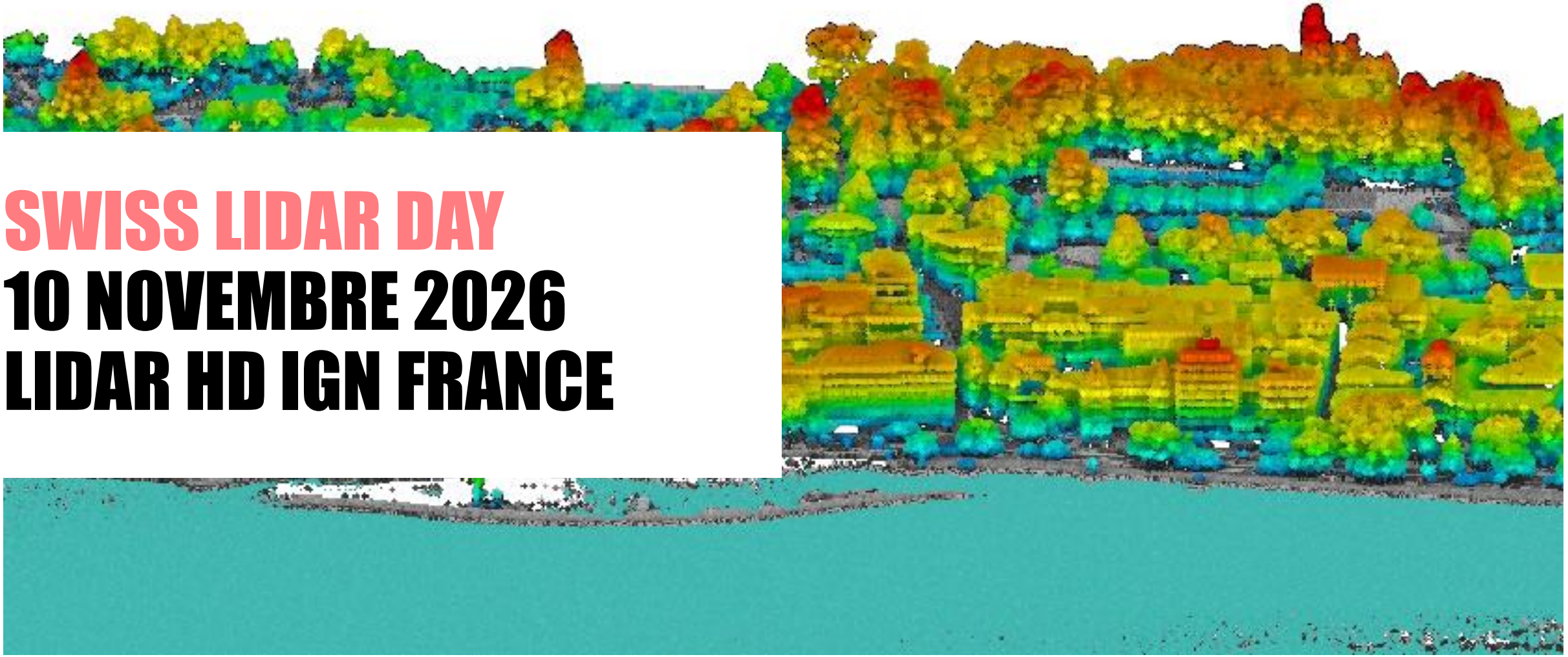
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE



# SWISS LIDAR DAY

# 10 NOVEMBRE 2026

# LIDAR HD IGN FRANCE

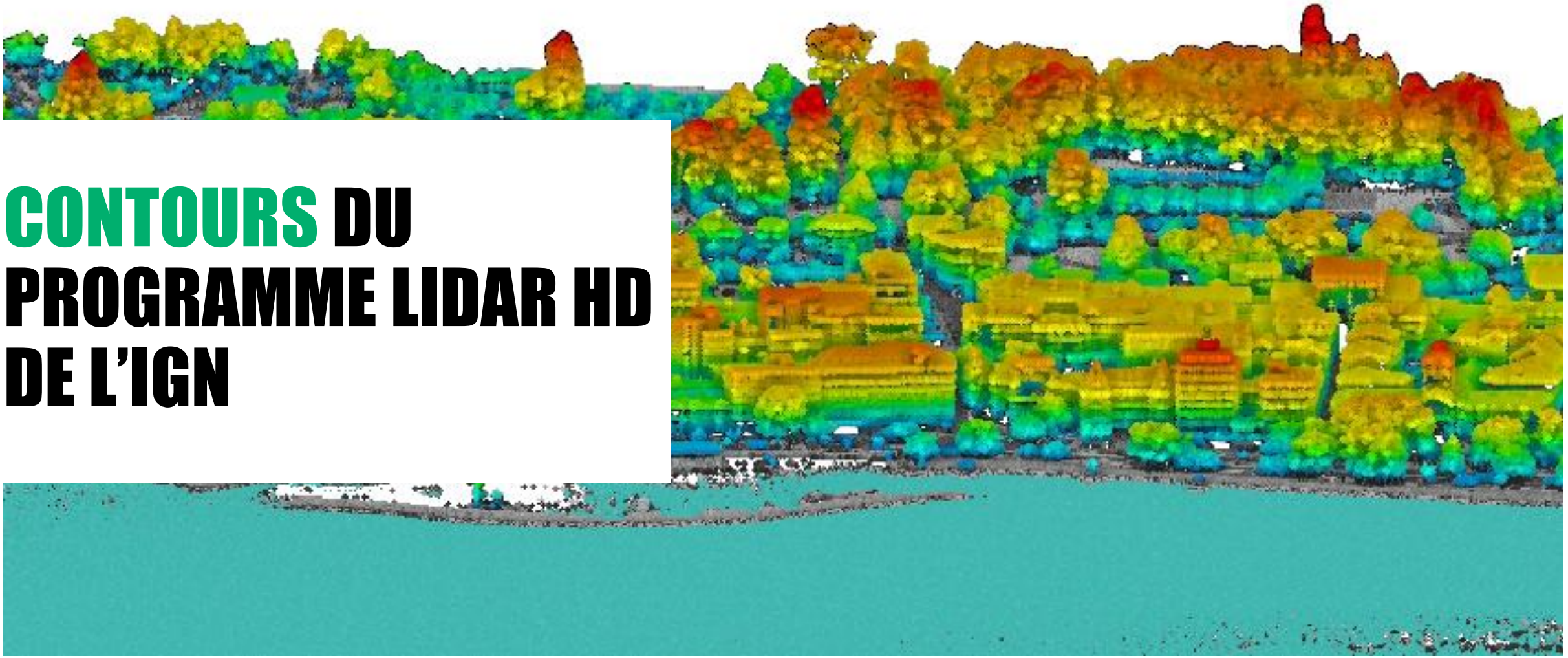
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE



# CONTOURS DU PROGRAMME LIDAR HD DE L'IGN

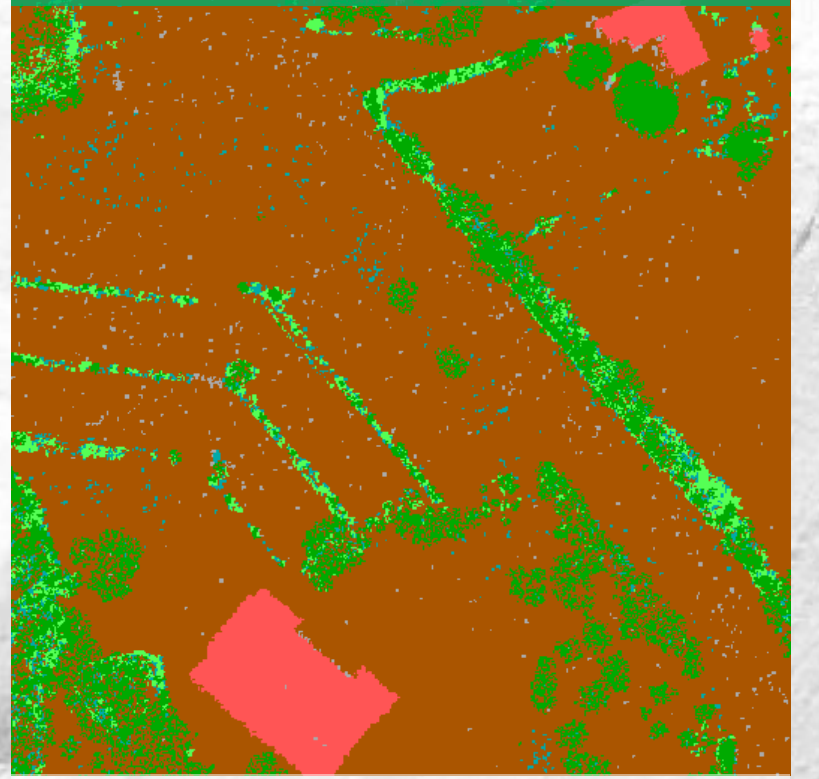
# DES ENJEUX NATIONAUX

- Cartographie **3D** du territoire par nuages de points et modèles numériques
- En réponse aux besoins de **l'action publique**
- Portée initialement par trois usages principaux:
  - ❑ l'évaluation des ressources **forestières**
  - ❑ la prévention des **risques**
  - ❑ le suivi des **cultures**
- 1ère version d'une **couverture nationale française**

# OBJECTIFS

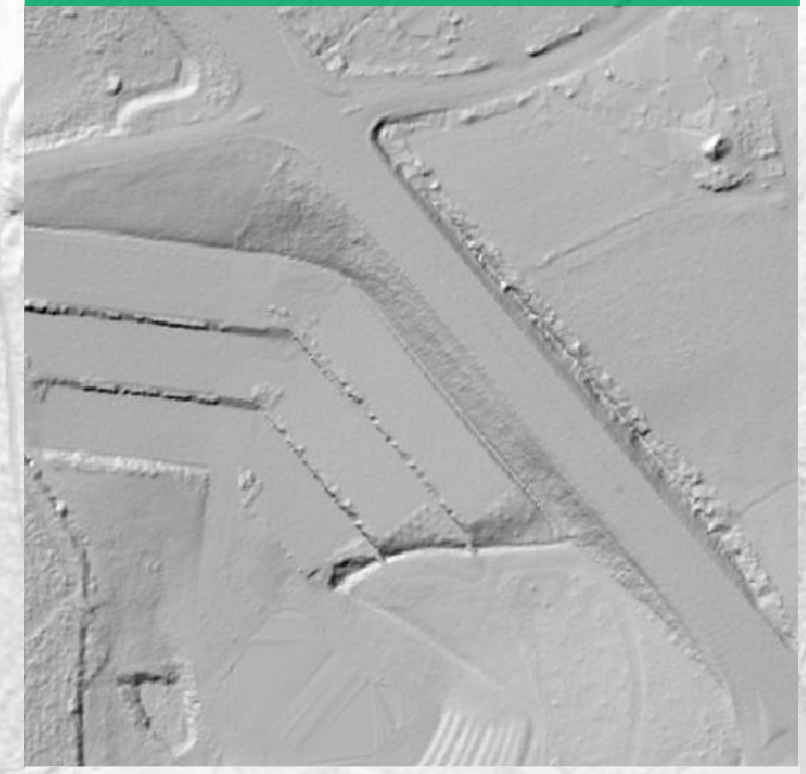
**Produire** et diffuser en **open data** des **nuages de points 3D classés** et des **données dérivées**, **accompagner** les utilisateurs

## Nuages de points 3D classés



**Donnée vecteur**

## Modèles numériques (MNx)



**Donné raster**

## Métadonnées

| Entité | Valeur |
|---|---|
| IGNF_LIDAR-HD_METADONNEE:metadata | |
| nombre_points | 61525847 |
| (Dérivé) | |
| (Actions) | |
| coordonnees_nw | 0381-6625 |
| systeme_planimetrique | LAMB93 |
| systeme_altimetrique | IGN69 |
| date_debut_acquisition | 23/03/2022 |
| date_fin_acquisition | 25/03/2022 |
| date_edition | 24/07/2025 |
| procede_classement | IGN_AUTO_V5 |
| code_mission | 21LHDEJ |
| moa_acquisition | GEOVENDEE |
| moe_acquisition | Geofit,Sintegra |
| moe_classement_automa... | IGN |
| moe_classement_manuel | NR |
| capteur | {"RIEGL VQ-780 II- |
| nombre_points | 61525847 |
| url_npl | https://data.geopf. |
| url_mnt | https://data.geopf. |
| url_mns | https://data.geopf. |
| url_mnh | https://data.geopf. |
| metadata | {"capteur": ["RIEGL |

