



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Diagnostic de l'ICU

Les Mercredis de l'Innovation

Benjamin PICCININI
Responsable d'études Observation satellitaire
Cerema Occitanie – Toulouse – « Pôle satellite »

10 juin 2026

Présentation du Cerema

Le Cerema, agir pour des territoires adaptés au défi climatique

Référent public en aménagement des territoires,
accompagne l'État, les collectivités et les entreprises
 pour adapter les territoires au défi climatique.



Direction technique RISQUES, EAUX & MER
 Philippe QUEMART (par interim)
 philippe.quemart@cerema.fr
 06 64 16 29 65
 Site de Brest et Compagne

Direction technique TERRITOIRES & VILLE
 Delphine VINCENT
 delphine.vincent@cerema.fr
 06 64 08 30 80
 Site de Lyon

Direction technique INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT & MATERIAUX
 Marc RAYNAL
 marc.raynal@cerema.fr
 06 64 02 04 99
 Site de Toulon

Direction territoriale NORMANDIE CENTRE
 Sylvain LAIGNEL
 sylvain.laignel@cerema.fr
 06 06 97 20 33

Direction territoriale HAUTS-DE-FRANCE
 Anne-Laure MILLET
 anne-laure.millet@cerema.fr
 06 99 17 37 92

Direction territoriale OUEST
 Florian SIMON
 florian.simon@cerema.fr
 06 15 83 59 61

Direction territoriale ILE-DE-FRANCE
 Dominique MAUZARD (par interim)
 dominique.mauzard@cerema.fr
 06 60 84 73 87

Direction territoriale SUD OUEST
 Bruno LEMENAGER
 bruno.lemenager@cerema.fr
 06 82 61 85 92

Direction territoriale EST
 Patricia GOUT
 patricia.gout@cerema.fr
 06 65 84 43 15

Direction territoriale OCCITANIE
 Marie-Pierre NERARD
 marie-pierre.nerard@cerema.fr
 06 15 74 38 08

Direction territoriale CENTRE EST
 Guilhem CAYROL
 guilhem.cayrol@cerema.fr
 06 64 38 70 64

Direction territoriale OUTRE-MER

Direction territoriale MEDITERRANÉE
 Renaud BALAGUER
 renaud.balaguer@cerema.fr
 06 72 13 35 87

Direction territoriale OUTRE-MER

GUADELOUPE
 Agence Antilles
 Yannic CESARIN
 yannic.cesarin@cerema.fr - 06 64 23 45 67

MARTINIQUE
 Agence Guyane
 Etienne JACQUES
 etienne.jacques@cerema.fr - 06 16 67 49 12

GUYANE
 Agence Guadeloupe
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

MAYOTTE
 Agence Martinique
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

LA RÉUNION
 Agence Réunion
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

SAINT-MARTIN
 Agence Saint-Martin
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

SAINT-BARTHELEMY
 Agence Saint-Barthélemy
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

POLYNÉSIE FRANÇAISE
 Agence Polynésie Française
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

NOUVELLE CALÉDONIE
 Agence Nouvelle Calédonie
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

WALLIS ET FUTUNA
 Agence Wallis et Futuna
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

SAINT-PIERRE ET MIQUELON
 Agence Saint-Pierre et Miquelon
 Caroline MAUDUIT
 caroline.mauduit@cerema.fr - 06 62 23 05 11

Les 6 domaines d'activités du Cerema

Le Cerema joue un rôle clé dans l'élaboration et la mise en œuvre de politiques publiques nationales et de projets territoriaux adaptés au climat de demain dans **6 domaines d'activité** :

Aménagement et stratégies territoriales

Imaginer et concevoir de nouvelles manières d'aménager les territoires

Bâtiments

Adapter le bâti au défi climatique et améliorer la qualité d'usage et son accessibilité

Mobilités

Développer des services de mobilité décarbonés, sécurisés, pour tous et pour tous les territoires

Infrastructures de transports

Garantir l'efficacité et la pérennité des réseaux de transport

Environnement et risques

Prévenir les risques naturels et préserver l'environnement dans le cadre de projets d'aménagement

Mer et littoral

Adapter les territoires littoraux au défi climatique et sécuriser les activités maritimes et fluviales

Les 3 missions du Cerema

Une approche de proximité, innovante, collaborative et fédératrice.



Conseiller & Concevoir

Accompagner les collectivités, **les services de l'État** et les entreprises pour adapter les politiques publiques et projets aux évolutions du climat.

Être le référent des territoires face au défi climatique



Élaborer, Diffuser & Animer

Produire et diffuser en accès libre les connaissances (normes, doctrine, règles **de l'art, études, outils** et méthodes...).

Être le passeur de savoirs



Rechercher & Innover

Mener une recherche tournée **vers l'opérationnel** pour accélérer l'expertise de demain.

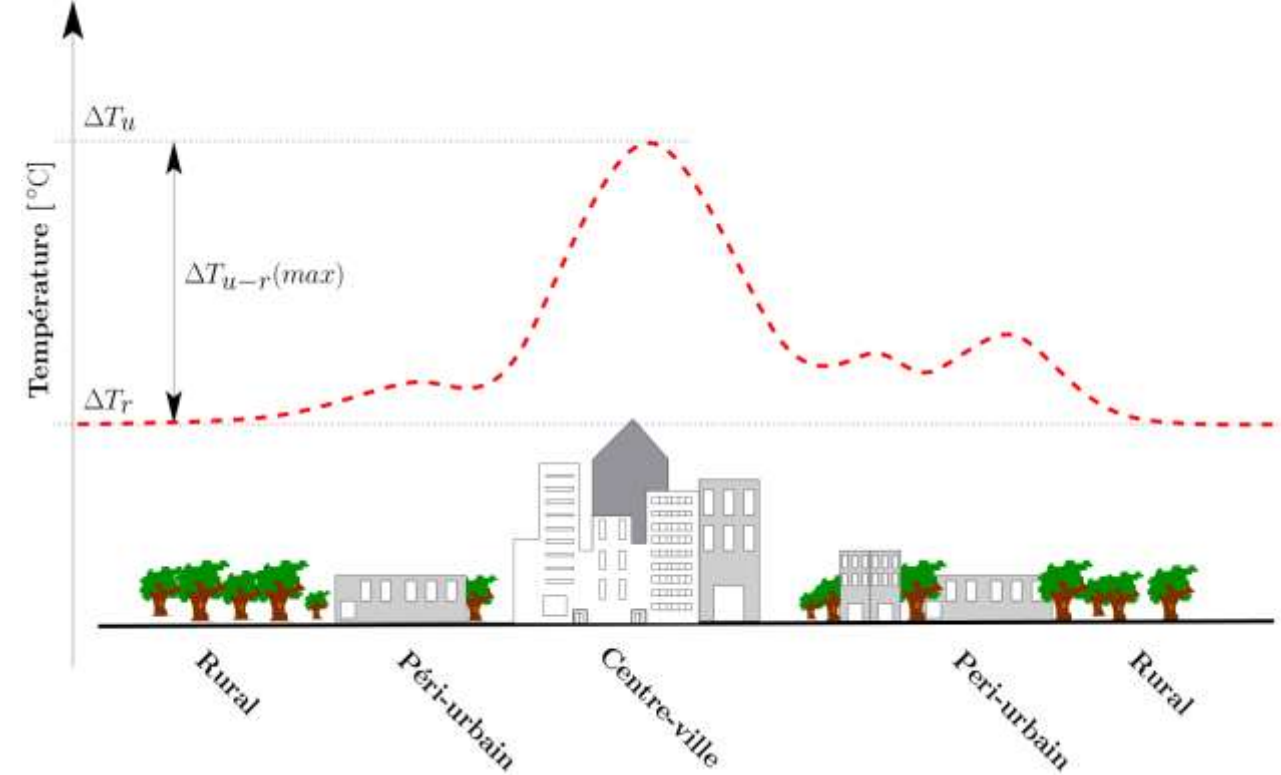
Être l'accélérateur de l'expertise et des solutions de demain

L'Îlot de Chaleur Urbain (ICU)

Définition de l'ICU

Phénomène de surchauffe urbaine qui se caractérise par une température de l'air nocturne plus élevée en milieu urbain qu'en milieu rural.

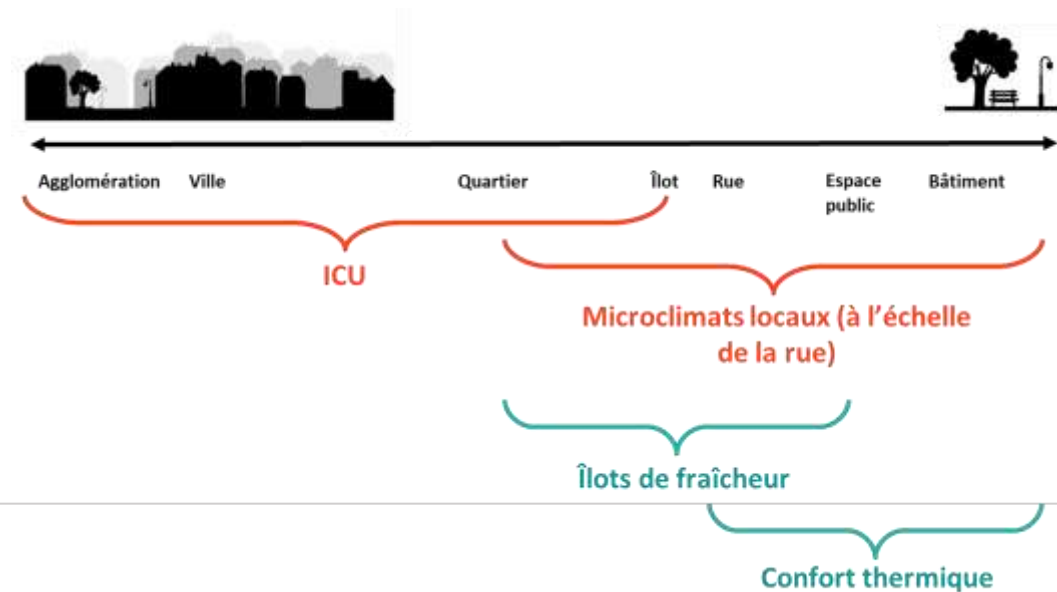
Phénomène qui s'étudie à l'échelle de la ville.



