



De la donnée spatiale à son usage en milieux urbanisés :



MICHEL Aurélie¹, LONJOU Vincent², BERGSMA Erwin², ARACHCHIGE MIGEL Damien³, LETURGIE Quentin³, ROUPIOZ Laure¹, BRIOTTET Xavier¹, GORET Marine⁴, SABRE Maeva⁵

¹ONERA-DOTA, Toulouse ; ²CNES/Lab'OT, Toulouse ; ³Thalès Services Numériques pour le CNES, Toulouse ;

⁴Météo-France, Toulouse ; ⁵CSTB, Nantes





Contexte

56% de la population mondiale vit dans des milieux urbanisés ↗ 70%

Fréquence et intensité des vagues de chaleur en augmentation

Phénomène d'îlot de Chaleur Urbain (ICU)

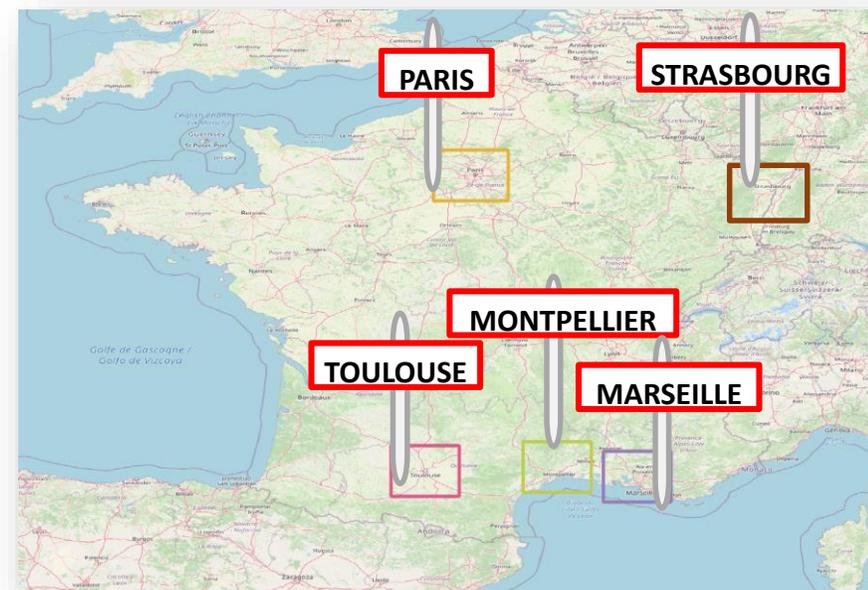
Enjeux de santé publique, énergétiques, économiques, politiques ...

THERMOCITY : labellisé SCO (Space Climate Observatory) 2020-2022,
dirigé par le CNES/Lab'OT

Répondre à la problématique de l'adaptation des villes dans un
contexte de changement climatique avec les données spatiales

Territoires d'expérimentation : 5 métropoles françaises

Volonté d'impliquer les acteurs institutionnels : organisation d'ateliers
d'animation en 2021 pour récolter leurs besoins

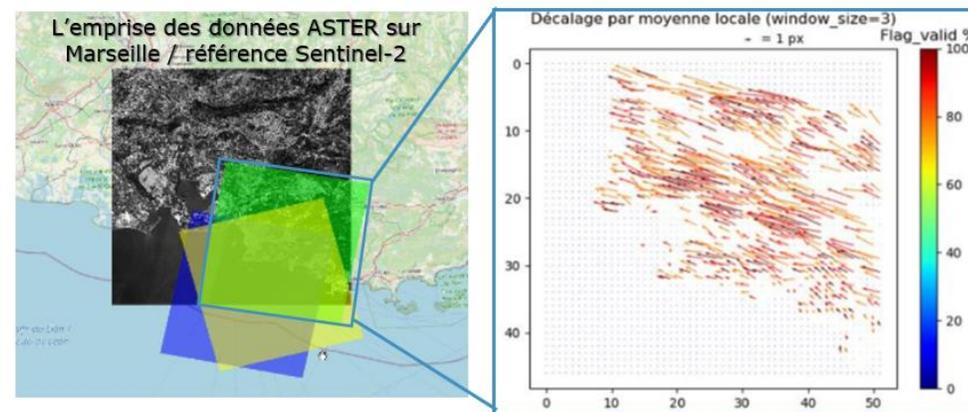




Traitement des données thermiques

Mesure directe de la température de surface en ville : LST (Land Surface Temperature) → Îlot de Chaleur Urbain de Surface (ICU-S) ≠ ICU

- ASTER : 2003-2020 / 90m de résolution spatiale
- ECOSTRESS : 2018-2020 / 70m résolution spatiale
- 100kmx100km régions d'intérêt
- ≈ 10 images par métropole, cloud-free, images jour/nuit, été/hiver



