un but technique, répondant à une obligation juridique de prise en compte du climat dans les documents d'urbanisme. La sélection de ces données repose avant tout sur ce qu'elles pourront offrir comme support à la connaissance, puis au projet du territoire. C'est donc aussi un objectif pédagogique et proactif auquel répondent ces données.

À ce stade, il s'agit ici de dégager une vision dynamique du climat local, c'est-à-dire traduire le processus du changement climatique à l'échelle locale, afin de « s'adapter » sur un territoire donné. Les types de données retenues permettent ainsi de soulever trois enjeux d'adaptation au changement climatique des territoires :

- **Nous dépendons du climat et celui-ci est fragile**, ce que l'on peut voir en présentant le contexte climatique local et en mettant en perspective ces données à l'aune des évolutions prévisibles ;
- **Le changement climatique est déjà perceptible sur nos territoires**, et il se manifeste à travers une accentuation ou une aggravation des aléas climatiques locaux, d'où l'importance de les connaître ;
- **Les villes participent au changement climatique**, elles génèrent un climat différent de celui de la région environnante, que l'on nomme microclimat urbain. Ce microclimat peut augmenter la fréquence du brouillard, l'intensité des orages et leurs conséquences (par exemple, les inondations par ruissellement), la concentration d'air pollué et la durée pendant laquelle la chaleur reste dans la ville (autre exemple, l'îlot de chaleur urbain).



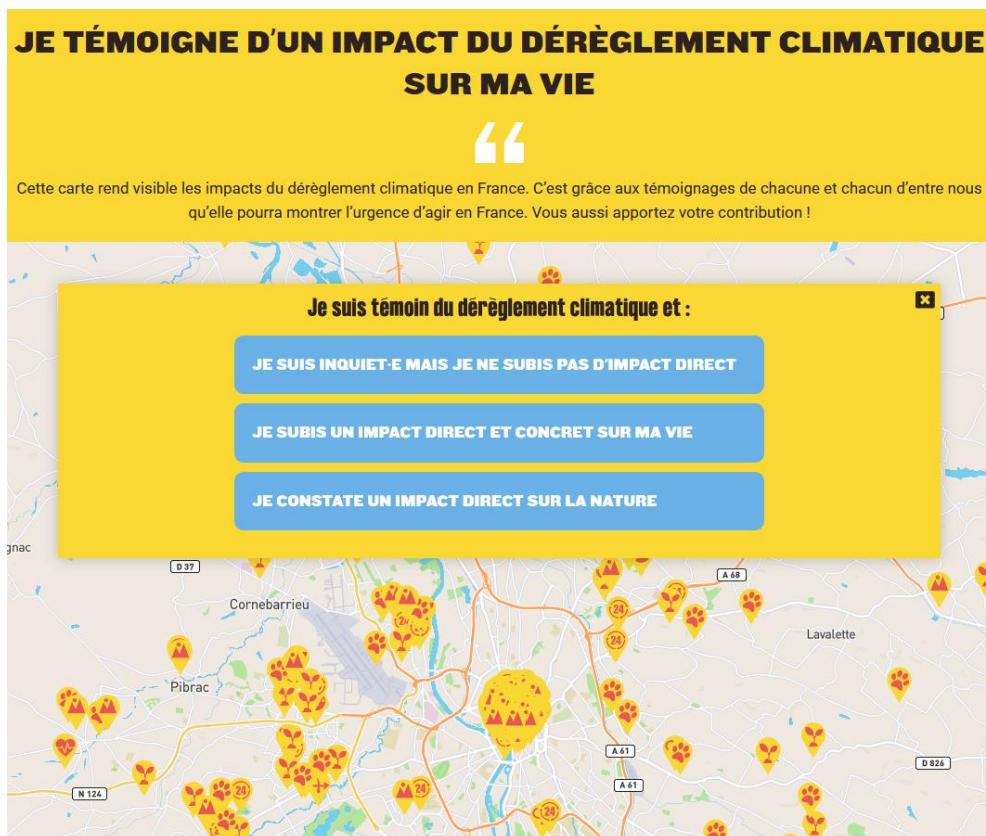
S'adapter à Toulouse : la Garonne en 2012 et la rue Matabiau en 2018 (crédit photo : AFP, Remy Gabalda et DDM, Manon Haussy)

Partager et débattre collectivement des effets du changement climatique

Au-delà des données chiffrées qui sont apportées, les données clés de l'adaptation constituent aussi un support d'échanges et de débats collectifs auprès des techniciens, des élus et des habitants. Le chiffre traduit toujours un discours. C'est pourquoi l'usage du récit, des photographies (ci-dessus) ou des témoignages (ci-contre) est essentiel dans le but d'une planification territorialisée, vécue et concertée. La structuration du diagnostic climatique, pour être efficace et gagner du temps, doit ainsi être pensée dans l'optique du document d'urbanisme mais aussi dans le cadre des animations avec les parties prenantes de la planification.

« La structuration du diagnostic climatique, pour être efficace et gagner du temps, doit être pensée dans l'optique du document d'urbanisme mais aussi dans le cadre des animations avec les techniciens, les élus et la société civile. »
Témoignage d'acteurs

Par exemple, l'usage de grands témoins ou de témoignages du grand public, telle que le propose la plateforme géo-localisée de contribution citoyenne « [Témoins du climat](#) », permet de partir des contributions des habitants pour préciser, rectifier ou nuancer la vision du changement climatique sur un territoire, à l'aide des données clés de l'adaptation. C'est une manière de traduire concrètement les effets du changement climatique et de faire passer des messages.



Exemple de témoignages des citoyens sur le changement climatique – Plateforme Témoins du Climat



Brochure pédagogique « Témoins des changements climatiques » – Réseau Action Climat France (2015)

Comment mobiliser les données ?

Sources

Les données qui brossent un portrait et les perspectives climatiques d'un territoire peuvent majoritairement être récupérées sur les deux portails Météo France sur le climat :

- [ClimatHD](#) est un portail de données d'observation du climat passé et futur. Il met à disposition des observations, des indicateurs et des analyses associées à l'échelle de la France, des Régions et de certaines agglomérations selon les mesures disponibles ;
- [Drias les futurs du climat](#) est un portail de simulations climatiques qui propose des projections fines à l'échelle de la France (allant de 8 à 50 km de résolution). Ce dernier offre un accès à une trentaine de paramètres et indicateurs climatiques, simulés par plusieurs modèles et pour différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre, dont les scénarios RCP utilisés dans le dernier exercice du GIEC ;
- À noter également que Météo France dédie un site entier aux [pluies extrêmes](#) en France métropolitaine et en outre-mer, où l'on peut récupérer des données statistiques et des cartes de pluviométrie à l'échelle régionale et départementale.

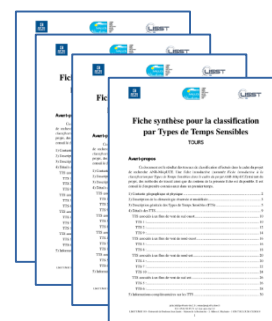


« Simple d'utilisation, les informations mises à disposition sur le Climat HD ont un poids car elles sont données par un organisme de référence, Météo France, ce qui permet de lever les blocages à la crédibilité des observations climatiques. »
Témoignage d'acteurs

Attention ! À la différence de ClimatHD, Drias ne distribue pas des résultats finis mais met à disposition des jeux de données, indices climatiques ou représentations graphiques (cartes, séries temporelles), qui peuvent être traités par les utilisateurs, via un espace cartographique en ligne à l'échelle de la France, ou bien par les systèmes d'informations des utilisateurs eux-mêmes à une échelle localisée. À noter qu'un nouveau jeu de données DRIAS actualisé, ainsi qu'un accès simplifié et plus rapide aux projections climatiques (en proposant des visualisations personnalisées) seront disponibles à partir de l'été 2020.

D'autres sources existent pour affiner la collecte des données climatiques. Le site du projet de recherche [MApUCE](#) met par exemple à disposition en accès libre des données urbaines et microclimatiques sur 50 agglomérations. Les données urbaines seront bientôt disponibles à l'échelle de la France métropolitaine. La typologie des 8 types de climat et des fiches de types de temps sensibles en France sont également disponibles via :

- L'article Joly et al., « Les types de climats en France, une construction spatiale », Cybergeo : European Journal of Geography [\[En ligne\]](#), 2010 (mis à jour en 2015) ;
- Les fiches de temps sensibles sont disponibles sur demande au laboratoire du LISST UMR 5193 : julia.hidalgo@univ-tlse2.fr



Enfin, le site des [données et études statistiques du CGDD](#) pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports ou bien le site du [Réseau Action Climat France](#) proposent de nombreuses publications utiles à la déclinaison des aléas climatiques (mode de calcul et de classification ou vulgarisation et acculturation).

Outils et méthodes employés

Les outils et méthodes mobilisables pour dresser un portrait et des perspectives climatiques sont aujourd'hui de plus en plus variés et nécessitent plus ou moins d'ingénierie technique. On distingue généralement les mesures de terrain de la modélisation. Il est également possible de recourir à des méthodes de diagnostic plus génériques comme la comparaison ou l'analyse documentaire.

L'ensemble de ces méthodes peut être mobilisé séparément mais aussi combiné selon les moyens dont dispose la maîtrise d'ouvrage. Leur combinaison est souvent un atout pour traduire les aléas climatiques d'un territoire lors d'un exercice de planification : les mesures permettent de calibrer ou d'ajuster les modèles à partir de réalités locales, les modèles viennent expliciter les mesures en soulevant les causes du changement climatique sur un territoire, les méthodes génériques constituent enfin des supports d'échanges complémentaires aux mesures et modèles, en mobilisant l'expérience vécue des territoires⁷.

Les mesures de terrain

Les mesures de terrain permettent de connaître le climat local à une période donnée. Elles peuvent être effectuées au moyen de campagnes de mesures d'air (capteurs ou stations météorologiques) ou des températures de surface (imagerie satellite ou aérienne).

- **Les mesures atmosphériques** comprennent le recueil et le suivi des données telles que les températures, l'humidité de l'air, le sens du vent, la pluviométrie⁸ ou la couverture nuageuse. Ces mesures permettent de quantifier un aléa climatique, par exemple le phénomène d'îlot de chaleur ou bien le ressenti thermique. Elle constitue une méthode couramment utilisée, généralement à partir du réseau de stations météorologiques de Météo France. Certaines agglomérations telles que Toulouse, Rennes, Dijon possèdent également leur propre réseau de stations météorologiques. Le choix d'implantation et le nombre capteurs mobilisés par les collectivités sur leur territoire peut toutefois être une limite.



Carte du réseau opérationnel de stations météorologiques sur l'ensemble du territoire - Météo France

⁷ Les exemples ci-dessous sont surtout focalisés sur le phénomène ICU, point de vigilance pour le confort d'été de plus en plus prégnant dans le champ de l'urbanisme, mais ces outils et méthodes peuvent également être mobilisés pour d'autres aléas climatiques (pollutions locales, pollens, ruissellement d'eaux pluviales...).

⁸ Il existe aussi un réseau de mesures des précipitations propres (environ 3840 postes pluviométriques pour le réseau en France métropolitaine en 2011) pour les pluies extrêmes mais il est aujourd'hui impossible d'établir un recensement exhaustif des précipitations intenses en raison de la taille parfois très réduite du noyau des précipitations les plus violentes (Météo France).

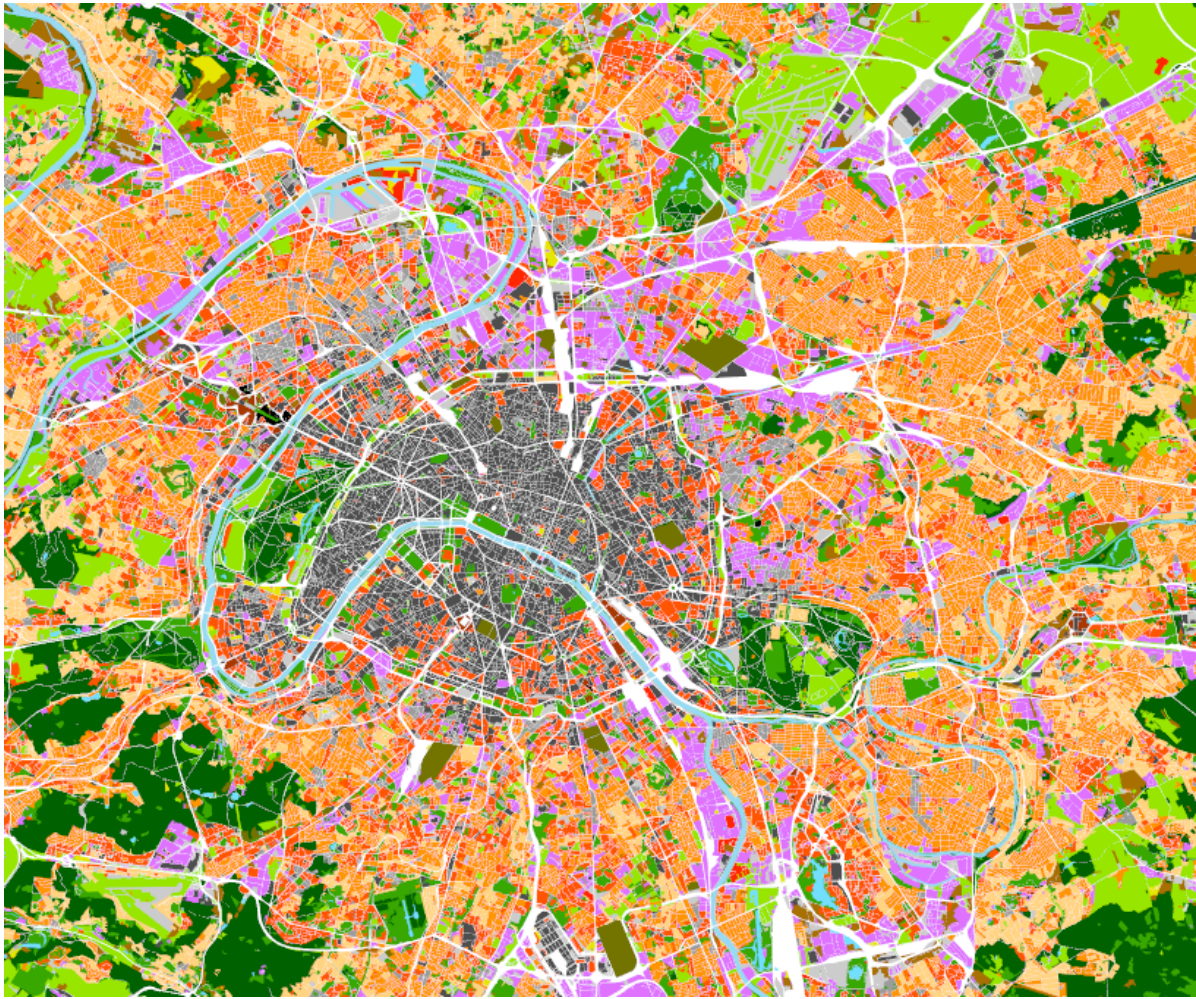
- **Les mesures des propriétés de surface** via des images satellites ou des photographies aériennes équipés de capteurs thermiques, permettent de produire des cartographies telles que les températures de surface, la brillance ou encore la couverture végétale d'un territoire. L'intérêt de la télédétection satellitaire ou aérienne réside dans la grande disponibilité des images (Landsat, Sentinel, SPOT...) et une large résolution (jusqu'à 50cm). Pour être valide, cette mesure doit cependant se faire par temps clair (sans nuages), nécessite plusieurs traitements géomatiques et géostatistiques et doit s'appuyer sur une validation des données extraites afin d'éviter toute erreur d'interprétation. Si on s'intéresse à la végétation, les données de printemps sont privilégiées car la végétation est plus développée. De même, la capacité de la télédétection à distinguer les surfaces, dépendra du niveau de résolution retenu, qui influe sur l'interprétation des résultats ainsi que la méthode choisie (orienté objet/classification pixellaire, etc.). Finalement, il faut retenir que les températures de surface ne traduisent pas la température de l'air, ni le ressenti thermique (indice global et multicritère) mais renvoient des informations sur l'émission thermique des matériaux, des toits et de la fraction visible de sol

La modélisation



















La modélisation revient à simuler, extrapoler ou projeter une combinaison de données à partir de modèle(s) théorique(s). Les modèles, qu'ils soient atmosphériques ou typo-morphologiques, ont ainsi l'avantage de pouvoir rendre compte de l'évolution passée et/ou future du climat sur un territoire. Émergentes dans les grandes agglomérations, ces méthodes mobilisent souvent des collaborations entre chercheurs et praticiens, permettant de mettre en corrélation des paramètres urbains (forme urbaine, occupation du sol, population...) avec les caractéristiques climatiques locales.

