



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



TÉLÉDÉTECTION ET GESTION TERRITORIALE À L'ÉCHELLE LOCALE

*Quentin Gautier
Chef du département Territoires
Cerema Occitanie*

07/09/2021

LE PÔLE SATELLITAIRE DU CEREMA : ENGAGÉ DEPUIS 10 ANS DANS LE DÉVELOPPEMENT ET LA PROMOTION DES APPLICATIONS SATELLITAIRES POUR LES TERRITOIRES

Acteurs techniques du spatial :

- CNES
- Organismes de recherche
- Fournisseurs de services Industriels
- PME



Missions et objectifs



Services de l'Etat
Collectivités territoriales
Acteurs publics et privés
de l'aménagement

TÉLÉDÉTECTION : DE QUOI PARLE-T-ON ?

« Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. » (1980)

=> en pratique l'observation de la surface de la Terre à distance en captant et enregistrant l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi.

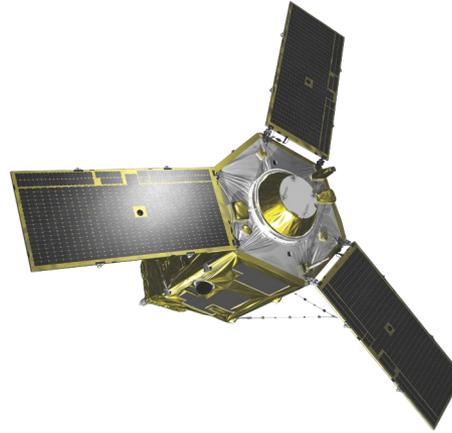
Les débuts :



TÉLÉDÉTECTION : DIFFÉRENTS VECTEURS ET DE NOMBREUX CAPTEURS

❑ Différents vecteurs

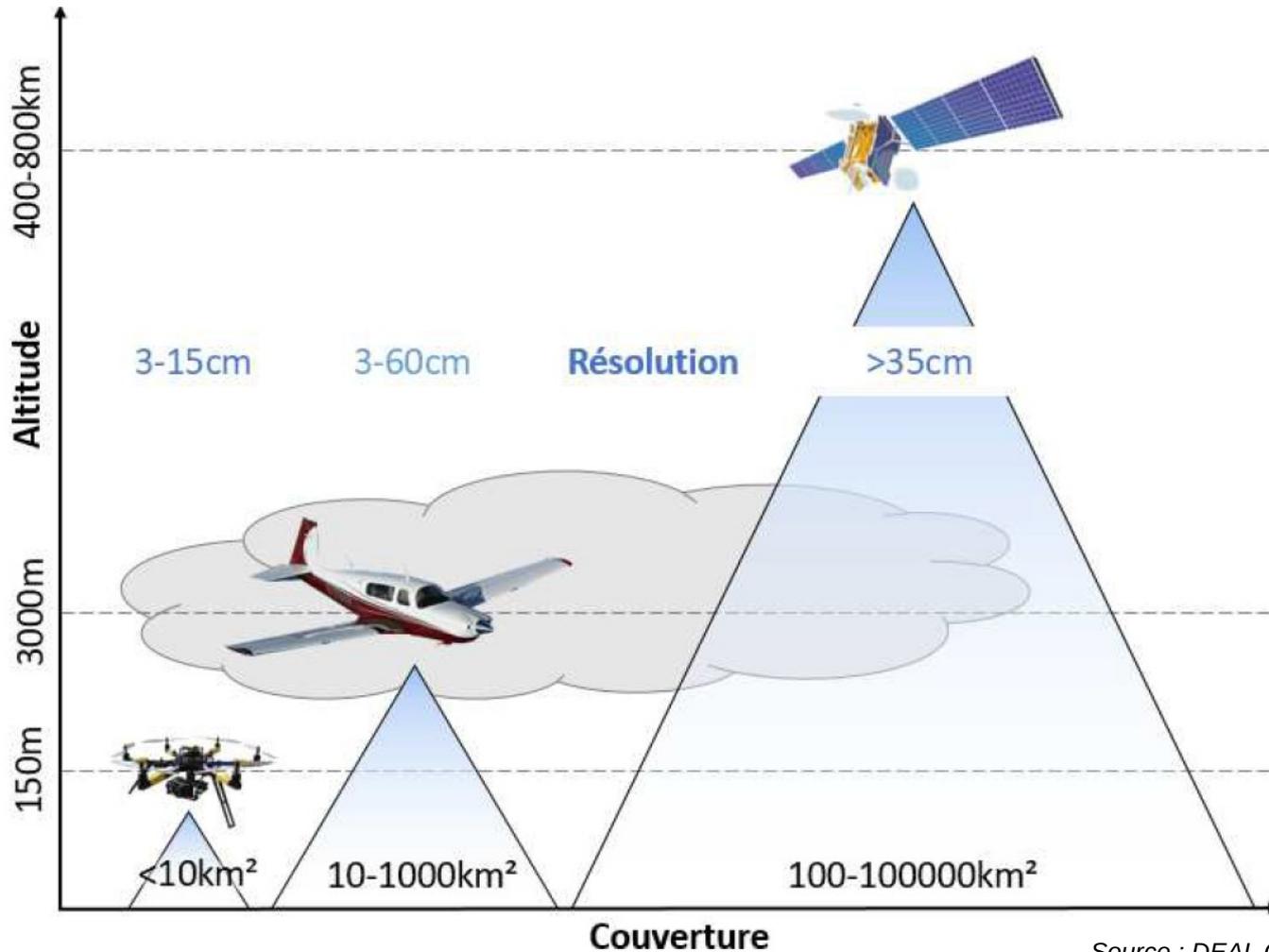
- aéroporté : avion, drone...
- satellite
- ou terrestre (fixe ou véhicule)



❑ De très nombreux capteurs

- passif : appareil photo, radiomètres, spectromètres sensibles à une vaste gamme de longueurs d'onde ...
- actif : radar, Lidar (laser) ...

TÉLÉDÉTECTION : DIFFÉRENTS VECTEURS ET DE NOMBREUX CAPTEURS



Source : DEAL Guyane

L'image satellitaire optique : exemples de satellites



Source : IDGéo

TÉLÉDÉTECTION : CONTEXTE

❑ Des observations de plus en plus qualitatives

- résolution
- fréquence de revisite
- diversité des capteurs et des longueurs d'onde

❑ Des observations plus accessibles

- satellitaire : gratuité ou coût mesuré
- de plus en plus d'acteurs et prestataires (satellitaire, drone...)
- des moyens de traitement de données massives plus accessibles (cloud, algorithmes IA...)
- services et produits Copernicus