**Donnée sémantique et raster**

# QUELQUES CHIFFRES

**57,5 millions €**
budget total

**7 ans** de réalisation
2020-2027

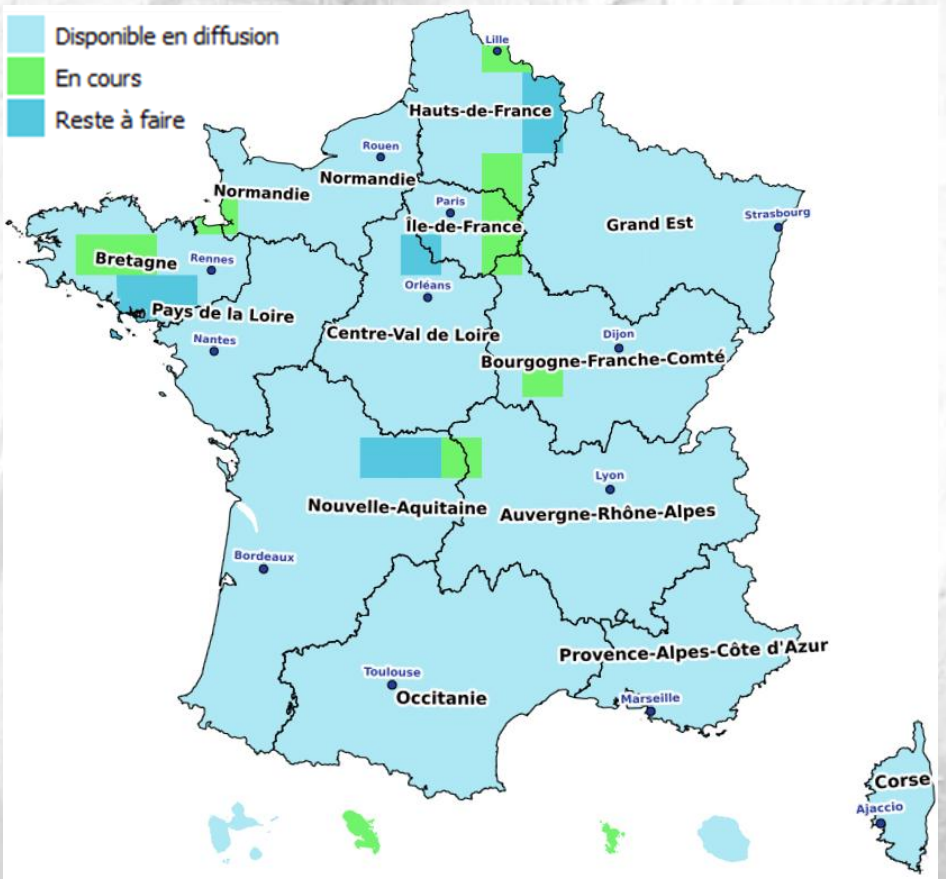
**14 000 milliards**
de points 3D

densité minimum
**10+ points /m²**

**10 cm**
précision altimétrique

**50 cm**
précision planimétrique

**7000**
heures de vol




**535 000 km² acquis**

# FINANCEMENT

Des **financeurs publics** multiples : fonds nationaux, européens, collectivités, etc.

La multiplicité des commanditaires portant des usages différents oblige à opérer des **choix impactant les données** (saisonnalité des acquisitions) et **l'ordonnancement des chantiers**.

L'obligation à la diffusion en **open data** contraint le modèle économique mais favorise le développement des usages

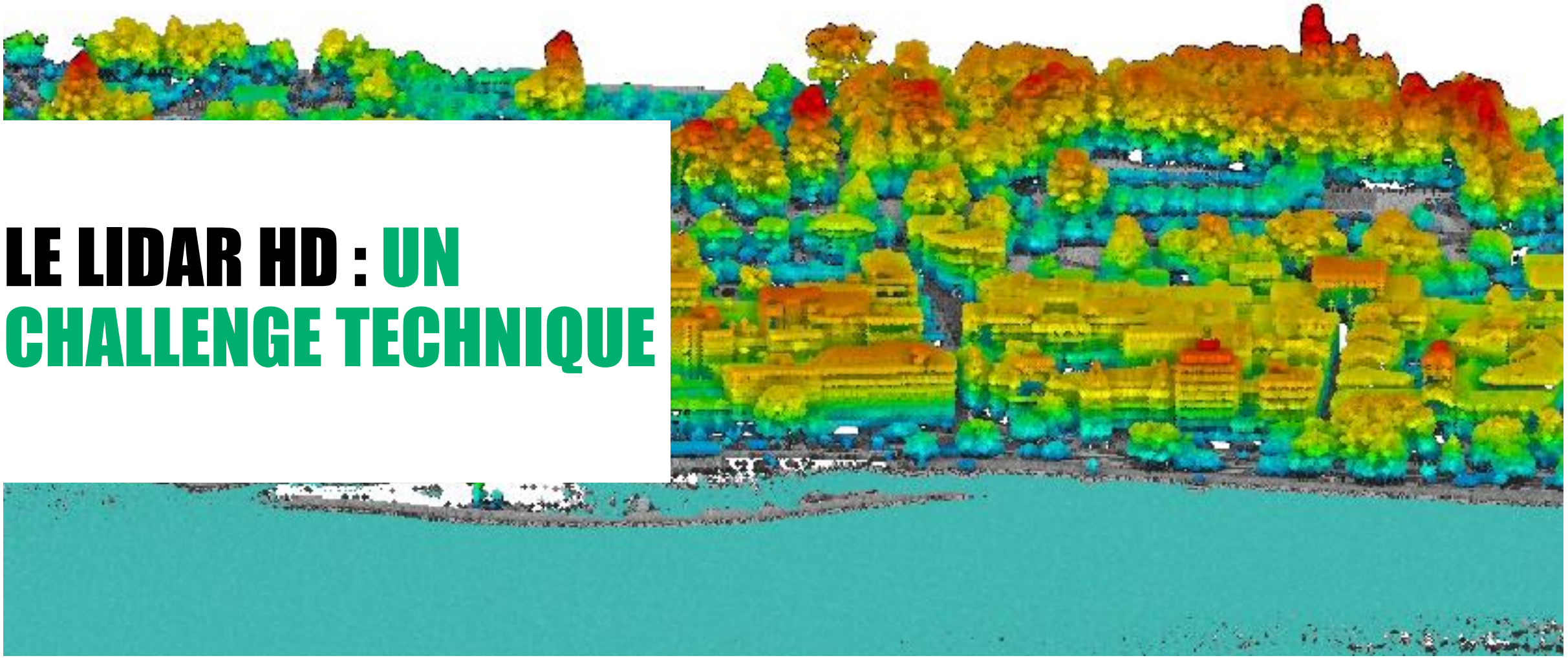
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

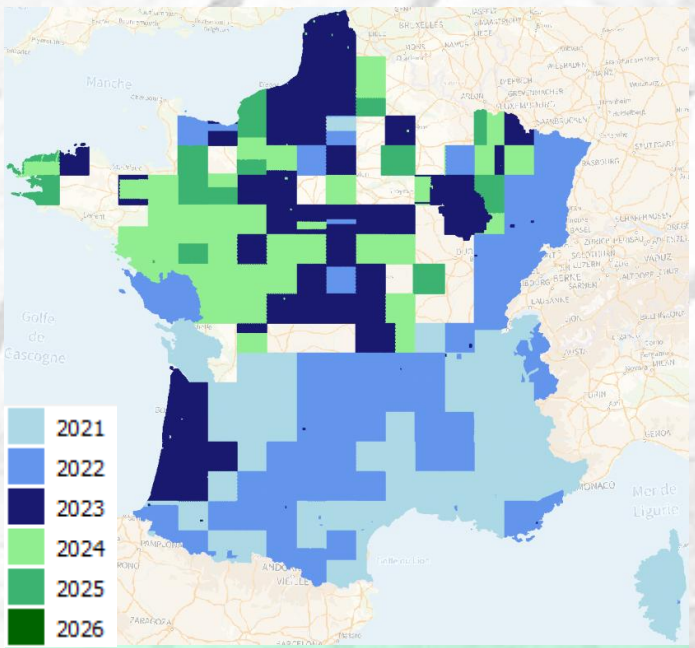
IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

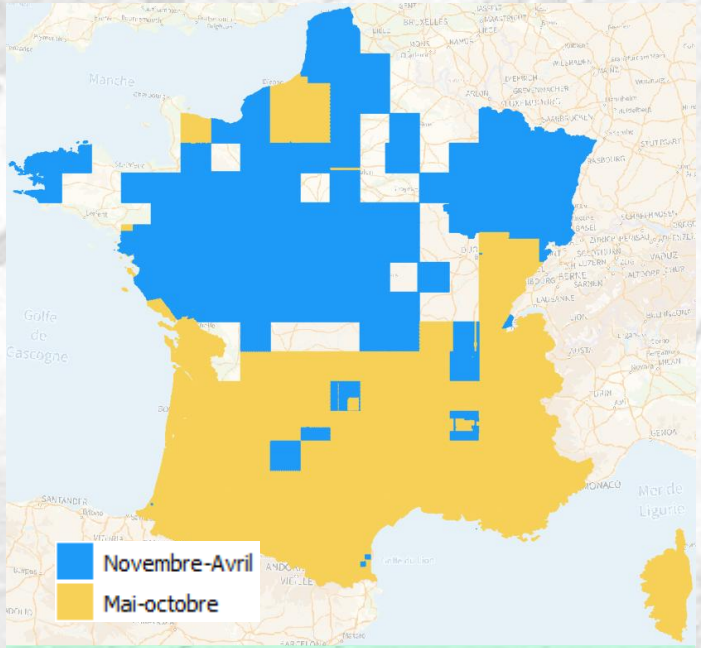


# LE LIDAR HD : UN CHALLENGE TECHNIQUE

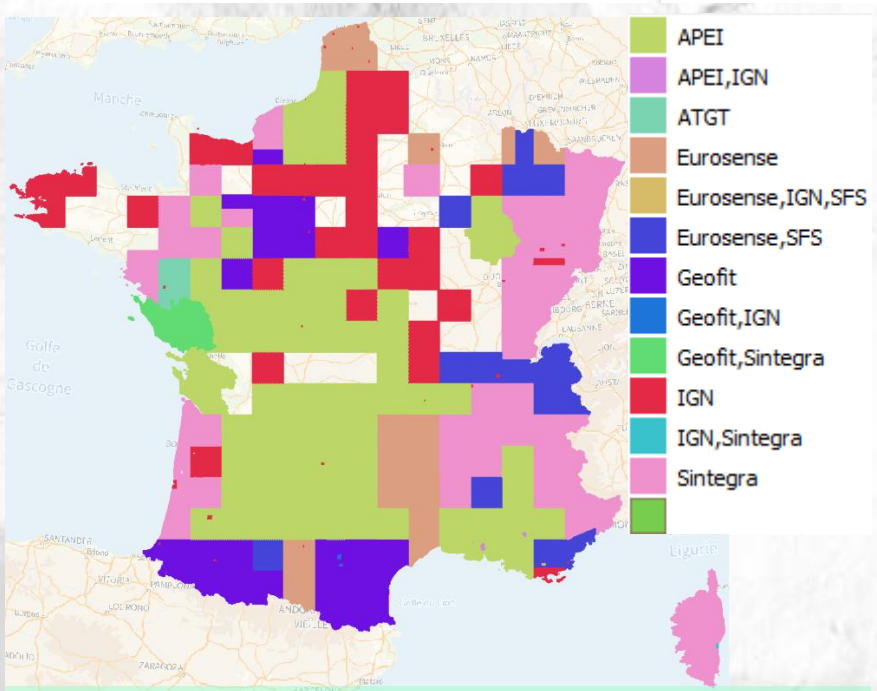
# DES CONDITIONS D'ACQUISITION VARIABLES