- **La modélisation par simulation atmosphérique** s'appuie sur des approches similaires à celles utilisées pour la prévision du temps. À l'échelle de la ville et avec une résolution horizontale d'une centaine de mètres, des modèles tels que Town Energy Balance (TEB) développé par Météo France, permettent d'établir des prospectives et de comparer des scénarios d'évolution du tissu urbain à partir de leur impact sur des paramètres du climat (vents, température, hygrométrie) mais ils supposent une expertise qualifiée. À une échelle spatiale plus large, le portail Drias met à disposition un jeu de simulations climatiques sur la France pouvant aller jusqu'à 8km de résolution. Ces simulations s'appuient sur des mesures atmosphériques et des scénarios d'évolution de la concentration de gaz à effet de serre pour établir les impacts potentiels futurs du changement climatique. Ce modèle peut être un premier support à la caractérisation du climat futur d'un territoire.
- **La modélisation par classification typo-morphologique** opère une interprétation des potentiels impacts de la surface urbaine - comme les densités, l'hétérogénéité, la rugosité ou la minéralité - sur son atmosphère proche. Il s'agit donc d'appréhender l'influence climatique des espaces urbains, en identifiant des zones climatiquement homogènes à l'échelle du « pâté de maison » ou de l'îlot. La méthode de classification la plus répandue est celle des Local Climate Zones (LCZ). Disponible en accès libre⁹, elle permet une visualisation cartographique rapide via des systèmes d'information géographique (SIG). Cette entrée par l'occupation des sols, familière aux acteurs de l'aménagement, est aujourd'hui appropriée par plusieurs agences d'urbanisme (carte interactive de l'IAU Paris-Région, nouveau référentiel géographique « Îlots Morphologiques Urbains (IMU) » de l'AUDIAR Rennes). L'influence du relief et des vents n'est en revanche pas prise en compte et l'interprétation globale de l'exposition à un aléa climatique est moins évidente.

⁹ World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT). La carte LCZ à l'échelle européenne est également disponible sur le site : <http://www.wudapt.org/european-lcz-map/>



Local Climate Zones (LCZ)

 A - Arbres denses	 2 - Ensemble d'immeubles compact
 B - Arbres épars	 3 - Ensemble de maisons compact
 C - Buissons, broussaille	 4 - Ensemble de tours espacées
 D - Pelouses, prairies, cultures	 5 - Ensemble d'immeubles espacés
 E - Roche nue, pavés, macadam	 6 - Ensemble de maisons espacées
 E.b - Cimetière arboré, minéral/végétal	 7 - Constructions légères
 F - Terrain nu ou sable	 8 - Grandes emprises tertiaires bâti bas
 G - Eau	 9 - Maisons éparses, constructions isolées
 1 - Ensemble de tours compact	 10 - Industrie lourde

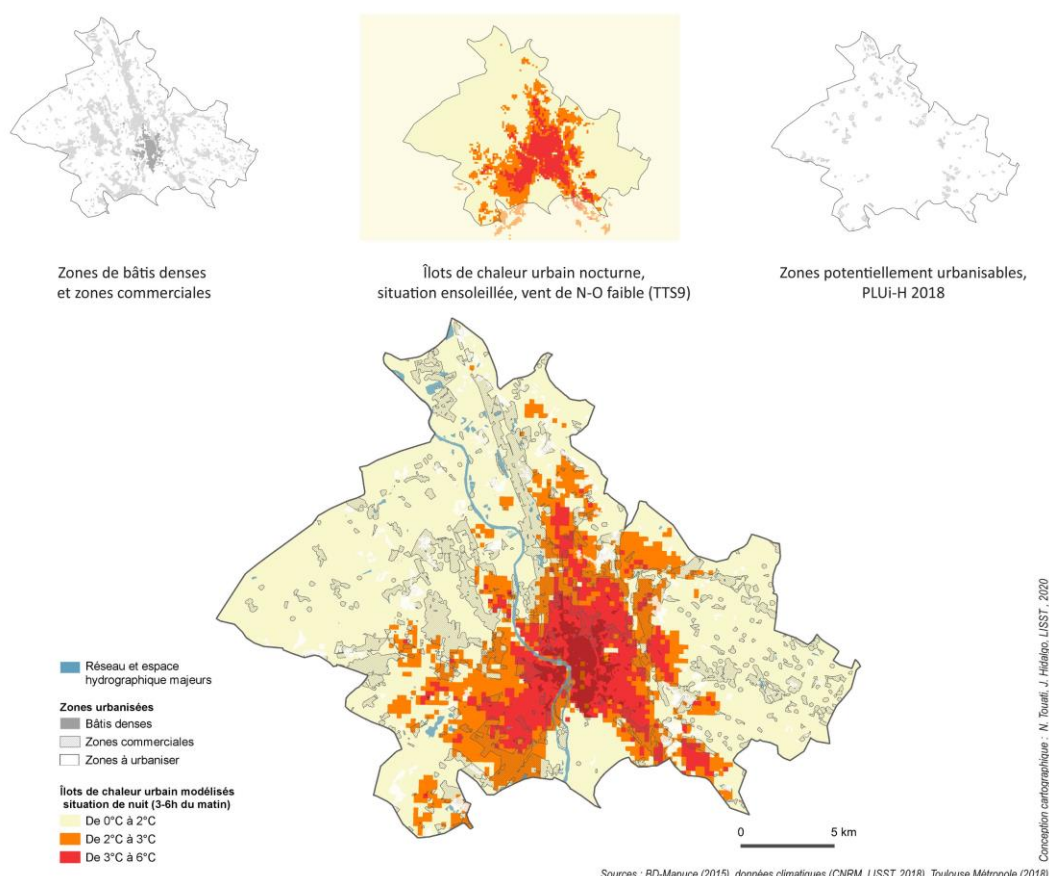
Carte interactive des zones climatiques locales (LCZ) sur Paris sur le site de l'IAU Paris-Région et légende des LCZ – IAU Paris-Région (2014)

Les projets MApUCE et PÆNDORA : un exemple de modélisation croisée à Toulouse

Les projets de recherche MApUCE (appel à projet ANR, 2014-2017) et PÆNDORA (appel à projet MODEVAL-URBA de l'ADEME 2017-2020), sont des exemples de collaboration transdisciplinaires entre chercheurs et praticiens, climatologues et urbanistes. Ils ont permis de construire une méthodologie générale de modélisation du climat urbain, directement exploitable par les praticiens de l'urbanisme, et particulièrement développée à Toulouse Métropole, dans le cadre de la planification urbaine intercommunale (PLUi).

Des modélisations croisées, s'appuyant à la fois sur des mesures climatiques et des données urbaines, ont été produites sur l'aléa des vagues de chaleur en ville, permettant de cartographier l'îlot de chaleur urbain (ICU), en fonction de la situation météorologique la plus favorable à la formation de ce phénomène. Ces modélisations ont permis la production de cartes climatiques.

La cartographie ci-dessous montre l'exposition du territoire toulousain à l'ICU, à partir des composantes bâti existant, îlot de chaleur urbain nocturne et zones potentiellement urbanisables. Cette information a permis à l'intercommunalité de prendre des orientations stratégiques dans son PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durable) pour améliorer le confort thermique des espaces publics et résidentiels : encourager la conception bioclimatique des bâtiments (orientation, volumétrie, forme compacte...), favoriser le développement de la végétation pour créer des îlots de fraîcheur et intervenir sur les matériaux utilisés pour modérer les phénomènes de surchauffe locale.



Carte ICU par rapport au bâti existant et futur à Toulouse Métropole (Hidalgo et al., article en cours d'écriture)

Autres méthodes

Il s'agit de méthodes de diagnostic plus génériques, qui peuvent être utilisées en l'absence d'une ingénierie territoriale mais aussi pour appuyer l'étape de partage du diagnostic auprès des techniciens et élus de la planification. Nous en présentons ici deux types, la comparaison ou l'analyse documentaire.

- **La méthode des analogues climatiques** est une autre méthode possible pour prendre en compte l'évolution future du climat sur un territoire. Elle consiste à rechercher un climat qui existe aujourd'hui dans un lieu donné pour illustrer le climat qu'il fera en moyenne entre 2050 et 2100 à un autre endroit (Villeneuve, 2019). Autrement dit, il s'agit de rechercher pour une localisation A une localisation B ayant un climat présent correspondant au climat futur de la localisation (Climat A futur = Climat B présent). Cette méthode peut aider à se projeter pour concevoir des mesures d'adaptation pertinentes. La métropole du Grand Lyon l'a par exemple utilisée dans son PCAET de 2019. Compte tenu des projections climatiques à 2050 (+1 à 2°C) et à 2100 (jusqu'à +5°C), le climat de la métropole Lyonnaise pourrait ainsi se rapprocher de celui de Madrid en 2050 et de celui d'Alger en 2100.



Changement et évolution du climat sur Lyon – PCAET du Grand Lyon (2019)

- **L'analyse documentaire** enfin, est une méthode qui consiste à recenser les événements climatiques subis par un territoire donné dans le passé et de relier ces événements aux impacts constatés sur le territoire (ADEME, 2012). Les archives, la presse ou les photographies constituent par ailleurs un bon support d'échanges et de débats collectifs (techniciens, élus, populations), tout comme la méthode des analogues climatiques.



Sécheresse de la Loire en Loire-Atlantique en 2017 – Archives Ouest-France (juillet 2017)

ÊTRE ADAPTÉ

Impacts potentiels du changement climatique sur le territoire

Une fois le portrait et les perspectives climatiques caractérisés, il est ensuite possible de rendre compte des impacts potentiels du changement climatique sur le territoire, tant sur le plan social, qu'environnemental et économique. Cette étape renvoie à l'interprétation des données climatiques, leur hiérarchisation et leur territorialisation, afin de faire émerger des enjeux d'adaptation au changement climatique pertinents pour le territoire.

En effet, de plus en plus de données d'observation du climat - températures, précipitations, phénomènes extrêmes - sont aujourd'hui disponibles, mais certaines auront plus d'importance du fait des spécificités socio-économiques et environnementales des territoires. La prise en compte de ces spécificités est au cœur des démarches de planification : elle permet une élaboration efficace et pertinente du diagnostic territorial et soutient l'arbitrage des enjeux d'aménagement locaux.

Cette posture intégrée de l'adaptation est donc essentielle pour la décision locale : il s'agit de rendre compte de la vulnérabilité des territoires, ses fragilités comme ses atouts, plutôt que d'avancer des données catastrophiques qui empêcheraient toute action : c'est cela être adapté.



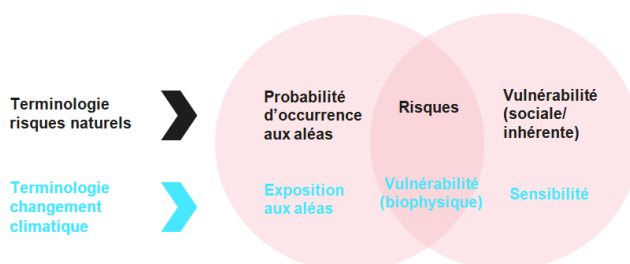
Vulnérabilité et adaptation au changement climatique : quelques éléments de définitions

Dans le vocabulaire de l'adaptation au changement climatique, on utilise la terminologie de vulnérabilité pour parler de la propension à faire face aux impacts ou aux risques climatiques. Il est judicieux de revenir en préalable sur les notions que couvre la vulnérabilité car cette dernière peut avoir des sens différents selon qu'elle est utilisée dans le cadre de l'étude des risques naturels ou du changement climatique.

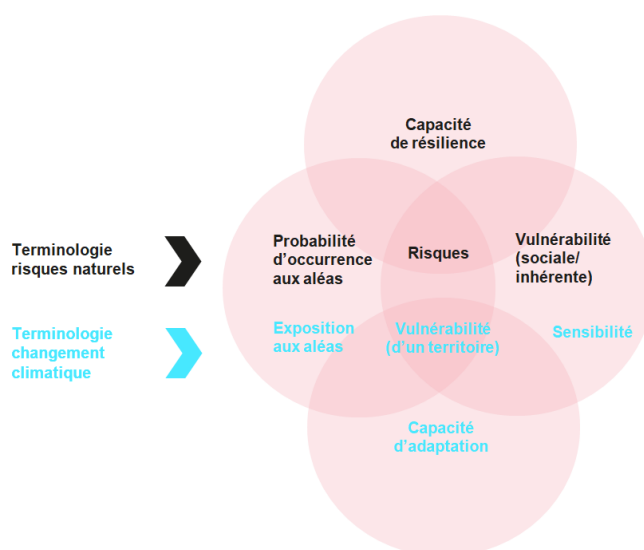
C'est ce qu'illustre le schéma suivant, réalisé par l'ADEME dans le cadre de son guide sur les « indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique » (2013). La vulnérabilité y est définie comme le degré auquel les éléments d'un système social, économique ou environnemental sont affectés par les effets défavorables des changements climatiques. La vulnérabilité biophysique comprend les dimensions d'exposition et de sensibilité aux aléas.

Appliqué aux territoires, la notion de vulnérabilité s'est enrichie d'une nouvelle dimension, celle de capacité d'adaptation des systèmes au changement climatique (GIEC, 2014). Pour reprendre la comparaison des terminologies, l'émergence de la notion de capacité d'adaptation dans la terminologie du changement climatique peut être rapprochée de celle de résilience dans la terminologie des risques naturels. Il s'agit bien d'aptitudes, de moyens ou de ressources d'un système pour faire face à une perturbation.

Plus que la rigueur sémantique, à l'heure où se multiplient des syncrétismes de ces notions, comme la résilience ou les risques climatiques, ce qu'il est surtout important de retenir est que la vulnérabilité se distingue du risque au sens où la notion décrit une situation potentielle d'aggravation d'un risque existant. Mais comme le risque, la vulnérabilité est le résultat d'une combinaison de plusieurs facteurs – exposition, sensibilité, capacité – qu'il est essentiel de bien appréhender.



Terminologie changement climatique et risques naturels – ADEME (2013)

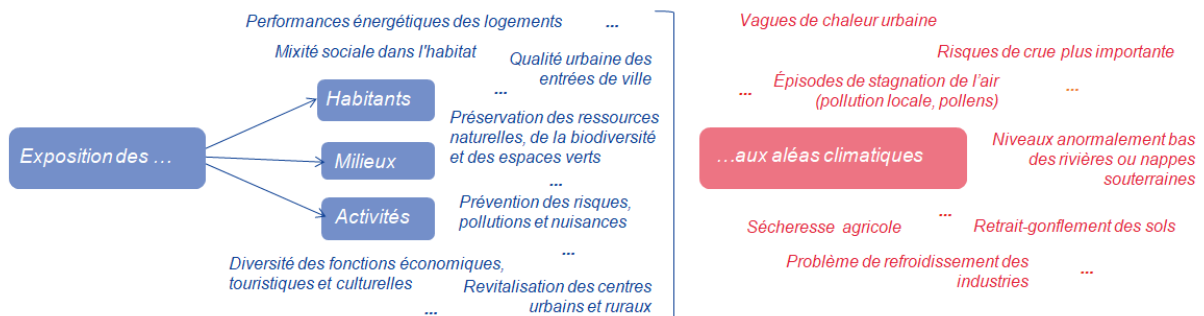


Une proposition complémentaire de comparaison : capacités d'adaptation et de résilience – D'après ADEME (2013)

Quelles données ?