❑ Des champs d'application locale très vastes

QUELQUES APPLICATIONS LOCALES



GESTION ET PRÉVENTION DES RISQUES

*Mouvements de terrain, Incendies
Inondations...*



OCS et URBAIN

*Îlots de chaleur urbain,
artificialisation, nature en ville...*



LITTORAL

*Suivi du trait de côte,
Surveillance ...*



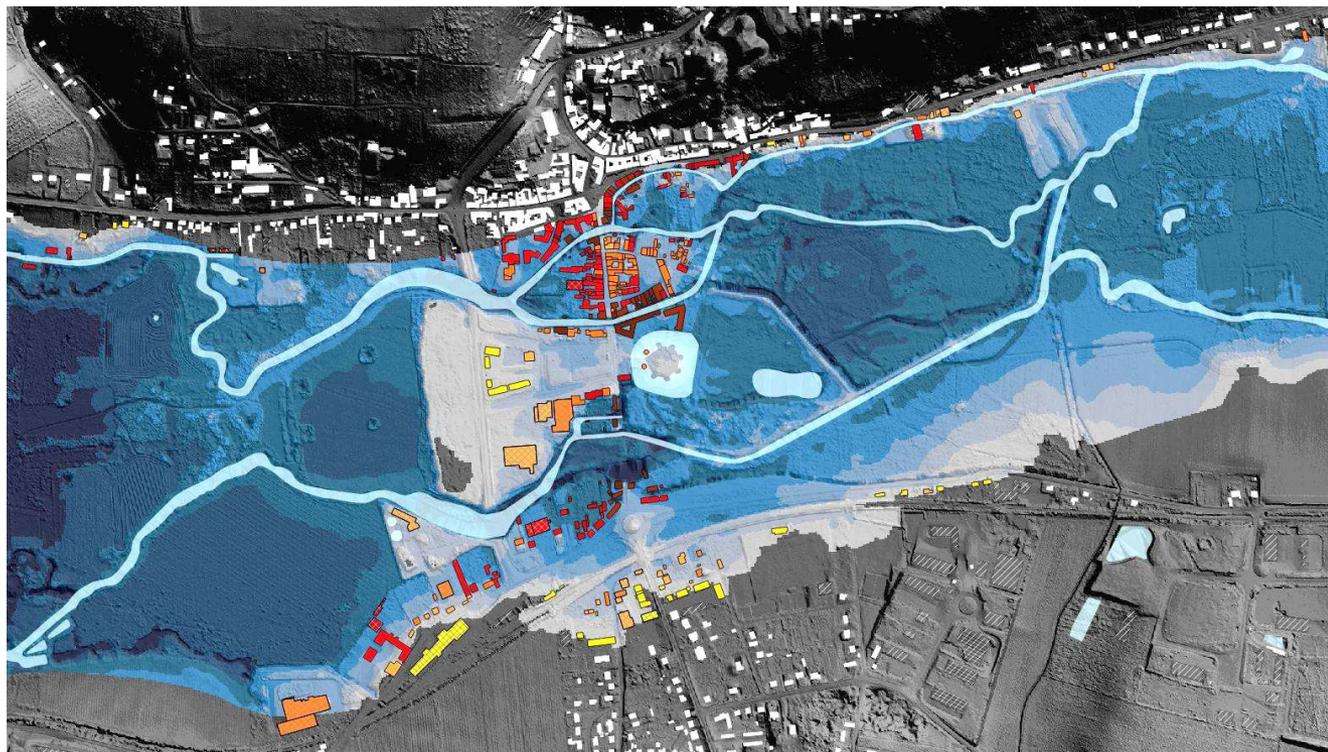
BIODIVERSITE et AGRICULTURE

*Croissance des végétaux,
Cartographie des habitats naturels ...*

RISQUES NATURELS : CARACTERISATION DES INONDATIONS

- cartographier les zones inondées (images satellite radar / optique)
- déterminer les hauteurs d'eau (en crise : drone, post-crise : satellite)
- identifier les bâtiments exposés
- analyser les dommages post-inondation

*Exemple Crue
du Loing
mai 2016*



RISQUES NATURELS : ANALYSE POST-CRISE



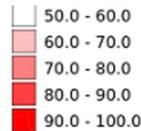
Orthophotos aériennes IGN

Vallée du Boréon, Saint-Martin-Vésubie (06) les 5 juillet 2017 et 5 octobre 2020



Satellite Pléiades

% de fiabilité de la détection



Détection par IA de vignes endommagées par la crue de l'Aude en oct. 2018 à partir d'images satellite THRS Pléiades
Projet SCO Flaude
Cnes - DDTM11

Image Pléiades (11/2018)

Résultats de détection



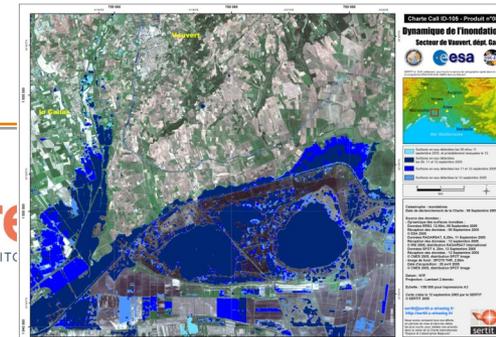
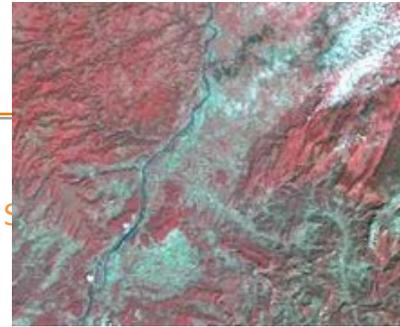
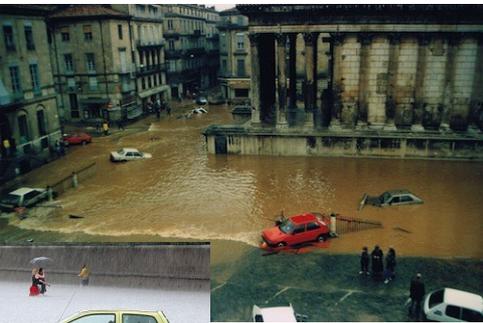
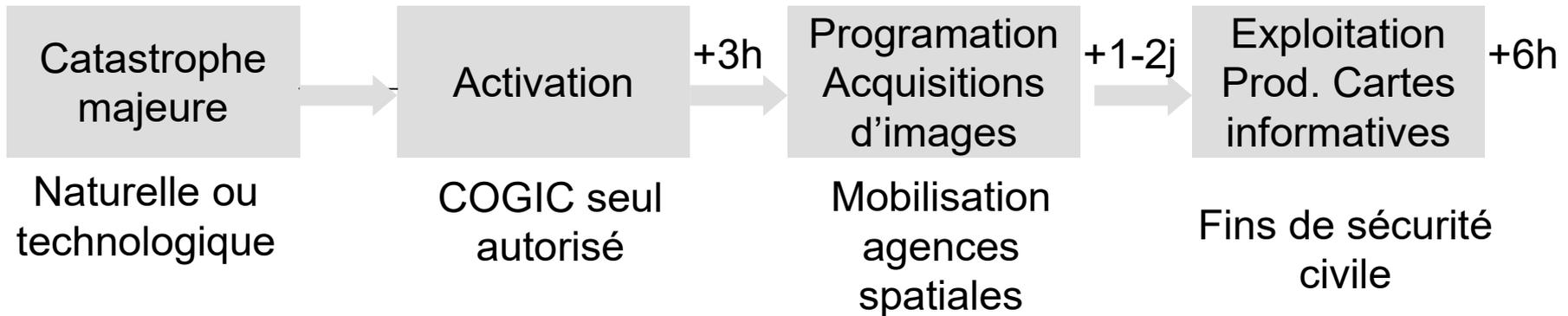
RT SUD



