

Les effets des vagues de chaleur sur la santé

Le rôle de l'îlot de chaleur urbain

Webinaire Adapt'Action
10 janvier 2025

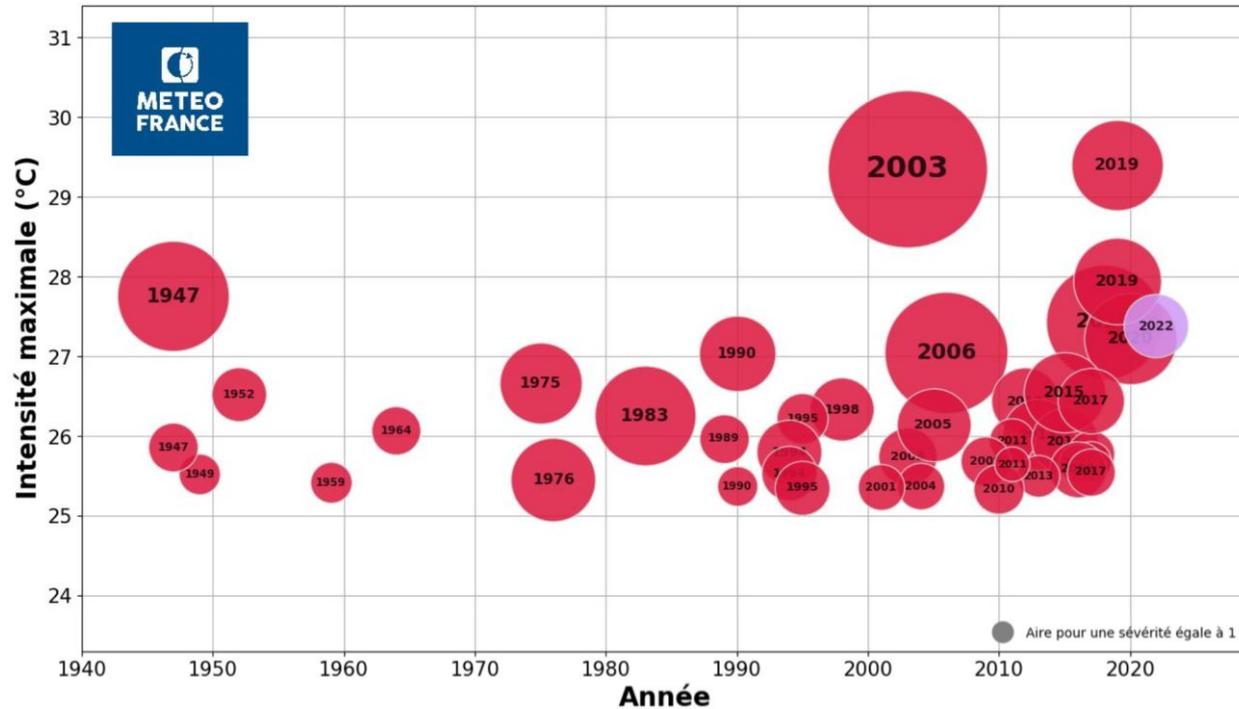
Basile Chaix
UMR-S 1136, IPLESP
(Inserm –
Sorbonne Université)

Les vagues de chaleur en France

Vagues de chaleur observées en France
1947 à 2022 : 44 épisodes identifiés

Augmentation de la **fréquence**, de la **durée** et de l'**intensité** des vagues de chaleur

Extension de l'**aire géographique** et de la **période de survenue** des vagues de chaleur



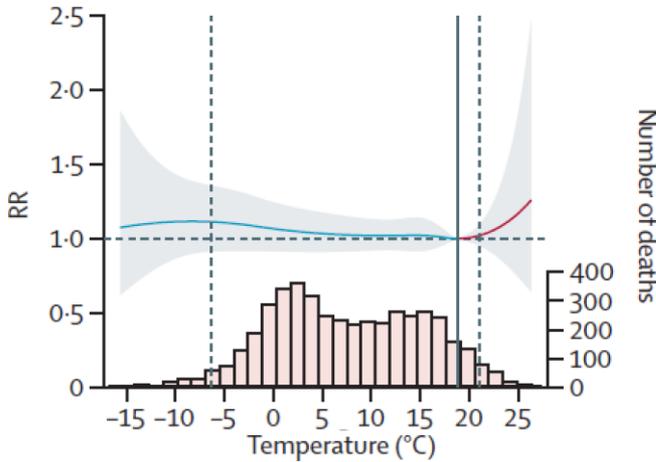
Avant 1989, une vague de chaleur **tous les 5 ans** environ ; depuis 2010 **près de 2 par an**.

Sur les 35 dernières années, elles ont été **3 fois plus nombreuses** que sur les 35 années précédentes.

Le nombre de jours de vagues de chaleur a été **multiplié par 9**.

Température et mortalité – international

Stockholm, Sweden



Température moyenne: 10,4°

Mortalité minimum: 19,4°

90^{ème} percentile de température

Mortalité attribuable à la chaleur: 0,30%

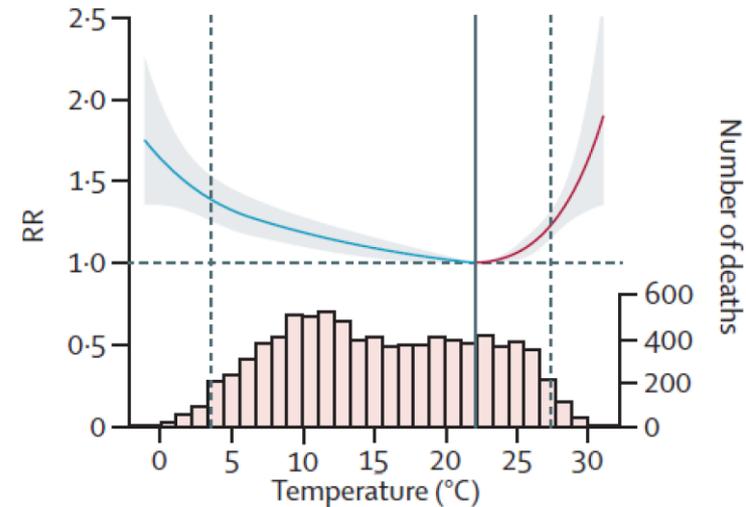
Température moyenne: 7,5°

Mortalité minimum: 18,8°

93^{ème} percentile de température

Mortalité attribuable à la chaleur: 0,18%

Rome, Italy



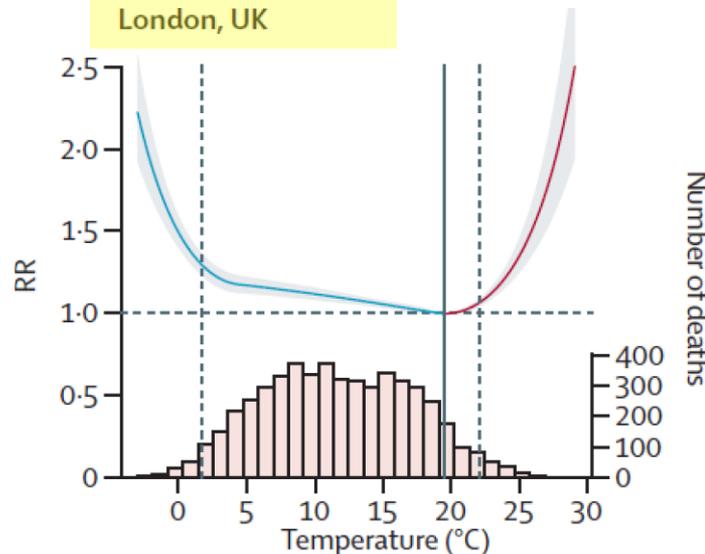
Température moyenne: 15,4°

Mortalité minimum: 22,1°

79^{ème} percentile de température

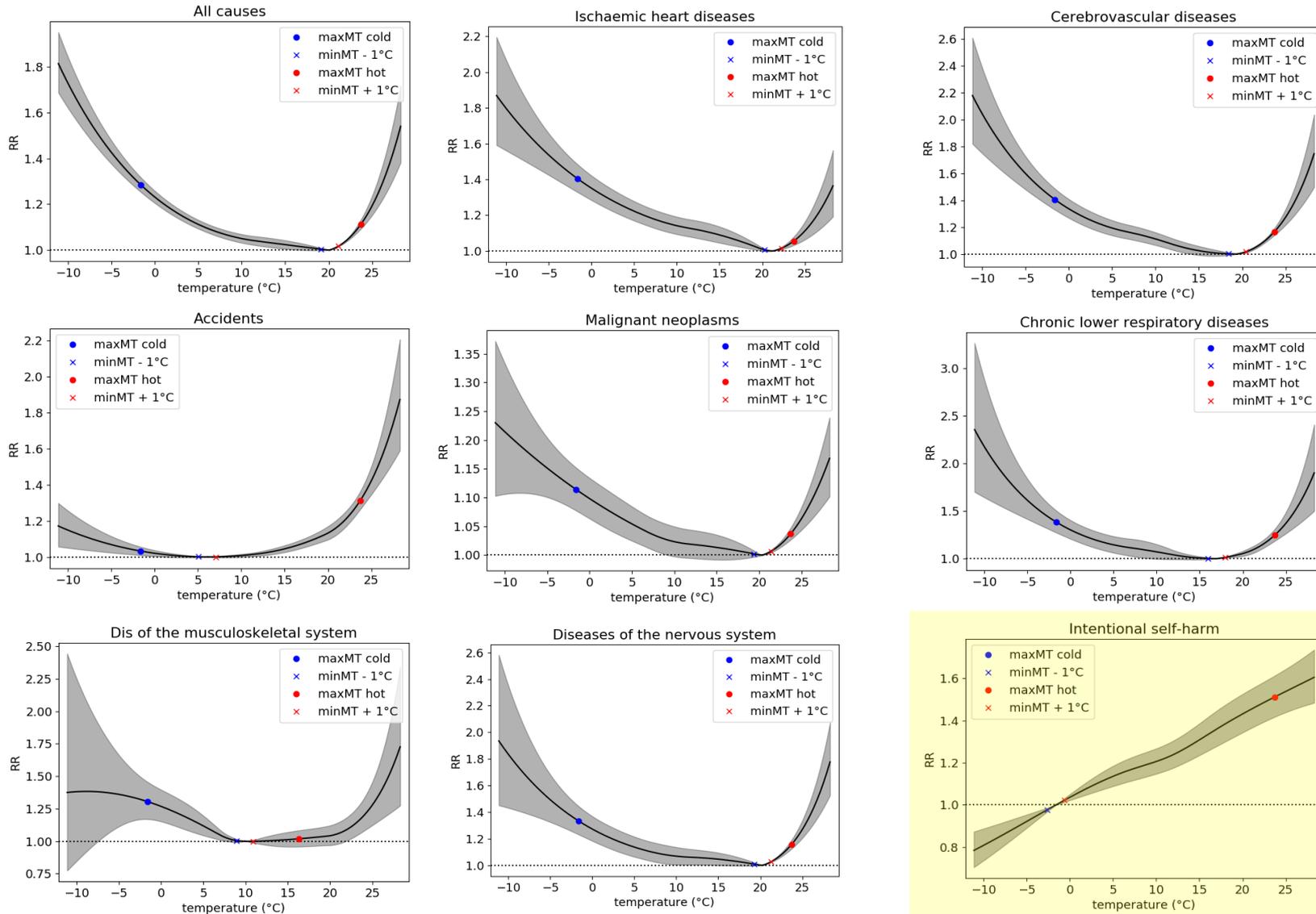
Mortalité attribuable à la chaleur: 1,62%

London, UK



Température et mortalité – France

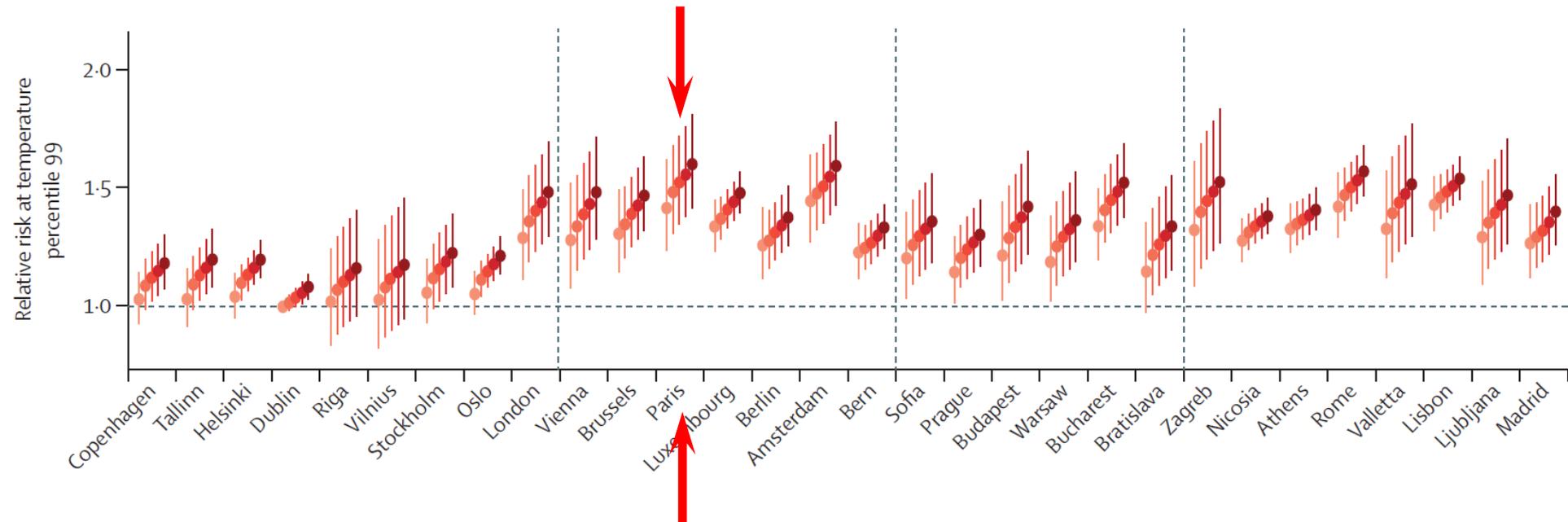
Relation à court terme, 1968 – 2016



Température et mortalité – international

854 villes de 30 pays

La ville avec le risque relatif lié à la chaleur le plus élevé dans toutes les tranches d'âges était Paris, avec un risque relatif de 1,60 (1,42 – 1,81) pour les 85 ans et plus.



Relation température – mortalité modélisée avec un modèle non-linéaire à retards échelonnés

Vagues de chaleur et mortalité

Années 2014 - 2022

- Près de 33 000 décès liés à la chaleur entre 2014 et 2022 ... dont 23000 décès de personnes âgées de 75 ans et plus
- Entre 1 000 et 7 000 décès sont attribuables à la chaleur chaque année, selon le contexte météorologique
- Parmi les décès, 28% ont été observés pendant les canicules telles que définies par le plan de gestion des vagues de chaleur, alors qu'elles ne représentent que 6% des jours étudiés

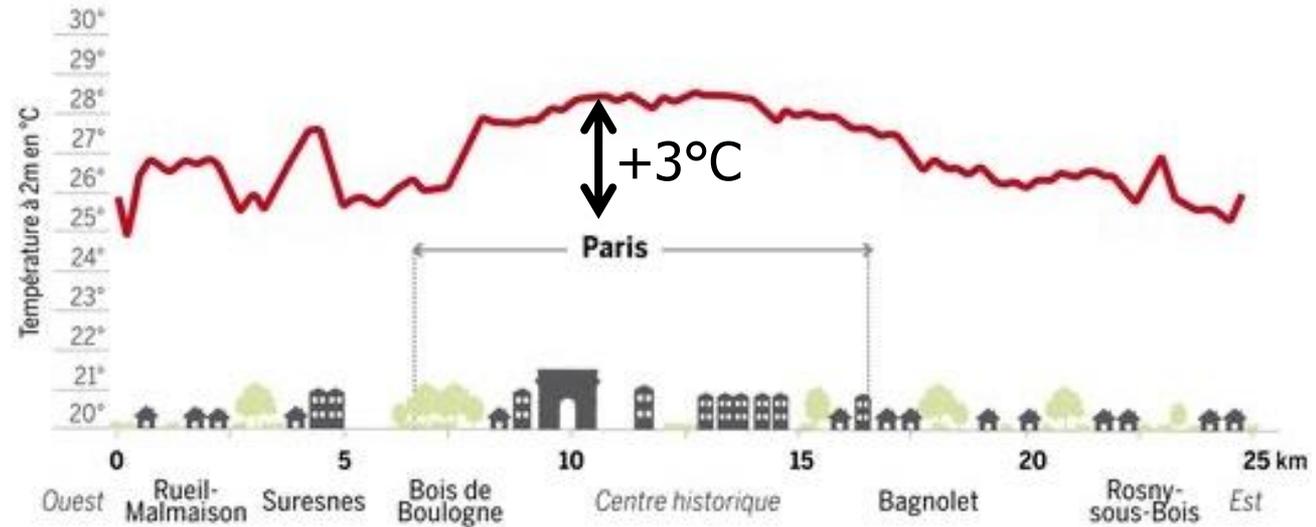
Année 2023

- 1500 décès attribuables à la chaleur pendant les 4 épisodes de canicule
- Plus de 5 000 décès pendant toute la période de surveillance du 1^{er} juin au 15 septembre (47 000 morts en Europe)

Ilot de chaleur urbain (1)

Le cœur de Paris sous un « dôme de chaleur »

COUPE TRANSVERSALE DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN D'OUEST EN EST



SOURCES : MÉTÉO FRANCE ; CSTB ; MAIRIE DE PARIS

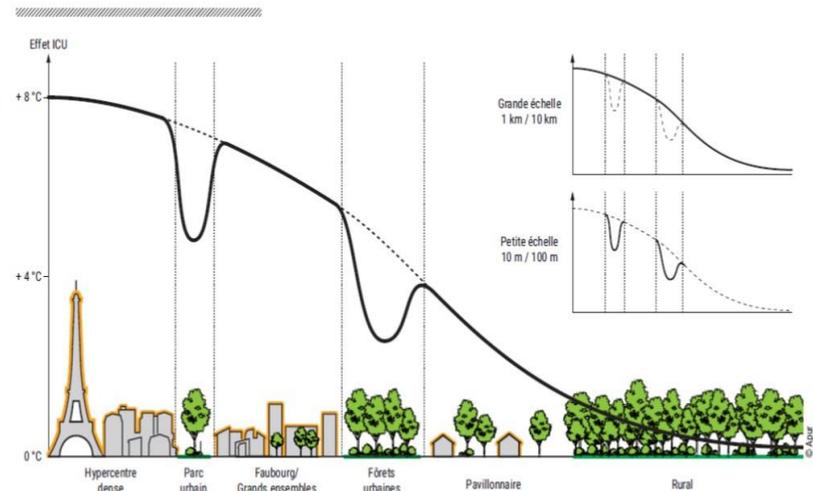
Phénomène local de réchauffement des villes

Ordre de grandeur :

$$T_{\text{ville}} - T_{\text{rural}} = +3^{\circ}\text{C}$$

D'après Martin Hendel, LIED

COURBE DE TEMPÉRATURE



Ilot de chaleur urbain (2)

Phénomène local de réchauffement des villes

Ordre de grandeur :

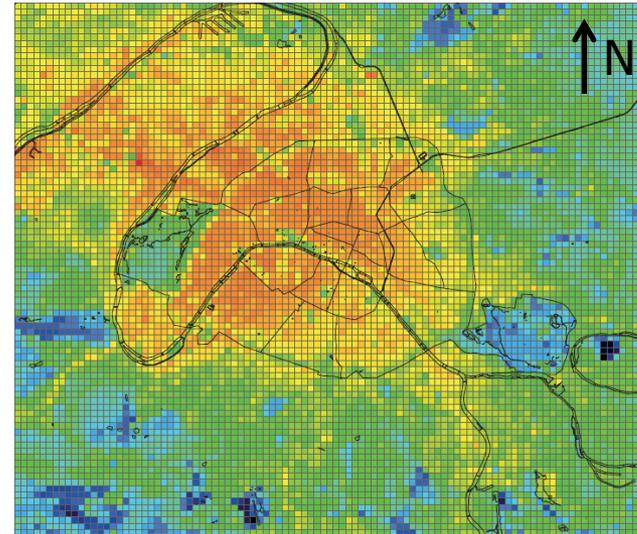
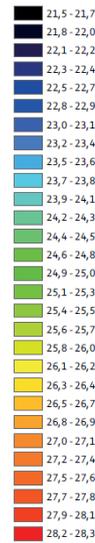
$$T_{\text{ville}} - T_{\text{rural}} = +3^{\circ}\text{C}$$

Amplifié pendant les canicules...