Différentes **années**

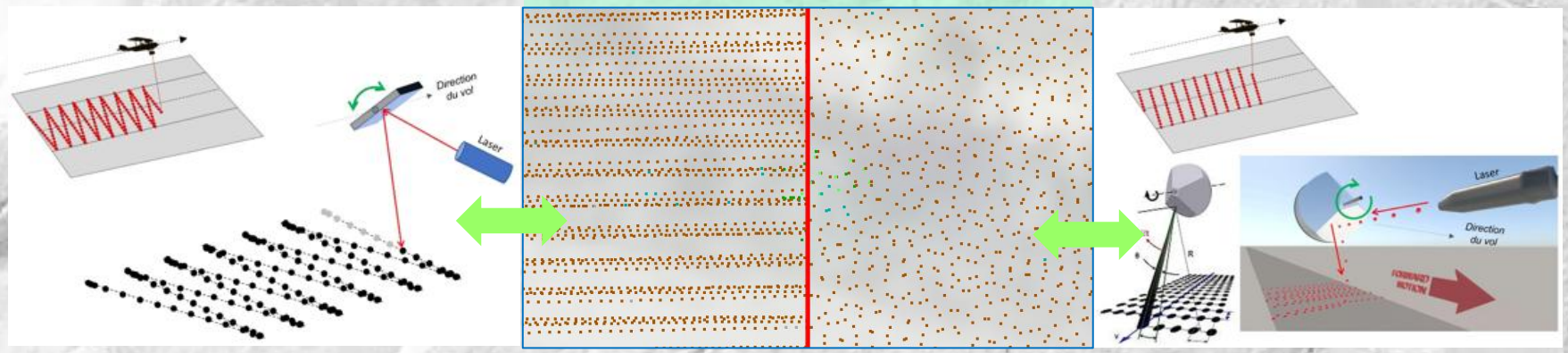



Différentes **saisons**




Différents **opérateurs**

Différents **capteurs**




Différents **systèmes de référence**




**Avec des conséquences inévitables sur l'homogénéité des données**

# DES SPÉCIFICATIONS IDEALES DIFFICILEMENT ATTEIGNABLES

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

## EN THÉORIE

L'objectif est « d'arroser » le terrain avec **10 impulsions / m²** (5 points /m² au dessus de 3200 m d'altitude)

Impulsion = n points LiDAR HD (échos)

## DANS LA PRATIQUE

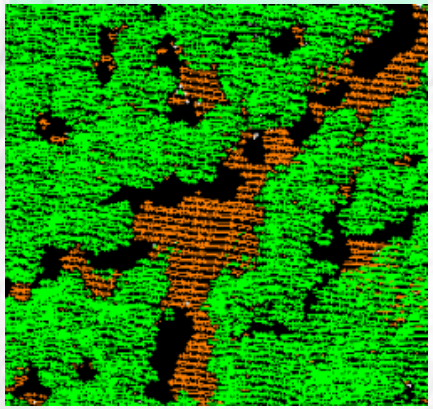
De multiples **contraintes opérationnelles** :

- météo,
- réglementation,
- horaires et dates,
- techniques (capteurs),
- marées, etc.

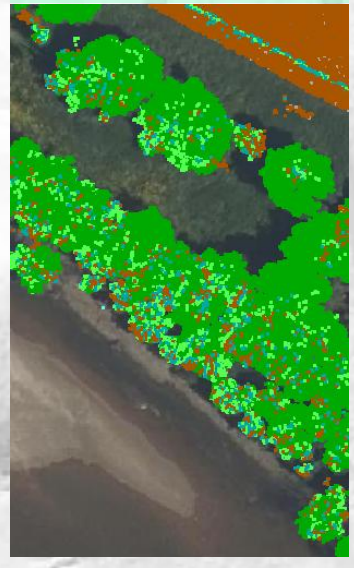
ZICAD (Zones interdites)



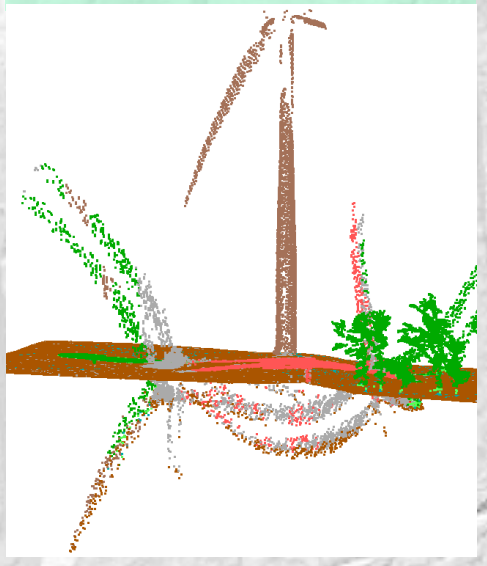
Occultations



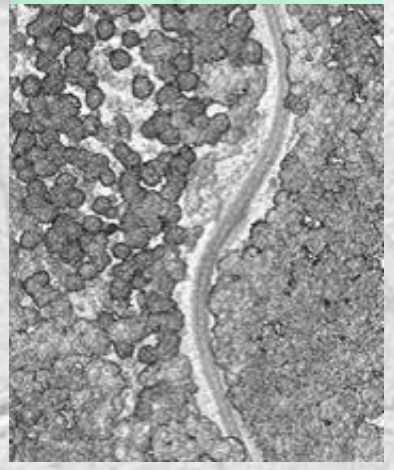
Crues



Artéfacts (fautes de mesure)



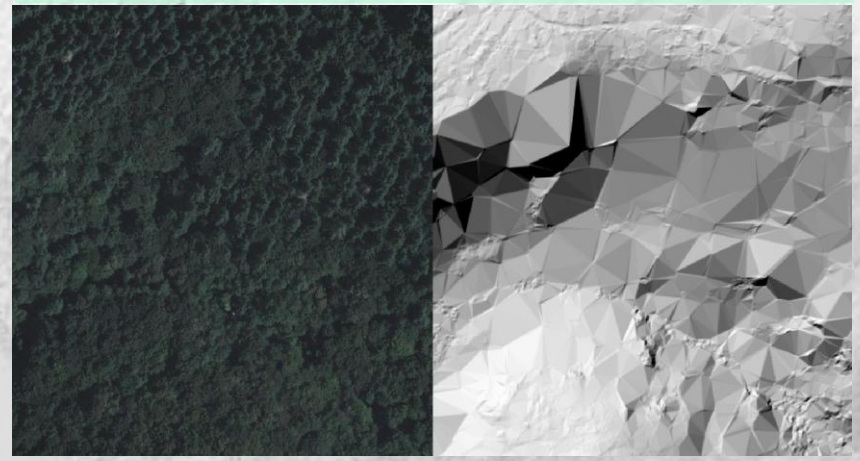
Intensité non homogène



Estran



Végétation dense

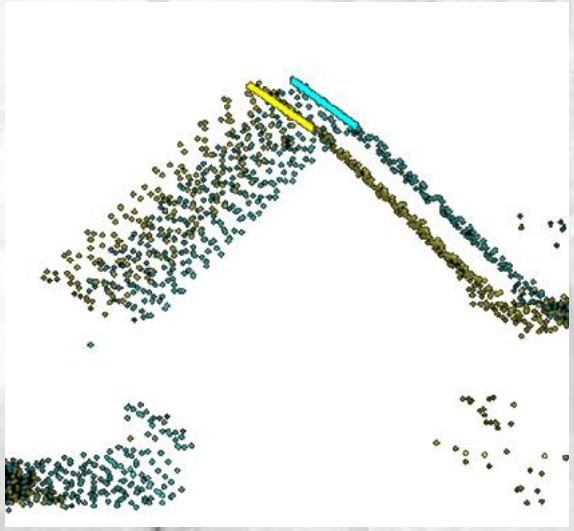


# CONTRÔLE DE LA QUALITÉ GÉOMÉTRIQUE

La qualité du positionnement des points LiDAR est déterminée par des seuils d'acceptabilité portant sur :

1. La **cohérence relative** entre les points des bandes de vol en recouvrement
2. La **précision absolue** des points LiDAR HD

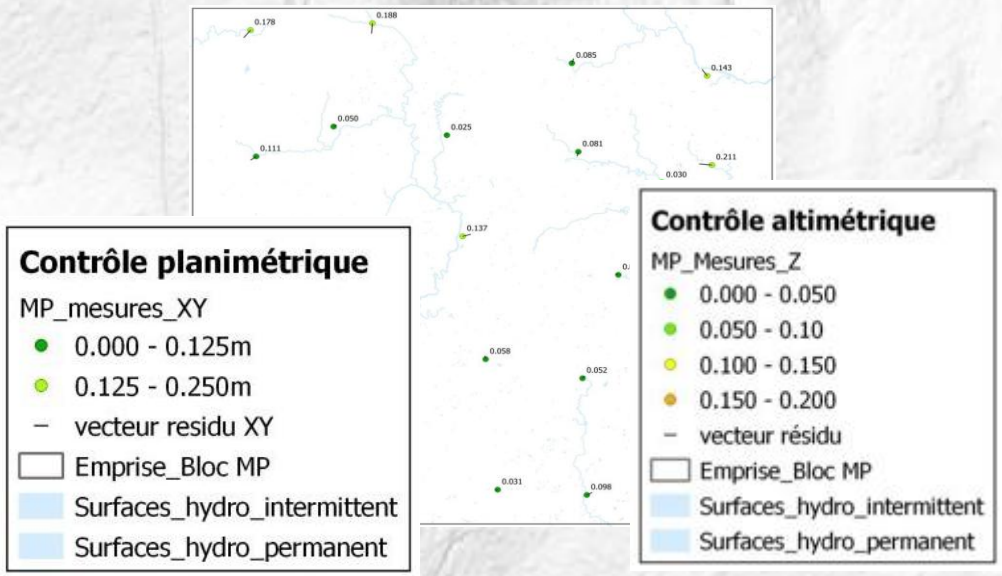
## POSITIONNEMENT RELATIF



Mesure des écarts entre **"tie-lines"** de bandes différentes

La moyenne des écarts entre les traits **bleus** et les traits **jaunes** ne doit pas excéder **25 cm en XY** et **5 cm en Z**

## POSITIONNEMENT ABSOLU




Mesure des écarts sur quelques dizaines de points avec des références

La REMQ *(= Racine de l'Erreur Moyenne Quadratique)* ne doit pas excéder **50 cm en XY** et **10 cm en Z**

**La qualité géométrique n'est pas garantie partout**
**Parfois, il est nécessaire de revoler plusieurs mois plus tard**

# CLASSEMENT DES POINTS : UNE CIBLE THÉORIQUE

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

## LES CLASSES

| Valeur | Description |
|---|---|
| 1 | Non classé |
| 2 | Sol |
| 3 | Végétation basse (0-50 cm) |
| 4 | Végétation moyenne (50 cm-1,50 m) |
| 5 | Végétation haute (+1,50 m) |
| 6 | Bâtiment |
| 9 | Eau |
| 17 | Tablier de pont |
| 64 | Sursol pérenne |
| 66 | Points virtuels |
| 67 | Divers - bâtis |

Classes par défaut de la norme LAS

Classes ajoutées pour le LiDAR HD

La définition des classes est relativement **théorique**

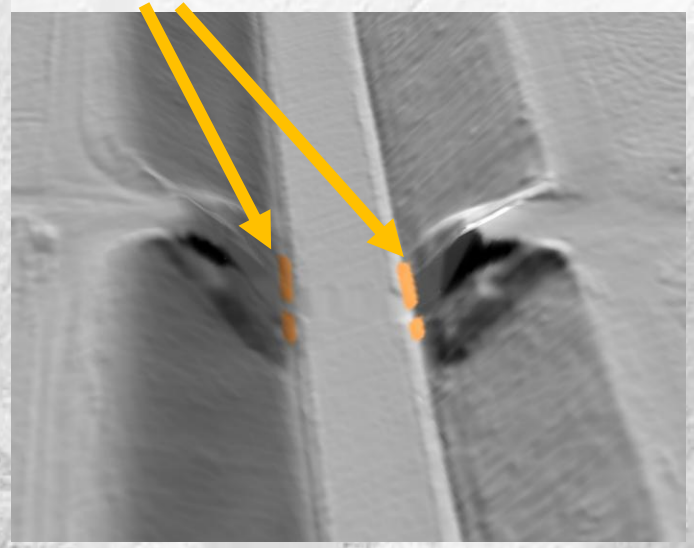
Il s'agit plutôt d'une **cible** pour les procédés de classement