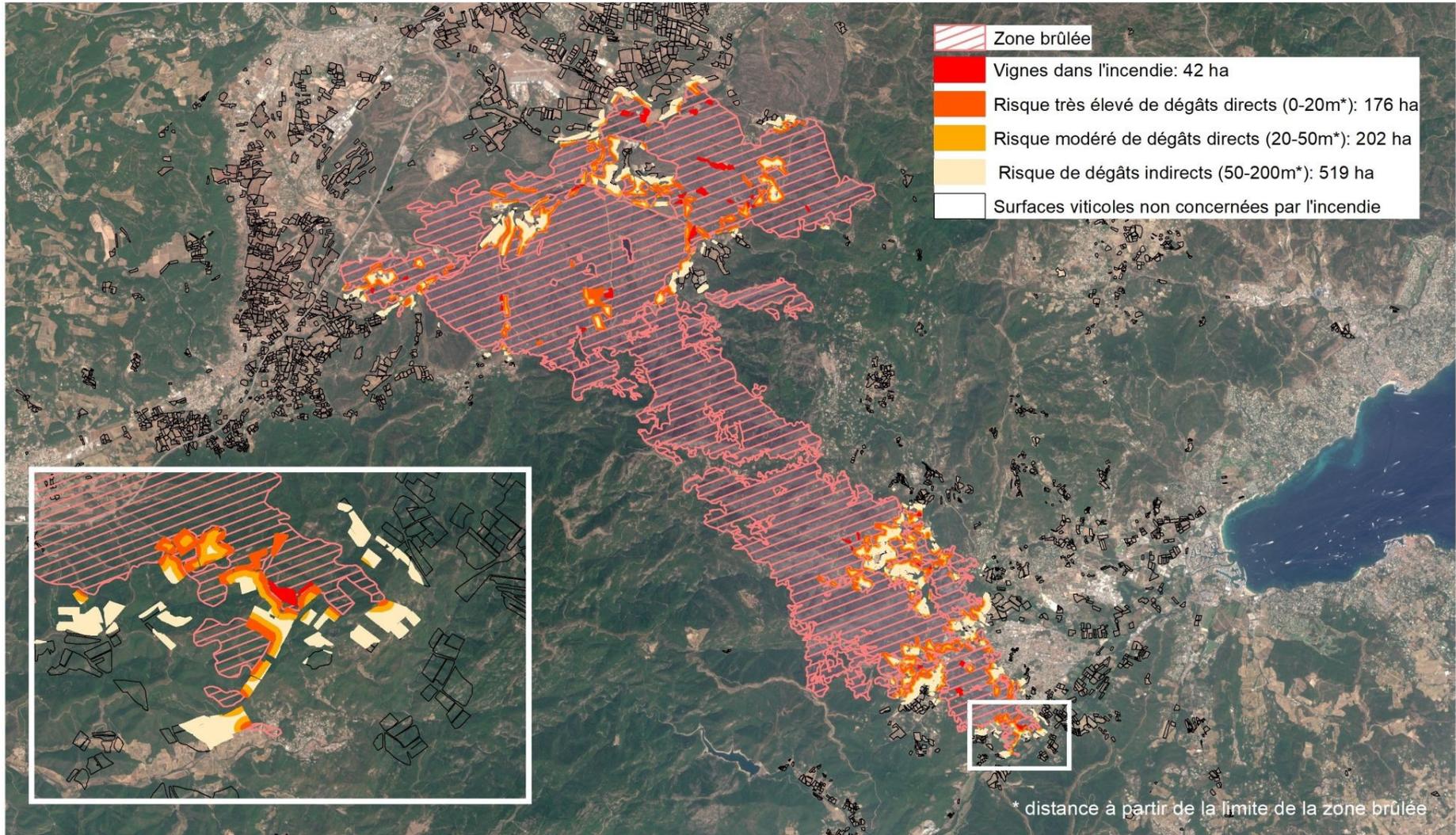
COPERNICUS EMERGENCY MANAGEMENT SERVICE RISK & RECOVERY



- Service européen de gestion des urgences qui fournit aux acteurs de la protection civile et de la reconstruction des informations géospatiales dérivées de la télédétection
- Gestion de crise (Rapid mapping), gestion post-crise, reconstruction (Risk & Recovery)