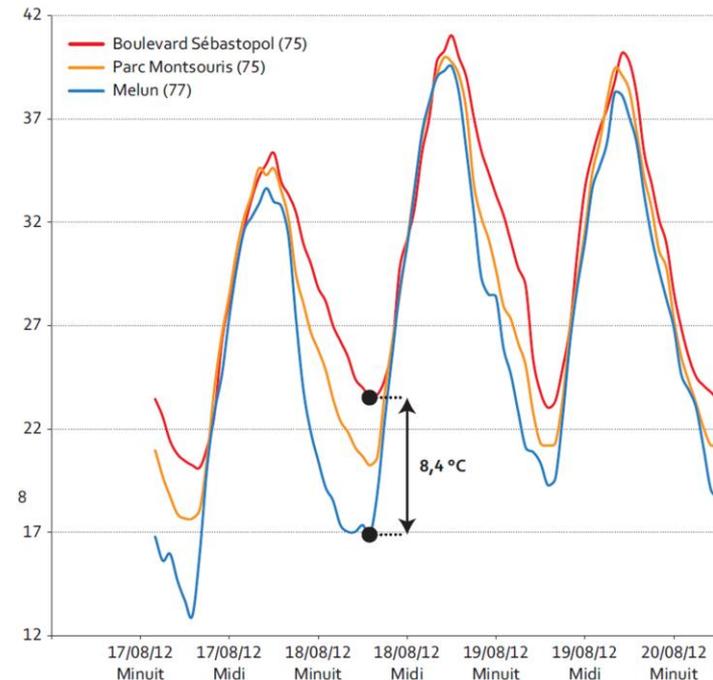
$$\Delta T = +8^{\circ}\text{C en 2003}$$

APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris, Cahier n°4

Madelin et Dupuis, Climatologie, 2020



Simulation de la température de l'air à 2 m à 6h le 10 août 2003
Source: Météo-France & CSTB 2012

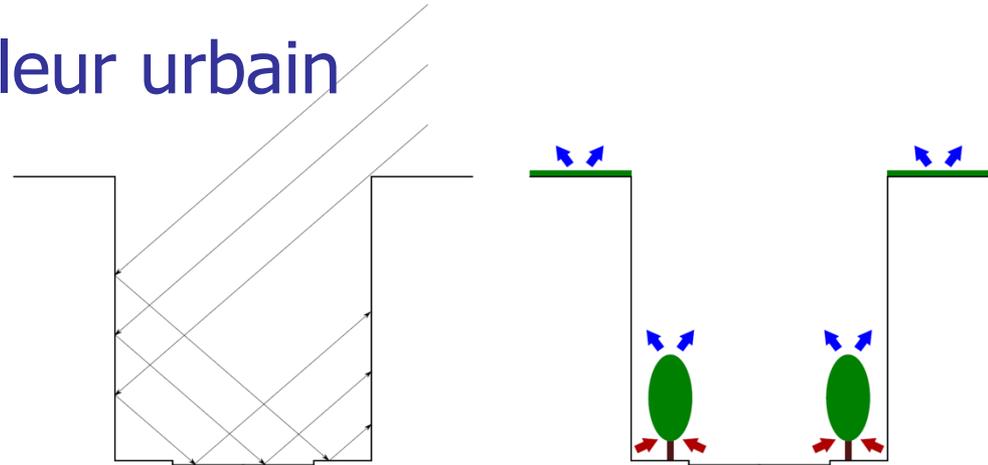


Ilot de chaleur urbain (3)

Mécanismes de l'îlot de chaleur urbain

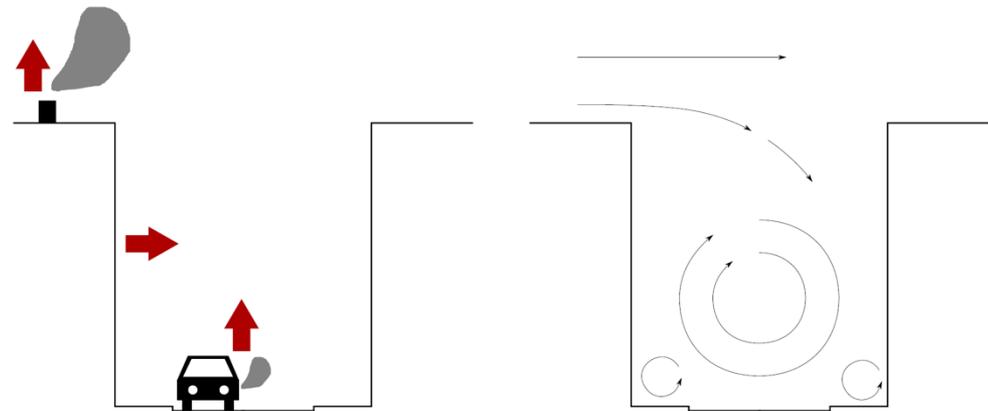
Piégeage radiatif

Faible
évapotranspiration



Chaleur anthropique

Obstruction du vent



D'après Martin Hendel, LIED

La Ville de Paris est une des plus denses d'Europe, avec plus de 20 600 habitants / km², et jusqu'à 41 500 / km² dans certains quartiers

Impact sanitaire de l'ICU (1)

Etude cas-témoins

- 241 cas \geq 65 ans décédés entre le 8 et le 13 août 2003
- 241 contrôles appariés sur l'âge, le sexe et la zone de résidence

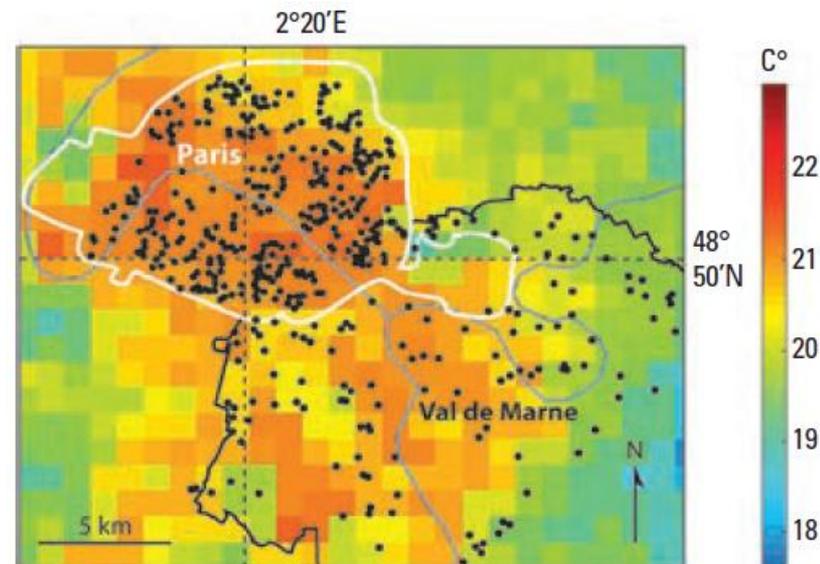
Analyse de régression logistique conditionnelle

Le risque de mortalité était associé :

- à la température minimum locale moyennée du 1er au 13 août
- à la température minimum moyennée le jour du décès et les 6 jours précédents

L'association avec les températures moyennes et maximum était moins nette.

Laaidi, Environ Health Perspect, 2012



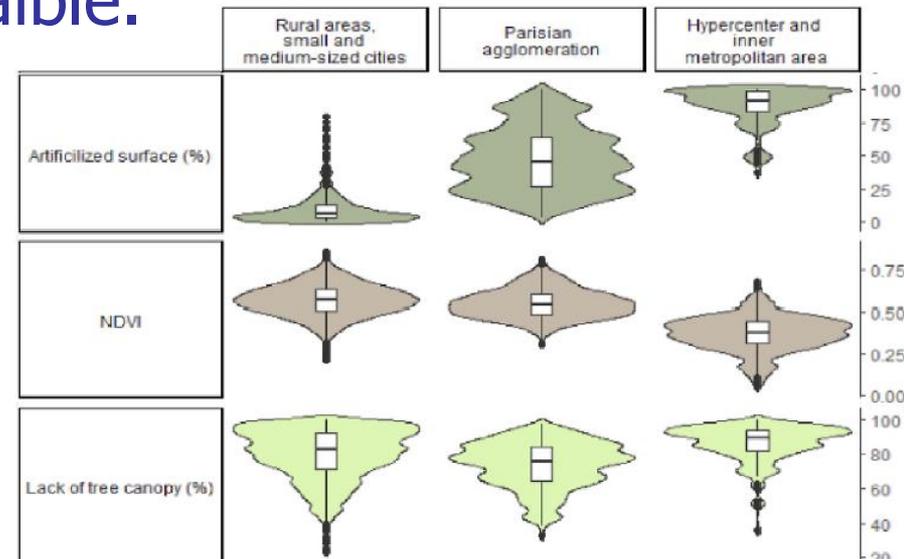
Impact sanitaire de l'ICU (2)

Analyse de séries temporelles de taux de mortalité communaux & de températures journalières localisées

Utilisation d'un modèle linéaire à retards échelonnés

Dans la région IdF, les résidents âgés de 15–64 ans (mais pas de 65 et +) de communes avec **plus de végétation** et **moins de surfaces artificialisées** avaient un risque de mortalité lié à la chaleur plus faible.

Cette différence augmentait avec la température.

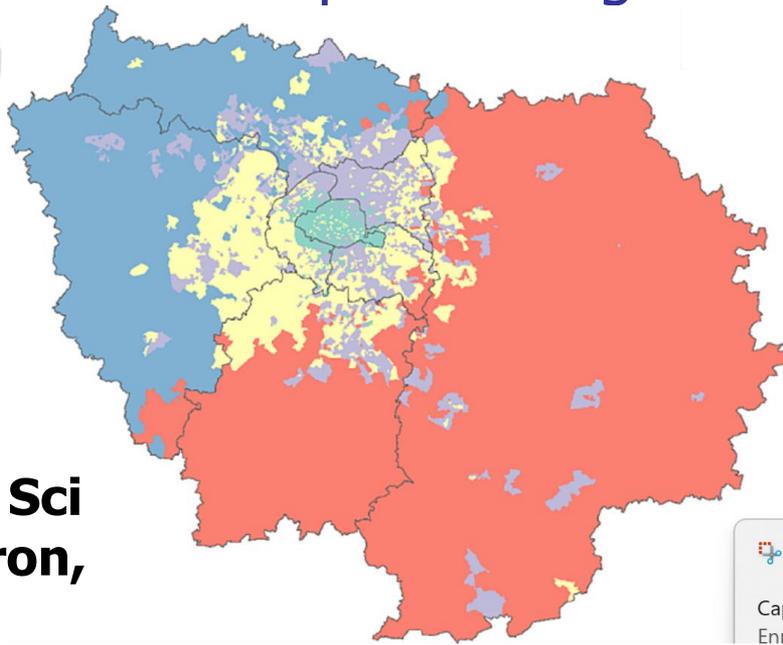


Impact sanitaire de l'ICU (3)

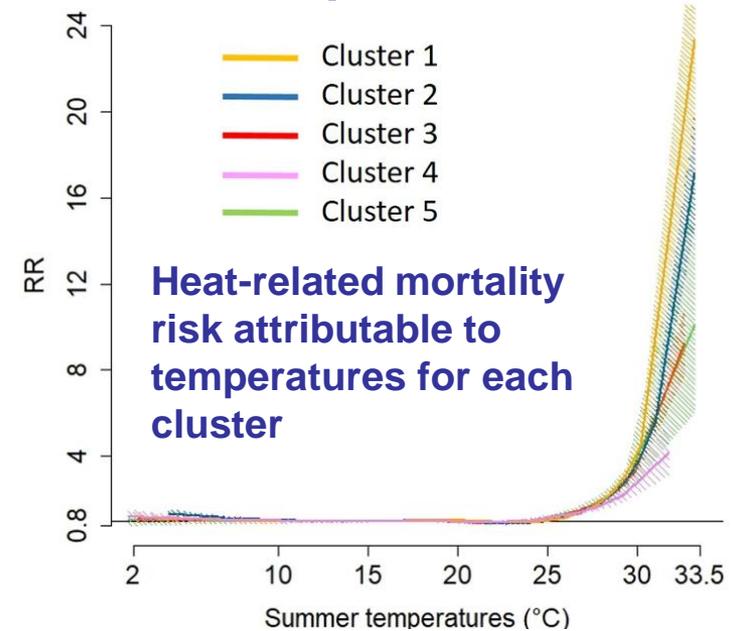
Relation entre la température et la mortalité journalière de 2000 à 2017 modélisée au niveau communal

Il n'y avait pas de différence dans le risque de mortalité entre les clusters de vulnérabilité à des températures sous le 99,9^{ème} percentile. Au 99,9^{ème} percentile, des risques relatifs plus élevés ont été observés dans le cluster 1 (revenus les plus faibles) et dans le cluster 2 (revenus et éducation élevés mais densité de population élevée et peu de végétation, centre ville)

IRIS clustering



**Forceville, Sci
Total Environ,
2024**



Objectif 1

Examiner comment des facteurs liés :

- à l'environnement extérieur
- au bâtiment et logement de résidence
- aux situations et comportements

... affectent le stress thermique personnel momentané au cours des activités quotidiennes en période chaude

Objectif 2

Etudier les associations de tous ces déterminants et du stress thermique momentané (médiateur) avec :

- l'inconfort thermique rapporté
- le bien-être
- la qualité du sommeil
- des indicateurs physiologiques du stress thermique

H³Sensing – Echantillonnage

180 participants
du Grand Paris

Recrutement ciblé
par Internet

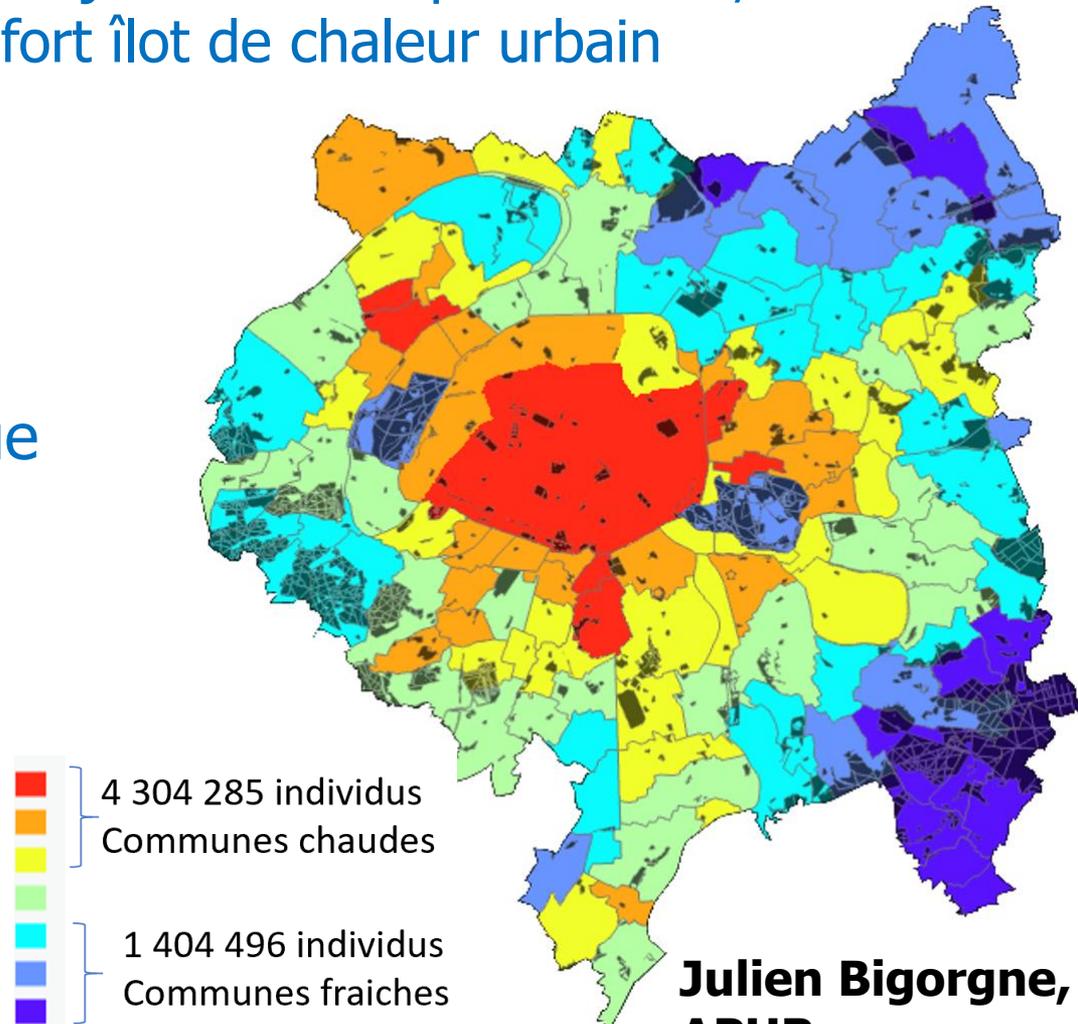
Echantillonnage par
quotas :

- environnement thermique
- type de bâtiment
- revenu

Sessions de suivi de 4
jours :

- mars–juin 2025
- juillet–septembre 2025

Température de l'air, modélisation
« Town Energy Balance », 250 m, CNRM
25 juillet 2019 : pas de vent,
fort îlot de chaleur urbain



**Julien Bigorgne,
APUR**

H³Sensing – Collecte de données

Exposition

- Evaluation du bâtiment et logement
- Mesure de l'UTCI dans la chambre
- Flux solaire sur les fenêtres et balcon
- Mesure ambulatoire de l'UTCI
- Données GPS et cartes d'expositions
- Enquête smartphone de l'inconfort thermique perçu

Comportement

- Smartphone :
 - Détection des déplacements
 - Enquête de mobilité
 - Habillement
- Accélérométrie : activité physique
- Enquête : gestion de la chaleur

UTCI : Indicateur Universel du Climat Thermique
Température ambiante, température radiante, humidité, vitesse du vent

- Théorie thermo-physiologique de l'échange de la chaleur

Jendritzky, Int J Biometeorol 2012

Santé

- Accélérométrie : sommeil
- Enquête smartphone :
 - Qualité perçue du sommeil
 - Bien-être, état de santé perçu
- Suivi ambulatoire :
 - Sudation : conductivité de la peau
 - Pression artérielle (sans brassard)
 - Fréquence cardiaque
 - Température de la peau



Adaptation et santé publique (1)

- 1) Système de surveillance et d'alerte météorologique**
- 2) Plan d'action sanitaire lors des vagues de chaleur**
- 3) Adaptation des logements et autres bâtiments**
- 4) Adaptation des environnements urbains**

Adaptation et santé publique (2)

1) Système de surveillance et d'alerte météorologique

Etude sur données françaises (mortalité en mai – septembre 2000 – 2015) dans 16 villes françaises

- Système d'Alerte Canicule et Santé (SACS) : Indicateurs basés sur la température minimum et maximum dépassant un seuil pendant 3 jours
- Excess Heat Factor (EHF, Australie) : Si la température moyenne sur 3 jours dépasse à la fois un seuil de température « normale » historique et la moyenne de température sur les 30 derniers jours

| | Risque relatif | Nombre d'alertes (16 villes) | Décès attribuables 2000–2015 |
|----------------|------------------|------------------------------|------------------------------|
| SACS | | 7 par été | |
| - Le jour même | 2,06 (1,72–2,47) | | 1090 |
| - Le lendemain | 1,90 (1,54–2,35) | | 973 |
| EHF | | 505 par été | |
| - Le jour même | 1,08 (1,05–1,11) | | 8713 |
| - Le lendemain | 1,07 (1,04–1,10) | | 8171 |

Adaptation et santé publique (3)

2) Plan d'action sanitaire lors des vagues de chaleur

- Composantes nationales : plan canicule (ministère de la santé), plan de gestion des vagues de chaleur (Ministère de l'Écologie)
- Composante municipale : repérage des personnes vulnérables

3) Adaptation des logements et autres bâtiments

- Controverse : Solutions passives de rafraîchissement vs. air conditionné
- USA : Impact notable de l'absence d'air conditionné sur la mortalité **O'Neill, J Urban Health, 2005. Sera, Epidemiology, 2020.**
- Climatisation : gaz à effet de serre, énergivore, réchauffement local

4) Adaptation des environnements urbains

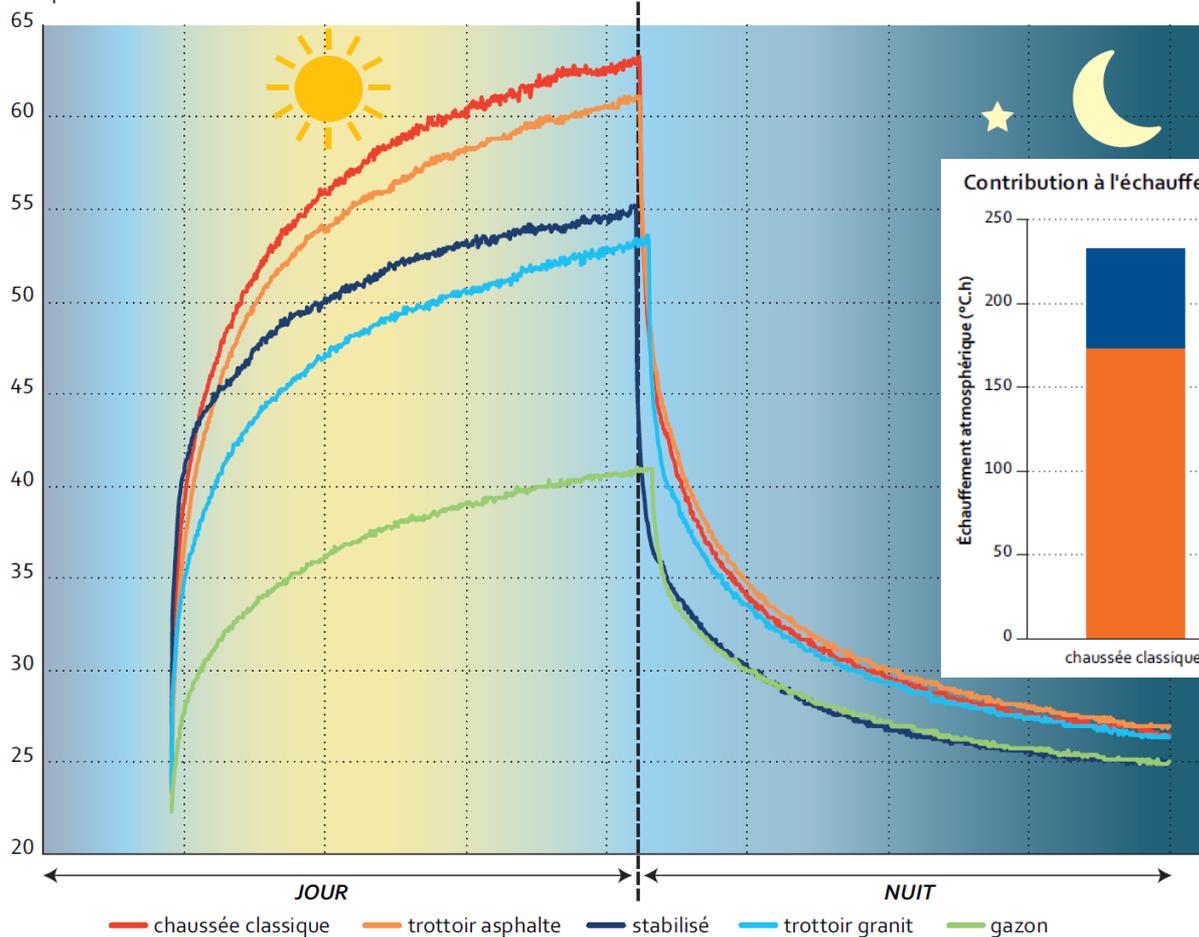
(végétation, points d'eau, perméabilité des sols, albédo des revêtements, géométrie urbaine pour la ventilation, ombrières)

Adaptation urbaine (1)

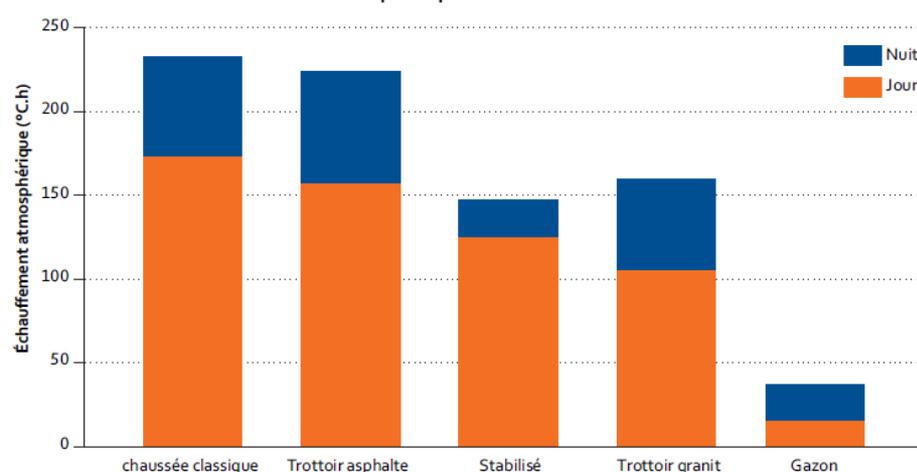
Contribution des revêtements à l'ICU

Évolution de la température de surface de cinq revêtements parisiens sur 24 h

Température de surface en °C



Contribution à l'échauffement atmosphérique



Adaptation urbaine (2)