**Les résultats comportent inévitablement des erreurs**

**Sol :** naturel ou artificiel. Y compris : dépôts agricoles, tas de terre, carrières, etc.

**Sursol pérenne :** éoliennes, antennes, haubans, etc.

**Points virtuels :** « synthétiques », calculés à partir de lignes de rupture de pente





# DIFFÉRENTES MÉTHODES DE CLASSEMENT

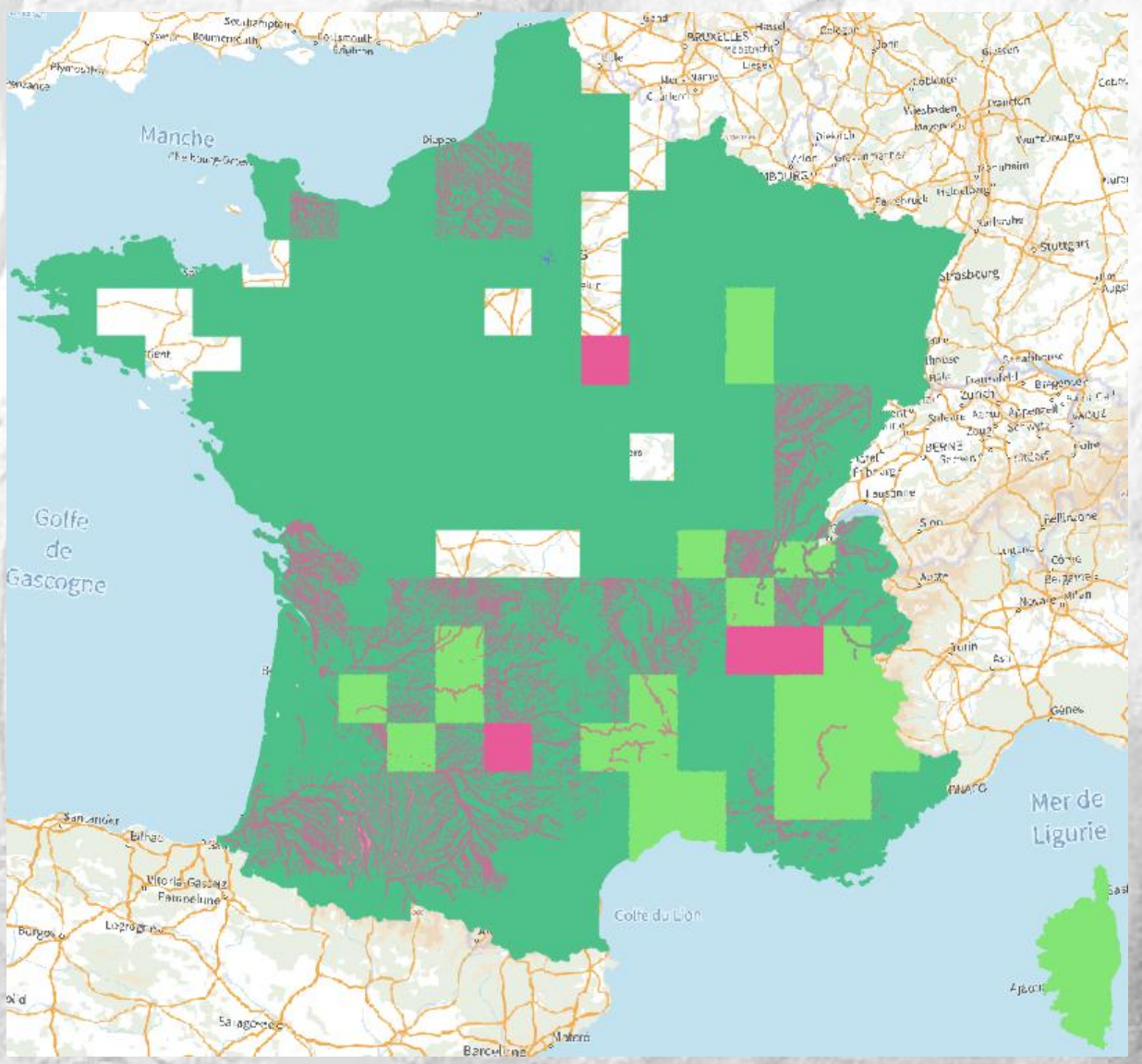
## PROCÉDÉS DE CLASSEMENT

Classement par un **procédé automatique par IA** développé par l'IGN

Classement opéré par un **sous-traitant** (en partie **manuel**)

Application de **traitements complémentaires**

- Pas de **reprise des erreurs** remontées par les utilisateurs
- La **qualité** du classement est déterminée par le procédé utilisé
- Les contraintes budgétaires ont contraint à concevoir et privilégier des **méthodes automatiques**



# CLASSEMENT AUTOMATIQUE IGN



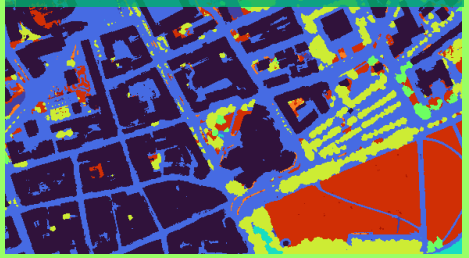
**BD ORTHO RGB**



**BD ORTHO NIR**



**OCS GE**



**BD TOPO**

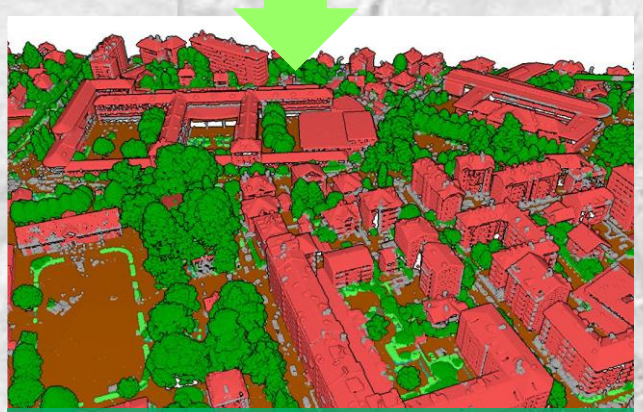




**Il n'y a pas de reprise manuelle en aval**

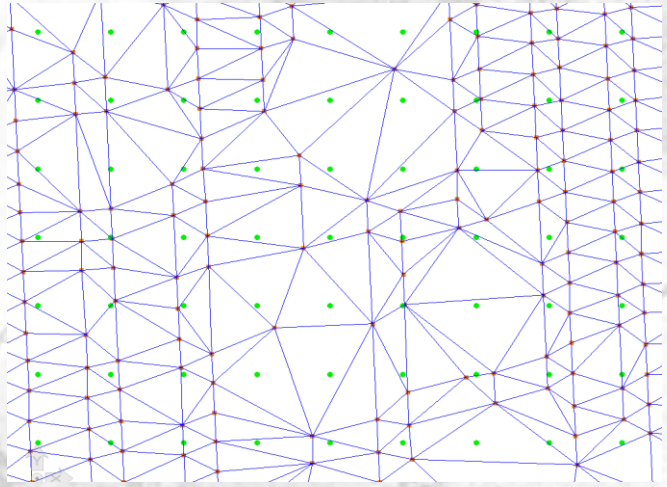
## CHAÎNE LIDAREXPRESS

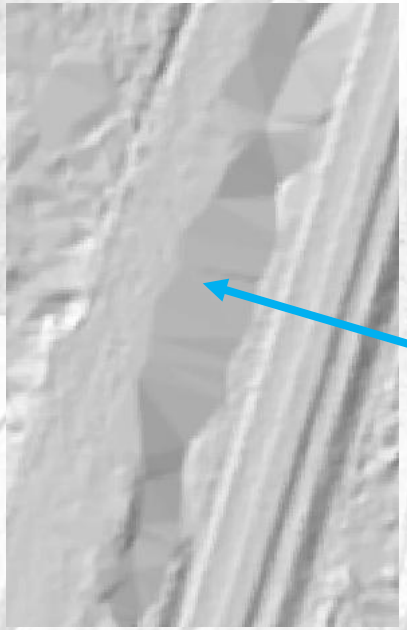
- **Myria3D** (Aerial Lidar HD Semantic Segmentation with Deep Learning)
  - 7 classes : sol, végétation, bâti, eau, pont, structure permanente, autre
  - architecture: RandLa-Net
  - modèle spécifique pour les DROM
- Combinaison avec d'**autres algorithmes**
- GPAO (**calcul distribué**)



**NUAGE CLASSÉ**

# CONSÉQUENCES SUR LE CAS D'USAGE INONDATION





Un déficit local de points au sol → effet de « triangulation » affecte la qualité du MNT

Des **traitements complémentaires** ont été développés et expérimentés sur certains secteurs

Ils sont destinés à mieux répondre au **besoin en prévention des risques d'inondation**

➡ **On améliore le classement des points au sol et la qualité du MNT**

**5 thématiques étudiées :**

- **Les tabliers de ponts** → généralisé à tout le territoire
- **Les berges de cours d'eau**
- **Les champs**

} traitements produits sur 44 000 km²

- Les digues
- L'écoulement des cours d'eau

} Expérimenté sur 10 000 km²

# TRAITEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Swiss LiDAR Day

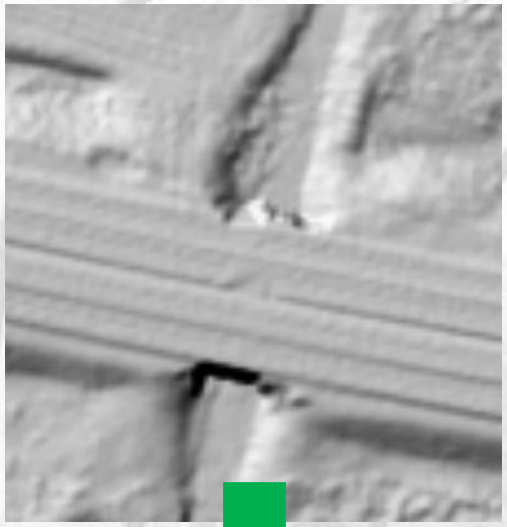
IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

Avant traitement

Après traitement

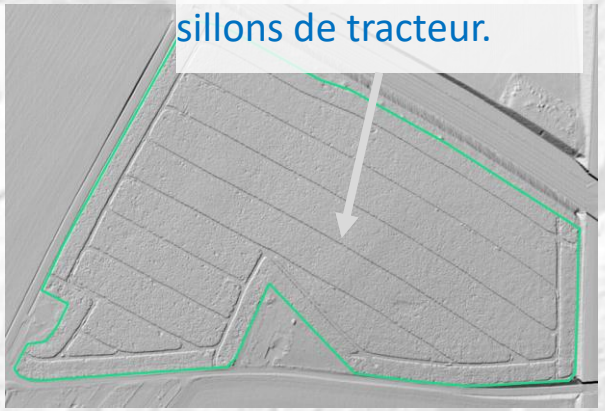
## Tabliers de ponts

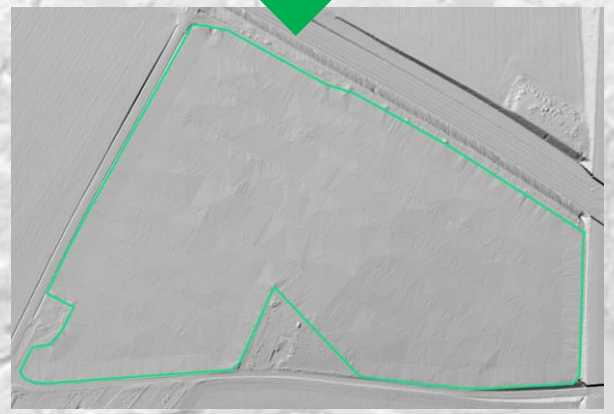




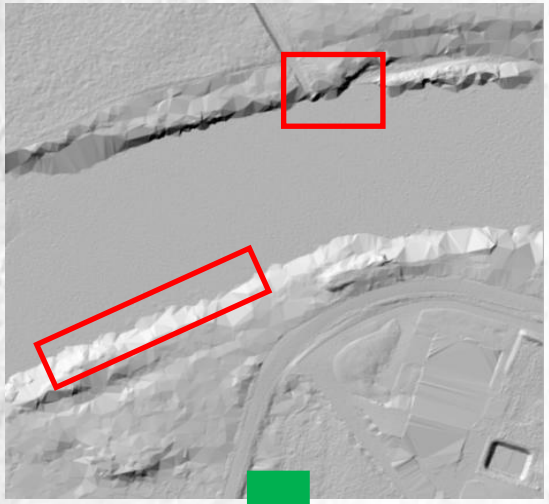
Dans le MNT résultant, le cours d'eau n'est plus bloqué par le pont