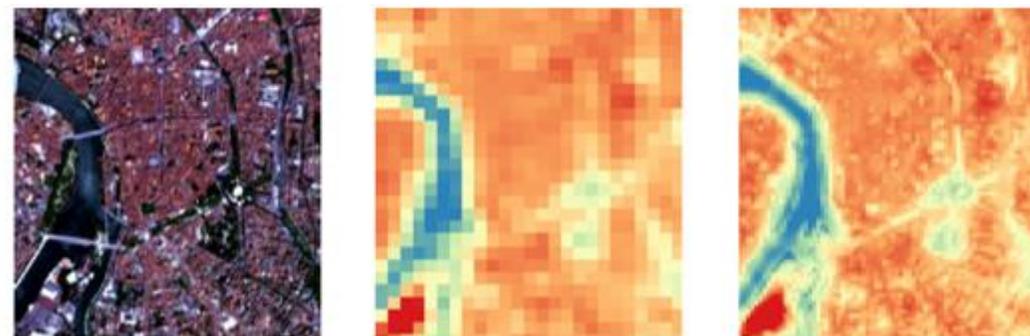
Recalage géométrique sur Sentinel-2

Création de séries temporelles recalées sur la même référence Sentinel-2 (CNES/Lab'OT)

Correction atmosphérique (ONERA, Météo-France)

Estimation de la LST (ONERA, CNES/Lab'OT, Michel et al. 2021)

Désagrégation spatiale ASTER 90m à 30m (ONERA, Granero-Belinchon et al., 2019ab)

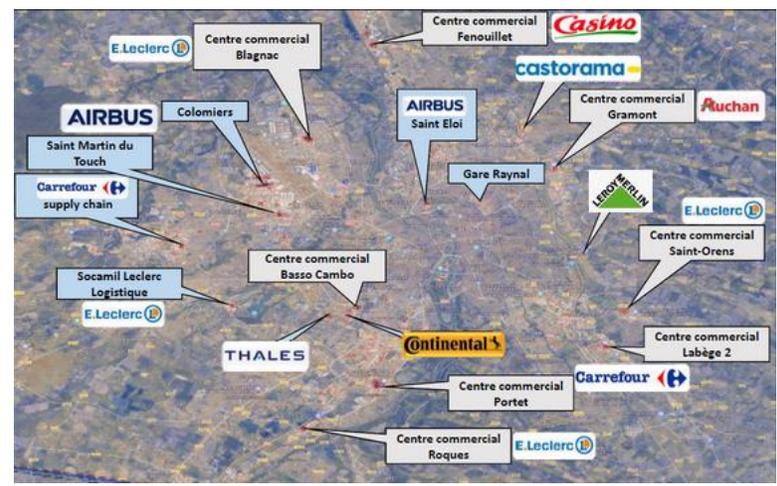


Toulouse Grand Rond 23/06/2018 12h
Sentinel-2 10m – LST 90m – LST 30 m [20-45°]

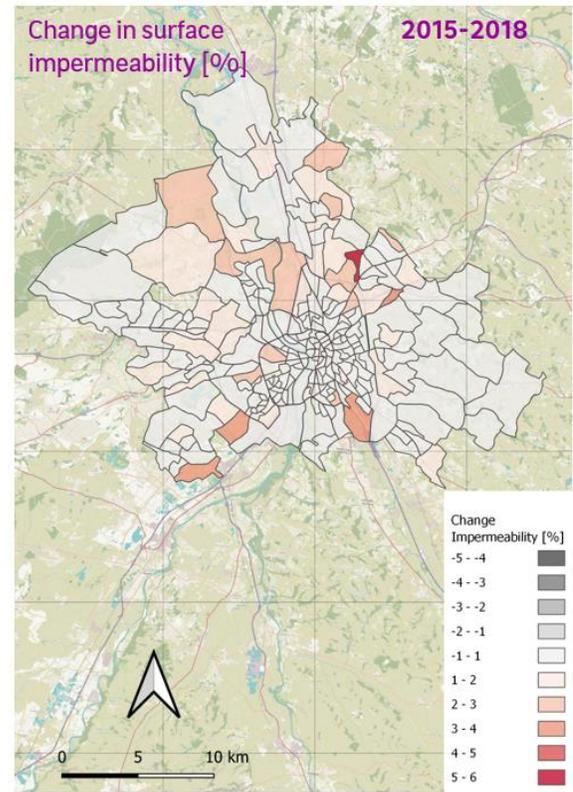


Axes stratégiques définis avec les métropoles

Anomalies thermiques



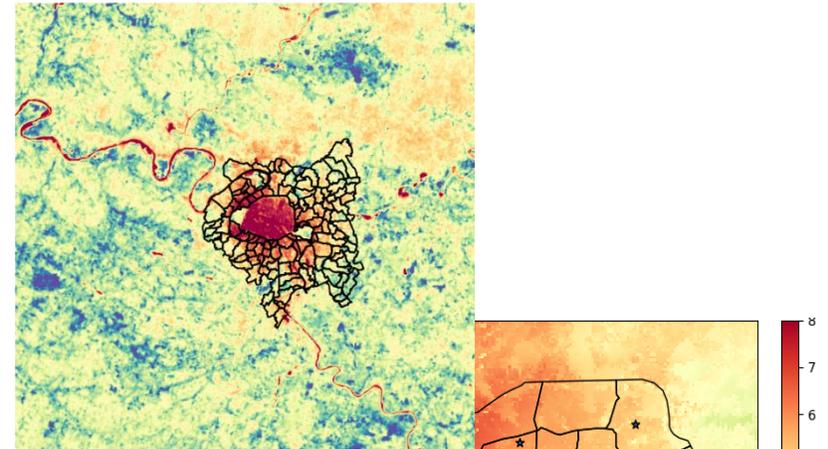
Evolution occupation du sol imperméabilité / artificialisation