Contribution de la végétation

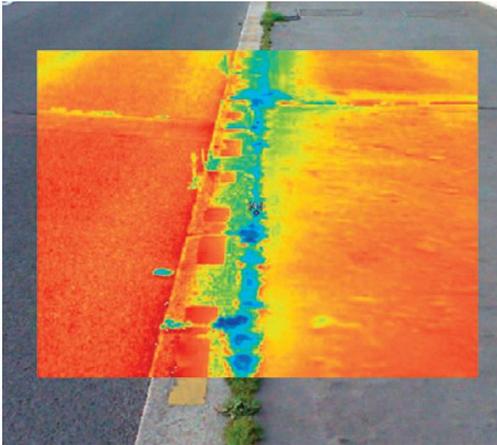
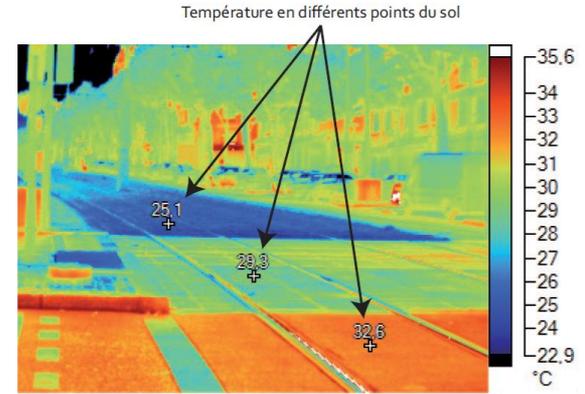
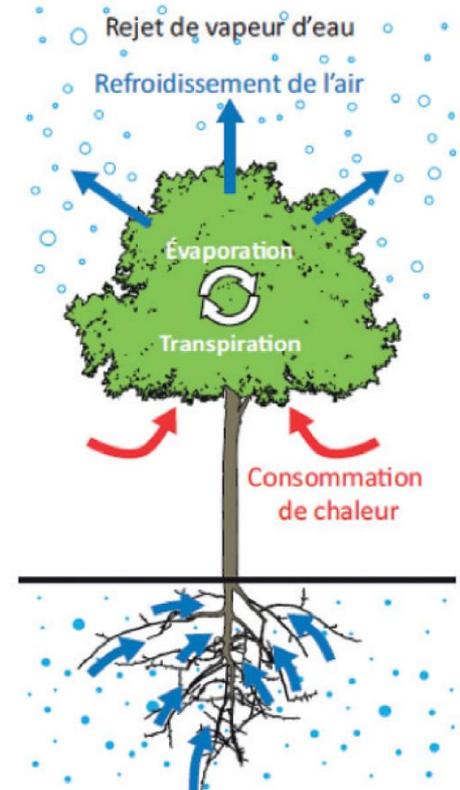
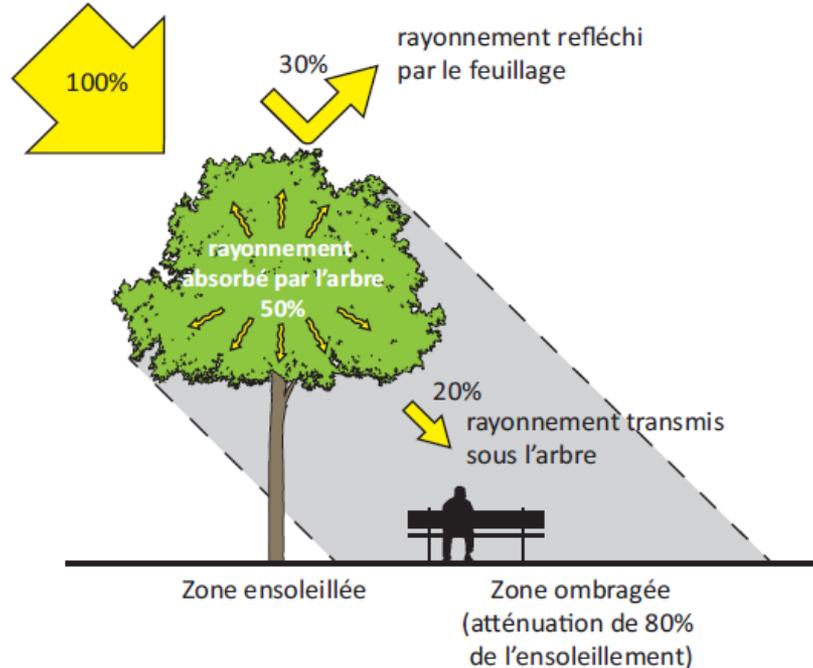


Photo « réelle »



Thermographie infra-rouge

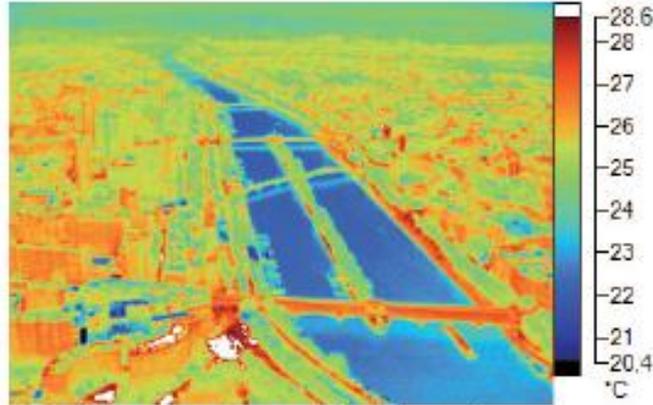
Ensoleillement



APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris, Cahiers n°1 et 4

Adaptation urbaine (3)

Contribution des espaces bleus

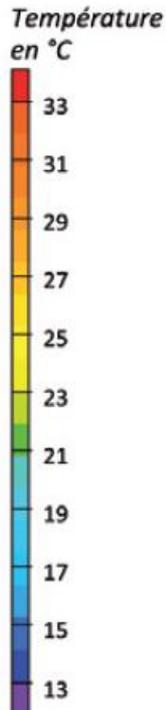


APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris, Cahier n°1

Figure 10 – Vue aérienne de la Seine, mettant en évidence la fraîcheur apportée par l'écoulement de la masse d'eau. Clichés du 2 août 2011 à 21h30 (19h30 UTC).

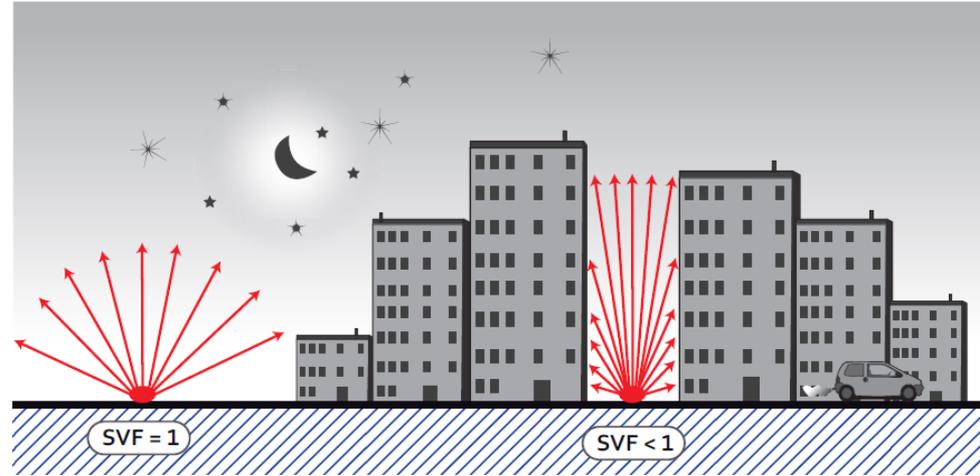
L'influence d'environ 2°C en moins se fait sentir à 30 m de part et d'autre du lit du fleuve

Figure 7 – Températures d'une vue en coupe de l'écoulement de la Seine



Adaptation urbaine (4)

Figure 26 – Le « facteur de vue du ciel » (SVF) est un indicateur qui permet d'évaluer la facilité avec laquelle se produit le refroidissement nocturne par échange radiatif avec le ciel. En zone rurale ce refroidissement est maximum (SVF = 1), en ville il est contraint pas la présence des bâtiments (SVF < 1).



APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris, Cahier n°1

Contribution des formes urbaines

(Sky view factor)

Figure 27 – Facteur de vue du ciel à proximité du Centre Pompidou (4°)



Parvis de Beaubourg : Vue dégagée sur le ciel (SFV>80%)

- Fort niveaux d'ensoleillement en journée
- + Fort niveau de refroidissement nocturne



Rue Geoffroy Langevin : Peu de vue sur le ciel (SFV<40%)

- + Faible niveau d'ensoleillement en journée
- Faible potentiel de refroidissement nocturne

Conclusions

Les effets des vagues de chaleur sur la santé et la mortalité constituent la principale atteinte sanitaire du dérèglement climatique

Les effets des vagues de chaleur sont particulièrement prononcés à Paris, en comparaison d'autres villes dans le monde

L'îlot de chaleur urbain est particulièrement intense à Paris, ville remarquablement dense

L'effet amplificateur de l'îlot de chaleur urbain sur la mortalité est identifié à Paris via la température minimale locale, la végétation et les surfaces artificialisées

Les différents secteurs de l'adaptation sanitaire aux vagues de chaleur présentent des défis (alerte, soutien en urgence, logements-bâtiments, environnements urbains)

24 janvier 2025

Calque de plantabilité

IA.rbre

Webinaire ICU

MÉTROPOLE

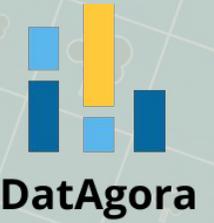
GRAND LYON



ERASME

ECO

LAB



Contact :

Anthony ANGELOT aangelot@grandlyon.com

Une question : où planter des arbres ?

Contexte : Plan Nature de la Métropole de Lyon : planter 300 000 arbres d'ici 2030 !

Question : où peut-on encore planter des arbres sur le territoire ? (*et non où veut-on ?*)

Objectifs :

- identifier rapidement si un lieu n'est pas plantable
#opérationnalité #agents_de_terrain #aménagement
- répondre de manière argumentée simplement à des envies citoyennes
#médiation #agents_de_terrain
- identifier les lieux les plus facilement plantables sur le territoire
#stratégie #directions_stratégiques



Jean-Marie Rogel
Directeur adjoint Patrimoine Végétal à la
Métropole de Lyon

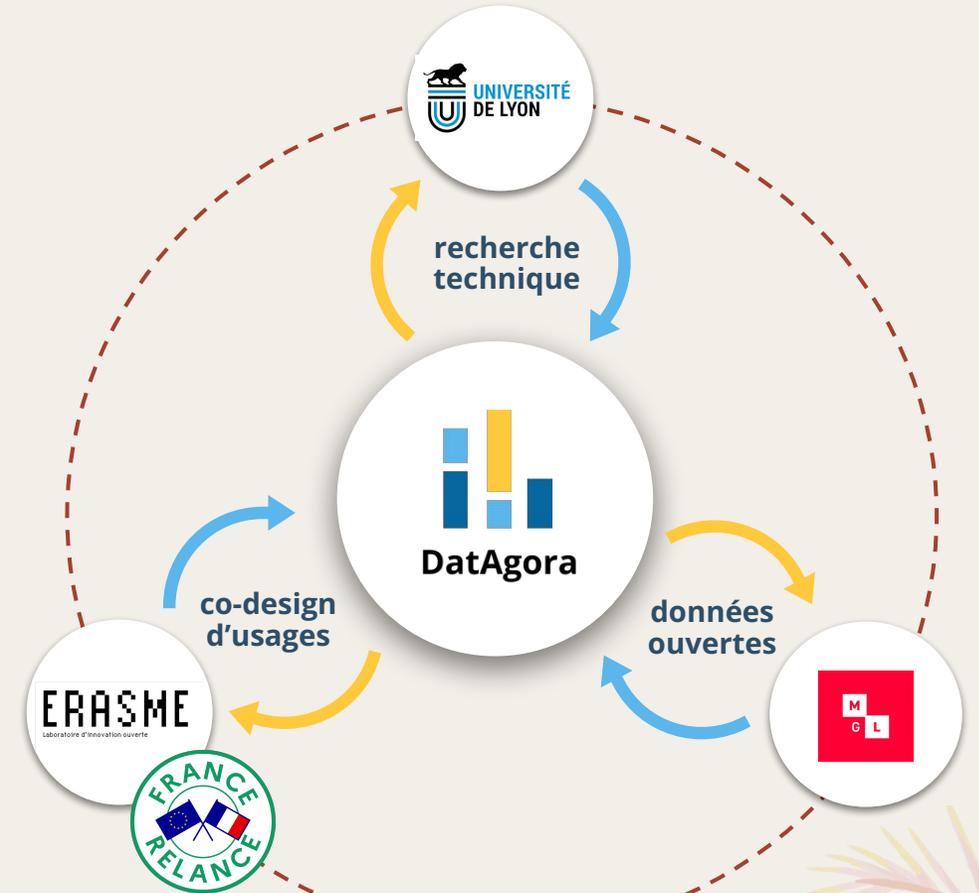
Aux origines du calque de plantabilité



LARBORATOIRE



DATAGORA



PROSPECTIVE
DESIGN
PARTICIPATIF

ANIMATION
DÉCENTRALISATION

PROTOTYPAGE
EXPÉRIMENTATION

DOCUMENTATION
COMMUNS

1. Impliquer les agents



Développement du calque sur tout le territoire

Nous avons sélectionné des données présentes sur tout le territoire.



L'arbre comme référentiel

Nous choisissons prendre pour référence la contrainte la plus grande : celle de planter un arbre en pleine terre.



Maillage de 5m x 5m

La réalisation du maillage nous a permis de pouvoir utiliser des qualités de données différentes.



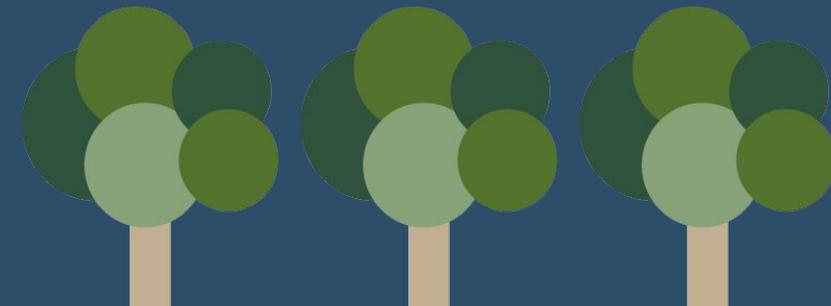
Facteurs sélectionnés par les techniciens des espaces verts de la Métropole

Un facteur est représenté par un ou plusieurs jeux de donnée.



Chaque facteur est pondéré en fonction de son impact

La pondération est déterminée par les techniciens arbres de la Métropole.



A. Présentation du projet

1. Impliquer les agents

Bâtiments et mobilier urbain

- Arceau à vélo
- Poubelles
- Proximité façades
- Quai de bus
- Silo a verre
- WC publics
- Bâtiments
- Borne incendie
- Réseaux aériens
- Friches
- Lampadaires
- Mobilier urbain

Eau

- Cours d'eau
- Ouvrage gestion des eaux pluviales
- Zones inondables

Occasion

- Présence d'un projet mode doux
- Présence d'une opération
- Trame verte

Urba

- Accès PMR
- Domanialité Métropole
- Ilot de chaleur urbain
- Quartier résidentiel

Voirie

- Entrée charretière
- Passage Piéton
- Place de livraison
- Place de marché
- Rond point
- Accès Pompiers
- Parcours de tramways
- Parcours de transports en commun (trolley)
- Stationnement et parking

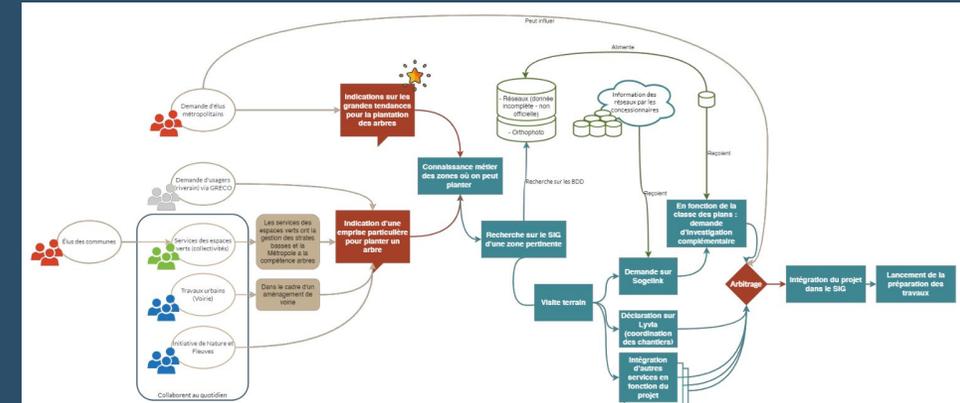
Facteurs identifiés

Végétation

- Absence de végétalisation
- Mesure compensatoire
- Arbres
- Espace végétalisé dégagé
- Haies
- Souches

Sous-terrain

- Profondeur de la Roche
- Parking souterrains
- Réseaux chauffage urbain
- Réseaux de métro
- Réseaux électriques
- Réseaux fibres
- Réseaux gaz
- Réseaux téléphones
- Tracé des galeries
- Conduite d'assainissement
- Conduite d'eau potable
- Nature du sol



Workflow de décision de plantation



Priorisation des facteurs

2. Mobiliser largement en transversalité

MÉTROPOLE

GRAND LYON

Direction informatique
Direction Patrimoine Végétal
Service Environnement et
risques
Direction Patrimoine Voirie
Direction Réseaux
Direction de l'Eau

Partenaires

villeurbaine

GRDF

GAZ RÉSEAU
DISTRIBUTION FRANCE

ENEDIS

edf



**UNIVERSITÉ
DE LYON**

SDMIS
SAPEURS-POMPIERS



Urbalyon

MÉTROPOLE

GRAND LYON

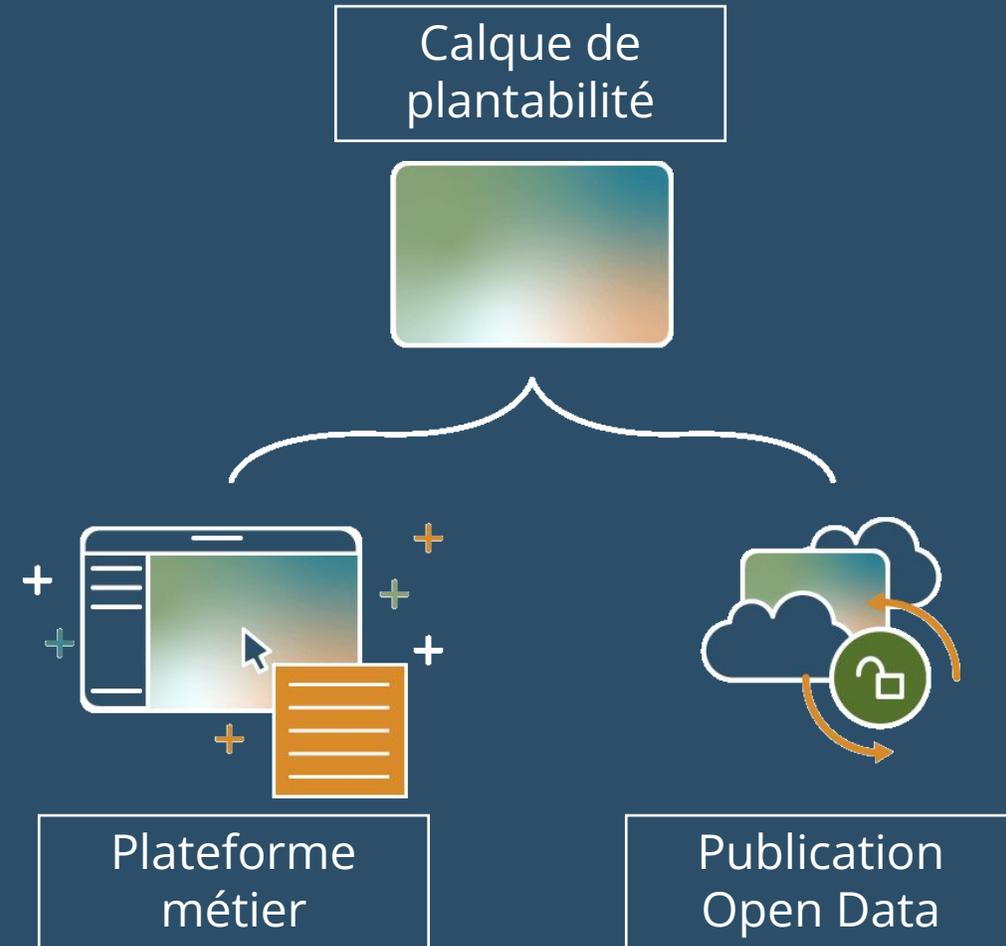
3. Prototyper rapidement pour expérimenter

Notre but est alors de répondre à la question suivante :

Où peut-on planter des arbres ? *(et pas où on doit planter)*

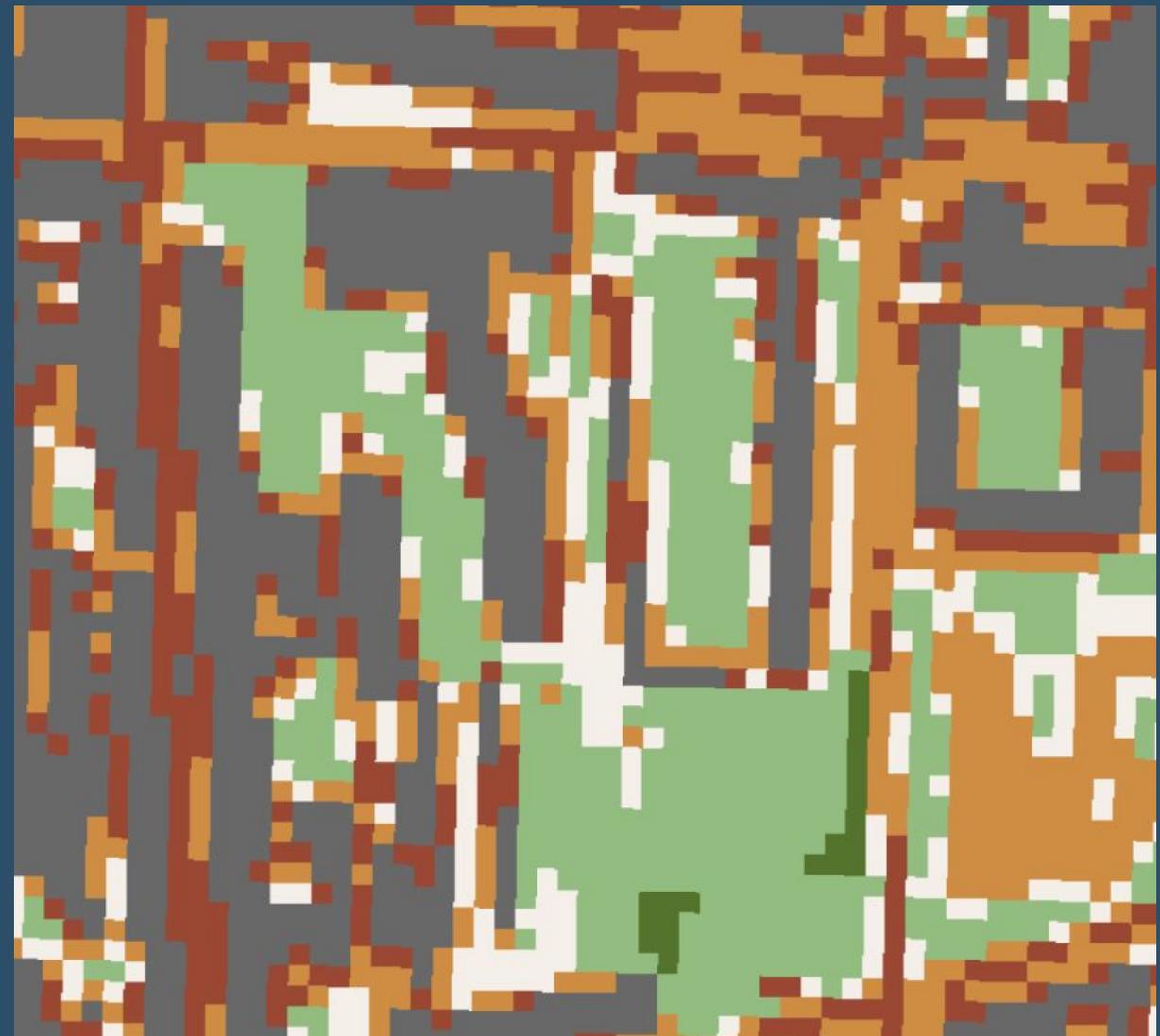
Pour y répondre, nous avons réalisé :