INCENDIES : UN EXEMPLE

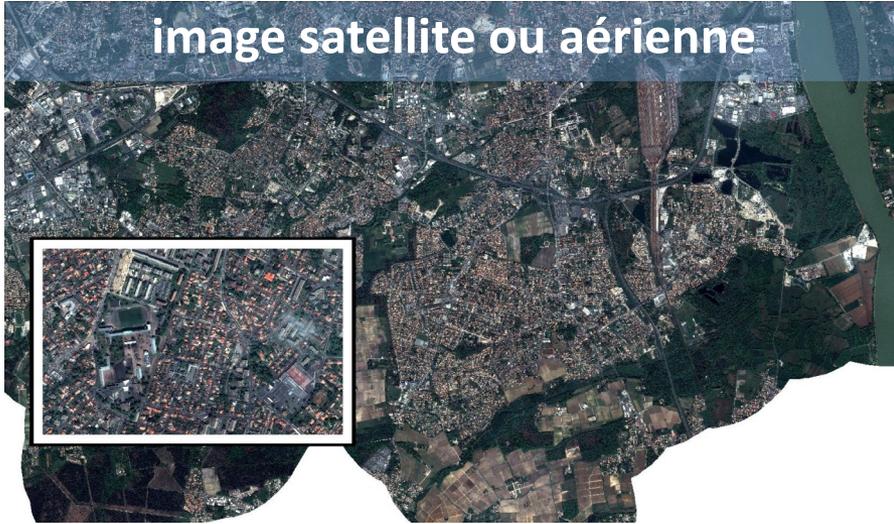


0 1 2 4 Km

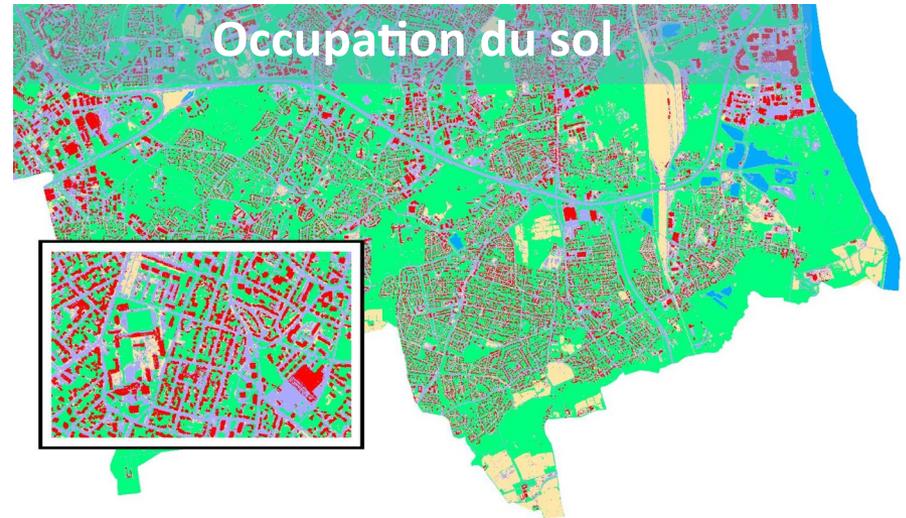


Occupation des sols et urbain : De l'image aux politiques publiques

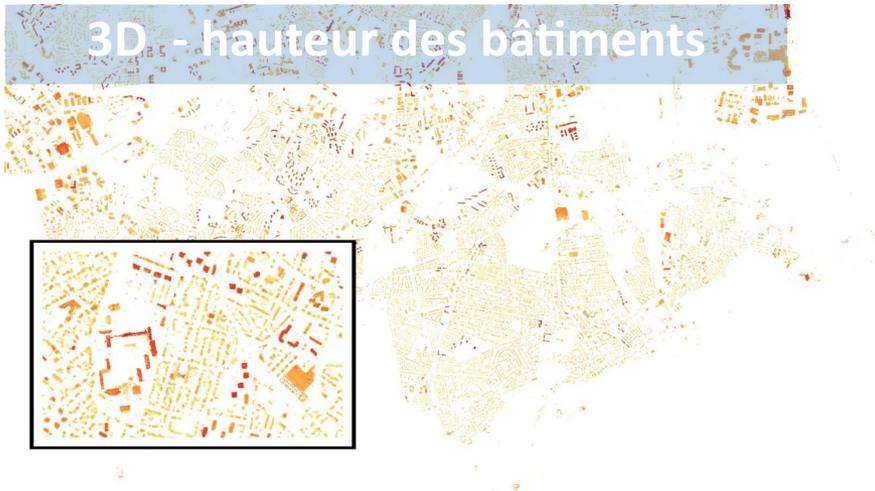
image satellite ou aérienne



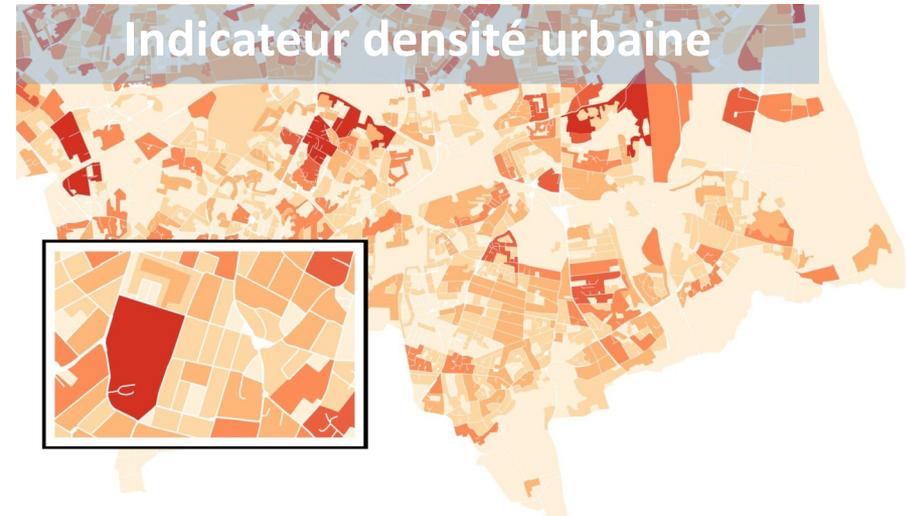
Occupation du sol



3D - hauteur des bâtiments



Indicateur densité urbaine





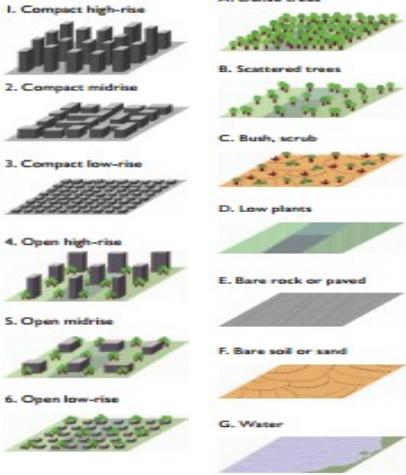
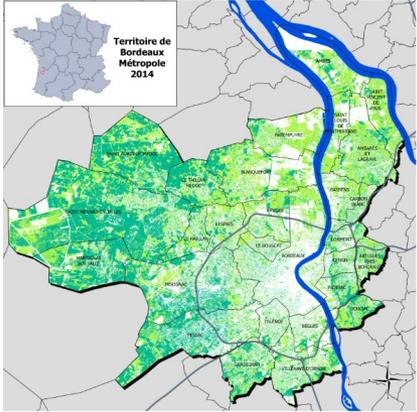
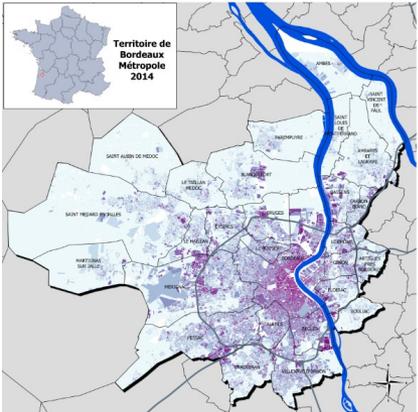
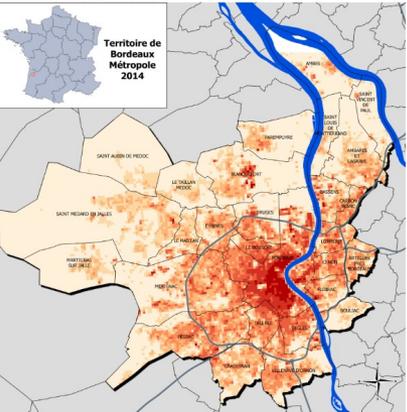
Urbain : applications

Consommation d'espace
Densité

(Dés)imperméabilisation

Nature en ville
qualité urbaine,

Climatologie urbaine
Îlots de chaleur



URBAIN : DIAGNOSTIC D'ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

❑ Objectifs :

- établir le diagnostic des zones à enjeux thermiques sur la ville
- hiérarchiser les zones sur lesquelles les besoins sont les plus pressants (facteurs de vulnérabilité sociale et sanitaire...)
- pour identifier des pistes d'action et favoriser l'adaptation des villes au changement climatique

❑ Méthode 1 : indicateurs de morphologie urbaine basée sur l'imagerie à très haute résolution

Classification « Local Climate Zone »

Production d'une OCS et d'un jeu d'indicateurs pertinents (rugosité, imperméabilisation...) à partir d'un couple d'images satellite stéréo THRS et d'un modèle numérique de surface

=> algorithme facilement reproductible dès lors que les images existent

EXEMPLE TYPE DE CARTOGRAPHIE LCZ

Métropole Grand Nancy

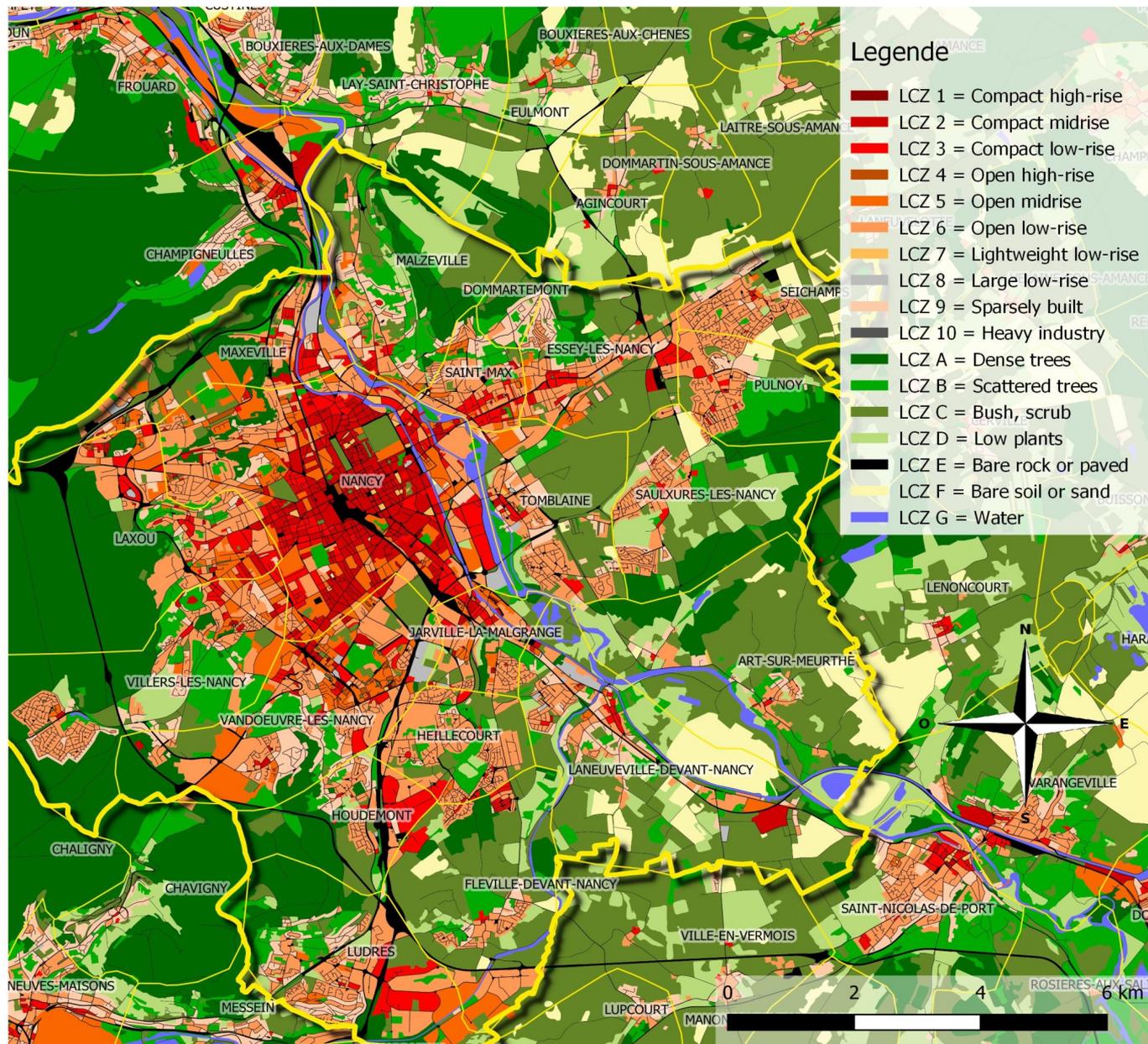
LCZ Local Climate Zone
îlots de chaleur urbains

Cette carte est basée sur :

- une classification de l'occupation du sol en 5 classes issue d'un couple stéréographique d'images Pléiades acquises en 2015
- la géométrie de l'Urban Atlas
- le modèle 3D issu des images Pléiades
- le bâti 3D issu de la classification de l'image satellite ou de la BDTopo IGN ©



Centre d'études et d'expertise sur les
risques, l'environnement, la mobilité
et l'aménagement



URBAIN : DIAGNOSTIC D'ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

❑ Méthode 2 : thermographie satellitaire (infrarouge thermique)

- accéder à une mesure de température de surface de jour et de nuit
- images Landsat, TERRA (Aster)...



Bordeaux 13/09/19 ©Pixstart

- Limites liées à la résolution, aux corrections atmosphériques et au calage ortho

- la mesure devrait s'améliorer avec les missions Trishna (2025) et Sentinel-8 (2029)

LITTORAL : SUIVI DU TRAIT DE CÔTE

- ❑ **Besoin d'une connaissance de la dynamique du trait de côte pour comprendre et anticiper son évolution, et mettre en œuvre les stratégies nationales et locales de gestion intégrée du TC**
 - 2 millésimes homogènes couvrent la France et les DROM : un millésime ancien (1920 à 1950) et un millésime récent (2005 à 2014 suivant les départements).
 - D'autres traits de côte sont produits localement avec des méthodes, des couvertures et des millésimes variables
 - potentiel intéressant du suivi par satellite (THRS) pour différents types de littoraux

LITTORAL : SUIVI DU TRAIT DE CÔTE

Analyse du milieu maritime → Choix d'un indicateur → Observation du trait de côte → Analyse dynamique

- * Côtes naturelles / artificialisées
- * Faible marnage ou important,
- * Erosion forte/faible
- * Instantané (jet de rive)
- * Morphologique (pied de dune)
- * Botanique (limite végétation)

- * Levés terrain : (D)GPS, TLS, ...
- * Télédétection (photo-
interprétation / extraction auto) :
drones, ULM, Avion , Satellite

- * Taux
d'évolution
- * Cartographie



APPLICATION SUR UN LARGE TERRITOIRE POUR UN LITTORAL SABLEUX

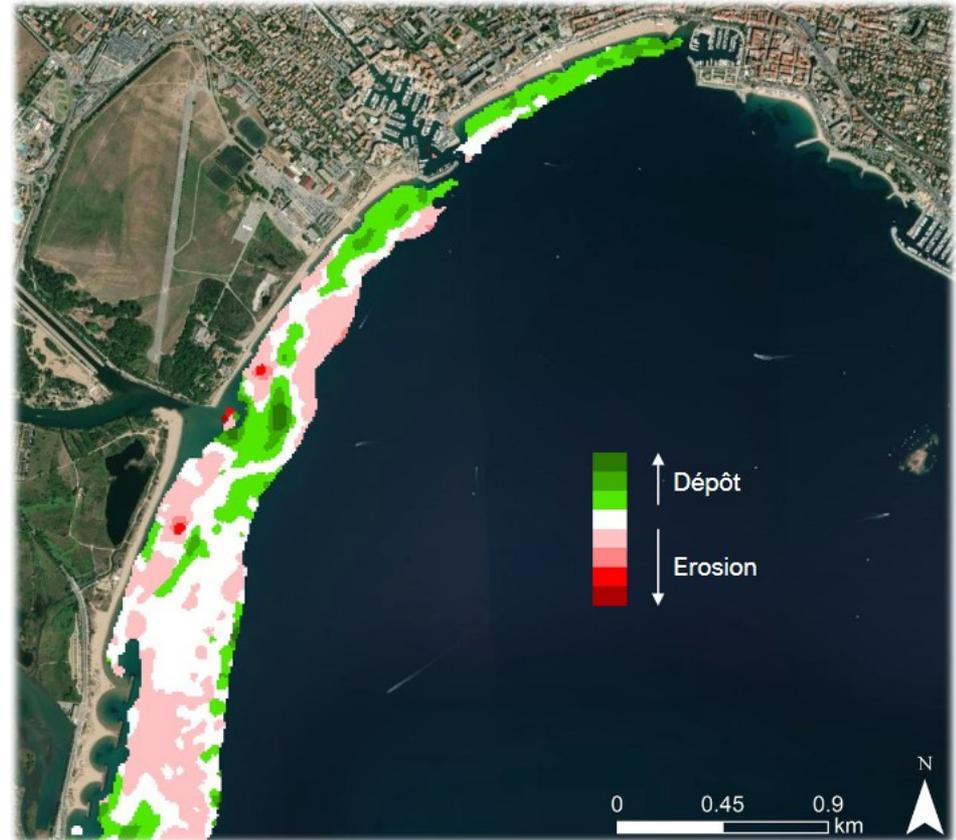


Cartographie du jet de rive sur le littoral de l'ex-Languedoc-Roussillon

Données cartographiques : © IGN, Cerema

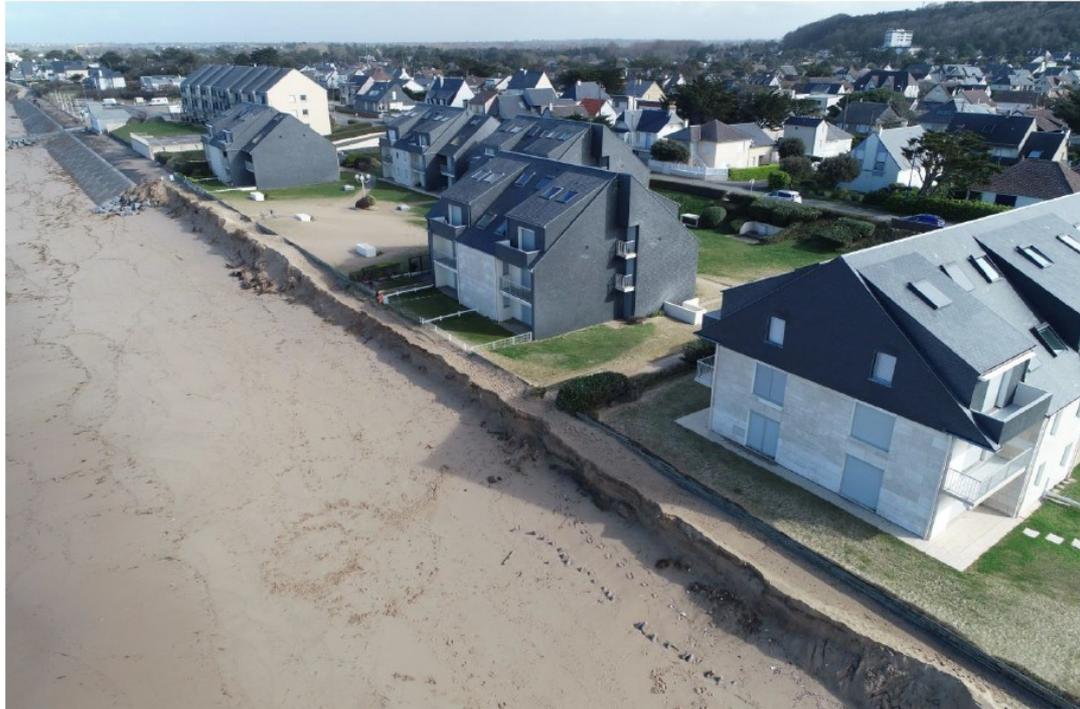
LITTORAL : BATHYMÉTRIE DES PETITS FONDS

- nécessaire pour la compréhension de la dynamique sédimentaire à l'origine des évolutions du trait de côte
- méthode basée sur l'analyse de la couleur de l'eau à partir d'images satellites optique de différentes résolutions



*Golfe de Fréjus, automne 2019 → printemps 2020
©i-Sea, projet Space for Shore (ESA Coastal Erosion)*

SUIVI FIN DU LITTORAL PAR DRONE : EXEMPLE DE LA DDTM DE LA MANCHE

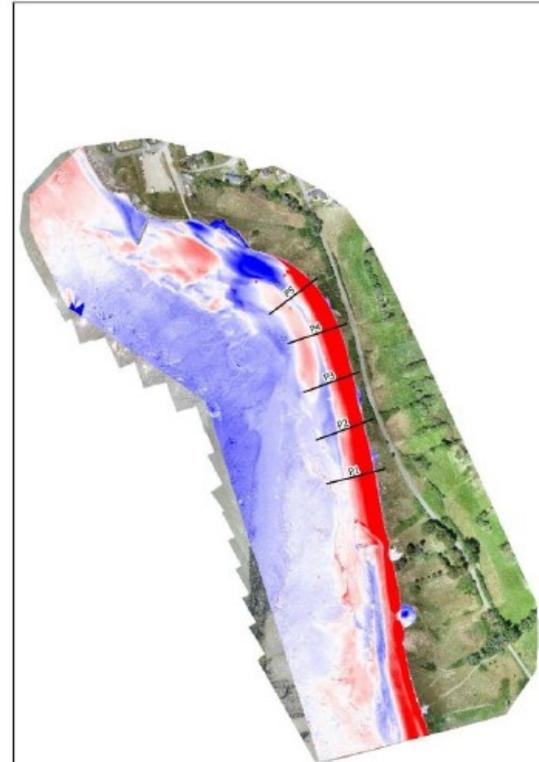


 DDTM - SML - PÔLE
GESTION DU LITTORAL

JULLOUVILLE

12 mars 2020
11:36

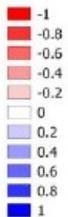
Evolution topographique entre le 19/10/2018 et le 19/05/2020




Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA MANCHE



Variation altimétrique (m)



0 50 100 150 200 250 m

Lors drone CREC (2018) - Lors drone DDTM 50 (2019 et 2020)