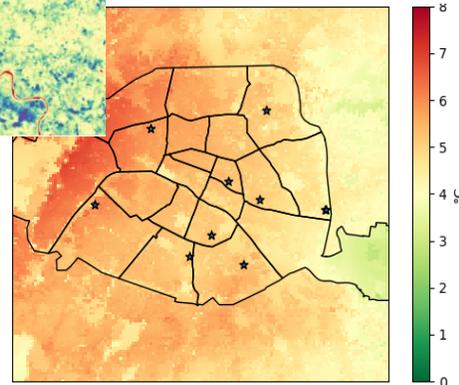
- Source
- Copernicus Imperviousness
 - OCS spécifique Pléiades

Îlots de chaleur urbains (de surface)

LST vue par ECOSTRESS à Paris le 15/07/2019, 1h

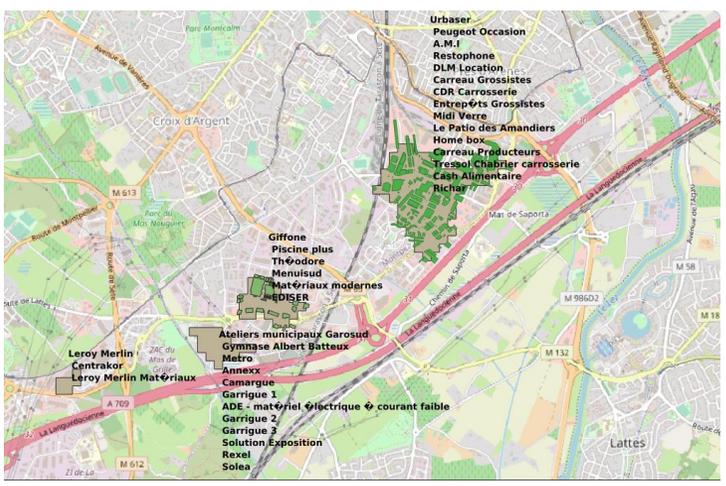
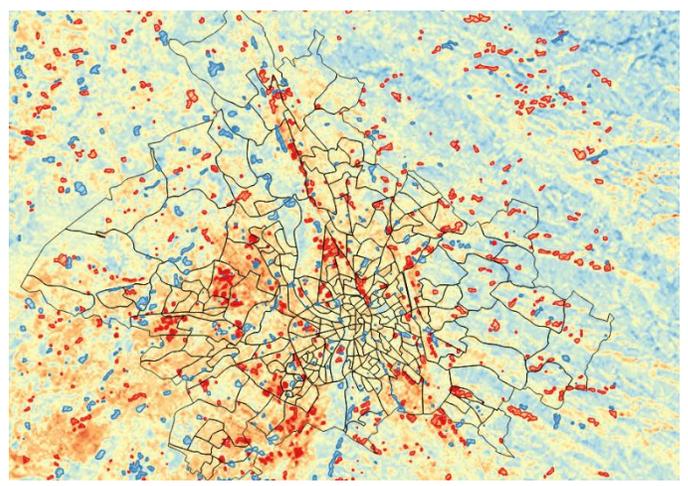


ICU Paris le 19/06/2019, 1h



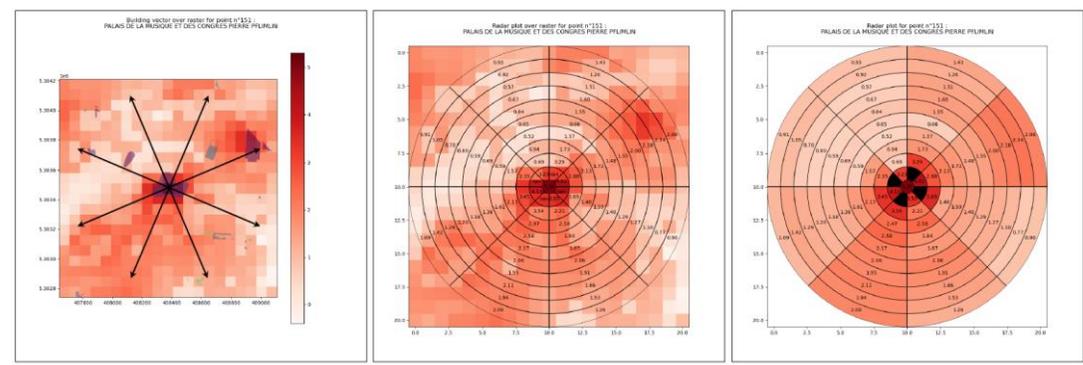


Anomalies thermiques



Outil opérationnel (CNES/Lab'OT) pour détecter les points chauds et froids géolocalisés, contextualisation avec Open Street Map