## Champs

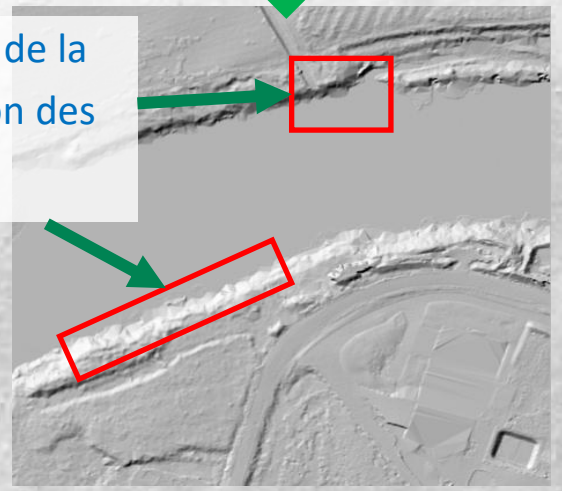


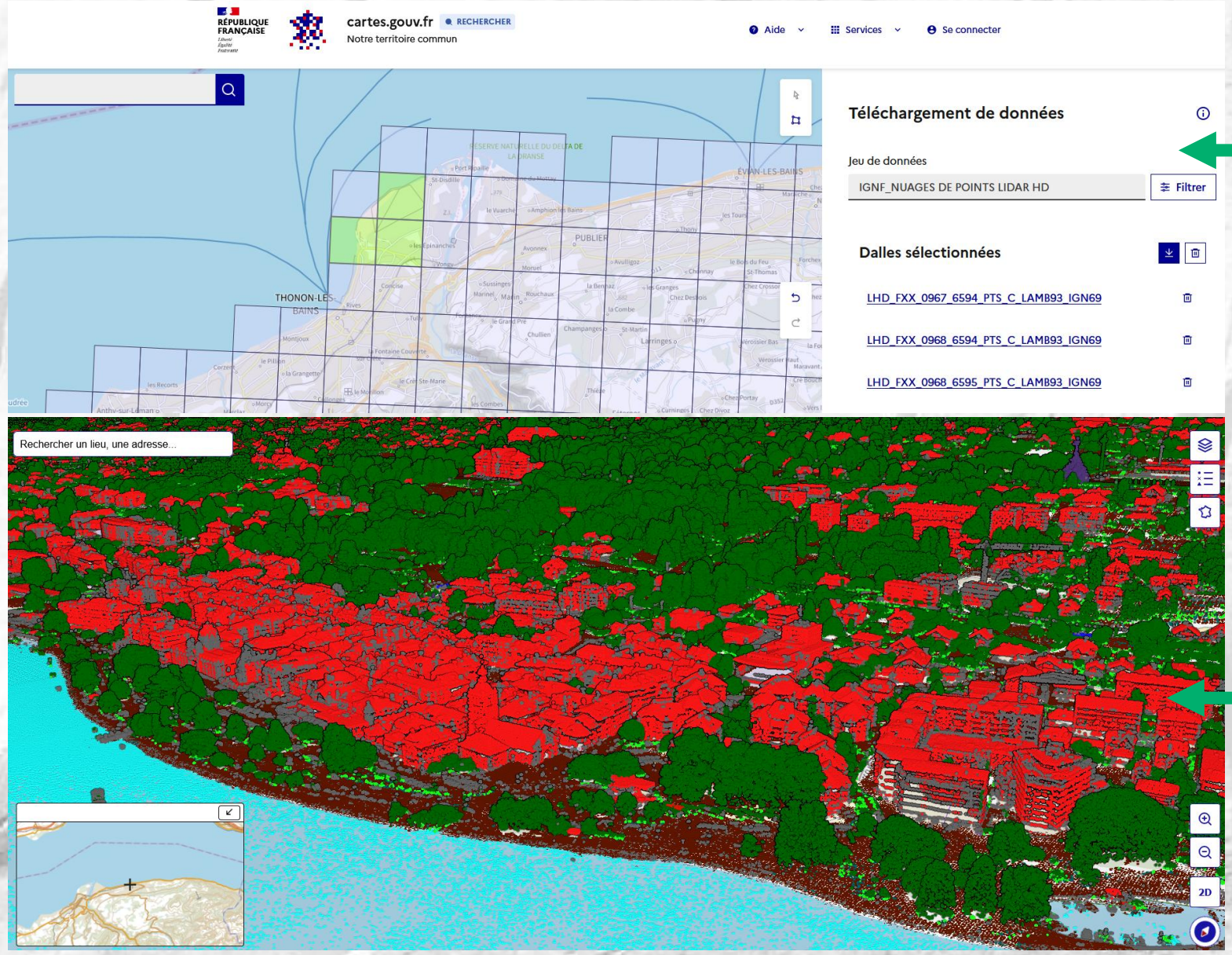
## Berges



Amélioration de la représentation des berges



# DIFFUSION




Hébergement sur la **Géoplateforme** de l'IGN

Interface dédiée sur **cartes.gouv.fr**

Divers moyens de charger les données

| | Fichiers | Flux |
|---|---|---|
| Nuages | LAS/COPC | EPT |
| Modèles | GeoTIFF | WMS/WMTS |
| Métadonnées | gpkg | WFS |

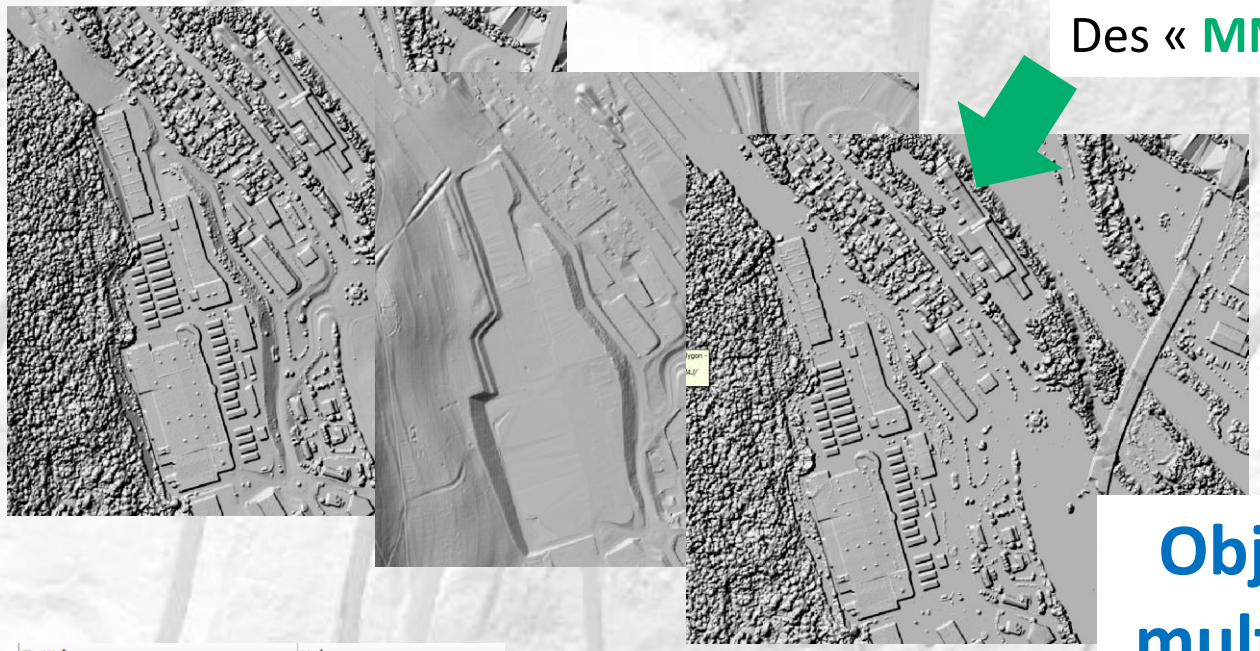
**Visionneuse 3D** interactive

# DIVERSES DONNÉES DÉRIVÉES

Swiss LiDAR Day

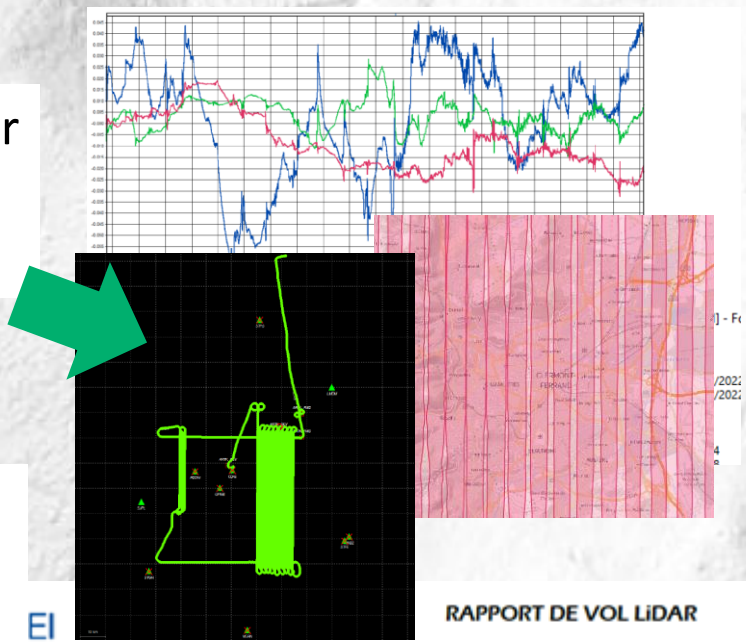
IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE



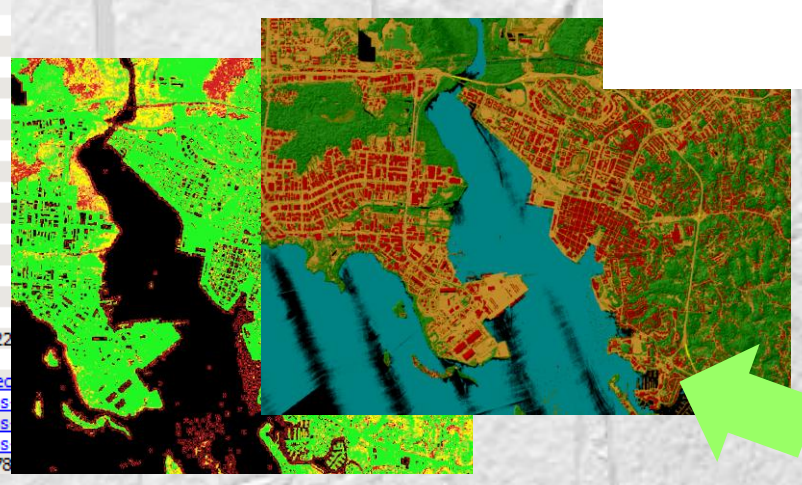
Des « **MNX** »