- Un calque de plantabilité sous forme de carte de chaleur
- Une plateforme cartographique spécifique à l'utilisation des équipes métier
- Une publication des résultats en Open Data
- Un process de mise à jour du calque et de réplication

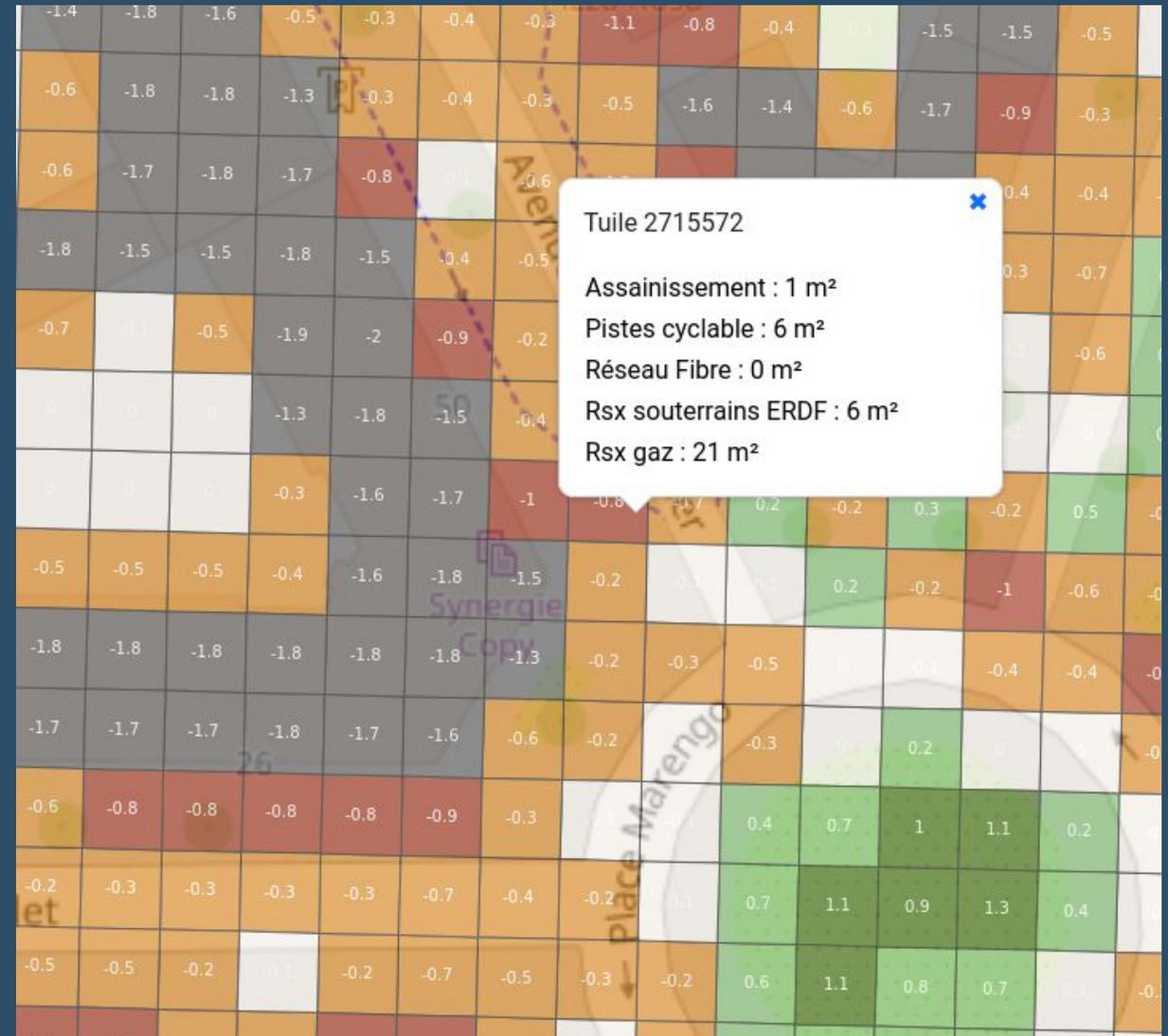
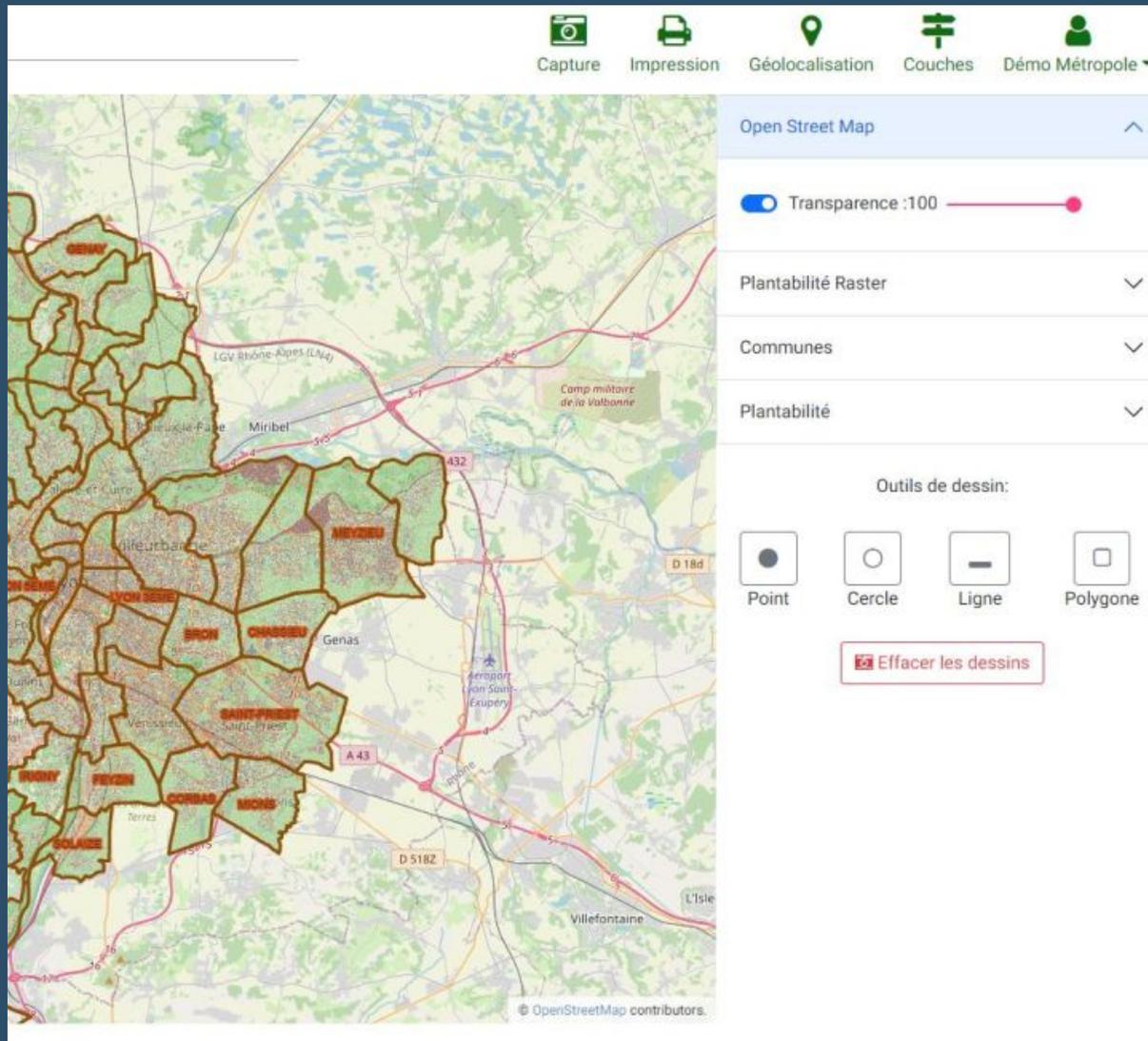


A. Présentation du projet

3. Prototyper rapidement : la donnée ouverte



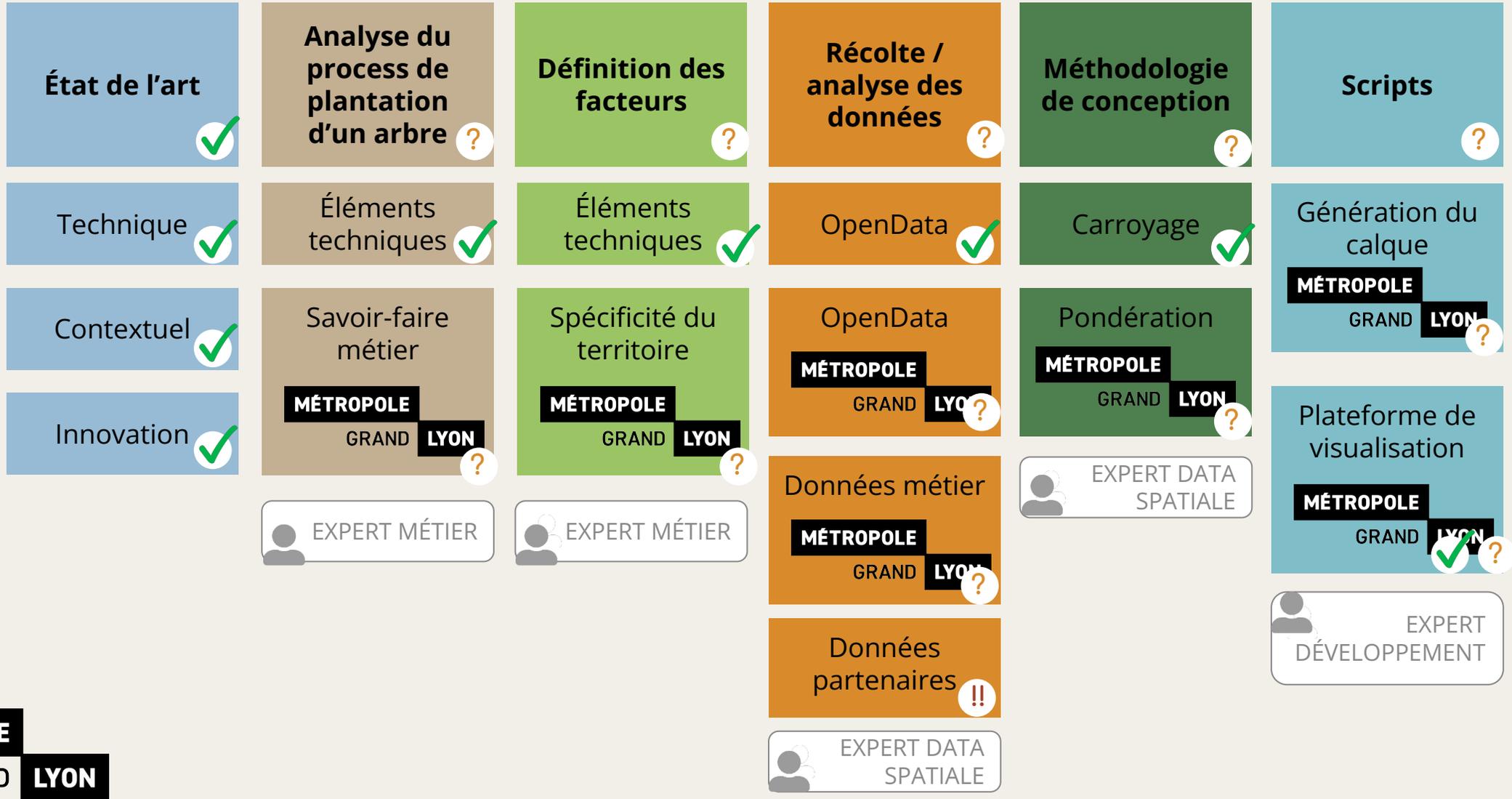
3. Prototyper rapidement : l'application métier



3. Prototyper rapidement et tester



1. Accompagner les réutilisations



2. Documenter au maximum



data.grandlyon.com

```
28 expires = expires() + (expires ? " : expires=" + expires + ");
29 document.cookie = "expires=" + expires + "; path=/";
30 }
31 function validateForm() {
32   var x = document.forms["myForm"]["fname"].value;
33   if (x == "") {
34     alert("Name must be filled out.");
35     return false;
36   }
37 }
38 var marker = new toogle.secure.Marker({image:
39   marker.addListener('click', function() {
40     infowindow.open(log, marker);
41   }); } </script><script>
42
43 <form name="myForm" action="/action_page.php"
44   Name: <input type="text" name="fname">
45   <input type="submit" value="Submit">
```

La notice du calque en 3 volets

- Découvrir la donnée
- Utiliser la donnée
- Comprendre la création de la donnée

1 kit méthodologique de réplication

- Etat de l'art
- Problématiques
- Postulats
- Méthodologie
- Limites

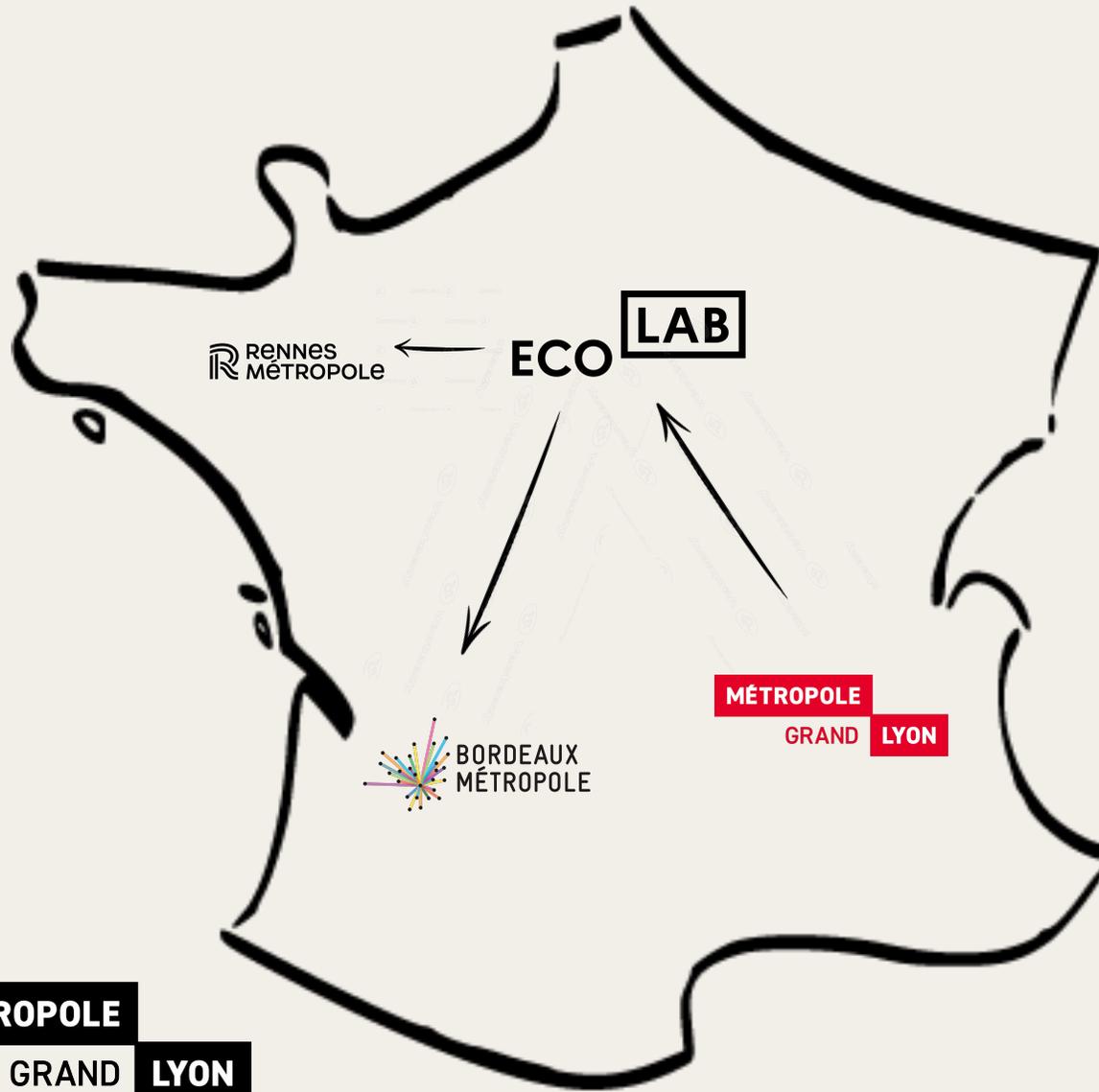
La version OpenData du calque

Disponible via la plateforme
de partage de la donnée.

Le code en open source

- Code de génération du calque
- Code de la plateforme

3. Diffuser largement



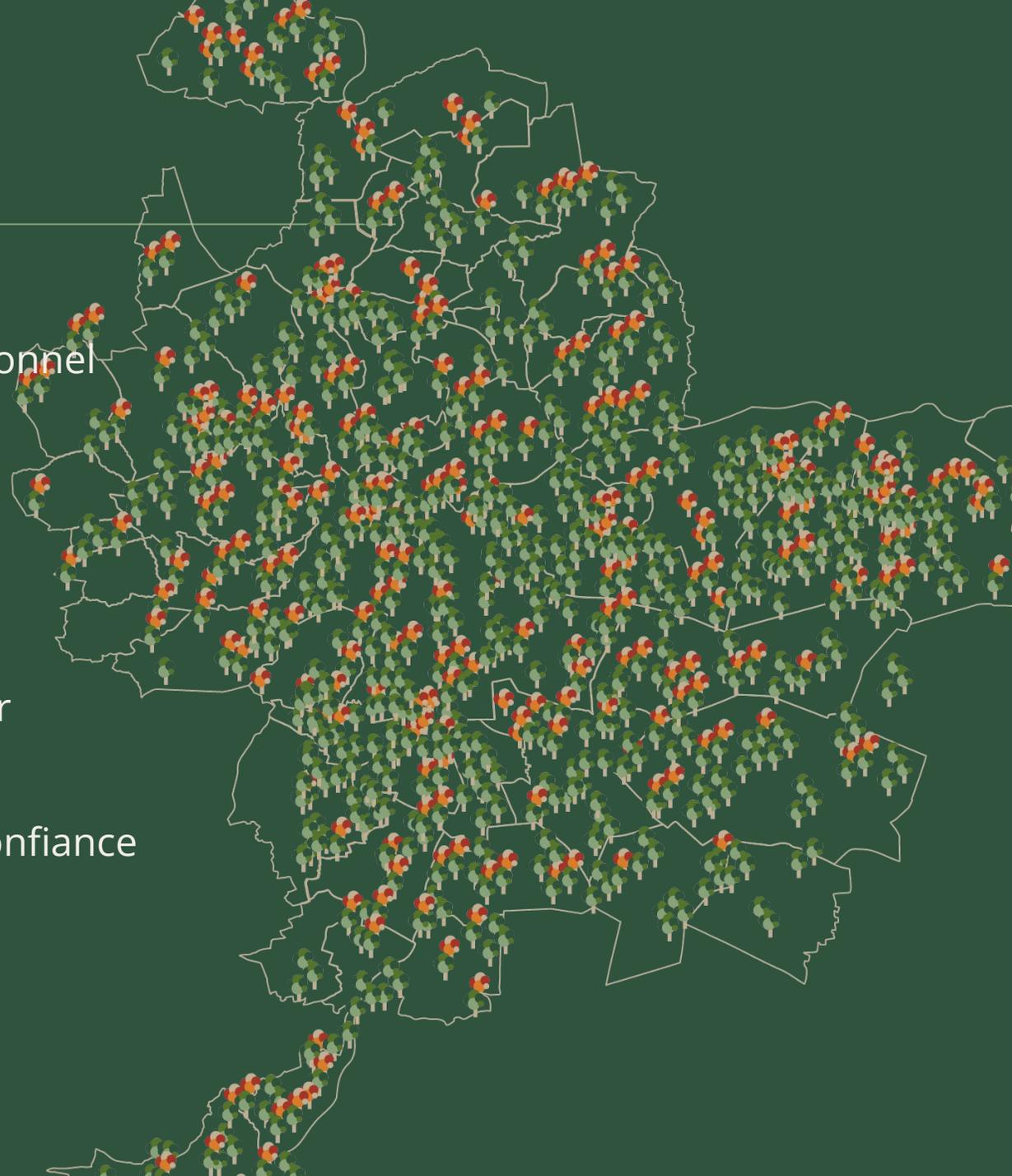
Déploiement au sein de la Métropole de Lyon (+2 ans d'intégration technique)

Donner une visibilité nationale au projet :
documentation du projet sous forme de bouquet sur ecologie.data.gouv.fr

Valorisation auprès des territoires

Les limites du projet

- Une maille pas assez précise pour un usage opérationnel (besoin de passer de 5*5m à 1*1m)
- Calque pessimiste : pas d'identification des lieux de plantabilité des strates basses
- Besoin de croiser la calque avec d'autres données
- Besoin de modifier la pondération des facteurs pour éclairer la prise de décision
- Incertitudes non présentes : nécessaire pour une confiance en la donnée



Projet IA.rbre

- Création d'un consortium Métropole de Lyon x Université de Lyon x Telescoop (coopérative de développement numérique pour l'intérêt général)
- Lauréat de l'AAP "IA frugale pour la transition des territoires"
- 3 ans pour capaciter les services de la Métropole par la donnée autour de 3 axes :
 - végétalisation
 - désimperméabilisation
 - climat
- Des axes complémentaires : biodiversité, mobilités, vulnérabilités sociales, aménagement



IMPACT OPÉRATIONNEL

Rendre le process de mise en oeuvre territorial plus pertinent et efficient



IMPACT RESEAU

Animer un réseau d'acteurs expert & transverse, mobilisable sur des sujets d'innovation continus



IMPACT STRATÉGIQUE

Accompagner la capacité de prise de décision et de médiation par une approche décloisonnée et systémique

Une démarche de recherche-action



1. Première itération : déploiement du calque de plantabilité

Stabilisation et déploiement d'outils de végétalisation

- **Amélioration des usages** et déploiement métier local (MDL...)
- Refonte de l'indicateur appuyé par **l'IA et les données** (machine learning)
- **Réplicabilité et diffusion** des outils et méthodologies à l'échelle nationale

2. Itérations suivantes : approches transverses de la plantabilité (désimperméabilisation, rafraîchissement...)

Recherche et innovation "IA et Végétalisation"

- Croisement entre les problématiques identifiées et les compétences (ex calque de désimperméabilisation)
- Animation d'un groupe de travail et d'un réseau d'experts
- Réalisation de 3 POCs et déploiement d'expérimentations agiles

Données et évaluation

- Collecte et mutualisation de données territoriales
- Évaluation et rétroaction/amélioration sur la démarche
- **Valorisation** et innovation d'usage

Livrables pré-identifiés

Indices de Plantabilité

Indices améliorés pour évaluer la plantabilité de la végétation haute et basse en milieu urbain en entraînant un modèle supervisé.