Anomalies dérivées sur Toulouse avec toutes les images



- Les grandes zones commerciales et industrielles ressortent sur tout le lot d'images avec points critiques dus à :
émissivité, orientation des surfaces, qualité radiométrique
- Cas d'application sur Strasbourg pour le bâti public :
seulement 20 bâtiments détectés / 1000
- La résolution spatiale des images de LST est la limitation majeure



Occupation du sol – imperméabilisation / artificialisation

Utilisation du produit Imperviousness Density Copernicus pour l'évolution de l'artificialisation à grande échelle

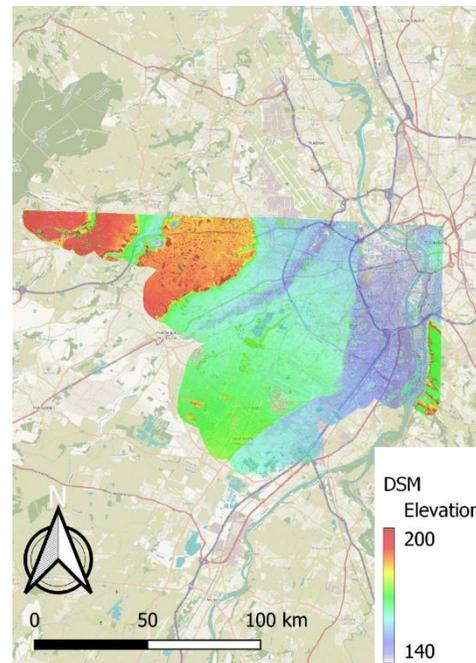
Pour du suivi à très fine échelle : outil de dérivation d'occupation de sol développé par le CNES/Lab'OT à partir de données Pléiades

Recalage des données Pléiades sur BD Ortho IGN, pan-sharpening et correction atmosphérique, obtention d'images à 50cm de résolution spatiale pour la construction des Modèles Numériques de Surface / Hauteur

