

Les rendez-vous de l'Adaptation

Fortes chaleurs et canicules

Les différents types d'évènements et perspectives au regard de la TRACC

Trajectoire de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC)

Au niveau des températures, il existe déjà de fortes disparités de vulnérabilités entre territoires, avec un gradient nord-ouest / sud-est notable. La Bretagne va faire face à une augmentation de la température moyenne.

Cette augmentation moyenne va engendrer nombre d'autres impacts :

Le pic de chaleur

Il correspond à une température anormalement chaude (>25° en journée) voire très chaude (>30°) pendant un ou deux jours. Il peut être local.

Perspectives 2100

Il pourrait y avoir dans le sud-est de la Bretagne jusqu'à 46 jours par an qui dépassent les 30°

La vague de chaleur

Elle correspond à une température anormalement chaude pendant plusieurs jours, à l'échelle nationale.

Perspectives 2100

Ma tendance aux épisodes consécutifs s'inscrit dans la durée. La projection la plus pessimiste prévoit jusqu'à 4 fois plus de vagues de chaleurs et jusqu'à 2 mois consécutifs pour la plus longue

La canicule

Elle correspond à une vague de chaleur très forte, y compris la nuit, de plus de 3 jours, avec une redescente de température plus faible que d'habitude. Le terme « vigilance canicule » utilisé par Météo France signifie que la canicule constitue un risque sanitaire.

Perspectives 2100

Les nuits chaudes - où la température reste au-dessus de 20° - qu'on appelle aussi « nuits tropicales », vont devenir beaucoup plus fréquentes.

À +2,7°C (perspective 2050), 2022 va devenir une année moyenne. Le record de températures pourrait être de 47°.

Le nombre moyen de vagues de chaleurs est projeté à 2 par an, et pourrait atteindre un record de 5 par an. Les besoins en confort thermiques l'été seront multipliés par 3.

À +4°C (perspective 2100), 2022 va devenir une année fraîche d'ici 2100. Le record de températures pourrait être de 51°. Le nombre moyen de vagues de chaleurs est projeté à 3 par an, avec un record de 6 par an. Les besoins en confort thermiques l'été seront multipliés par 4,5.

La disparité nord - ouest / sud-est déjà présente se maintiendra dans le futur.

La chaleur, une composante clé pour les sociétés et les écosystèmes

La chaleur s'intensifie, particulièrement l'été.

Pour illustrer ces données prospectives, prenons l'exemple de Rennes. Depuis le début du 20^{ème} siècle, les températures moyennes l'été sont allées crescendo : 17,3°C sur la période 1901-1930, 18,6°C sur la période 1996 - 2025.

Les projections confirment cette dynamique : 20,3°C en moyenne sur la période 2041 - 2050 ; 22°C sur la période 2074 - 2100, avec des étés plus chauds que celui de 2025 neuf années sur dix.

La chaleur, une problématique pour les sociétés et les écosystèmes

Les besoins en chaleur sont essentiels pour les êtres vivants (humains, flore, faune). Mais au-delà de certains seuils, les effets et les conséquences peuvent être très graves :

- **pour la santé humaine** : une hausse de la mortalité et des hospitalisations, notamment selon l'âge.
- **pour l'agriculture** : des pertes de rendements, du stress pour les animaux, une augmentation des besoins en eau, des décalages phénologiques (c'est-à-dire des stades de développement des espèces) qui vont impacter l'ensemble des chaînes agricoles.
- **pour l'économie** : une baisse de la productivité, un décalage ou une suspension des chantiers extérieurs, une hausse des arrêts maladie. Les économistes estiment les coûts, au niveau national, des grandes canicules des années récentes de 8 à 10 milliards d'euros.
- **pour l'énergie et les infrastructures** : une fragilisation des équipements (asphalte, caténaires), un recours à la climatisation, des difficultés de refroidissement des centrales, une restriction de la production énergétique
- **pour les écosystèmes** : des répercussions en cascade sur les sols, les rivières, la mer et les littoraux, une accélération de l'assèchement des végétaux et des risques de feux, un dépérissement d'espèces, et la prolifération d'autres.