Informations sur les **acquisitions**

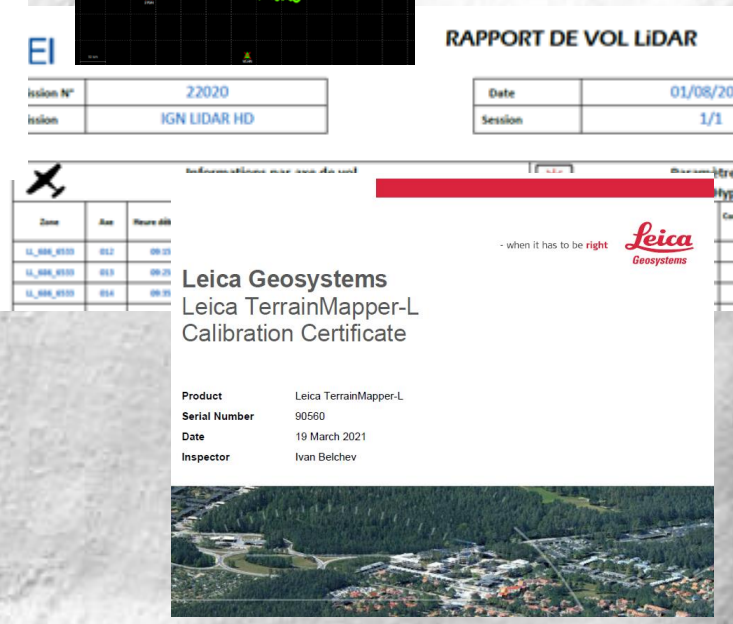


**Objectif : faciliter / multiplier les usages possibles**

| Entité | Valeur |
|---|---|
| **MTD_0626 — ignf_lidarhd_metadonneemetadata** | |
| nombre_points | 27474767 |
| (Dérivé) | |
| (Actions) | |
| fid | 132261 |
| coordonnees_nw | 0840-6399 |
| systeme_planimetrique | LAMB93 |
| systeme_altimetrique | IGN69 |
| date_debut_acquisition | 27/04/2022 |
| date_fin_acquisition | 30/05/2022 |
| date_edition | 13/08/2025 |
| procede_classement | IGN_AUTO_V5 |
| code_mission | 22LHD5ON |
| moa_acquisition | IGN |
| moe_acquisition | Sintegra |
| moe_classement_automa... | IGN |
| moe_classement_manuel | NR |
| capteur | {"RIEGL VQ-780 II-S:H222 |
| nombre_points | 27474767 |
| url_npl | https://data.geopf.fr/telec |
| url_mnt | https://data.geopf.fr/wms |
| url_mns | https://data.geopf.fr/wms |
| url_mnh | https://data.geopf.fr/wms |
| metadata | {"capteur": ["RIEGL VQ-78 |



Des **métadonnées** sémantique et raster



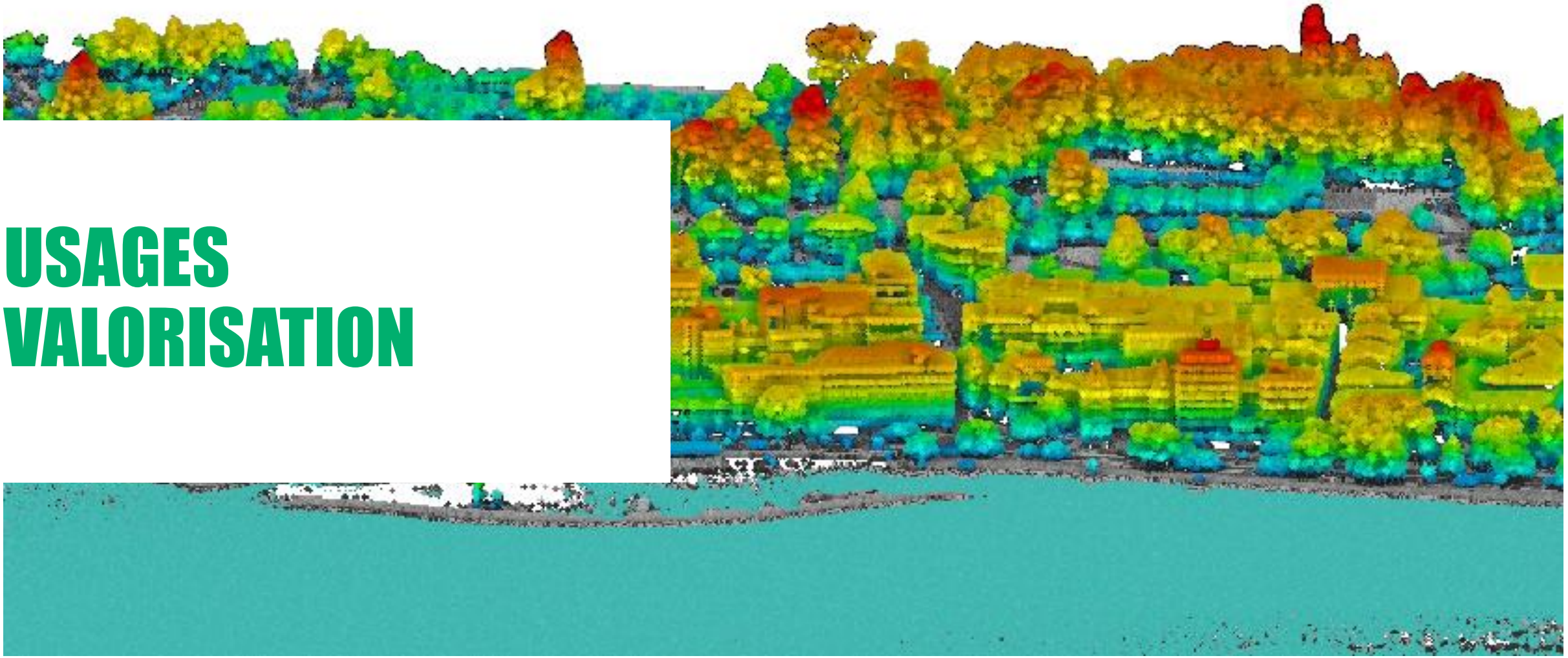
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

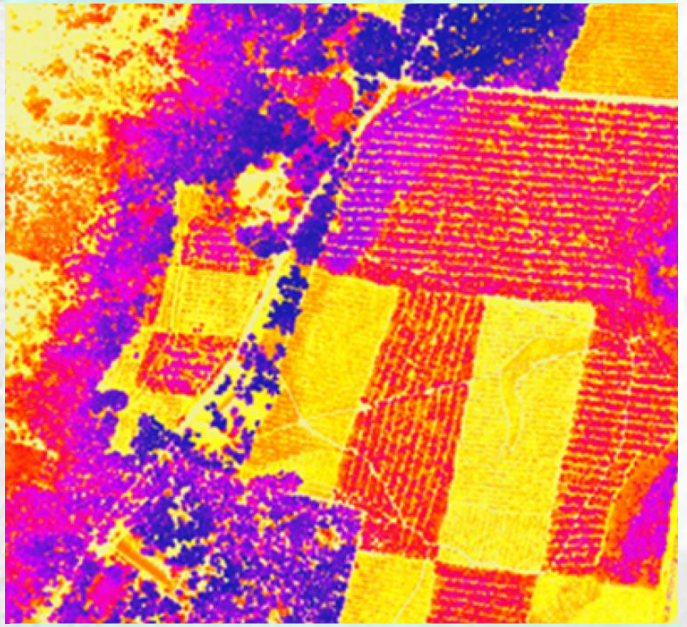


# USAGES VALORISATION

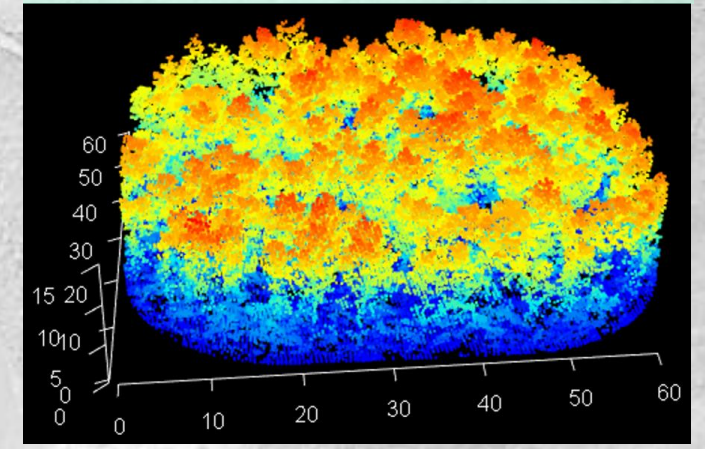
# USAGE FORÊT

- Pour **l'Office National des Forêts**, suivi « en continu » des peuplements forestiers : évaluer le patrimoine boisé, cartographie des variables forestières
- Contribuer aux **inventaires forestiers**
- Aider à la gestion des **risques naturels en forêt**
- Carte nationale de sensibilité au danger prévisible de **feux de forêts**

Carte de hauteur des arbres (ONF)



Feux de forêt (IGN/INRAE)



# USAGE RISQUES

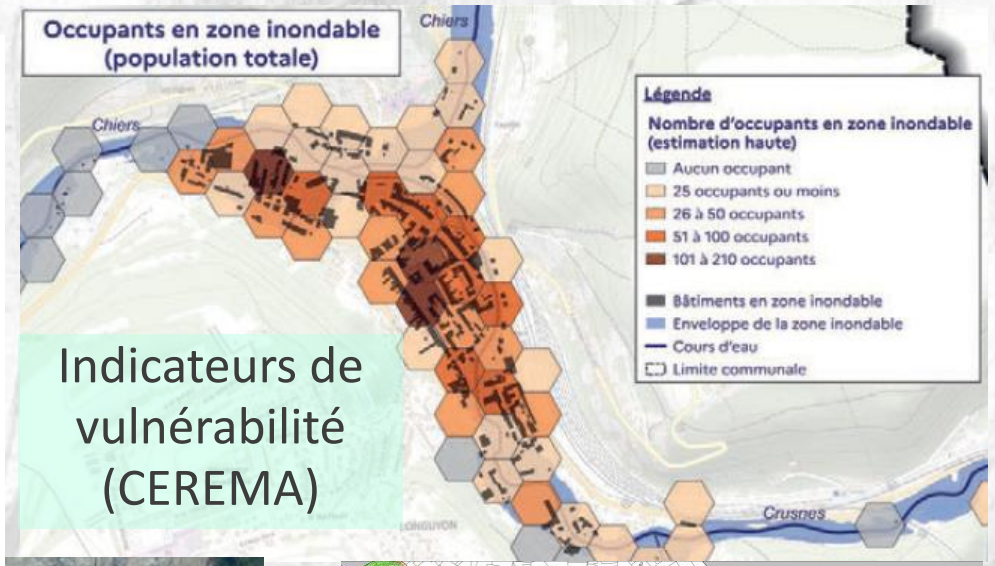
Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

Pour **la Direction Générale de la Prévention des Risques** :

- Prévention : inondation, éboulements, etc.
- Cartographie liée au risque inondation
- Améliorer et diminuer la vulnérabilité des territoires exposés

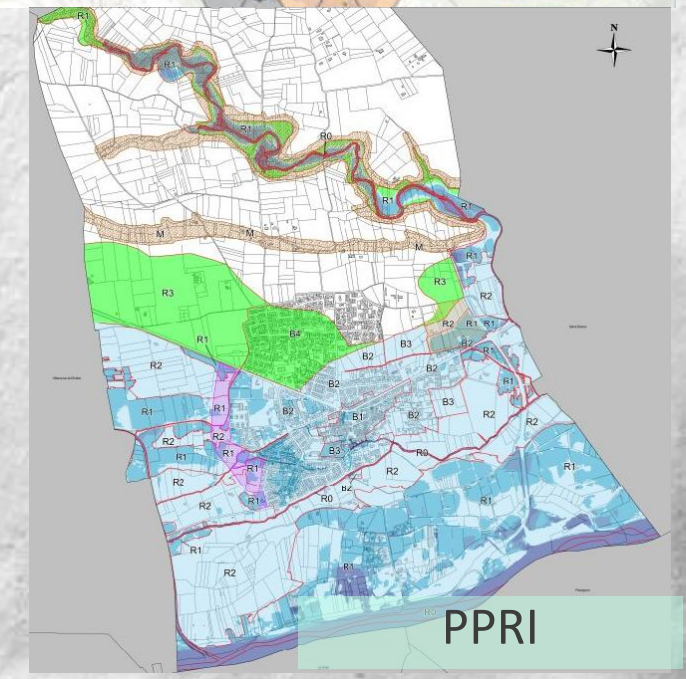



Indicateurs de vulnérabilité (CEREMA)