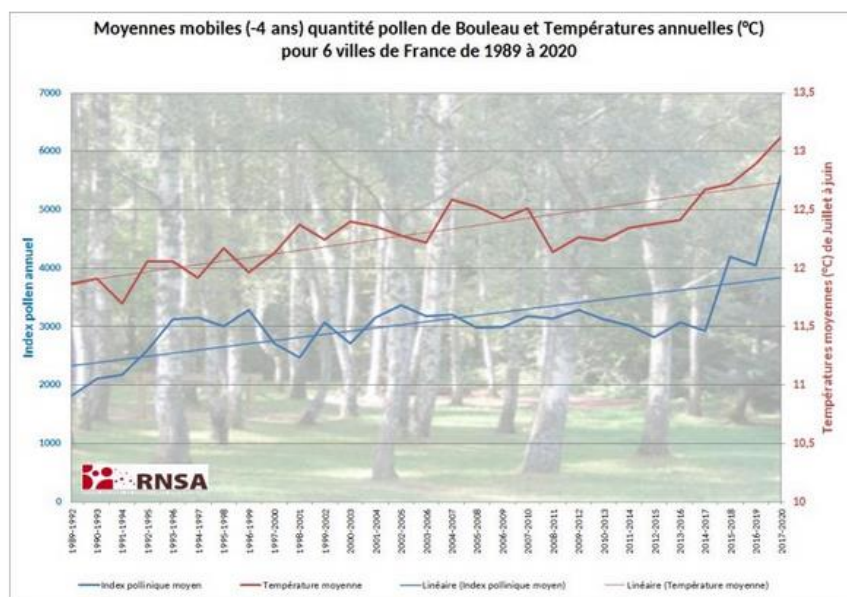
Exposition aux aléas

L'exposition aux aléas désigne la valeur globale des éléments menacés dans un système territorial donné (BRGM, 2009). Il s'agit ainsi d'évaluer l'ampleur des variations climatiques auxquelles les habitants, les milieux et les activités devront faire face, ainsi que leur probabilité. Appliquée à la planification urbaine, l'exposition aux aléas peut se traduire en croisant les champs d'intervention de la planification urbaine avec les aléas climatiques du territoire rencontré.



Exemple non-exhaustif de l'exposition aux aléas climatiques urbains (à droite) en lien avec les champs d'intervention de la planification urbaine (à gauche)

Par exemple, l'indicateur du pollen de bouleau est une manière de mettre en lumière l'exposition des milieux et des habitants à la hausse des températures. Le bouleau est à la fois un arbre très sensible aux événements climatiques à long terme et un arbre au potentiel allergisant très élevé dans toute l'Europe. Ce graphique montre ici que l'augmentation de la quantité de pollens de bouleau va de pair avec l'augmentation des températures depuis 1989 dans six villes de France (Lyon, Montluçon, Strasbourg, Paris, Toulouse et Amiens). Cela implique pour les aménagements futurs une végétalisation favorisant des espèces adaptées. On touche ainsi à la santé des populations, au cadre de vie et à la préservation des espaces verts.



Crédits : Index polliniques (RNSA) ; Température (European Climate Assessment and dataset)

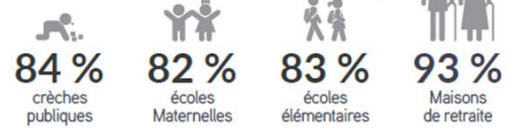
Quantité annuelle de pollens de bouleau depuis 1989 – Ministère de la Transition Écologique (2020)

Sensibilité aux aléas

Appréhender la sensibilité aux aléas consiste à évaluer la proportion dans laquelle un élément (collectivité, organisation, catégorie de population...) exposé au changement climatique est susceptible d'être affecté. Prendre en compte la sensibilité aux aléas est donc une manière de préciser, hiérarchiser ou territorialiser, les éléments exposés à un aléa. Cette description plus fine des vulnérabilités d'un territoire permet de répondre à la multiplicité des objectifs assignés aux documents d'urbanisme

Les schémas ci-contre soulignent une sensibilité forte de certaines populations au stress thermique de jour comme de nuit sur Toulouse Métropole (AUAT, 2019). Ils mettent en évidence les effets de la hausse des températures sur les personnes les plus fragiles. On touche alors à la question de la santé en ville mais aussi des inégalités environnementales¹⁰, de la précarité énergétique, etc. La carte ci-dessous illustre quant à elle la sensibilité des établissements privés de Toulouse Métropole au stress thermique de jour (AUAT, 2020).

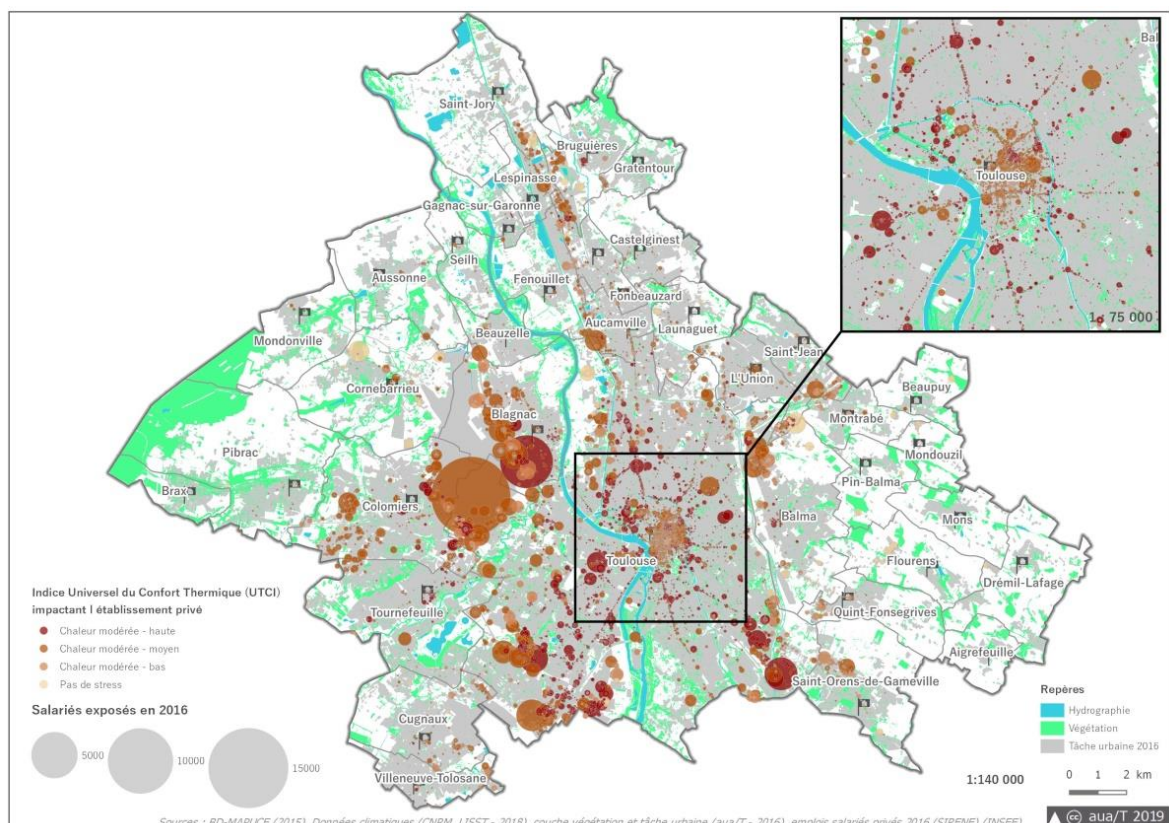
Établissements Recevant du Public (ERP) et stress thermique



Populations et lot de chaleur urbain



Une sensibilité forte de certaines populations au stress thermique de jour comme de nuit sur Toulouse Métropole - AUAT (2019)



Une sensibilité au stress thermique de jour différenciée des établissements privés sur Toulouse Métropole - AUAT (2020)

¹⁰ Tous les secteurs d'un territoire et a fortiori toutes les catégories de population ne sont pas soumis aux mêmes facteurs de nuisances (bruit), de pollutions (air, eau, sol), d'inconfort (température), voire de risques (naturels, technologiques), en fonction de la localisation des sources d'émissions. Certains secteurs peuvent même en cumuler plusieurs, complexifiant alors les dispositifs de réduction et de protection à mettre en place.

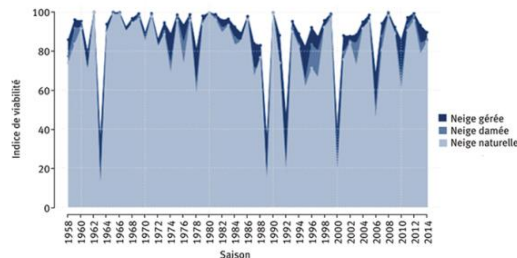
Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation consiste à évaluer la capacité d'ajustement d'un territoire lui permettant de :

- Se prémunir contre les risques de dégâts,
- De tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences.

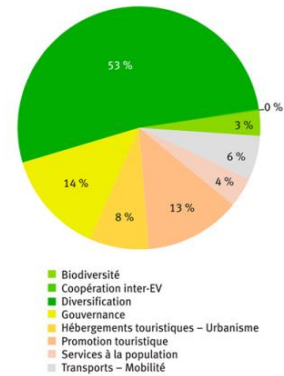
Il s'agit, comme pour la sensibilité, de préciser les impacts potentiels du changement climatique sur un territoire, en rendant compte à la fois du manque de capacité à réagir d'un territoire mais aussi de son potentiel à s'adapter, et donc à faire projet.

Les graphiques suivants illustrent par exemple la capacité d'adaptation de l'économie des sports skiabiles des Alpes. La fiabilisation de l'exploitation du domaine skiable peut être vue comme une capacité à réagir et la diversification touristique comme une capacité à transformer une activité touristique et sportive d'un territoire.



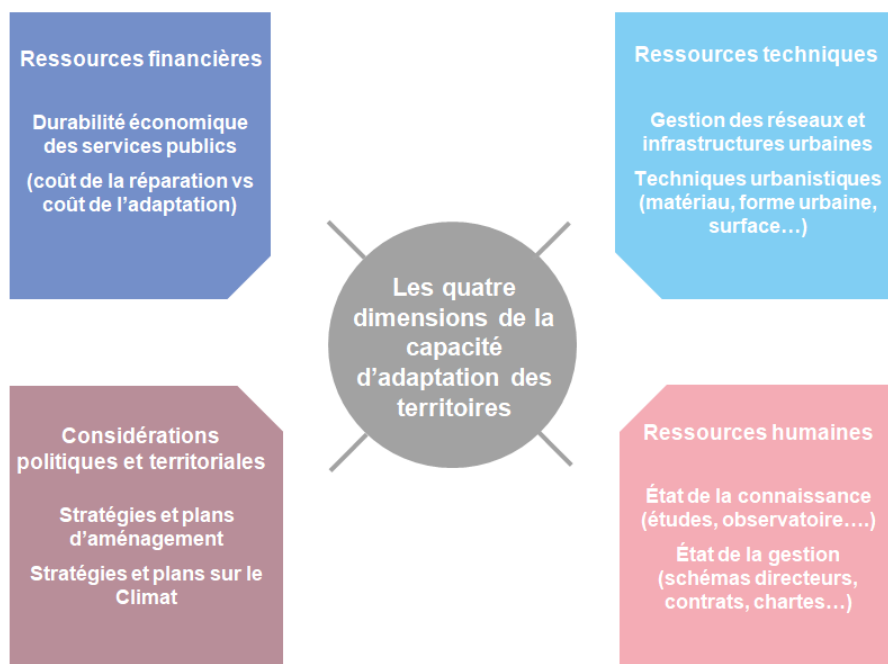
Indice de viabilité de l'enneigement des stations de Vercors en fonction de la prise en compte des pratiques de gestion (SAFRAN, 2012)

Capacité d'adaptation de l'économie des sports skiabiles des Alpes (Irstea-DTM, 2017)



Nature des actions touristiques programmées dans les plans d'actions des Espaces valléens (Irstea-DTM, 2017)

D'après le recueil d'expérience de l'ADEME sur la capacité d'adaptation des entreprises (2019), la capacité d'adaptation d'un système économique est avant tout une question de ressources et d'organisation (2019). Dans un exercice de planification, il est possible de transposer cet exercice à l'échelle d'un territoire. La capacité d'adaptation des territoires renvoie à la fois à un rapport entre le coût de l'adaptation et celui de la réparation, à la performance des réseaux d'infrastructures ainsi que des modes de construction, aux stratégies d'aménagement durables mises en œuvre ou en projet, à l'état et au suivi de la connaissance en matière climatique. Par exemple, l'augmentation de la température des eaux à l'état naturel peut favoriser le développement de germes et de bactéries et partant, l'inadaptation des processus de traitement des réseaux d'eau potable actuels.



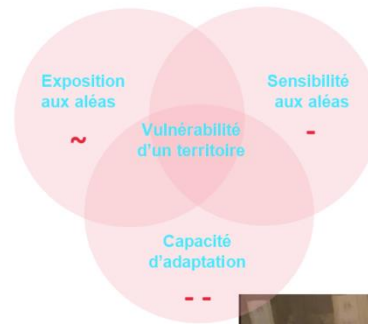
D'après le guide ADEME, La capacité d'adaptation des entreprises (2019) : un exemple de transposition aux territoires

Dans quel but ?

Identifier les vulnérabilités majeures du territoire

Identifier les impacts potentiels du changement climatique sur un territoire doit permettre de signifier si ce dernier est suffisamment préparé à faire face au changement climatique, autrement dit à « être adapté ». L'objectif est donc de pouvoir qualifier les vulnérabilités - les fragilités comme les atouts - majeures du territoire. Il faut ainsi retenir que :

- **La vulnérabilité ne repose pas que sur l'intensité de l'aléa climatique.** C'est aussi une question de sensibilité aux aléas et de capacité d'adaptation des territoires. Prenons l'exemple du ruissellement à Toulouse : les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du 21^{ème} siècle mais des contrastes saisonniers plus marqués (PCAET de Toulouse Métropole, 2019). Ce n'est donc pas qu'une question d'exposition. Le risque d'inondation par ruissellement sur le territoire est aussi lié, à l'instar d'autres agglomérations, à l'urbanisation croissante de la métropole, associée à une forte imperméabilisation des sols. Face à une augmentation probable des pluies extrêmes, c'est la capacité d'adaptation du réseau des eaux pluviales toulousain vers une gestion intégrée – prise en compte du bassin versant, gestion de l'eau à la parcelle, techniques d'infiltration et de stockage végétalisées ou multifonctionnelles...– qui en jeu pour ne pas aggraver le risque de ruissellement sur le territoire.



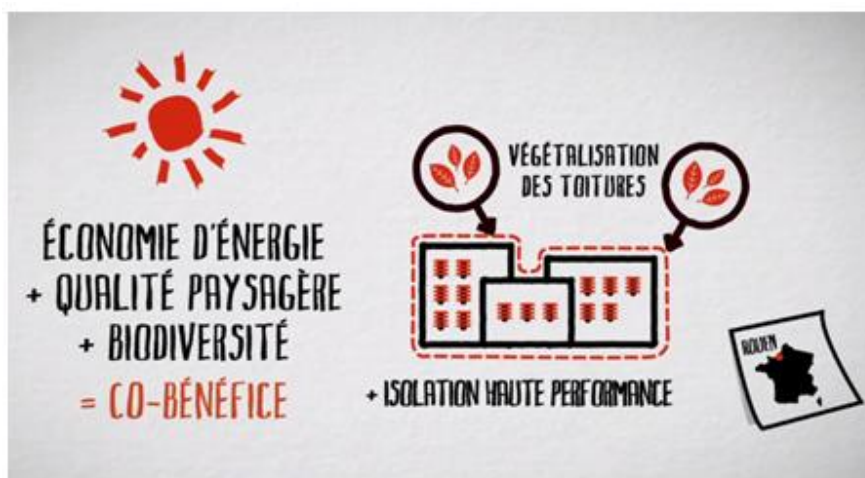
L'aléa ruissellement à Toulouse : une question de capacité d'adaptation avant tout ? (Crédit photo : Anthony Magloire)

- **Saisir la vulnérabilité d'un territoire n'est pas non plus retenir uniquement les faiblesses de son territoire.** Prendre en compte les atouts permet aussi de dégager des marges de manœuvre dans un contexte d'incertitude. Nous avons vu que la vulnérabilité est le résultat d'une combinaison de plusieurs dimensions (exposition, sensibilité, capacité). Cette approche systémique de la vulnérabilité permet ainsi de soulever les manques mais aussi les opportunités d'adaptation au changement climatique d'un territoire. En réfléchissant de manière transversale, on aboutit à des actions en faveur de l'adaptation qui répondent à plusieurs enjeux du territoire à la fois : on parle alors de co-bénéfices¹¹.

« Ce qui est important, au-delà du portrait climatique, c'est de mettre en évidence les vulnérabilités particulières d'un territoire. On peut produire pleins de données d'observation climatique (températures, précipitations, phénomènes extrêmes) mais certaines auront plus d'importance du fait des caractéristiques enviro-socio-économiques du territoire. »

Témoignage d'acteurs

¹¹ On parle de co-bénéfices lorsqu'une action en faveur de l'adaptation produit de nombreux effets positifs en plus de son objectif principal attendu en faveur du climat (pour plus d'infos : [Glossaire « Co-bénéfice »](#) de l'AUAT, 2019)



Le climat change, les collectivités françaises s'adaptent ! Vidéo ADEME (2015)

Cette vidéo produite par l'ADEME présente [les actions en faveur du climat de collectivités françaises](#) (Rouen, Rennes, Mortagne sur Gironde, Haut-Jura) et illustre concrètement le principe de co-bénéfice. À Rouen par exemple, les actions d'adaptation du bâti aux vagues de chaleur, à travers la végétalisation des toitures et l'isolation haute performance, permettent également de générer des économies d'énergie, de valoriser la qualité paysagère des quartiers, tout en favorisant la biodiversité urbaine.

Articuler sol et climat

Identifier les vulnérabilités de son territoire dans le cadre d'un document d'urbanisme, permet aussi de repenser la gestion et l'organisation des sols, deux objectifs qui sont au cœur de la planification territoriale et urbaine. La qualité des sols est en effet une dimension de plus en plus prégnante de la planification (consommation d'espace, artificialisation des sols, infiltration des eaux pluviales, production végétale, sécurité alimentaire...), particulièrement à l'heure où les territoires doivent s'adapter aux impacts du changement climatique (réservoirs de carbone, dépollution de l'eau, rafraîchissement de l'air...).

En articulant sol et climat, la gestion et l'organisation de l'espace renvoient non seulement à la consommation d'espace et à la gestion du foncier mais aussi à la perméabilité des sols et à la séquestration carbone. Cette vision de la planification, à travers le prisme de l'adaptation, favorise ainsi une inversion du regard aménagiste et de nouvelles conceptions de l'espace et de l'aménagement, comme cela a pu être le cas avec les paysages ou la biodiversité.

Pour en savoir plus ? Aller à la partie « cohérence interne du diagnostic » (p38)

À travers la question de l'articulation entre l'état initial de l'environnement et le diagnostic socio-économique, nous vous proposons des exemples de vision renouvelée de la planification, en partant du fil conducteur de l'adaptation au changement climatique.

Comment mobiliser les données ?

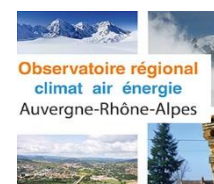
Sources

Les données qui soulignent les impacts potentiels du changement climatique sur le territoire dépendent pour beaucoup des informations dont disposent les collectivités. Il existe cependant deux portails institutionnels donnant accès à des méthodes d'identification des vulnérabilités d'un territoire :

- Le site du Ministère de la Transition écologique et solidaire héberge l'[Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique \(ONERC\)](#), lequel diffuse des informations générales pour la compréhension des enjeux du changement climatique, mais aussi des indicateurs du changement climatique par thématiques (montagnes et glaciers, littoral et milieux, eau et biodiversité, agriculture et forêt, santé et société), ainsi que des outils méthodologiques à destination des collectivités. Un [centre de ressource pour l'adaptation au changement climatique](#) est également disponible ;
- Territoires&Climat est le centre de ressources de l'ADEME pour la réalisation des PCAET, dont un [volet adaptation](#) est dédié et propose de nombreux guides méthodologiques (Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique de 2012, Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique de 2013, Recueil de méthodes de diagnostic sur la surchauffe urbaine de 2017, Partager le diagnostic de vulnérabilité de mon territoire en Nouvelle-Aquitaine de 2018, Sensibiliser sur le changement climatique et passer à l'action en Nouvelle-Aquitaine de 2018...).

D'autres sources peuvent également fournir des informations thématiques ou régionalisées sur les impacts potentiels du changement climatique :

- Les Observatoires Régionaux sur l'Agriculture et le Changement climatique (ORACLE). Portés par les chambres régionales d'agriculture, des publications annuelles proposent un état des lieux et des indicateurs sur le changement climatique (tendances climatiques) et ses incidences agricoles en région (impacts, risques ou atouts agro-climatiques, leviers d'adaptation pour les cultures...)¹²;
- Les programmes européens de financement Life sont des instruments financiers de la Commission européenne entièrement dédiés au soutien des projets innovants dans les domaines de l'environnement et du climat. Par exemple, le projet européen ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires par l'incitation aux Solutions Fondées sur la Nature) coordonné par l'OFB et dont l'ADEME est partenaire, vise à stimuler l'offre de solutions d'adaptation fondées sur la nature et à entraîner de nouveaux secteurs vers des stratégies d'adaptation au changement climatique.
- L'Observatoire Régional climat, Air et Énergie (ORCAE) en Auvergne-Rhône-Alpes, créé en 2018, met à disposition des territoires des données et des analyses aux niveaux régional et territorial sur les impacts du changement climatique et produit des indicateurs simples accessibles aux collectivités publiques.



Outils et méthodes employés

Les outils et méthodes mobilisables pour identifier les vulnérabilités majeures d'un territoire sont pluriels et souvent qualitatifs, au sens où chaque territoire personnalise ses propres échelles et la manière de rendre compte des impacts locaux liés au changement climatique. Ainsi, les outils et méthodes proposés ici incitent souvent à une combinaison graduelle afin de s'ajuster au plus près des réalités territoriales.

¹² Complémentaire d'ORACLE, l'outil CLIMA-XXI (Climat et Agriculture au XXIe siècle) a pour but de faciliter et affiner la perception du changement climatique, en simulant l'évolution d'indicateurs climatiques et agro-climatiques pour les décennies à venir, à l'échelle locale.

Parmi les quatre méthodes proposées, celle du recensement constitue une base à partir de laquelle les autres méthodes de hiérarchisation et/ou de territorialisation des enjeux d'adaptation, telles que les matrices ou les systèmes d'information géographique (SIG), peuvent être appliquées de manière complémentaire. D'autant que, comparé à un diagnostic pour les Plans Climat-Air-Énergie (PCAET), c'est la synthèse de ces résultats et les enjeux soulevés qui importent le plus le diagnostic territorial.

Recensement et mise en commun de la connaissance sur le territoire

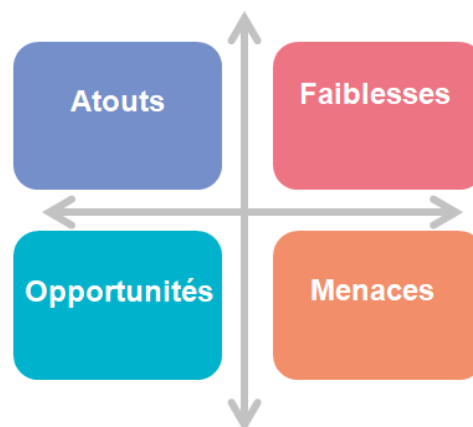
Cette méthode est aujourd'hui la plus communément employée et consiste en une analyse descriptive, thématique ou sectorielle, des impacts potentiels du changement climatique sur le territoire. Par le biais le plus souvent d'entretiens, elle permet de faire appel à la connaissance locale, des services urbains d'une collectivité aux partenaires institutionnels, en passant par les associations ou les acteurs de la société civile. Cette méthode constitue une base majeure de partage de la connaissance locale mais ne suffit pas à elle seule. L'adaptation au changement climatique concernant potentiellement tous les secteurs d'un territoire, mais à des degrés divers, le descriptif exhaustif des connaissances sur la vulnérabilité d'un territoire doit s'accompagner d'un mode de classification des priorités afin d'avoir une vision dynamique du diagnostic territorial.



Les matrices

Les matrices sont des outils d'analyse stratégique et de classification de la connaissance sur un territoire. Ce type d'approche est fréquemment utilisé dans les travaux sur les risques naturels et émerge de plus en plus dans ceux sur le sujet du changement climatique (ex. diagnostic des PCAET), on parle alors de matrices de vulnérabilité. Une autre approche de matrice reconnue dans l'élaboration de diagnostics territoriaux, est le tableau AFOM.

- **Les matrices de vulnérabilité** organisent et synthétisent l'ensemble des connaissances locales pour faire ressortir les vulnérabilités saillantes d'un territoire. Pour ce faire, elles s'appuient sur les trois critères d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation caractérisant la vulnérabilité au changement climatique. S'il n'existe pas d'échelle ou d'unité universelle de mesure de la vulnérabilité, elle est propre à chaque territoire, l'avantage des matrices réside dans la diversité des usages des matrices (voir exemples pages ci-contre). Elles peuvent en effet porter soit une fonction systémique en étant soit un outil de dialogue technique et/ou politique, soit de hiérarchisation permettant d'aboutir à un résultat opérationnel, accessible et lisible (ADEME, 2012).
- **Les tableaux AFOM** permettent de mettre en lumière les atouts, faiblesses, opportunités et menaces d'une thématique sur un territoire. Simple à utiliser et compréhensible, les tableaux AFOM favorisent une réflexion temporelle, aujourd'hui et demain, sur l'adaptation au changement climatique. Certains éléments de diagnostic pouvant à la fois avoir des répercussions positives et négatives sur le territoire, cette méthode peut toutefois demander des explications complémentaires pour éviter toute interprétation erronée.



Exemple 1 de matrice de vulnérabilité : la ville de Laval (Québec)

La ville de Laval au Canada a élaboré une matrice pour son diagnostic de vulnérabilité au changement climatique de 2016. Dans le document suivant, la matrice propose une analyse de la vulnérabilité de la ville en croisant les aléas climatiques (colonne) et les systèmes construits, sociaux, environnementaux (ligne)¹.

Les sous-ensembles du système territorial et des aléas climatiques permettent de traduire les dimensions de capacité d'adaptation (ex., la ligne A.1.1. Capacité des toits) ou de sensibilité aux aléas (ex. la colonne « R » pour score de gravité). La hiérarchisation des vulnérabilités par l'attribution de scores s'appuie, soit sur des données climatiques historiques et les prédictions climatiques, soit sur les consultations des acteurs de la ville de Laval. Le tableau, à travers un exercice de hiérarchisation et de priorisation, met en avant la fonction d'aide à la décision de la matrice de vulnérabilité.

À l'issue de cet exercice, une synthèse des impacts climatiques sur le territoire a été produite par niveau de risque : élevé et moyen-élevé. Les enjeux de priorité élevée sur la ville de Laval portent ainsi sur les vagues de chaleur, les tempêtes de neige et les orages, lesquels impactent les espaces naturels et agricoles mais aussi les systèmes d'approvisionnement et d'assainissement.

Matrice d'analyse de risques		Augmentation de la température						Augmentation des précipitations						Phénomènes climatiques extrêmes																				
		Vagues de chaleur		Sécheresse		Redoux hivernaux		Pluies intenses		Grêle		Tempêtes de neige		Inondation		Foudre et orages		Fortes vents, tornades		Épisodes de verges														
		P	G	R	P	G	R	P	G	R	P	G	R	P	G	R	P	G	R	P	G	R												
Système construit																																		
A1	Immeubles et infrastructures résidentielles																																	
A.1.1	Capacité des toits	5	1	5	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	2	6	5	4	20	3	1	3	5	1	5	3	2	6	2	3	6			
A.1.2	Conception structurale	5	1	5	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	2	6	5	1	5	3	3	9	5	1	5	3	3	9	2	2	4			
A.1.3	Enveloppe thermique	5	3	15	3	1	3	4	1	4	4	1	4	3	1	3	5	1	5	3	1	3	5	1	5	3	1	3	2	1	2			
A2	Infrastructure publique																																	
A.2.1	Infrastructures communautaires	5	3	15	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	1	3	5	3	15	3	1	3	5	2	10	3	2	6	2	3	6			
A3	Infrastructure de transport																																	
A.3.1	Capacité de la chaussée	5	2	10	3	1	3	4	1	4	4	3	12	4	1	4	3	1	3	5	2	10	3	1	3	5	1	5	3	2	6	2	1	2
A.3.2	Système de transport en commun et adapté	5	2	10	3	1	3	4	1	4	4	2	8	3	2	6	5	3	15	3	3	9	5	2	10	3	2	6	2	3	6			
A.3.3	Réseau routier	5	1	5	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	2	6	5	4	20	3	4	12	5	2	10	3	3	9	2	4	8			
A.3.4	Ports	5	1	5	3	1	3	4	1	4	4	2	8	3	2	6	5	2	10	3	2	6	5	2	10	3	3	9	2	3	6			
A.3.5	Voies de circulation dédiées aux cyclistes	5	2	10	3	1	3	4	2	8	4	1	4	3	2	6	5	2	10	3	2	6	5	2	10	3	2	6	2	2	4			
A4	Système d'approvisionnement en eau																																	
A.4.1	Capacité des stations de production d'eau potable	5	4	20	3	4	12	4	1	4	4	2	8	3	1	3	5	1	5	3	1	3	5	2	10	3	1	3	2	1	2			
A.4.2	Disponibilité de l'eau potable (réserves et distribution)	5	4	20	3	4	12	4	4	16	4	2	8	3	1	3	5	1	5	3	1	3	5	3	15	3	3	9	2	3	6			
A.4.3	Puits artésiens privés	5	2	10	3	3	9	4	1	4	4	1	4	3	1	3	5	1	5	3	3	9	5	1	5	3	1	3	2	1	2			
A5	Système de collecte et de traitement des eaux usées																																	
A.5.1	Capacité des stations d'épuration des eaux usées	5	2	10	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	1	3	5	1	5	3	3	9	5	3	15	3	3	9	2	3	6			
A.5.2	Capacité des stations de pompage (en réseau)	5	2	10	3	1	3	4	1	4	4	3	12	3	1	3	5	1	5	3	4	12	5	4	20	3	4	12	2	4	8			
A.5.3	Réseau sanitaire	5	1	5	3	1	3	4	2	8	4	4	16	3	1	3	5	1	5	3	2	6	5	3	15	3	3	9	2	3	6			
		Réseau pseudo-séparatif et combiné																																

Tableau 18 : Sommaire des résultats de l'analyse de risques

Risque	Impact climatique	Enjeux
Risques élevés	Vagues de chaleur	(A.4) Système d'approvisionnement en eau (B.1) Santé publique (C.1) Sol, faune et flore (C.2) Agriculture
	Tempête de neige	(A.1) Immeubles et infrastructures résidentielles (A.2) Infrastructure de transport (B.2) Services municipaux (A.5) Système de collecte et de traitement des eaux usées
	Foudres et orages	(A.6) Approvisionnement en électricité (A.1) Immeubles et infrastructures résidentielles (A.2) Infrastructure publique
Risques moyens-élevés	Vagues de chaleur	(A.4) Système d'approvisionnement en eau (B.1) Santé publique (B.2) Services municipaux (C.1) Sol, faune et flore
	Sécheresse	(A.1) Système d'approvisionnement en eau (B.3) Qualité de vie (C.1) Sol, faune et flore (C.2) Agriculture
	Redoux hivernaux	(A.4) Système d'approvisionnement en eau (A.5) Système de collecte et de traitement des eaux usées (B.1) Services municipaux (B.3) Qualité de vie (C.2) Agriculture
	Pluies intenses	(A.1) Immeubles et infrastructures résidentielles (A.2) Infrastructure publique (A.3) Infrastructure de transport (A.5) Système de collecte et de traitement des eaux usées (B.1) Services municipaux (B.3) Qualité de vie (C.1) Sol, faune et flore (C.2) Agriculture
	Grêle	(B.3) Qualité de vie (C.2) Agriculture
	Tempête de neige	(A.2) Infrastructure publique (A.3) Infrastructure de transport

