



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

**CHANGER
D'ÉCHELLE**

France RELIEF

Expérimentation sur l'Isère

2025

- Contexte
 - France RELIEF, future génération de produits altimétriques de l'IGN
 - Objectifs de l'expérimentation
- Description des produits expérimentaux
 - Contenu des données
 - Accès aux données
- Annexes : Spécifications techniques
 - Nomenclature des fichiers
 - Emprises des dalles et résolution des rasters
 - Attributs des nuages de points
 - Liste et description des métadonnées
 - Estimation des erreurs du MNT

Contexte

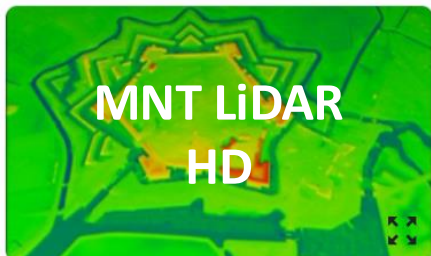
Évolution de l'offre de produits altimétriques

Offre historique – production du référentiel arrêtée

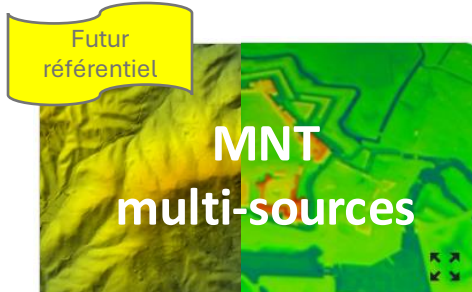
Référentiel
actuel

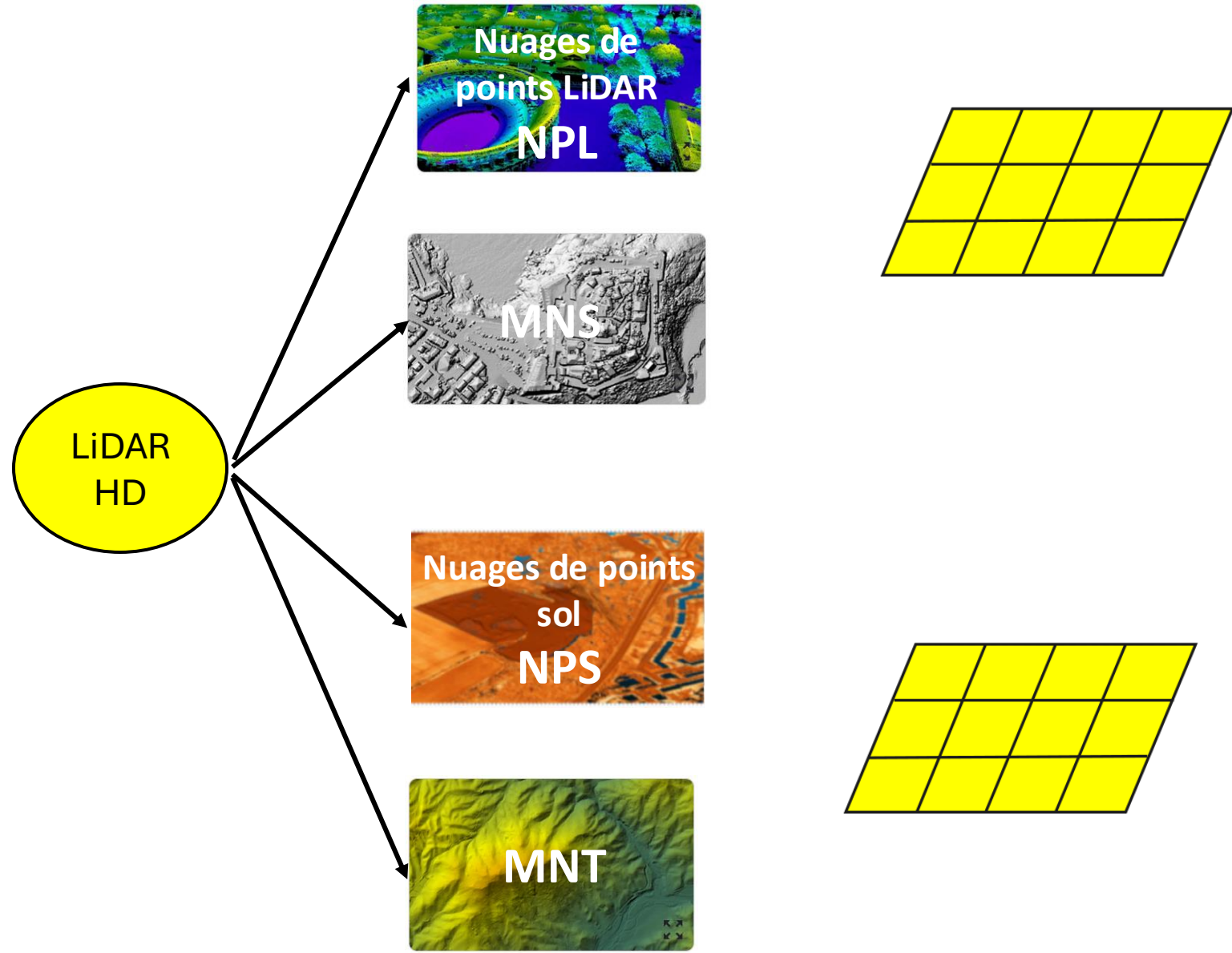


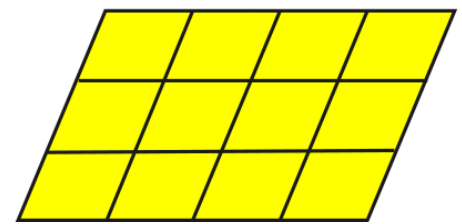
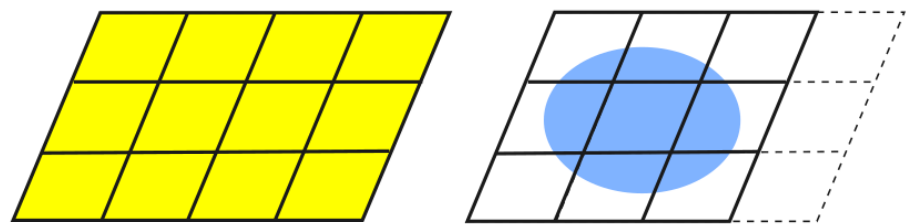
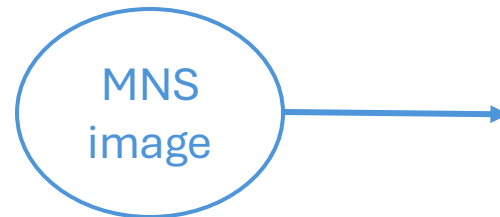
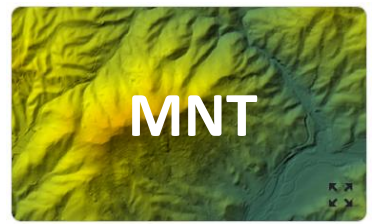
Offre LiDAR HD – en cours de production/diffusion