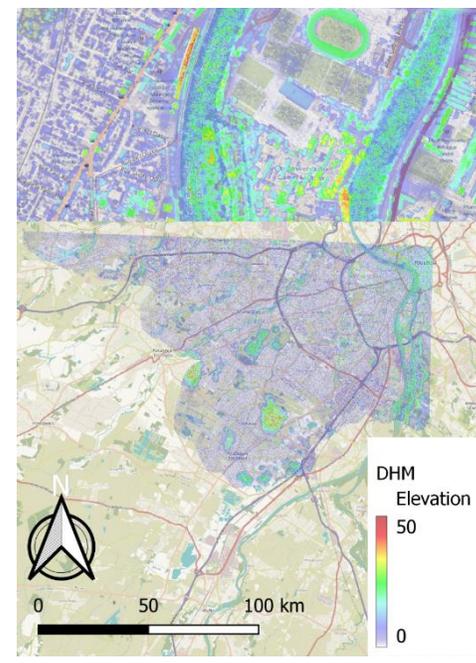
PMS



MNS



MNH



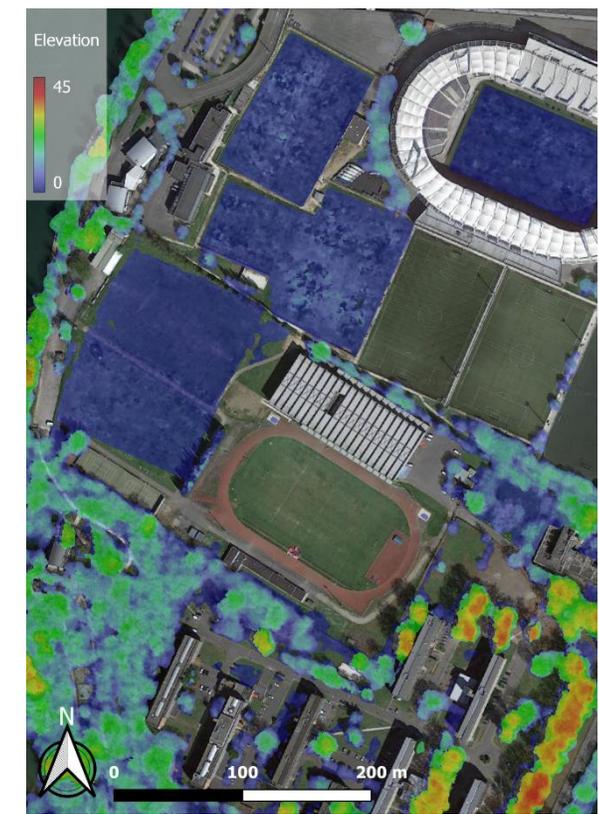
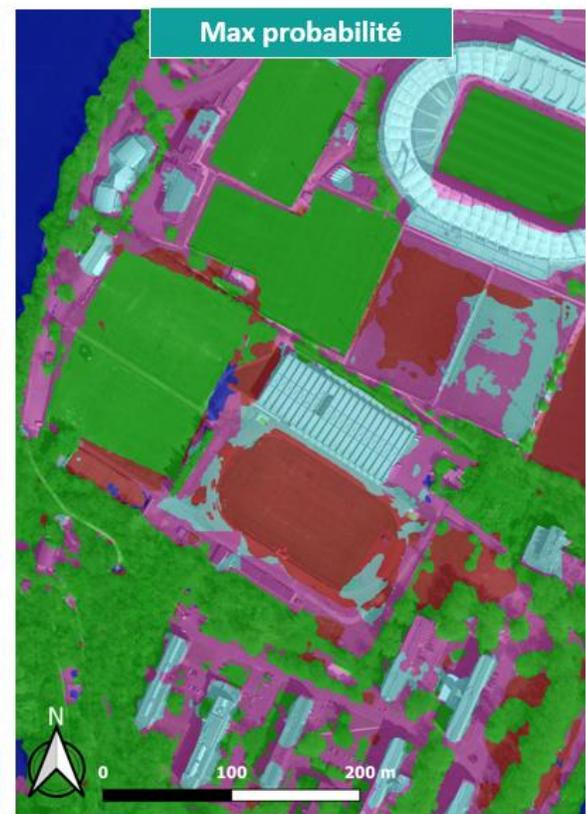
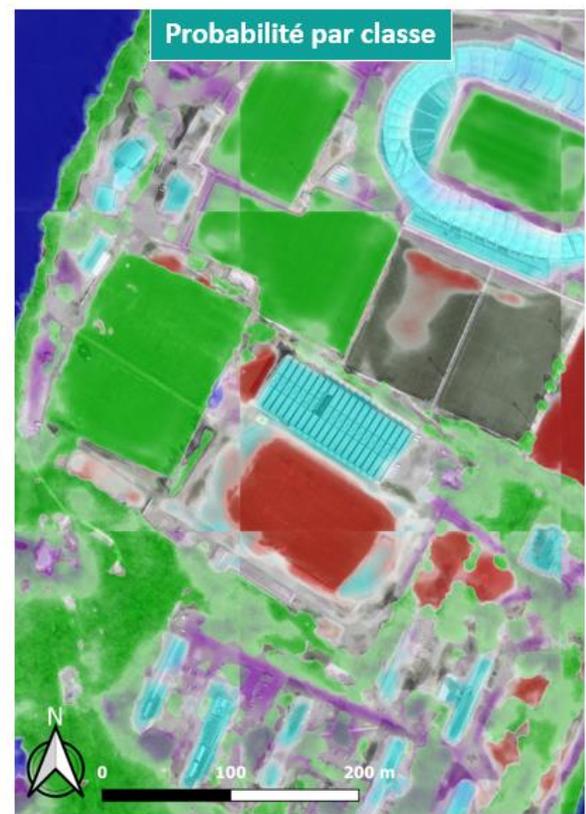


Occupation du sol – imperméabilisation / artificialisation

Classification approche Deep-Learning / approche physique (outil URBANTOOLS), prise en compte du modèle 3D

Distinction végétation haute et basse → entrées dans les modèles météorologiques de Météo-France

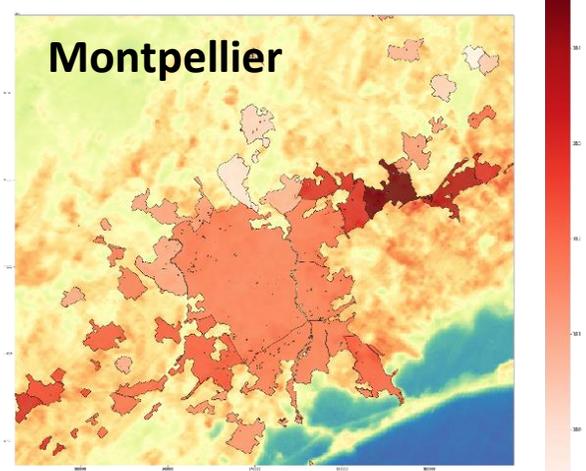
→ Outil de suivi de la végétation 3D développé