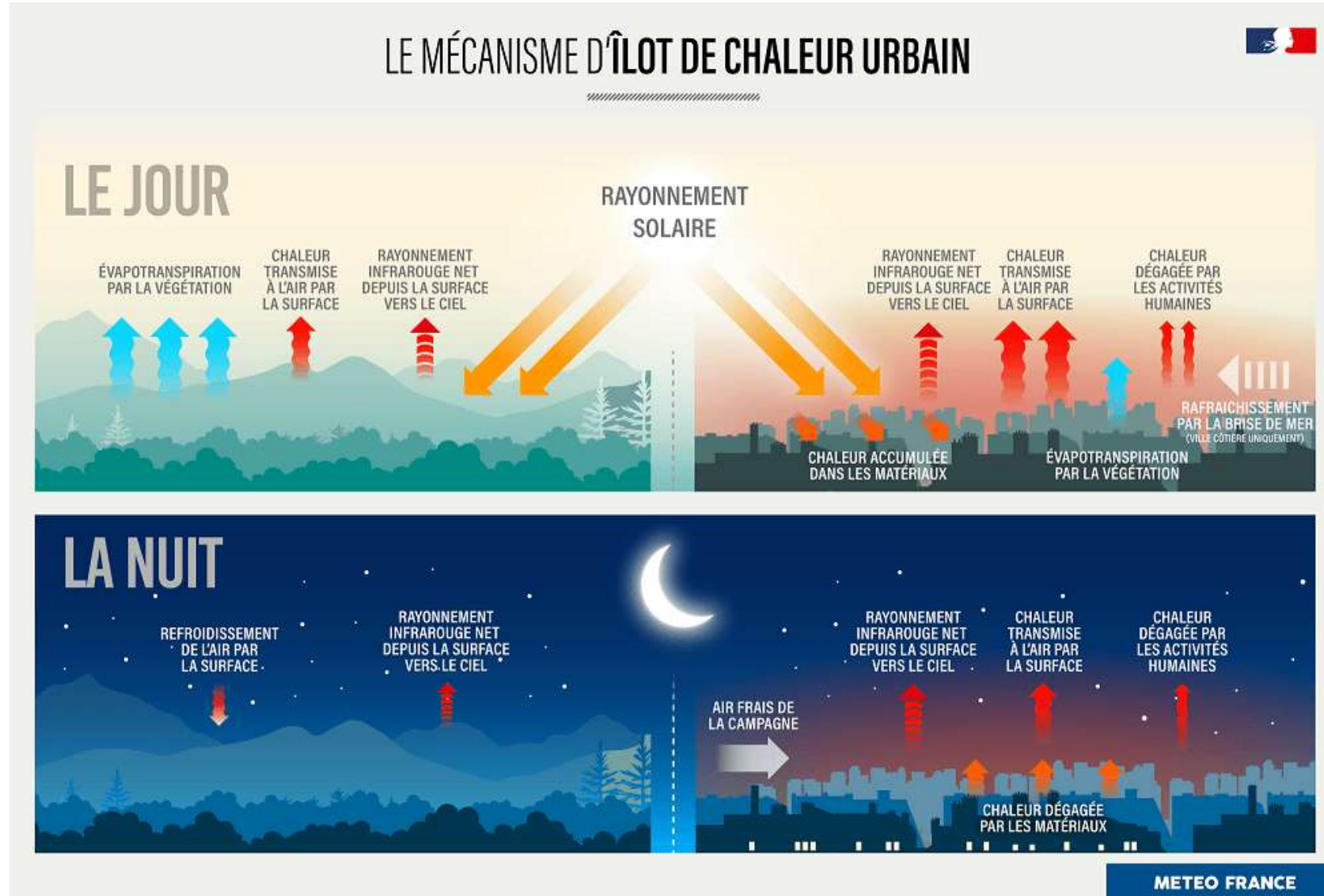
À ne pas confondre avec le confort thermique, qui s'étudie de jour et à l'échelle du piéton.



©ADEME



Phénomènes physiques en jeu



Les *Local Climate Zones* (LCZ)

Le référentiel des LCZ

Description du 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>

Classification typo-morphologique du territoire, à échelle moyenne (~ 200 m de rayon minimum), pour caractériser des zones climatiquement homogènes.

Utilisation en tant qu'outil de pré-diagnostic de l'ICU :

- ce n'est pas une mesure physique du phénomène d'ICU (on ne mesure ni des températures ni une intensité d'ICU)
- localiser les formes urbaines les plus sensibles, et donc les quartiers où l'ICU serait potentiellement le plus important
- permet de focaliser pour un diagnostic plus fin (mesures fixes ou mobiles de T_{air} , mesures aéroportées de $T_{surface}$...)

Classes bâties	Définitions	Classes non bâties	Définitions
<p>1. Ensemble compact de tours</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>A. Espace densément arboré</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>2. Ensemble compact d'immeubles</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>B. Espace arboré clairsemé</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>3. Ensemble compact de maisons</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>C. Espace végétalisé hétérogène</p>	Buissons, arbustes et ligneux espacés. Couverture du sol principalement perméable (sol nu ou sable). Fonction de la zone : maquis, agriculture.
<p>4. Ensemble de tours espacées</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>D. Végétation basse</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>5. Ensemble d'immeubles espacés</p>	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.	<p>E. Sol imperméable naturel ou artificiel</p>	Paysage plat rocheux ou revêtu. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel (roche) ou route.
<p>6. Ensemble de maisons espacées</p>	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.	<p>F. Sol nu</p>	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.
<p>7. Ensemble dense de maisons ou constructions légères</p>	Mélange dense de bâtiments à un étage. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement compacté. Matériaux de construction légers : bois, chaume, tôle ondulé, etc.	<p>G. Eau</p>	Plans d'eau (mers, lacs, rivières, bassins, lagons).
<p>8. Bâtiments bas de grande emprise</p>	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.	<p>10. Industrie lourde</p>	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.
<p>9. Implantation diffuse et espacée de maisons</p>	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 plus 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
- des accompagnements de collectivités depuis 2021

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

Méthode de cartographie LCZ du Cerema

Pré-traitement des données sources

Bâti 3D



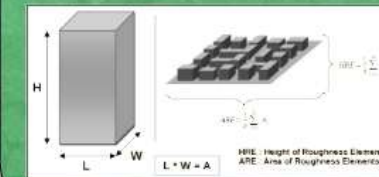
Segmentation morphologique



Occupation du sol en 6 classes



Indicateurs morphologiques



Indicateurs d'occupation du sol



Arbre de décision de classification en LCZ

Cartographie LCZ



Les données d'entrée

Segmentation morphologique :

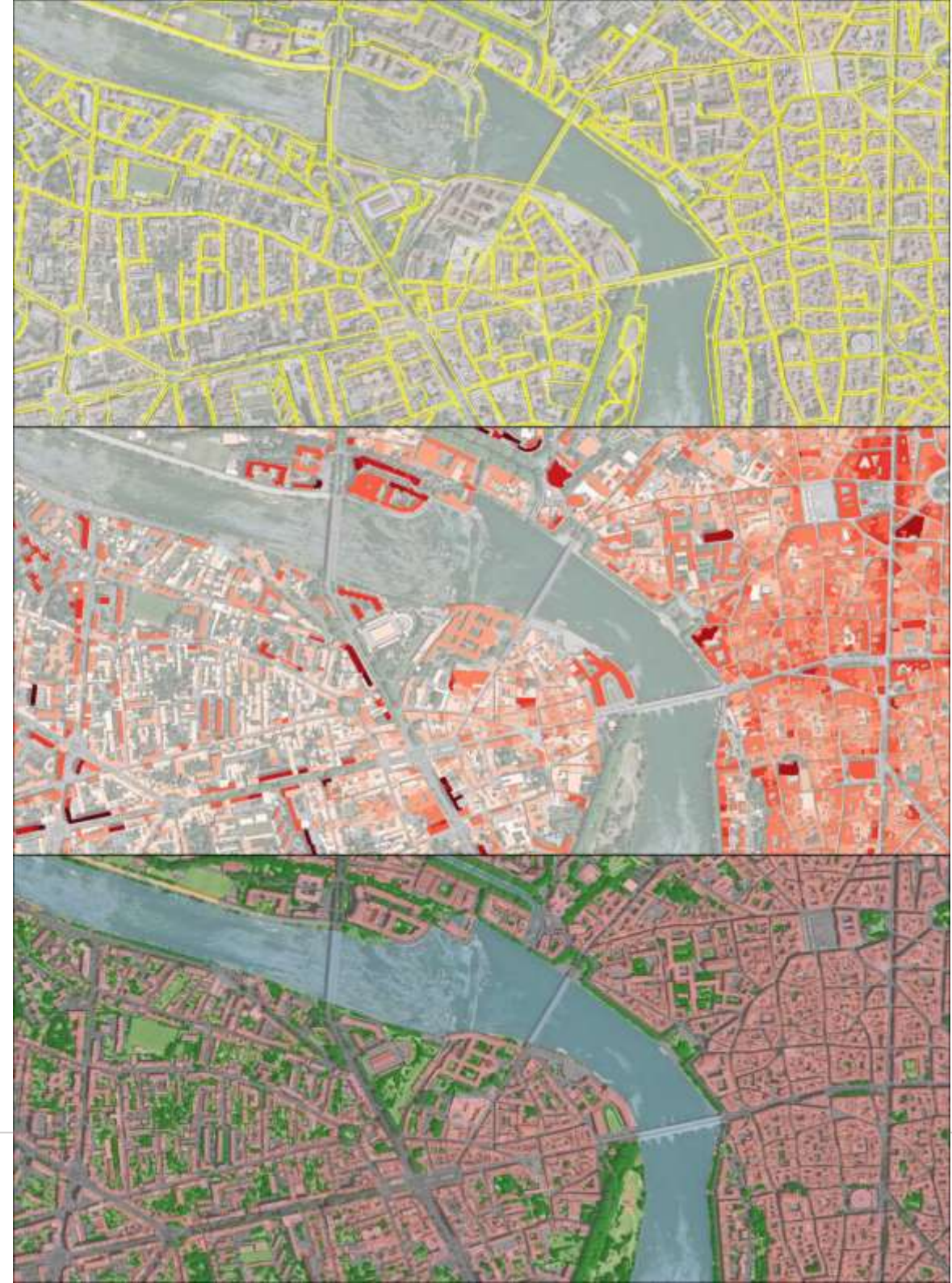
Vecteur polygones définissant nos îlots d'études (= division typo-morphologiquement homogène du territoire).