Indice de Désimperméabilisation

Prédiction du potentiel de désimperméabilisation des sols pour une meilleure gestion des eaux pluviales. basée notamment sur COSIA (IGN) et des données Métropole.

Plateforme de visualisation, validation et de coopération

Permettre la visualisation des calques ou indices produits sur une carte ; faciliter la coopération inter-services.

Calque et indices des ZCL

Calcul de données et prédictions dédiées à l'enjeu de la chaleur ou de la fraîcheur urbaine.

3 POCs thématiques

Développements basés sur les besoins métiers identifiés, pour valider les approches et affiner les outils avant leur déploiement.

Documentation

La documentation sera soigneusement élaborée et complète, offrant un soutien essentiel pour faciliter la répliation du projet par d'autres parties prenantes.

Publications académiques

Les publications académiques favorisent une diffusion accrue des connaissances, renforçant ainsi la réputation et l'impact du travail de recherche.

Conclusion

- Une démarche de recherche-action pour 3 ans (2025-2027)
- Vous souhaitez partager vos cas d'usages ? Répliquer les solutions qui seront développées dans le cadre d'IA.rbre ?
- Restons en contact !



Anthony ANGELOT

aangelot@grandlyon.com

Séquence n°2 : Emeline Lequy (INSERM)

Si vous êtes intéressée par l'impact de la chaleur sur la santé mentale, avec des hypothèses causales, cf cet article :

<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/sante-mentale/depression-et-anxiete/documents/article/heatwaves-and-mental-disorders-a-study-on-national-emergency-and-weather-services-data>

Séquence n°3 : Loena Trouvé et Arnaud Ceyte (CEREMA)

Cohorte Constances <https://www.constances.fr/>

Portail Cartagene <https://cartagene.cerema.fr/portal/home/>

Interface carto des LCZ: <https://bit.ly/plateforme-LCZ>

Lien pour télécharger les données LCZ (et la documentation):

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/6641c562e5acdb35c0e6051d/>

Lien vers le replay de présentation de cette cartographie nationale des LCZ (en bas de la page):

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-publie-nouvelles-donnees-surchauffe-urbaine>

Outil Climadiag

<https://meteofrance.com/le-changement-climatique/climadiag-chaleur-en-ville>

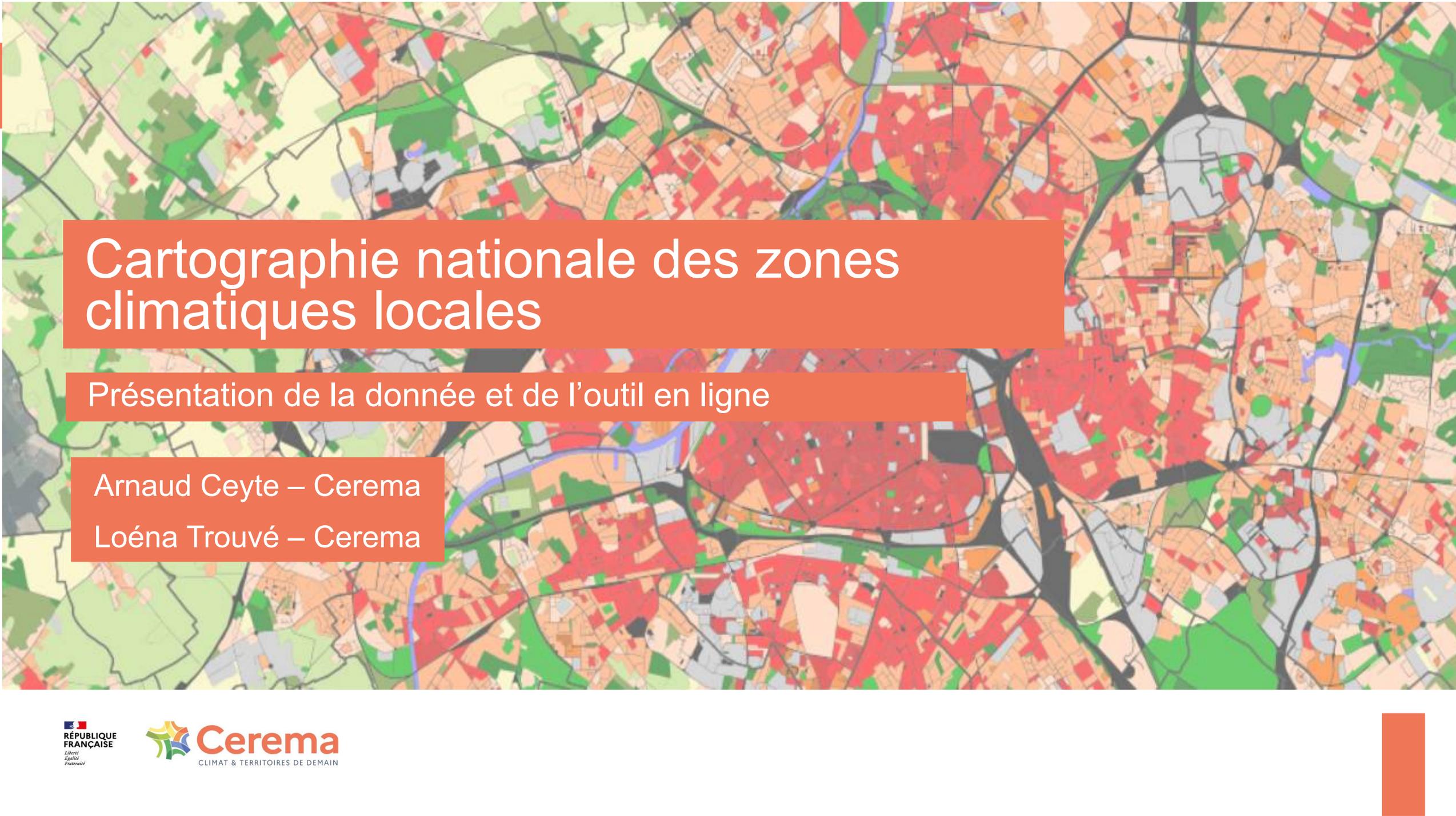
Mission Adaptation : <https://mission-adaptation.fr/>

Pour nous contacter satellite@cerema.fr

<https://ecologie.data.gouv.fr/>

INSCRIPTION POUR LE PROCHAIN WEBINAIRE :

<https://www.eventbrite.fr/e/1105590594229?aff=oddtcreator>



Cartographie nationale des zones climatiques locales

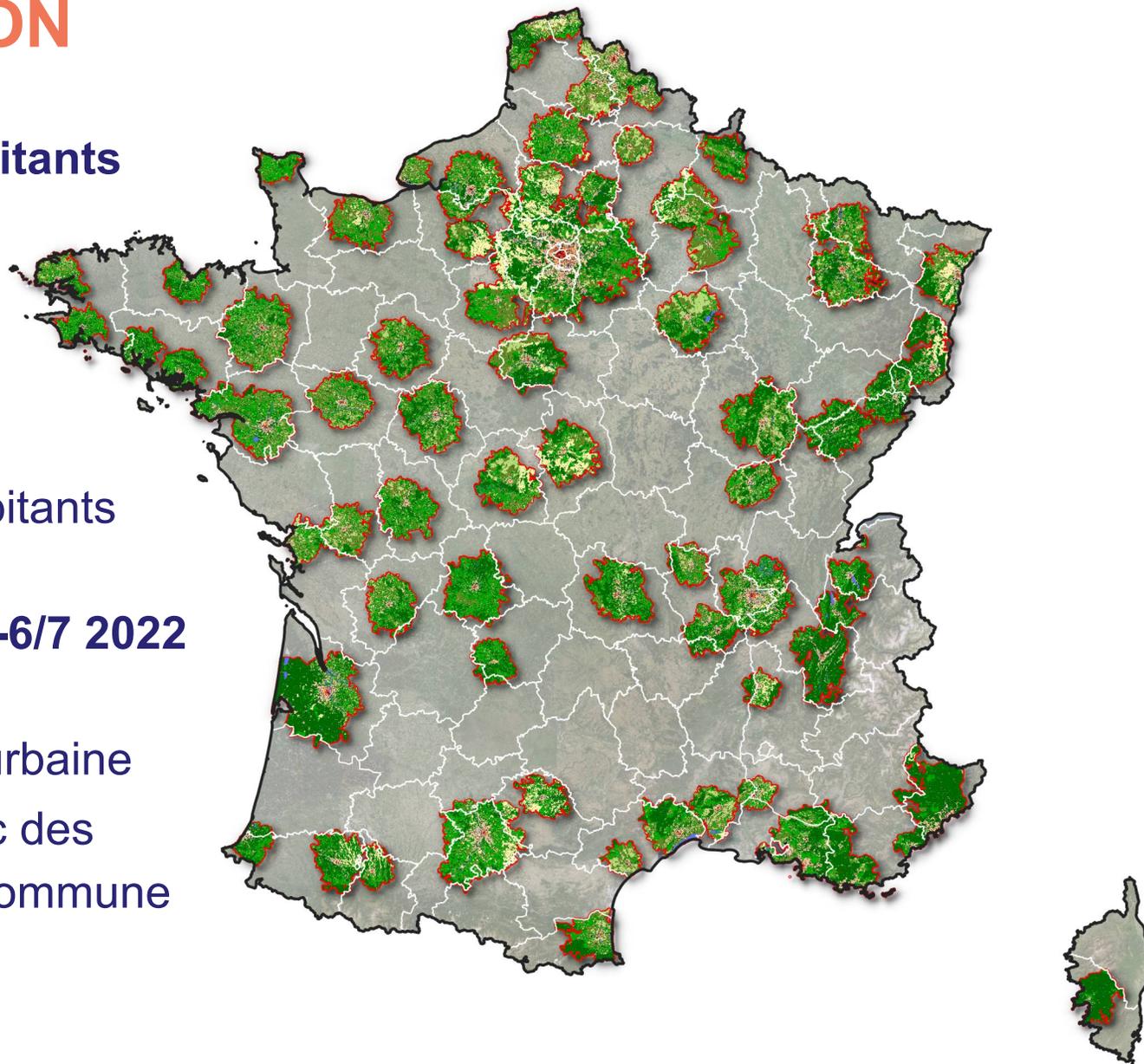
Présentation de la donnée et de l'outil en ligne

Arnaud Ceyte – Cerema

Loéna Trouvé – Cerema

RÉSUMÉ DE LA PRODUCTION

- **83 aires urbaines de plus de 50 000 habitants en France métropolitaine :**
 - = 11 500 communes (/ 34 826)
 - = 151 000 km² (/ 550 000 km²)
 - = 42 M habitants (/ 66 M habitants)dont 114 communes de plus de 50 000 habitants
- Basée sur la **couverture nationale SPOT-6/7 2022**
- Téléchargeable sur data.gouv.fr, par aire urbaine
- Visualisable sur cartagene.cerema.fr, avec des statistiques de répartition surfacique par commune



LES LOCAL CLIMATE ZONES (LCZ)

➤ **Référentiel décrivant le territoire suivant 17 classes (10 bâties et 7 naturelles), par croisement de 10 indicateurs (morphologie urbaine, occupation du sol, propriétés thermo-physiques).**

Stewart & Oke, 2012 : <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>

➤ **Analyse simplifiée par classement géo-climatique :** classification typo-morphologique du territoire, à échelle moyenne (~ 200 m de rayon minimum), pour caractériser des zones climatiquement homogènes

→ **localiser les formes urbaines les plus sensibles à l'ICU**

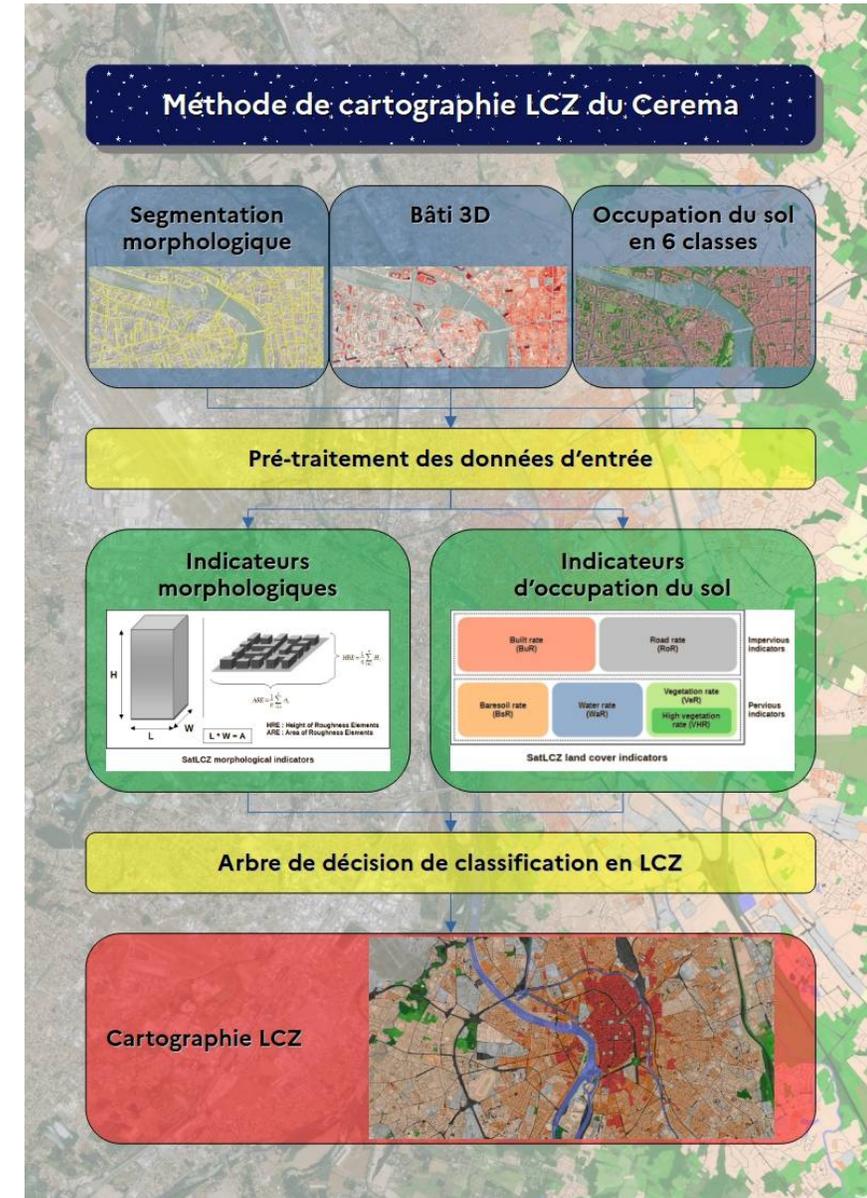
→ **ce n'est pas une mesure physique du phénomène d'ICU**

| Classes bâties | Définitions | Classes non bâties | Définitions |
|--|---|---|--|
| 1. Ensemble compact de tours | Mélange dense de grands immeubles avec des dizaines d'étages. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre. | A. Espace densément arboré | Paysage fortement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain. |
| 2. Ensemble compact d'immeubles | Mélange dense de bâtiments de hauteur moyenne (3 à 9 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction: pierre, brique, tuile, béton. | B. Espace arboré clairsemé | Paysage légèrement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain. |
| 3. Ensemble compact de maisons | Mélange dense de bâtiments de faible hauteur (1 à 3 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : pierre, brique, tuile, béton. | C. Espace végétalisé hétérogène | Buissons, arbustes et ligneux espacés. Couverture du sol principalement perméable (sol nu ou sable). Fonction de la zone : maquis, agriculture. |
| 4. Ensemble de tours espacées | Tours espacées de plus de 10 étages. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre. | D. Végétation basse | Paysage plat composé d'herbe ou plantes herbacées, de cultures. Peu ou pas d'arbres. Fonction de la zone : prairie, agriculture, parc urbain. |
| 5. Ensemble d'immeubles espacés | Bâtiments de hauteur moyenne espacés (3 à 9 étages). Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre. | E. Sol imperméable naturel ou artificiel | Paysage plat rocheux ou revêtu. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel (roche) ou route. |
| 6. Ensemble de maisons espacées | Bâtiments de faible hauteur espacés (1 à 3 étages). Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : bois, brique, pierre, tuile, béton. | F. Sol nu | Paysage plat composé de sol nu ou de sable. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel ou agriculture. |
| 7. Ensemble dense de maisons ou constructions légères | Mélange dense de bâtiments à un étage. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement compacté. Matériaux de construction légers : bois, chaume, tôle ondulé, etc. | G. Eau | Plans d'eau (mers, lacs, rivières, bassins, lagons). |
| 8. Bâtiments bas de grande emprise | Bâtiments bas (1 à 3 étages) de grande emprise, et espacés. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction en acier, béton, métal et pierre. | 10. Industrie lourde | Structure industrielle basse ou de hauteur moyenne (tours, réservoirs, cheminées). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu ou compacté. Matériaux de construction: métal, acier, béton. |
| 9. Implantation diffuse et espacée de maisons | Bâtiments de petite ou moyenne hauteur et éloignés dans un cadre naturel ou végétalisé. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). | | |