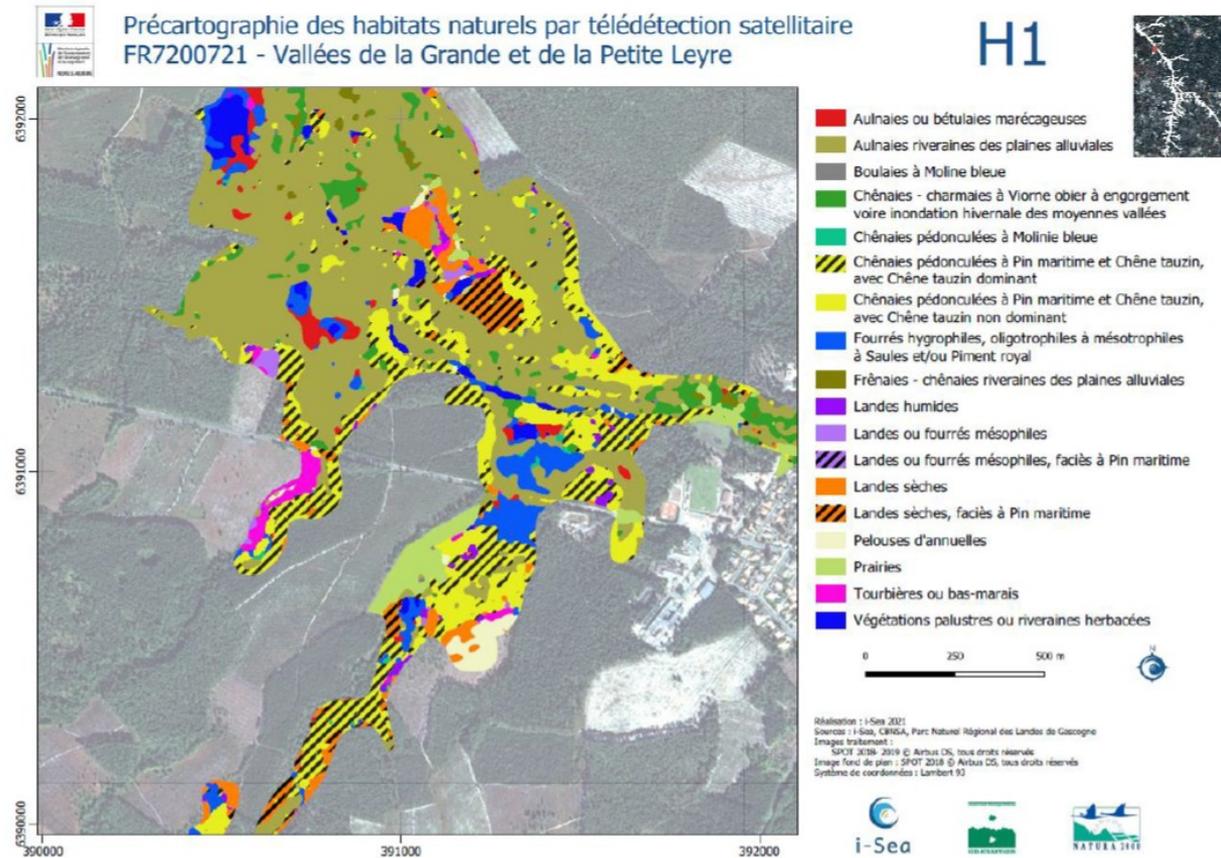
Cartographie : SML/SL/EM - Mai 2020

BIODIVERSITÉ

□ Cartographie d'habitats naturels

Ex : suivi sites Natura 2000
Séries temporelles d'images satellite + aérienne + données sols + Lidar

□ Diagnostic pollution lumineuse / élaboration d'une trame noire (données satellites Jilin 1) → La TéléScop



Source : I-Sea

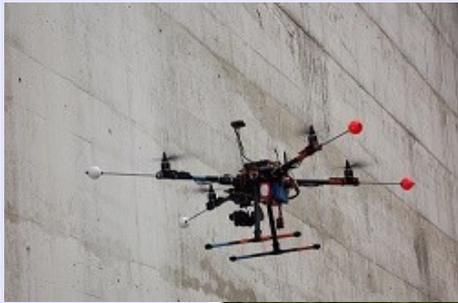
AGRICULTURE

Un exemple parmi beaucoup d'autres : inventaire des cultures agricoles à l'échelle ouest-européenne



Plateforme Nimbo,
©KerMAP

SUIVI ET CONTRÔLE D'INFRASTRUCTURES : DRONES

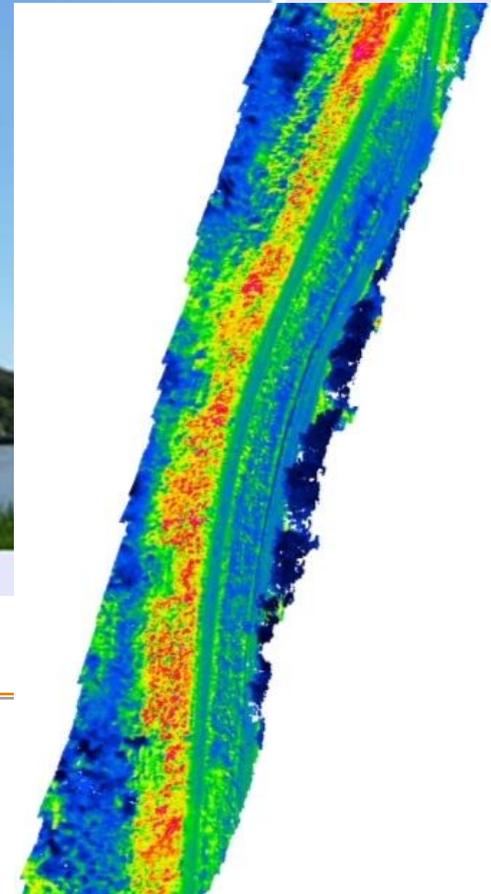
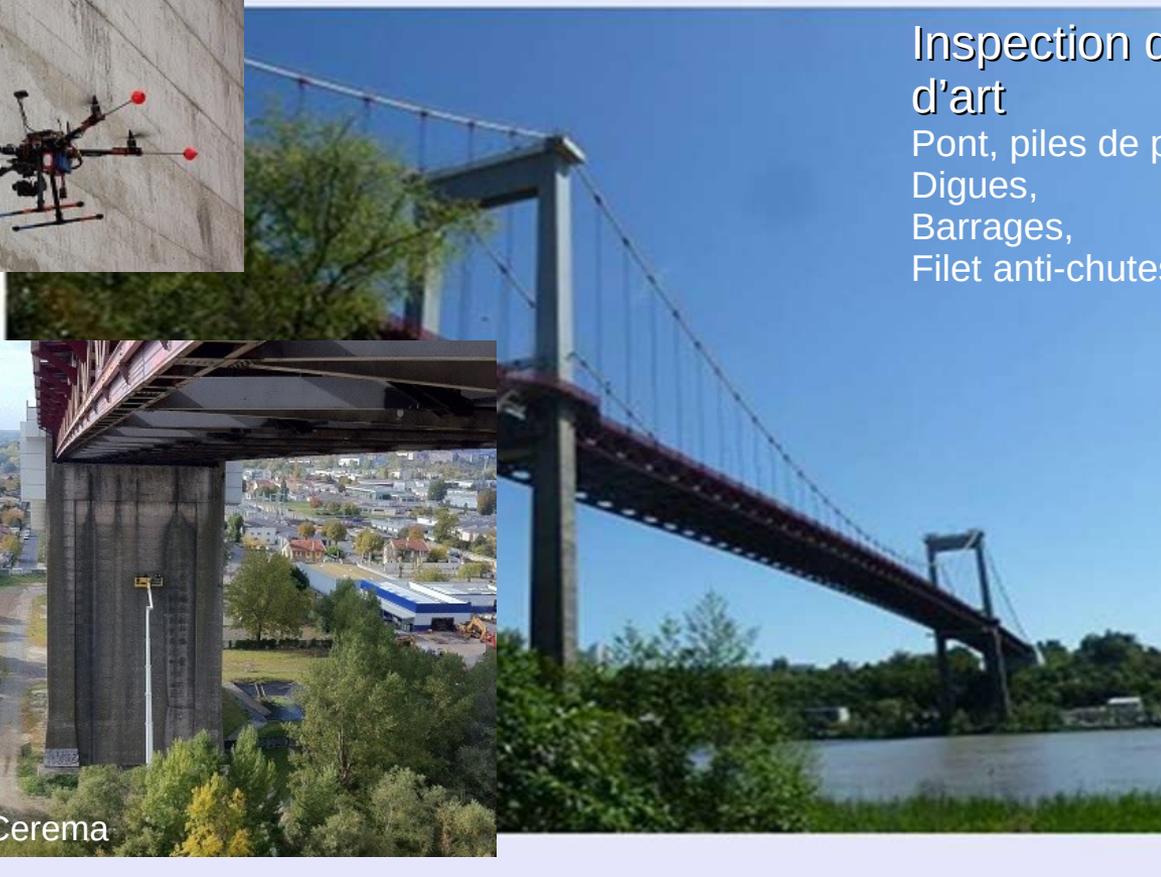