Eau, Bâtiments, Routes, Sol nu, Végétation

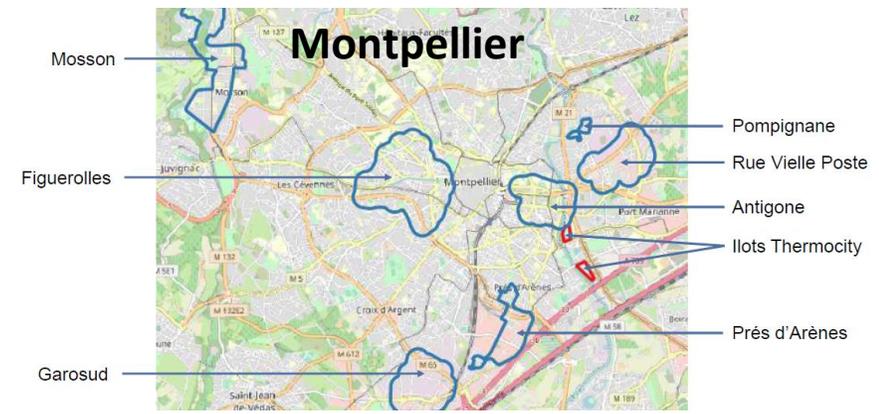


ICU / ICU-S : diagnostic multi-échelle, LST vs trames vertes

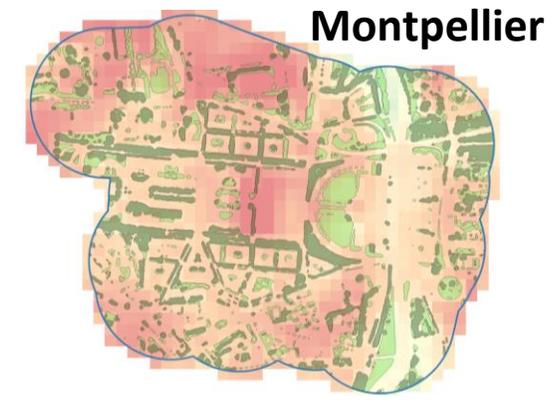


ECOSTRESS LST 27/08/2018, 13h [36-42°]

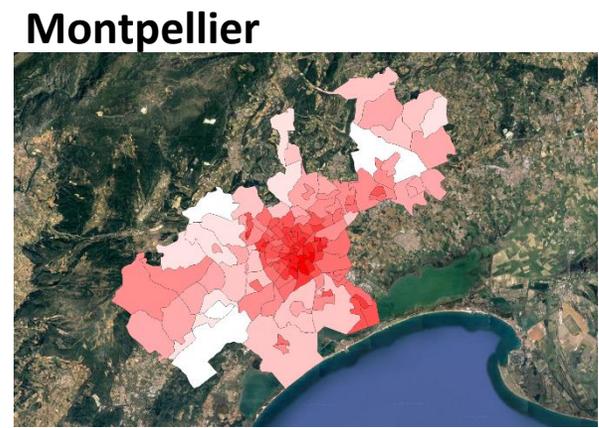
Métropole



Quartier/Aménagement

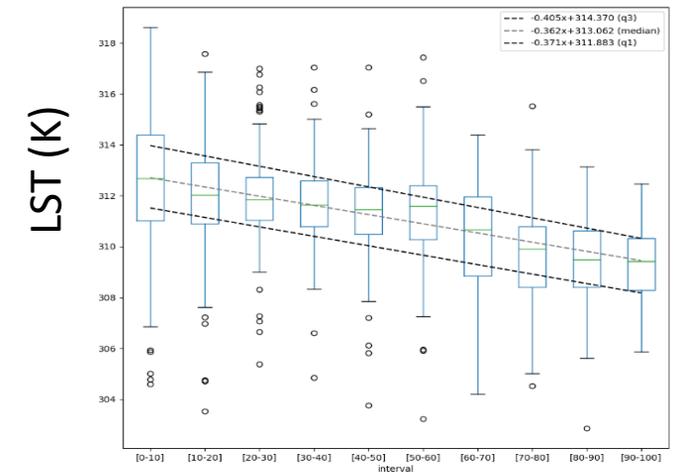
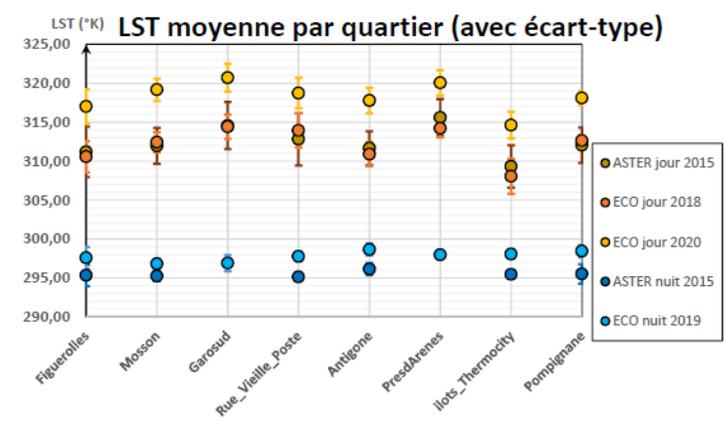


Quartier : Antigone



ECOSTRESS LST 15/07/2019, 00h [20-26°]