Bâti 3D :

Vecteur polygones délimitant l'emprise de chaque bâtiment, avec une information attributaire sur sa hauteur.

OCS 6 classes :

Raster décrivant l'occupation du sol suivant 6 classes : surface bâtie, route et surface minérale, sol nu perméable, surface en eau, végétation arborée, végétation herbacée.



Les indicateurs

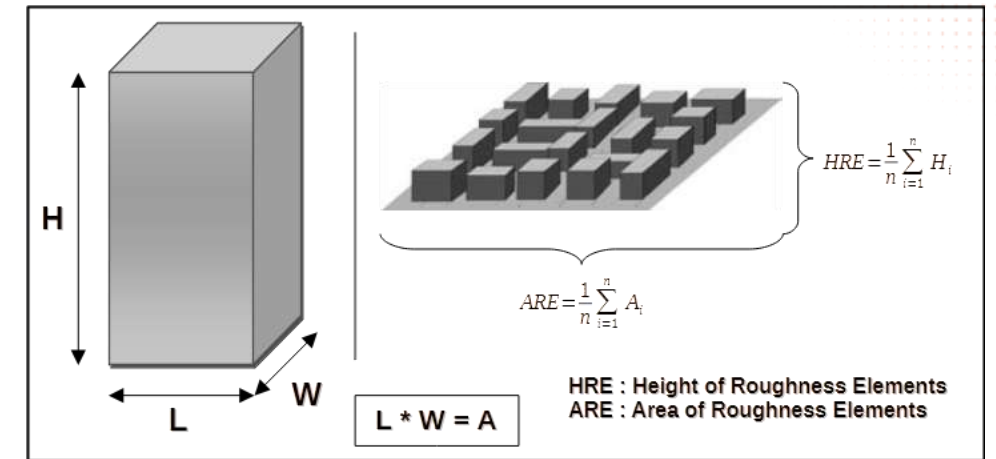
Pour chaque îlot de la segmentation morphologique :

Calcul de deux indicateurs de morphologie urbaine :

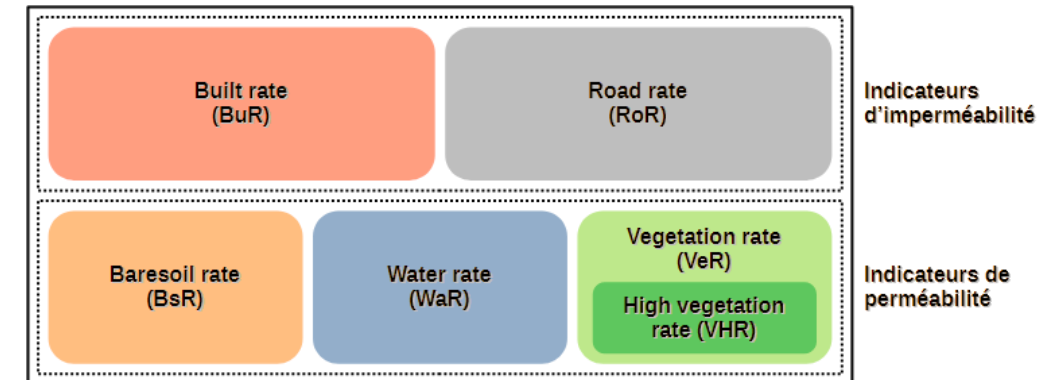
- HRE = hauteur moyenne du bâti
 - ARE = surface moyenne du bâti
- croisement avec la donnée bâti 3D

Calcul de six indicateurs d'occupation du sol :

- BuR = taux d'occupation de la classe « surface bâtie »
 - RoR = taux d'occupation de la classe « route et surface minérale »
 - BsR = taux d'occupation de la classe « sol nu perméable »
 - WaR = taux d'occupation de la classe « surface en eau »
 - VeR = taux d'occupation des classes « végétations »
 - VHR = part de la « végétation arborée » sur la végétation totale
- croisement avec la donnée OCS 6 classes



Indicateurs morphologiques



Indicateurs d'occupation du sol

L'attribution LCZ

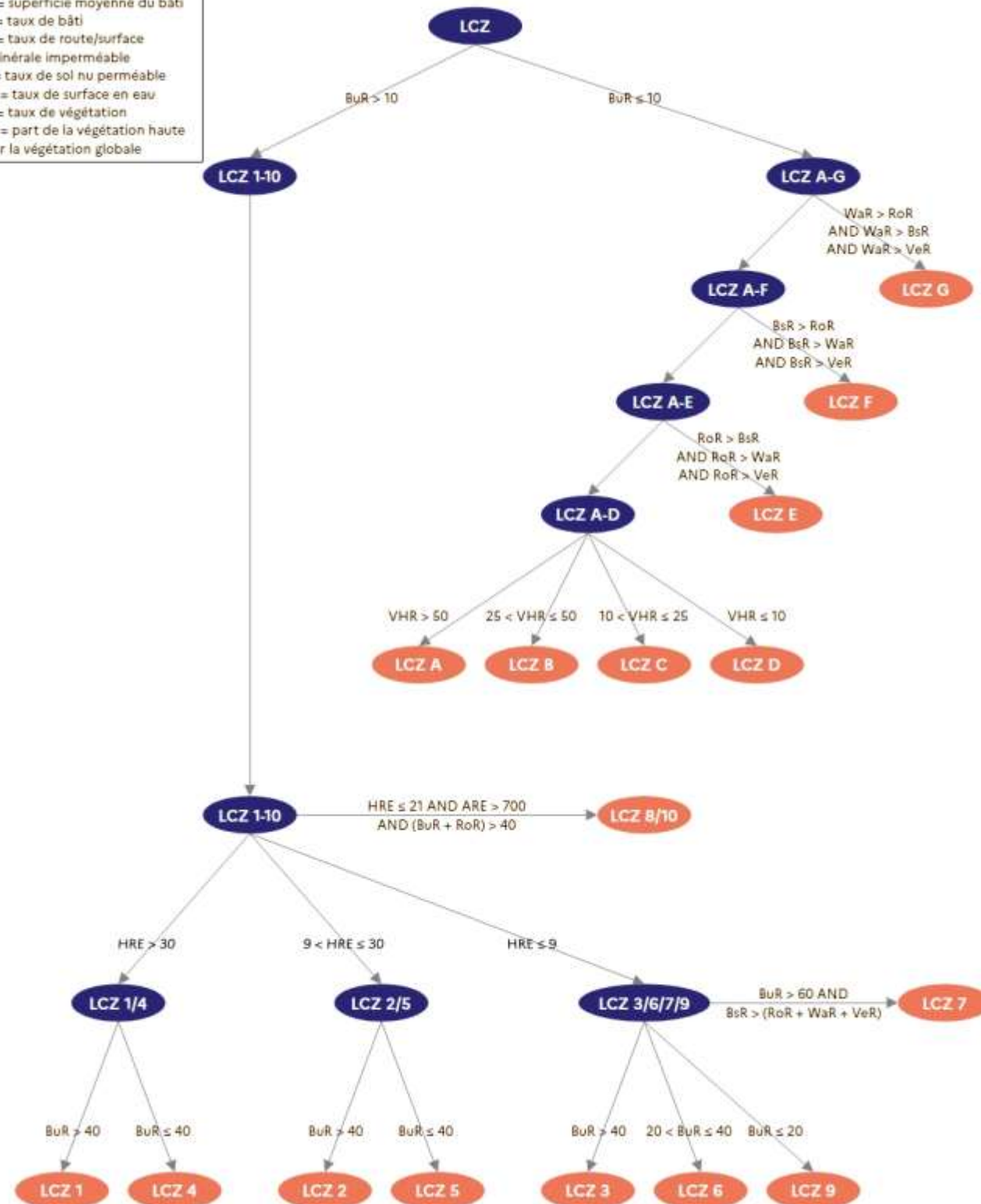
HRE = hauteur moyenne du bâti
 ARE = superficie moyenne du bâti
 BuR = taux de bâti
 RoR = taux de route/surface minérale imperméable
 BsR = taux de sol nu perméable
 WaR = taux de surface en eau
 VeR = taux de végétation
 VHR = part de la végétation haute sur la végétation globale

Pour chaque îlot de la segmentation morphologique, parcours d'un arbre de décision pour attribuer une typologie LCZ en fonction des valeurs des indicateurs.