La ville modifie le climat local et génère un îlot de chaleur urbain (ICU)

Le milieu urbain provoque les effets suivants :

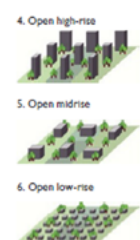
- une absorption du rayonnement solaire pendant la journée,
- une lente restitution sous forme de chaleur sensible durant la nuit,
- une évapotranspiration réduite par rapport à la campagne,
- une chaleur dégagée par les activités anthropiques (secondaire).

Comment sont mesurées ces données ?

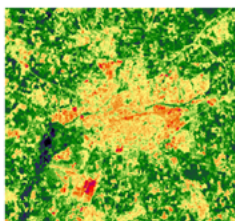
Les méthodes de diagnostic varient, et la répartition spatiale des températures est très importante.

En ville, le confort thermique qu'on peut avoir pendant la journée est une sensation très variable à l'échelle micro locale, sur lesquelles il y a assez peu de mesures, mais de la modélisation.

Le phénomène d'îlot de chaleur va se produire la nuit et à une échelle supérieure, à l'échelle d'un topoclimat jusqu'à plusieurs kilomètres.



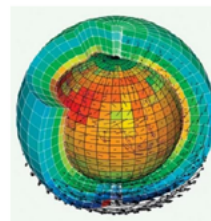
Local Climate Zone (LCZ)



Imagerie infrarouge (Landsat)



Réseau de mesures



Modélisation (spatiale ou physique)

Zoom sur les outils de diagnostic des ICU

Les **Local Climate Zone** sont très souvent utilisées à l'échelle nationale et internationale, ce qui permet d'ailleurs d'avoir un vocabulaire international et de faire des comparaisons. Les LCZ, c'est une typologie des quartiers urbains, en fonction de la densité des bâtiments (dimensions verticales et quantité de regroupements) croisée avec la végétation. Par exemple, le LCZ 1 correspondrait à Manathan et le LCZ 9 à un quartier pavillonnaire. Cet outil est intéressant car assez simple d'accès. Il donne un îlot de chaleur potentiel mais il ne va pas permettre d'indiquer l'intensité de l'îlot de chaleur.

Les **imageries satellitaires** permettent de voir à différentes résolutions (kilométriques ou de plusieurs dizaines de mètres) les tâches chaudes de températures de surfaces. Cet outil donne les températures de surface mais ne va pas permettre de donner la température de l'air. L'îlot de chaleur de surface est assez proche de l'îlot de chaleur la nuit. En revanche le jour il y a un décalage important entre la température de surface et de l'air. Il est donc intéressant pour identifier les sources potentielles d'émissions en ville.

Les **réseaux de mesures** sont des capteurs, qui permettent d'objectiver la mesure et quantifier précisément l'îlot de chaleur.

Les **modélisations** (spatiales ou physiques) sont souvent couplées aux réseaux de mesure et permettent d'aller plus loin dans la cartographie des éléments.

Il résulte des données mesurées que la ville est un grand accélérateur du changement climatique, en superposant l'effet global à l'échelle locale.

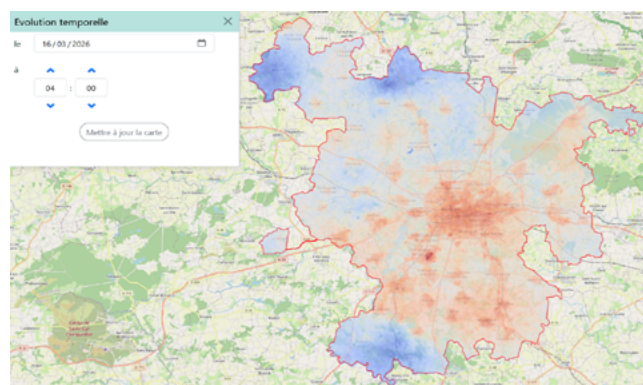
Mesurer la température ressentie par les habitant-es grâce à des réseaux de capteurs

Comment mesurer la température ressentie par les habitant-es dans les villes ? Grâce à des outils de mesure mobiles ou fixes.

À Rennes par exemple, environ 40 stations météorologiques ont été posées, ainsi que 180 capteurs connectés plus petits. Ces données peuvent être visualisées sur le *Rennes Climate Urban Network*.

Pour aller plus loin et aller dans une dimension cartographique, il existe des outils de spatialisation en temps réel des ICU, tels que *urba-clim.com*.

Cela permet notamment de constater que l'ICU peut aussi être présent dans les villes moyennes et les centres bourgs.



©Vincent Dubreuil, LETG, Université de Rennes 2

Ces mesures permettent de constater que l'îlot de chaleur disparaît le jour et se reforme la nuit. C'est un phénomène nocturne. Plus l'espace est densément construit plus l'îlot de chaleur augmente. À l'inverse, plus la végétation est dense, plus l'îlot de chaleur diminue. Il est aussi conditionné par les conditions météorologiques : il peut y avoir des îlots de chaleur dans des situations fraîches s'il n'y a pas beaucoup de nuages et pas beaucoup de vent.

Les cartes : des outils de diagnostic, de sensibilisation, et de planification

La carte, au-delà d'être un outil de diagnostic, est à la fois un outil de portée à connaissance à la population, et un outil d'aide à la décision pour les acteurs du territoire. Ces outils cartographiques de référence peuvent par exemple servir pour le PCAET, le PLUi.

Vers des îlots de chaleurs urbains plus fréquents et plus intenses

Prenons l'exemple de Rennes Métropole : le nombre de jours chauds augmente depuis 1945, y compris dans la campagne de Rennes. Nous sommes sur un changement spectaculaire d'augmentation des nuits tropicales et de leur intensité.

Dans la campagne rennaise, alors que le phénomène était quasi inexistant en 1945, nous sommes en présence de nuits tropicales 1 année sur 2.

En ville, il y a entre 5 et 8 nuits tropicales par an et jusqu'à 12 en 2023. En mai 2026, il y a eu 4 nuits tropicales, ce phénomène à cette période de l'année n'avait jamais été observé avant.

Les solutions à planifier et à mettre en œuvre

Différents types de solutions permettent de lutter contre les impacts des vagues et îlots de chaleur :

- **Les solutions « vertes » sont inhérentes à la végétalisation des villes.**
Les arbres sont des alliés de taille pour le confort thermique. Ils apportent un effet d'ombrage. Leur évapotranspiration permet un refroidissement de l'air. La végétation va permettre de dissiper l'énergie et l'effet îlot de chaleur la nuit.
- **Les solutions « grises » sont relatives à l'aménagement urbain, à l'utilisation des matériaux, à l'utilisation de l'albedo - cool - roof par exemple.**
- **Les solutions « bleues »** permettent également d'apporter de la fraîcheur en ville grâce à l'eau. Rennes Métropole a ainsi supprimé un parking pour découvrir la Vilaine et rafraîchir le centre-ville de Rennes. Bordeaux Métropole a aménagé des miroirs d'eau pour ses habitants. C'est une des solutions de son programme « Métropole Rafrachissante ».



©Vincent Dubreuil, LETG, Université de Rennes 2

Rafrâchir les milieux urbains : retours d'expérience de Bordeaux Métropole

Bordeaux Métropole est constituée d'environ 50 % d'espaces urbanisés (incluant 23 Quartiers Prioritaires de la Ville) et 50 % espaces naturels.

Étape 1 : le diagnostic de vulnérabilité territoriale à la chaleur

Dès 2013, les températures de surface ont été cartographiées par images satellitaires.

En 2022, il y a eu 54 jours où les températures ont dépassé les 30°. Il a été mesuré que 99 % des habitants de la Métropole sont exposés à une très forte chaleur (+36°C), avec une surmortalité au niveau départemental.

Les modélisations projettent jusqu'à 20 fois plus de nuits tropicales par an d'ici 2100.

Ce travail cartographique a été un réel moteur pour mobiliser les élu-es et initier un programme d'actions dédié. Les centres bourgs des communes de la métropole ont été identifiés comme lieux d'actions prioritaires.

Étape 2 : le diagnostic de vulnérabilité sociale à la chaleur

En collaboration avec l'agence d'urbanisme, un indice de vulnérabilité sociale a été créé pour prioriser les actions sur les territoires au sein desquels les populations sont les plus vulnérables à la chaleur. Cet indice croise les données suivantes : températures de surface, sensibilités, et capacité à faire face (notamment grâce aux lieux de fraîcheurs cartographiés). Ce diagnostic a mis en exergue la vulnérabilité forte de 52% de la population, notamment les personnes âgées, les enfants en bas âges, les foyers en précarité thermique au niveau de leur logement.