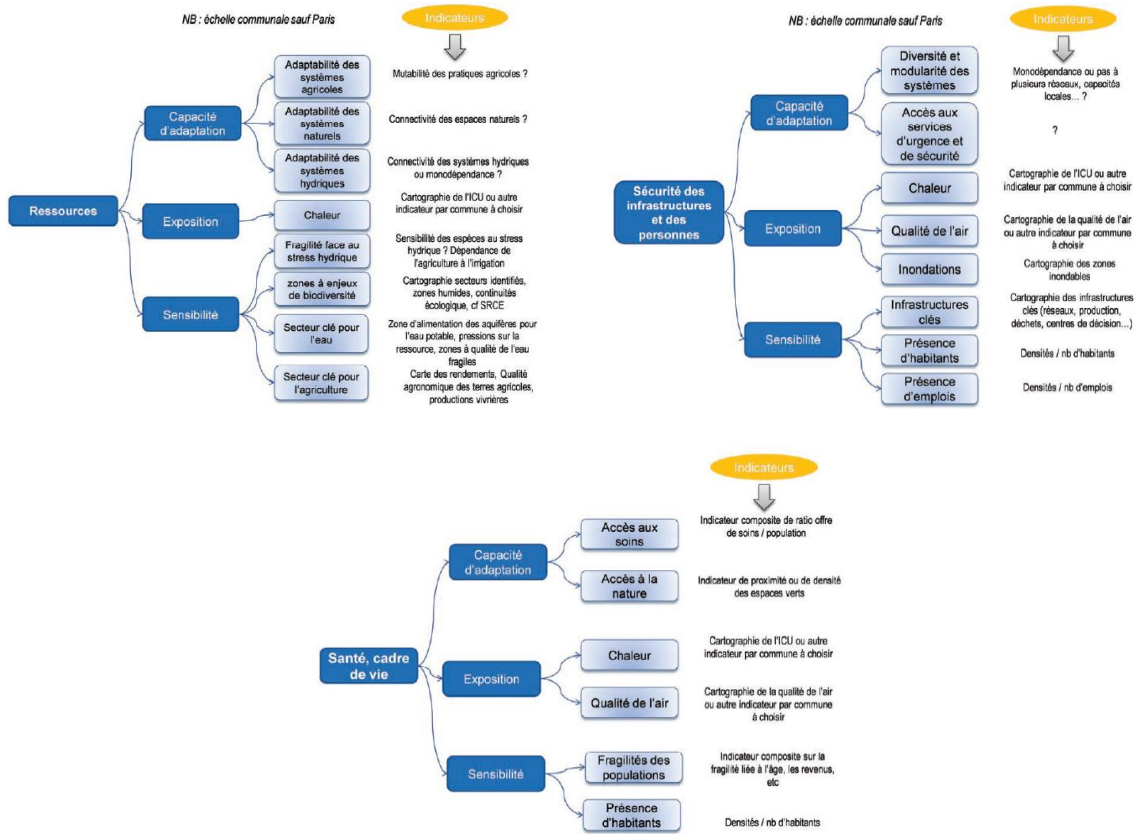
Extrait de la matrice de vulnérabilité de la ville de Laval : tableau et synthèse - Diagnostic de vulnérabilité (2016)

Exemple 2 de matrice de vulnérabilité : la région Île-de-France

L'ADEME et la région Île-de-France ont fait réaliser en 2012 une étude des impacts socio-économiques de l'adaptation au changement climatique (Artelia et RCT, 2012). Les bureaux d'études se sont pour cela appuyés sur une étude exhaustive de la vulnérabilité francilienne (ressources bibliographiques et humaines, une approche thématique de la vulnérabilité, une territorialisation par département). Ils ont ensuite cherché à synthétiser l'étude pour une meilleure appropriation par le plus grand nombre. La fonction de cette matrice est ici avant tout pédagogique et transversale : elle permet ainsi de dépasser les logiques sectorielles ou de « silo ».

La matrice de la vulnérabilité de la région Île-de-France a été déclinée sur trois familles d'enjeux identifiés en atelier avec les acteurs du territoire : Santé, cadre de vie ; Sécurité des infrastructures et des personnes ; Ressources. Cette approche par typologie a permis de croiser les trois dimensions de la vulnérabilité (exposition, sensibilité, capacité d'adaptation) et de proposer ainsi une approche systémique de l'adaptation au changement climatique.

Chaque composante de la vulnérabilité a été déclinée et associée à des indicateurs statistiques.



Extrait de la matrice de vulnérabilité de la région Île-de-France : famille d'enjeux « ressources » (Artelia et RCT, 2012)

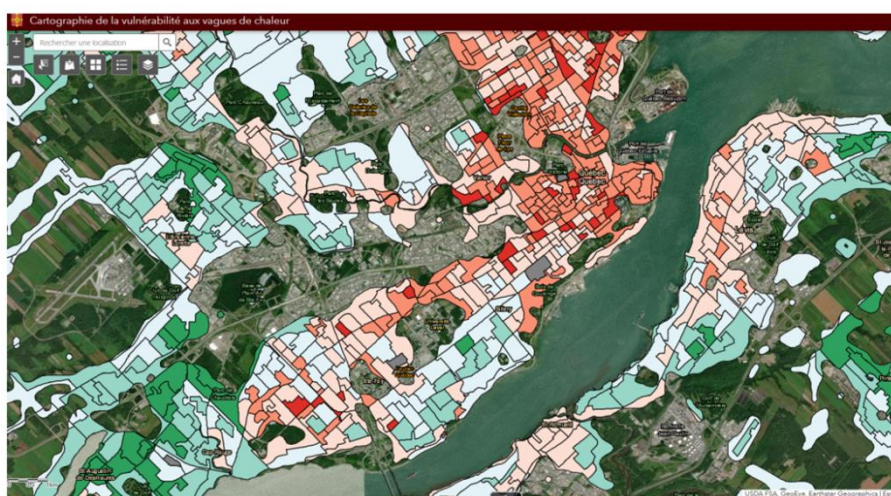
Les SIG

Le recours aux systèmes d'information géographique (SIG) permet également d'organiser les données climatiques, en permettant une visualisation cartographique et une territorialisation des enjeux d'adaptation au changement climatique. Compte tenu de son accessibilité et de la multitude d'applications auxquelles il peut répondre, les SIG sont de plus en plus employés par les collectivités, à la fois comme outils de connaissance mais aussi de gestion des territoires. C'est à la fois une force et une faiblesse des SIG car cela demande d'être clair sur les objectifs et usages souhaités. Nous allons voir ici deux manières de recourir au SIG pour saisir les enjeux d'adaptation des territoires :

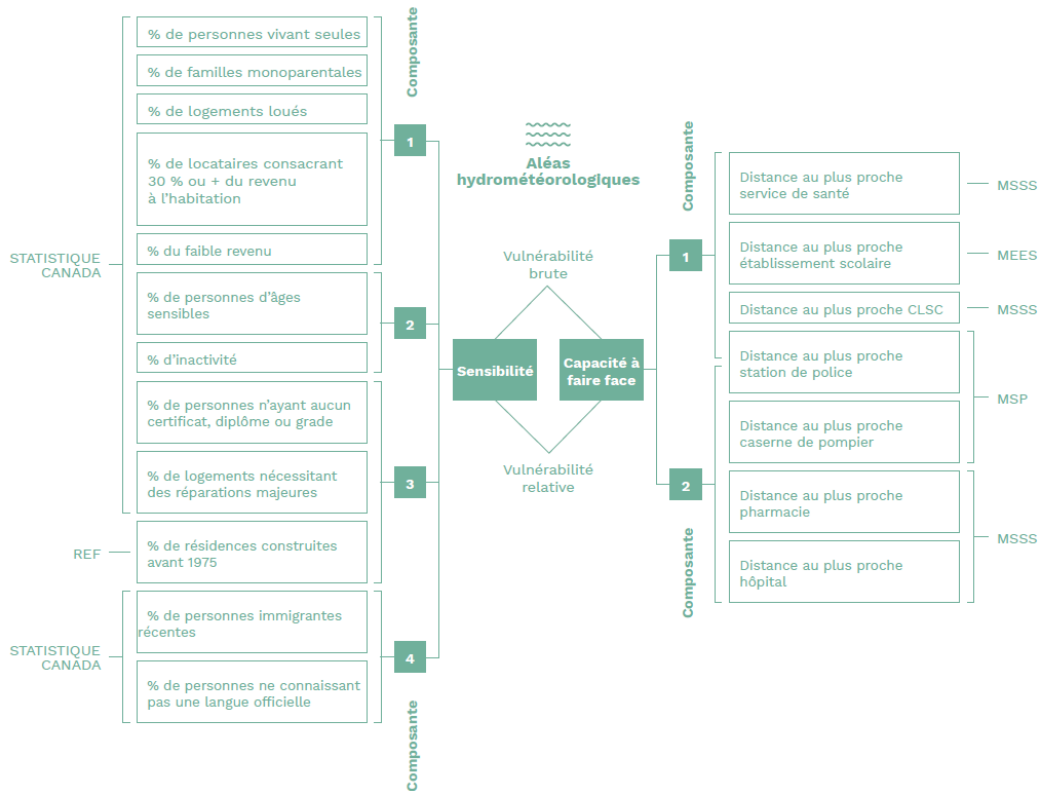
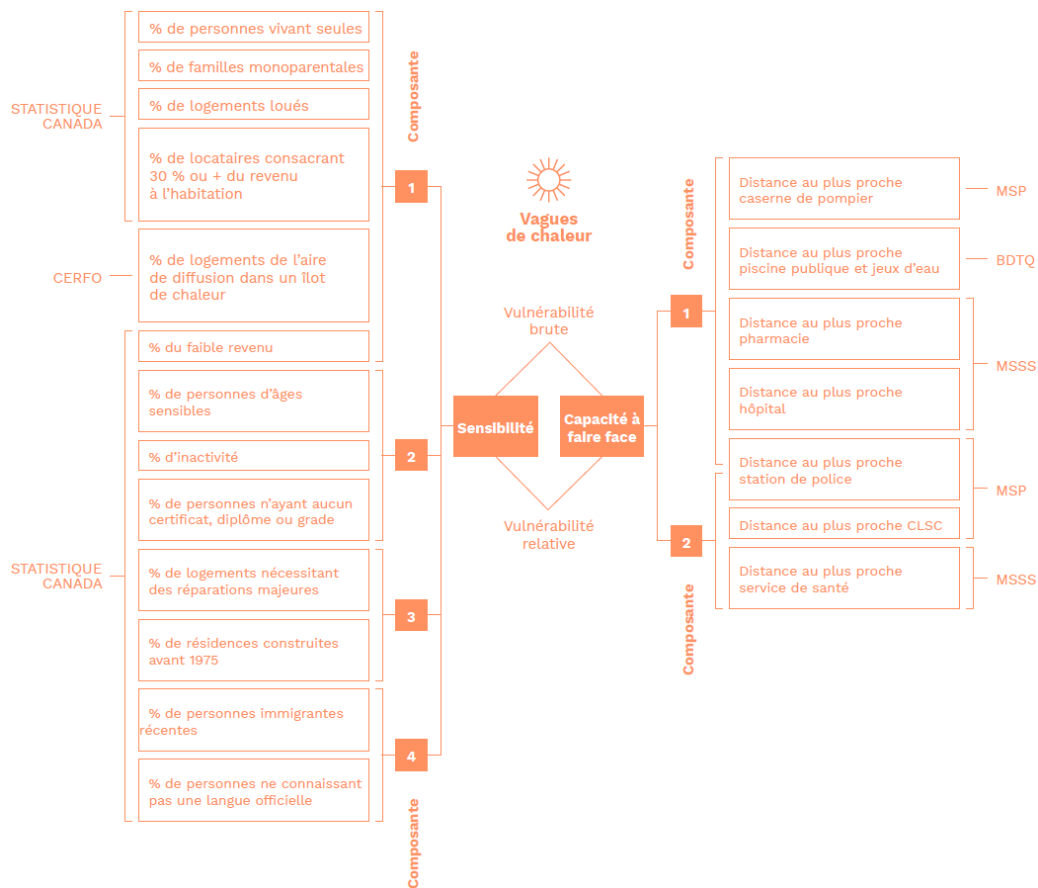
- **Le groupe-projet SIG**, qui peut être défini comme la création d'un groupe de travail autour d'une problématique de l'adaptation. Cela permet de constituer une culture collective de l'adaptation, en confrontant plusieurs manières de spatialiser l'information urbaine.
- **Le projet SIG**, comme la création d'un outil SIG propre dédié à l'adaptation, vient répondre à une problématique commune posée par le changement climatique. C'est le cas de l'[Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques](#), réalisé par le département de géographie et le département des sciences géomatiques de l'Université Laval, en partenariat avec le consortium Ouranos et de l'Institut national de santé publique du Québec. Diffusé en ligne depuis 2018, il permet de territorialiser la vulnérabilité de la population québécoise aux vagues de chaleur et aux aléas hydrométéorologiques à travers plusieurs indices cartographiables.

« Le recours au SIG peut générer une démarche collective et transversale de l'adaptation, en croisant de manière spatialisée et suivie des enjeux complexes. »

Témoignage d'acteurs



Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques : carte dynamique de vulnérabilité aux vagues de chaleur (Université de Laval, 2018)



Atlas de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques : construction des indices de vulnérabilité vagues de chaleur et aléas hydrométéorologiques (Université de Laval, 2018)

PLANIFIER

Cohérence du diagnostic territorial et adaptation

Collecter et interpréter les données climatiques ne consistent pas à produire une photographie du territoire à un instant t (diagnostic « réglementaire », état initial de l'environnement, étude d'impact...) mais à proposer une vision dynamique de l'adaptation au changement climatique au sein du diagnostic territorial.

Jusque-là, nous avons traité de l'identification et de la qualité de traitement des données de l'adaptation. Il s'agissait d'accompagner la compréhension et l'appropriation des données climatiques dans les diagnostics des documents d'urbanisme. Il importe maintenant de voir comment ces données peuvent prendre place ou forme au sein du diagnostic territorial, afin que s'expriment au mieux les enjeux d'adaptation de l'aménagement. Mieux, nous verrons comment le prisme de l'adaptation peut constituer une véritable occasion de « bonifier » le rôle du diagnostic territorial dans la planification.

Pour ce faire, il nous faut plonger dans les modes de faire de la planification. L'élaboration d'un diagnostic ne renvoie en effet pas simplement à un exercice de collecte et d'interprétation des données. Il s'accompagne également de procédures juridiques, techniques ou de gouvernance complexes qu'il faut prendre en compte. Cette étape est essentielle afin que la prise en compte de l'adaptation ne soit pas une nouvelle thématique qui s'ajoute à la démarche, parfois chronophage, d'élaboration de diagnostics territoriaux mais soit bien un support innovant au projet de territoire. Nous allons nous pencher ici sur une des procédures des documents d'urbanisme, l'articulation des plans et programmes et un mode de faire le diagnostic territorial, l'articulation entre état initial de l'environnement et diagnostic socio-économique.



Cohérence externe du diagnostic : articulation des plans et programmes

La cohérence externe est une démarche connue des exercices de planification, encadrée juridiquement (article R.151-3 du Code de l'urbanisme). Il s'agit de s'assurer de l'articulation du document d'urbanisme avec les autres plans et programmes. En matière d'adaptation au changement climatique, on distingue parmi les plans et programmes, les démarches sectorielles climat-air-énergie des outils de planification et d'aménagement. Sans rentrer dans une description détaillée des articulations avec les plans et programmes, il est en revanche important de bien cerner la place de l'adaptation entre ces différentes échelles d'action.