Exemple d'un îlot « type résidentiel » :

- (1) taux de surface bâtie (BuR) = 31 %
- (2) hauteur moyenne du bâti (HRE) = 8 m
- (2') superficie moyenne du bâti (ARE) = 220 m²
- (2'') taux de surfaces imperméables (BuR + RoR) = 45 %
- (3) taux de surface bâtie (BuR) = 31 %
- (3') taux de sol nu perméable (BsR) = 7 %
- (RoR + WaR + VeR = 62 %)

⇒ LCZ 6 = Ensemble espacé de maisons



Les outils de calcul



Une chaîne de traitement en Python (3 scripts) :

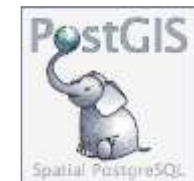
- ✓ calcul des indicateurs morphologiques (HeightOfRoughnessElements.py)
- ✓ **calcul des indicateurs d'occupation du sol (OcsIndicators.py)**
- ✓ attribution de la typologie LCZ en fonction des valeurs des indicateurs (ClassificationLczOperational.py)
- ➔ production massive et automatique (interface en ligne de commande)

<https://github.com/CEREMA/dterooc.chaineTraitement.traitementImageSatelliteEtIndicateursDerives>

Des modeleurs pour QGIS (3 modeleurs) :

- ✓ calcul des indicateurs morphologiques (1-1_ComputeHRE_fr.model3)
- ✓ **calcul des indicateurs d'occupation du sol (1-2_ComputeOCS_fr.model3)**
- ✓ attribution de la typologie LCZ en fonction des valeurs des indicateurs (2_ComputeLCZ_fr.model3)
- ➔ production ponctuelle et ergonomique (interface utilisateur graphique)

<https://github.com/CEREMA/dterooc.modeleursQgis3.classificationLCZ>



Analyse complémentaire de la vulnérabilité

Vulnérabilité socio-économique :

→ Localiser les secteurs concentrant le plus grand nombre de personnes vulnérables aux fortes chaleurs (= enfants de moins de 5 ans + personnes âgées de plus de 65 ans + ménages pauvres)

→ Utilisation de la couche FiLoSoFi de l'INSEE : **agrégation/désagrégation à l'échelle du bâtiment** puis du maillage LCZ, normalisation de la donnée

→ Mise en parallèle avec carto LCZ (aléa) pour mettre en évidence les secteurs les plus à risque : fort aléa (typologie LCZ sensible) + forte **vulnérabilité (valeur de l'indice)**

Vulnérabilité des lieux sensibles :

→ Localiser les établissements pouvant accueillir un public vulnérable aux canicules (crèches, écoles primaires et secondaires, hôpitaux, EHPAD, centres médico-**sociaux**...)

→ Utilisation de la couche ERP de la BD TOPO
Mais liste non-exhaustive (notamment écoles)
Mais problèmes de géoréférencement

→ Utilisation de données fournies par les collectivités

→ Superposition avec la carte LCZ (aléa) pour mettre en évidence les lieux les plus à risque

Production nationale de données LCZ

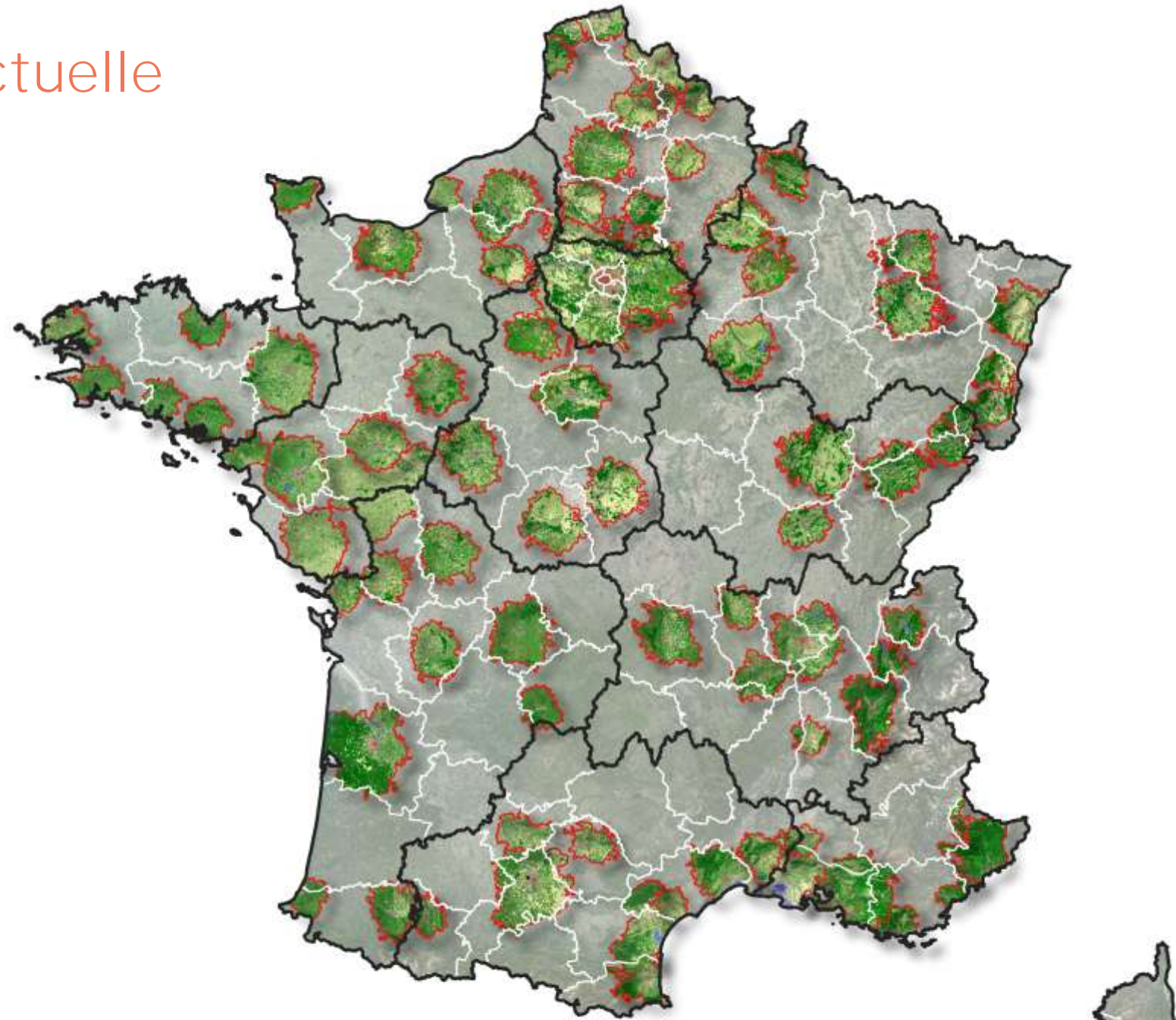
Résumé de la production actuelle

88 aires urbaines de plus de 50 000 habitants de France métropolitaine :

- ✓ 12 000 communes (/ 34 826)
- ✓ 167 000 km² (/ 544 000)
- ✓ 44 M d'habitants (/ 65 M)

dont 360 communes de plus de 20 000 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 communales (surface, population)
- Accompagnée d'un [guide utilisateur/FAQ](#) et d'un [guide technique](#) (méthode adaptée du référentiel défini par Stewart & Oke en 2012)





[MAJ 30/06/2025] De nouvelles aires urbaines sont disponibles : Arles, Cholet, La Roche-sur-Yon, Montauban, Narbonne.
[MAJ 10/12/2024] Suite à des retours utilisateurs et des modifications apportées, une nouvelle version de la donnée est rendue disponible.

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

Local Climate Zones

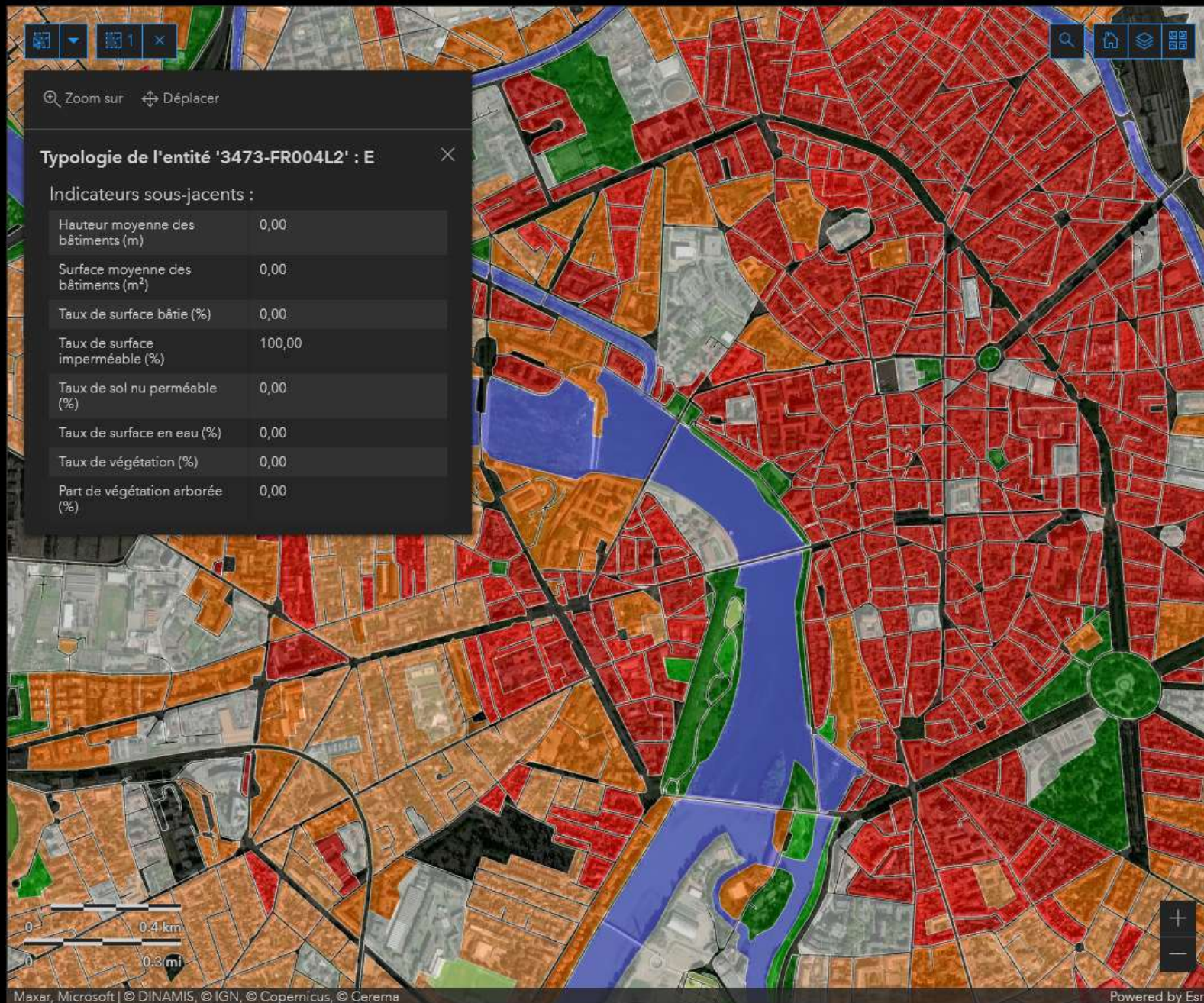
Typologie LCZ

- 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 7 : Ensemble dense de constructions légères
- LCZ 8 : Bâtiments 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)