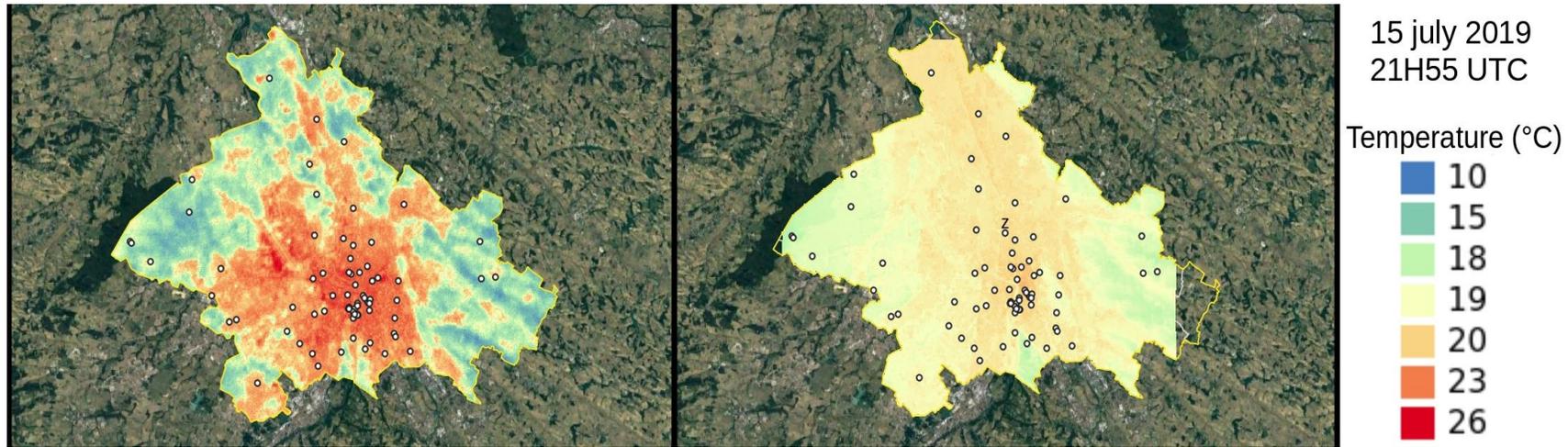
IRIS



Fraction végétation (%)

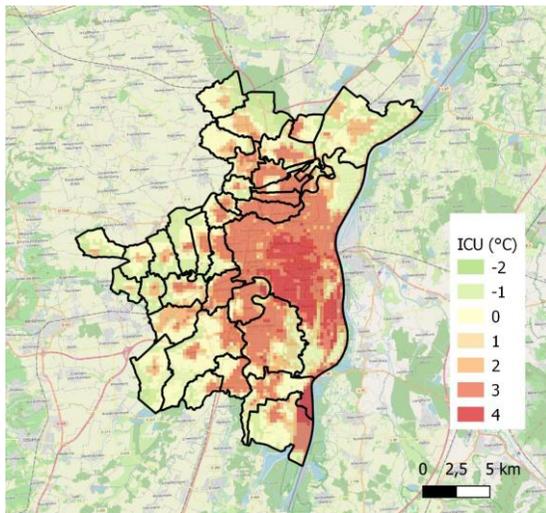


ICU / ICU-S : comparaison Tair / LST et simulations climat futur

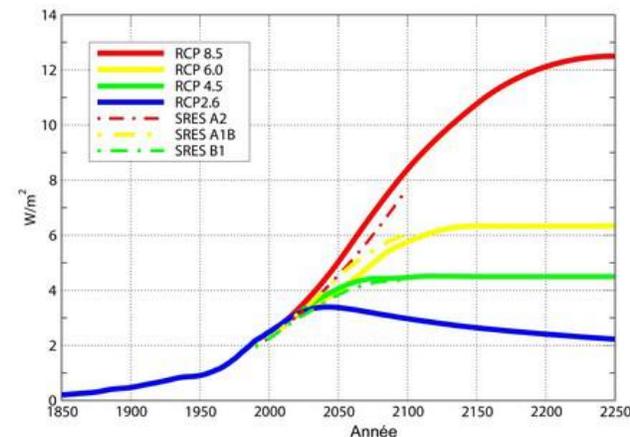


LST

Tair



ICU modélisé sur l'Eurométropole de Strasbourg
Ajout de 20% de végétation

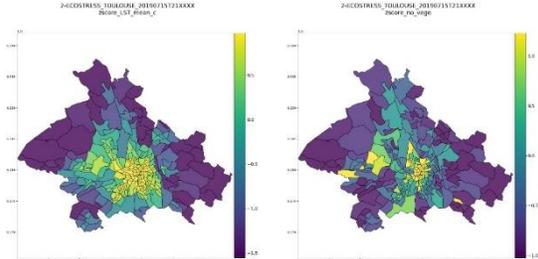


Détermination de l'anomalie de température moyenne due à la ville en fonction des trajectoires d'émission



Indicateur de vulnérabilité à la chaleur

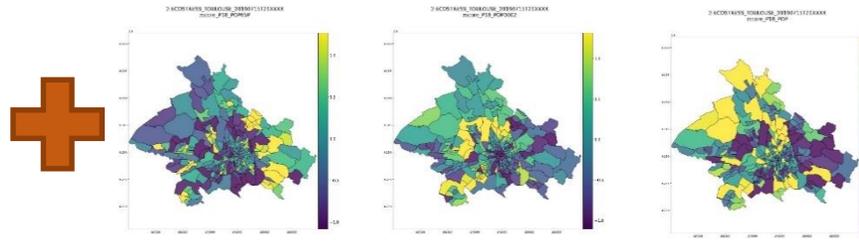
Exposition



Température de surface de nuit

Non-végétalisation

Sensibilité

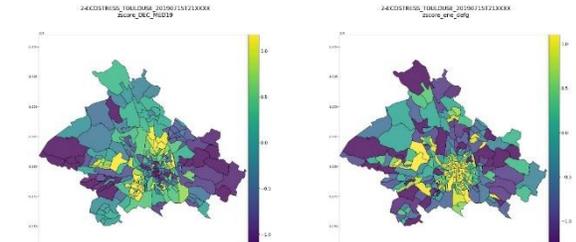


Population 0-2 ans

Population > 65 ans

Population totale

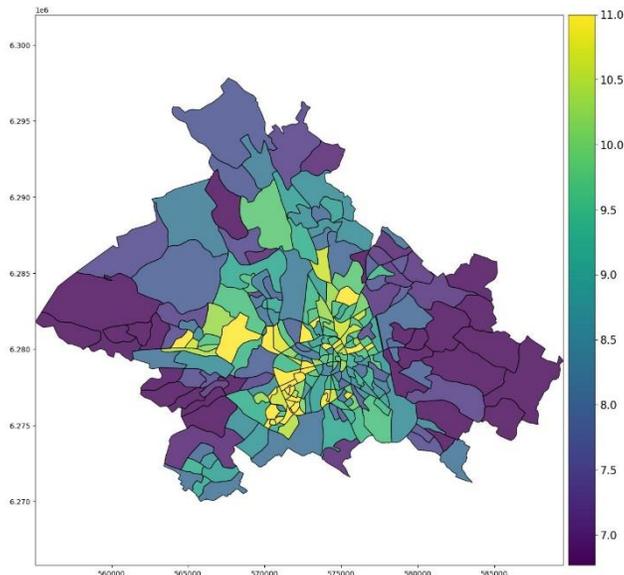
Capacité d'adaptation



Revenu médian

Fraction logement performant

2-ECOSTRESS_TOULOUSE_20190715T21XXXX
HVIW



Pire score = entre Bagatelle et Fontaine-Lestang



Quartier très artificialisé, contenant des collectifs pour partie anciens, avec une population à faible revenu comportant une fraction de population 0-2ans très élevée et une température de surface de nuit élevée.

Basé sur le z-score des variables d'entrée (Reid et al., 2009, Conlon et al., 2020)

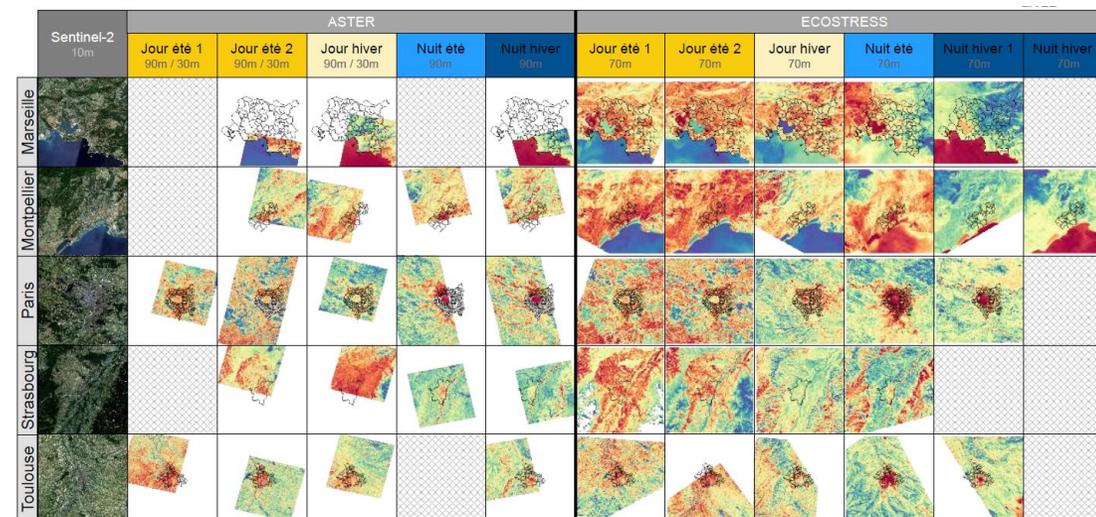
Indicateur des zones prioritaires, utilisé sur Los Angeles, New-York, outil de discussion pour influencer sur des stratégies d'adaptation

Mais : résultats dépendant des entrées, de la méthode de pondération entre chaque catégorie, de l'échelle d'analyse, traitement de la donnée sociale ... ➔ outil à consolider



Conclusions et Perspectives

- Collecte des besoins des gestionnaires du territoire
- Collection d'images thermiques à qualité améliorée et contrôlée : Analysis-Ready-Dataset en open-access grâce au pôle THEIA
- Plusieurs outils développés pour traiter un large panel de données
- Traitement de données multi-sources en élargissant aux données socio-économiques : prototypage de produits dérivés des données thermiques
- Préparation à de futures missions spatiales (TRISHNA, CO3D...)



<https://www.theia-land.fr/product/thermocity/>

<https://www.theia-land.fr/ceslist/ces-temperature-de-surface-et-emissivite/>

Chef de projet THERMOCITY :
vincent.lonjou@cnes.fr

- La résolution spatiale des données thermiques est encore un frein à des applications fine-échelle → sujet de thèse CNES-ONERA-IRAP à pourvoir
- Interdisciplinarité nécessaire : → collaborations à faire fructifier, axe « Milieux urbanisés » du Défi-Clé Région « Observation de la Terre et des Territoires en transition »
- Etendre à d'autres territoires (petites communes, outre-mer ...)

Merci pour votre attention

Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DU MILIEU URBAIN

sur www.theia-land.fr/urbain/2023-urbain/