Quelques points de repère des démarches sectorielles et des outils de planification en matière d'adaptation

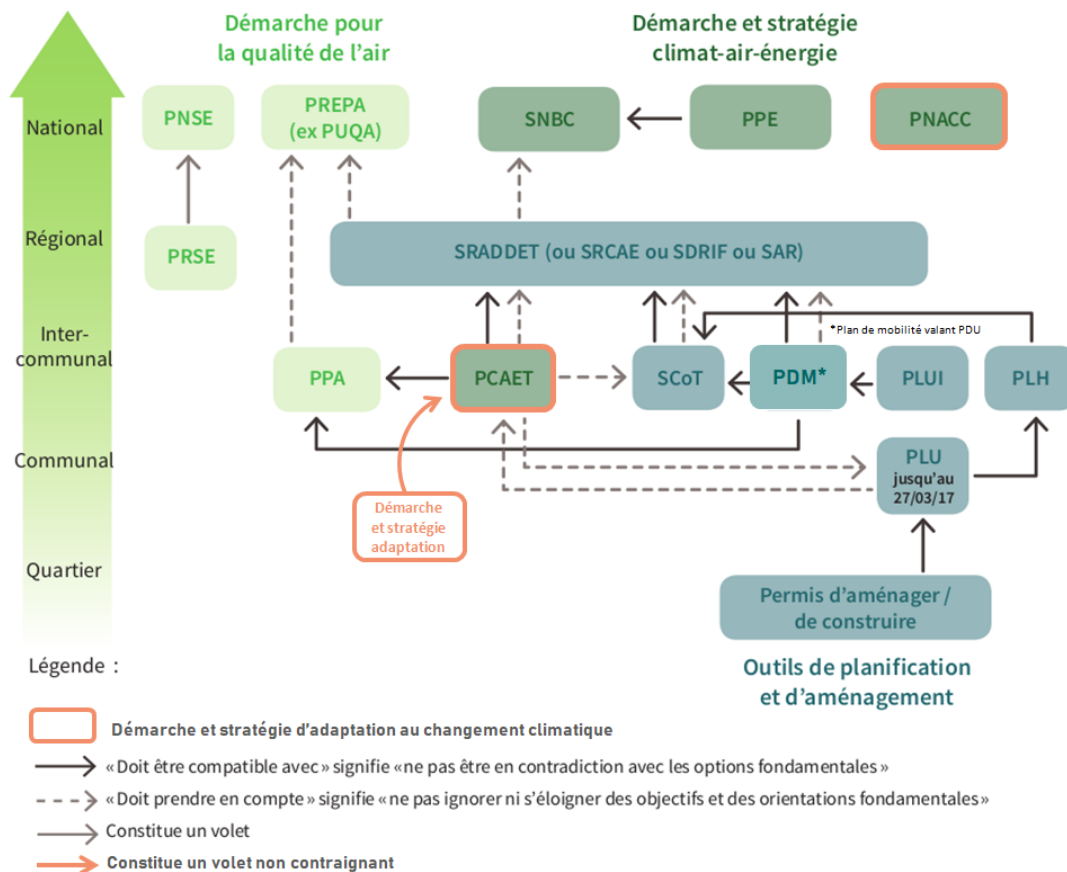
À l'échelle nationale, le plan d'adaptation au changement climatique renvoie aux engagements de la France en matière de prévention contre le changement climatique. Nous en sommes aujourd'hui au 2ème Plan National d'Adaptation au Changement Climatique ([PNACC 2018-2022](#))*. Ce 2ème PNACC a fait de l'amélioration de la gestion de l'eau une priorité de l'adaptation, au travers notamment de plans de bassin d'adaptation au changement climatique.

À l'échelle régionale, le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) est le document stratégique, prescriptif et intégrateur pour les régions, qui se substitue à plusieurs schémas sectoriels dont le schéma régional climat-air-énergie (SRCAE). Le SRADDET devra en reprendre les éléments essentiels et notamment des objectifs en termes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique,

À l'échelle (inter)communale, le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) constitue une démarche à la fois stratégique et opérationnelle des collectivités, en vue d'atténuer le changement climatique, de le combattre efficacement et de s'y adapter. L'adaptation est donc un volet obligatoire des PCAET. Elle figure également parmi les objectifs des documents de planification (article L. 101-2 7° du code de l'urbanisme) territoriale et locale (SCoT, PLUi, PLU).

* Celui-ci se décline sur six axes : gouvernance et pilotage, connaissance et information (incluant la sensibilisation), prévention et résilience, adaptation et préservation des milieux, vulnérabilité de filières économiques, renforcement de l'action internationale.

Préoccupation récente des politiques publiques, éminemment transversale et structurelle, l'adaptation au changement climatique est encore peu visible au sein de l'articulation entre documents de planification : le PNACC n'entretient par exemple pas de rapports normatifs directs avec les autres plans et programmes, à l'inverse de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), et le PCAET est avant tout considéré comme un outil de la politique de transition énergétique du territoire. C'est pourquoi des démarches volontaires des territoires émergent aujourd'hui à travers des plans ou des stratégies locales d'adaptation au changement climatique (ex. la stratégie d'adaptation de la ville de Paris). Quand elles existent sur un territoire, ces démarches sont très utiles pour les documents d'urbanisme car elles permettent de renforcer la stratégie et les actions d'adaptation des PCAET, aujourd'hui fortement tournées autour de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.



Situer l'adaptation dans l'architecture des plans et programmes – D'après l'ADEME, PCAET : Comprendre, construire et mettre en œuvre (2016)

De par son caractère transversal, il est donc intéressant de considérer l'articulation des plans et programmes en matière d'adaptation au-delà du simple niveau des liens normatifs (de compatibilité ou de prise en compte). D'autant que les calendriers d'élaboration des plans et programmes peuvent parfois ne pas coïncider avec les rapports normatifs qui les lient. C'est le cas en matière climat-air-énergie. La loi de transition énergétique de 2015 a par exemple introduit un changement dans l'articulation entre les schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les PCAET : les PCAET prennent désormais en compte les SCoT et plus l'inverse. Le temps de la mise en œuvre de la loi, il arrive que certains objectifs de SCoT soient moins ambitieux que ceux des PCAET. Une autre difficulté réside dans la difficulté de transposer des actions des PCAET, souvent très spécialisées ou localisées, dans les documents d'urbanisme.

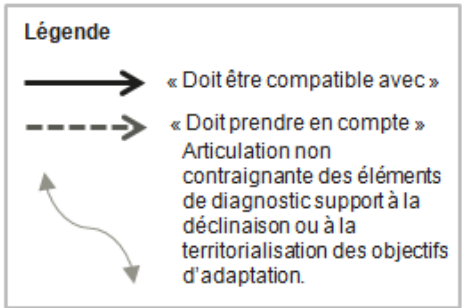
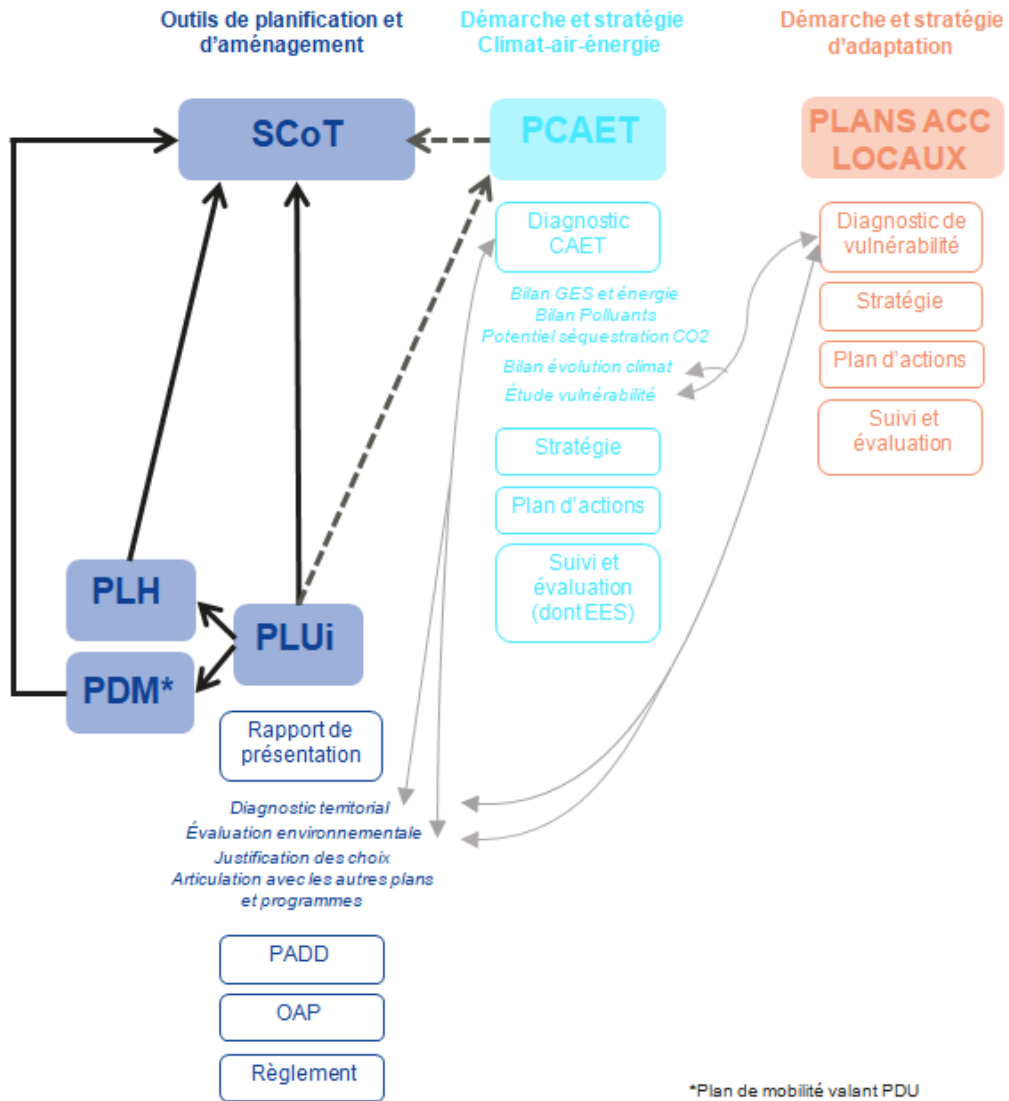
Ces exemples soulignent le besoin de porter un regard sur l'articulation climat-urbanisme différent des procédures formelles : autrement dit, il s'agit moins de lister et de vérifier l'ensemble des objectifs à intégrer d'un document à l'autre, que de voir dans l'articulation un support à la déclinaison ou à la territorialisation des objectifs d'adaptation.

« Aujourd'hui, l'articulation est surtout synonyme d'une quantité phénoménale de considérations à prendre en compte, alors qu'elle devrait signifier la territorialisation des objectifs. »

Témoignage d'acteurs

Le schéma ci-dessous a simplement pour but de localiser l'information pertinente en matière d'adaptation, selon les plans et programmes concernés, en insistant sur le rôle et la composition des diagnostics. Bien que non concernés par les rapports d'opposabilité entre plans et programmes, les diagnostics constituent en revanche des pièces importantes, non contraignantes, de support à la déclinaison ou à la territorialisation des objectifs d'adaptation.

L'articulation entre plans et programmes de l'adaptation : une histoire de normes et/ou de coordination – D'après Cerema, Planification énergie-climat, PLUi : quelles articulations ? (2017)



Cohérence interne du diagnostic : état initial de l'environnement et diagnostic socio-économique

État des lieux et pratiques

La cohérence interne évalue l'articulation des différentes pièces qui composent un document d'urbanisme. Elle vise ici à assurer que les données mobilisées participent à un diagnostic proactif en faveur de l'adaptation au changement climatique, support des orientations du projet d'aménagement et de développement durable (PADD) et des prescriptions du volet réglementaire. Pour cela, l'évaluation environnementale, à travers l'élaboration de l'état initial de l'environnement (EIE), est considérée comme un processus clé pour l'intégration des problématiques climatiques au sein du diagnostic territorial.

Force est cependant de constater que l'adaptation au changement climatique ne représente pas encore, à l'instar des enjeux environnementaux, un sujet véritablement dimensionnant des diagnostics territoriaux. Au-delà du caractère récent de la prise en compte du climat dans les documents d'urbanisme, le sujet de l'adaptation a généralement un moindre poids dans la décision aménagiste par rapport aux enjeux socio-économiques, quand il n'est pas considéré comme une contrainte environnementale parmi d'autres. C'est pourquoi il est essentiel de porter attention à l'articulation entre diagnostic socio-économique et EIE, qui sont les deux volets constitutifs du diagnostic territorial.

« Le diagnostic socio-économique est souvent vu comme une base qui aide à jeter les perspectives du projet territorial, tandis que l'EIE est moins apprécié comme tel : les informations sont souvent plus factuelles et renouvellent moins la connaissance des acteurs locaux de leur environnement. »

Témoignage d'acteurs

Focus sur l'évaluation environnementale : quelques obstacles de fond et de forme

La directive européenne 2001/42/CE, cadrant l'évaluation environnementale dite stratégique (EES) des plans et programmes, se base sur l'expérience et la pratique des études d'impact (EI). Elle n'établit donc pas une différence méthodologique nette entre l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme et celle des projets urbains, alors même que le contenu et le niveau de détail diffèrent (Partidário et Sheate, 2013). Par conséquent, la pratique de l'EES tend à prendre la forme de procédures administratives souvent lourdes et/ou formelles (Partidário, 2010).

Particulièrement en France, l'évaluation est souvent très descriptive et détaillée, ce qui demande un nombre d'heures important pour la produire, ou se résume à un exercice de contrôle de l'application de la législation en vigueur. Les bilans de l'autorité environnementale (Ae) de ces dernières années soulignent ainsi que l'EES des documents d'urbanisme est encore majoritairement vécue comme une obligation procédurale et non comme un outil d'aide à la décision (Ae, 2016).

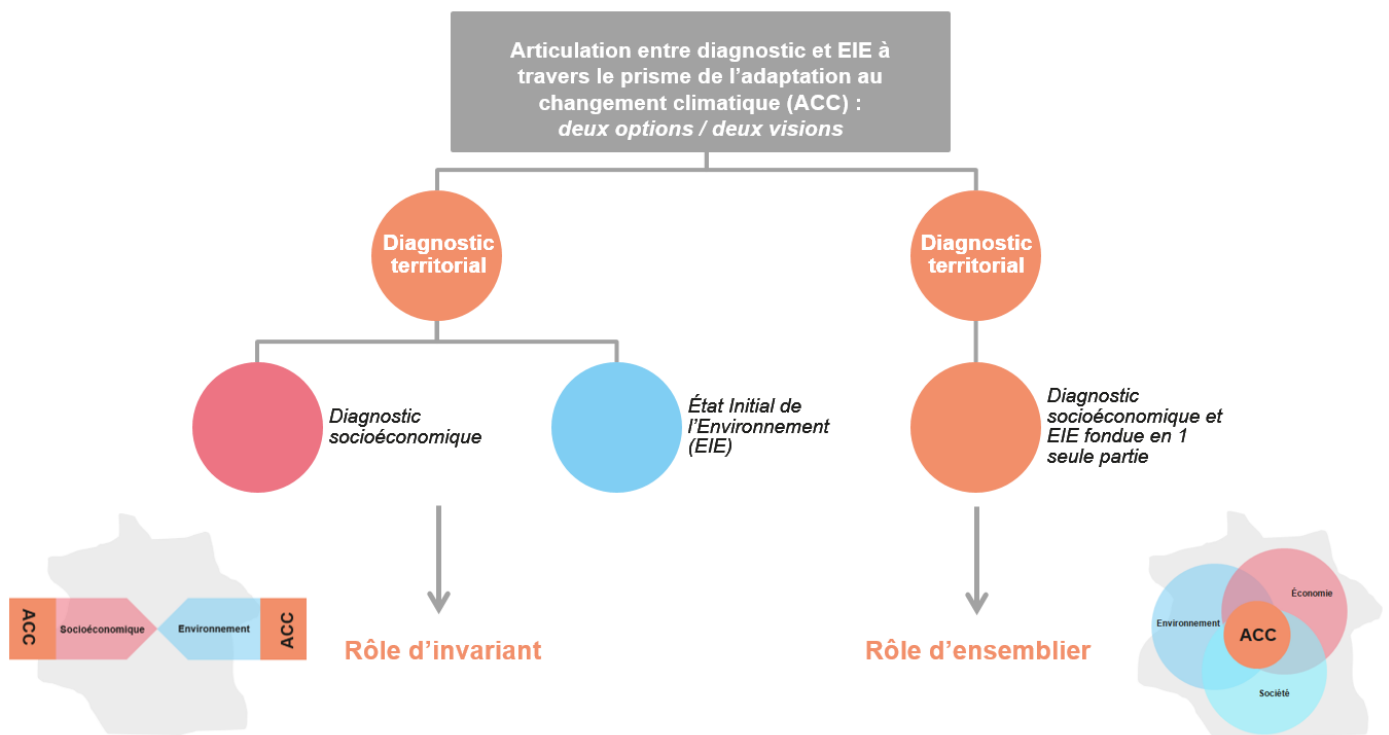
Les praticiens de l'évaluation environnementale, publics ou privés, insistent aujourd'hui de plus en plus sur un renouvellement des approches de l'EES. Ils mettent en avant le besoin d'une organisation des EES en fonction des enjeux territoriaux, afin que l'information environnementale et sociale dégagée appuie véritablement la décision aménagiste (Prévoist, 2016). Le décideur est pour cela un acteur essentiel à remobiliser et ré-intéresser : il doit voir dans l'EES un moyen de favoriser un regard original sur son territoire, qui puisse mener à l'élaboration d'un projet d'aménagement durable novateur.