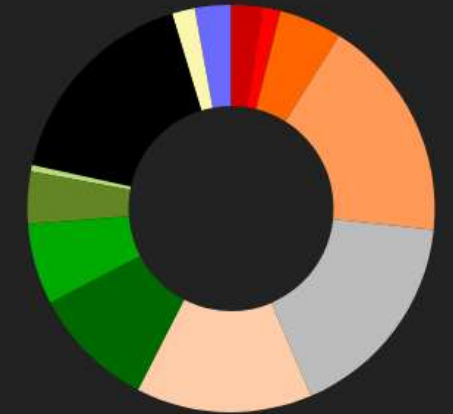
* la LCZ 8 inclut la LCZ 10 (= industries lourdes) (cf. [guide technique](#))



Commune sélectionnée pour les statistiques :

Toulouse [31555] (11 830 ha / 493 465 hab)

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

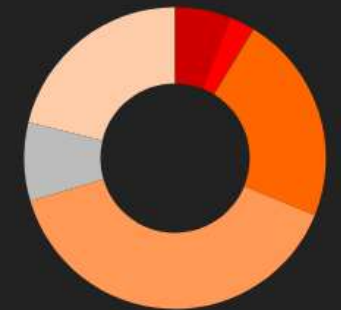


LCZ 1	0 %	LCZ 2	2,49 %	LCZ 3	1,4 %	LCZ 4	0,02 %
LCZ 5	4,97 %	LCZ 6	17,78 %	LCZ 8	16,92 %	LCZ 9	13,96 %
LCZ A	9,8 %	LCZ B	6,47 %	LCZ C	4,13 %	LCZ D	0,49 %
LCZ E	16,89 %	LCZ F	1,8 %	LCZ G	2,87 %	∅ LCZ	0,01 %

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

Répartition de la population à l'échelle de la commune :

















Cette donnée est une estimation et ne représente pas toujours la réalité.



LCZ 1	0 %	LCZ 2	6 %	LCZ 3	3 %	LCZ 4	0 %
LCZ 5	22 %	LCZ 6	39 %	LCZ 8	8 %	LCZ 9	21 %







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

83 FICHIERS PRINCIPAUX





Rechercher		Q
 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 88 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

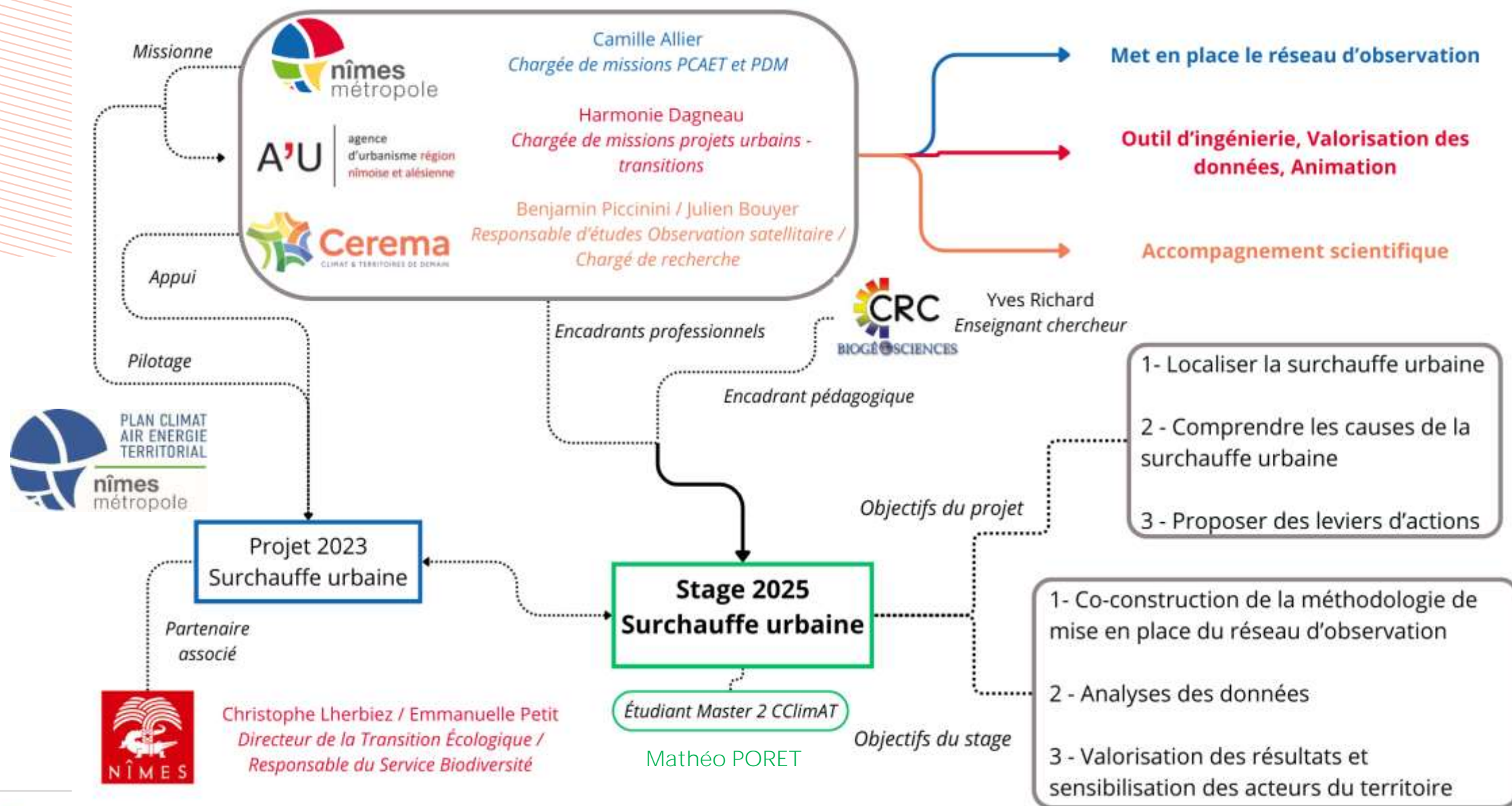
Guide technique : description de la méthode (données d'entrée, calcul des indicateurs et des LCZ, outils utilisés, limites de la donnée)

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

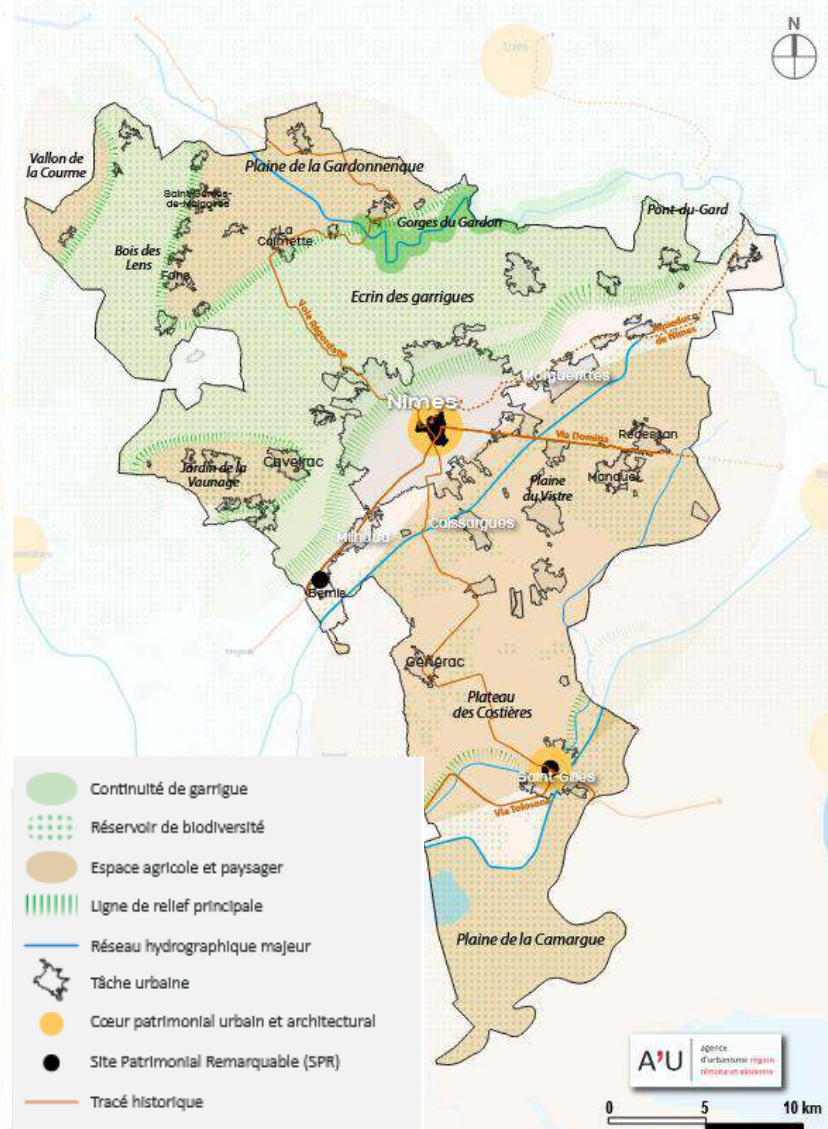
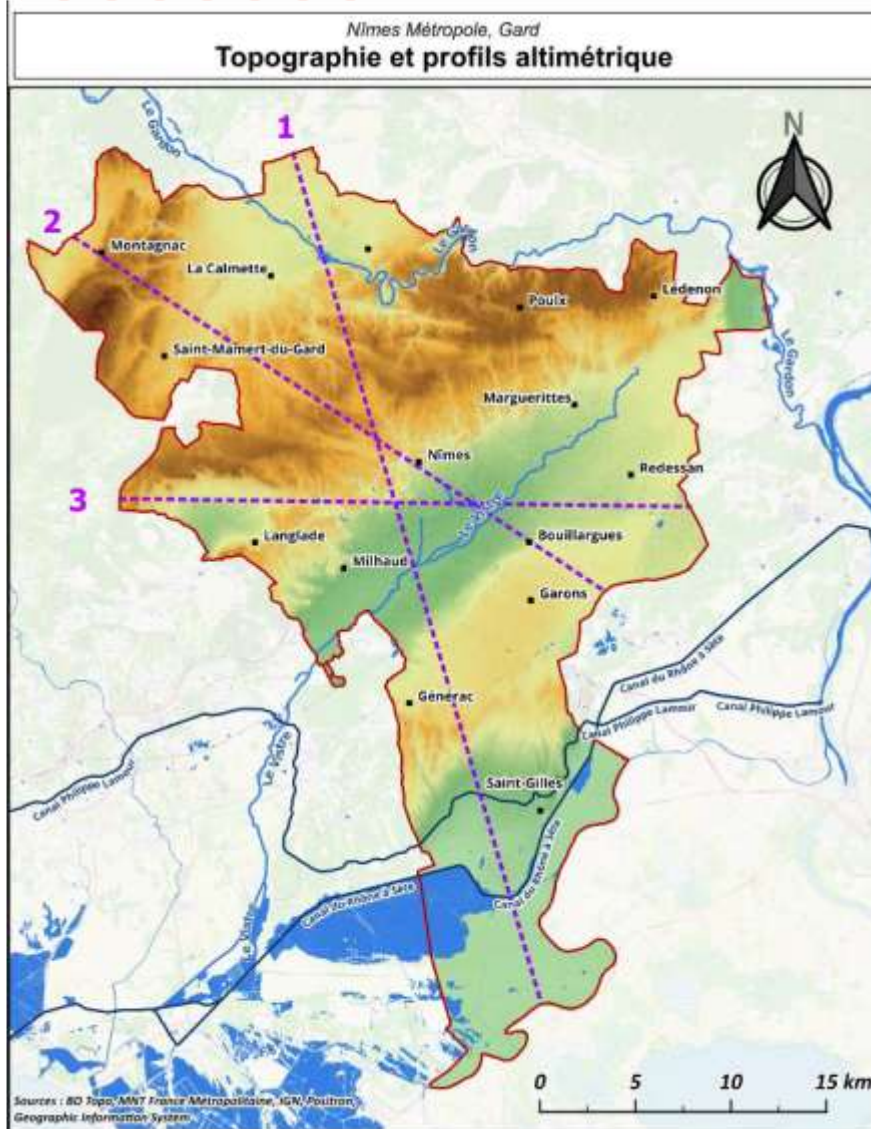
Fichier PNG représentant la couverture de la donnée (photo de description du jeu de données)

Réseau de capteurs à Nîmes Métropole (stage de Mathéo PORET)

Contexte du projet et du stage



Le territoire de Nîmes Métropole



39 communes

800 km²

260 000 habitants

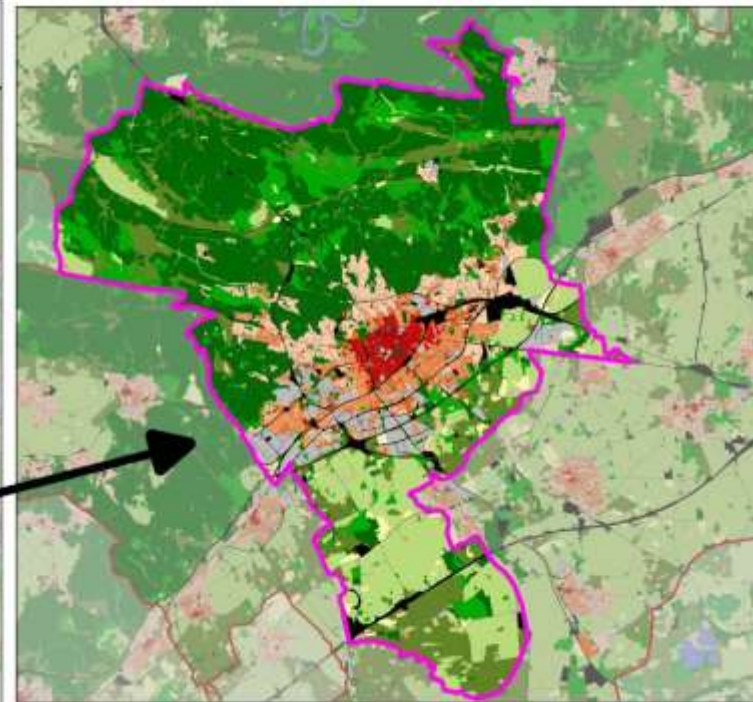
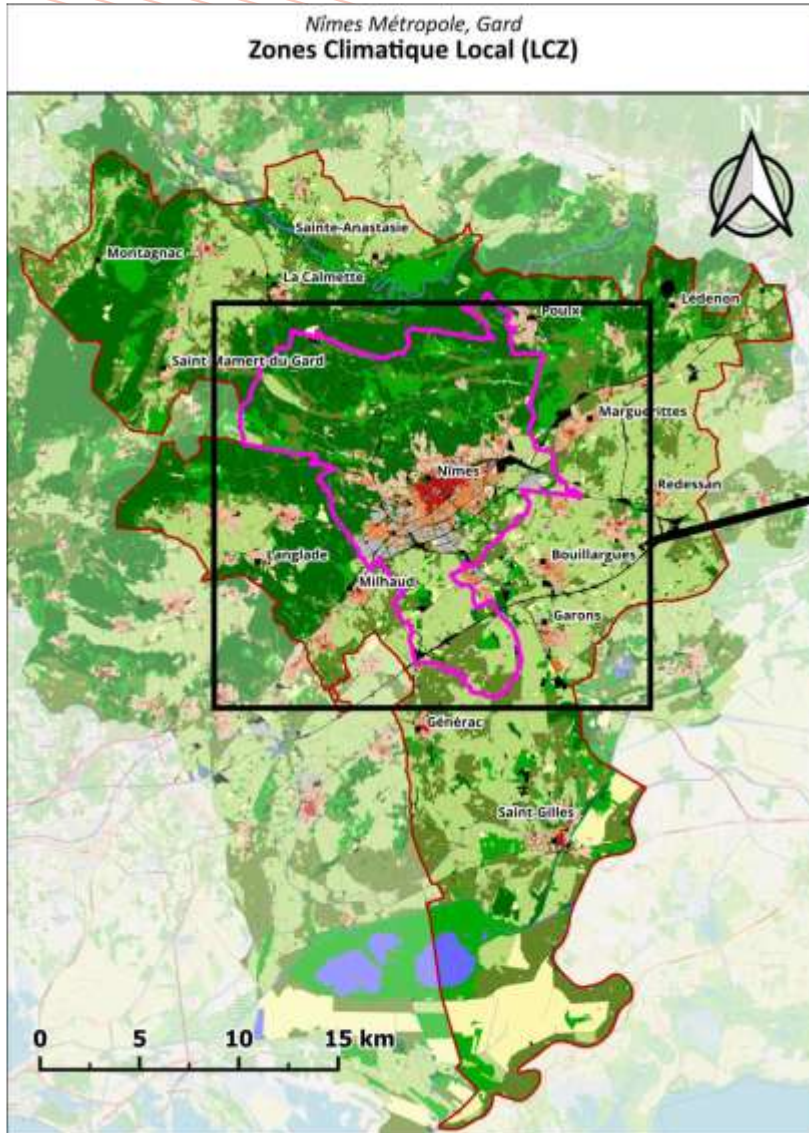
Territoire fragmenté entre espaces naturels, agricoles et urbains

Territoire fracturé par le massif des Garrigues

Un pôle centre concentre les activités

Un pôle secondaire et des villages satellitaires

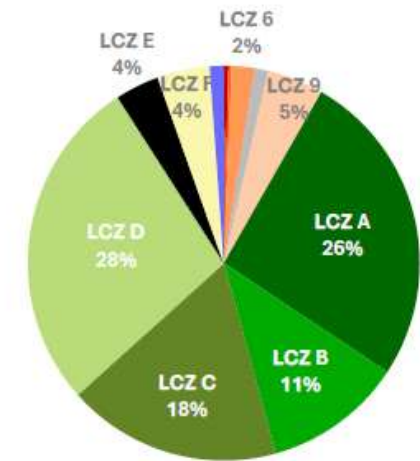
Les LCZ sur Nîmes Métropole



- Communes
 - ▭ Limites administrative (Nîmes Métropole)
- Local Climate Zones (SPOT 2022)**
- Ensemble compact d'immeubles (LCZ 2)
 - Ensemble compact de maisons (LCZ 3)
 - Ensemble d'immeubles espacés (LCZ 5)
 - Ensemble de maisons espacées (LCZ 6)
 - Bâtiments bas de grande emprise (LCZ 8/10)
 - 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 : CEREMA (2022), Stewart et Oke (2012), BD Topo, Google satellite, OSM

- LCZ 1
- LCZ 2
- LCZ 3
- LCZ 5
- LCZ 6
- LCZ 8
- LCZ 9
- LCZ A
- LCZ B
- LCZ C
- LCZ D
- LCZ E
- LCZ F



Pré-diagnostic du degré d'exposition à l'ICU

Classer les espaces homogènes par leur **morphologie et l'occupation du sol** en deux groupes : urbains et non-urbains

13 LCZ représentées dont 6 urbaines

Focus sur la commune de Nîmes pour la phase de test avant déploiement

Le choix des capteurs

Des critères liés à l'environnement :

- Éloigner des objets, surfaces réfléchissantes et des obstacles, 2 m minimum : végétation, bâti, flux de chaleur anthropique, mobilier urbain (Oke, 2006)
- **Représentatif d'un environnement homogène, ouvert et ventilé** (Oke, 2006 ; Stewart et Oke, 2012)
- Assurer la collecte des données : zone de couverture du réseau LoRaWAN, SF7 (meilleure qualité) à SF12 (meilleure portée) (Attia et al., 2019)

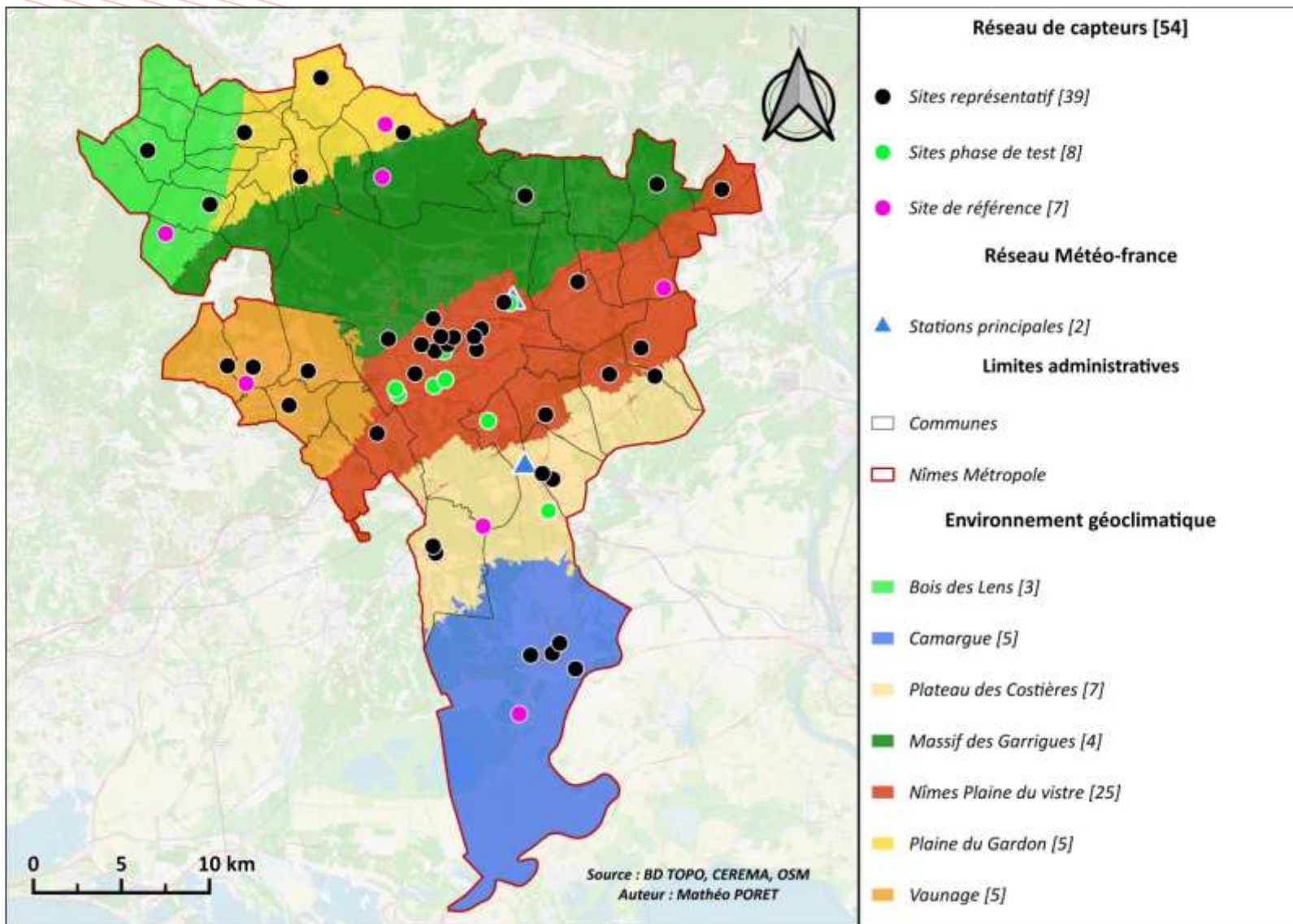
Des critères liés au protocole de mesure :

- Positionner à 3 m de hauteur (limiter vandalisme et vol), support solide (poteau électrique, candélabre...) et fixation pérenne (Oke, 2006 ; Roux, 2014)
- **Maximiser l'ensoleillement en limitant les ombres portées par une exposition sud** (Oke, 2006)
- Protection au rayonnement et ventilation de la sonde avec un abri anti-radiation (Oke, 2006)
- Éloigner du support jusqu'à 60 cm (Oke, 2006 ; Dumas, 2021)



Capteur ATM'O
(Watteco, 2025)

Le scénario d'implantation du réseau



Sept environnements géoclimatiques, dont chacun a sa dynamique

Documenter les environnements (2 sites par LCZ urbaines et 1 site référence rurale)

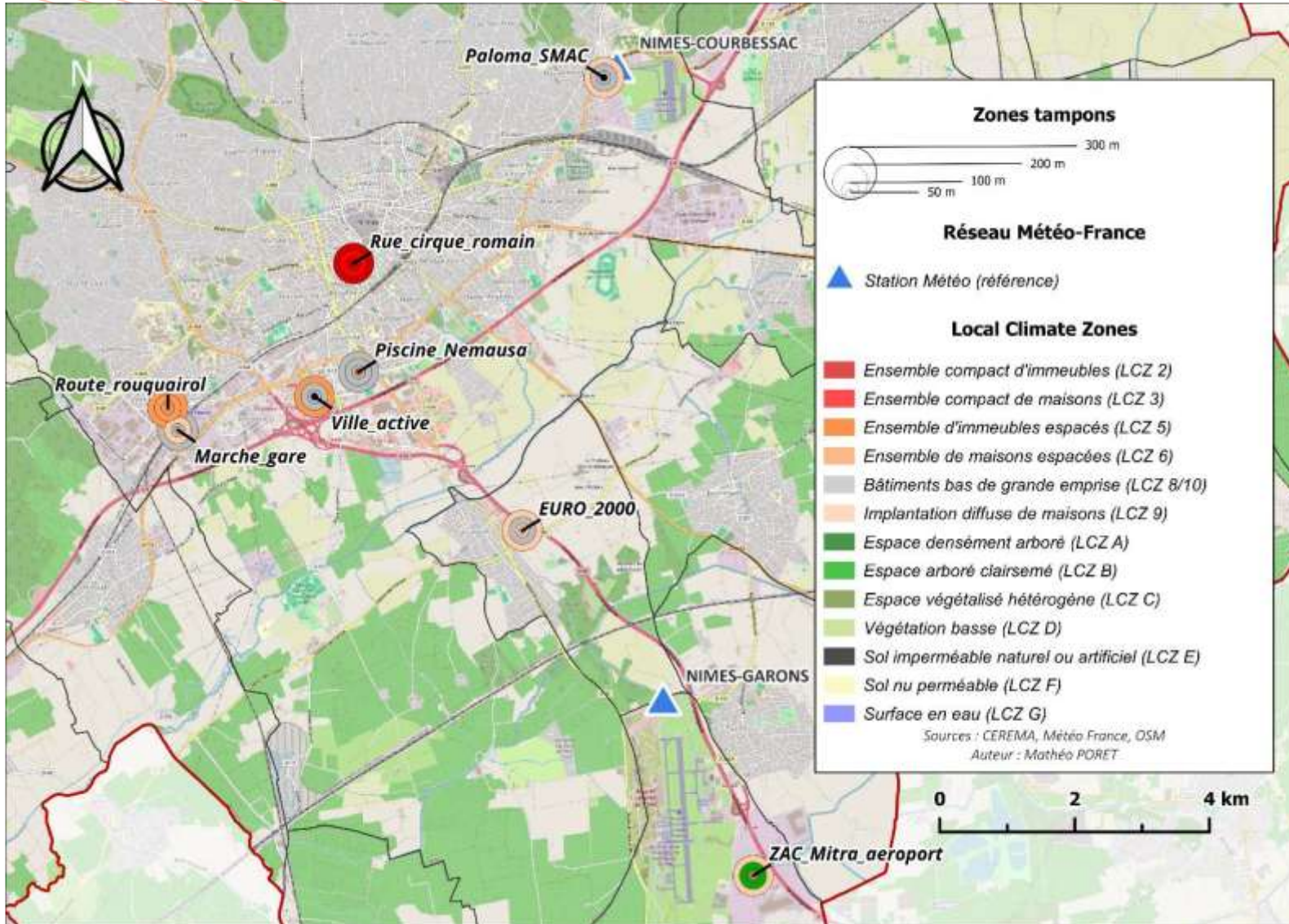
Stations Météo-France en appui

Densification du réseau par la phase de test

Soit 54 capteurs et 2 stations pour 56 points de mesure

Des évolutions à venir...