Inspection d'ouvrages
d'art

Pont, piles de pont,
Digues,
Barrages,
Filet anti-chutes falaises



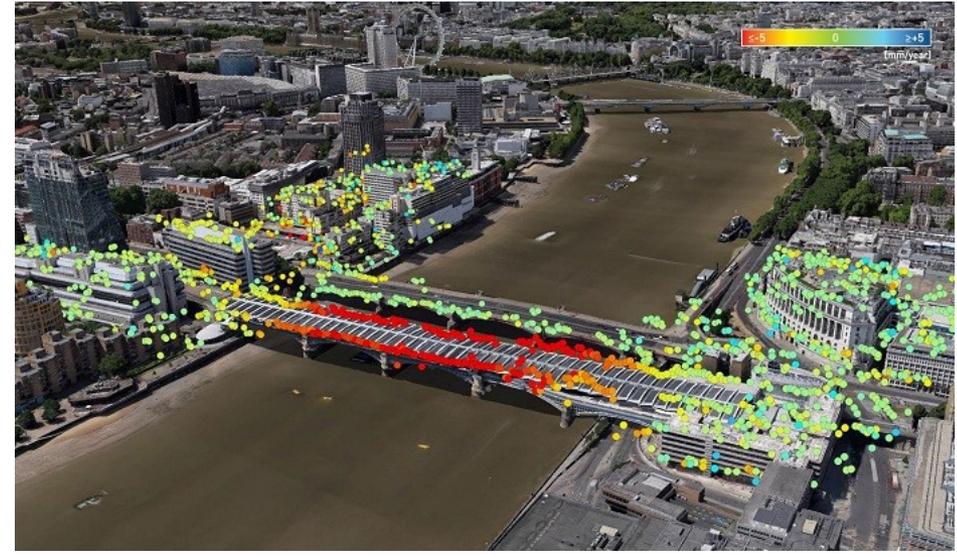
Source : Cerema



MOUVEMENTS DU SOL ET DES INFRASTRUCTURES : SUIVI PAR INTERFÉROMÉTRIE RADAR

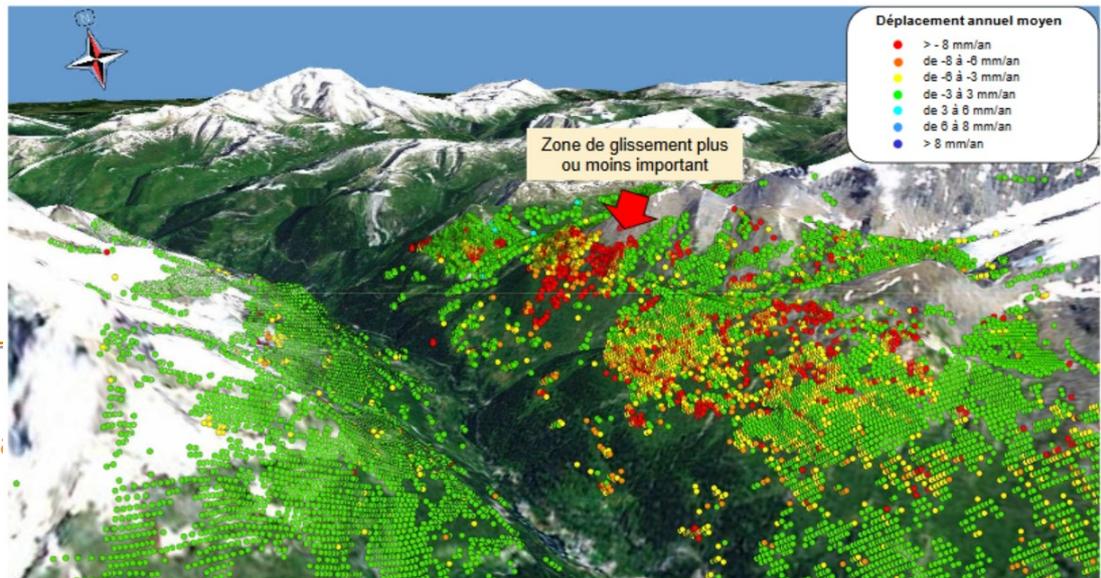


Suivi chantier souterrain UK Tre Altamira (CLS)



Déplacement d'un pont en Virginie (USA) Tre Altamira (CLS)

Suivi ouvrages hydrauliques et mvts de versants EDF / Tre Altamira (CLS)



WWW.APPLISAT.FR : LE SITE DE LA COMMUNAUTÉ DES UTILISATEURS PUBLICS D'APPLICATIONS SATELLITAIRES



Applisat
Communauté du satellitaire

[Plan satellitaire](#)

[Ressources](#)

[Communauté](#)

[Actualités](#)

[Agenda](#)

Des solutions spatiales pour connaître le territoire

**Service de l'Etat,
établissement public
associé ou collectivité**

Retrouvez toutes les **fiches
thématiques**, outils, métiers

[Accédez aux ressources](#)

Connaître les **retours d'expérience** des
usages de données satellitaires

[Partagez votre expérience](#)

**Acteur du spatial,
fournisseur de données et
de services**

Identifier les **groupes utilisateurs
thématiques**

[Participez aux échanges](#)

Entrez en **relation avec des
utilisateurs** de données spatiales

[Contactez la communauté](#)

QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONCLUSION

□ Avantages respectifs des différents vecteurs

- **satellite** : large couverture spatiale, taux de revisite, répétitivité, disponibilité des observations, gratuité partielle, produits récurrents
- **drone** : souplesse d'utilisation, adaptabilité, format, précision, récurrence de mesure aisée.

Mais dans les deux cas, une technicité certaine !

□ La télédétection un outil parmi d'autres pour les projets et stratégies des acteurs locaux

- télédétection : un outil de diagnostic et de surveillance, complémentaire des données acquises par d'autres biais
- croiser les données (notamment in situ, socio-éco...)

CE QUE LE CEREMA PEUT VOUS APPORTER

Vous aider à définir vos besoins d'observation et les sources exploitables

- ce que vous souhaitez observer, avec quelle résolution, quelle fréquence, quel historique, pour quel usage ?... et pour quel budget ?

Sensibiliser / former

Conduire des études pour explorer le potentiel de l'imagerie satellitaire / drone appliqué à différentes problématiques

Aller du diagnostic jusqu'aux préconisations d'aménagement

MERCI !

quentin.gautier [« at »] cerema.fr