Le Guide ministériel de l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme de 2019 souligne le fait que l'articulation entre diagnostic et EIE, de même que l'organisation des thèmes au sein de l'EIE, est laissée au libre choix du rédacteur. Il n'existe donc pas de découpage unique, même si on distingue généralement deux manières de faire (CGDD, 2019) :

- Faire de l'EIE et du diagnostic socio-économique deux parties distinctes au sein du diagnostic territorial. Ce découpage est souvent privilégié car la rédaction est souvent confiée à des personnes ou prestataires différents. Le risque est toutefois de perdre la vision globale du territoire et d'aboutir à un document volumineux ;
- Fondre l'EIE et le diagnostic socio-économique en une seule et même partie. La compréhension globale des enjeux du territoire est favorisée. Le risque ici est de « noyer » les considérations environnementales ou de sous-estimer les enjeux environnementaux alors que la directive européenne n° 2001/42/CE assigne à l'évaluation l'objectif d'éclairer le public sur les aspects environnementaux.

Il est intéressant de mettre à l'épreuve ces deux modes d'articulation et la manière dont il est possible de produire une analyse véritablement transversale de la situation – environnementale, économique et sociale – d'un territoire. L'adaptation au changement climatique, thématique à l'interface entre l'EIE et le diagnostic socio-économique, peut notamment être un fil conducteur opportun pour penser l'équilibre environnemental et socioéconomique. En fonction du mode d'articulation, elle peut porter deux rôles, d'invariant et d'ensemblier, au sein du diagnostic territorial.

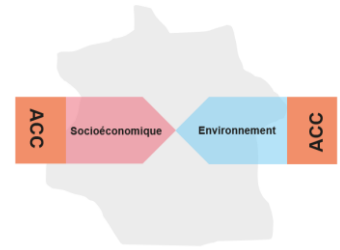
Attention ! Il ne s'agit pas d'opposer les modes d'articulation entre eux, car selon le contexte de la maîtrise d'ouvrage (ingénierie territoriale, calendrier de la planification, état de la connaissance, etc.), nous verrons que ces options sont plus ou moins opportunes à mettre en œuvre.



Deux rôles de l'adaptation au sein du diagnostic territorial : invariant et ensemblier

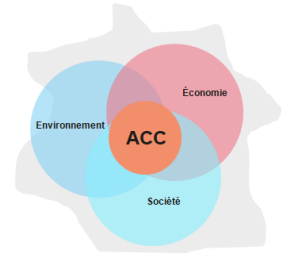
Un rôle d'invariant

Considérer l'adaptation au changement climatique comme un invariant du diagnostic territorial, c'est considérer l'adaptation comme une thématique comprise autant dans le diagnostic socio-économique que dans l'état initial de l'environnement. En particulier en « climatisant » le diagnostic socio-économique, on considère l'adaptation au changement climatique comme un phénomène incontournable du territoire, à la manière des dynamiques démographiques ou économiques. C'est pourquoi l'on peut dire que l'adaptation au changement joue ici un rôle d'invariant de la planification.



Un rôle d'ensemblier

L'adaptation au changement climatique peut également jouer un rôle d'ensemblier des volets socio-économique et de l'environnement en une seule et même partie. Ce rôle favorise en particulier une dimension dynamique du diagnostic territorial, comme support de débat collectif et de projet partagé. En montrant que l'adaptation peut être abordée comme un sujet hautement transversal du diagnostic, cette entrée figure comme un fil conducteur de l'exercice de planification. Cela incite à renouveler les finalités de gestion et d'organisation de l'espace de la planification, à travers notamment l'articulation entre sol et adaptation.



Deux propositions fictives d'articulation entre diagnostic et EIE

Afin d'illustrer ces deux rôles de l'adaptation, voici un exemple de formalisation de l'articulation entre diagnostic et EIE, expérimenté sur le territoire de Toulouse Métropole au printemps 2020, dans la perspective de révision du plan local d'urbanisme métropolitain (PLUi-H de 2019). Cette expérimentation venait répondre à la fois au contexte local de la planification urbaine de Toulouse Métropole et à une difficulté structurelle de la planification en France. Il s'agissait d'abord de profiter de l'expertise climatique acquise par la métropole pour aller plus loin, en faisant de l'adaptation du territoire toulousain au changement climatique, un sujet véritablement dimensionnant du diagnostic territorial. Travailler sur l'articulation entre diagnostic socio-économique et EIE a ensuite permis d'expérimenter plus concrètement une intégration plus qualitative et cohérente des enjeux d'adaptation (et plus largement environnementaux) avec les enjeux socio-économiques locaux.

Cette expérimentation s'est basée sur le diagnostic du PLUi-H de 2019, lequel a été construit en deux parties distinctes : un 1^{er} chapitre correspondant au diagnostic « socio-économique » et un 2nd, l'État initial de l'environnement (EIE). L'adaptation au changement climatique y était traitée au sein des deux chapitres, mais il était difficile d'identifier une vision globale sur ce sujet. Cela était dû à la fois à l'émergence de la réflexion sur l'adaptation dans les démarches de planification de l'époque mais aussi à la structuration du diagnostic territorial lui-même, le diagnostic socio-économique et l'EIE n'étant pas construits selon la même organisation¹³. Deux propositions d'articulation entre EIE et diagnostic socio-économique ont ainsi été expérimentées : une version en deux parties distinctes et une version en une seule partie, chacune appelant un rôle de l'adaptation (invariant/ensemblier) et des récits de la planification (PLUi « climatisé » / PLUi « 4 pour 1000 ») différents.

Précautions méthodologiques

Rappelons d'abord qu'il s'agit bien de deux propositions fictives d'articulation entre diagnostic socio-économique et EIE, ayant pour but d'alimenter de nouvelles manières de présenter un diagnostic territorial intégré. Ces propositions se basent sur les enjeux connus de l'aménagement du territoire et ont été élaborées en suivant les recommandations du Guide de l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme du CGDD (novembre 2019). Certains documents de planification ont servi de référence, notamment les PLUi Facteur 4 de Brest Métropole (2014), de l'Eurométropole de Strasbourg (2016) et la stratégie du SRADDET de la Région Occitanie de 2019 (approbation prévue fin 2020). La proposition n°2 s'est également inspirée des travaux de la chercheuse Maria do Rosário Partidário, laquelle a travaillé sur l'évaluation environnementale stratégique (EES) dans les plans et programmes et les conditions pour que l'EES puisse véritablement peser sur la décision d'aménagement. Son approche constructive de l'EES a notamment été mise en œuvre au milieu des années 2000 dans le cadre du projet du nouvel aéroport de Lisbonne.

¹³ Le diagnostic socio-économique était organisé par dynamiques locales, tandis que l'EIE connaissait une organisation thématique.



Proposition n°1 - L'adaptation, un invariant du diagnostic territorial : vers un PLUi « climatisé »

Le PLUi-H de Toulouse Métropole de 2019 peut être considéré comme un premier pas vers l'idée de PLUi « climatisé ». L'adaptation est abordée dans le diagnostic socio-économique et l'état initial de l'environnement à travers la problématique de l'îlot de chaleur urbain. Le caractère récent des enjeux d'adaptation et la disponibilité des connaissances en matière de climat urbain n'ont toutefois pas permis à l'époque de mettre en lumière d'autres aléas climatiques présents sur le territoire (comme par exemple les épisodes de stagnation de l'air ou les inondations par ruissellement). De même, l'organisation différente des deux chapitres, par dynamiques locales pour le diagnostic socio-économique et par thématiques pour l'EIE, ne permettaient une rencontre des enjeux d'adaptation. Il n'existait d'ailleurs pas de synthèse commune.

La proposition ci-dessous énonce une formule optimisée du diagnostic de 2019, en valorisant les nouvelles données produites sur le territoire et en mettant l'accent sur une meilleure organisation des parties, en particulier les synthèses du diagnostic. Ainsi, l'adaptation au changement joue pleinement un rôle d'invariant de la planification. On peut alors parler de PLUi « climatisé ».

Diagnostic territorial	
Diagnostic « socio-économique »	État initial de l'environnement (EIE)
Partie 1 – Socle du territoire <i>Contexte géographique et territorial</i>	Partie 1 – Paysages et milieux naturels <i>Paysage et patrimoine</i>
<i>Portrait et perspectives climatiques</i>	<i>Biodiversité</i>
Partie 2 – Dynamiques socio-économiques <i>Démographie</i> <i>Emploi et attractivité économique</i>	Partie 2 – Ressources naturelles <i>Eau</i> <i>Sol</i>
Partie 3 – Développement urbain <i>Qualité urbaine et patrimoniale</i> <i>Foncier</i>	Partie 3 – Changement climatique <i>Pressions anthropiques et GES</i>
Partie 4 – Infrastructures urbaines <i>Équipement</i> <i>Mobilité</i>	Partie 4 – Gestion des risques <i>Risques naturels</i> <i>Risques technologiques</i>
Partie 5 – Habitat <i>Logement</i> <i>Cadre de vie</i>	Partie 5 – Santé environnementale <i>Pollutions et nuisances</i> <i>Inégalités environnementales</i>
Synthèse intermédiaire : socle du territoire, dynamiques socio-économiques, développement urbain, infrastructures urbaines et habitat	Synthèse intermédiaire : paysages et milieux naturels, ressources naturelles, changement climatique, gestion des risques et santé environnementale + 1 critère ACC dans la hiérarchisation des enjeux
Synthèse commune dans le RNT : vers un PLUi « climatisé »	

L'adaptation au changement climatique : un invariant du diagnostic territorial

En gardant une structuration en deux parties distinctes, il est ici fait le choix de la simplicité en organisant les deux volets du diagnostic territorial, diagnostic « socio-économique » et EIE, sous la forme thématique. Cette option partage et équilibre au sein des deux volets les données qui brossent le portrait et les perspectives climatiques locales (s'adapter à quels aléas climatiques et dans quelle temporalité), de celles qui soulignent les impacts potentiels du changement climatique sur le territoire (autrement dit « être adapté » aux vulnérabilités saillantes du territoire au changement climatique).

Des synthèses intermédiaires - tableaux AFOM et enjeux - conclut le diagnostic territorial. Une synthèse commune dans le résumé non technique (RNT) permet de tirer les principales conclusions du diagnostic territorial, suivant le décret n°2015-1783 du 28 décembre 2015 sur le renforcement du contenu du rapport de présentation. Elles doivent être pensées comme des synthèses proactives car elles facilitent la compréhension des enjeux et appuient la construction du projet de territoire.

Un critère « adaptation » dans la hiérarchisation des enjeux environnementaux de l'EIE permet de mettre en visibilité les thématiques environnementales le plus exposées par le changement climatique. Le schéma ci-dessous reprend la méthodologie adoptée dans l'EIE de 2019 et y ajoute simplement un critère supplémentaire « bénéfiques sur la capacité d'adaptation du territoire au changement climatique »

	Critère de hiérarchisation des enjeux de l'EIE						Résultats	
	Degré d'urgence de l'intervention	Marge de manœuvre du PLUi-H	Niveau de transversalité	Bénéfice sur les ressources environnementales et paysagères	Bénéfices sur la santé publique	Bénéfices sur la capacité d'adaptation du territoire au changement climatique	Total	Force de l'Enjeu
Coefficient de pondération	5	3	1	1	1	1		
Enjeux n°1								Fort
Enjeux n°2								Moyen
Enjeux n°3								Très fort
Enjeux n°4								Fort

Un critère supplémentaire « bénéfiques sur la capacité d'adaptation du territoire au changement climatique » – D'après le tableau de hiérarchisation des enjeux environnementaux de l'EIE de 2019 (PLUi-H de Toulouse Métropole, 2019) :

Atout – inconvénient

(+) Simplicité

- la proposition améliore et optimise l'articulation du PLUi-H de 2019, en actualisant les données à disposition dans les deux parties et apportant une plus grande cohérence dans l'organisation des parties (équilibre des parties, symétrie des approches et nouveau critère de hiérarchisation de l'EIE)
- la rédaction peut être confiée à des personnes ou prestataires différents, à partir du moment où les synthèses intermédiaires respectent un format identique et le critère de l'adaptation est intégré à la hiérarchisation des enjeux environnementaux ;

(-) Demande du temps et de la rigueur

- en particulier pour les synthèses, le risque étant de produire un document lourd (effet « tiroir »). Il est recommandé de prévoir un rédacteur qui assure la cohérence de la synthèse commune au sein du résumé non technique (exemple : la synthèse commune doit faire se rencontrer les enjeux du socle du territoire et du changement climatique afin de souligner que l'adaptation au changement climatique est considérée comme un invariant de la planification urbaine).
- de même, il faut veiller à ne pas démultiplier les thématiques environnementales de l'EIE pour assurer des synthèses dynamiques.



Proposition n°2 - L'adaptation, ensemblier du diagnostic territorial : vers un PLUi « 4 pour 1000 »

Cette formule est potentiellement plus ambitieuse dans la perspective de révision du PLUi-H de 2019 et tendrait vers un PLUi que l'on pourrait qualifier de « 4 pour 1000 ». Elle s'inspire d'une initiative internationale lancée par la France en 2015, qui voulait montrer que les sols agricoles jouent un rôle crucial pour la sécurité alimentaire et le changement climatique : un taux de croissance annuel de 0,4% des stocks de carbone du sol, ou 4‰ par an, dans les premiers 30 à 40 cm de sol, réduirait de manière significative dans l'atmosphère la concentration de CO2 liée aux activités humaines¹⁴.

Le PLUi « 4 pour 1000 » se présente ainsi comme une manière d'inverser le regard sur la planification urbaine, en partant des enjeux agro-environnementaux et du climat. Le futur diagnostic territorial pourrait appuyer et mettre en récit trois enjeux métropolitains émergents soulevés dans le PLUi-H de 2019 : lutte contre la consommation de la ressource sol, pérennité et valorisation des espaces agricoles, transition énergétique et climatique.

Des synthèses intermédiaires (AFOM) complètent chaque fin de partie et une synthèse commune d'enjeux conclut le diagnostic territorial. La synthèse peut se présenter sous la forme d'un tableau de correspondance des enjeux environnementaux pour répondre à la directive n° 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement dont l'objectif est d'éclairer le public sur les aspects environnementaux.

En optant pour une structuration en une partie, il est possible d'organiser le diagnostic territorial par dynamiques territoriales. Les données d'adaptation au changement climatique sont alors réparties tout au long du diagnostic : elles permettent à la fois de poser le contexte et les enjeux climatiques toulousains et d'inscrire les vulnérabilités du territoire dans les champs de compétence de la planification locale. Par exemple, l'adaptation apparaît ci-dessous explicitement dans les parties 1 (contexte territorial) et 3 (développement urbain) dans les titres principaux (orange en gras) mais aussi de manière sous-jacente dans les autres sous-parties (orange entre parenthèses).

Diagnostic territorial
<p>Partie 1 – Une métropole traversée par de fortes mutations spatiales, territoriales et climatiques</p> <p>a. Une géographie et une histoire favorable à l'extension de la ville b. Des échelles métropolitaines en construction: intercommunale, nationale et internationale c. Un changement climatique perceptible sur le territoire (contexte, évolution et aléas climatiques)</p>
<p>Partie 2 - Une dynamique de croissance qui implique une efficacité accrue des politiques publiques</p> <p>a. Une dynamique démographique soutenue b. Un rayonnement économique de « l'excellence » à diversifier (le poids de l'aéronautique, un concentré de filières à forte VA, un potentiel d'activité agricole sensible au changement climatique...) c. Une économie de « l'intelligence territoriale » essentiel à développer (dont l'économie circulaire, alimentation locale...)</p>
<p>Partie 3 – Une maîtrise du développement urbain qui reste à inscrire durablement</p> <p>a. Une diversité paysagère et patrimoniale sous tension b. Une diversité urbaine encore insuffisamment exploitée c. Une gestion du sol toujours à ménager et à perméabiliser (une consommation importante qui tend à se ralentir, une métropole toulousaine peu perméable)</p>
<p>Partie 4 – Un bon niveau de maillage des infrastructures urbaines à adapter</p> <p>a. Une couverture des équipements étendue mais à optimiser au regard des projets d'urbanisation b. Des réseaux étendus qui connaissent toutefois des difficultés d'adaptation (en particulier les réseaux humides) c. Une cohérence urbanisme transport à poursuivre (dont la qualité bioclimatique du réseau viaire)</p>
<p>Partie 5 - Une exigence forte : des habitants et des habitats au cœur de la métropole</p> <p>a. Une offre en logements qui reste à équilibrer et à améliorer (dont la conception bioclimatique) b. Une métropole des proximités à enrichir (une mobilité à améliorer, une vulnérabilité face aux risques naturels...) c. Des habitats riches en biodiversité aux multiples services (dont les îlots de fraîcheur)</p>
+ tableau de correspondance des enjeux environnementaux
Synthèse commune : vers un PLUi « 4 pour 1000 »

L'adaptation au changement climatique : ensemblier du diagnostic territorial – D'après le diagnostic du PLUi-H de Toulouse Métropole (2019)

¹⁴ Pour en savoir plus, le site de la démarche "4 pour 1000" : [Qu'est-ce que l'Initiative "4 pour 1000" ?](#)

Des synthèses intermédiaires (AFOM) complètent chaque fin de partie et une synthèse commune d'enjeux conclut le diagnostic territorial. La synthèse peut se présenter sous la forme d'un tableau de correspondance des enjeux environnementaux pour répondre à la directive n° 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement dont l'objectif est d'éclairer le public sur les aspects environnementaux.

Le schéma ci-contre présente par exemple les enjeux de la dernière partie « Une exigence forte : des habitants et des habitats au cœur de la métropole », simplifié en « Habitants et habitats ». Les enjeux environnementaux, distingués en bleu, sont ainsi facilement identifiés.

Socle du territoire	Croissance socio-économique
Gestion des espaces	Réseaux et infrastructures
Habitants et habitats	
L'anticipation des besoins en logements	Le renforcement de la production de logements à prix abordable
La revitalisation des commerces de proximité des centres-bourgs	La valorisation d'une alimentation de proximité et en circuits courts
L'amélioration énergétique et bioclimatique des logements	La protection et valorisation des champs d'expansion des crues
Le développement de la biodiversité intra-urbaine	L'amélioration de la qualité de l'air (pollution locale, pollens)

Exemple synthèse des enjeux et tableau de correspondance des enjeux environnementaux

Atout - Inconvénient

(+) Support de projet

- Cette proposition permet de se saisir plus intensément des données d'adaptation du diagnostic pour appuyer le projet d'aménagement du territoire. Elle constitue une évolution dans la démarche d'intégration intercommunale, orientée vers un projet collectif et partagé, le PLUi-H de 2019 ayant demandé un travail conséquent d'homogénéisation des 37 documents d'urbanisme en un document unique ;
- À travers l'idée de PLUi « 4 pour 1000 », la gestion et l'organisation du sol renvoie non seulement à la consommation d'espace et à la gestion du foncier métropolitain, mais aussi à la pérennité et la valorisation des espaces agricoles (support d'activités économiques et de paysages agro-naturels majoritaires sur le territoire), ainsi qu'à la perméabilité des sols et à la séquestration carbone (de la ville dense à la campagne agricole). Il s'agit de valoriser et croiser de nouvelles manières de penser l'aménagement des territoires urbains : agri-urbanisme, urbanisme climatisé, urbanisme perméable...

(+) Vision globale

- Cette proposition répond aux enjeux émergents soulevés dans le PLUi-H de 2019, tout en n'oubliant pas les autres enjeux environnementaux, ce qui est notamment permis par l'organisation en une seule partie ;
- La synthèse commune unique favorise la compréhension des enjeux. Elle doit en revanche ne pas être produite à la fin de la rédaction du document mais en même temps que les premières versions du diagnostic adressées aux élus. Cette attitude est pragmatique : faute de temps, les élus ou les techniciens non rédacteurs ne s'investissent pas tous dans une lecture complète du document

(-) Demande une culture de la transversalité et de la gouvernance

- Tant pour la collaboration technique que politique, cette compétence est nécessaire pour ne pas se perdre dans la démarche d'élaboration. Un groupe de rédacteurs coordonnateurs doit être désigné pour suivre la structuration du diagnostic et veiller à la cohérence d'ensemble.
- Les élus sont mobilisés en amont dans l'élaboration du diagnostic, en posant la cadre de référence et les facteurs incontournables du diagnostic.

Références bibliographiques

- ADEME. Février 2012. Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale. URL : <https://www.ademe.fr/diagnostic-vulnerabilite-dun-territoire-changement-climatique> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME. Février 2013. Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, recueil de littérature internationale. URL : <https://www.ademe.fr/indicateurs-vulnerabilite-dun-territoire-changement-climatique-recueil-litterature-internationale>
- ADEME. Octobre 2016. Dossier en ligne « Qualité des sols » : sols et changement-climatique. URL : <https://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/chiffres-cles-observations/dossier/qualite-sols/sols-changement-climatique> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME. Décembre 2016. PCAET : Comprendre, construire et mettre en œuvre. Collection Clés pour agir. URL : <https://www.ademe.fr/pcaet-comprendre-construire-mettre-oeuvre> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME. Décembre 2017. Surchauffe urbaine : recueil de méthodes de diagnostic et d'expériences territoriales. Collection Ils l'ont fait. URL : <https://www.ademe.fr/surchauffe-urbaine-recueil-methodes-diagnostic-dexperiences-territoriales> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME. Septembre 2019. Capacité d'adaptation au changement climatique des entreprises, recueil d'expériences. URL : <https://www.ademe.fr/capacite-dadaptation-changement-climatique-entreprises> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME. Octobre 2019. Diagnostiquer l'impact du changement climatique sur un territoire : guide méthodologique – TACCT. Collection Clés pour agir. URL : <https://www.ademe.fr/diagnostiquer-limpact-changement-climatique-territoire> [consulté le 2 septembre 2020]
- ADEME / sous la direction de MARRY Solène. 2020. Adaptation au changement climatique et projet urbain. Éditions Parenthèses. Collection Architectures, 137 p.
- ARTELIA et RCT, Étude des impacts socio-économiques de l'adaptation au changement climatique de la région Île-de-France, rapport final, octobre 2012
- AUPA Agence d'urbanisme Pays d'Aix-Durance. Janvier 2020. Cahier pédagogique pour une meilleure compréhension globale du phénomène d'ICU (cahier n°1). URL : <https://www.aupa.fr/node/360> [consulté le 2 septembre 2020]
- AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine. Novembre 2019. Co-bénéfice des actions en faveur du climat. Glossaire. URL : <https://www.aua-toulouse.org/glossaire-co-benefice-des-actions-en-faveur-du-climat/> [consulté le 2 septembre 2020]
- AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine. Décembre 2019. Chaleur et santé en ville. Publication 360. URL : <https://www.aua-toulouse.org/360-chaleur-et-sante-en-ville/> [consulté le 2 septembre 2020]

- AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine. Décembre 2019. Les ICU sous surveillance. Publication 360. URL : <https://www.aua-toulouse.org/les-ilots-de-chaleur-urbains-sous-surveillance-2/> [consulté le 2 septembre 2020]
- AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement Toulouse aire métropolitaine. Juin 2020. Atlas climatique de Toulouse Métropole. URL : <https://www.aua-toulouse.org/atlas-climatique/> [consulté le 2 septembre 2020]
- BERDOULAY V. et SOUBEYRAN O. (dir.). 2015. Aménager pour s'adapter au changement climatique : un rapport à la nature à reconstruire. PUPPA.
- BRGM. 2009. Vulnérabilité : état de l'art sur les concepts et méthodes d'évaluation. Rapport final.
- CEREMA. Janvier 2017. Planification énergie-climat / PLUi : quelles articulations ? Fiches « PLUi et énergie » n°1. URL : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/plui-energie> [consulté le 2 septembre 2020]
- CGDD. Novembre 2019. Évaluation environnementale : le guide de l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme (fichier ZIP). Théma. URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-environnementale#e6> [consulté le 2 septembre 2020]
- DÉPARTEMENT SEINE-ET-MARNE et MÉTÉO FRANCE. Octobre 2016. Les impacts du changement climatique en Seine-et-Marne. Synthèse.
- DUMAS G. 2017. Conception et mobilisation des cartographies des « Zones Climatiques Locales » : entre recherche en climatologie urbaine et métiers de l'urbanisme. Mémoire de master 2 en géographie. Université Jean Jaurès. Toulouse.
- DUMAS P. 2006. L'évaluation des dommages du changement climatique en situation d'incertitude : l'apport de la modélisation des coûts de l'adaptation. Thèse en économie de l'Environnement. EHESS. Paris.
- GEORGE E., ACHIN C., FRANCOIS, H., SPANDRE P., MORIN S., VERFAILLIE D. 2019. Changement climatique et stations de montagne alpines : impacts et stratégies d'adaptation. Revue Sciences Eaux & Territoires. N° 28. URL : <http://www.set-revue.fr/changement-climatique-et-stations-de-montagne-alpines-impacts-et-strategies-dadaptation> [consulté le 2 septembre 2020]
- GISSOL. Partageons la connaissance des sols : site internet d'observation et de gestion du système d'information des sols de France. URL : <https://www.gissol.fr/> [consulté le 7 juillet 2020]
- GODARD O. 2010. Cette ambiguë adaptation aux changements climatiques. Natures Sciences Sociétés. Volume 18 (3). Dossier « Adaptation aux changements climatiques ». pp. 287-297. URL : <https://www.cairn.info/journal-natures-sciences-societes-2010-3-page-287.htm> [consulté le 2 septembre 2020]
- GRAND LYON. Novembre 2019. Plan climat air énergie territorial 2030. URL : <https://www.grandlyon.com/projets/plan-climat.html> [consulté le 2 septembre 2020]
- HIDALGO J., TOUATI N., JÉGOU L., HAOUËS-JOUBE S., BAHOKEN F., BRONNER A.-C., LE CAMPION G., JOUGLA R., MAINSONOBE M., PIERSON J., PISSOAT O. Article en cours d'écriture. Cartographier le

climat local au service de l'urbanisme Une contribution méthodologique pour la production de cartes climatiques pour la planification urbaine à travers l'exemple de la gestion du confort d'été

- IAU Institut Paris Région. Septembre 2014. La vulnérabilité de la ville à la chaleur par l'approche Zones climatiques locales. Note rapide. N°661. URL : <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/la-vulnerabilite-de-la-ville-a-la-chaleur-par-lapproche-zones-climatiques-local.html> [consulté le 2 septembre 2020]
- JOLY D., BROSSARD T., CARDOT H., CAVAILHES J., HILAL M. et WAVRESKY P. 2010 (mis à jour en 2015). Les types de climats en France, une construction spatiale. Cybergeo : European Journal of Geography. URL: <https://journals.openedition.org/cybergeo/23155> [consulté le 2 septembre 2020]
- KOPF S. Ha-Duong M., Hallegatte S. 2008. Using Maps of City Analogues to Display and Interpret Climate Change Scenarios and their Uncertainty. Working papers.
- OJEDA H. et SAURIN N. 2014. L'irrigation de précision de la vigne : méthodes, outils et stratégies pour maximiser la qualité et les rendements de la vendange en économisant de l'eau. Innovations Agronomiques. Volume 38. pp. 97-108
- ONERC. 2019. Le changement climatique KESAKO ? Panneau d'exposition
- PARTIDÁRIO do Rosário M. 2010. L'Évaluation Environnementale Stratégique (ESS) peut-elle changer la donne ? Comment l'EES peut-elle peser sur les décisions d'investissement dans les infrastructures ? Dans OCDE : Les perspectives du transport interurbain de personnes, rapprocher les citoyens. Éditions OCDE. URL : https://read.oecd-ilibrary.org/transport/les-perspectives-du-transport-interurbain-de-personnes/l-ees-change-t-elle-la-donne_9789282102701-20-fr#page1 [consulté le 2 septembre 2020]
- RÉSEAU ACTION CLIMAT France. 2015. Le climat se modifie. Panneau d'exposition. URL : <https://reseauactionclimat.org/publications/panneaux-exposition-sensibilisation-changements-climatiques/> [consulté le 2 septembre 2020]
- RÉSEAU ACTION CLIMAT France. Novembre 2015. Témoins des changements climatiques. URL : <https://reseauactionclimat.org/publications/temoins-des-changements-climatiques/> [consulté le 2 septembre 2020]
- SIMONET G. 2009. Le concept d'adaptation : polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. Natures Sciences Sociétés. Vol.17/4. pp.392-401
- SOUBEYROUX J-M., BERNUS S., CORRE L., GOUGET V., KERDONCUFF M., SOMOT S., TOCQUER F. 2020. Le nouveau jeu de simulations climatiques régionalisées sur la France pour le service Drias. Actes du XXXIIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie. p 641-646
- SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT. Février 2016. Étude de vulnérabilité de la ville de Laval (Québec). Rapport final.
- TOULOUSE MÉTROPOLE. À paraître. Guide pour la prise en compte du climat dans la construction de la métropole de demain de Toulouse Métropole
- UNIVERSITÉ DE LAVAL. 2018. Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques. Document Synthèse. URL : <https://atlas-vulnerabilite.ulaval.ca/projet/> [consulté le 2 septembre 2020]

Sigles et acronymes

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AFOM	Atout-Faiblesse-Opportunité-Menace (méthode)
AUAT	Agence d'urbanisme de Toulouse aire métropolitaine
Ae	Autorité environnementale
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CGDD	Commissariat général au développement durable
EIE	État Initial de l'Environnement
EES	Évaluation Environnementale Stratégique
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
LCZ	Local Climate Zones (ou Zones climatiques locales)
MApUCE	Modélisation Appliquée au droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie (programme de recherche ANR 2014-2017)
OFB	Office Français de la Biodiversité
ONERC	Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
ORCAE	Observatoire Régional climat, Air et Énergie
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PÆNDORA	Planification, Adaptation, Énergie : Données Territoriales et Accompagnement (programme de recherche ADEME 2017-2020)
PCAET	Plans Climat Air Énergie Territoriaux
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PNACC	Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
SCoT	Schéma de Cohérence Territoriale
SIG	Systèmes d'Information Géographique
SNBC	Stratégie Nationale Bas-Carbone
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat-Air-Énergie

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



KIT DES DONNÉES CLÉS DE L'ADAPTATION

Le Kit des données clés de l'adaptation accompagne la prise en compte de l'adaptation des territoires au changement climatique dans les diagnostics des documents d'urbanisme. Il a pour but d'aider à repérer quelles sont les données majeures à retenir pour intégrer l'enjeu d'adaptation climatique dans le cadre d'un exercice de planification.

Ce Kit vise ainsi à accompagner la structuration d'un diagnostic sur l'adaptation des territoires au changement climatique pour un document d'urbanisme. Il a été pensé comme un support à la fois technique, en dotant les acteurs de la planification d'une vraie culture opérationnelle de l'adaptation, en complément des chargés PCAET, et pédagogique, en favorisant la compréhension et l'appropriation d'un sujet à la croisée entre plusieurs enjeux et secteurs de l'urbain.

S'appuyant sur une coopération entre chercheurs et praticiens de Toulouse Métropole et de l'agence d'urbanisme de Toulouse aire métropolitaine (AUAT), les méthodes et approches proposées reposent sur des outils de collecte et d'interprétation des données climatiques, ainsi que des méthodes de cohérence et de formalisation du diagnostic territorial dans les documents d'urbanisme.

011227