PPRI

# USAGE AGRICOLE

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

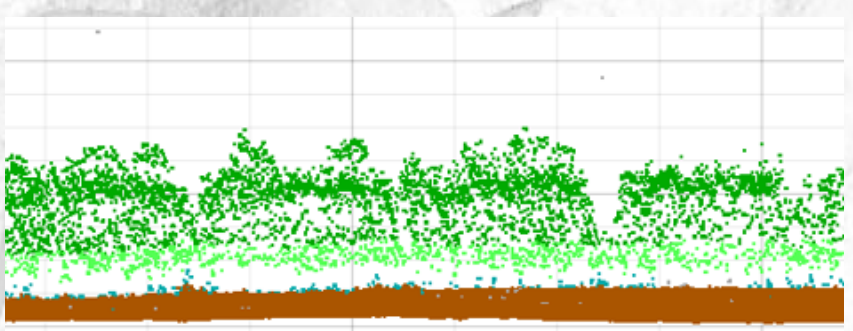
Pour le compte du **Ministère de l'Agriculture et de Souveraineté Alimentaire** :

Améliorer **le suivi des cultures** et la perception des aides perçues par les agriculteurs français au titre de la Politique Agricole Commune

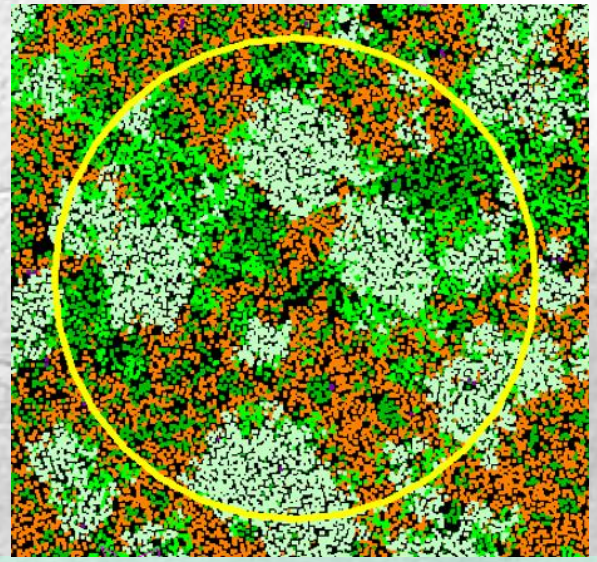
Cartographier les haies

Plus généralement, en réponse aux enjeux **environnementaux** :

- Calcul du potentiel photovoltaïque
- Appui à l'implantation des éoliennes
- Conservation de la biodiversité



Cartographie des haies

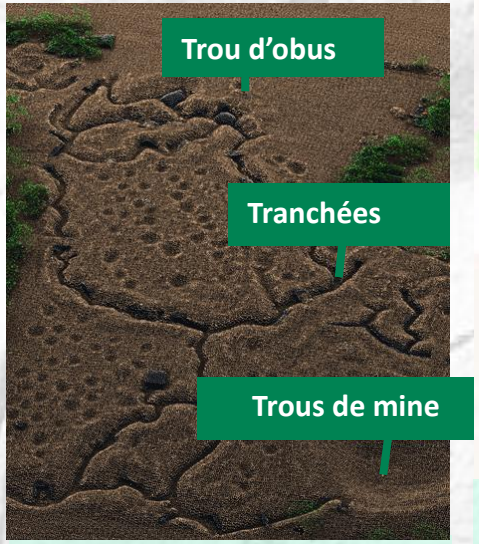


Calcul d'admissibilité à la aux aides PAC

# AUTRES EXEMPLES



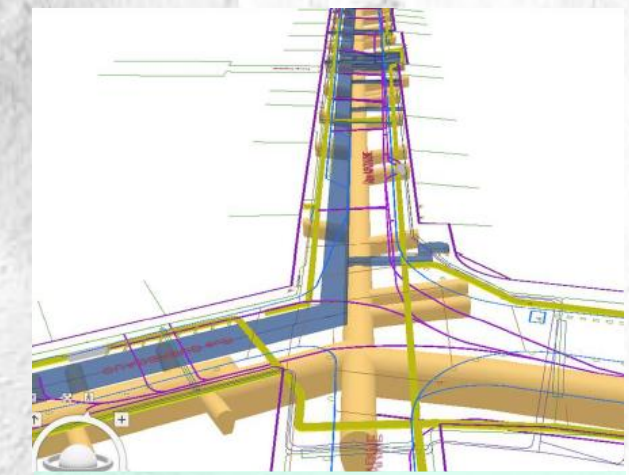
Recalage / détection de changement (IGN)




Archéologie (Stefan Lucien)



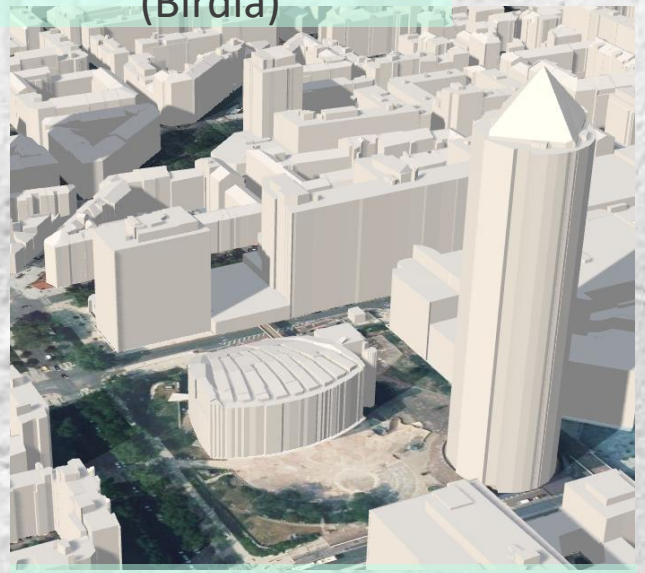

Diagnostic de toiture (Birdia)



Plan de surface pour réseaux 3D (Avineon)



Volume de végétation en ville



Modélisation LOD 2.2 (IGN)



Cadastre solaire précis (Cythelia Energy)

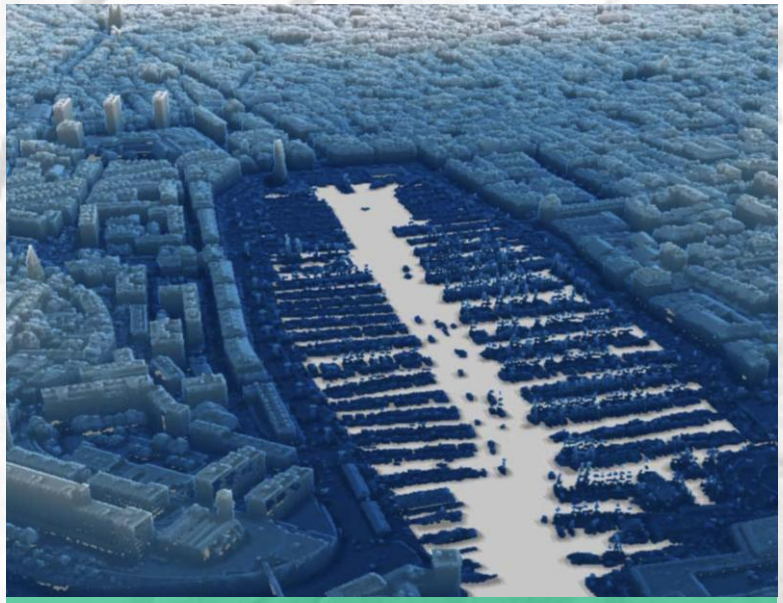
# JUNN : LE JUMEAU NUMÉRIQUE NATIONAL FRANÇAIS

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

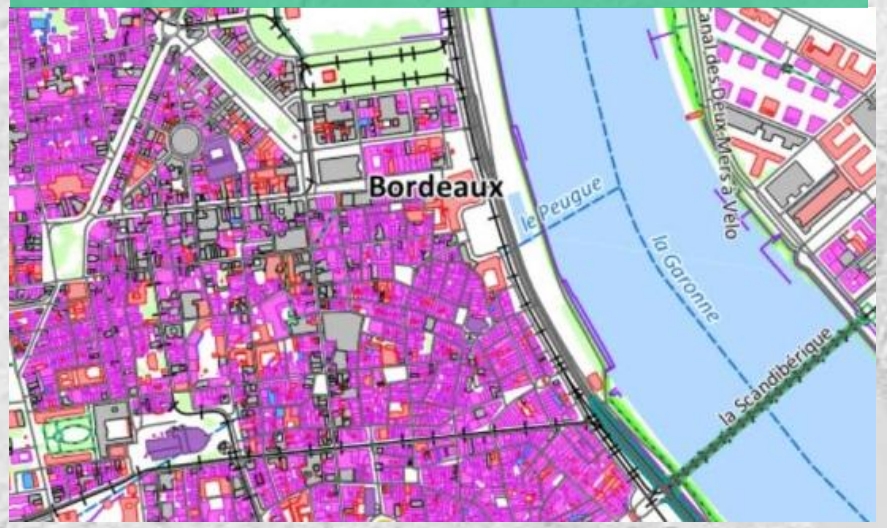
## TROIS SOURCES DE DONNÉES



**LiDAR HD**

**BD TOPO**

Base de données topographique nationale






**PCRS**

Orthophoto de résolution 10 cm

# JUNN : LE JUMEAU NUMÉRIQUE NATIONAL FRANÇAIS

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

## DIFFÉRENTES APPROCHES DE CONSTRUCTION



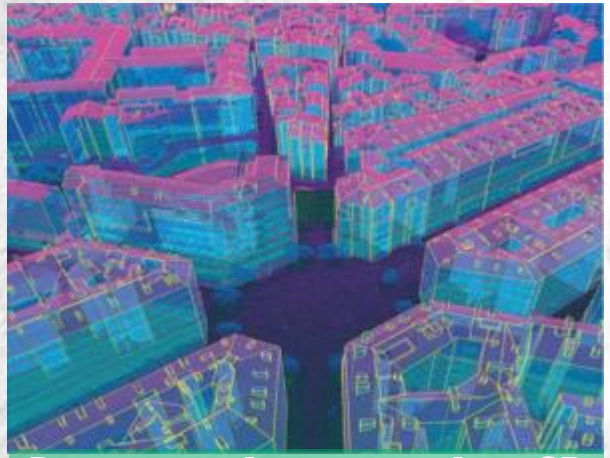
**Mesh 3D non texturé**
**Technologie IGN WASURE**



**Mesh 3D texturé**
**Technologie IGO**



**Modèle 3D vecteur**
**Technologie Siradel**



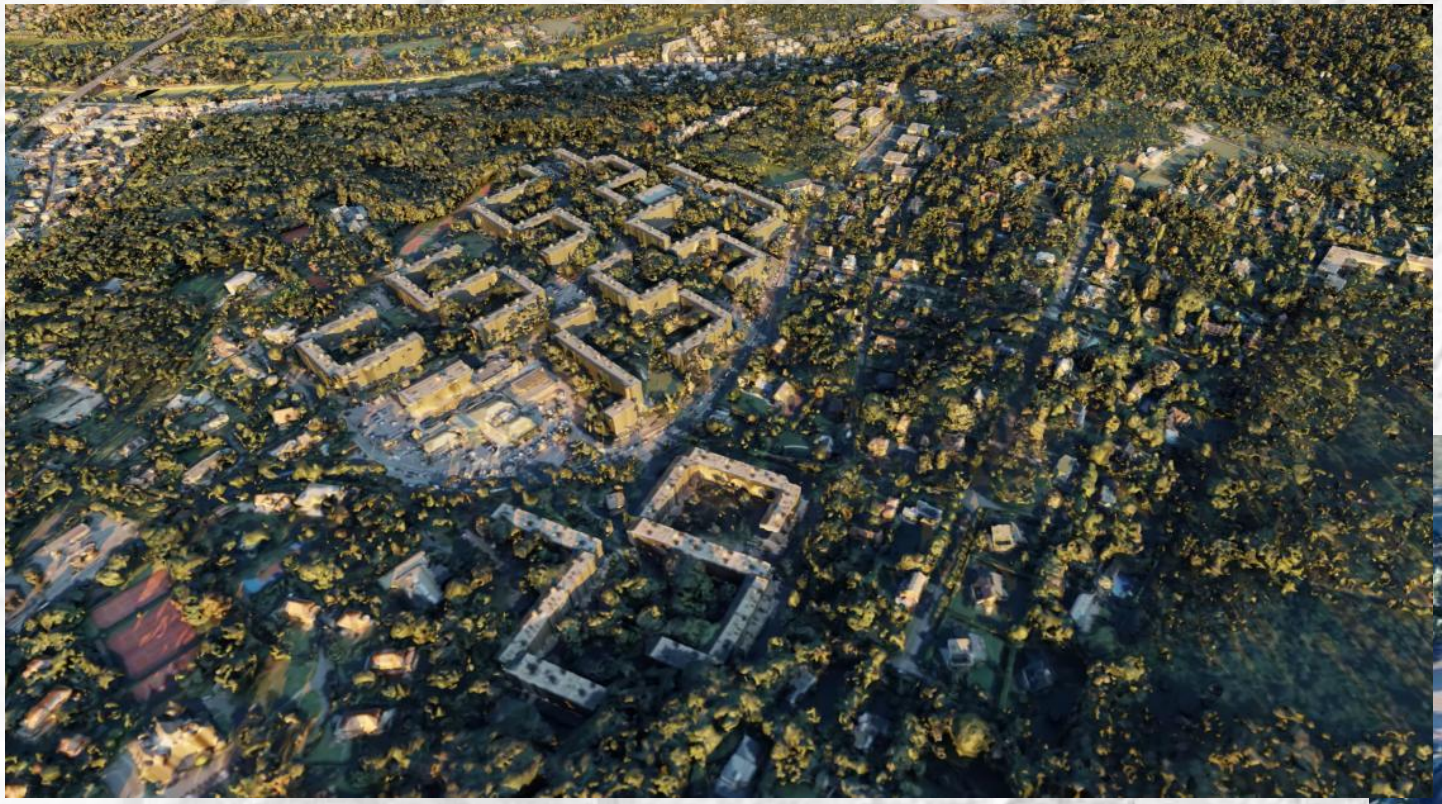
**Reconstruction automatique 3D**
**Technologie Lux Carta Simplicity**