Phase de test du 22/05 au 22/07/2025



9 capteurs pour 8 sites, dont 1 site de test métrologique

Dysfonctionnements sur 3 sites

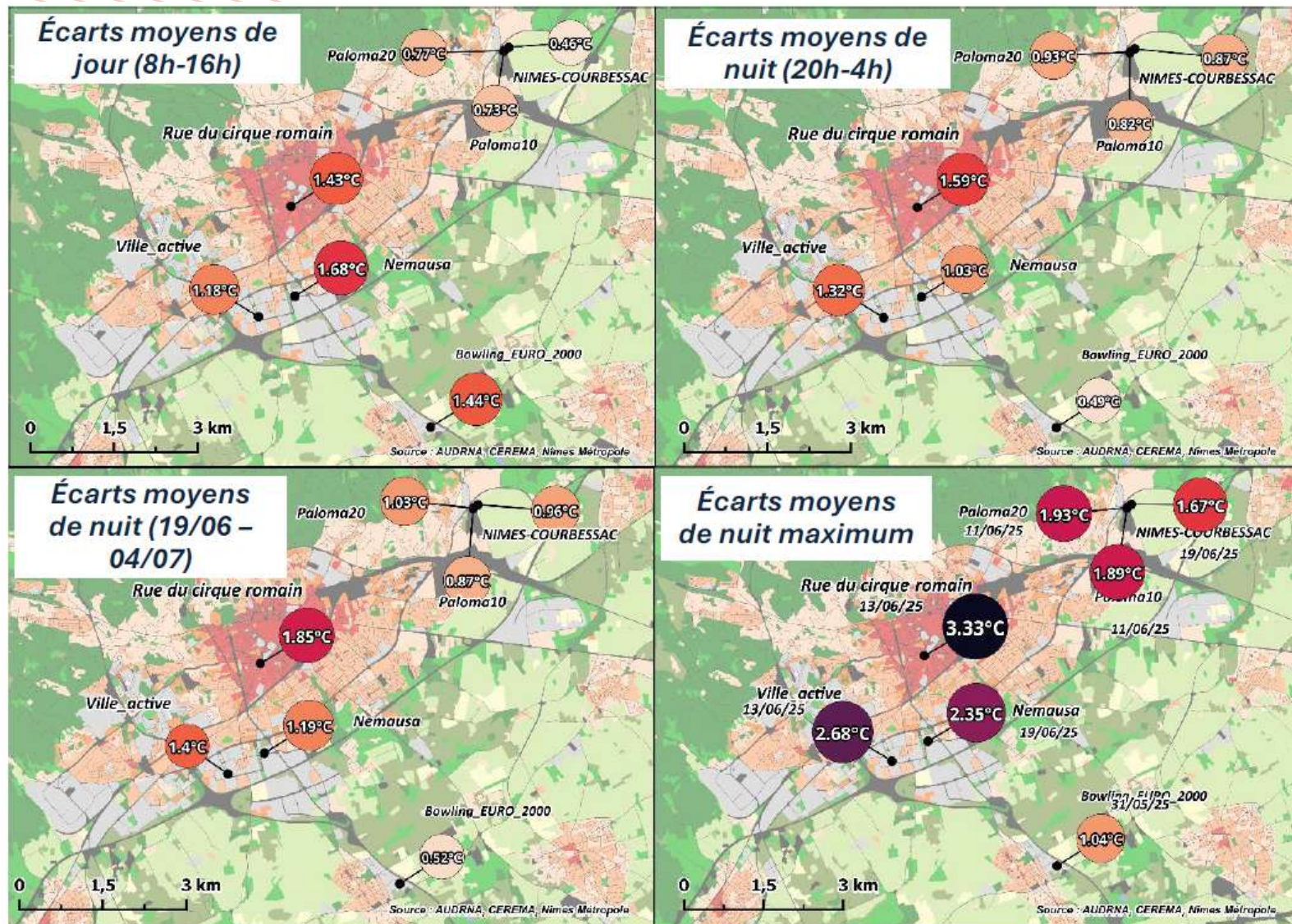
Implantation contrainte par le foncier (convention à signer)

Sites représentatifs d'une LCZ homogène (zones tampons)

2 stations Météo-France : 1 pour valider les capteurs, 1 pour **évaluer l'ICU**

Capteurs validés par rapport à la station MF : des écarts entre $-0,5\text{ °C}$ et $+0,75\text{ °C}$

Les premiers résultats...



De jour : écarts de températures plus élevés **en zones d'activités** et centre-ville

De nuit : ICU décroît du centre-ville vers **l'extérieur** (ICU moyen max en centre-ville \approx + 1,6 °C)

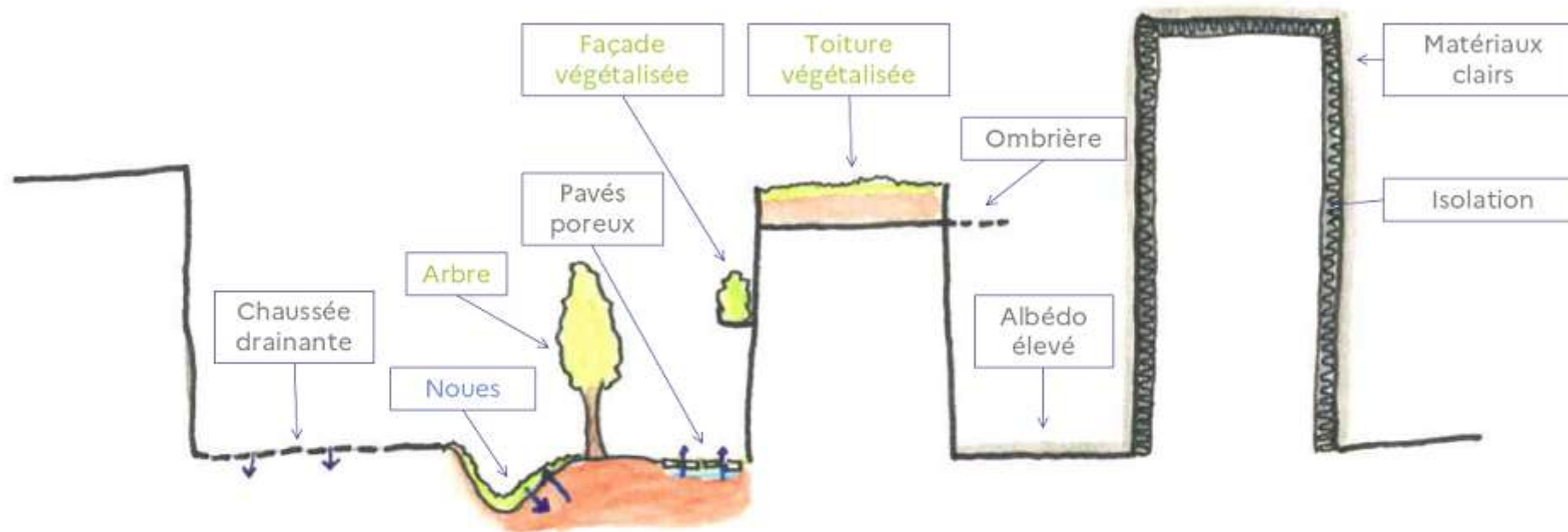
De nuit en vague de chaleur : situation légèrement amplifié

De nuit avec les écarts maximums : intensité **maximale d'ICU de + 3,3 °C** (hors vague de chaleur)

ICU à Nîmes peu intense ? (Dubreuil et al., 2020 ; Vairet, 2020 ; Dumas, 2021)

L'expertise du Cerema au service des collectivités

Des diagnostics aux solutions d'adaptation



	SOLUTIONS	URBANISME	BATIMENT
Solutions fondées sur la nature	Vertes	Arbres, pelouses, parcs	Façades et toitures végétalisées
	Bleues	Arrosage, noues, lacs	
	Grises	Matériaux, formes urbaines, ombrage	Matériaux, système, enveloppe
	Douces	Mobilité	Modes de vie, solutions passives



PRÉSENTATION

En présentiel à Lyon

Journées des 7 et 8 octobre 2026

DESCRIPTION

Les derniers étés mais également le mois d'octobre 2023 en témoignent : les vagues de chaleur, de plus en plus intenses et fréquentes, touchent la majeure partie des territoires sur des périodes de plus en plus longues.

Îlot de chaleur urbain, inconfort thermique, les enjeux sanitaires et environnementaux pour les collectivités sont multiples : surmortalité et autres effets néfastes sur la santé, vieillissement accéléré des infrastructures, déclin de la biodiversité locale, perte de productivité et surcoûts énergétiques, etc.

Face à l'urgence à s'adapter, les acteurs de l'aménagement sont en demande de diagnostics utiles, et de solutions adaptées au contexte local. Mettre en œuvre une stratégie de lutte contre la surchauffe, transformer les modes d'aménagement, et identifier les leviers d'action passent nécessairement par une approche transversale, une connaissance claire des phénomènes en place et des outils disponibles.

PROGRAMME

Jour 1 (9h30-12h00 et 13h30-17h30)

- **Accueil des participants et brise-glace**
Débat mouvant sur le vécu des dernières chaleurs

PROGRAMME

INFORMATIONS PRATIQUES

Plan d'accès

Lyon (adresse précise à définir)
69000 Lyon
France

Date(s) et horaires

Du 07 au 08 octobre 2026
De 9h30 à 16h30

Durée 2 jours

Informations

Contact logistique
Pour toutes informations et inscription, veuillez nous contacter par mail à formation.catalogue@cerema.fr

Contact technique
Loéna TROUVE ; Marine TRANCHANT

Tarifs et réservation

1000 € HT par stagiaire (TVA à 0%)
Déjeuners inclus



Merci pour votre attention
benjamin.piccinini@cerema.fr
satellite@cerema.fr
renaud.balaguer@cerema.fr

www.cerema.fr