Étape 3 : la mise en action

La démarche s'est déroulée comme suit :

- Des études de ce qui est déjà mis en place dans les politiques publiques ont été menées, en examinant ce qui est fait dans les pôles territoriaux (habitat, aménagement, politique de la Ville notamment).
- Des ateliers ont été organisés avec les directions et élu-es. de la Métropole, les communes, afin de définir les priorités et d'en décliner des choix politiques et un plan d'actions.

Un objectif phare a découlé de cette 1ère phase : que chaque habitant puisse avoir un espace de fraîcheur à 5 minutes de son lieu de vie. Aussi, les réponses doivent être territorialisées et adaptées pour identifier l'effort décisif au niveau local. Par exemple : garantir un accès équitable au confort thermique, lutter contre l'isolement social, permettre de limiter les déplacements en ayant les services à proximité.

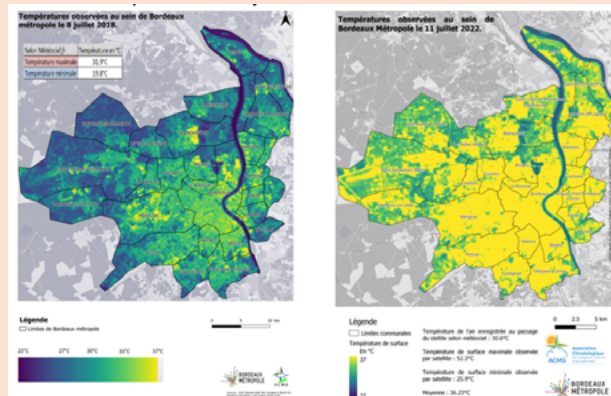
© Vers une métropole rafraîchissante a urba (2023), diagnostic des aléas naturels, climatiques et technologiques, artelia (2023), Landsat thermique juillet 2018 et juillet 2022)

De nouveaux indicateurs ont été créés pour programmer la fraîcheur :

- Accès aux espaces frais
- Accès à l'eau avec les fontaines à boire
- Parcours fraîcheur
- Canopée
- Désimperméabilisation des sols
- Confort thermique dans le bâti

10 actions prioritaires ont été identifiées, à court et long terme :

1. Création de 100 oasis urbaines d'ici fin 2026, et de parcours fraîcheur pour mailler les territoires
2. Adoption d'un Plan fontaines : création de 100 nouvelles fontaines à boire d'ici fin 2026
3. Mise en place d'un Fonds d'expérimentation pour les solutions ponctuelles
4. Mise en place de solutions fraîcheur citoyennes via le 2e Budget Participatif métropolitain (1 million d'euros) en associant les acteurs locaux (commerçants, tissu associatif, etc.)
5. Identification des lieux refuges sur la Métropole, cartographie des espaces frais
6. Démultiplication des cours d'écoles végétalisées sur toutes les communes métropolitaines
7. Renforcement des plans canicule communaux et mobilisation de la réserve citoyenne
8. Adaptation des bâtiments (confort thermique d'été)
9. Production de froid (réseaux de froid en géothermie de surface) pour éviter le recours à la climatisation individuelle
10. Evitement de la création d'îlot de chaleur : intégrer de nouveaux standards à tous les documents de référence (PLU, espaces publics à vivre, ...)



Ressources

- Mon Territoire à +4°, OEB
- Chiffres clefs de l'évolution du climat en Bretagne, OEB
- Programme d'adaptation à la chaleur, Bordeaux Métropole
- Plantons 1 millions d'arbres, Bordeaux Métropole
- Haut Conseil Breton pour le Climat, HCBC
- Îlots de chaleur urbains : quelles solutions pour la ville de demain? , L'aire d'u
- Plus fraîche ma ville, ADEME

TÉMOIGNAGE



Accompagner les exécutifs à l'échelle des communes pour hiérarchiser les projets en fonction de là où la vulnérabilité est la plus forte, là où il y aura le plus d'impacts, là où il y aura le plus de co-bénéfices sur la santé, la résilience, l'activité économique. Accélérer le déploiement. Intégrer la fraîcheur dans l'ensemble des programmations.

Camille Forgeau, Responsable du programme
Métropole rafraîchissante, Bordeaux Métropole



Atténuation et adaptation sont complémentaires et indissociables !