Principe général :

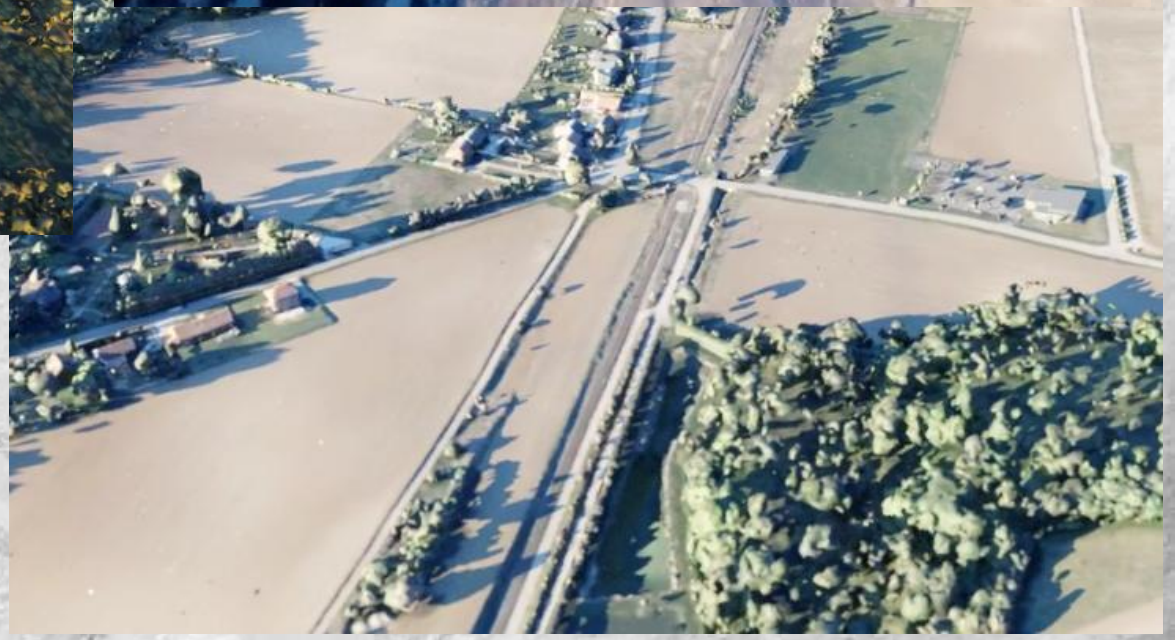
1. s'appuyer sur la géométrie LiDAR HD pour un premier modèle
2. Cibler la mise à jour par image sur les zones de changements

Travaux de recherche pour mosaïquer la mise à jour.

# TECHNOLOGIE WASURE







Exemples de scènes générées au moyen de **WASURE**, outil issu du laboratoire Lastig de l'IGN

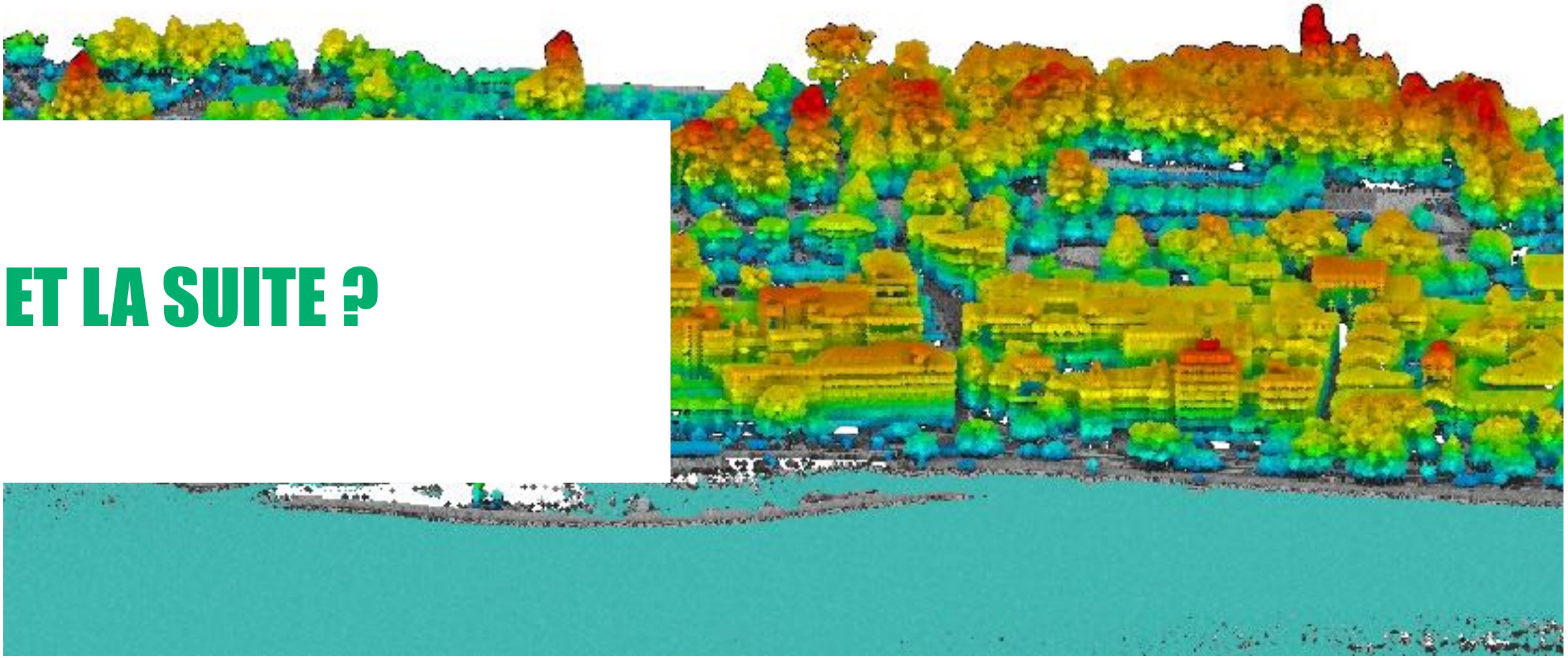
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE



# ET LA SUITE ?

# BILAN DU PROGRAMME

Le **programme a rempli globalement ses objectifs** :

- appui des politiques publiques
- diffusion la plus large possible avec du support afin de susciter un maximum d'utilisations

→ satisfaction des utilisateurs avec néanmoins des points d'amélioration : sur les délais, l'homogénéité, la qualité du classement, la communication, etc.

**Côté technique :** l'IGN a énormément gagné en expérience et savoir-faire (sur la technologie LiDAR, sur la gestion de chantiers volumineux)
→ **capitaliser, continuer sur cette lancée**

# ENJEUX D'UN NOUVEAU PROGRAMME

Swiss LiDAR Day

IGN INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE

## Les enjeux d'un futur programme :

- **Mettre à jour** la couverture LiDAR HD pour les besoins des politiques publiques
- Faire **évoluer les spécifications** pour une adéquation aux besoins encore meilleure
- Améliorer les **processus** (IA), tirer parti des **évolutions technologiques**, réduire **l'empreinte carbone**
- **Etudier les modalités** d'intégration de données LiDAR acquises par des partenaires pour la MAJ d'un référentiel national

**Condition structurante : son financement**

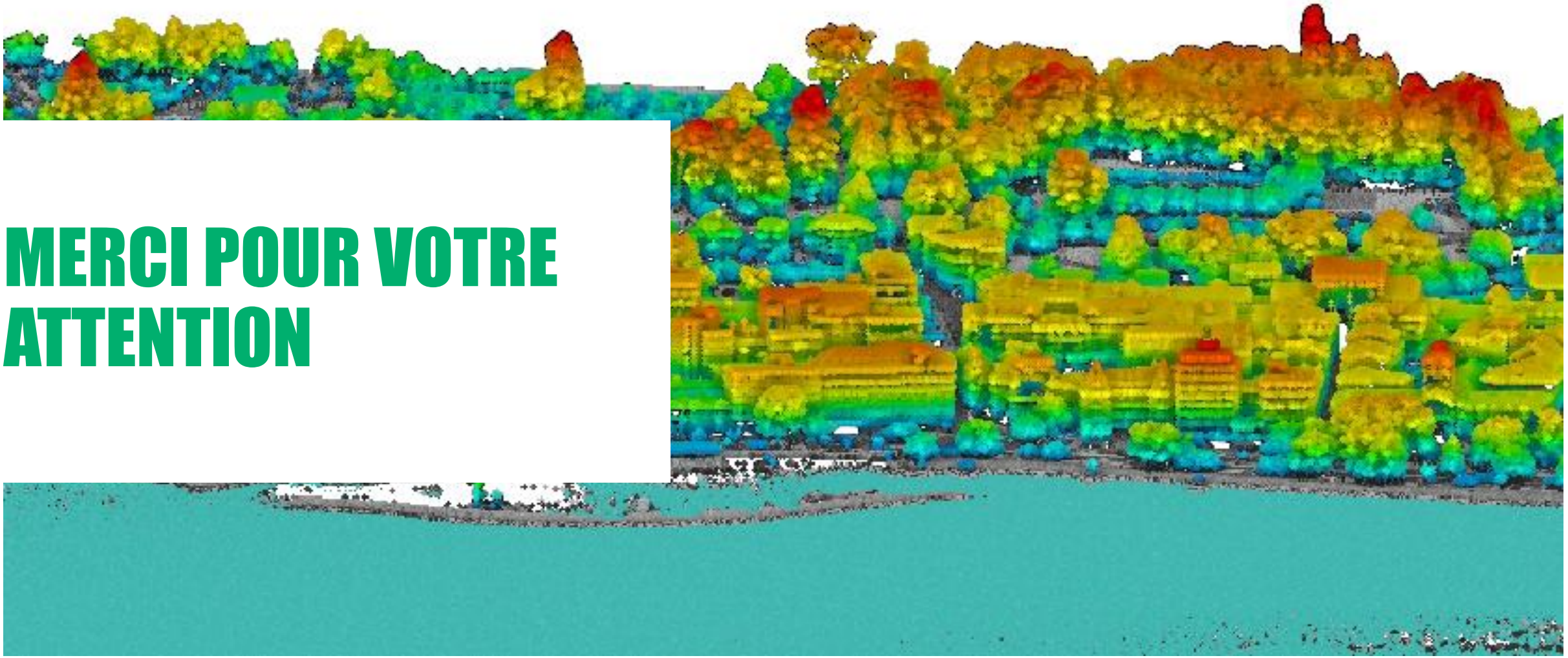
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

FRANCE RELANCE

Swiss LiDAR Day

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

CHANGER D'ÉCHELLE



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION