

Webinaire

# L'hydrologie spatiale au service des territoires !



29 septembre 2025



14h30 – 16h30

# Programme

## 14h30 : Introduction

**Sébastien Maire**, Délégué général de France Villes et territoires Durables

**Florence Clément**, Responsable des Relations Institutionnelles, CNES

## 14h45 : Accès aux données spatiales pour l'hydrologie

**Santiago Peña Luque**, Chef de projet R&D, Télédétection par Satellite, CNES

## 15h00 : Quantité et qualité de l'eau

**Aurore Delahaye**, Chargée de mission scientifique Hydrosphère et surfaces continentales, Ministère de la Transition écologique

**Frédéric Gresselin**, Hydrogéologue, DREAL Normandie

## 15h25 : Aménagement d'un territoire plus résilient aux inondations

**Lionel Bry**, Coordinateur du projet SCO ATTEST

**Adrien Solacroup**, Chargé de l'animation territoriale du SCO FLAude, du SCO ATTEST et de la plateforme FORO

**Alex de Sá**, Consultant Villes et Secteur Public, Dassault Systèmes

## 15h55 : Conclusions

**Florence Clément**, Responsable des Relations Institutionnelles, CNES

**Sébastien Maire**, Délégué général de France Villes et territoires Durables

## 16h00 : Questions/réponses

**Pour aller + loin**



# Introduction



**Sébastien Maire**

Délégué général de France Villes et territoires Durables



## Collectivités



## Etat



## Entreprises



## Experts





**Connaître** les nouveaux enjeux écologiques locaux  
et leurs impacts sociaux-économiques

**Arbitrer** pour garantir la pérennité des investissements

**Planifier** la transformation écologique et énergétique du territoire



# Introduction

**Florence Clément**

Responsable des Relations institutionnelles, CNES



DATA



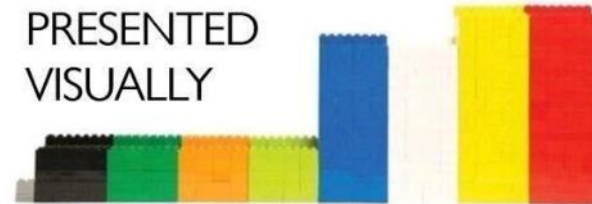
SORTED



ARRANGED



PRESENTED  
VISUALLY



EXPLAINED  
WITH A STORY



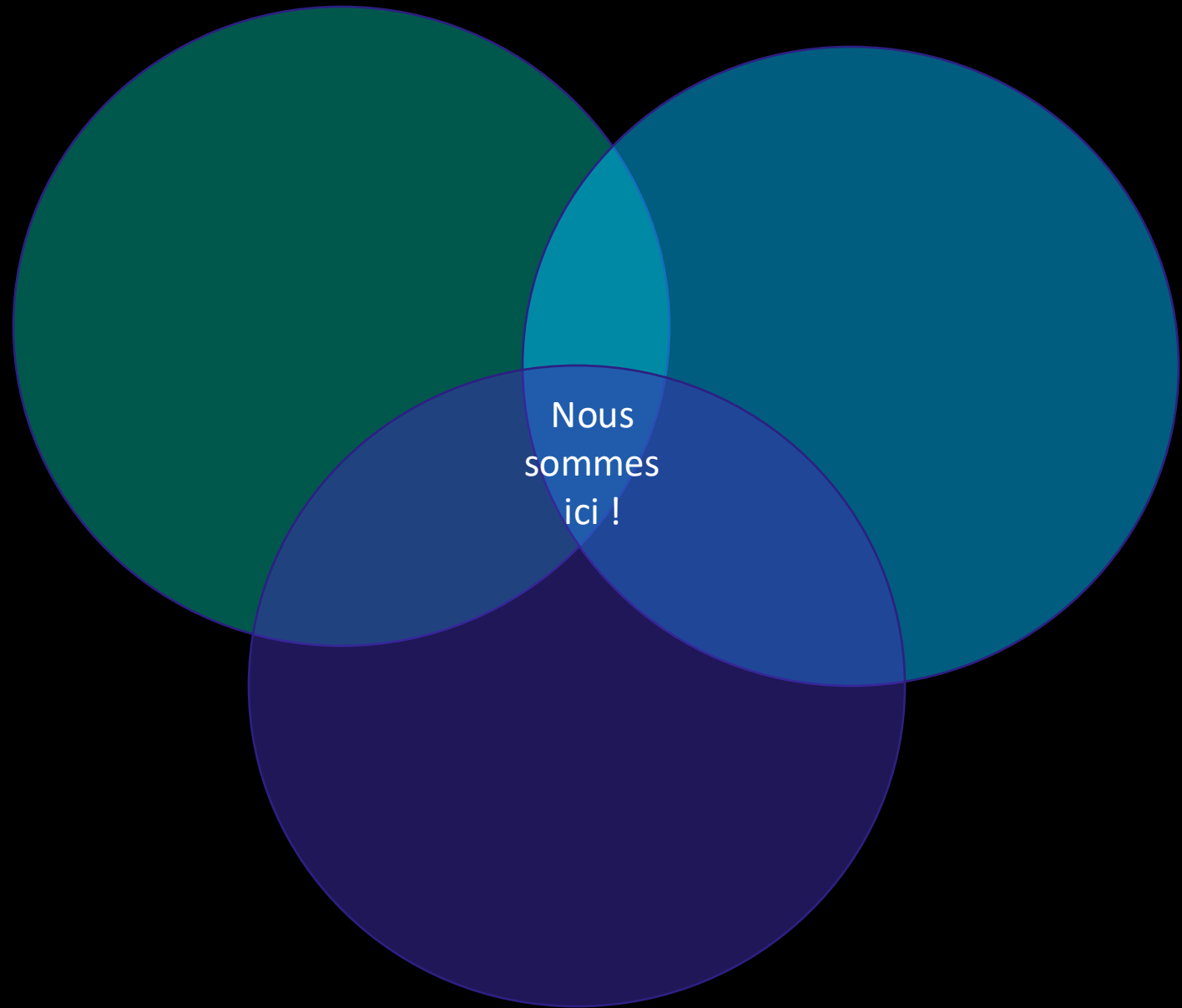
Fournisseurs de données

Fournisseurs de services

Territoires



MERCI FVD !





# I. Accès aux données spatiales pour l'hydrologie

# Intervenant



**Santiago Peña Luque**

Chef de projet R&D, Télédétection par Satellite, CNES



# ACCÈS AUX DONNÉES SATELLITES POUR L'HYDROLOGIE

WEBINAIRE CNES - FRANCE VILLES DURABLES  
L'HYDROLOGIE SPATIALE AU SERVICE DES TERRITOIRES !

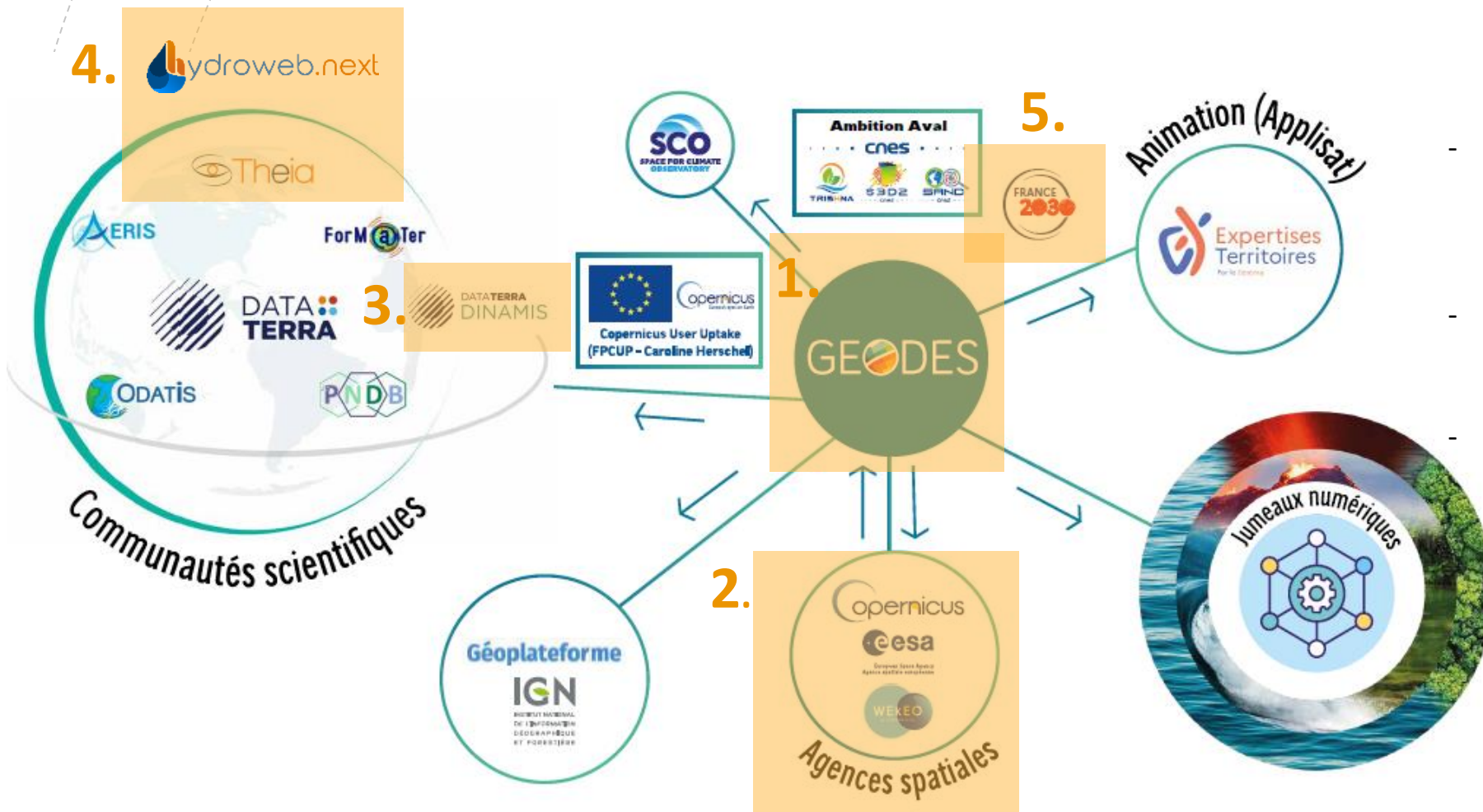
29 SEPTEMBRE 2025

Santiago Peña Luque (

A full-page background image of an Ariane 5 rocket launching from the Guiana Space Centre. The rocket is ascending vertically, leaving a massive, billowing white plume of smoke and fire. Two tall service towers flank the launch pad. The scene is set against a clear blue sky with some light clouds. The word 'CONTEXTE' is superimposed in large, white, sans-serif capital letters across the center of the image.

# CONTEXTE

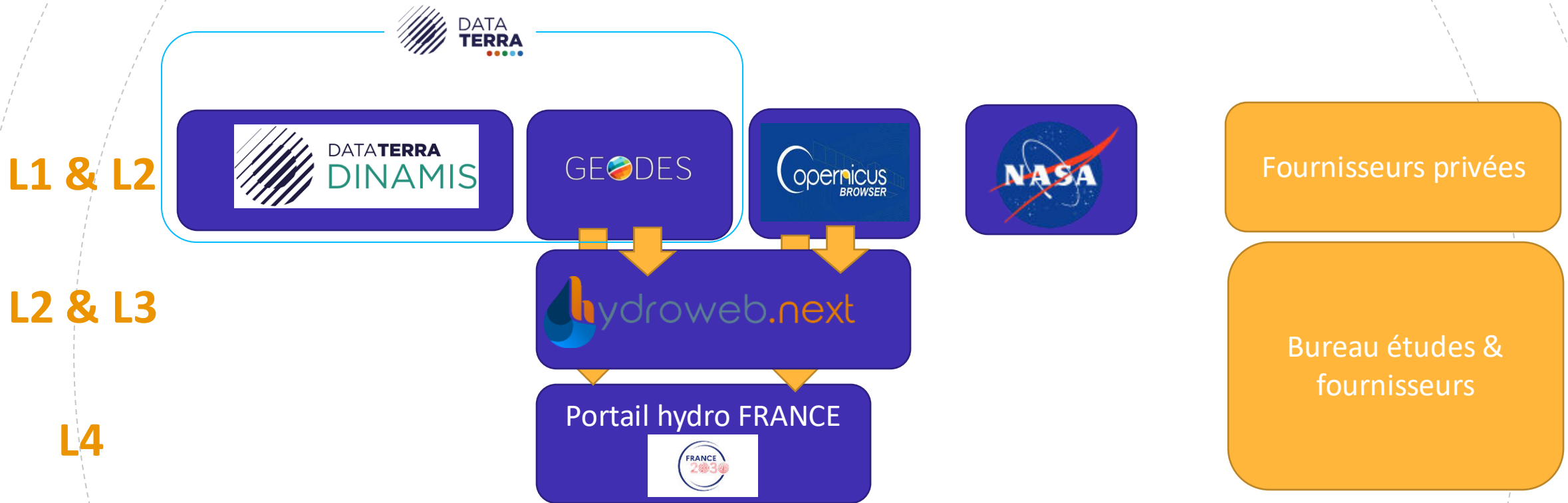
# PANORAMA À PRIORI - COMPLEXE



- Le panorama de sources de données est complexe à cause d'héritage
  - Collaborations Inter organismes différents
- GEODES est le nouveau point central de la donnée spatiale française (CNES)
- Le nombre de portails augmente:
  - Portails avec information spatiale pour l'hydrologie:
    - 1. GEODES
    - 2. Copernicus
    - 3. DINAMIS
    - 3. Hydroweb.next
    - 4. FR2030



# NIVEAUX DE PRODUITS SATELLITE



L1 = Produit satellite brut (images)

L2 = Produit corrigé (1<sup>er</sup> niveau) et projeté au sol (géoïde/ ellipsoïde, système référence)

L3 = Produit agrégé/moyenné

L4 = Produit thématique & indicateurs

# NIVEAUX 1-2 – IMAGES OPTIQUE/RADAR

## L1 & L2

dinamis.data-terra.org



- Très haute Résolution
  - (30cm – 5m)
- **Accès gratuit archives:**
  - Institutionnel français
  - Privé pour publique ou R&D
- **Commandes d'acquisition possibles**

geodes.cnes.fr dataspace.copernicus.eu earthdata.nasa.gov



- Moyenne et haute résolution (>10m)
- Couverture Globale
- **Libre accès**

## Fournisseurs privés

- Très haute résolution (30cm – 5m)
- Couverture Globale
- **Payant**
- **Evolution en vitesse!**
  - **Constellations**
  - **Acquisition rapides/fréquentes**
- Optique:
  - MAXAR (US)
  - Planet (US)
  - Airbus (EU)
- Radar:
  - Iceye (EU)
  - Radarsat (Canada)
  - Capella (US)
  - Umbra (US)

# L1 & L2 IMAGES

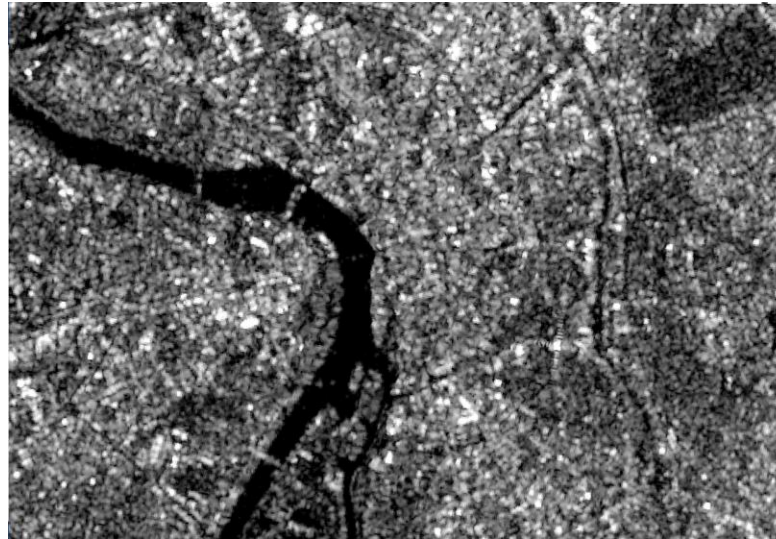
## Plus populaires

- Sentinel 2 – Optique Multi spectral (5 jours revisite , 10/20m résolution)
- Sentinel 1 – Radar , 2 polarisations (6 jours revisite, 20m résolution native)
- Landsat – Optique Multi spectral (16 jours revisite, 30m résolution)
- Pléiades – Optique Très haute résolution(50cm, 30m version Néo)

- Information riche (spatial & temporelle)
- Extraction d'information pour l'hydrologie nécessaire



Sentinel 2



Sentinel 1

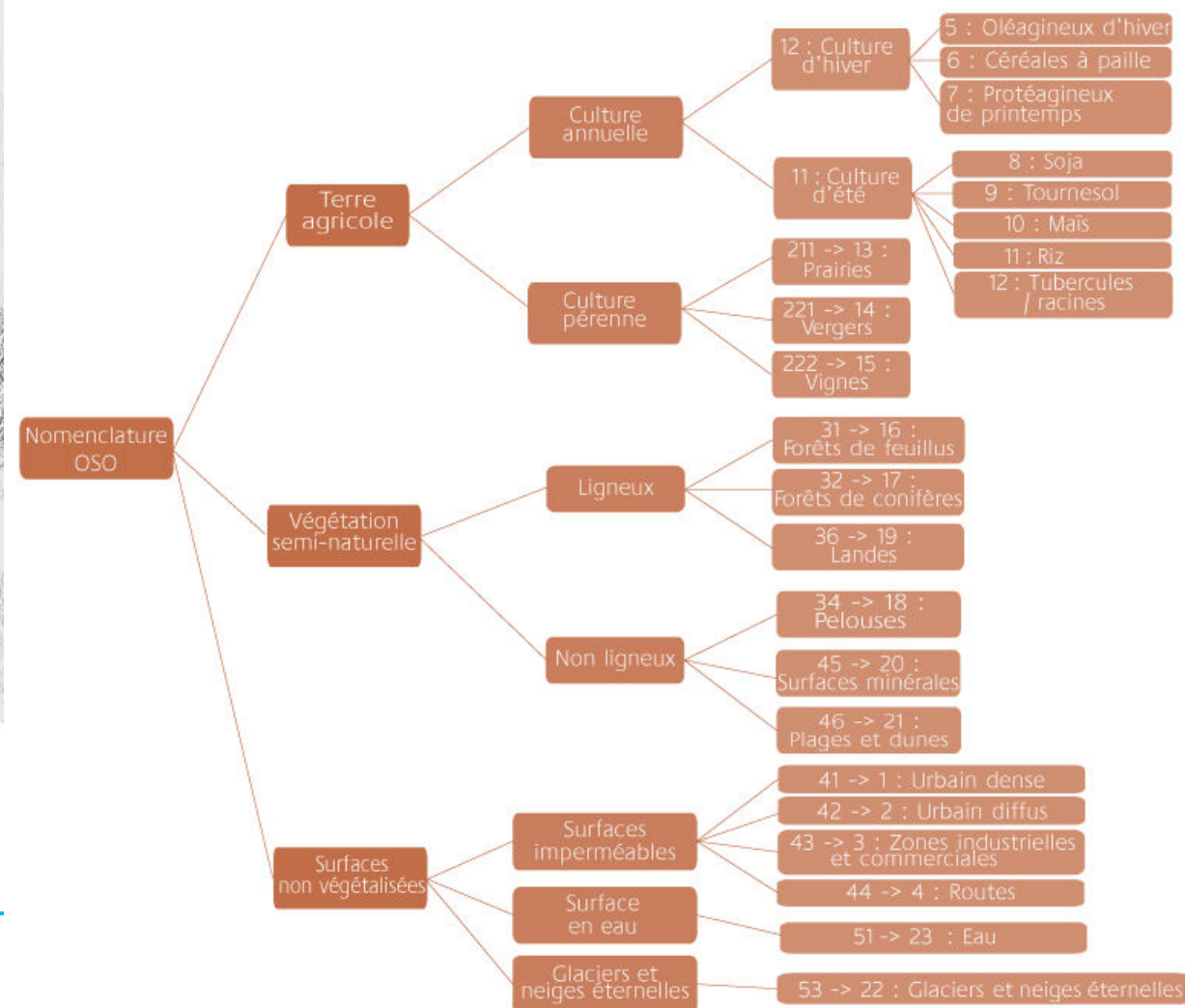
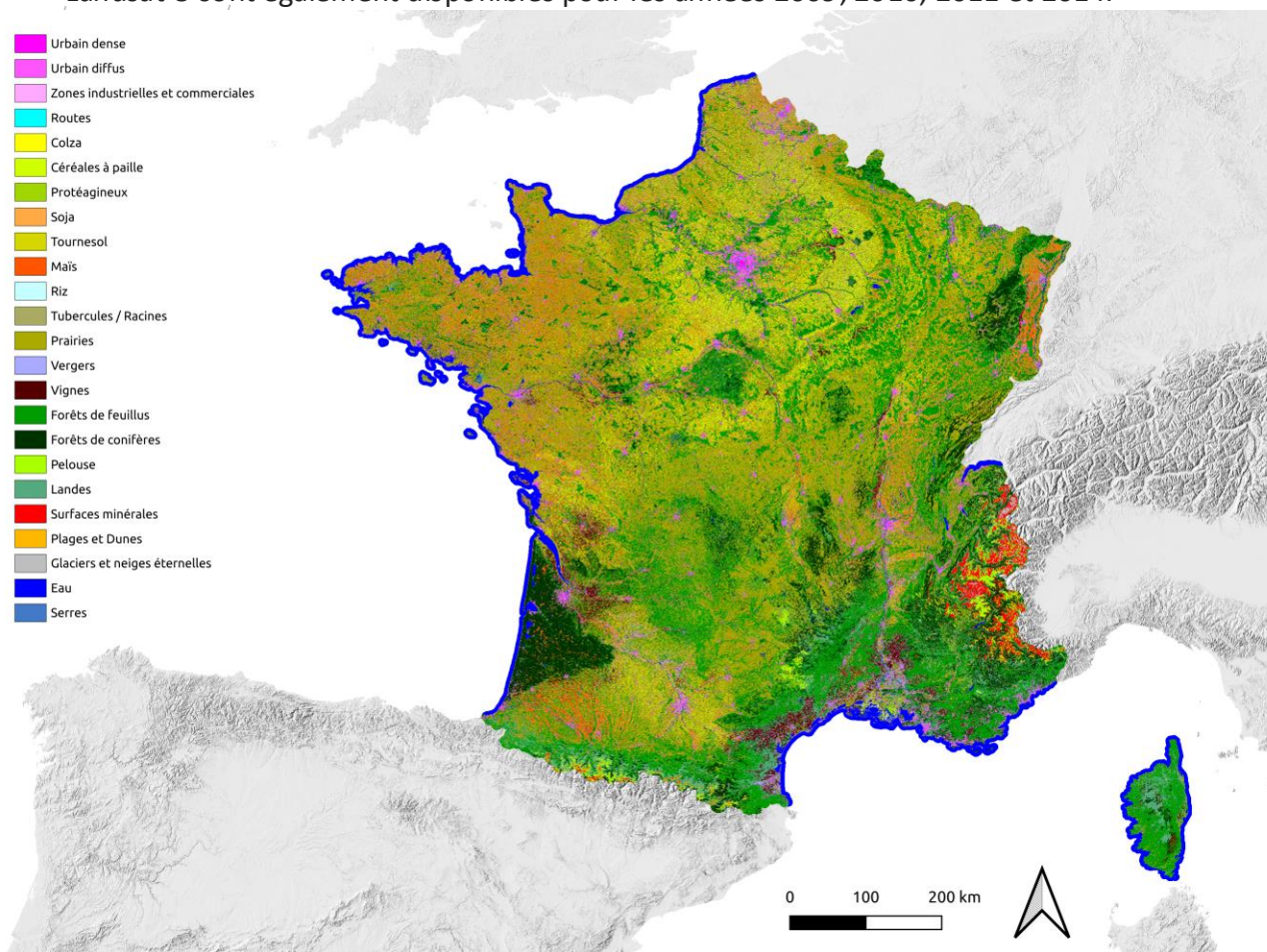


Pléiades



# L2 OCCUPATION SOLS - GEODES

Le produit Occupation du Sol de la France métropolitaine (OSO) THEIA est un produit automatique réalisé à partir de données Sentinel-2A et Sentinel-2B en utilisant la chaîne [lota-2](#). Destinées au suivi des espaces naturels et semi-naturels, ces cartes offrent une résolution de 10 m. Depuis 2018, les millésimes utilisent une nomenclature en 24 classes, complètement compatible avec les 17 classes utilisées par les premières cartes automatiques produites en 2016 et 2017. Des cartes de millésimes historiques sur la base de données Landsat-5 sont également disponibles pour les années 2009, 2010, 2011 et 2014.





A photograph of an Ariane 5 rocket launching from the Guiana Space Centre. The rocket is ascending vertically, leaving a massive, billowing plume of white smoke and fire. Two tall service towers flank the launch pad. The background shows a flat landscape under a cloudy sky. The entire image is overlaid with a blue-to-green gradient.

# HYDROWEB.NEXT

## NIVEAU 2 & 3

# NIVEAU 2 & 3 HYDRO



hydroweb.next.theia-land.fr

- Plateforme centralisant les données hydrologiques,
- Offre des services d'exploration et de diffusion de ces données
- Fournit des données provenant de sources (satellite, in-situ), de capteurs (SWOT, Sentinel) variés
- Couvrant différentes échelles (globale, régionale) et différents processus hydrologiques (écoulements rivière, volume des lacs...)

Eaux de surface :  
surfaces, élévations,  
débits

Surfaces enneigées :  
couvert neigeux

Gravimétrie

MNT côtier

Précipitations (à venir)

Qualité de l'eau (à venir)

# COLLECTIONS SATELLITE - SWOT

## Collection

Lake\_SP\_Prior

Lacs  
(> 250x250m )

- Hauteur
- Superficie
- Changement Volume \*

River\_SP\_Reach

Rivières  
(>50m large)

- Hauteur
- Largeur
- Pente
- Débit \*

SWOT\_Raster\_100m

Raster

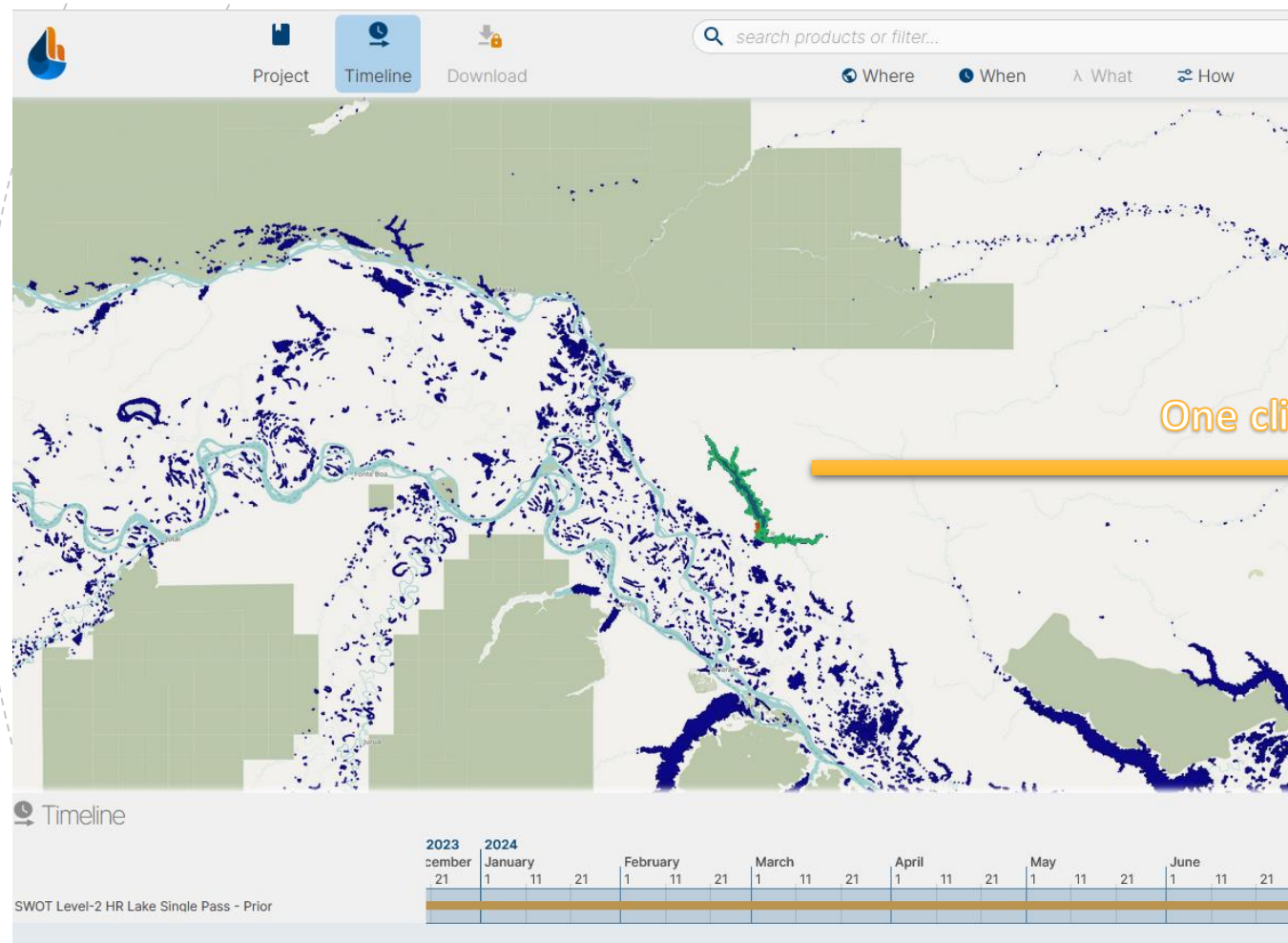
- Hauteur
- Fraction d'inondation

Disponibles **globalement** à partir de  
Juillet 2023

- 6 millions de lacs
- 200 000 tronçons de rivières
- 10 million de nœuds rivières

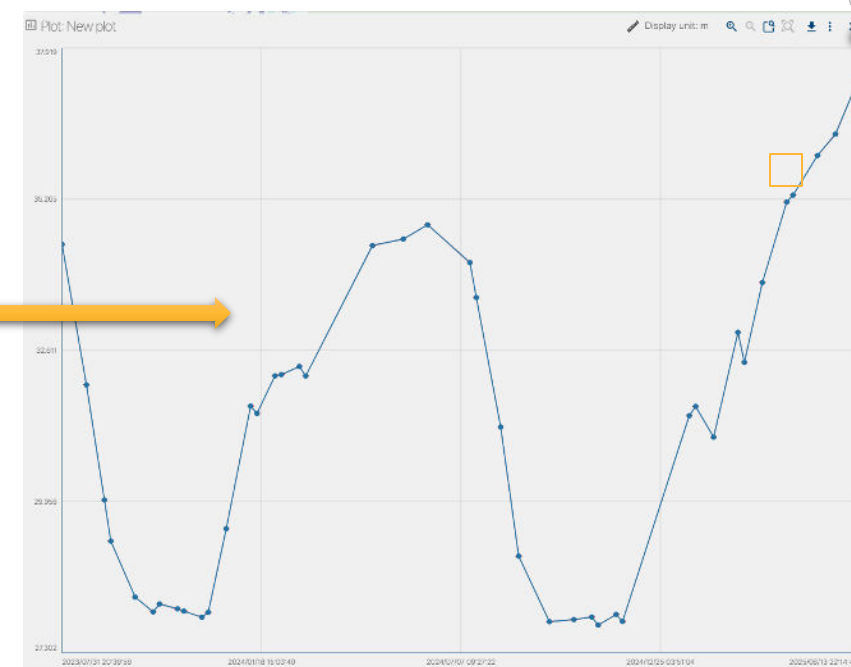
1 ou 2 mesures  
tous les 21 jours

# LAKE\_SP VISUALISATION



## Lago Amana

- Séries temporelles hauteur, superficie



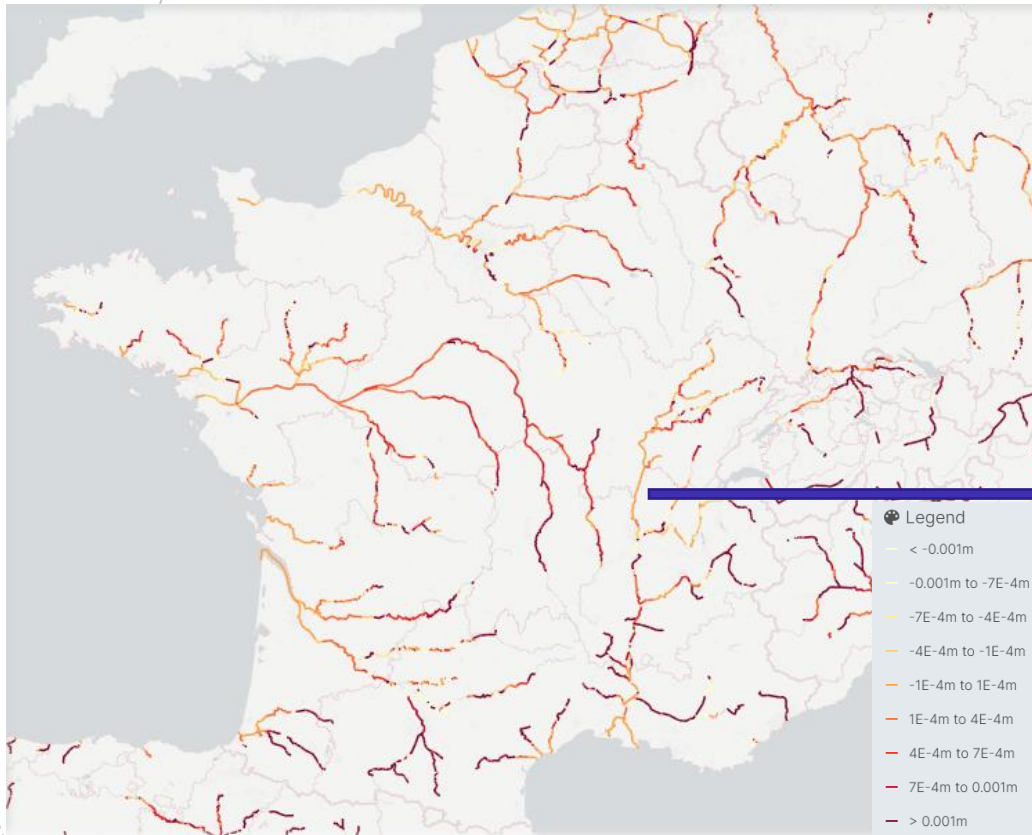
Télécharger  
CSV

6 millions de lacs suivis 2/3 fois  
tous les 21 jours

⚠ Mission exploratrice – Mesures  
potentiellement bruitées  
(amélioration filtrage en cours)

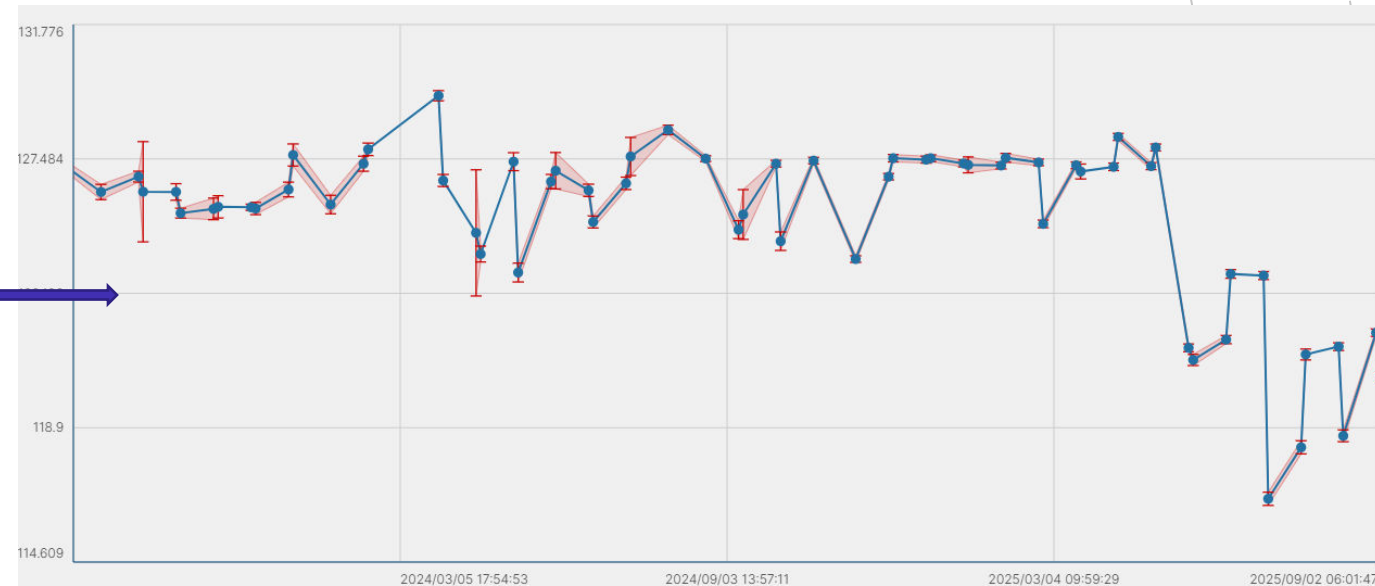


# SWOT RIVER\_SP VISUALISATION



Pentes rivières France –  
200 000 tronçons de rivières suivis 2/3

⚠ Mission exploratrice – Mesures potentiellement bruitées (amélioration filtrage en cours)



Mesures Hauteur – tronçon du Rhone  
(depuis Juillet 2023)

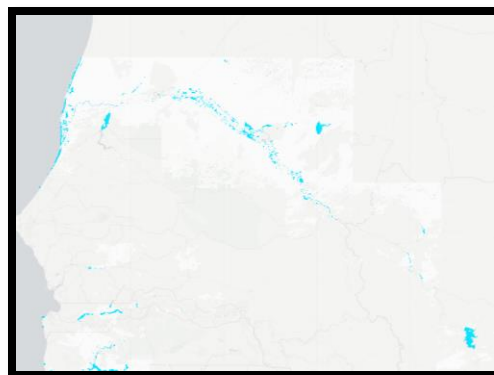




HYDROWEB

ELEVATION DES SURFACES EN EAUX

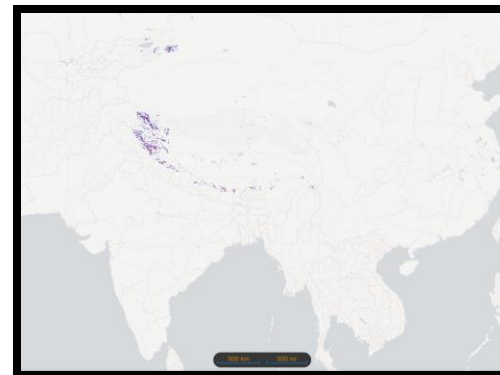
- Lacs & rivières
- Ponctuellement : surfaces/volumes de lacs, débits
- ~2015 – en cours



SURFWATER

MASQUES D'OCCURRENCE D'EAU

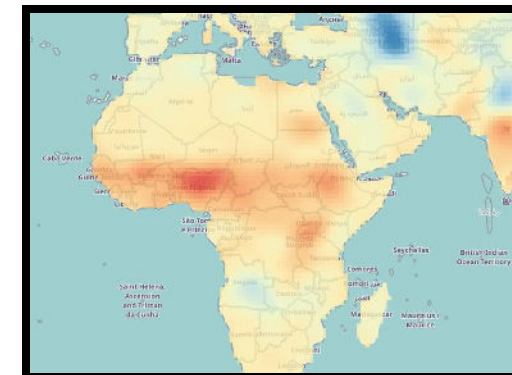
- Masques instantanés + synthèses mensuelles/annuelles
- « Semi-global » : Oct 2024 – en cours
- Retraitement en cours (2015-2024)



LET-IT-SNOW

MASQUES D'OCCURRENCE DE NEIGE

- Masques instantanés + synthèses annuelles
- « Zones montagneuses » : Oct 2024 – en cours
- Retraitement en cours (2015-2024)



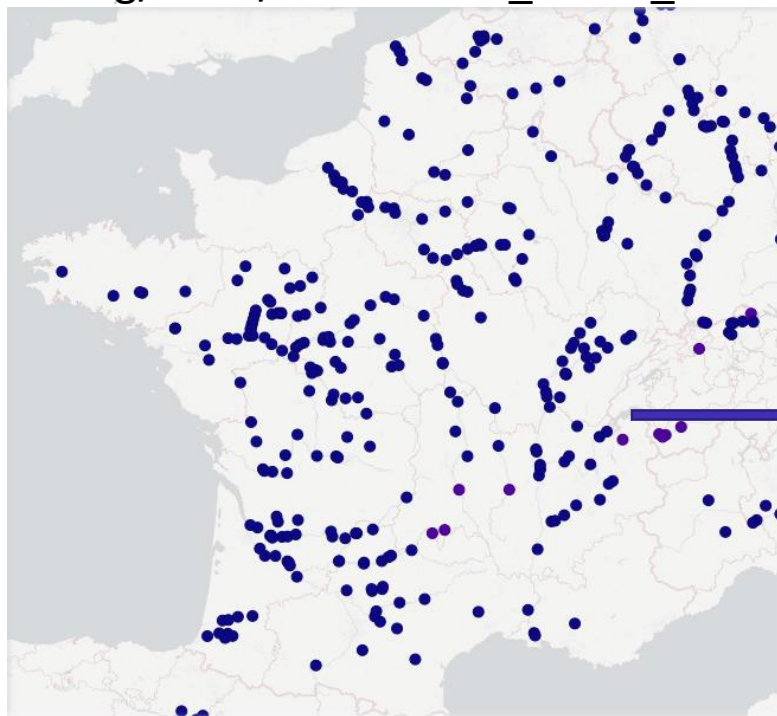
SAGSA

STOCK D'EAU TOTAL

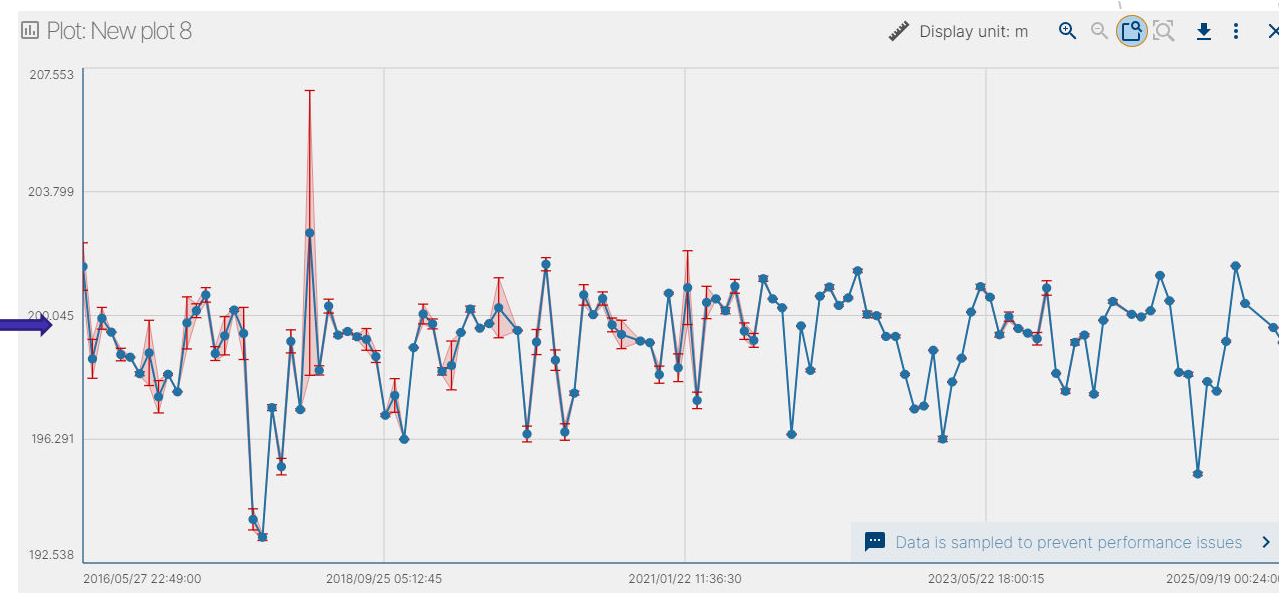
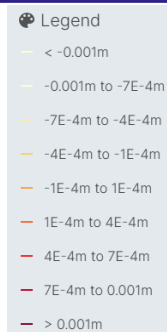
- Cartes mensuelles 2002 - 2025
- Grille globale 300 km

# HYDROWEB - MESURES ALTIMÉTRIQUES NADIR

[https://catalogue.theia.data-terra.org/meta/HYDROWEB\\_LAKES\\_OPE](https://catalogue.theia.data-terra.org/meta/HYDROWEB_LAKES_OPE)



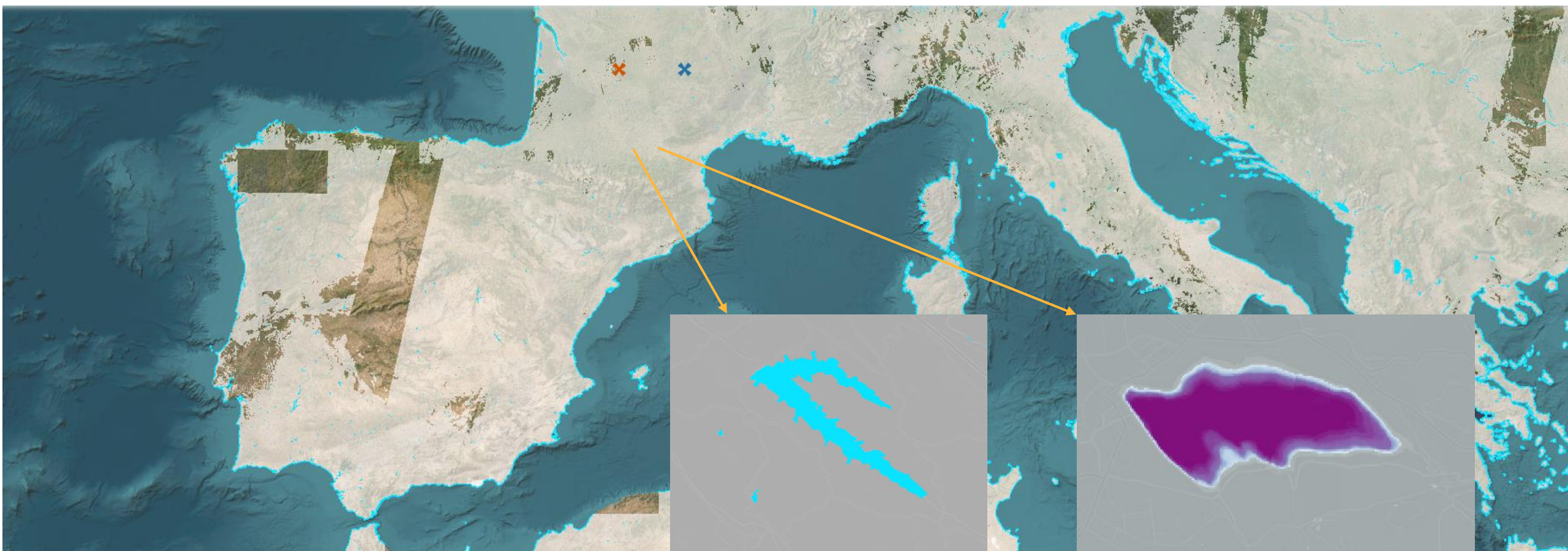
Stations virtuelles  
France



Mesures Hauteur – Station Virtuelle Loire  
Creuse km378  
(selon la station > 1992, 2000, 2016 ....)

# CARTES SURFACES EN EAU

<https://www.theia-land.fr/blog/product/surfwater-suivi-dynamique-de-surfaces-en-eau/>

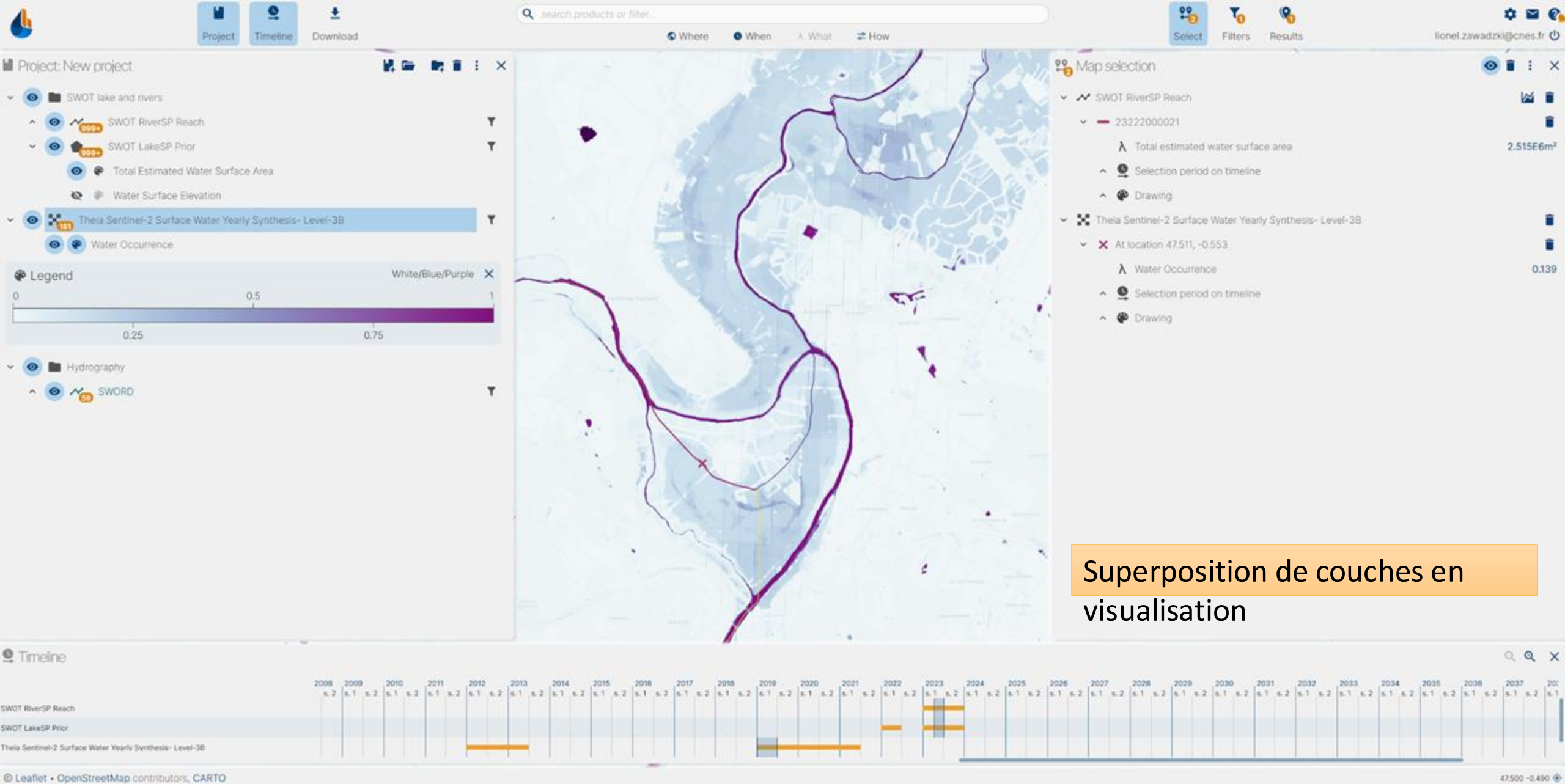


Couverture France / Europe  
2017 - Maintenant

Carte L2B – Instantanée  
Lac de la Ganguise  
10m résolution

Carte L3B – Annuelle (occurrence eau)  
Saint Férreol  
10m résolution



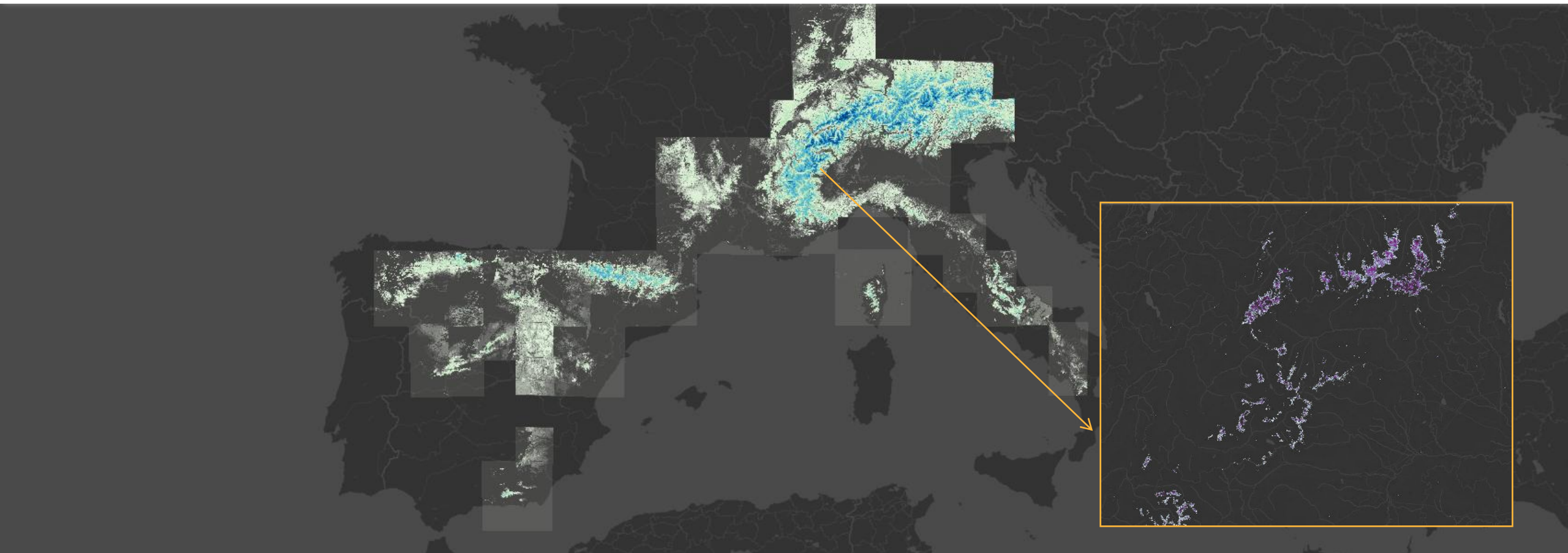


Superposition de couches en visualisation

hydroweb.next.theia-land.fr

# CARTES ENNEIGEMENT

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



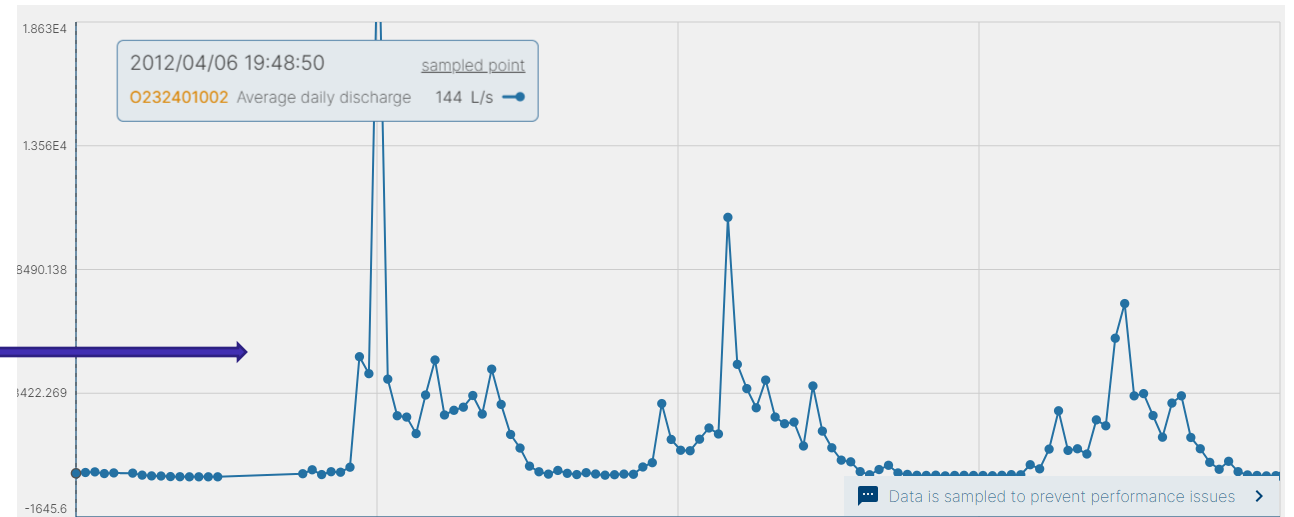
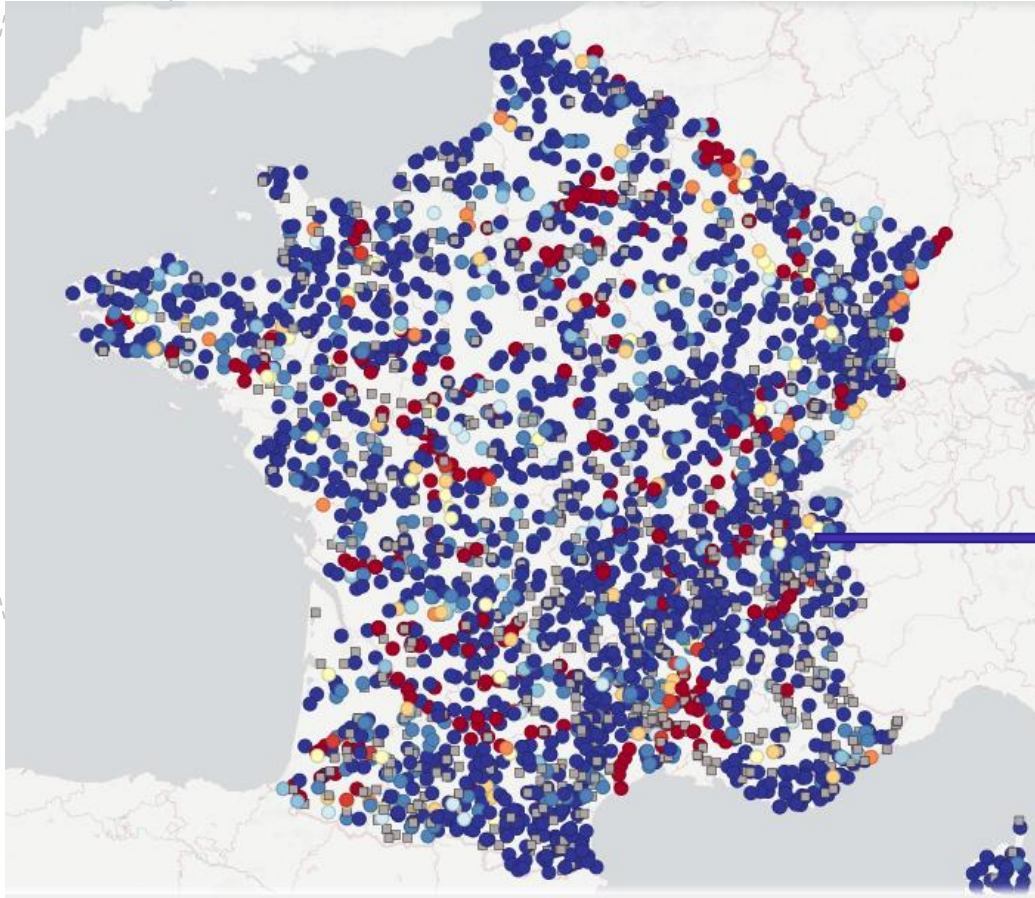
Nombre de jours de couverture Neige Annuelle  
Cartes disponibles - (2016 – 2021)

Carte instantanée de couverture de neige (2021)  
Cartes disponibles journalières : 2017-2025



# VIGICRUES – SCHAPI (IN SITU)

Informations provenant de <https://www.vigicrues.gouv.fr/>



Mesures Débit – Station O232401002 Vigicrues  
(m<sup>3</sup>/s)

Profondeur temporelle 1990 (selon station) -  
Présent



A photograph of an Ariane 5 rocket launching from the Guiana Space Centre. The rocket is ascending vertically, leaving a massive, billowing plume of white smoke and fire. Two tall service towers flank the launch pad. The background shows a flat landscape under a cloudy sky. The entire image is overlaid with a blue-to-green gradient.

# CONCLUSIONS

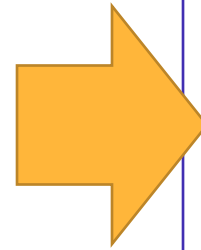
# CONCLUSIONS

## L1 & L2 - Grande Variété de portails (COPERNICUS, Geodes CNES, NASA...)

- Données brutes nécessitent beaucoup de traitement pour la prise de décisions
- La donnée privée (payante) peut apporter de solutions:
  - Résolution & Réactivité (i.e. inondation)

## L2 & L3 Hydro – hydroweb.next

- Données exploitables par une agence mais nécessitent une prise en main
  - Gestion de l'erreur
  - Traitement d'images / suivi changements
- Les indicateurs ne sont pas prêts :
  - Variation interannuelle
  - Tendances



L4 Indicateurs  
sur l'eau

Voir Présentation Suivante

### France 2030 – Hydro

Suivi Quantitatif, qualitatif de plans d'eau  
Suivi de parcelles irriguées/végétalisation





## II. Quantité et qualité de l'eau

# Intervenant



## **Aurore Delahaye**

Chargée de mission scientifique hydrosphère et surfaces continentales, Ministère de la Transition écologique



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE,  
DE LA BIODIVERSITÉ,  
DE LA FORÊT, DE LA MER  
ET DE LA PÊCHE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# FRANCE 2030 HYDROLOGIE SPATIALE

-

## PRÉSENTATION DES SERVICES DE DÉMONSTRATION

AURORE DELAHAYES *MTE/CGDD*



## FRANCE 2030



Un plan d'investissement massif **LANCÉ EN OCTOBRE 2021 par le Gouvernement**

« **FAIRE ÉMERGER LES FUTURS CHAMPIONS TECHNOLOGIQUES DE DEMAIN** et accompagner les transitions de nos secteurs d'excellence, automobile, aéronautique ou encore espace. »

10 volets dont **UN VOLET SPATIAL** opéré conjointement pour le compte de l'État par le CNES et Bpifrance

## VOLET SPATIAL



**SOUTENIR DES ENTREPRISES INNOVANTES** à se positionner sur de nouveaux marchés commerciaux en France comme à l'export à partir d'une valorisation des données spatiales

**ACCROÎTRE L'ADOPTION PAR LES ACTEURS PUBLICS** aux services innovants exploitant la donnée spatiale

## FR2030 HYDROLOGIE SPATIALE

### DEB ET CNES

**COPILOTAGE DU PROJET** avec le support d'utilisateurs

**Achats de service de démonstration** sur la base de données satellitaires pour le suivi et la gestion de l'eau en France et outre mer.

**Répondre aux enjeux sociétaux** en fournissant un ensemble de données précises de manière régulière, sur de vastes zones et capables d'être croisés avec les données terrain existantes

# Hydrologie spatiale au service des politiques publiques de l'eau



**ORIGINE** : né de la sécheresse historique de 2022 qui a mis en évidence le besoin urgent d'outils modernes pour la gestion de l'eau.

**OBJECTIFS ET ENJEUX** : Développer des services opérationnels exploitant l'imagerie satellitaire pour améliorer la gestion qualitative et quantitative des eaux de surface, en complément des données *in situ*.

L'objectif est de fournir une couverture spatiale et temporelle plus large pour soutenir les politiques publiques de l'eau (mesures 48 et 52 du Plan Eau).



## CLIENT D'ANCRAGE / UTILISATEURS

Ministère de la transition écologie et  
ministère de l'agriculture

Services de l'État (DDT, DREAL, DRAAF),  
Missionnaires de services publics (OFB, ASP,  
Agences de l'eau)



Données depuis 2017 - présent (temps  
réel), 7 jours



France métropolitaine et Outre-mer



API  
Interfaces web cartographiques  
Tableaux de bord



## CALENDRIER du PROJET

Démarrage : Début 2024  
Durée : 2024-2026



## POST PROJET

En cours de réflexion pour des  
services début 2027



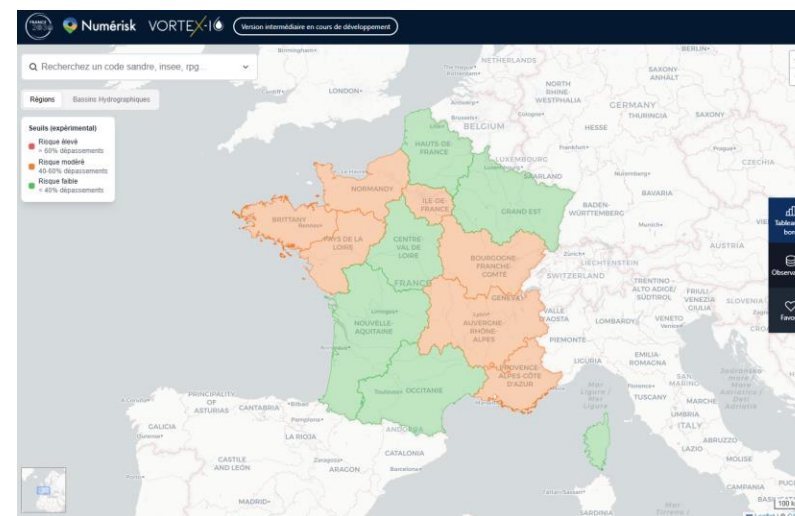
# SERVICES DÉVELOPPÉS

3 volets techniques

1 portail unique d'accès aux données sur l'eau

QUALITÉ

QUANTITÉ



<https://hydroscopia.fr/>

EAU & AGRICULTURE



# SERVICES DÉVELOPPÉS - PRINCIPE & VALIDATION

Une approche permettant des chaînes de traitement robustes et applicables pour les futures données

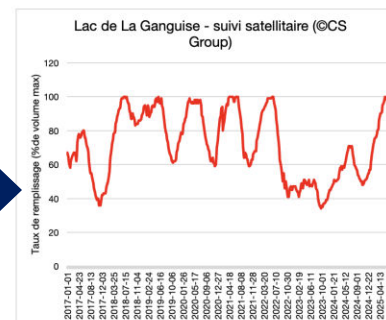
Donnée satellitaire



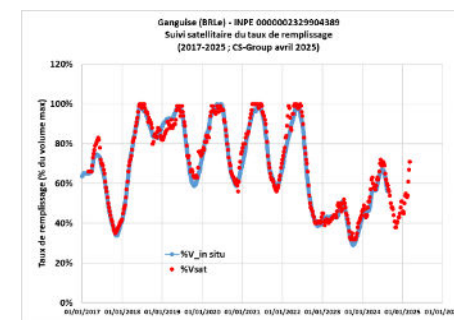
Traitement du signal



Estimation des paramètres



Validation par comparaison avec des données in situ



Avec le projet France 2030 hydrologie spatiale, la qualité des estimations est évaluée :

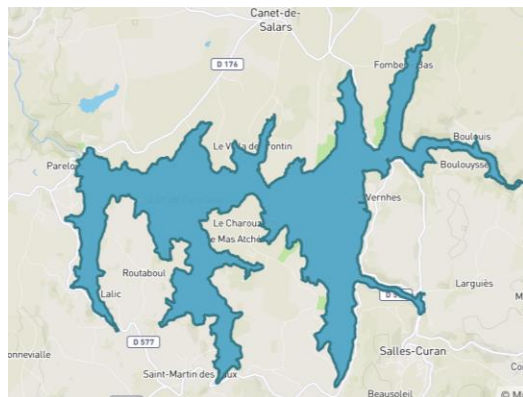
- Par les fournisseurs (autoévaluation)
- Par les experts des équipes des Services de l'État (Ministères ...), missionnaires de services publics et du CNES (évaluation indépendante)





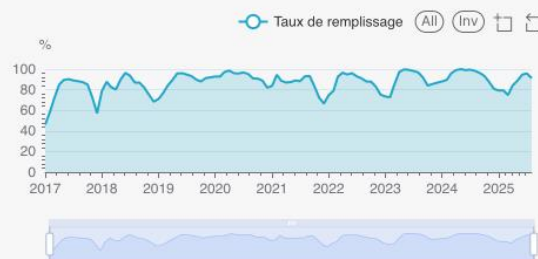
# SERVICES DÉVELOPPÉS

## QUANTITÉ

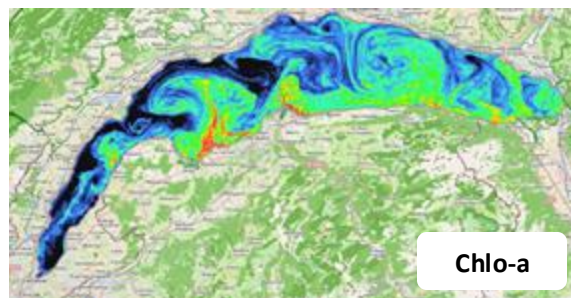
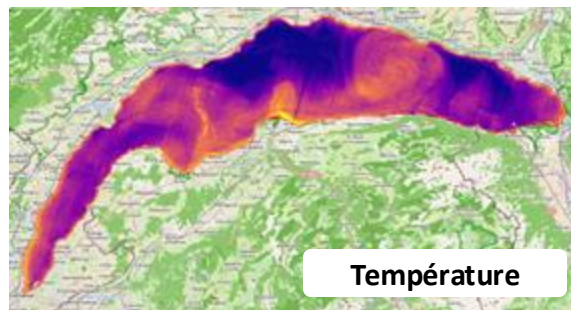


+ de 20 000 plans d'eau en superficie  
Env. 1000 retenus de barrages et retenus collinaires en volume et taux de remplissage

Taux de remplissage mensuel



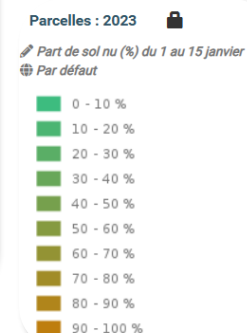
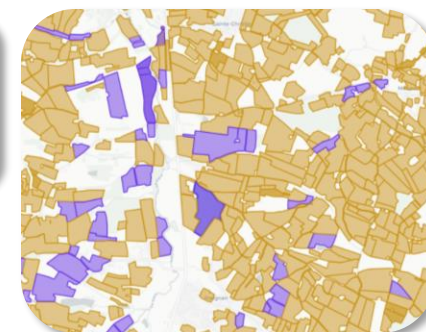
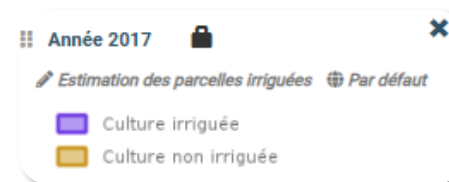
## QUALITÉ



**Masses d'eau incluant les sites DCE (env. 500 et >50ha), petits plans d'eau (> 10ha) (juin 2026) et rivières (largeur > 60m, 200m pour la température)**

## 3 volets techniques

## EAU & AGRICULTURE



- Durée en couverture végétale
- Surface de couverture/pourcentage de sol nu
- Biomasse potentielle

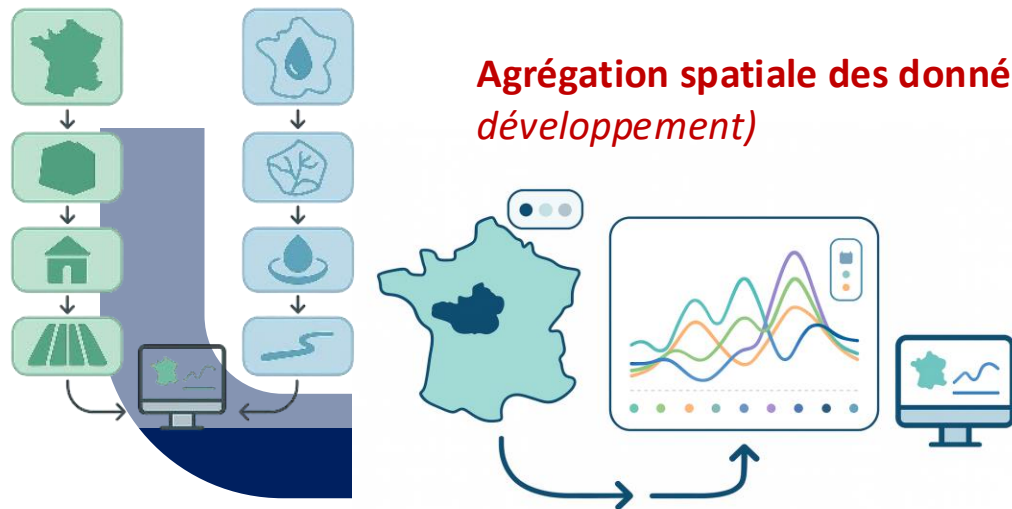




# SERVICES DÉVELOPPÉS

**1 portail unique d'accès aux données sur l'eau**

**Agrégation spatiale des données - Comparaison des différents indicateurs - Indicateurs combinés (*en cours de développement*)**



Facilité de **comparaison de données entre elles** avec **indicateurs agrégés**

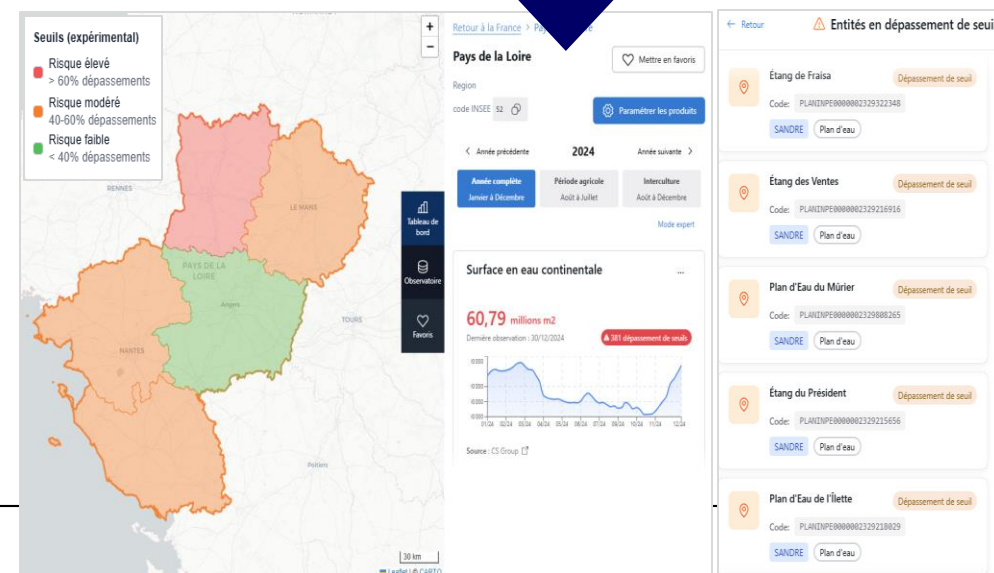


Un **tableau de bord** avec l'ensemble des données sur l'eau issues de la donnée satellitaires

Données agrégées par nos soins à toutes les échelles et multi-produits (issues des lots techniques)

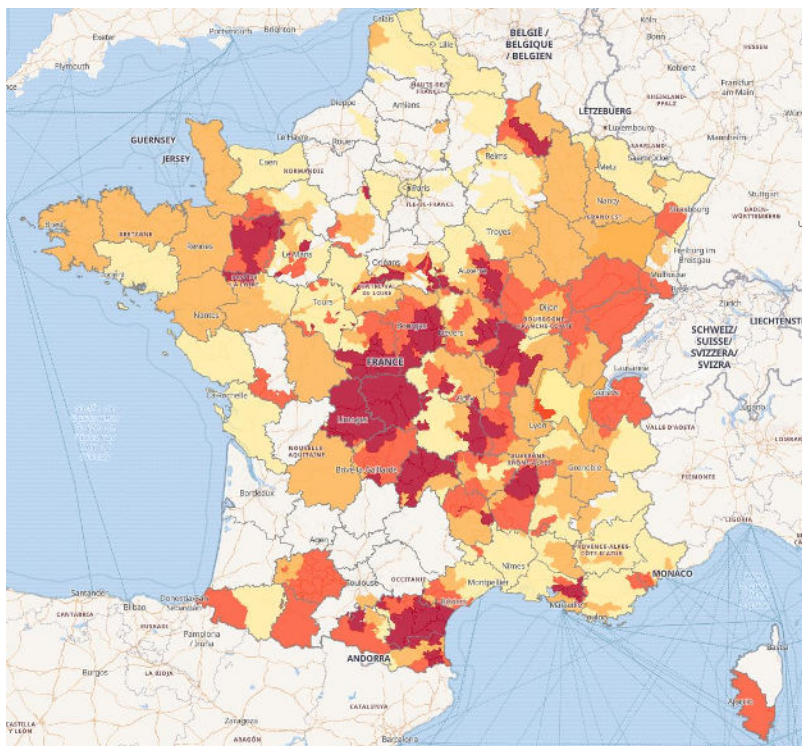
<https://fr2030.hydroscopia.fr/>

*Inscription gratuite, ouvert uniquement aux acteurs publics*

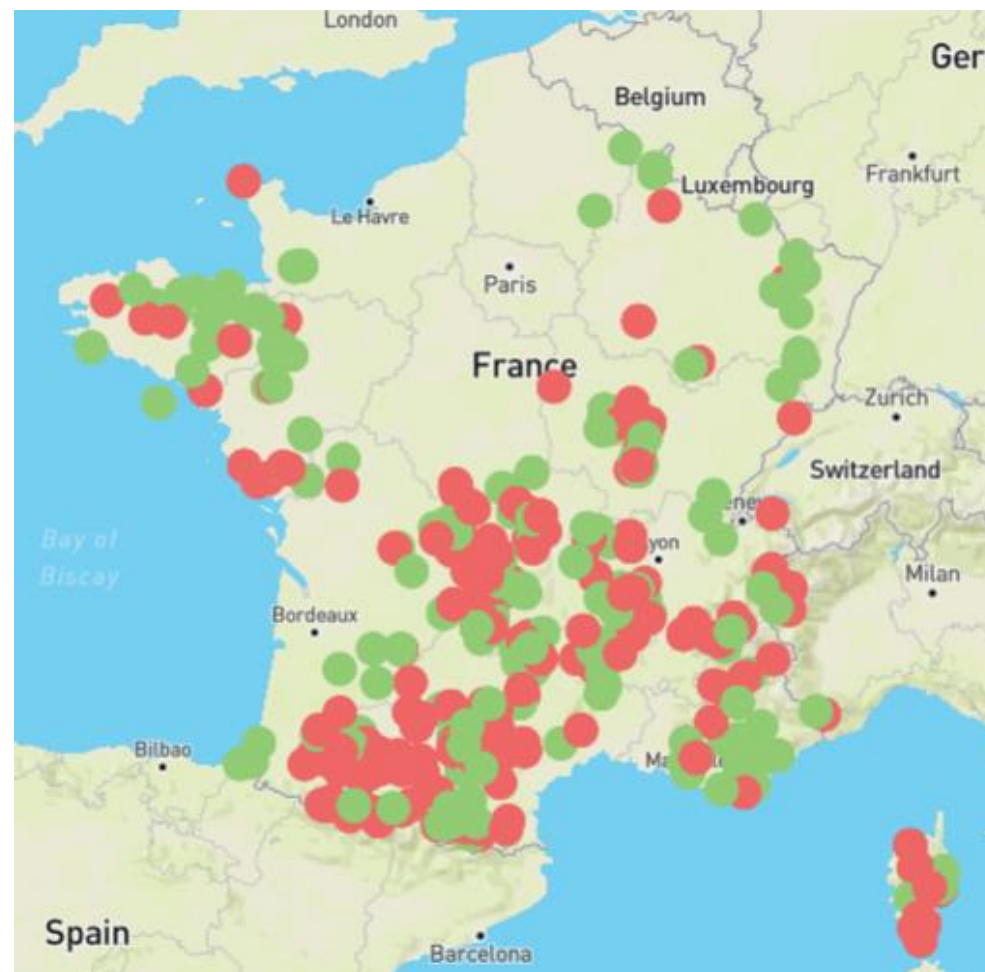




## Exemple d'application - été 2025



Carte VigiEau



Carte issue du projet France 2030 – volet quantitatif





Merci de votre attention

# Intervenant

**Frédéric Gresselin**

Hydrogéologue, DREAL, Normandie







Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

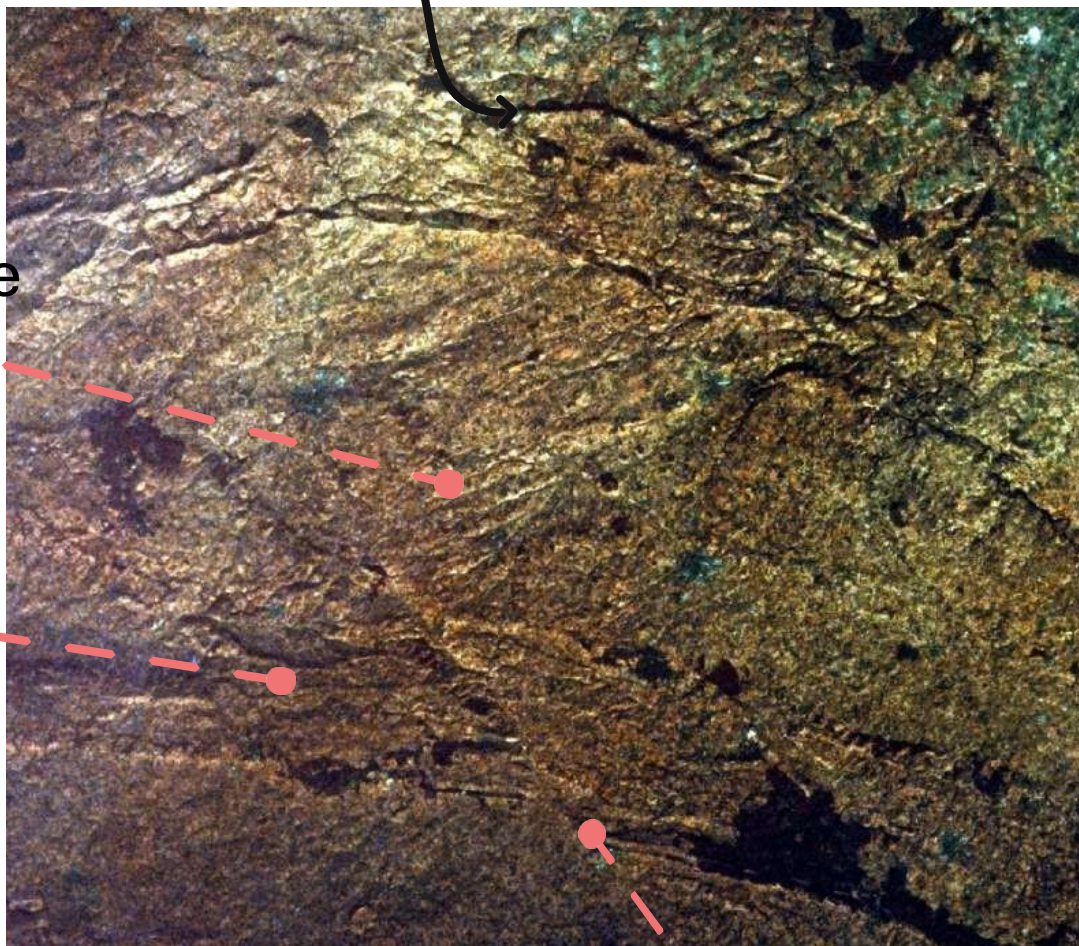
La préfecture et les services de l'État en région

**Normandie**

# Quels usages de l'imagerie satellitaire en DREAL Normandie ?

# Découverte de l'intérêt de l'imagerie spatiale et de la photo-interprétation dans les années 1980

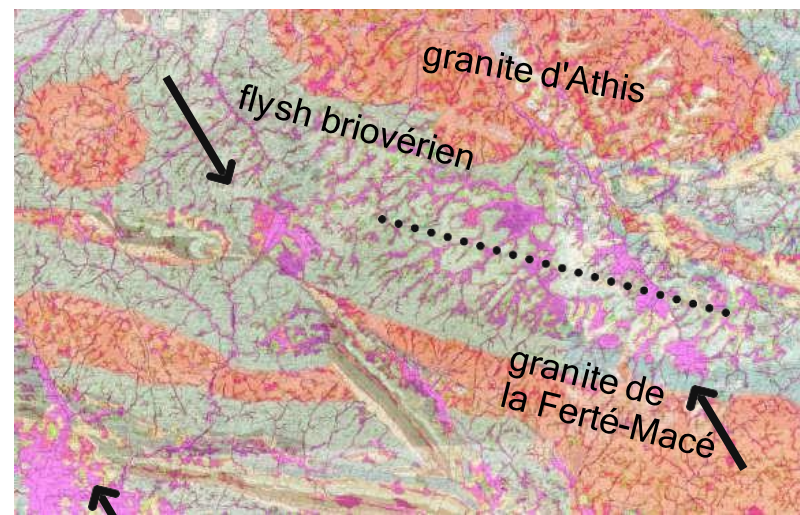
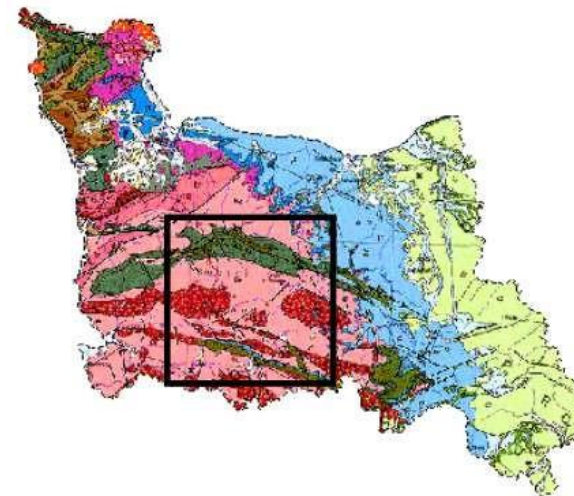
boisement sur barre de grès  
du flanc nord d'un synclinal



chaîne  
cadomienne

plis  
varisques

faille varisque



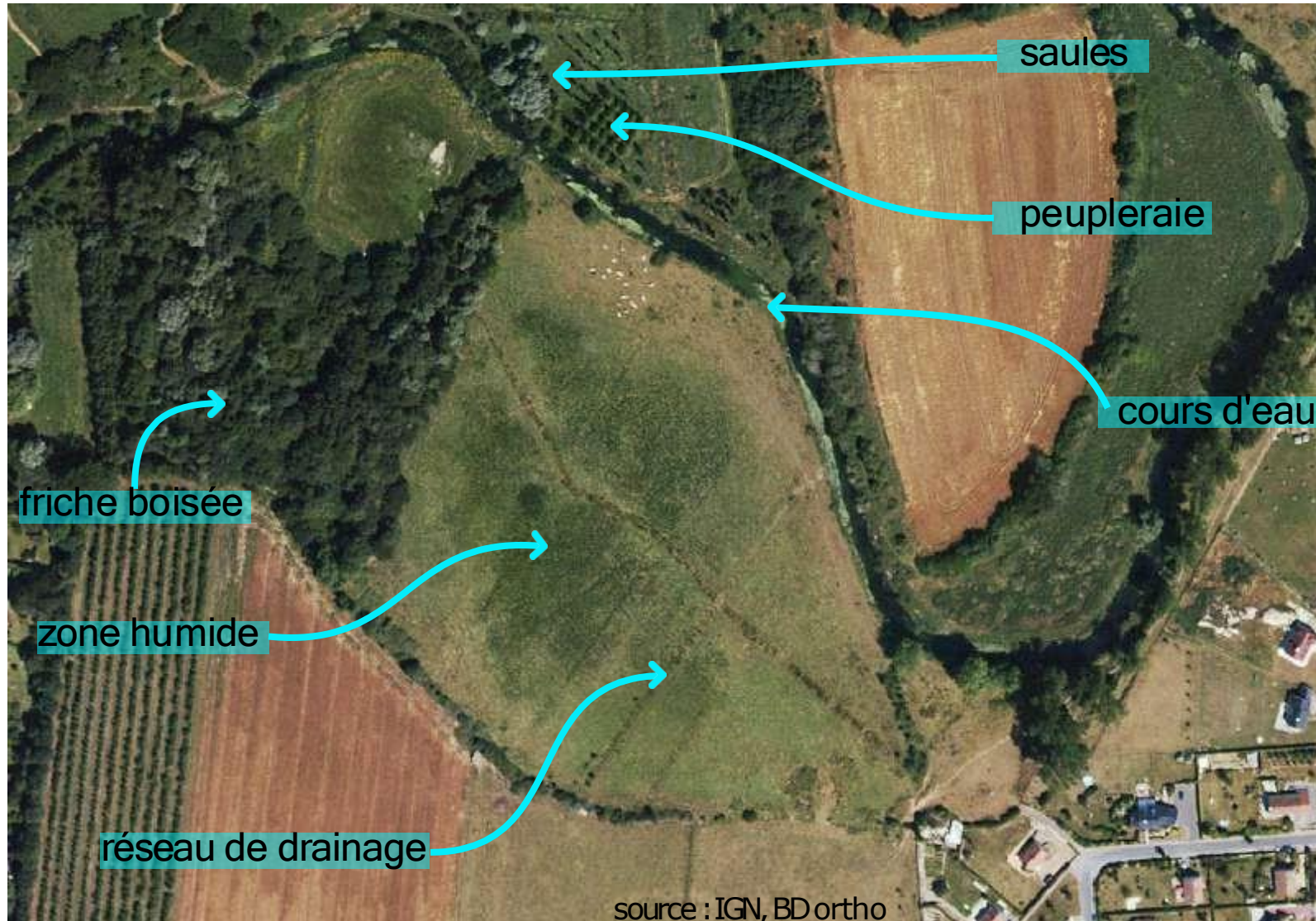
zone  
humide

faille

pli



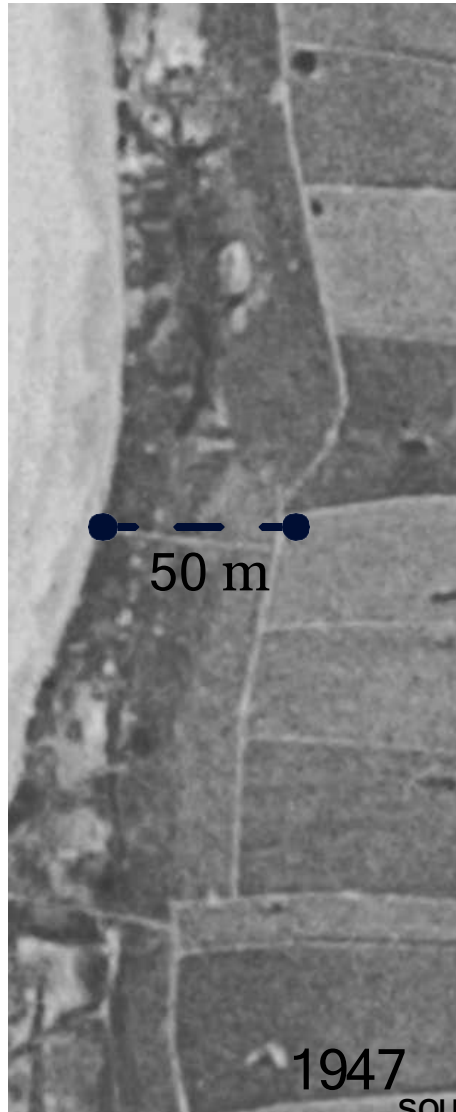
Années 2000 : les bureaux d'étude, les techniciens de l'Etat et des collectivités s'approprient l'usage de la photo-interprétation, notamment dans le cadre du diagnostic des zones humides





Années 2000, l'usage des orthophotoplans se répand rapidement du fait d'une qualité croissante des millésimes. Celle des images satellitaires reste du domaine de la recherche pour des raisons de coût et de résolution

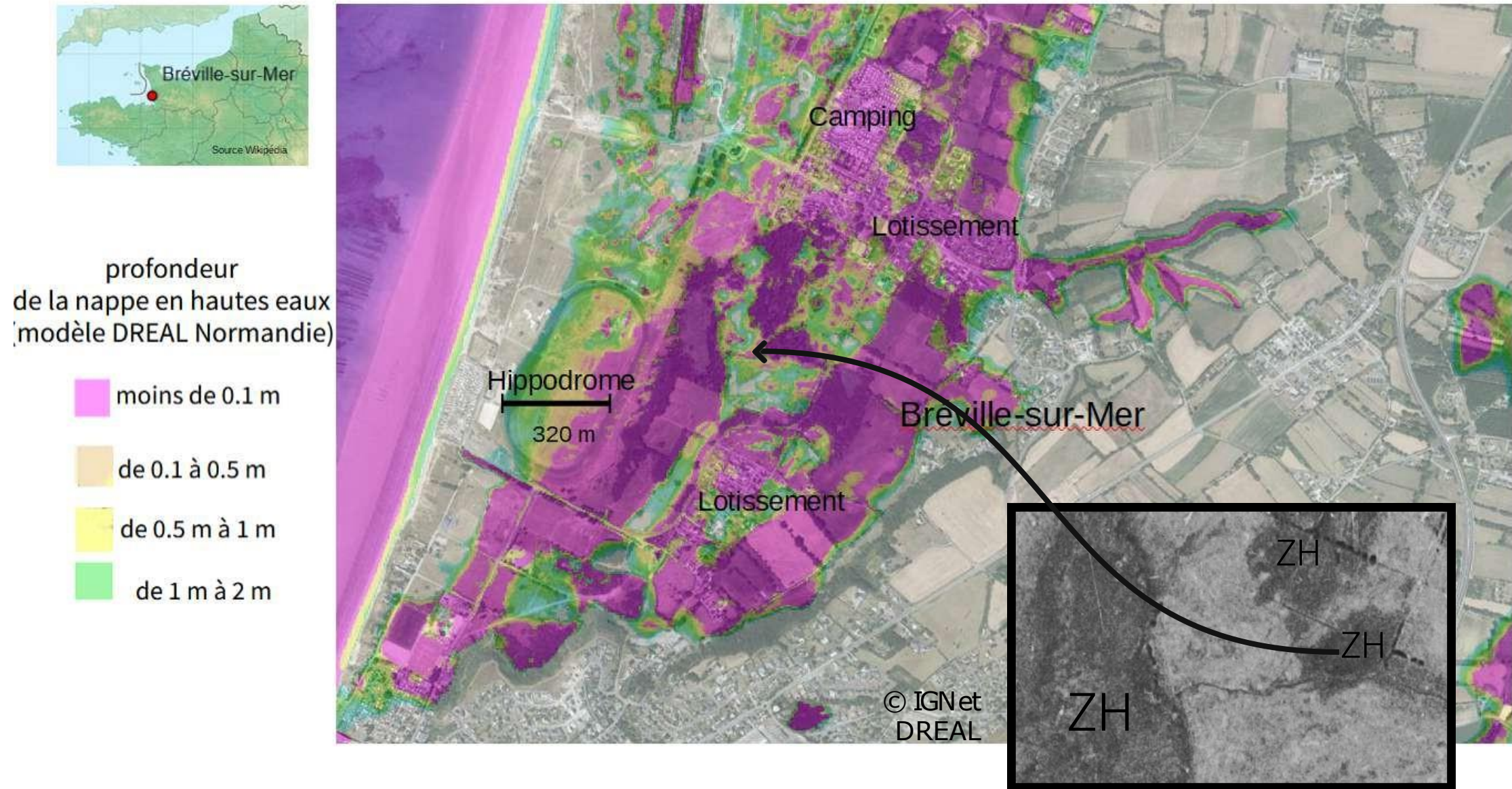
Un exemple  
à Goury  
Hague,  
Manche)



source : IGN, BD ortho



Les bases de données se constituent, conduisent au déploiement de modèles assez précis (zones prédisposées à la présence de zones humides, la piézométrie des eaux souterraines, les risques d'inondation par les nappes...) dès 2003





Ces produits conduisent à étudier le territoire sous de nouvelles approches. Exemple de l'altération et de la fragmentation des milieux humides de la région de Jullouville (Manche)

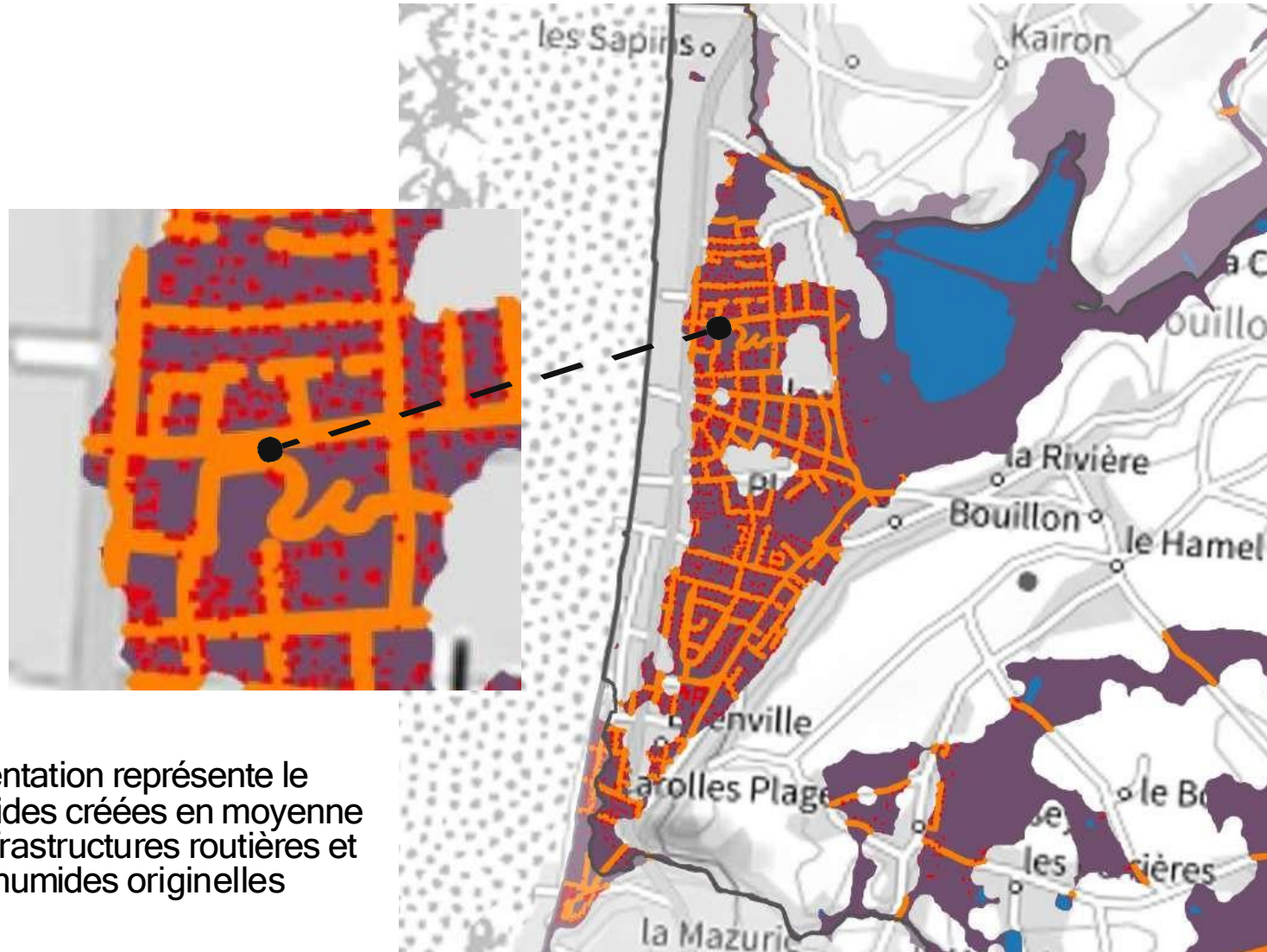


coefficient de fragmentation = 7,51

altération due :

- aux routes = 2,73%
  - aux voies ferrées = 0,00%
  - aux bâtiments = 2,13%
  - aux plans d'eau = 6,50%
- TOTAL = 11,36%

Le coefficient de fragmentation représente le nombre de sous-zones humides créées en moyenne par le découpage par les infrastructures routières et ferroviaires des zones humides originelles



L'exercice de la photo-interprétation manuelle a néanmoins ses limites : c'est long. Nous allons nous tourner progressivement vers l'analyse automatisée d'images satellites



L'occupation des sols varie à un rythme trop rapide pour qu'elle soit étudiée manuellement à petite échelle par les techniques de la photo-interprétation classiques

Bien que plus rapide que les diagnostics terrain, l'analyse des orthophotoplans demeure une technique lente (15 km<sup>2</sup> par jour en moyenne)

A l'échelle d'une région, un inventaire sur un thème donné prend plusieurs années et doit être reconduit régulièrement du fait de l'évolution rapide de l'occupation des sols

Le traitement automatisé d'images satellitaires devient très avantageux à l'échelle de grands territoires du fait d'un temps de revisite élevé des prises de vue, d'une précision opérationnelle et de capteurs multispectraux qui offrent des perspectives d'analyse novatrices

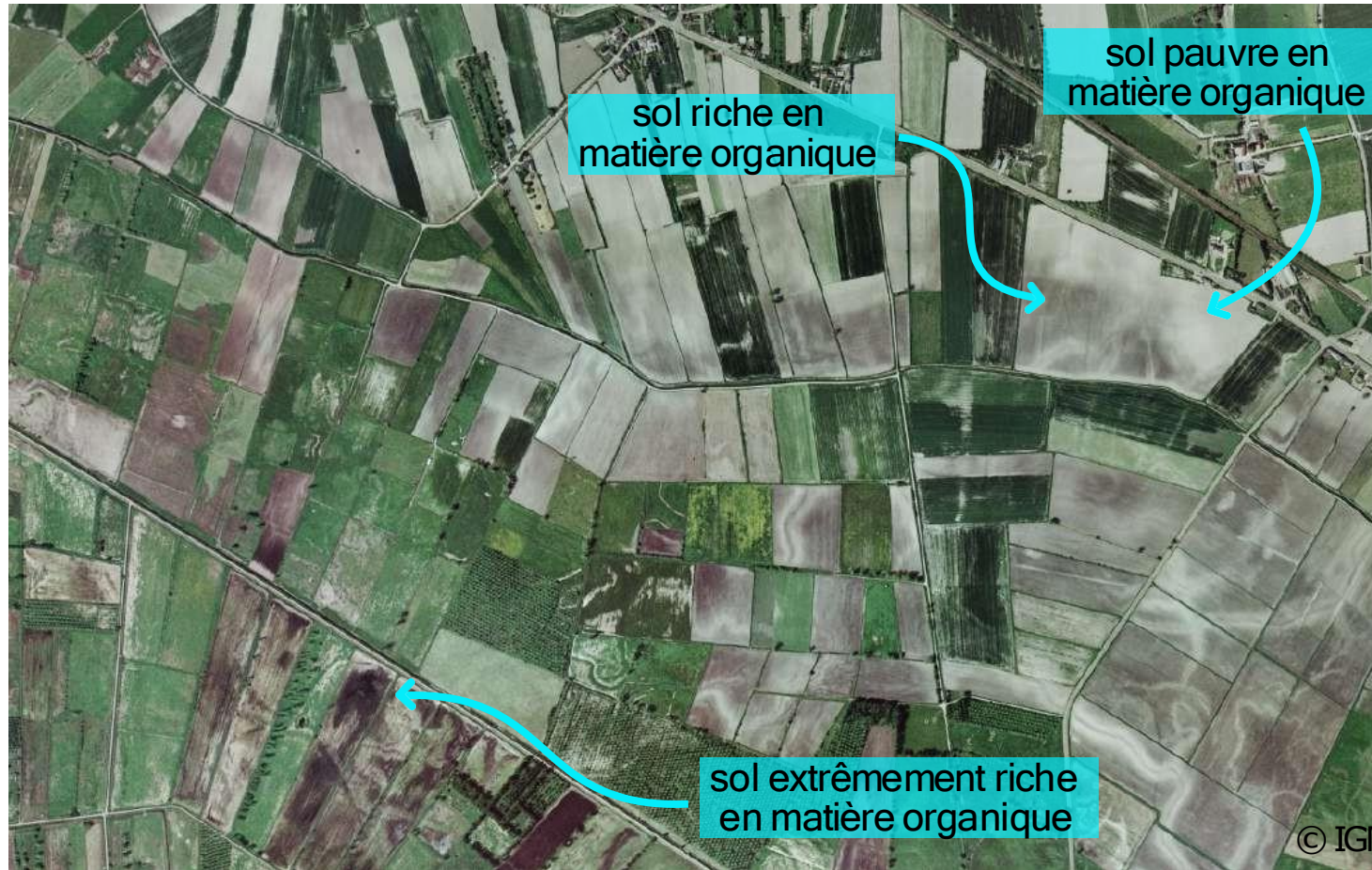


# L'usage de l'imagerie spatiale progresse lentement au sein de la DREAL Normandie

- Années 2000, cartographie automatisée des plans d'eau : imprécis
- 2018 : cartographie des inondations par débordement de nappe phréatique à partir d'images Pléiades
- 2021 : lancement de la cartographie des zones humides à l'échelle nationale par l'UMS Patrinat : découverte de l'usage de l'indice NDVI dans le cadre d'ateliers
- 2023 : lancement du plan d'applications satellitaires et ses webinaires
- 2024 : formation organisée par la CRIGE Normandie, en partenariat avec l'IGN et le CEREMA
- 2024 : lancement du programme d'hydrologie spatiale dans le cadre du plan d'investissement France 2030 (participation aux ateliers techniques)
- Acculturation individuelle via les sites de Copernicus Land Monitoring Service et Copernicus Marine environment Monitoring Service
- Le service géomatique n'a pas intégré pour l'instant l'usage des produits satellitaires mais cela ne saurait tarder



# Etendre davantage l'offre de service : quelques produits dont nous aurions l'usage

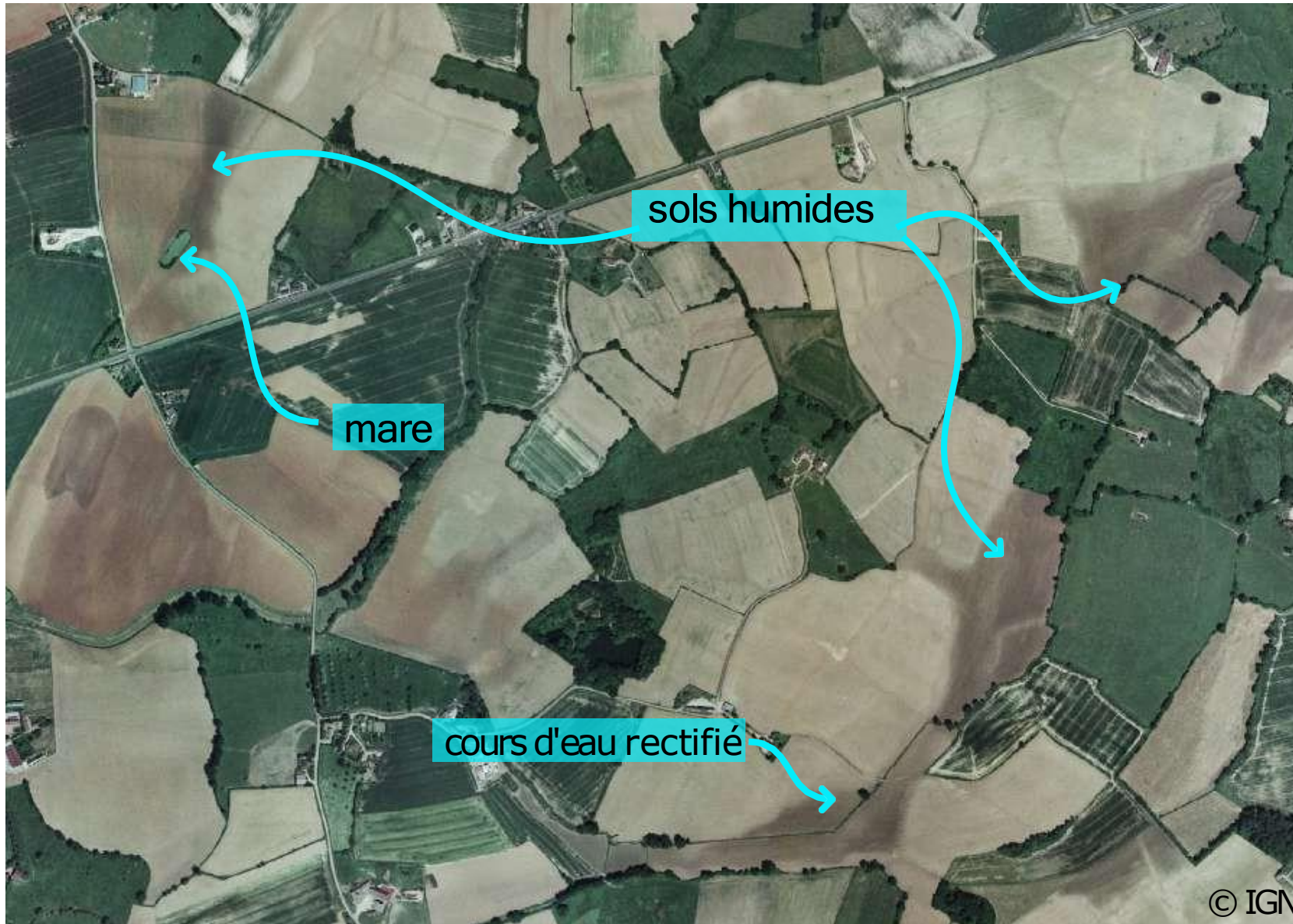


Un exemple en Bretagne (baie du Mont-St-Michel)

- Les cartes pédologiques ont été produites au 1/250 000 sur la base d'un sondage tous les 200 à 400 ha
- Cette densité n'est pas suffisante pour estimer les stocks et des flux de carbone à l'échelle du territoire français.
- Est-il possible de produire cette information par voie satellitaire ?

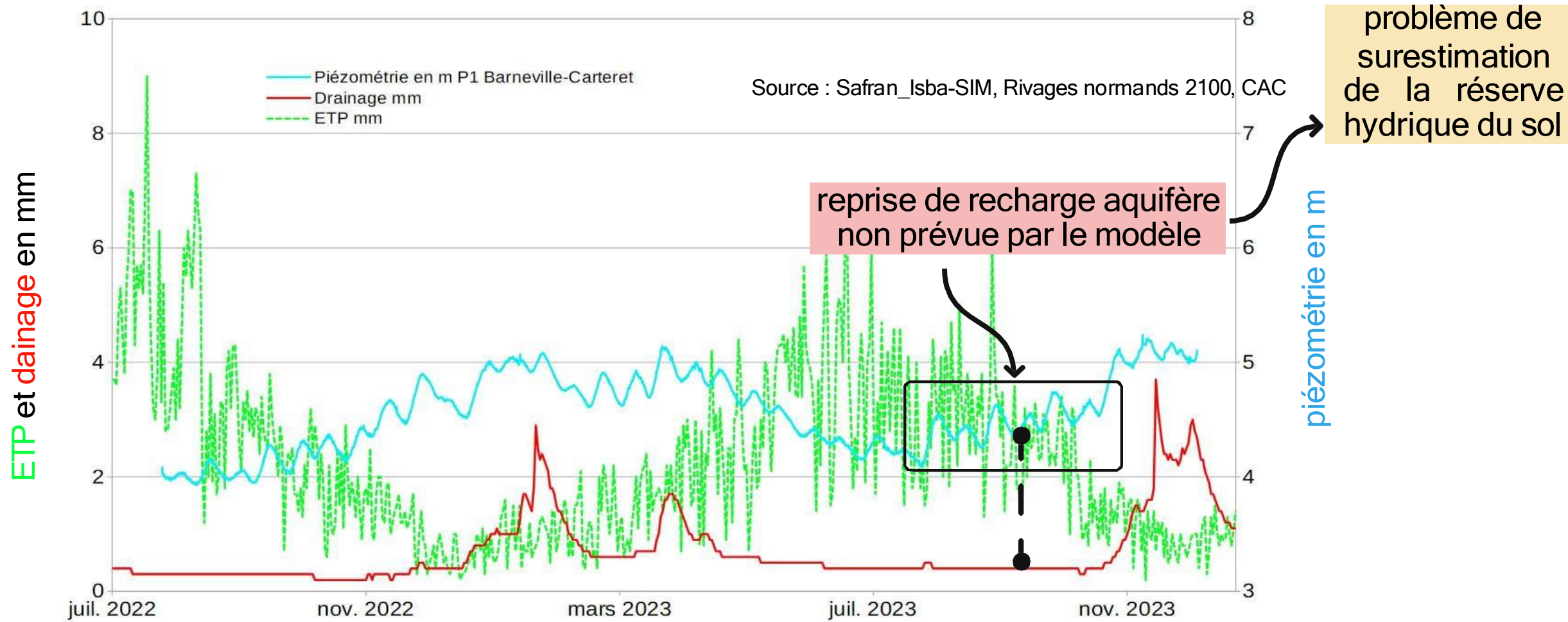


# Etendre davantage l'offre de service : quelques produits dont nous aurions l'usage



- La réserve utile des sols est, pour les mêmes raisons, une donnée trop peu précise à l'échelle du territoire français
- Cette information est nécessaire pour modéliser les écoulements superficiels et souterrains
- Est-il possible de fabriquer cette connaissance par voie satellitaire et, à travers elle, d'estimer l'épaisseur des sols ?

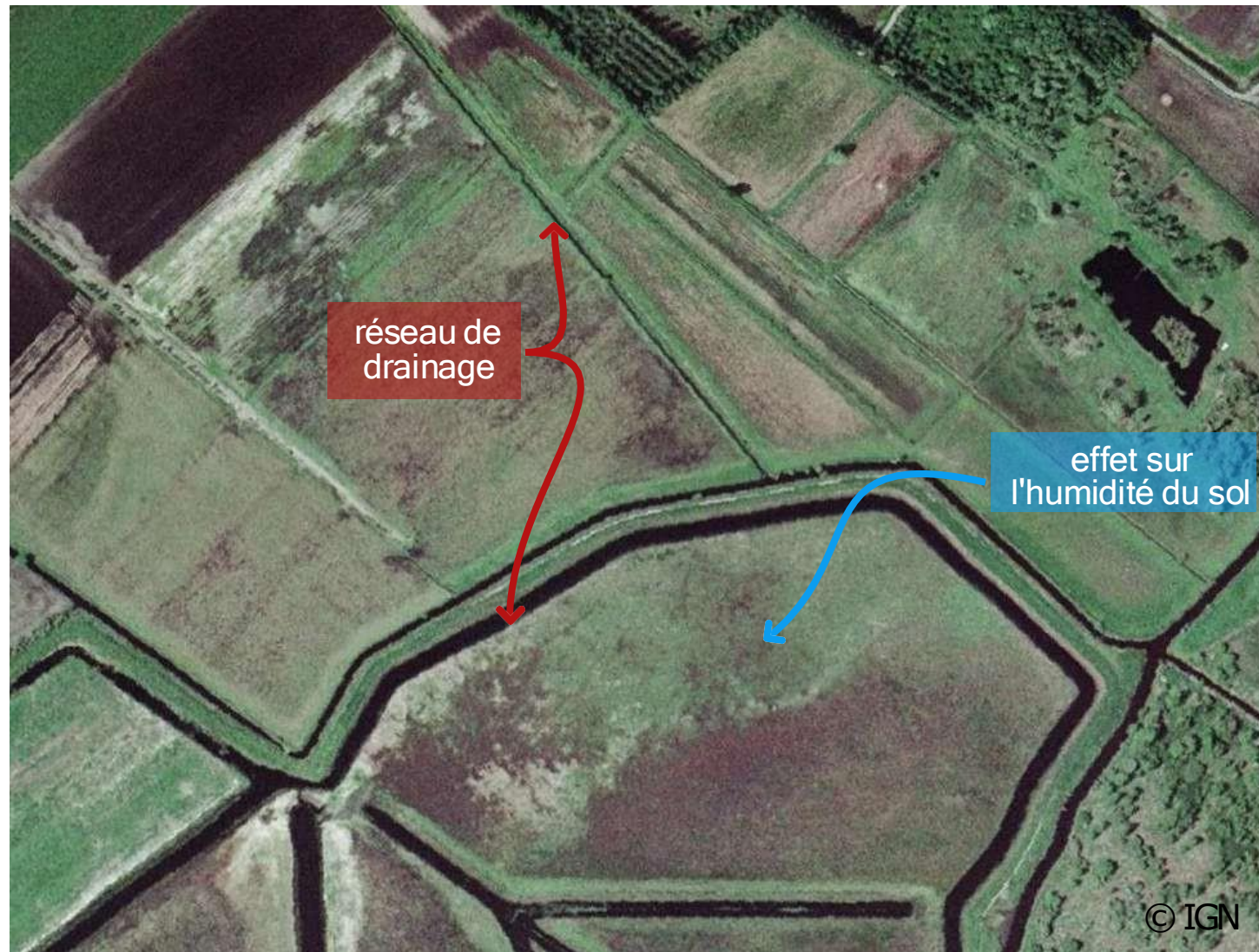
# Exemple d'une chronique de drainage modélisée par Safran-Isba-SIM dont la précision pourrait être améliorée par un meilleur calage de la réserve en eau du sol



Relation entre l'évapo-transpiration potentielle journalière, le drainage journalier, modélisés par la chaîne Safran-Isba-SIM, et la piézométrie mesurée dans une nappe des aquifères dunaires de la Manche



# Etendre davantage l'offre de service : quelques produits dont nous aurions l'usage



Un exemple en baie du Mont-St-Michel

Est-il possible d'évaluer les impacts du drainage sur le cycle de l'eau, les zones humides et les capacités de stockage du carbone par voie satellitaire ?



La densité de drainage est très importante dans certains territoires (ici les marais de la Dives, source IGN)





Merci de votre  
attention



### III. Aménagement d'un territoire plus résilient aux inondations

# Intervenants



**Lionel Bry**

Coordinateur du projet SCO ATTEST

**Adrien Solacroup**

Chargé de l'animation territoriale du SCO FLAude, du  
SCO ATTEST et de la plateforme FORO



# Des services géodécisionnels face à l'aléa ruissellement intense

Webinaire « L'hydrologie spatiale au service des territoires ! »

Aménagement d'un territoire plus résilient aux inondations

*Lundi 29 septembre 2025 / Lionel Bry / Adrien Solacroup*



Illustration d'une coulée boueuse déclenchée par la tempête Alex (2020) dans les Alpes Maritimes. Effet d'atténuation des terrasses agricoles. Source : Géoportail © IGN



# La SGEvT

---



Société de services d'aide à la planification et au suivi de l'adaptation des territoires au développement durable et au changement climatique.



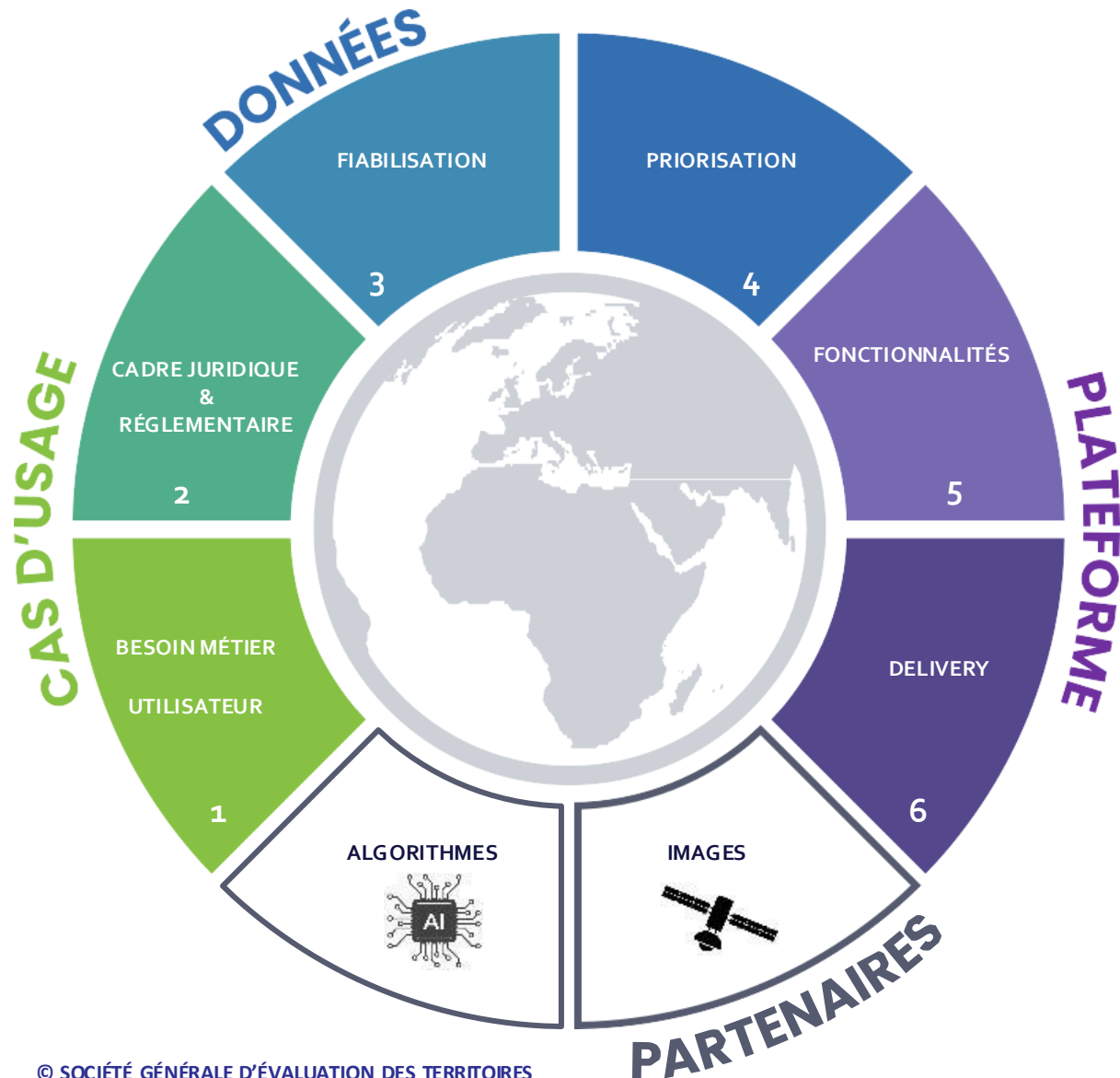
Nous diffusons les outils et applications à travers la plateforme **TEREvAL**, en mode *Platform as a Service*.



Projet SCO ATTEST en cours, en partenariat avec l'INRAE et des territoires témoins (bassins versants de l'Aude et de l'Aa).

→ *Diagnostiquer la résilience des bassins versants aux événements intenses de ruissellement (prévision futur) pour aider les collectivités locales à anticiper et prioriser les solutions d'adaptation, en utilisant les images satellites.*

# Positionnement New Space



## Cas d'usage :

- Lutte contre la pollution due aux dépôts sauvages de déchets
- Lutte contre la déforestation
- Suivi du degré d'artificialisation des sols
- Détection et suivi d'habitats temporaires
- Aide au suivi de l'efficacité des haies
- Préservation de la Trame Verte et Bleue
- Prévention du ruissellement intense (Projets SCO FLAude et SCO ATTEST)

# Ruissellement & Spatial

Comment les produits d'information du spatial  
peuvent-ils répondre à ce phénomène ?





# Un rôle essentiel du ruissellement dans l'ampleur des inondations

## Répartition des pertes assurées liées aux inondations :

- 45% dans les plaines inondables (débordement et crues de plaine),
- 45% en dehors des plaines inondables (ruissellement et crues torrentielles),
- 10% par submersion marine et remontée de nappes d'eau souterraine.

Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 2469–2485, 2014  
www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/14/2469/2014/  
doi:10.5194/nhess-14-2469-2014  
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.

Natural Hazards  
and Earth System  
Sciences



### Analysis of the French insurance market exposure to floods: a stochastic model combining river overflow and surface runoff

D. Mononenius<sup>1,2</sup>, D. Lahat<sup>3</sup>, J. Ardon<sup>1</sup>, E. Leblais<sup>3</sup>, T. Onfroy<sup>1</sup>, C. Poulard<sup>1</sup>, S. Aji<sup>1</sup>, A. Rémy<sup>1</sup>, and A. Quantin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CCR, 157 rue de la République, 75008 Paris, France

<sup>2</sup>GET, 14 av. Edouard Belin, 41400 Jouanne, France

<sup>3</sup>IRSTEA, Centre de Lyon, 5 rue de la Doua, 69626 Villeurbanne CEDEX, France

<sup>4</sup>Macif, 2 et 4 rue de Pied de Fond, 79037 Niort CEDEX 09, France

Correspondence to: D. Mononenius (dmononenius@ccr.fr)

Received: 3 June 2013 – Published in Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.: 11 July 2013  
Revised: 7 August 2014 – Accepted: 21 August 2014 – Published: 17 September 2014

**Abstract.** The analysis of flood exposure at a national scale for the French insurance market must combine the generation of a probabilistic event set of all possible (but which have not yet occurred) flood situations with hazard and damage modeling. In this study, hazard and damage models are calculated on a 1985–2010 historical event set, both for hazard results (river flow, flooded areas) and loss estimations. Thus, uncertainties in the deterministic estimation of a single event loss are known before simulating a probabilistic event set. To take into account at least 90 % of the insured flood losses, the probabilistic event set must combine the river overflow (small and large catchments) with the surface runoff, due to heavy rainfall, on the slopes of the watershed. Indeed, internal studies of the CCR (Caisse Centrale de Reassurance) claim databases have shown that approximately 45 % of the insured flood losses are located inside the floodplains and 45 % outside. Another 10 % is due to sea surge floods and groundwater rise. In this approach, two independent probabilistic methods are combined to create a single flood loss distribution: a generation of fictive river flows based on the historical records of the river gauge network and a generation of fictive rain fields on small catchments, calculated on the 1958–2010 Meteo-France rain database SAFRAN. All the events in the probabilistic event set are simulated with the deterministic model. This hazard and damage distribution is used to simulate the flood losses at the national scale for an insurance company (Macif) and to generate flood areas associated with hazard return periods. The flood maps concern river overflow and surface water runoff. Validation of these maps is conducted by comparison with the address located claim data on a small catchment (downstream Argens).

#### 1 Introduction

Natural disasters in the world cause significant economic losses, estimated in 2011 at USD 380 billion. Almost a third (USD 113 billion) was covered by insurance (Swiss Re, 2012). The financial losses covered by the insurance market, due to weather-related catastrophes, were estimated in 2011 at USD 60 billion, which represent 50 % of total insurance losses.

Global changes due to climatic disasters have increased dramatically in recent years. In the case of floods, this can be partly explained by an increase of the exposed values in the flood-prone areas (due to growth of population and wealth); an increase of vulnerability due to the growth of industrial dependency to networks (transport, electricity, telephone, etc.); and the cost of protection and a possible influence of global climate change on the frequency of extreme flood events (Dutot et al., 2008).

In terms of insurance losses, the following major historical flood events have been estimated by Swiss Re (2014): Hurricane Sandy-related sea surge floods in the US in 2012 (USD 35 billion), Thailand in 2011 (USD 16.2 billion), Germany/Czech Republic in 2013 (USD 4.1 billion) and 2002 (USD 3.1 billion), UK in 2007 (USD 2.9 billion), Switzerland in 2005 (USD 2.6 billion), and Australia in 2011 (USD 2.4 billion). In January 2013, flooding in Brazil, Turkey, South Africa, China, Indonesia and Australia were estimated at several hundred million dollars (Aon Re, 2013).

Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.

# Des événements aux impacts économiques actuels et futurs majeurs

- « En France, les inondations dans les **Hauts-de-France** de **2023** ont généré **640 M€** de dommages pour les seuls biens assurés d'après la caisse centrale de réassurance (CCR). »
- « [...] le **coût de l'inaction** est nettement plus élevé que celui d'une 'transition écologique' En France, un **scénario de statu quo** des politiques menées face au dérèglement climatique entraînerait une **perte de 11,4 points de PIB à l'horizon 2050**. »
- « Le rendement des **actions de prévention** est élevé [...] avec **trois euros de dommage économisés pour un euro dépensé**. »



ENTITÉS ET POLITIQUES PUBLIQUES

## LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Rapport public thématique

Septembre 2025

# Une « Communauté de destin » face à ce phénomène physique

- De l'amont à l'aval, le ruissellement force le lien entre **tous les acteurs du territoire** : exploitants agricoles, gestionnaires des voiries, gestionnaires des milieux aquatiques, habitants, zones d'activités, industries...
- Les actions doivent être réfléchies à l'échelle du **bassin versant** : les enjeux multi-acteurs doivent être spatialisés et priorisés dans cette logique hydrographique.
- L'imperméabilisation croissante des sols liée à l'urbanisation, l'artificialisation, la destruction des haies, les pratiques culturelles, la canalisation des rivières doivent être repensées dans le **récit collectif** d'un écosystème plus résilient (infiltrer, ralentir, canaliser) pour **dissiper l'énergie du ruissellement**.

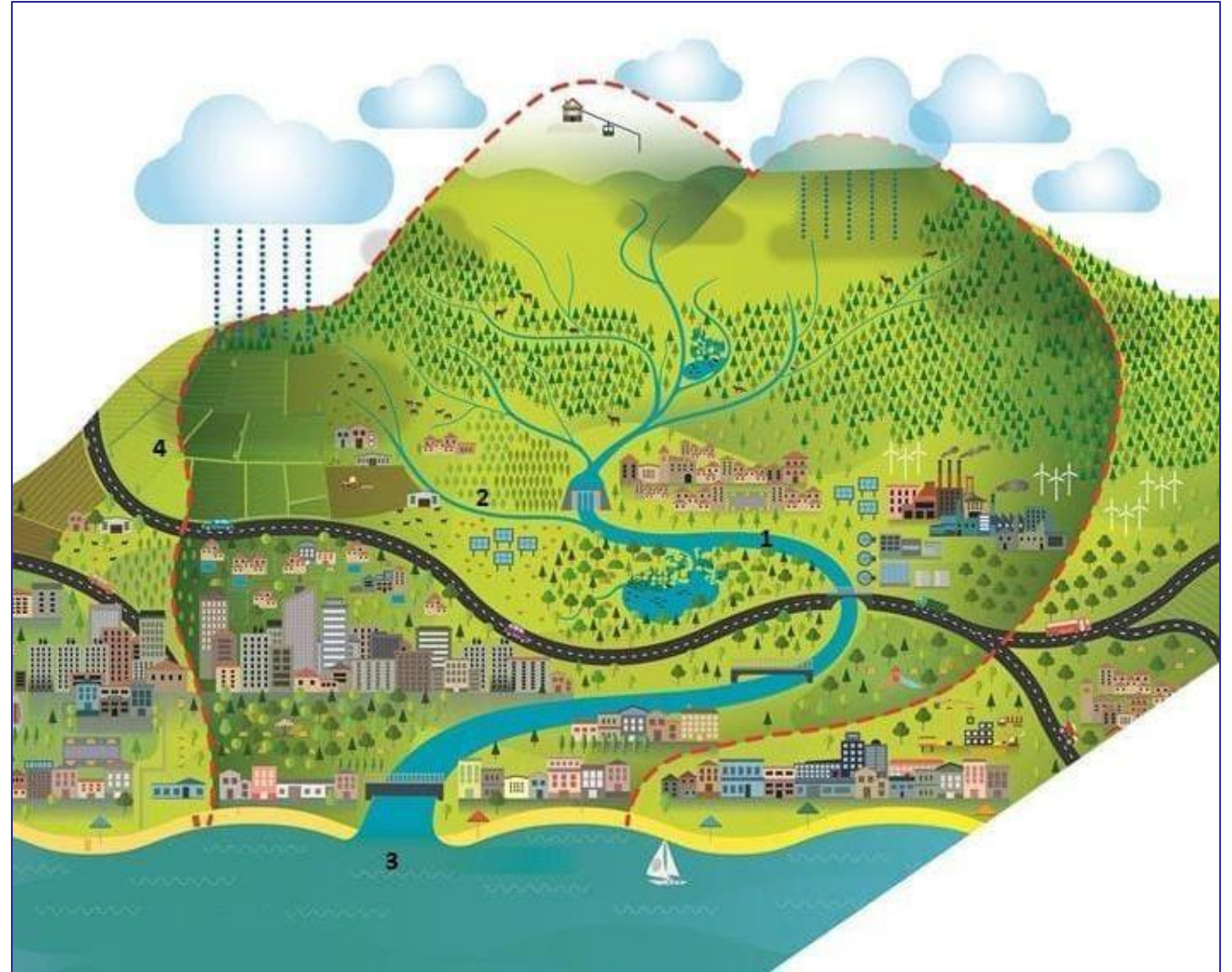


Illustration de l'Agence régionale pour l'environnement PACA – RRGMA – Azoé – 2016



# Solutions de prévention des inondations par ruissellement par la robustesse du territoire

AMONT



Fascine retenant les sédiments d'une coulée de boue



Fascines conjuguées à des rotations de cultures

AVAL



Fossé à redents



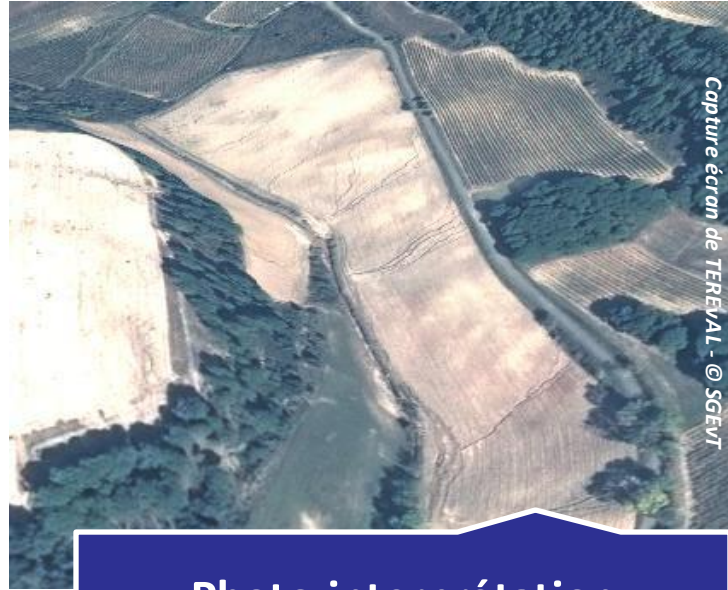
Champ d'Inondation Contrôlée



# Intérêt du satellitaire pour traiter le sujet du ruissellement et répo des acteurs



**Répétitivité** (entretien des aménagements, suivi de l'efficacité, ante et post crise)



**Photo-interprétation** (vérification, qualification)



**Détection automatique de changements** (désordres, éléments du paysage, aménagements)

- ➡ Gain de temps et d'exhaustivité par la couverture du satellitaire sur de vastes zones.
- ➡ Un panel de résolution spatiale en fonction du besoin (Sentinel, SPOT, Pléiades).
- ➡ Produits d'information pouvant être croisés avec des données territoriales, des modélisations, etc.



# Chaîne de priorisation et de vérification d'efficacité des mesures de prévention

1 - Où sont les changements sur mon bassin versant ?



2 - Quels dégâts constatés par rapport à ce que prédisent les modèles ?

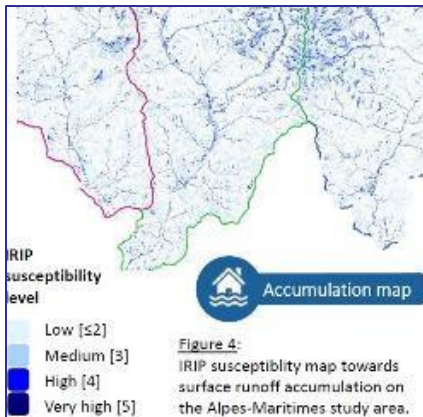
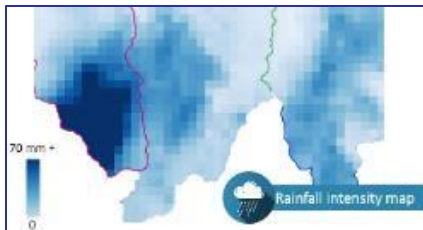


3 - Quelles solutions d'adaptation / aménagements en place ?

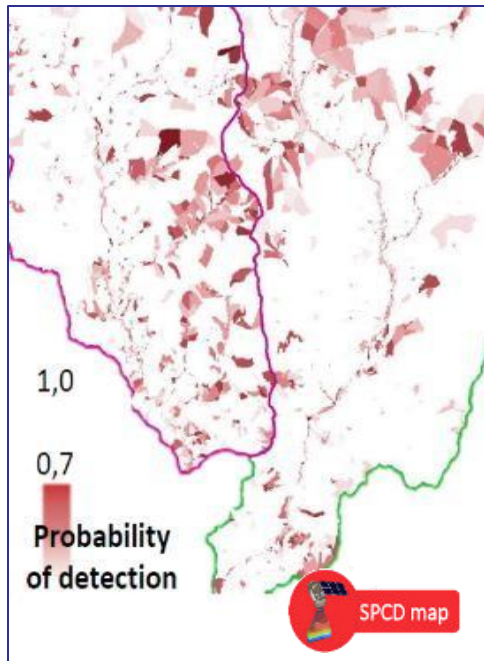


4 - Quelle cohérence avec les modèles de prévision ?

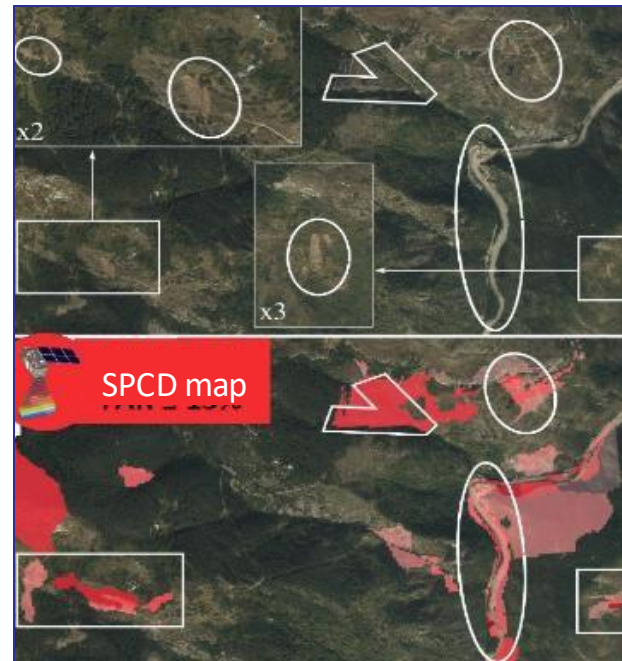
*Modèles prédictifs*



*Images ante/post (Sentinel 2)*



*Images THR (Pléiades)*



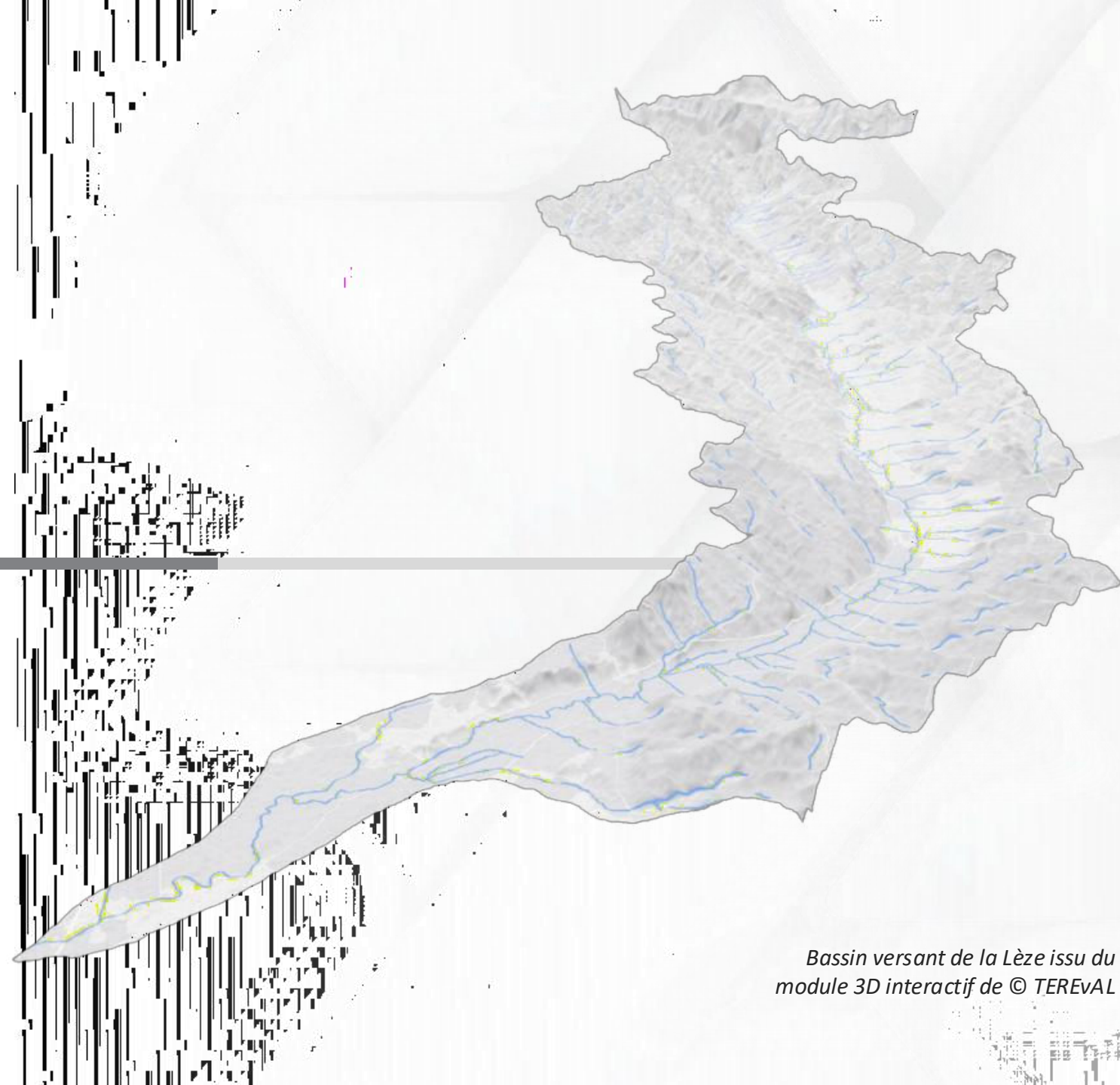
*Déclaratif terrain par les acteurs locaux*





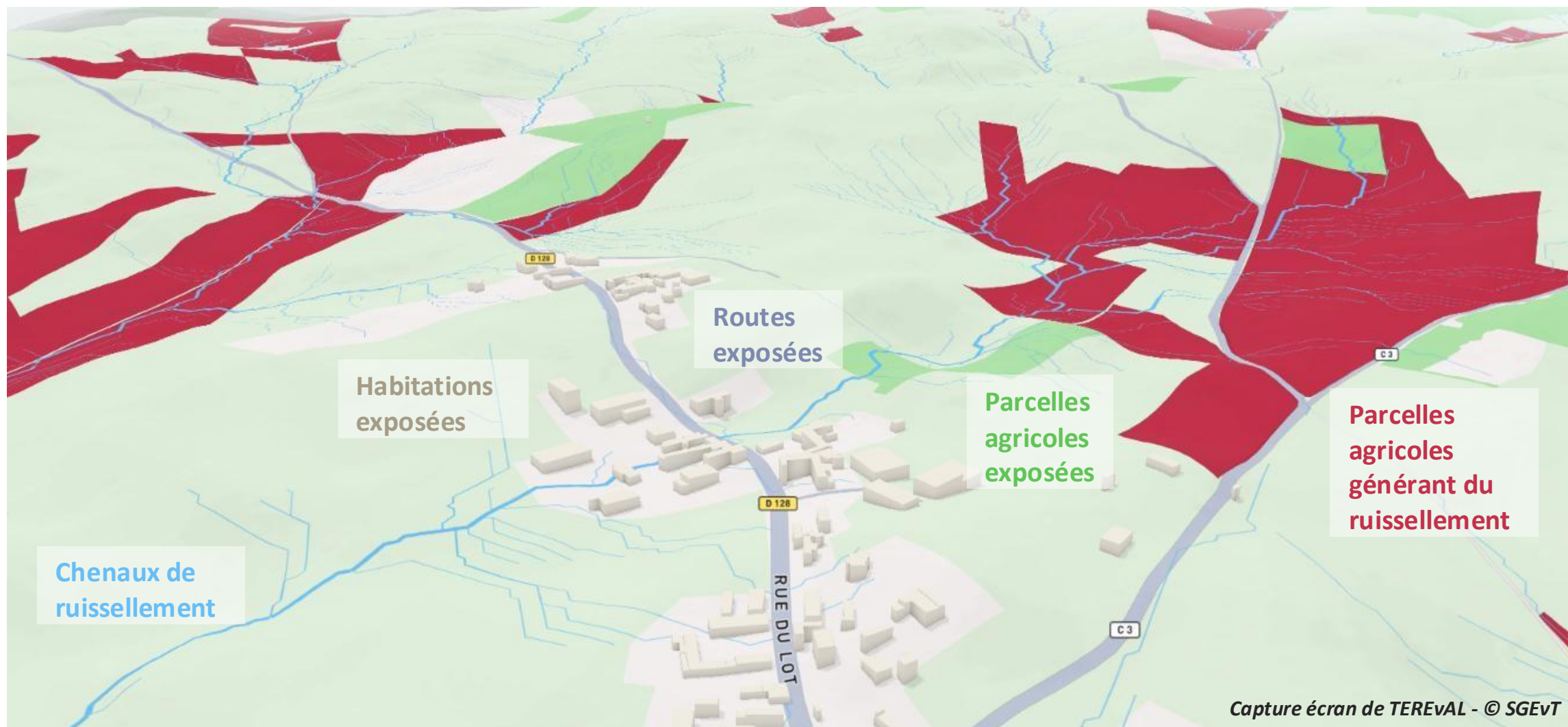
# TEREVAL

Démonstration de cas d'usage



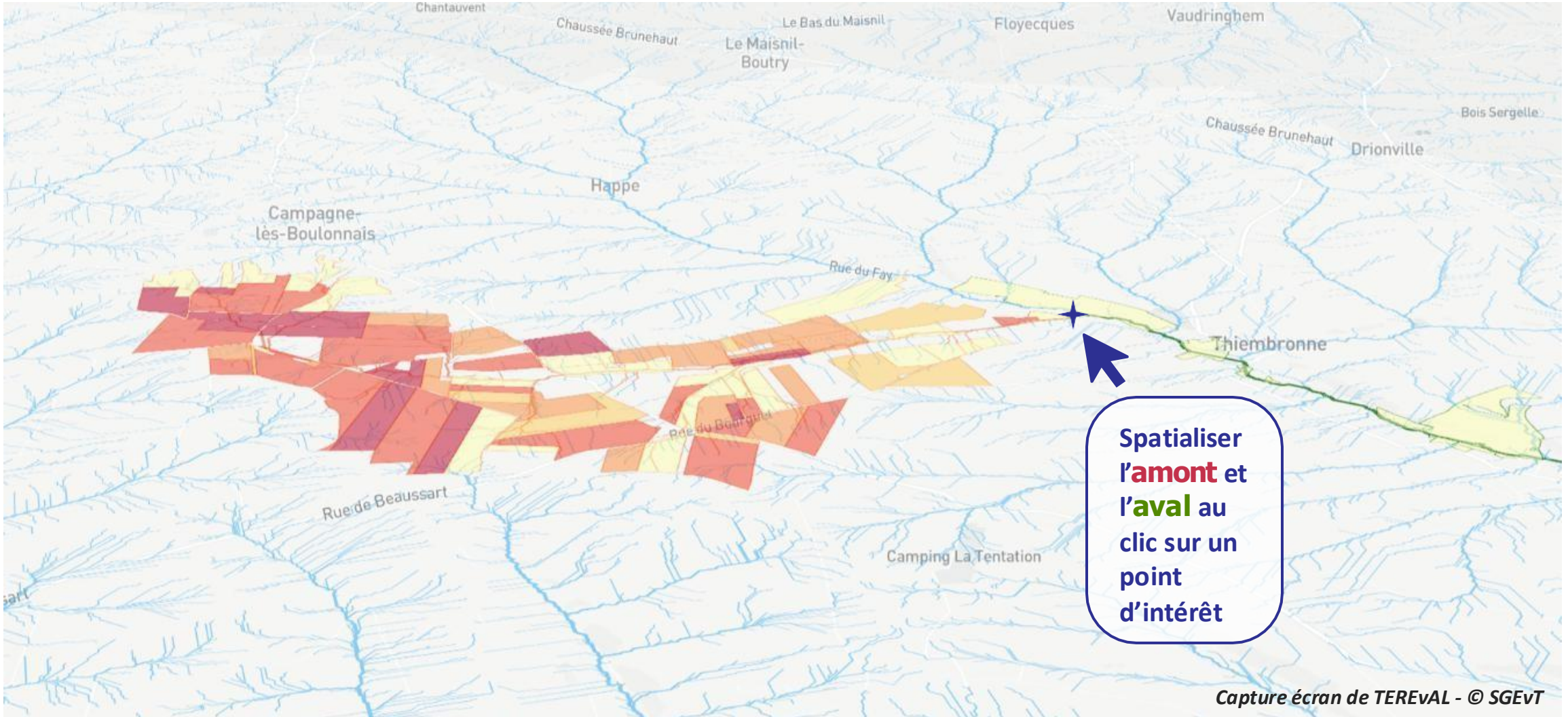
*Bassin versant de la Lèze issu du  
module 3D interactif de © TEREVAL*

# Visualisation 3D de bassins versants avec croisement d'enjeux exposés au ruissellement





# Logique dynamique « amont – aval »





# Intégration d'images satellites croisées avec des données territoriales



Capture écran de TEREVAL - © SGEvT



# Exemple d'application :

## *Suivi d'une parcelle agricole à Montréal dans l'Aude*



© IGN Remonter le temps (2000-2005)



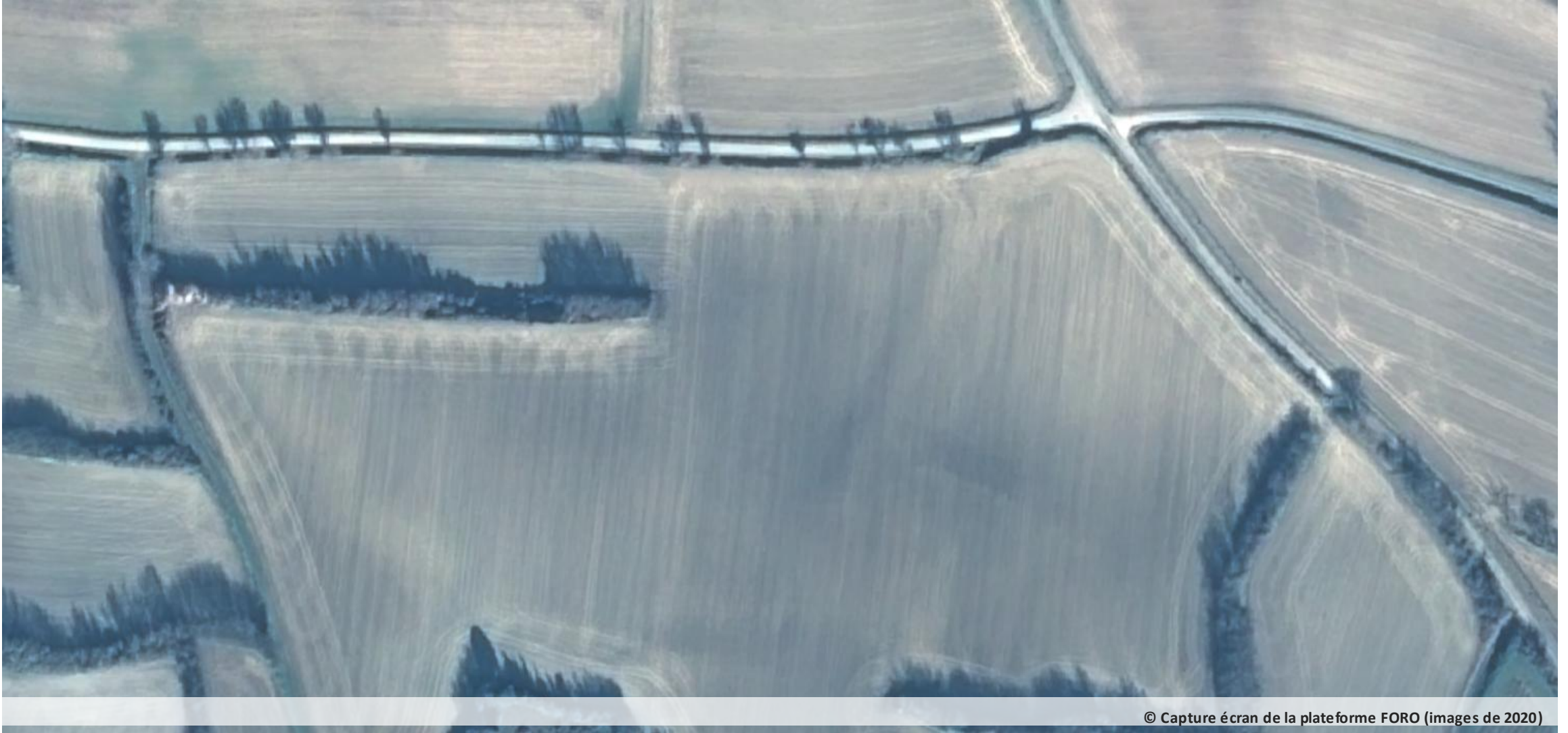
© IGN Remonter le temps (2011-2015)



© SMMAR

# Exemple d'application :

## *Suivi d'une parcelle agricole à Montréal dans l'Aude*

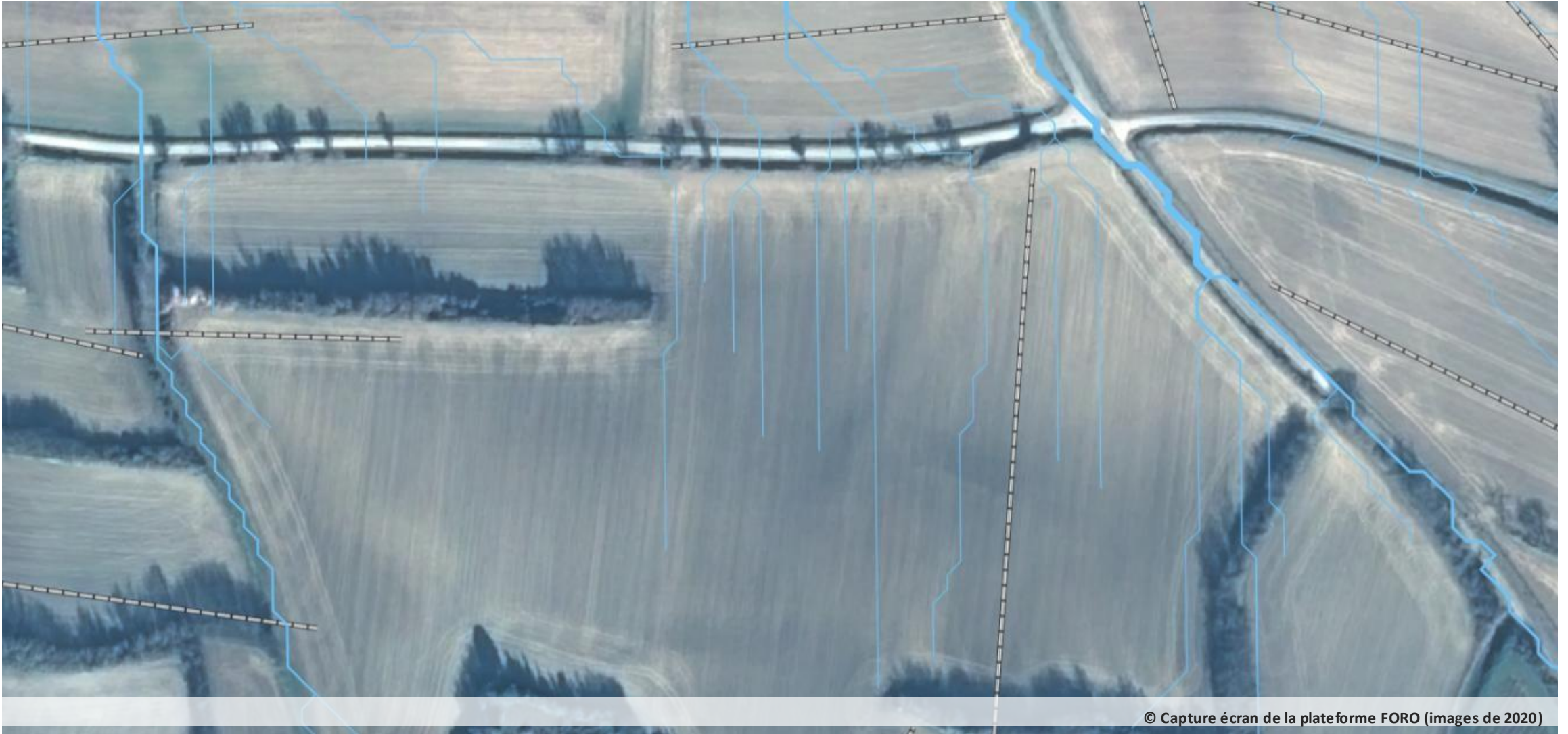


© Capture écran de la plateforme FORO (images de 2020)



# Exemple d'application :

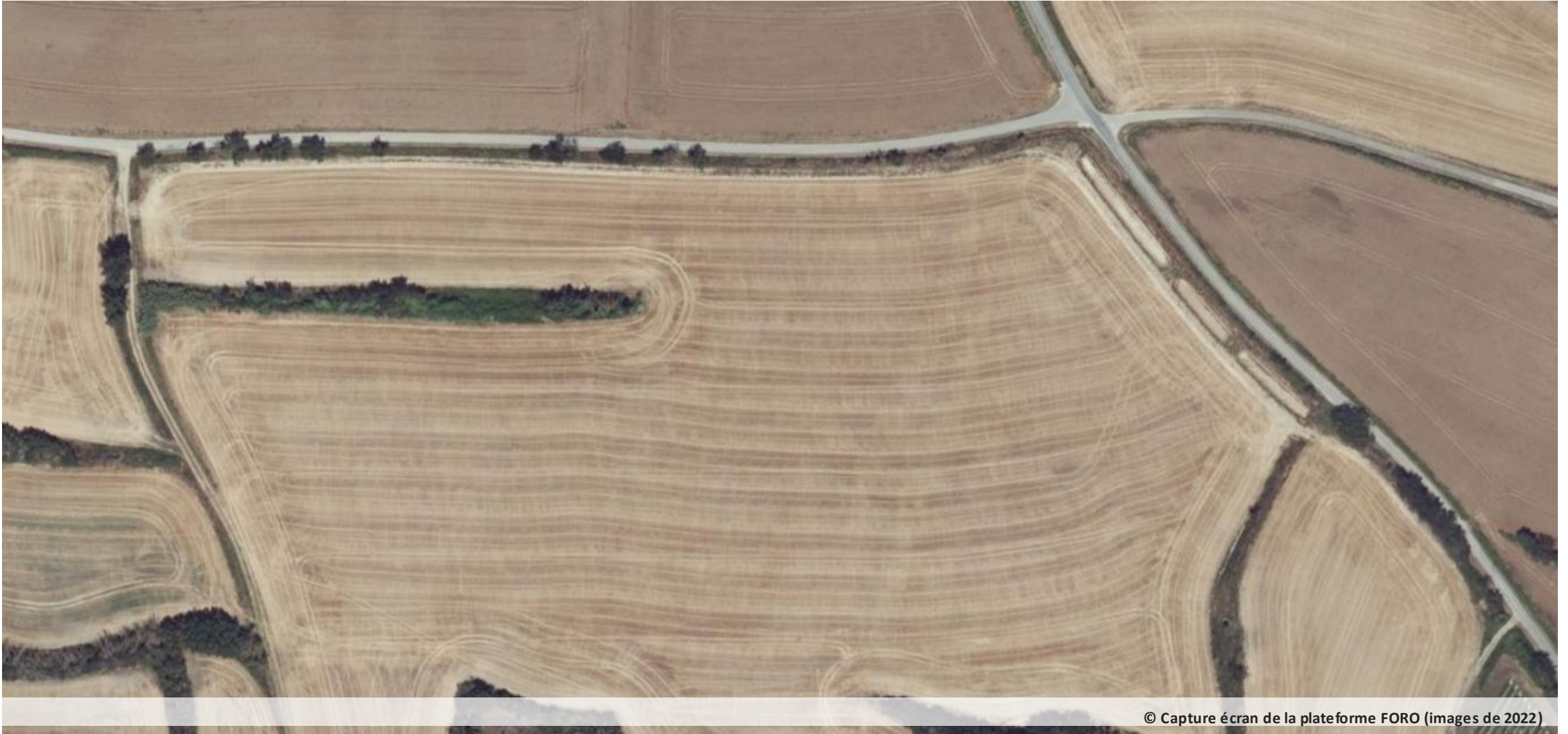
## *Suivi d'une parcelle agricole à Montréal dans l'Aude*



© Capture écran de la plateforme FORO (images de 2020)

# Exemple d'application :

## *Suivi d'une parcelle agricole à Montréal dans l'Aude*



© Capture écran de la plateforme FORO (images de 2022)



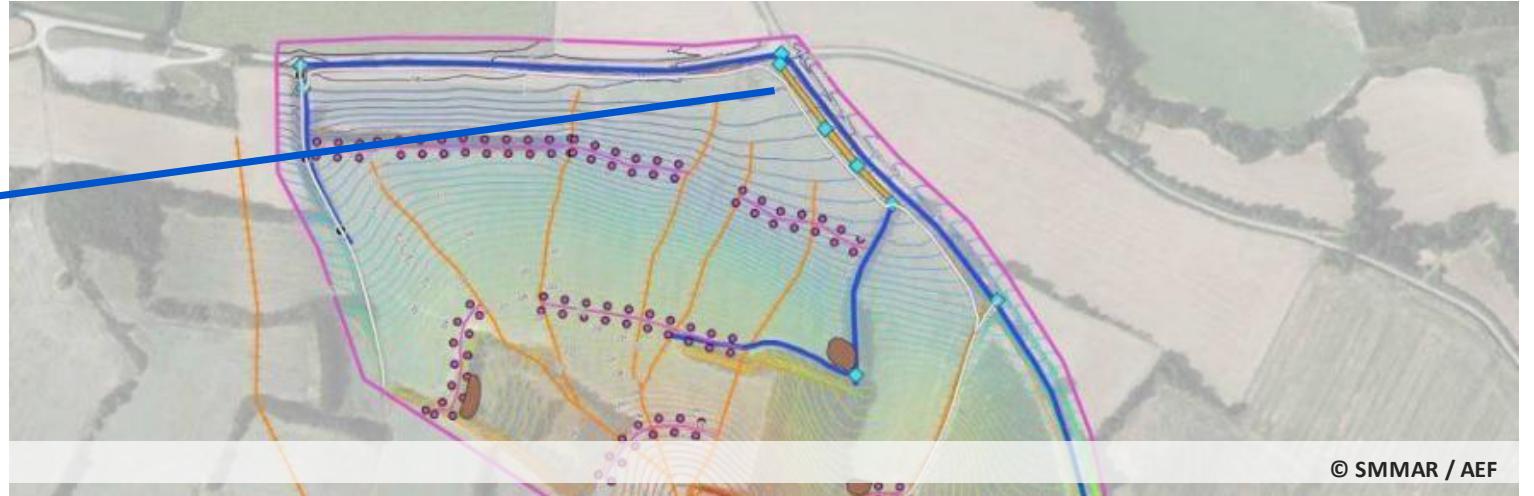
# Exemple d'application :

## *Suivi d'une parcelle agricole à Montréal dans l'Aude*



© Photographies aériennes IGN

Bassins  
spontanément  
aménagés  
intégrés dans  
un plan  
d'hydraulique  
douce



© SMMAR / AEF

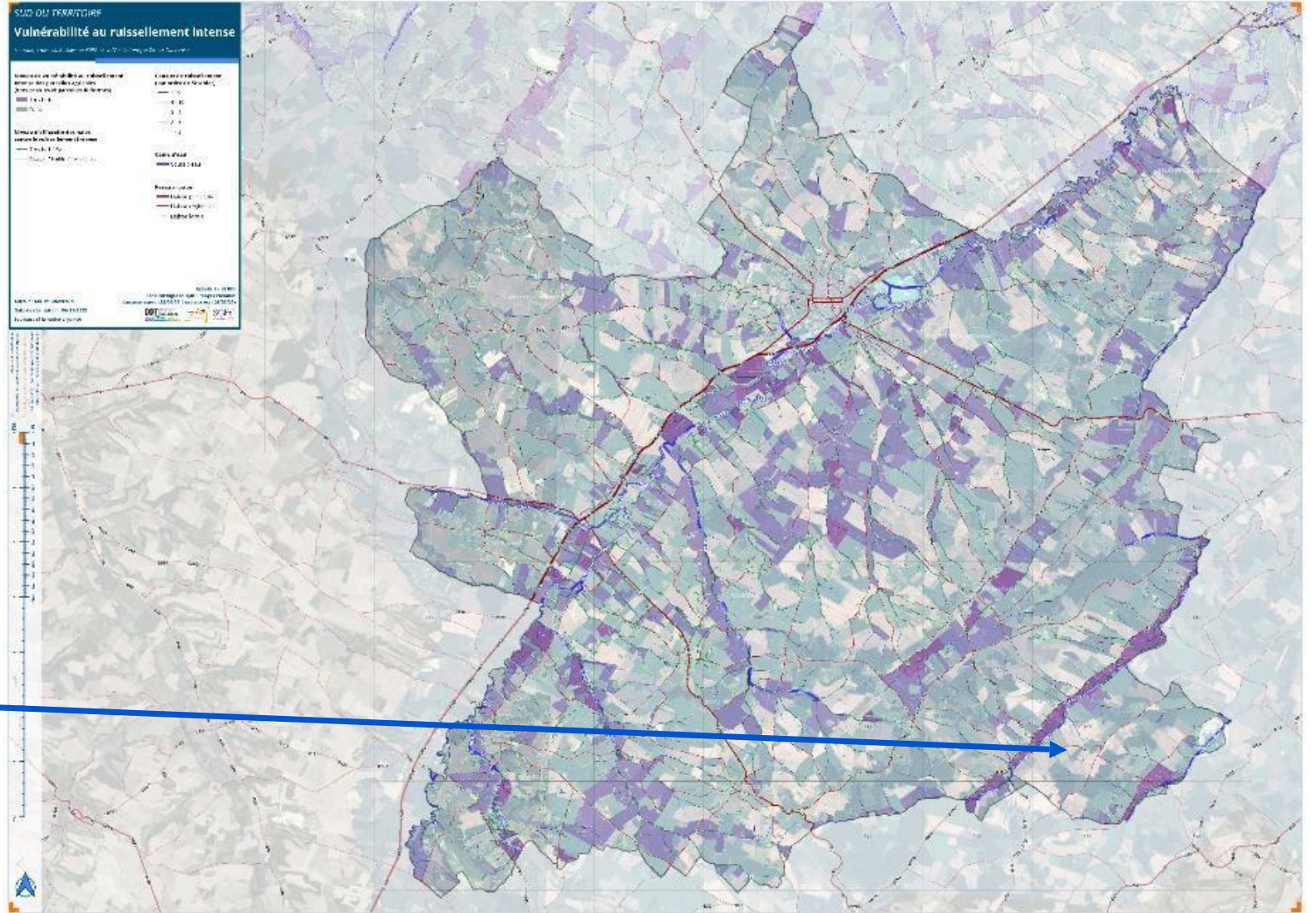
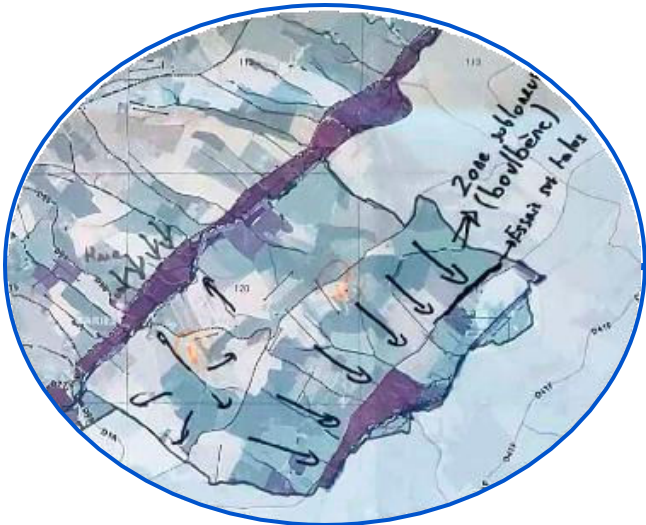


© Adrien Solacroup



## Exemple d'application : *Étude ruissellement pour la CC Lomagne Tarn-et-Garonnaise*

Des ateliers ont été organisés avec les élus pour identifier les parcelles subissant le ruissellement, dans le cadre de l'élaboration de leur PLUi.

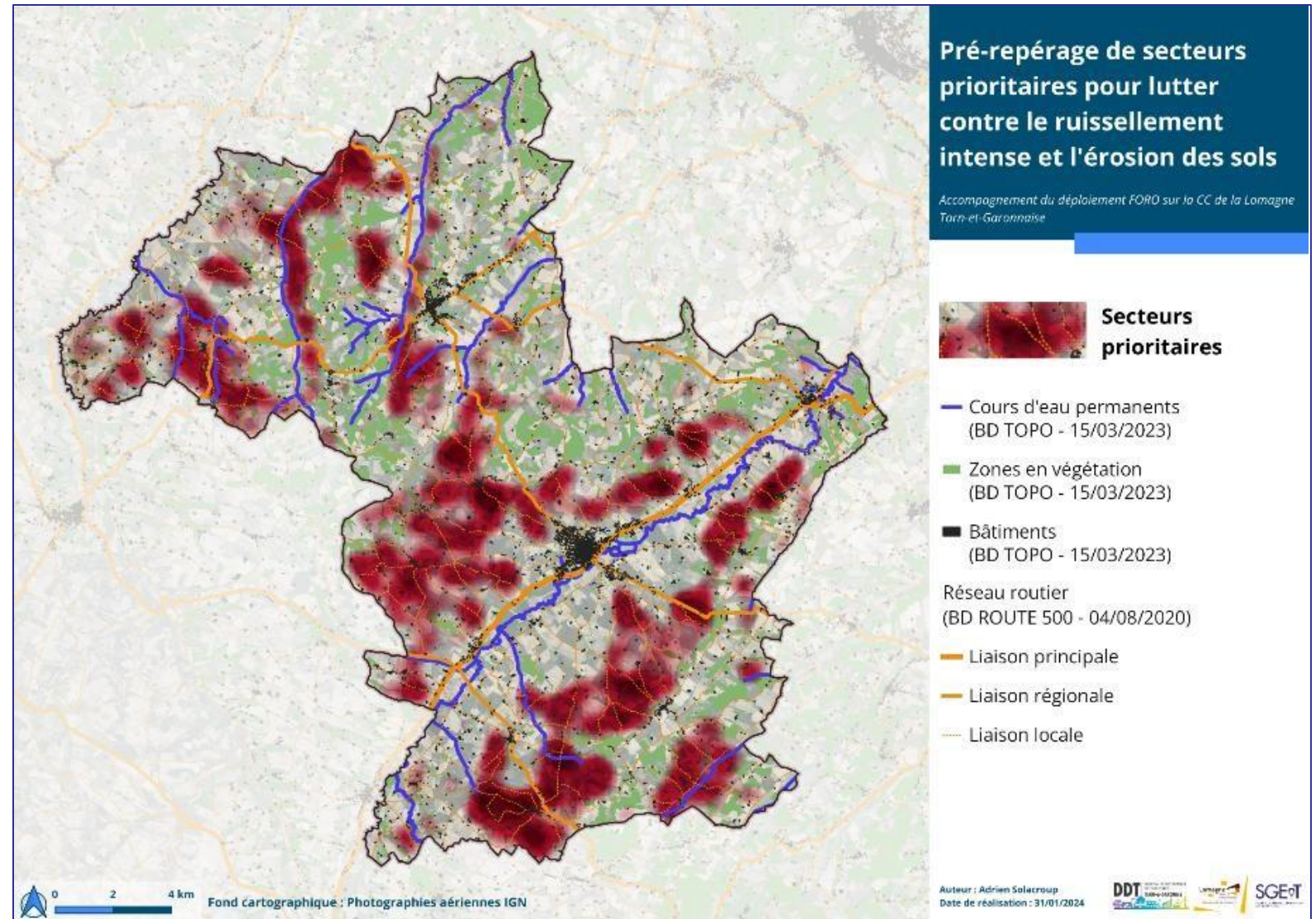




# Exemple d'application :

## Étude ruissellement pour la CC Lomagne Tarn-et-Garonnaise

Une synthèse a été réalisée pour identifier les secteurs agricoles à l'amont des zones potentiellement impactées les plus susceptibles de produire du ruissellement.



# Comment aider les territoires à s'appropriier ces outils ?



Formation sur les modèles prédictifs (IRIP, WaterSed, Cartino2D, EXZECO...)



Mettre en place des chaînes de vérification des événements extrêmes



Partager la connaissance sur les solutions d'adaptation les plus efficaces



Mobiliser l'Intelligence Artificielle pour améliorer les modèles et l'accès aux informations



# **Merci pour votre attention !**

---

*Pour plus d'informations ainsi qu'une démo des fonctionnalités présentées,  
écrivez à : [adrien.solacroup@sgemt.com](mailto:adrien.solacroup@sgemt.com)*

# Intervenant



**Alex de Sá**

Consultant Villes et Secteur Public, Dassault Systèmes



# L'HYDROLOGIE SPATIALE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Le rôle du **jumeau numérique** dans la gestion des risques d'inondation

29 SEPTEMBRE 2025



3DEXPERIENCE®





# PRESENTATION



**Alex DE SA**

Business Consultant

Géomatique et Télédétection

Villes et Secteur Publique

+33 0621759592

Alex.DESA@3ds.com



# QU'EST-CE QU'UN JUMEAU NUMÉRIQUE?



## MODELISATION 3D



Une réplique numérique de la ville

## INTELLIGENCE DE DONNÉES



Traitement et visualisation

## SIMULATION



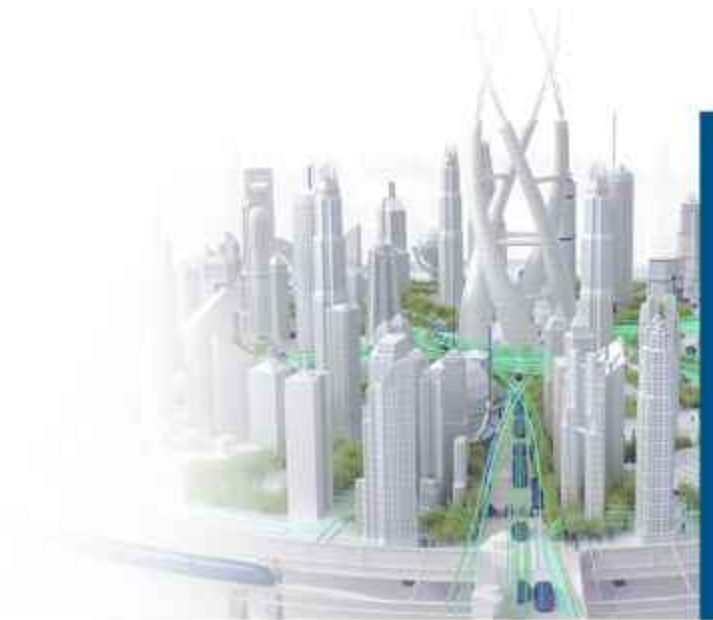
Différent types of simulations

## COLLABORATION



Partage et co-construction

# CONCEVOIR DES COLLECTIVITES TERRITORIALES RÉSILIENTES EN UTILISANT LES DONNÉES SATELLITAIRES DANS LE JUMEAU NUMÉRIQUE



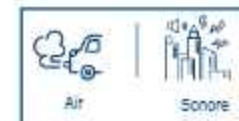
**Aménagement  
urbain**



**Préparation face  
aux catastrophes**



**Pollution de  
la mobilité**





# CADRE D'ÉVALUATION DES RISQUES D'INONDATION

Utiliser des études de faisabilité pour comprendre les phénomènes d'inondation et les mesures de mitigation

1



VISUALISER



Les inondations  
potentielles dans le  
jumeau numérique

2



ANALYSER



Le risque, la vulnérabilité  
et le danger

3



ÉVALUER



Mesures d'atténuation  
avec une approche  
scientifique

4



COMMUNIQUER








Partager avec  
différentes parties  
prenantes



# Préparation aux inondations

Use cases



Jumeau Numérique Urbain (tel quel)	Diagnostic des risques de catastrophe	Simulation d'atténuation	Jumeau Numérique Urbain (à venir)	Mise en place du plan d'action
				

1

AGRÉGER DES DONNÉES URBAINES POUR **VISUALISER** LE TERRITOIRE EN CONTEXTE 3D

**FACILITER LA GOUVERNANCE URBAINE**

2

ÉVALUER LES RISQUES, LA VULNÉRABILITÉ ET LES DANGERS LIÉS AUX INONDATIONS ET AUX FORTES PLUIES

**PRÉVISIONS DES IMPACTS DES INONDATIONS**

3

SIMULER DES ACTIONS DE RÉSILIENCE POUR **OPTIMISER** LES STRATÉGIES DE RÉPONSE

**AMÉLIORER LA PRÉPARATION**

4

EXPLORER LES MESURES D'ATTÉNUATION DE L'ÉTAPE 3 (INSTALLATION DE BARRIÈRES)

**ACCÉLÉRER LA MISE EN ŒUVRE DU PROJET**

5

PLANIFIER ET ORCHESTRER LA MISE EN ŒUVRE DE L'ÉTAPE 4 VALIDÉE

**AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE LA COORDINATION**







# Conclusions



<https://www.spaceclimateobservatory.org>

## Le Comité des commanditaires de couvertures aériennes et satellitaires



<https://geoservices.ign.fr/actualites/2025-04-images-aeriennes-et-spatiales>



  
**MINISTÈRE  
DE L'AMÉNAGEMENT  
DU TERRITOIRE ET DE  
LA DÉCENTRALISATION**  
Logement, Transports,  
Ruralité, Ville  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

  
**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE,  
DE LA BIODIVERSITÉ,  
DE LA FORÊT, DE LA MER  
ET DE LA PÊCHE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Applisat**  
Communauté du satellitaire

<https://www.applisat.fr/>

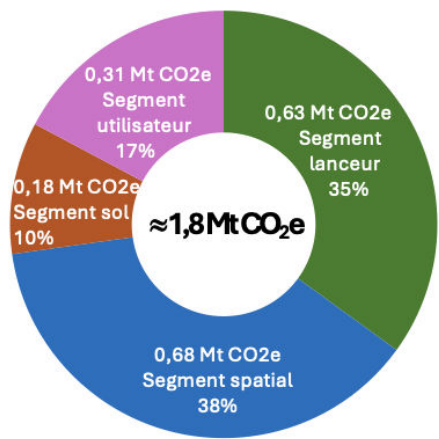


<https://www.connectbycnes.fr/>



# Questions/réponses





Répartition de  
l'empreinte carbone du  
spatial français

(Source : Carbone 4)

12 leviers  
9 actions facilitatrices



Trajectoire de décarbonation

# LE COMITÉ DE COMMANDITAIRES : MUTUALISER LES BESOINS DES ACTEURS PUBLICS ET LES CAPACITÉS D'ACQUISITIONS AÉRIENNES ET SATELLITAIRES

**Objectif :** financer et piloter la stratégie d'acquisition de socles d'images en réponse aux besoins des politiques publiques territoriales et nationales.

**Composition :** Représentants nationaux et territoriaux (régions françaises) des principaux commanditaires de données images aériennes et spatiales.



## Périmètre :

- Des couvertures du territoire de grande ampleur
- Des acquisitions ciblées complémentaires participant à ce socle
- Des services associés.

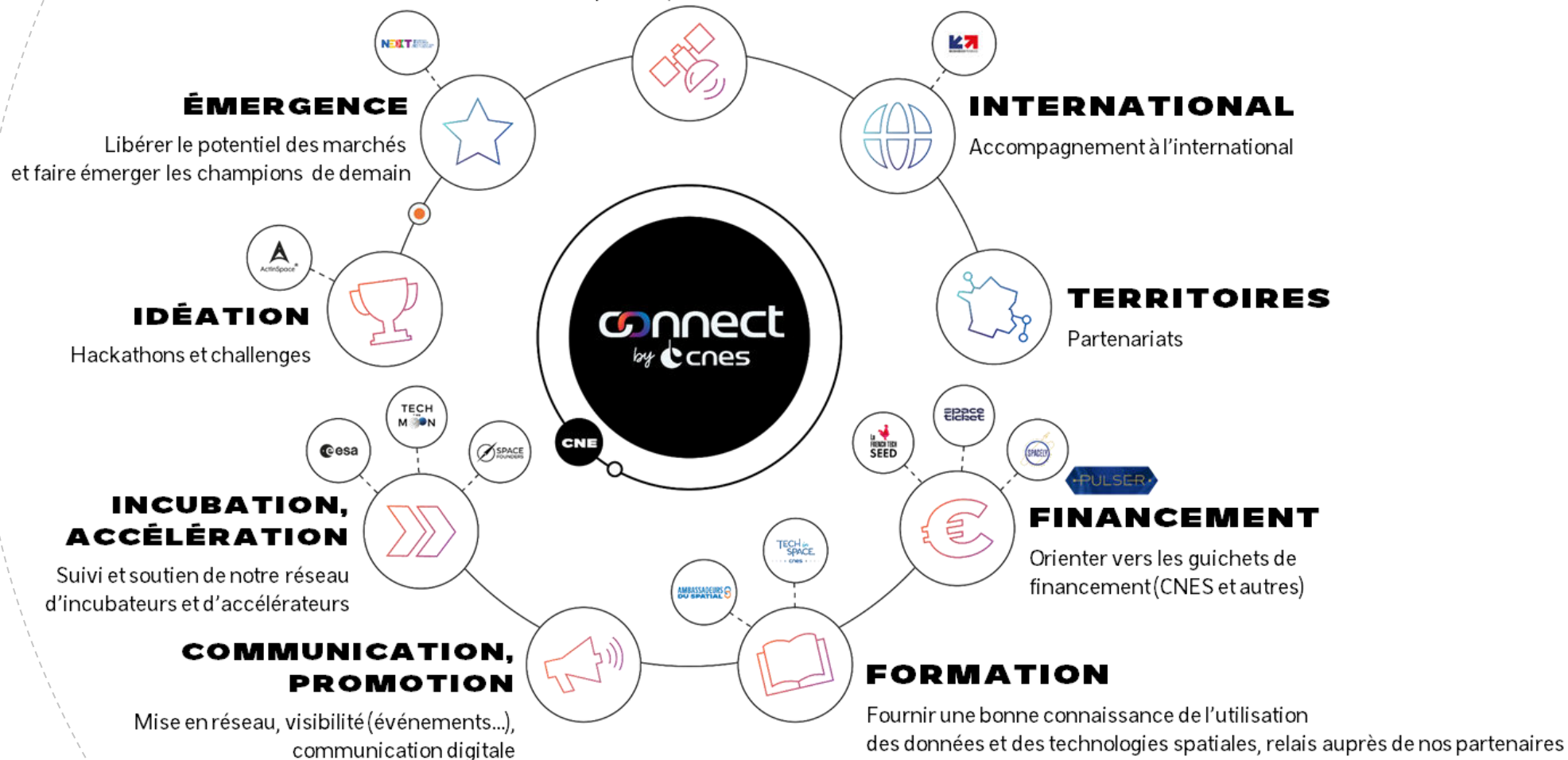


## Différents scénarios étudiés

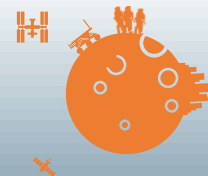
fréquence / résolution / périmètre géographique

## EXPERTISE, RESSOURCES TECHNIQUES

Rencontrer nos experts pour un accompagnement personnalisé,  
être en contact avec nos laboratoires, leurs ressources techniques  
et données spatiales, nos brevets industriels







## EXPERTISE, TECHNOLOGICAL RESOURCES

Meet with our experts for a personalized support, be in contact with our laboratories, their technical resources and spatial data, our industrial patents.



**NEXT**

Anticipation of technological or commercial or usage breakthroughs, accompaniment of new entrants in emerging markets



**IDEATION**

Hackathon and challenges



**INCUBATION, ACCELERATION**

Monitoring, support of our incubators and accelerators network



**crealab**

Co-working and innovative ideas production

**FUNDING**

Guide to specific funding programs (CNES and others)



**TRAINING**

**AMBASSADEUR DU SPATIAL**

Provide a good awareness of spatial data usage and tools, relay to our partners

**COMMUNICATION, PROMOTION**

Networking, visibility (fairs...), digital communication





# Merci

## Pour nous contacter :



[contact@francevilledurable.fr](mailto:contact@francevilledurable.fr)



[francevilledurable.fr](http://francevilledurable.fr)



[FranceVillesetterritoiresDurables](https://www.linkedin.com/company/FranceVillesetterritoiresDurables)



[@Fr\\_VilleDurable](https://twitter.com/Fr_VilleDurable)