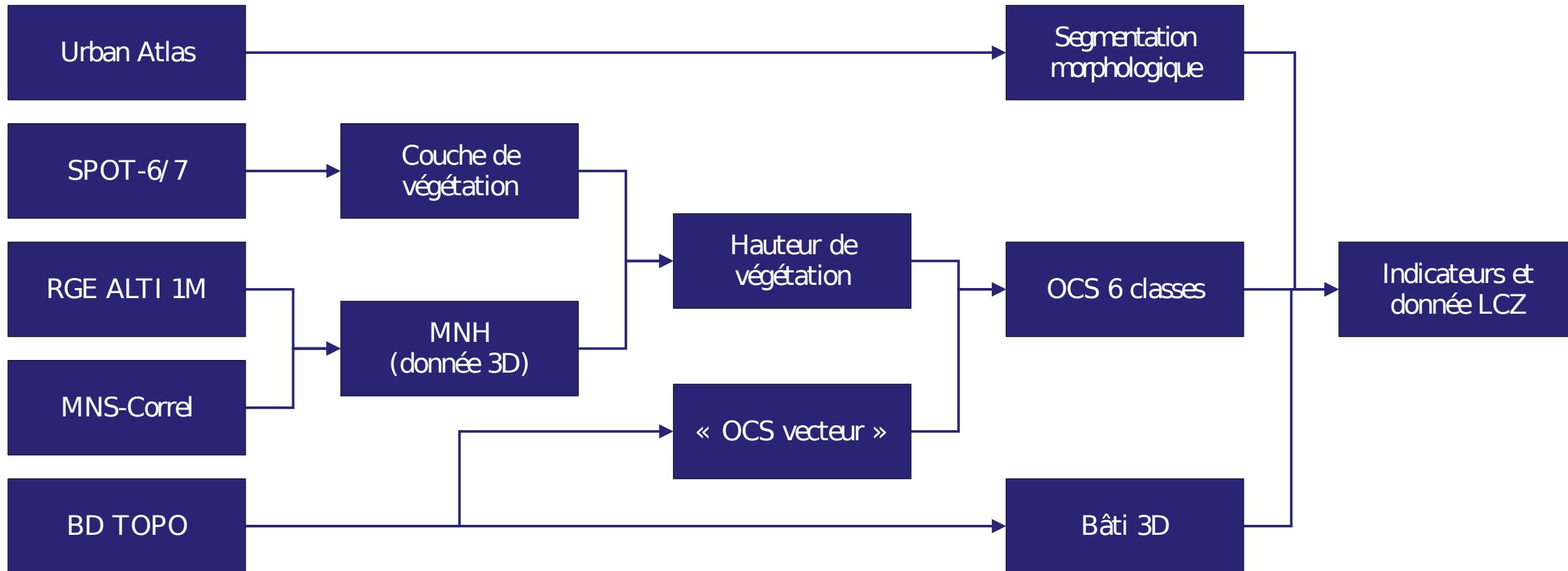
LA MÉTHODE LCZ DU CEREMA

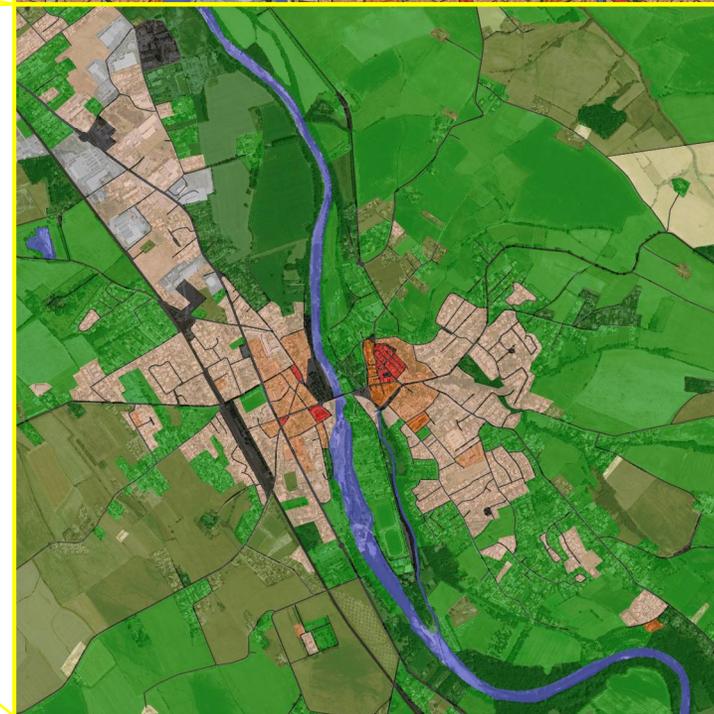
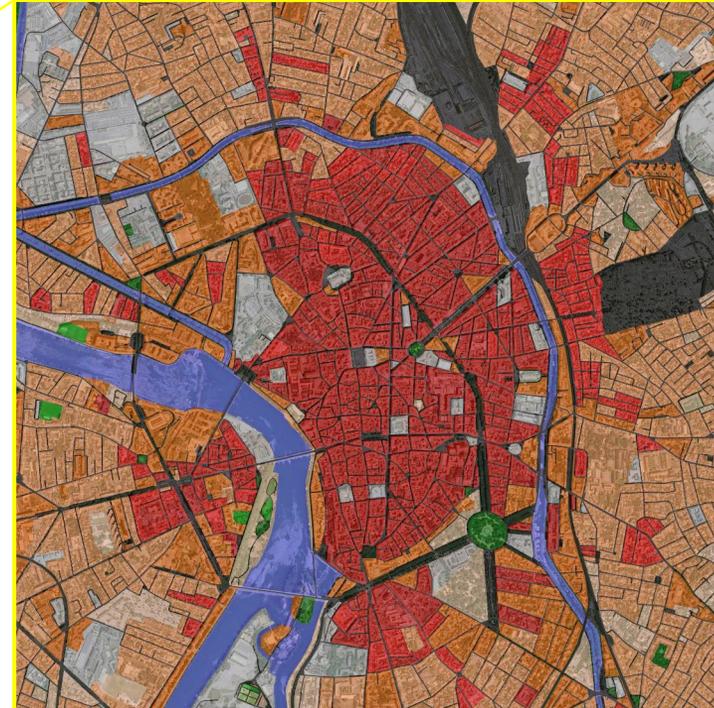
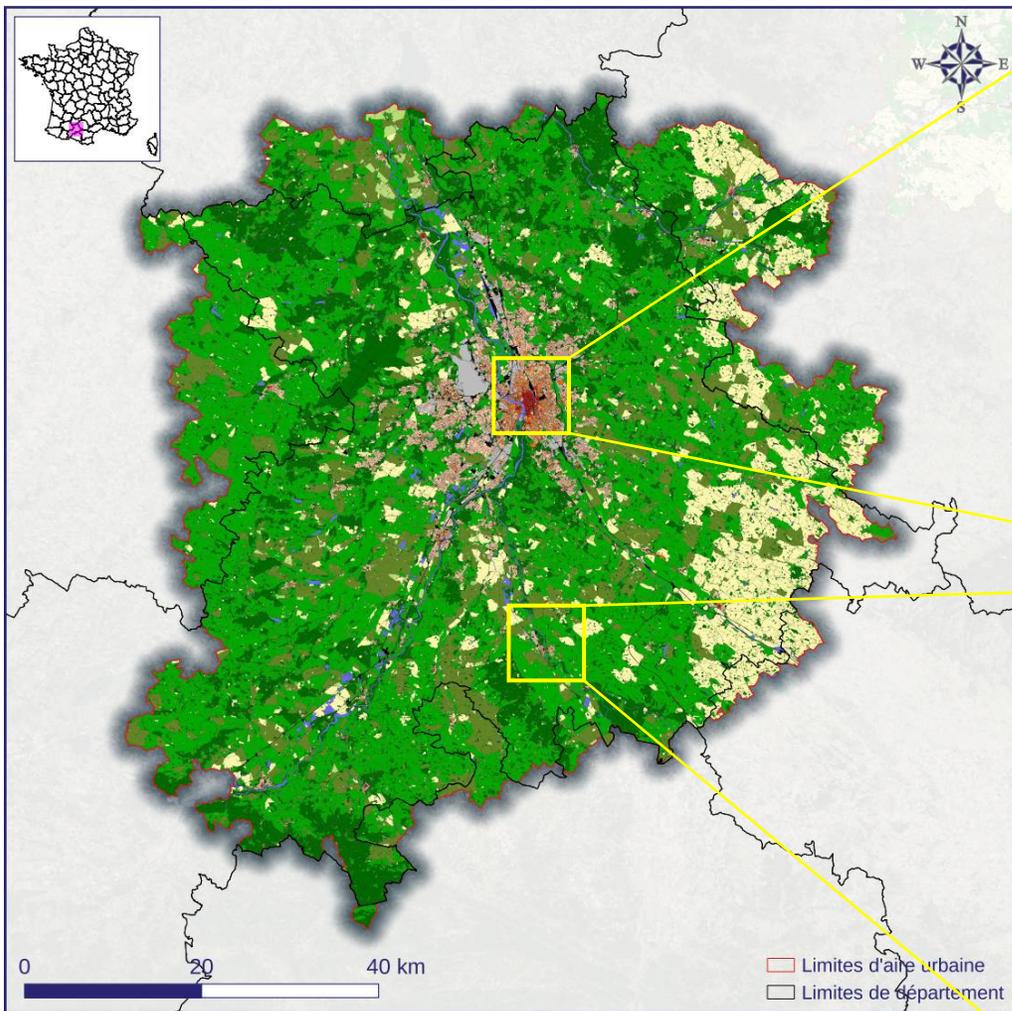
- Une méthode éprouvée, issue de près de 10 ans de R&D, entre le pôle satellite et l'équipe de recherche TEAM :
 - thèse de François Leconte (2014)
 - projet DiaClimAP (2015-2017), retenu lors de l'APR MODEVAL URBA 2014 de l'ADEME
 - travaux internes du Cerema (2017-2021)
 - projet SatLCZ (2020-2021), labellisé par le *Space Climate Observatory* et subventionné par le CNES, en partenariat avec Airbus Defence and Space et TerraNIS

- Finalité : avoir une **méthode opérationnelle et répliquable à l'international**, sur la base d'exploitation de **données satellites optiques à très haute résolution spatiale**



DES DONNÉES D'ENTRÉE À LA DONNÉE LCZ





Typologie LCZ :

- Ensemble compact de tours (LCZ 1)
- Ensemble compact d'immeubles (LCZ 2)
- Ensemble compact de maisons (LCZ 3)
- Ensemble de tours espacées (LCZ 4)
- Ensemble d'immeubles espacés (LCZ 5)
- Ensemble de maisons espacées (LCZ 6)
- Bâtiments bas de grande emprise (LCZ 8)
- Implantation diffuse de maisons (LCZ 9)

- Espace densément arboré (LCZ A)
- Espace arboré clairsemé (LCZ B)
- Espace végétalisé hétérogène (LCZ C)
- Végétation basse (LCZ D)
- Sol imperméable naturel ou artificiel (LCZ E)
- Sol nu perméable (LCZ F)
- Surface en eau (LCZ G)

Sources : SPOT © Airbus DS, BD TOPO © IGN, Urban Atlas © EEA, © Cerema
Réalisation : Cerema Occitanie / DT / OSECC (pôle satellite), juin 2024

83 FICHIERS PRINCIPAUX

Rechercher lcz-spot-2022-ajaccio.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (58.2Mo) — 2

ZIP lcz-spot-2022-albi.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (81.8Mo) — 2

ZIP lcz-spot-2022-amiens.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (108.7Mo) — 1

ZIP lcz-spot-2022-angers.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (113.6Mo) — 1

ZIP lcz-spot-2022-angouleme.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (123.1Mo) — 1

ZIP lcz-spot-2022-annecy.zip 

Mis à jour il y a 4 jours — zip (54.5Mo) — 2

ZIP 

 < Page précédente **1** 2 3 4 — 14 Page suivante > 

2 DOCUMENTATIONS

Guide utilisateur 

Mis à jour aujourd'hui — pdf (2.6Mo) — 2

PDF Guide technique 

Mis à jour il y a 4 jours — pdf (1.6Mo) — 2

PDF 

2 AUTRES

Couverture LCZ par commune 

Mis à jour il y a 4 jours — csv (4.2Mo) — 6

CSV Cartographie de la donnée LCZ 

Mis à jour il y a 4 jours — png (4.2Mo) — 3

FICHER 

Téléchargement des archives ZIP des 83 aires urbaines :

- donnée LCZ en SIG vecteur (.shp), avec symbologie QGIS
- donnée LCZ en SIG raster (.tif), avec symbologie QGIS
- carte LCZ (.pdf)
- métadonnées (.xml)

Guide utilisateur : sous forme de FAQ, les principales questions que se pose un utilisateur en découvrant cette donnée

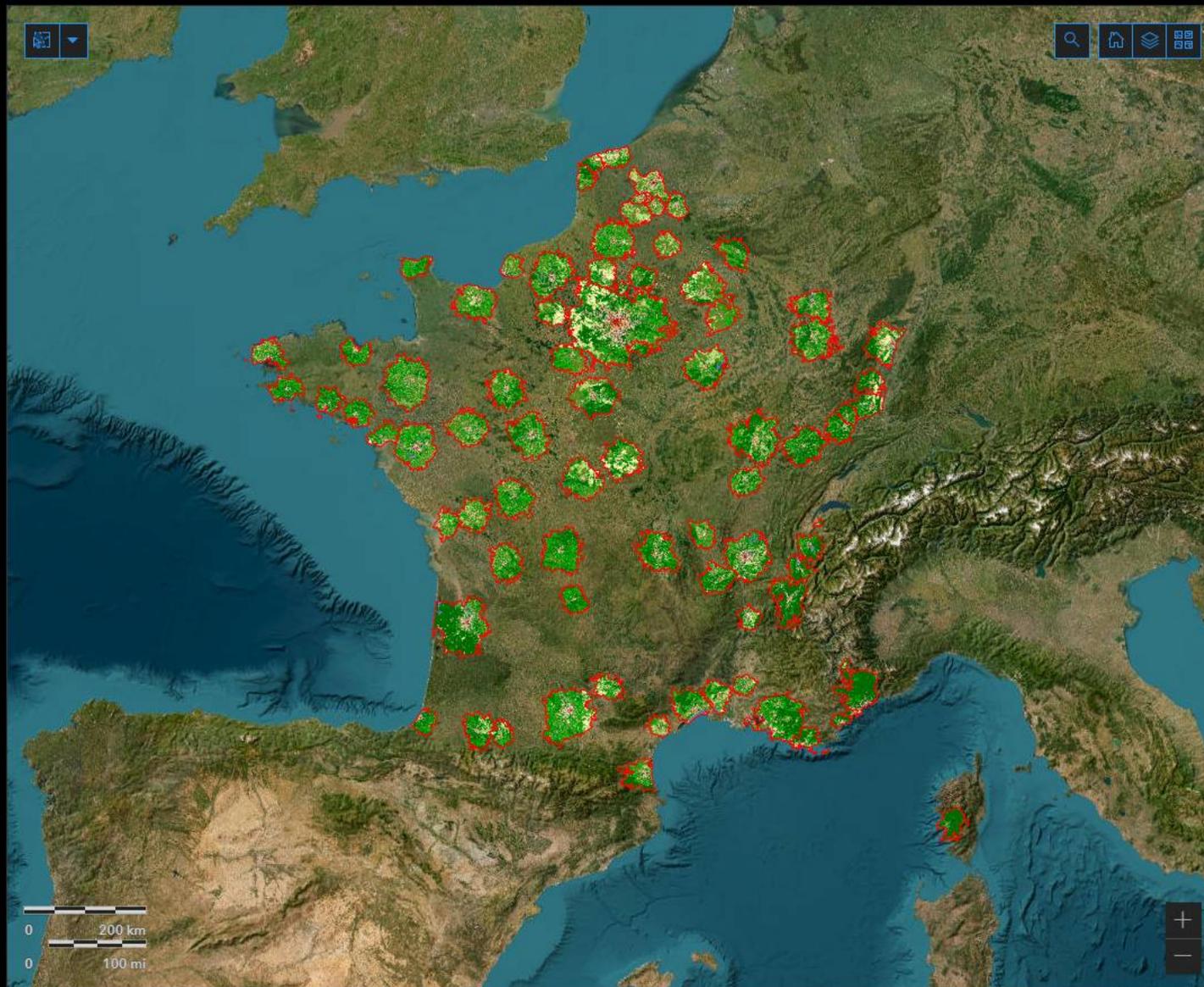
Guide technique : description de la méthode (données d'entrée, calcul des indicateurs et des LCZ, outils utilisés, limites de la donnée)

Fichier CSV permettant la **recherche de l'aire urbaine couvrant chaque commune**

Fichier PNG représentant la **couverture de la donnée** (photo de description du jeu de données)

LCZ : zoomez pour permettre la sélection d'entités et l'affichage des indicateurs.

La définition utilisée pour les aires urbaines ne suit pas systématiquement les limites de communes et d'EPCI, certains territoires sont donc partiellement cartographiés.



Local Climate Zones

Typologie LCZ

- LCZ 1 : Ensemble compact de tours
- LCZ 2 : Ensemble compact d'immeubles
- LCZ 3 : Ensemble compact de maisons
- LCZ 4 : Ensemble de tours espacées
- LCZ 5 : Ensemble d'immeubles espacés
- LCZ 6 : Ensemble de maisons espacées
- LCZ 8 : Bâtiments bas de grande emprise
- LCZ 9 : Implantation diffuse de maisons
- LCZ A : Espace densément arboré
- LCZ B : Espace arboré clairsemé
- LCZ C : Espace végétalisé hétérogène
- LCZ D : Végétation basse
- LCZ E : Sol imperméable naturel ou artificiel
- LCZ F : Sol nu perméable
- LCZ G : Surface en eau

Sensibilité des typologies LCZ à l'effet d'ICU :

- très forte sensibilité : LCZ 1 / LCZ 2
- forte sensibilité : LCZ 3
- sensibilité moyenne : LCZ 4 / LCZ 5
- faible sensibilité : LCZ 6 / LCZ 9
- sensibilité variable : LCZ 7* / LCZ 8 / LCZ E
- non bâties - sensibilité faible à nulle : LCZ A à LCZ G (hors LCZ E)

* la LCZ 7 est absente de ces classifications

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de la commune :

Sélectionnez une commune sur la carte pour afficher les statistiques.
Utilisez l'outil de la carte pour faire cette sélection.

Veillez à ne sélectionner qu'une seule commune.

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de l'EPCI :

Sélectionnez une commune sur la carte pour afficher les statistiques.
Utilisez l'outil de la carte pour faire cette sélection.

Veillez à ne sélectionner qu'une seule commune.

LCZ : zoomez pour permettre la sélection d'entités et l'affichage des indicateurs.

Local Climate Zones

Typologie LCZ

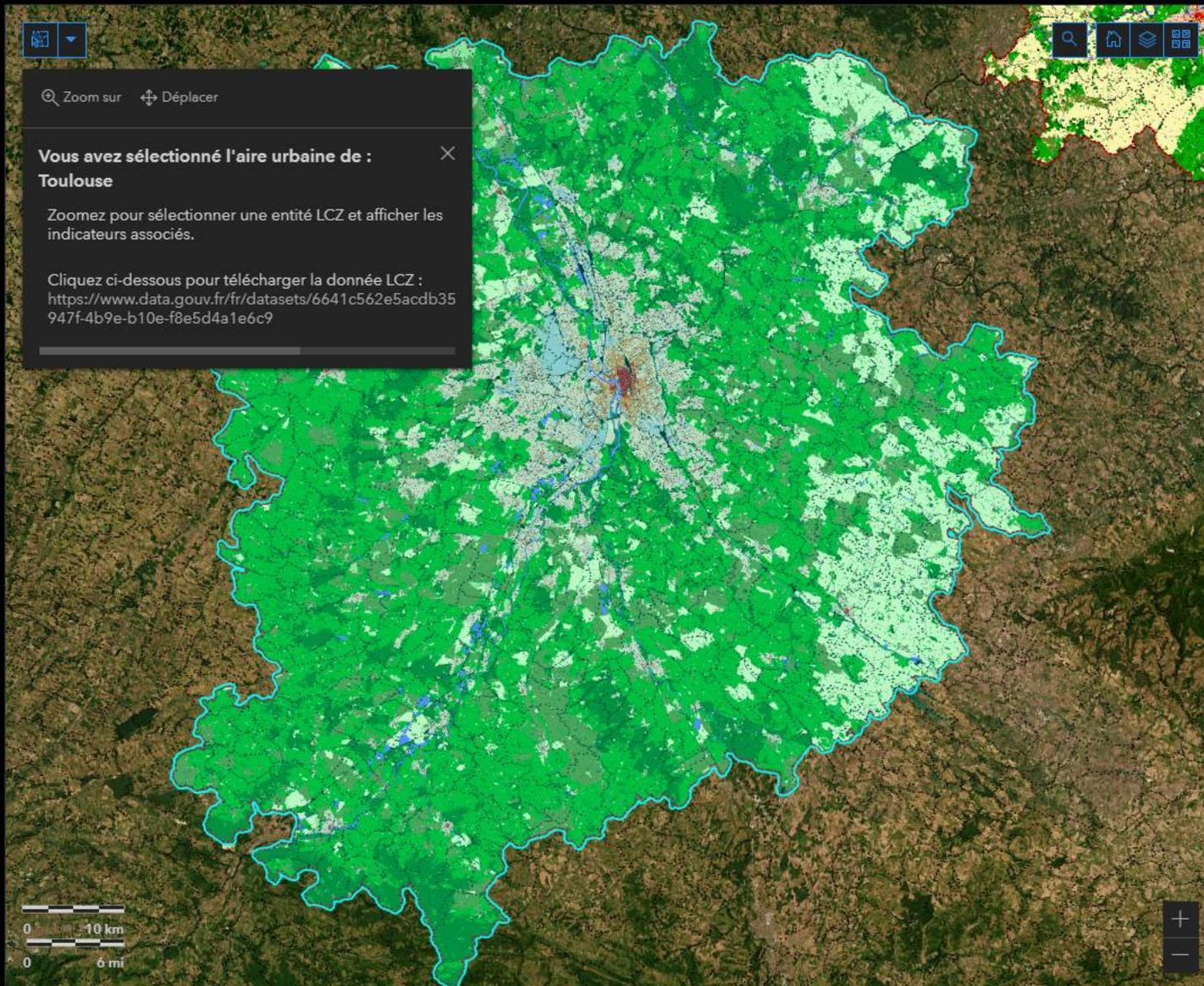
- LCZ 1 : Ensemble compact de tours
- LCZ 2 : Ensemble compact d'immeubles
- LCZ 3 : Ensemble compact de maisons
- LCZ 4 : Ensemble de tours espacées
- LCZ 5 : Ensemble d'immeubles espacés
- LCZ 6 : Ensemble de maisons espacées
- LCZ 8 : Bâtiments bas de grande emprise
- LCZ 9 : Implantation diffuse de maisons
- LCZ A : Espace densément arboré
- LCZ B : Espace arboré clairsemé
- LCZ C : Espace végétalisé hétérogène
- LCZ D : Végétation basse
- LCZ E : Sol imperméable naturel ou artificiel
- LCZ F : Sol nu perméable
- LCZ G : Surface en eau

Sensibilité des typologies LCZ à l'effet d'ICU :

- très forte sensibilité : LCZ 1 / LCZ 2
- forte sensibilité : LCZ 3
- sensibilité moyenne : LCZ 4 / LCZ 5
- faible sensibilité : LCZ 6 / LCZ 9
- sensibilité variable : LCZ 7* / LCZ 8 / LCZ E
- non bâties - sensibilité faible à nulle : LCZ A à LCZ G (hors LCZ E)

* la LCZ 7 est absente de ces classifications

La définition utilisée pour les aires urbaines ne suit pas systématiquement les limites de communes et d'EPCI, certains territoires sont donc partiellement cartographiés.



Earthstar Geographics

Powered by Esri

Sélectionnez une commune sur la carte pour afficher les statistiques.
Utilisez l'outil de la carte pour faire cette sélection.

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de la commune :

Sélectionnez une commune sur la carte pour afficher les statistiques.
Utilisez l'outil de la carte pour faire cette sélection.

Veillez à ne sélectionner qu'une seule commune.

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de l'EPCI :

Sélectionnez une commune sur la carte pour afficher les statistiques.
Utilisez l'outil de la carte pour faire cette sélection.

Veillez à ne sélectionner qu'une seule commune.

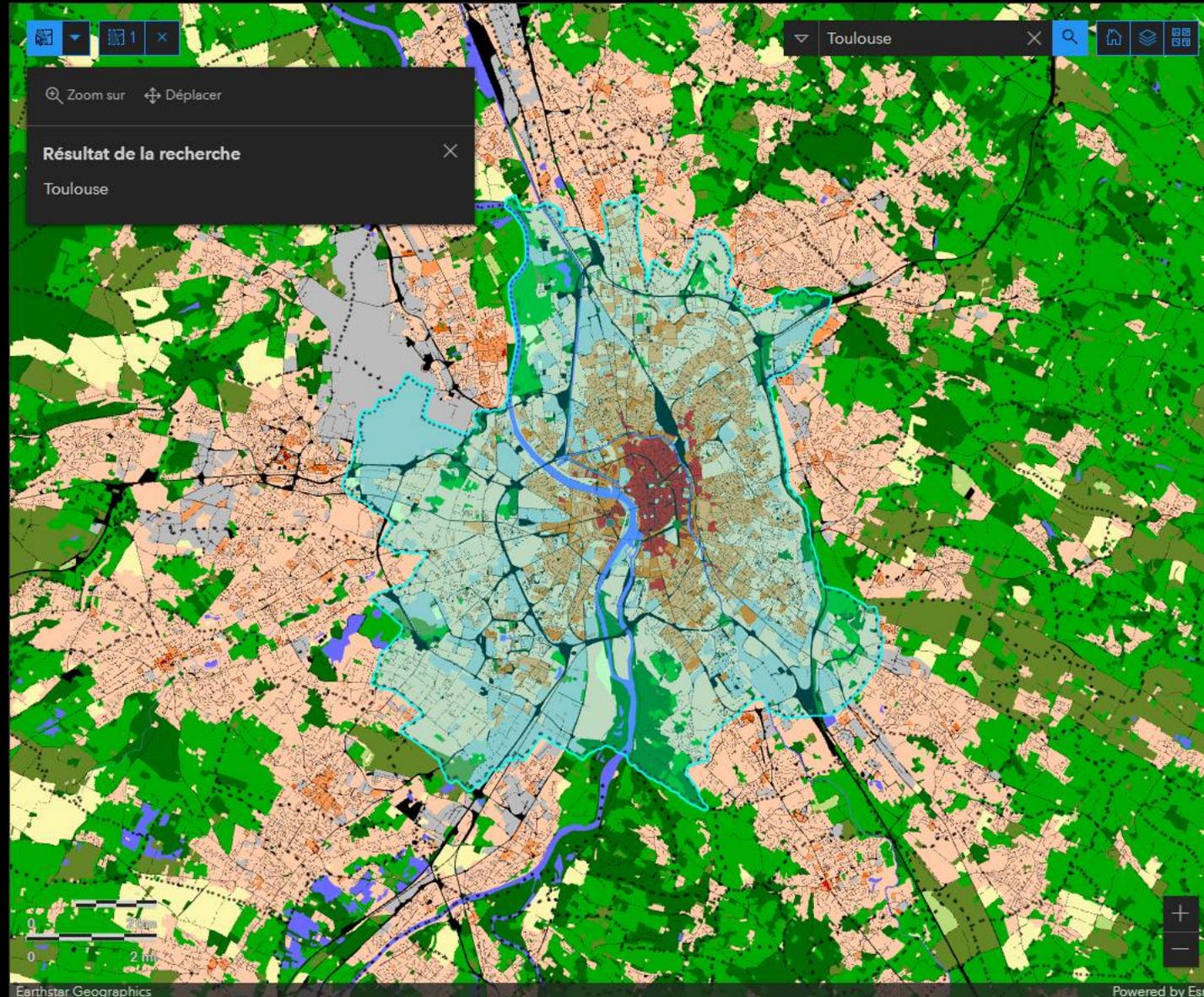
LCZ : zoomez pour permettre la sélection d'entités et l'affichage des indicateurs.

Local Climate Zones

Typologie LCZ

- LCZ 1 : Ensemble compact de tours
- LCZ 2 : Ensemble compact d'immeubles
- LCZ 3 : Ensemble compact de maisons
- LCZ 4 : Ensemble de tours espacées
- LCZ 5 : Ensemble d'immeubles espacés
- LCZ 6 : Ensemble de maisons espacées
- LCZ 8 : Bâtiments bas de grande emprise
- LCZ 9 : Implantation diffuse de maisons
- LCZ A : Espace densément arboré
- LCZ B : Espace arboré clairsemé
- LCZ C : Espace végétalisé hétérogène
- LCZ D : Végétation basse
- LCZ E : Sol imperméable naturel ou artificiel
- LCZ F : Sol nu perméable
- LCZ G : Surface en eau

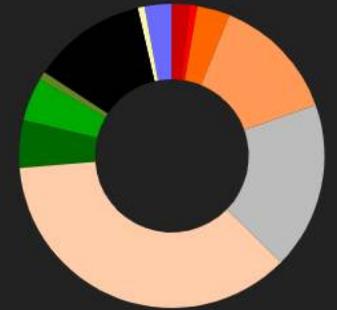
La définition utilisée pour les aires urbaines ne suit pas systématiquement les limites de communes et d'EPCI, certains territoires sont donc partiellement cartographiés.



Commune | EPCI sélectionné.e pour les statistiques :

Toulouse | Toulouse Métropole

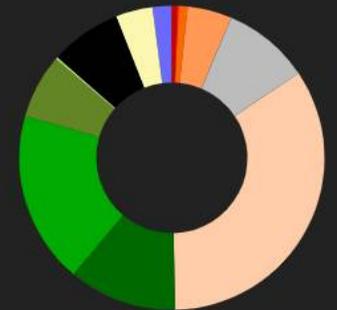
Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de la commune :



| | | | |
|--|---|---|---|
| ● LCZ 1 0 % | ● LCZ 2 1,93 % | ● LCZ 3 0,76 % | ● LCZ 4 0 % |
| ● LCZ 5 3,5 % | ● LCZ 6 13,37 % | ● LCZ 8 17,75 % | ● LCZ 9 36,41 % |
| ● LCZ A 5,05 % | ● LCZ B 4,61 % | ● LCZ C 0,87 % | ● LCZ D 0 % |
| ● LCZ E 12,13 % | ● LCZ F 0,72 % | ● LCZ G 2,88 % | ● ∅ LCZ 0 % |

Vous pouvez cocher et décocher les éléments de légende pour mettre à jour le graphique.

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de l'EPCI :



| | | | |
|--|--|--|---|
| ● LCZ 1 0 % | ● LCZ 2 0,5 % | ● LCZ 3 0,2 % | ● LCZ 4 0 % |
| ● LCZ 5 0,96 % | ● LCZ 6 4,69 % | ● LCZ 8 9,25 % | ● LCZ 9 34,07 % |
| ● LCZ A 11,47 % | ● LCZ B 18,3 % | ● LCZ C 6,8 % | ● LCZ D 0,25 % |
| ● LCZ E 7,56 % | ● LCZ F 3,91 % | ● LCZ G 2,04 % | ● ∅ LCZ 0 % |

Vous pouvez cocher et décocher les éléments de légende pour mettre à jour le graphique.

Sensibilité des typologies LCZ à l'effet d'ICU :

- très forte sensibilité : LCZ 1 / LCZ 2
- forte sensibilité : LCZ 3
- sensibilité moyenne : LCZ 4 / LCZ 5
- faible sensibilité : LCZ 6 / LCZ 9
- sensibilité variable : LCZ 7* / LCZ 8 / LCZ E
- non bâties - sensibilité faible à nulle : LCZ A à LCZ G (hors LCZ E)

* la LCZ 7 est absente de ces classifications

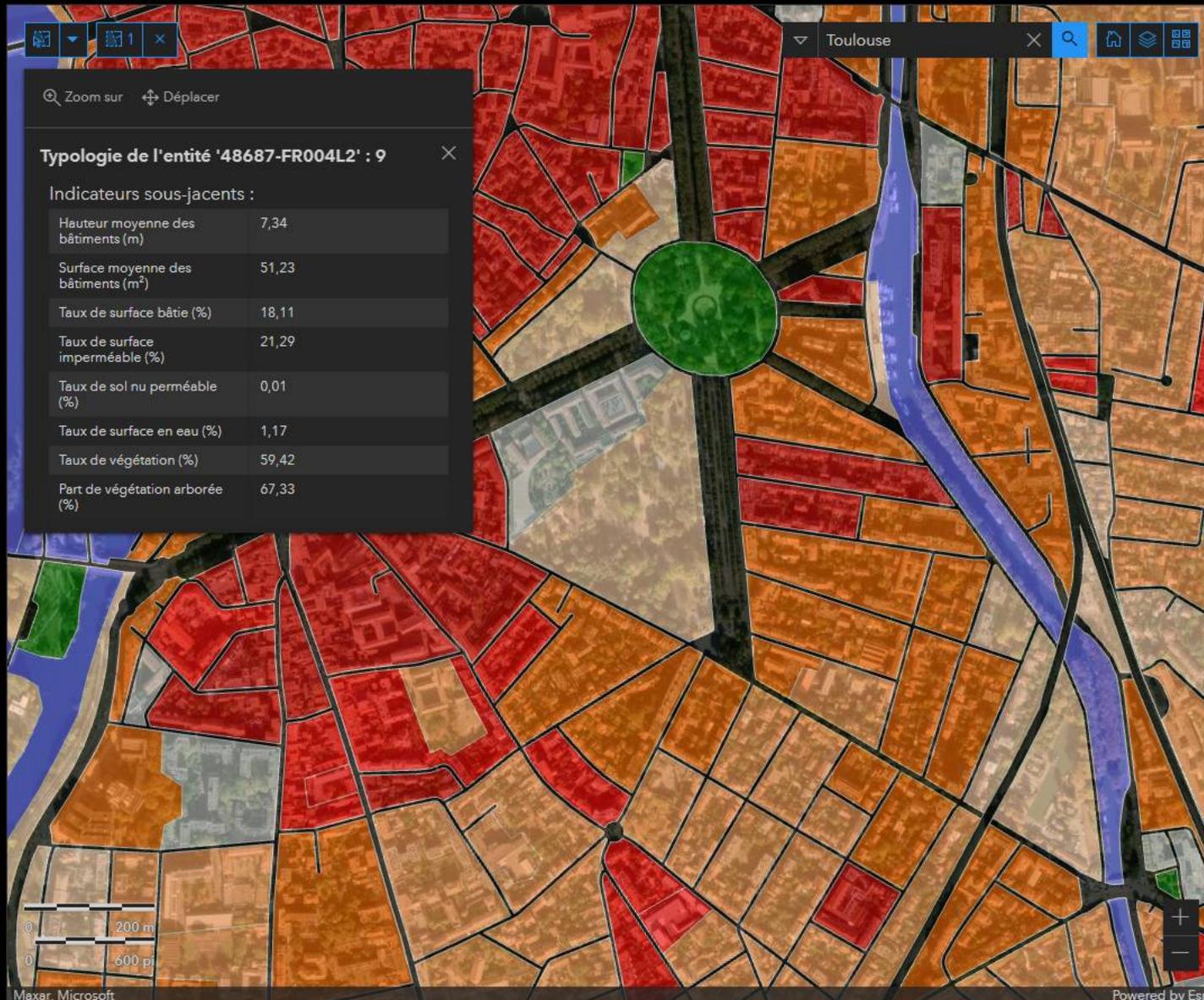
LCZ : vous pouvez cliquer sur les entités pour afficher les valeurs des indicateurs.

La définition utilisée pour les aires urbaines ne suit pas systématiquement les limites de communes et d'EPCI, certains territoires sont donc partiellement cartographiés.

Local Climate Zones

Typologie LCZ

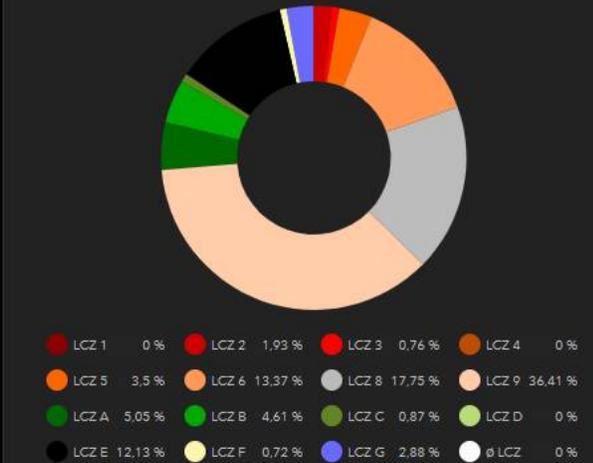
- LCZ 1 : Ensemble compact de tours
- LCZ 2 : Ensemble compact d'immeubles
- LCZ 3 : Ensemble compact de maisons
- LCZ 4 : Ensemble de tours espacées
- LCZ 5 : Ensemble d'immeubles espacés
- LCZ 6 : Ensemble de maisons espacées
- LCZ 8 : Bâtiments bas de grande emprise
- LCZ 9 : Implantation diffuse de maisons
- LCZ A : Espace densément arboré
- LCZ B : Espace arboré clairsemé
- LCZ C : Espace végétalisé hétérogène
- LCZ D : Végétation basse
- LCZ E : Sol imperméable naturel ou artificiel
- LCZ F : Sol nu perméable
- LCZ G : Surface en eau



Commune | EPCI sélectionné.e pour les statistiques :

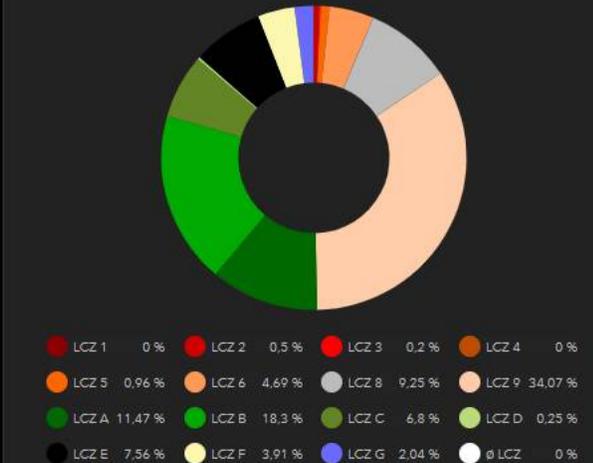
Toulouse | Toulouse Métropole

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de la commune :



Vous pouvez cocher et décocher les éléments de légende pour mettre à jour le graphique.

Répartition surfacique des LCZ à l'échelle de l'EPCI :



Vous pouvez cocher et décocher les éléments de légende pour mettre à jour le graphique.

Sensibilité des typologies LCZ à l'effet d'ICU :

- très forte sensibilité : LCZ 1 / LCZ 2
- forte sensibilité : LCZ 3
- sensibilité moyenne : LCZ 4 / LCZ 5
- faible sensibilité : LCZ 6 / LCZ 9
- sensibilité variable : LCZ 7* / LCZ 8 / LCZ E
- non bâties - sensibilité faible à nulle : LCZ A à LCZ G (hors LCZ E)

* la LCZ 7 est absente de ces classifications

QUELS SONT LES AVANTAGES DE CETTE DONNÉE ?

- **Issue d'une méthode éprouvée**
⇒ plusieurs années de R&D
- **Une donnée mise à disposition gratuitement**
⇒ un gain de temps et d'argent pour explorer d'autres méthodes de diagnostics plus fins
- **Une donnée homogène à l'échelle de la France métropolitaine**
⇒ une comparaison entre territoires plus facile

mais

- **N'inclut pas de données thermiques**
- **N'est pas une donnée d'occupation du sol, ni une représentation de la végétation urbaine**
⇒ certains parcs urbains sont soit trop petits, soit présentent des structures bâties qui les font basculer en typologie LCZ « bâties » (LCZ 1 à 9)
- **Le découpage Urban Atlas ne suit pas parfaitement le découpage administratif**
⇒ certains territoires sont partiellement couverts
⇒ certains îlots sont à cheval sur plusieurs territoires

EXEMPLES D'UTILISATIONS

➤ Lille Métropole

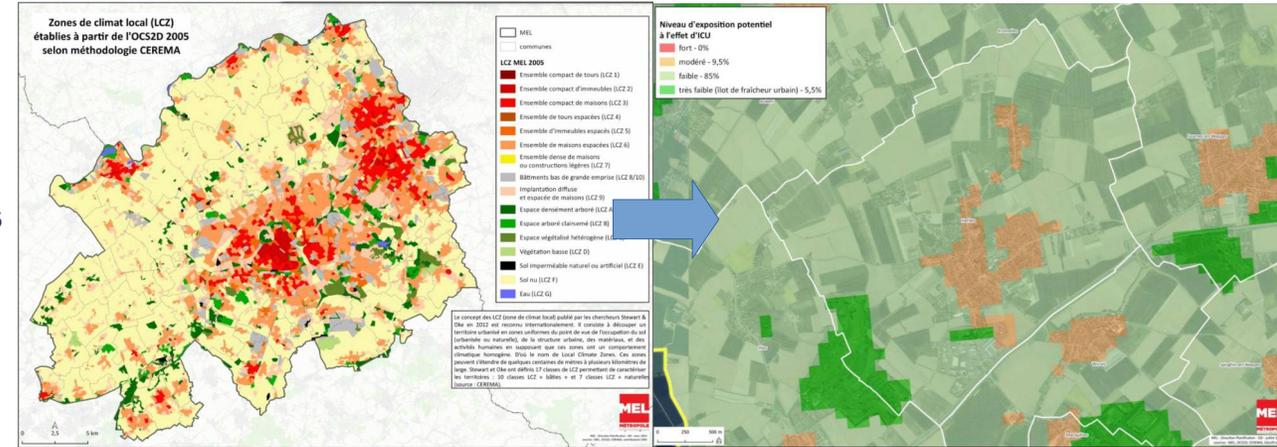
- ⇒ **Sensibilisation** des élus
- ⇒ Intégration des LCZ dans la **priorisation et l'analyse des projets** de renouvellement urbain ou autres projets urbains

➤ Rodez Agglomération

- ⇒ **Révision du PLUi** (aussi à **Limoges Métropole**)
- ⇒ Identification de **secteurs vulnérables** (croisement avec des données sur la population) et travaux sur des sites ciblés en fonction des **typologies de tissu urbain** pour identifier des **solutions de rafraîchissement** à déployer

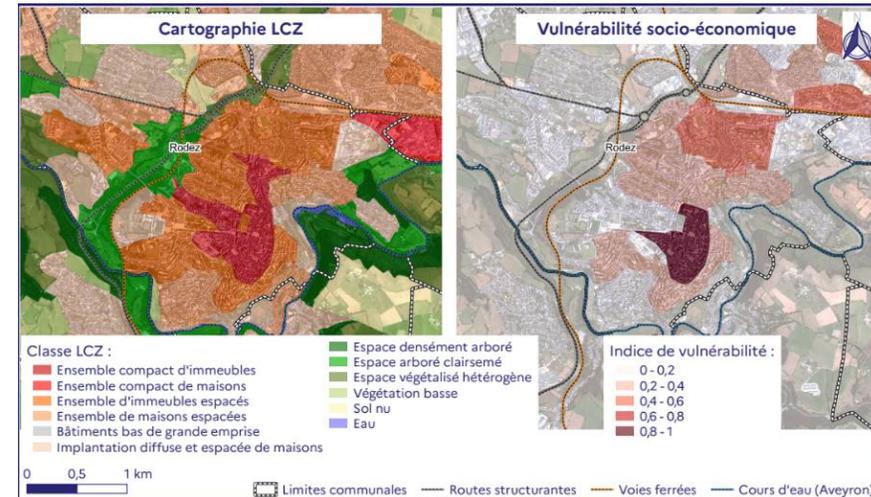
➤ Communauté d'agglomération de Marenne-Adour-Côte-Sud

- ⇒ Appui à l'élaboration d'une **stratégie de végétalisation** et de désimperméabilisation en faveur du rafraîchissement
- ⇒ Accompagnements proches à **Carcassonne Agglomération** (végétalisation), **Libourne** (stratégie d'**adaptation basée sur les SAFN**), la **Roche-sur-Yon** (croisement du diag ICU avec le potentiel de désimperméabilisation)



Carte LCZ (Lille Métropole)

Carte du niveau d'exposition potentiel à l'effet d'ICU



Carte LCZ et cartographie de la vulnérabilité socio-économique (Rodez Agglomération)

RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES



Essentiels :

- « Moins de surchauffe urbaine »
- « Prévenir les coups de chaleur » (bâtiment)

Articles Techni.Citées :

Lutter contre les îlots de chaleur urbains



Quelques exemples d'études :

- Surchauffe urbaine et réaménagement des espaces publics (Toulon, Seyne-sur-Mer)
- Accompagnement de Rodez Agglomération
- Accompagnement sur la place Delille à Clermont-Ferrand

OFFRE DE FORMATION

SURCHAUFFE EN VILLES ET VILLAGES : ADAPTER VOTRE TERRITOIRE ET VOS QUARTIERS FACE AUX VAGUES DE CHALEUR



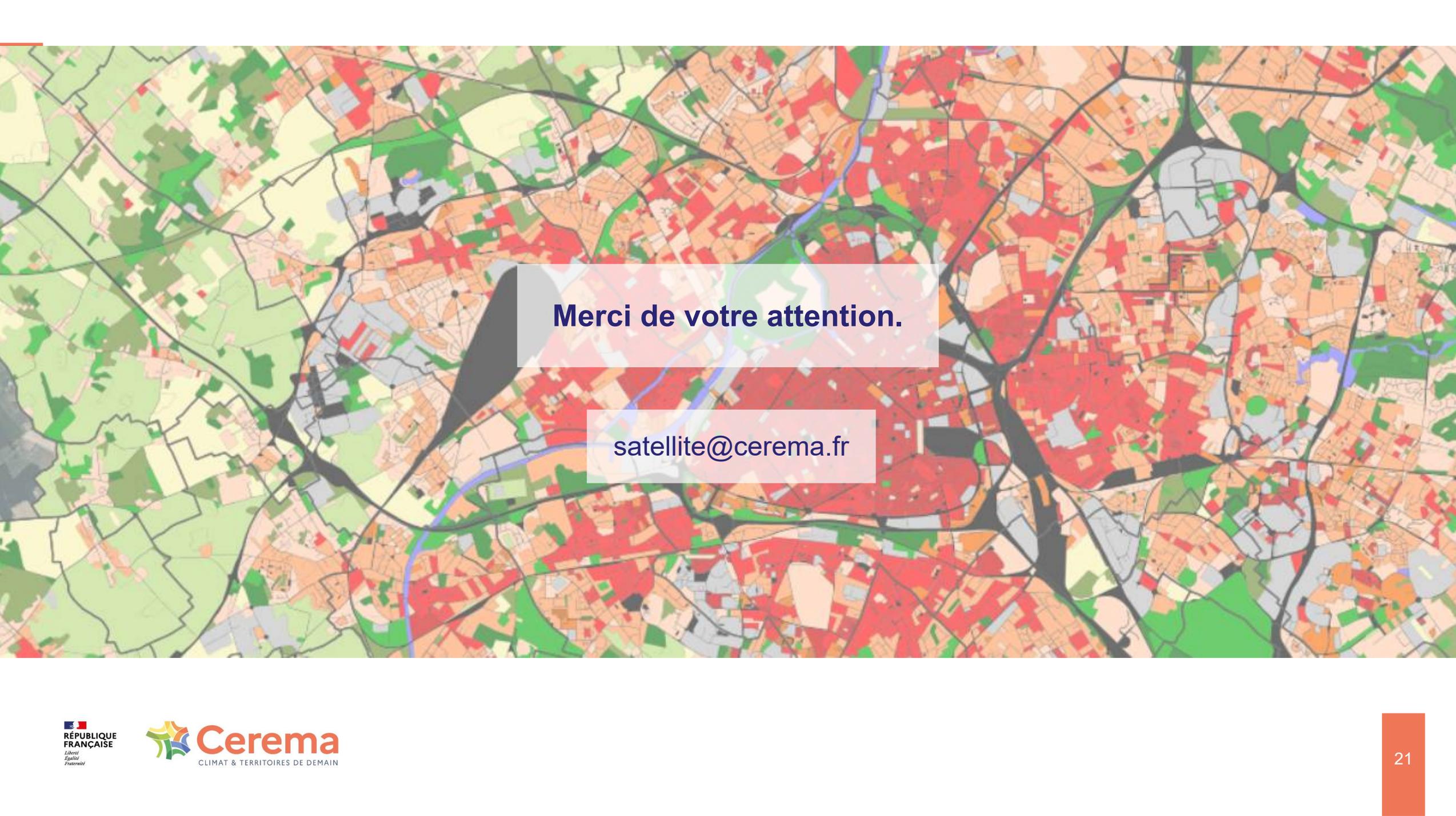
LYON

19 et 20 mars
2025



Programme et informations

Inscriptions en ligne

An aerial photograph of a city area, overlaid with a complex network of colored polygons in shades of red, orange, green, and grey, representing land use or planning data. A semi-transparent white box with a dark border is centered on the map.

Merci de votre attention.

satellite@cerema.fr

Mobiliser et croiser données de santé individuelles et conditions de logement dont les îlots de chaleur : l'exemple du projet HHAVOC

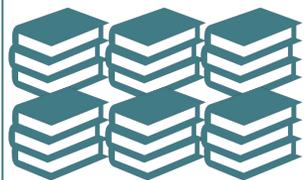


Emeline Lequy, Inserm
U1018 CESP, Exposome et Hérité ; UMS 11 Cohortes en population



▶ Vagues de chaleur, ICU et consommation de soins ?

L'état de l'art



Mortalité
(morbidité)



Consommation de soins

Transport
Urgences
Hospitalisations
Médicaments



Populations vulnérables ?

Âge (enfants, seniors)
Maladies chroniques
SES



...



Autres caractéristiques :
Logement ?
Effet des îlots de chaleur urbains ?

- Dans quelle mesure les vagues de chaleur sont-elles associées à une surconsommation ?
- Quelles sont les populations vulnérables (caractéristiques individuelles et contextuelles ?)

Le consortium



2025-2026

▶ La cohorte Constances ?

18-69 ans à l'inclusion (2012-2020)
Affiliés au régime général de la sécurité sociale
+ régimes spéciaux partenaires

□ Suivre l'état de santé d'un échantillon de 220 000 Français
tout au long de leur vie (cohorte prospective)



Infrastructure ouverte

plateforme polyvalente pour la **santé publique**
et la **recherche en santé**
capable d'étudier

la santé : toute **maladie** dont le nombre est
suffisant dans cette population
les **facteurs de risque**

Contribuer à de **nombreux domaines** de recherche
surveillance épidémiologique
histoire naturelle des maladies, **bio-marqueurs**
précoces de maladie
effets indésirables à long terme des médicaments
trajectoires de soins
...

▶ Des milliers de données



cohorte
CONSTANCES
220 000 volontaires



▶ Un riche ensemble de données individuelles

2012 _____ 2024



Quelles populations ?

- Age, sexe
- SES
- « Lifestyle »

Quels soins ?

- MG
- MCO
- PSY
- Urgences
- Médicaments

▶ Un riche ensemble de données individuelles

Vagues de chaleur ?

2012 _____ 2024

Dates

Intensité

T°C, RH



Quelles populations ?

Age, sexe

SES

« Lifestyle »

Quels soins ?

MG

MCO

PSY

Urgences

Médicaments

▶ Un riche ensemble de données individuelles

Vagues de chaleur ?

2012 _____ 2024

Dates

Intensité

T°C, RH



ICU

Bâtiment ?

BDNB

Quelles populations ?

Age, sexe

SES

« Lifestyle »

Logement

Quels soins ?

MG

MCO

PSY

Urgences

Médicaments

▶ La donnée indispensable : les adresses



Inclusion dans
Constances

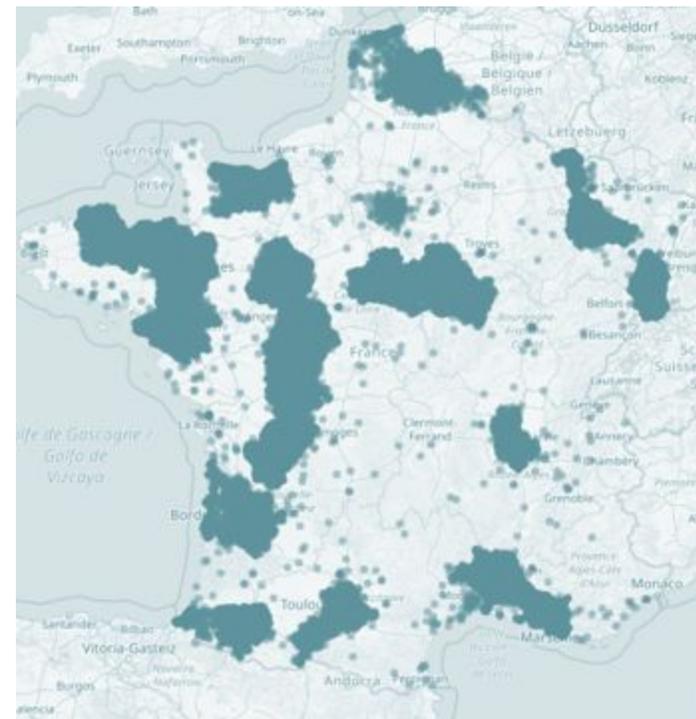
Naissance

+200 000 volontaires

Mis à jour à chaque déménagement

25% des volontaires ont déménagé
au moins une fois depuis leur
inclusion

Où habitaient les volontaires à l'inclusion ?



80 000 participants

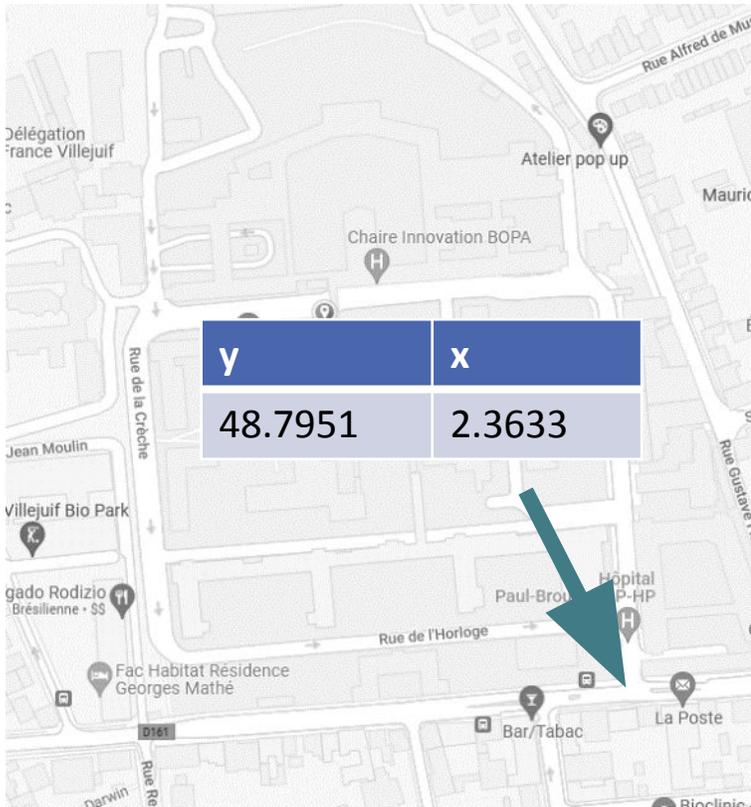
Remplis de 2020 à
2022 par web

▶ Comment utiliser ces données ?

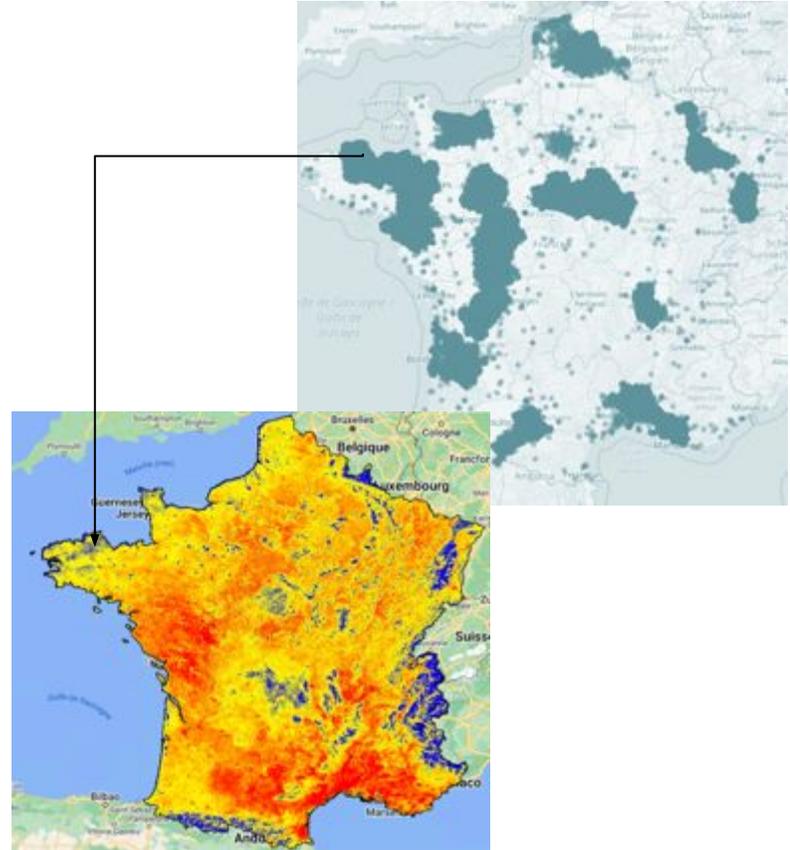
Géocodes :
Coordonnées géographiques
Eg. coordonnées GPS,
« longitude/latitude »

Dans un référentiel spatial
Exemple: GPS (wgs84)

Quid de l'hôpital **Paul Brousse** ?



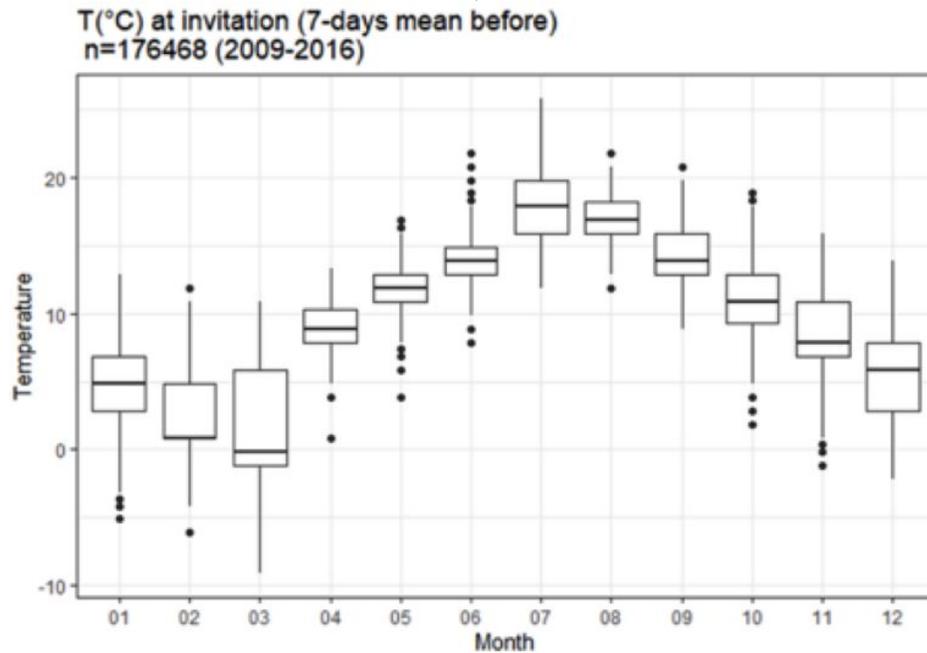
*Localisation des participants
Constances à l'inclusion*



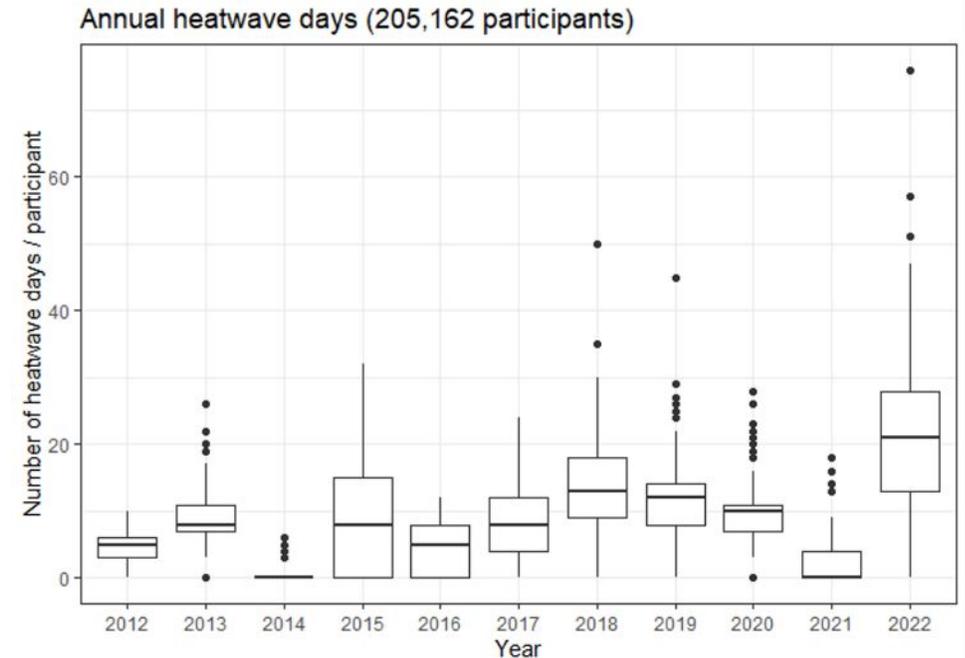


Exemples d'utilisation en lien avec le projet

Cartes de températures horaires



Bases de données Météo France





Comment déterminer et caractériser les ICU pour tous les volontaires de Constances (Hexagone) ?

Phénomène et enjeux complexes

Différents producteurs de données

Eg. Météo France, CSTB, CEREMA, collectivités, associations (eg Institut Paris Région) etc.

Diversité de solutions

Différentes échelles

Ville - Région - France

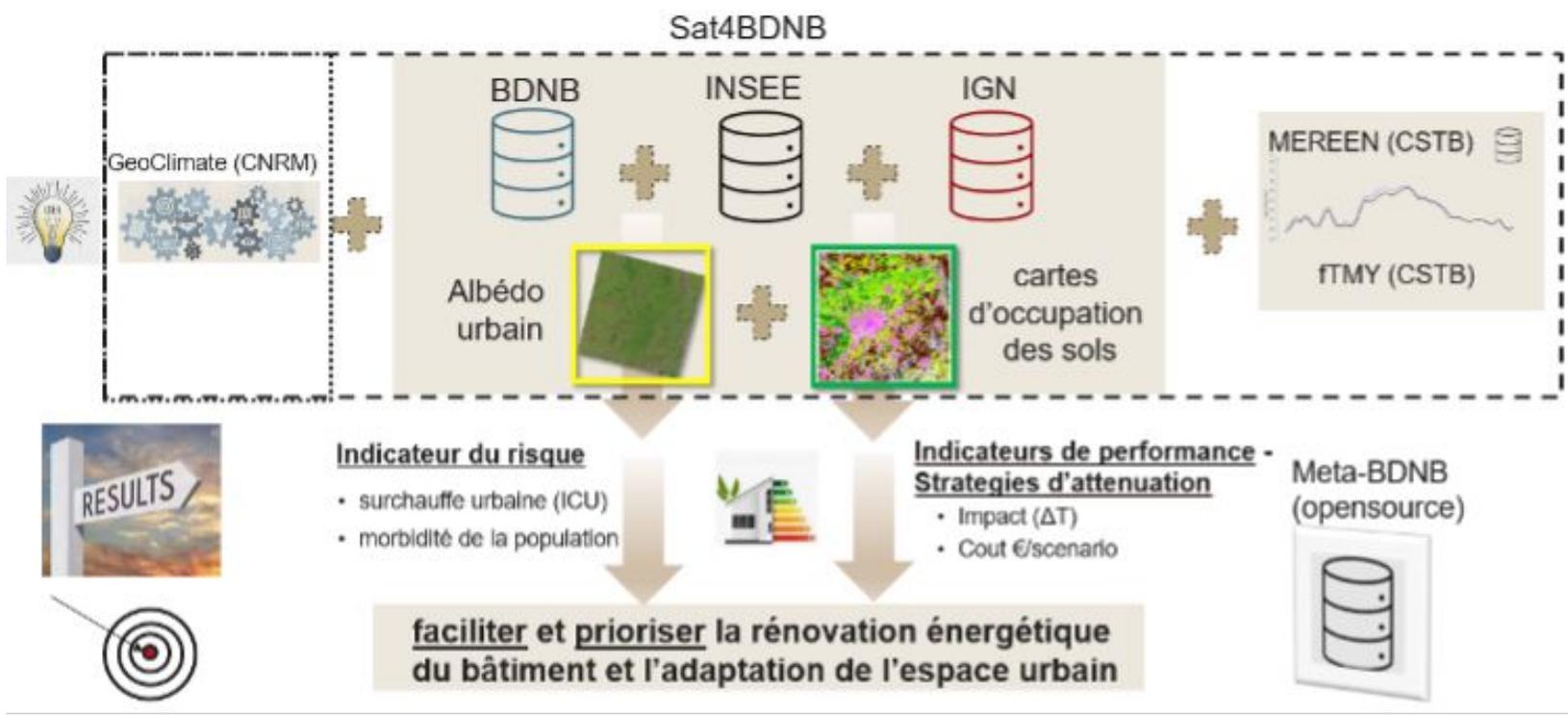
Différents besoins

Comment déterminer et caractériser les ICU ?

□ Opérationnaliser au cas par cas

CSTB □ SAT4BDNB

Appariement au bâtiment de chaque volontaire Constances





Comment déterminer et caractériser les ICU ?

- Opérationnaliser au cas par cas

CEREMA

Images satellite à très haute résolution spatiale + bases de données ouvertes :
occupation du sol, végétation, eau, implantation et hauteur des bâtiments

- Zones climatiques locales (LCZ en anglais) : système de 17 classes

| Classes bâties | Définitions | Classes non bâties | Définitions |
|--|---|---|--|
|  <p>1. Ensemble compact de tours</p> | <p>Mélange dense de grands immeubles avec des dizaines d'étages. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.</p> |  <p>A. Espace densément arboré</p> | <p>Paysage fortement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain .</p> |
|  <p>2. Ensemble compact d'immeubles</p> | <p>Mélange dense de bâtiments de hauteur moyenne (3 à 9 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction: pierre, brique, tuile, béton.</p> |  <p>B. Espace arboré clairsemé</p> | <p>Paysage légèrement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain .</p> |
|  <p>3. Ensemble compact de maisons</p> | <p>Mélange dense de bâtiments de faible hauteur (1 à 3 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : pierre, brique, tuile, béton.</p> |  <p>C. Espace végétalisé hétérogène</p> | <p>Buissons, arbustes et ligneux espacés. Couverture du sol principalement perméable (sol nu ou sable). Fonction de la zone : maquis, agriculture.</p> |
|  <p>4. Ensemble de tours espacées</p> | <p>Tours espacées de plus de 10 étages. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.</p> |  <p>D. Végétation basse</p> | <p>Paysage plat composé d'herbe ou plantes herbacées, de cultures. Peu ou pas d'arbres. Fonction de la zone : prairie, agriculture, parc urbain.</p> |

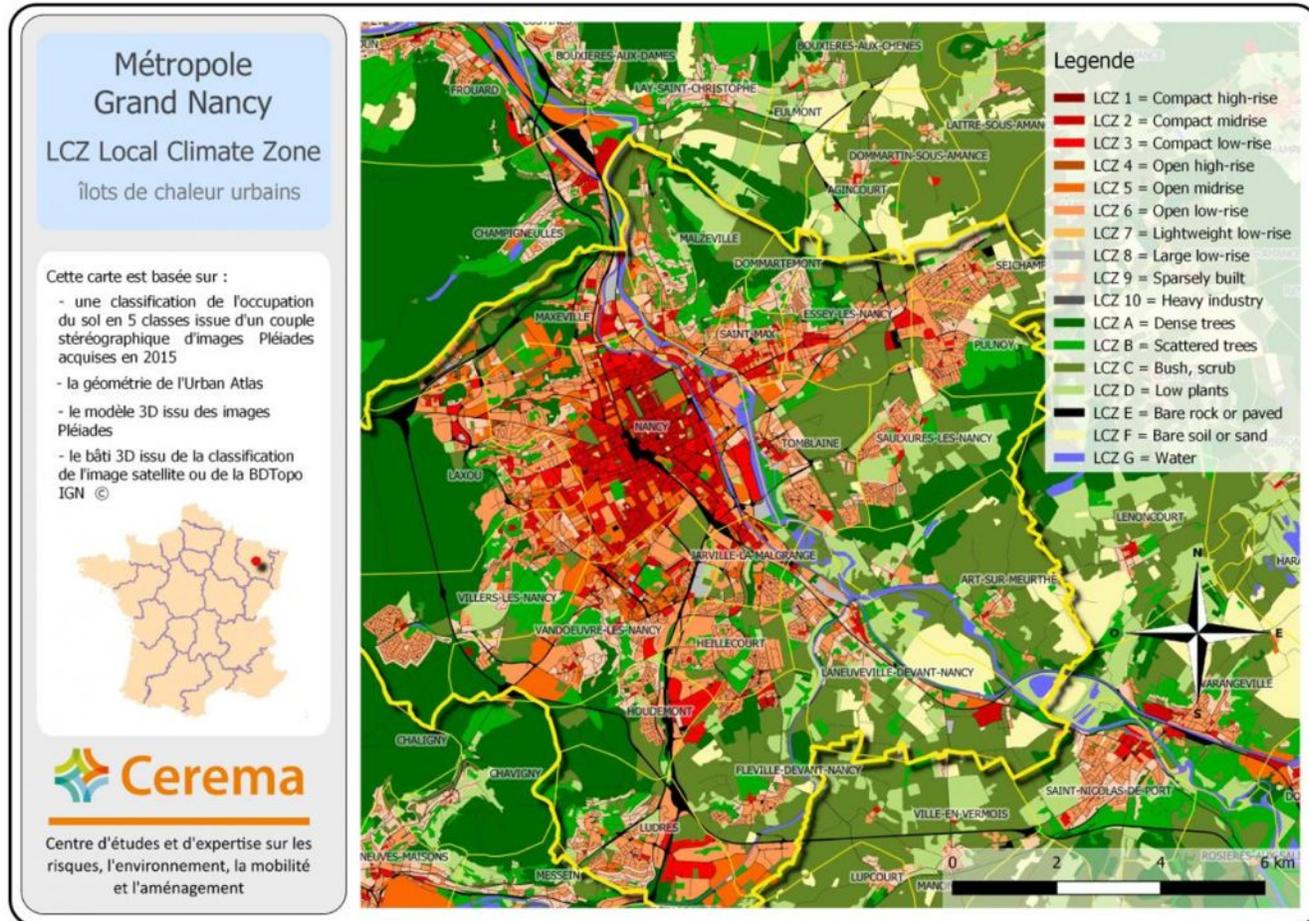
9 classes bâties + industrie lourde
7 classes non bâties (A-G)

Ne suffisent pas à elles même à identifier/ localiser les ICU mais indiquent les zones à risque dans 83 aires urbaines > 50 000 habitants en France métropolitaine (//Urban Atlas, Copernicus)

- mise à disposition gratuite des données au public & territoires
- documentation technique + FAQ

Comment déterminer et caractériser les ICU ?

Exemple d'appariement de Constances aux LCZ (Céréma) de Nancy



Building and Environment
Volume 267, Part B, 1 January 2025, 112225



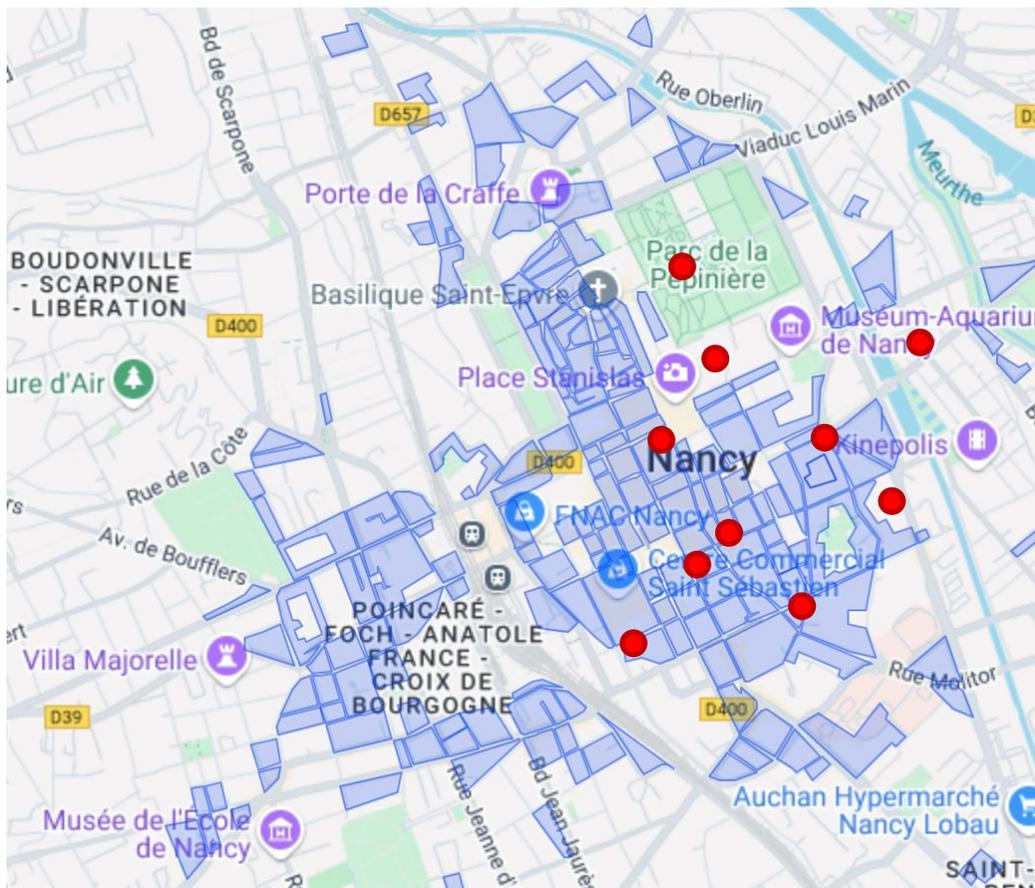
Urban heat dynamics in Local Climate Zones (LCZs): A systematic review

Neshat Rahmani ^a, Ayyoob Sharifi ^b ✉

- LCZ 2 ?
- Différences de comportement jour/nuit (eg LCZ 1)

▶ Comment déterminer et caractériser les ICU ?

Exemple d'appariement de Constances aux LCZ (Céréma) de Nancy □ croisement SIG



LCZ 2

Volontaires fictifs

□ Localisation LCZ à riche oui/non, % buffer...

!!! Interprétation - ICU phénomène complexe :
contextualisation, dynamique des masses d'air
dans la ville

□ **collaborer avec experts**

Méthodes d'analyses prévisionnelles

Critère de jugement : consommation de soins (au total ou par type)

Exposition : variables des vagues de chaleur ie durée, temperature aux addresses (différents indicateurs)

Analyses de séries temporelles

Test des différentes métriques compilées

+ lag 1-15j, rang annuel de la vague de chaleur

Analyses par sous-groupes :

Personne : sexe, categories d'âge, variables de santé ie maladies chroniques (algorithmes), IMC,

Contexte personnel (logement) : vulnérabilité à la chaleur

Contexte quartier : Fdep, ICU.

Analyse exploratoire : interaction pollution de l'air

▶ Impacts attendus et perspectives