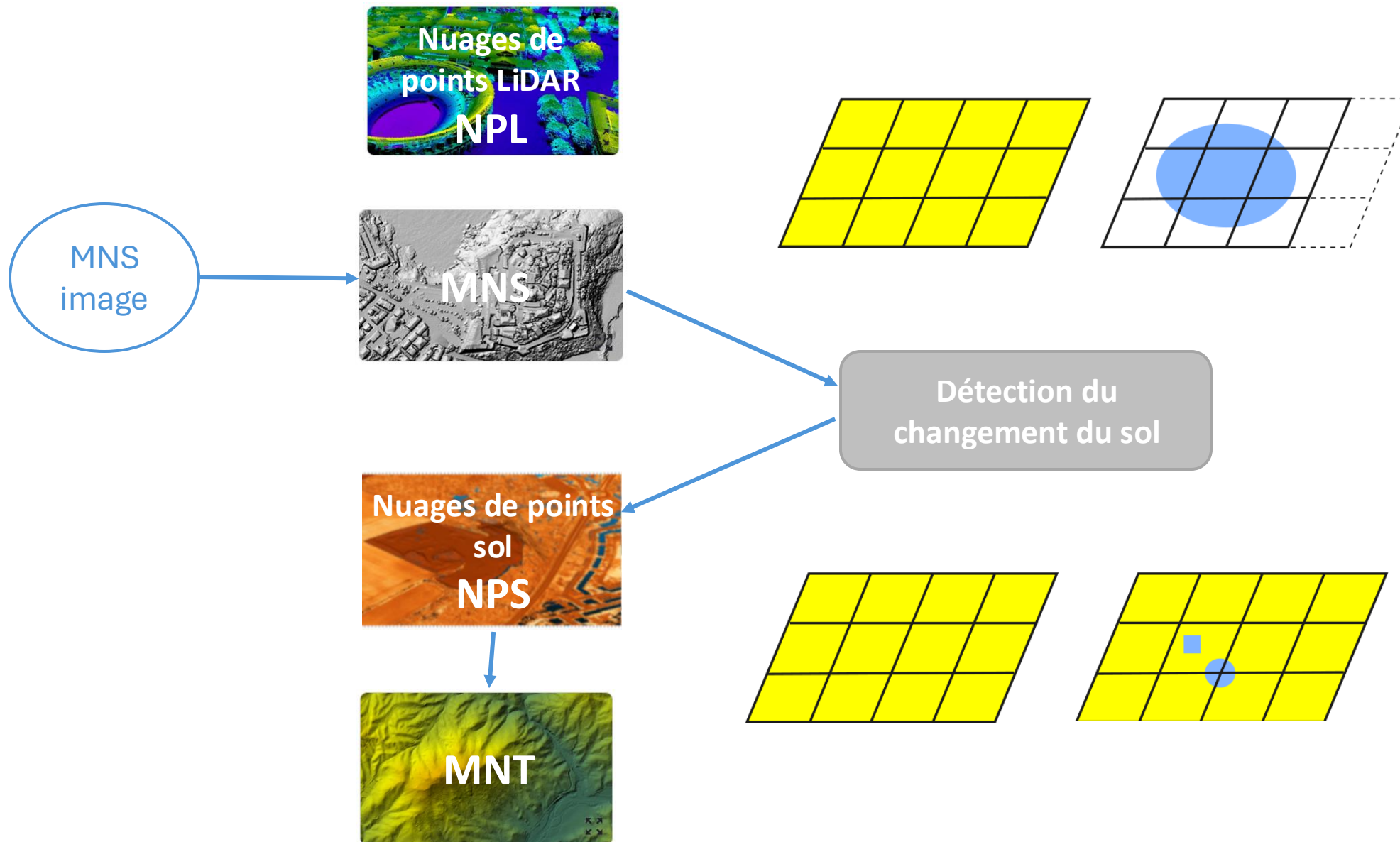


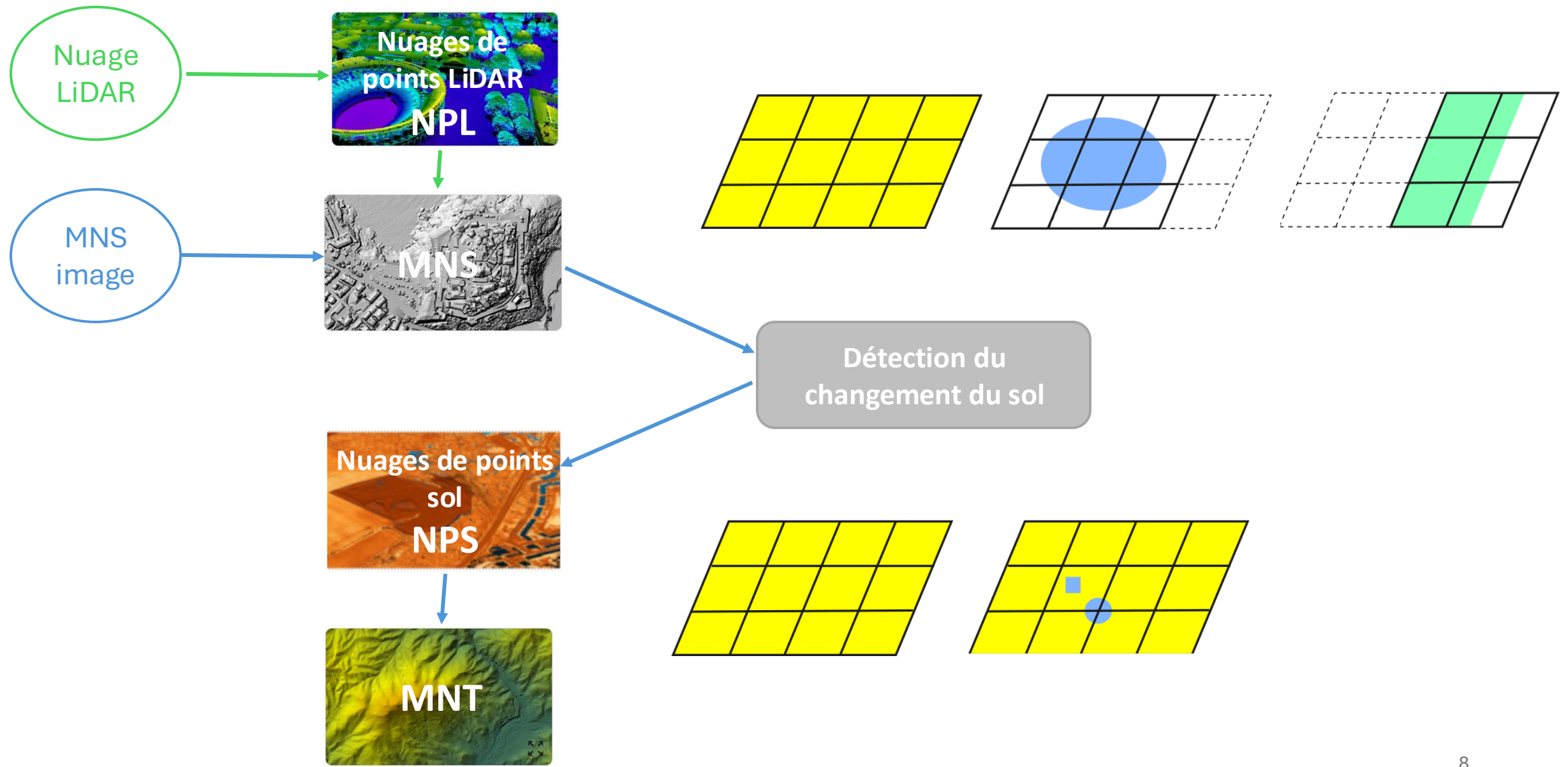
Offre France RELIEF – LiDAR HD et images aériennes régulières

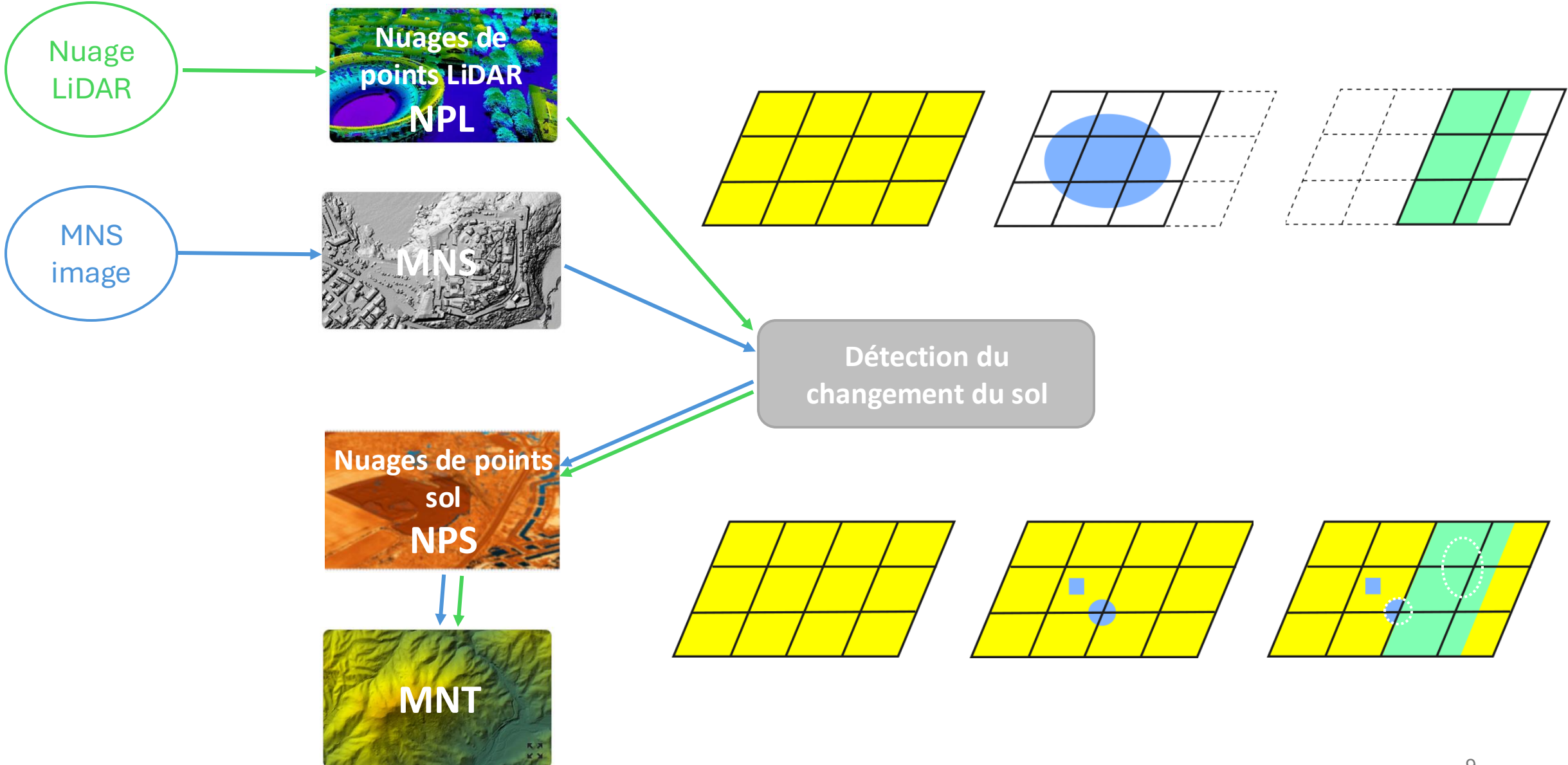








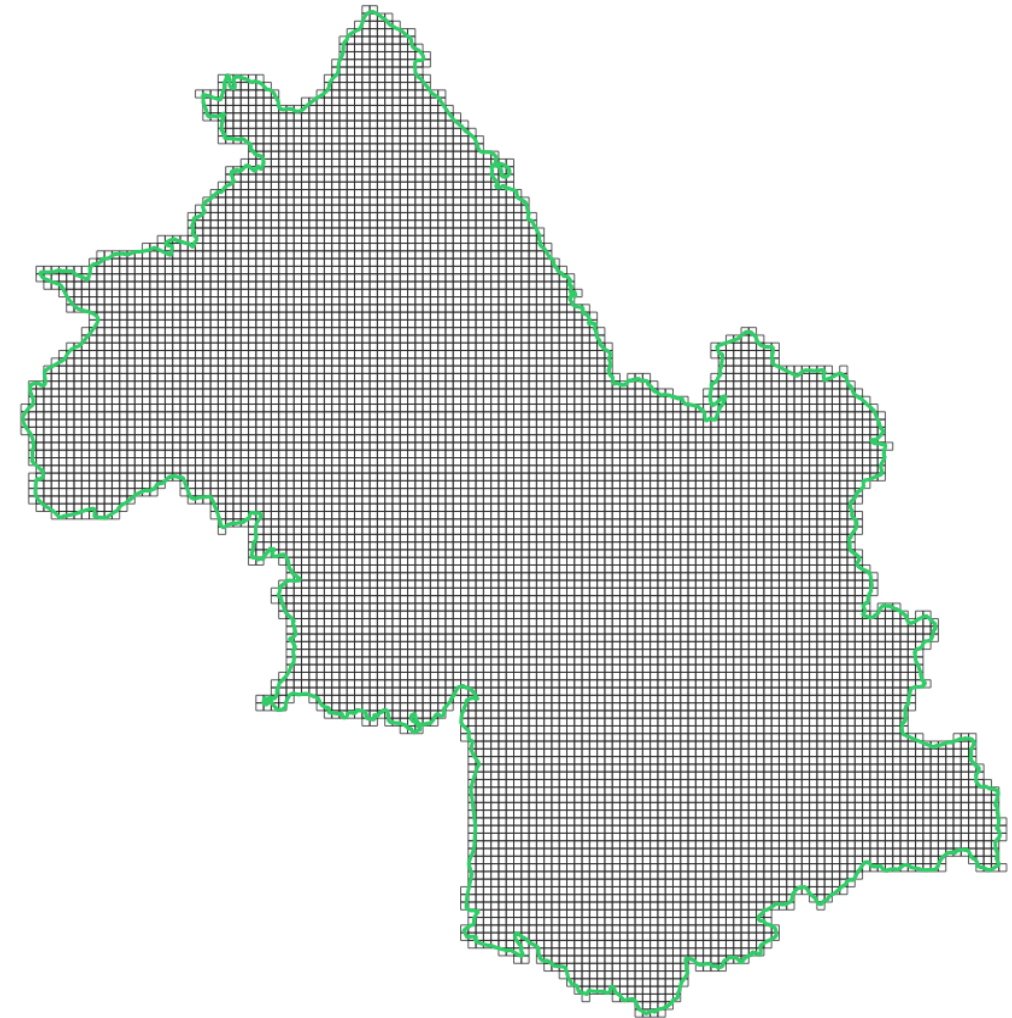




- Proposer des **produits expérimentaux** à différents **utilisateurs** pour solliciter leurs **retours sur le fond et la forme** afin d'appuyer les discussions et décisions qui seront prises sur le contenu précis des produits France RELIEF.
- Nota Bene : Qu'est-ce que l'expérimentation France RELIEF n'est pas ?
 - Les produits expérimentaux France RELIEF ne sont pas les produits définitifs, ni sur le fond ni sur la forme.
 - L'expérimentation France RELIEF n'inclut pas de plans pour de futures acquisitions LiDAR. France RELIEF donne un cadre pour construire, mettre à jour et diffuser les produits altimétriques lorsque de nouvelles données sont acquises mais ne présage en rien de nouvelles acquisitions.

Description des produits expérimentaux

- Couverture spatiale : [département de l'Isère](#) jusqu'à 6533000 m au nord en Lambert 93 (i.e. commune de Vertrieu non incluse)
- Couverture temporelle :
 - Acquisition [LiDAR](#) en [2021 \(V0\)](#)
 - Acquisition d'[images aériennes](#) en [2024 \(V1\)](#)



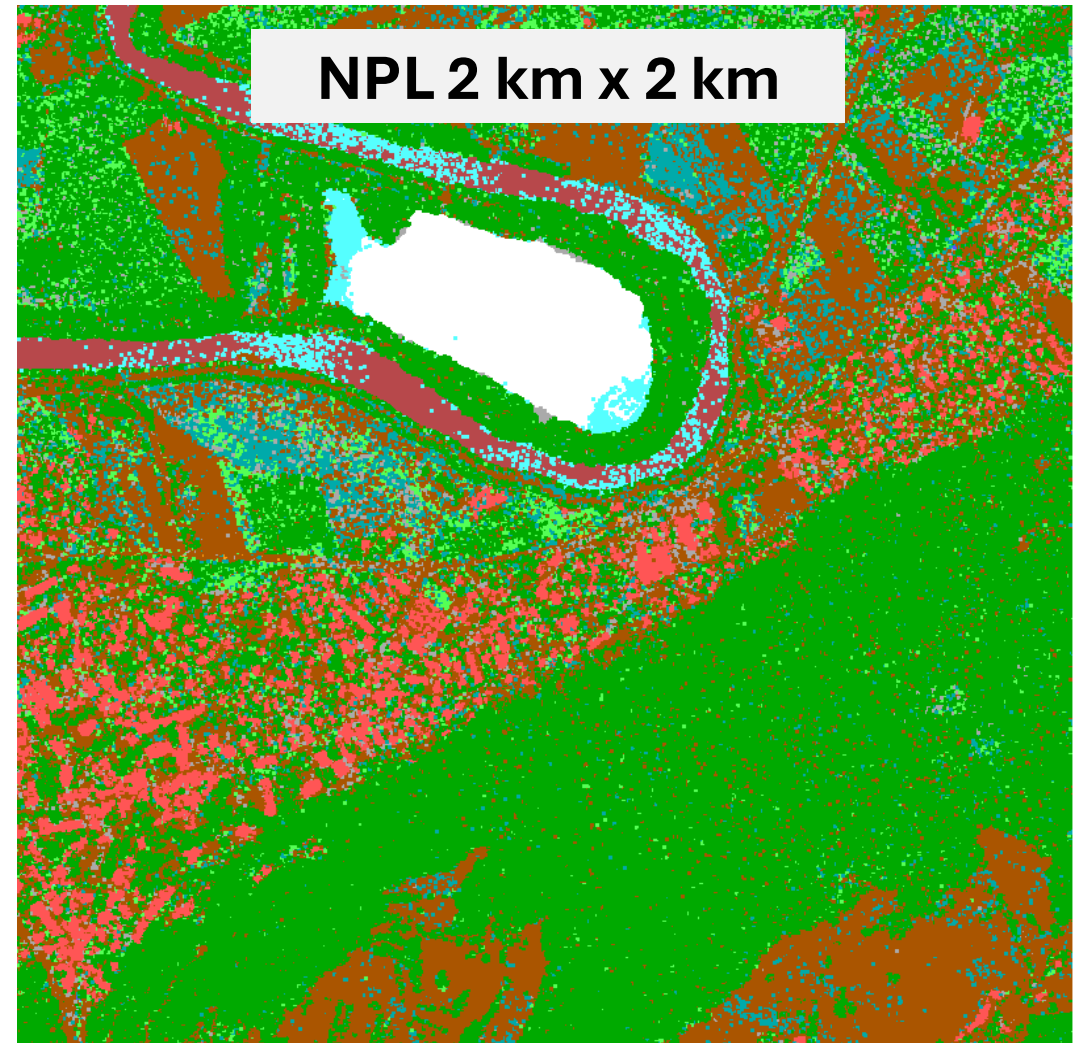
Données		Format	Résolution
NPL	Nuages de points LiDAR	COPC LAZ	
NPS	Nuages de points sol	COPC LAZ	
MNT	Modèles numériques de terrain	GeoTIFF	0.50 m
MNS	Modèles numériques de surface	GeoTIFF	0.50 m
MNH	Modèles numériques de hauteur	GeoTIFF	0.50 m

Emprises des dalles et résolution des rasters
en annexes

- Laz 1.4 format 6
- Coordonnées (x,y,z) et attributs
- Classification automatique tenant compte d'un traitement manuel sur les ponts

Liste des classes

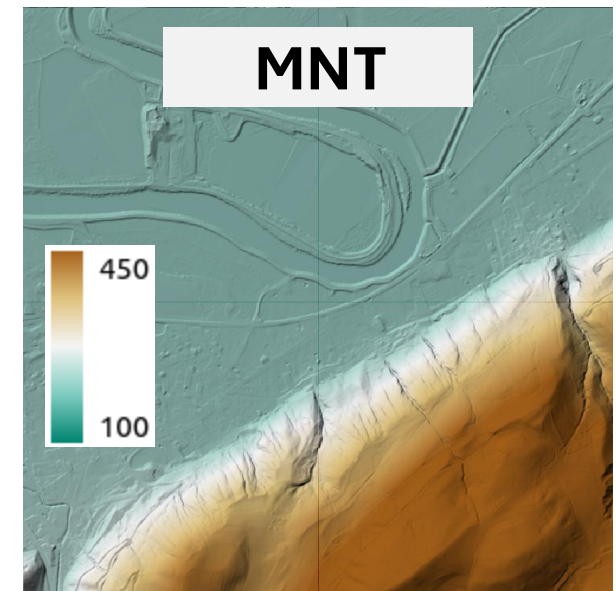
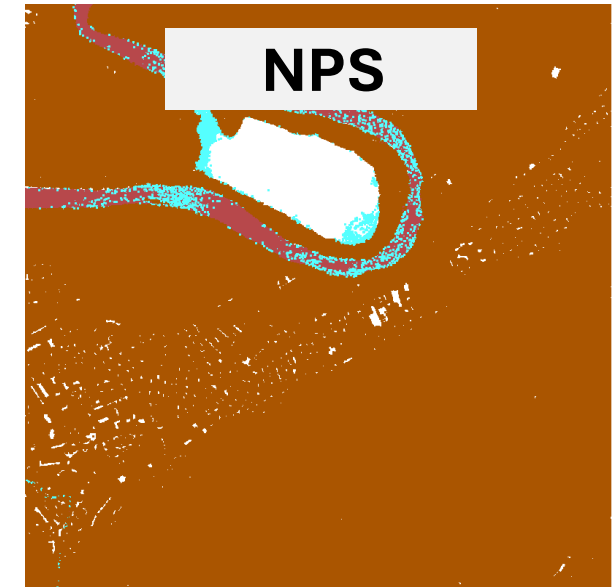
Style	Numéro classe	Classe
	1	Non classé
	2	Sol
	3	Végétation basse
	4	Végétation moyenne
	5	Végétation haute
	6	Bâtiment
	9	Eau
	17	Tablier de pont
	64	Sursol pérenne
	66	Points virtuels
	67	Bâtiments incertains



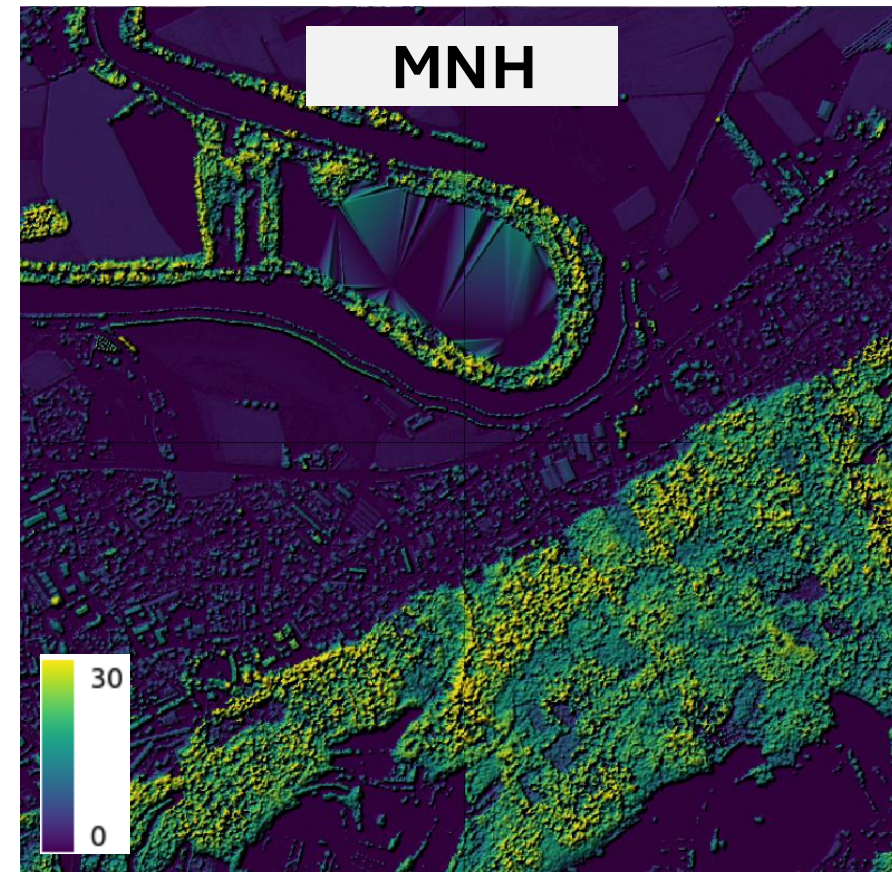
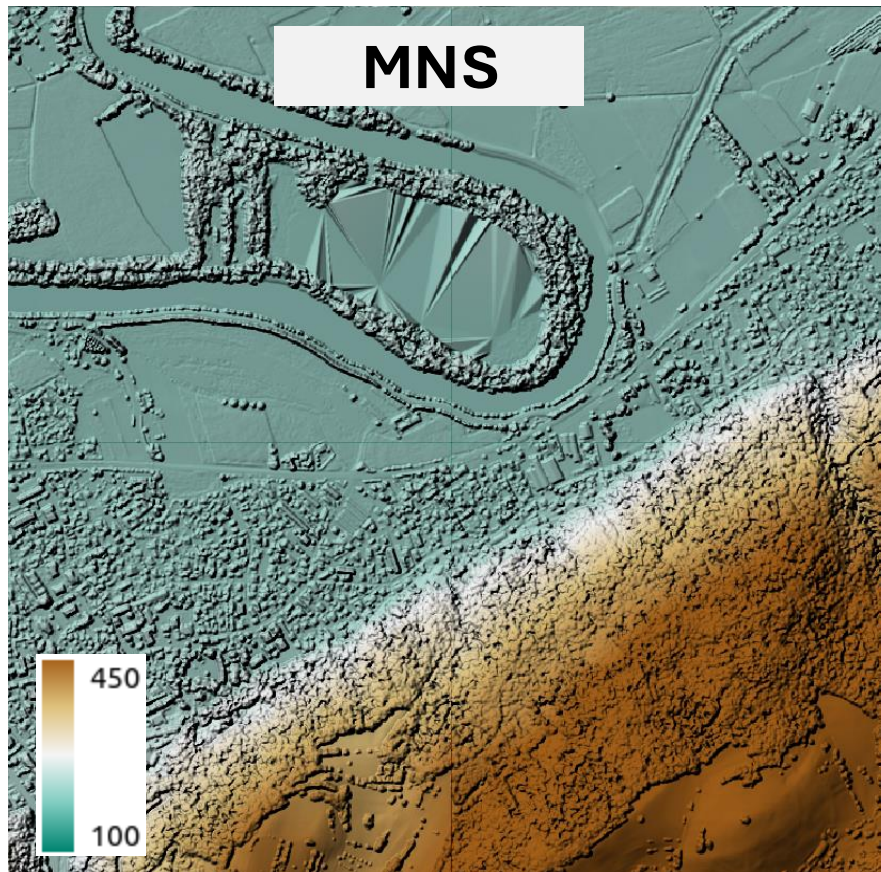
- NPS
 - Extraction des points du nuage LiDAR utilisables pour la construction du MNT (classes 2, 9 et 66)
 - Points sol issus des MNS photogrammétriques utilisés pour la mise à jour ciblée (classe 68)
- MNT
 - Utilisation de minimum 1 point par pixel de 0,25 m x 0,25 m
 - Points sol les plus hauts sélectionnés pour favoriser la définition des crêtes

Liste des classes utilisées pour le calcul du MNT

Style	Numéro classe	Classe
	2	Points sol issus du NPL
	9	Points eau issus du NPL
	66	Points virtuels issus du NPL
	68	Points sol issus de MNS photogrammétrique



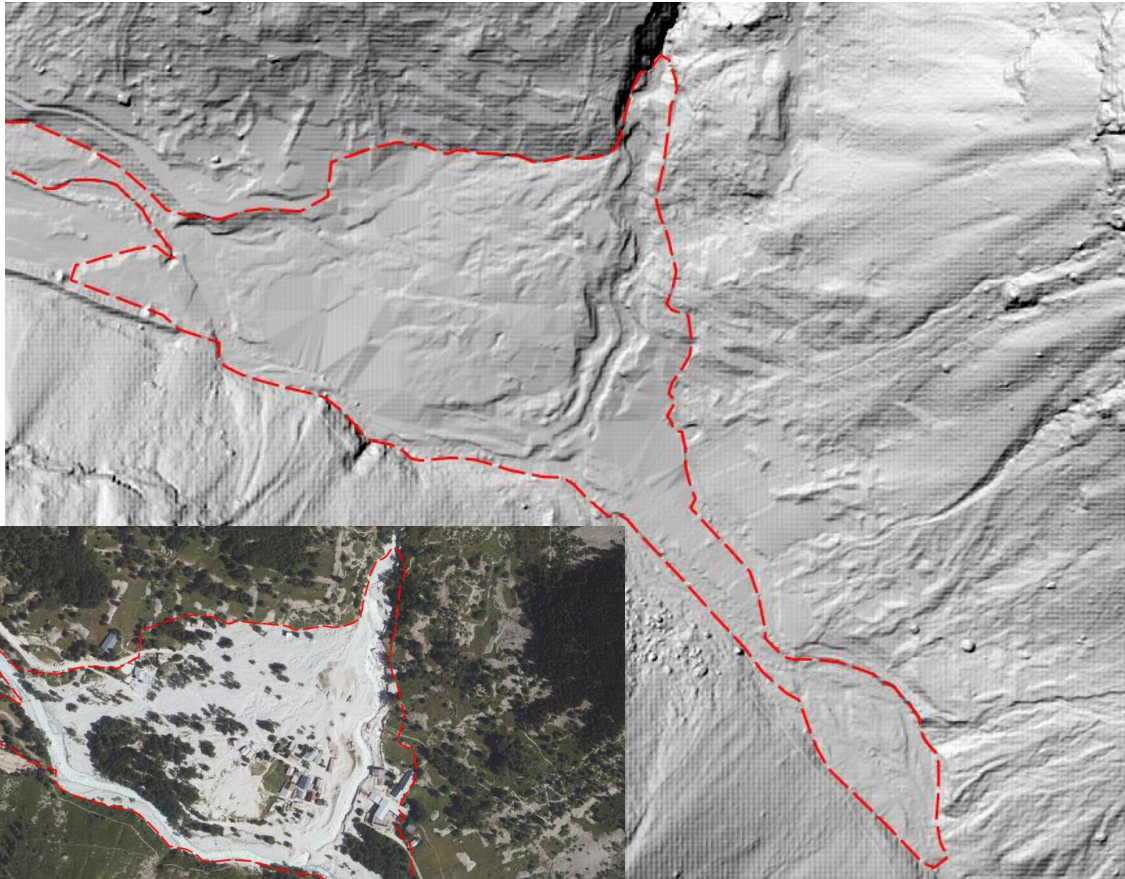
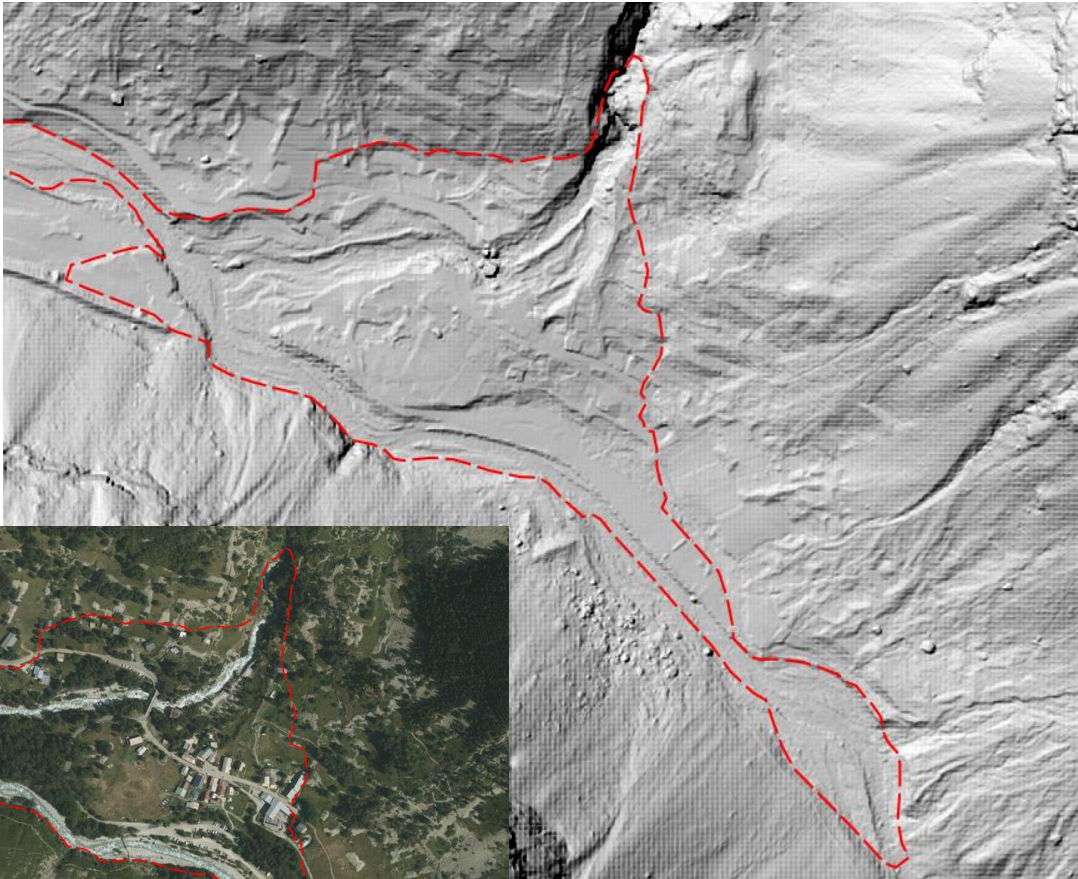
- MNS : Utilisation des classes végétation (3,4,5), ponts (17), sol (2), eau (9), bâtiments (6, 67)
- $MNH = MNS - MNT$



Exemple de mise à jour ciblée - Crue de La Bérarde

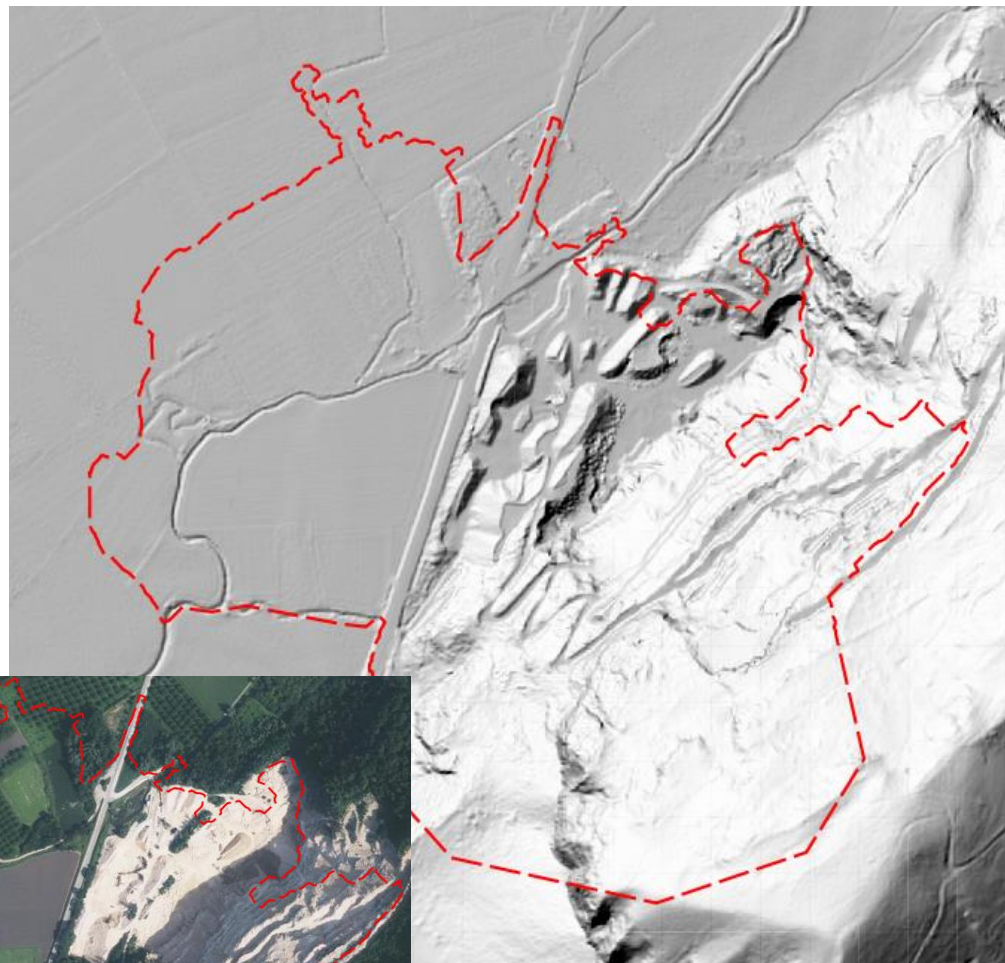
2021

2024

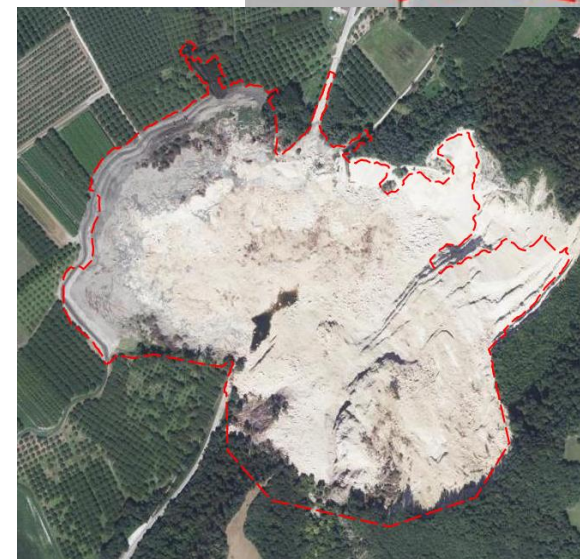
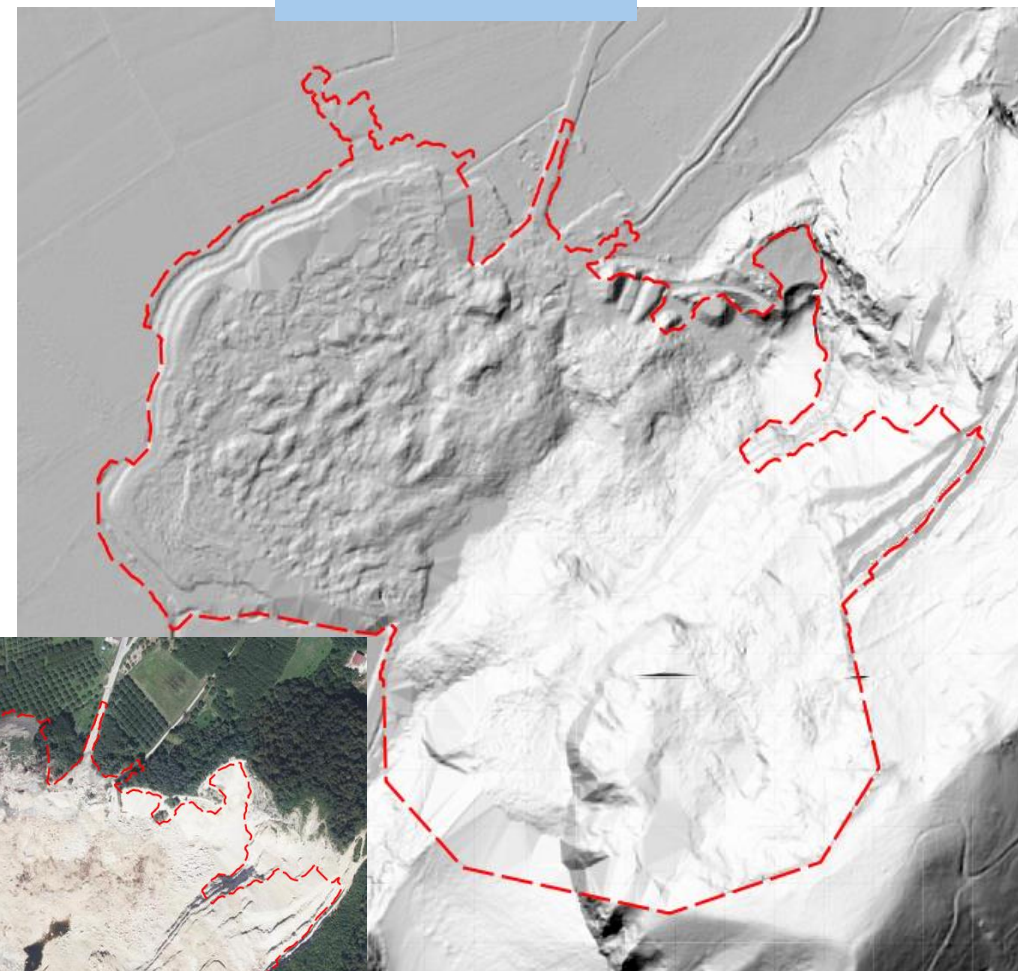


Exemple de mise à jour ciblée - Glissement de La Rivière

2021

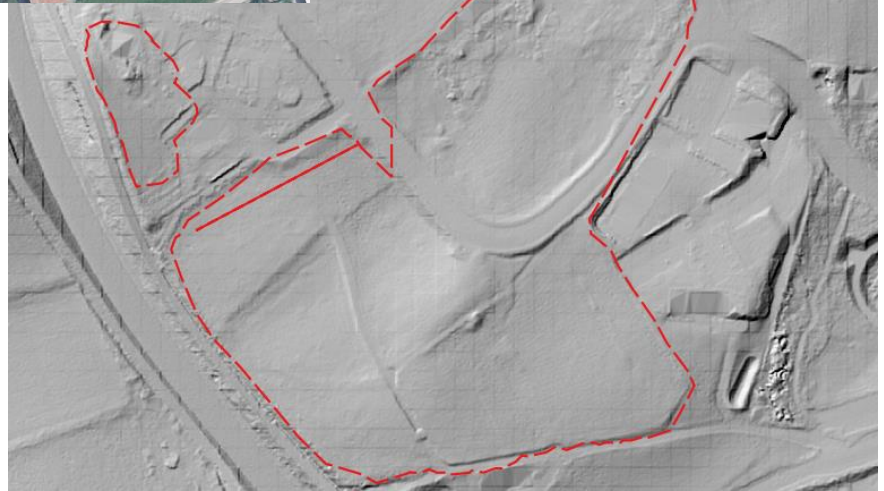
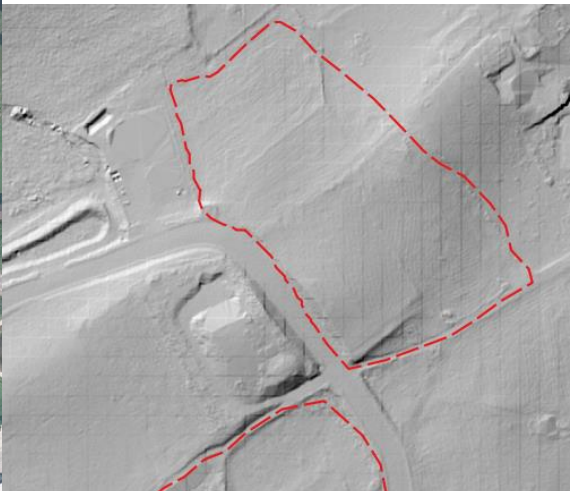


2024

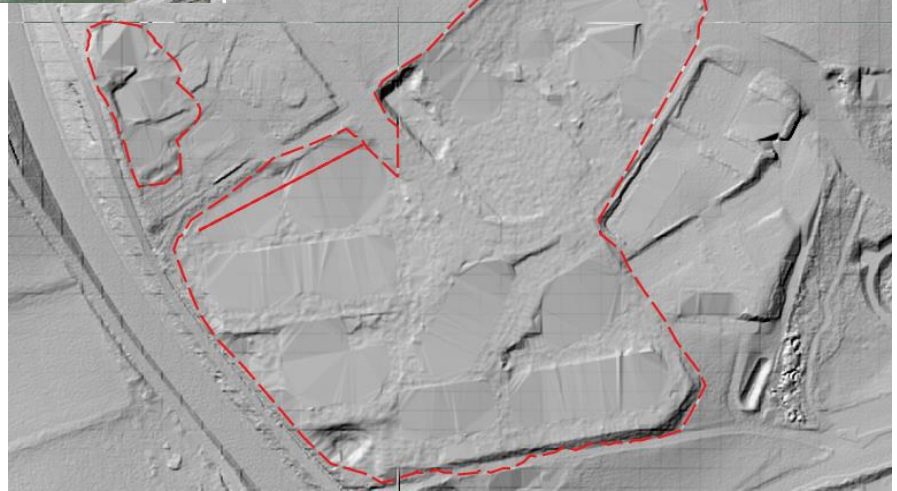


Exemple de mise à jour ciblée - Urbanisation

2021



2024



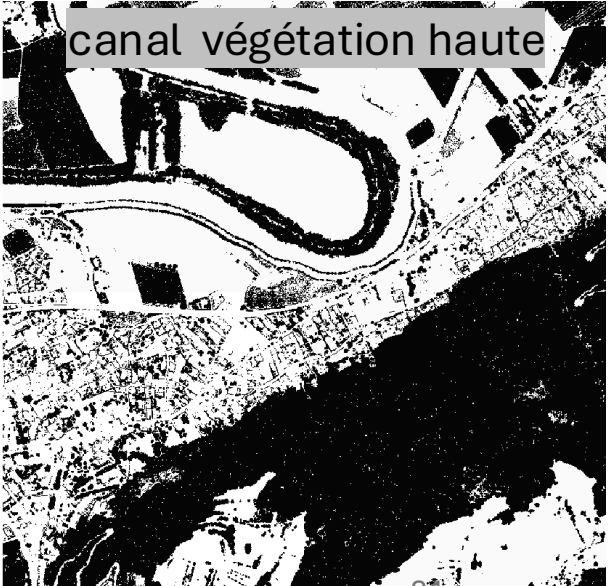
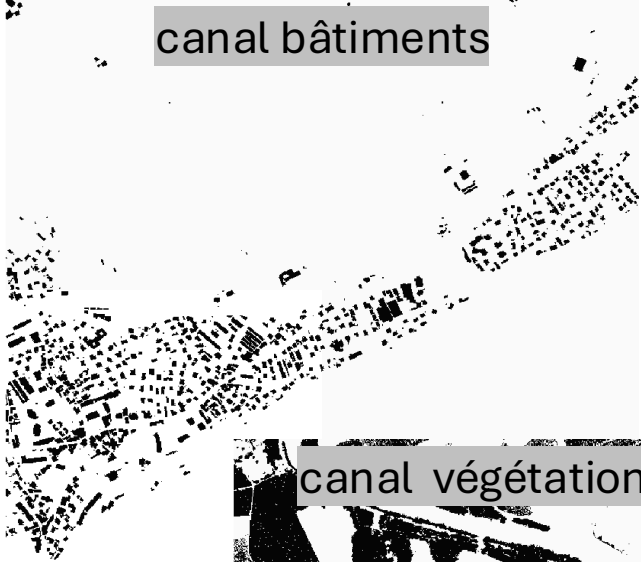
Données	Données accompagnantes (GeoTIFF)	Résolution
MNS	x	
Nuages de points LiDAR (NPL)	Carte de classes RVB Masques de classes Carte de densité Carte de distance moyenne des points les plus proches	0,50 m 0,50 m 1 m 1 m
Nuages de points sol (NPS)	Carte de densité Carte de distance moyenne des points les plus proches	1 m 1 m
MNT	Carte d'erreurs estimées	10 m
MNH	x	

Carte de classes 3 canaux RVB des classes "vues d'avion"

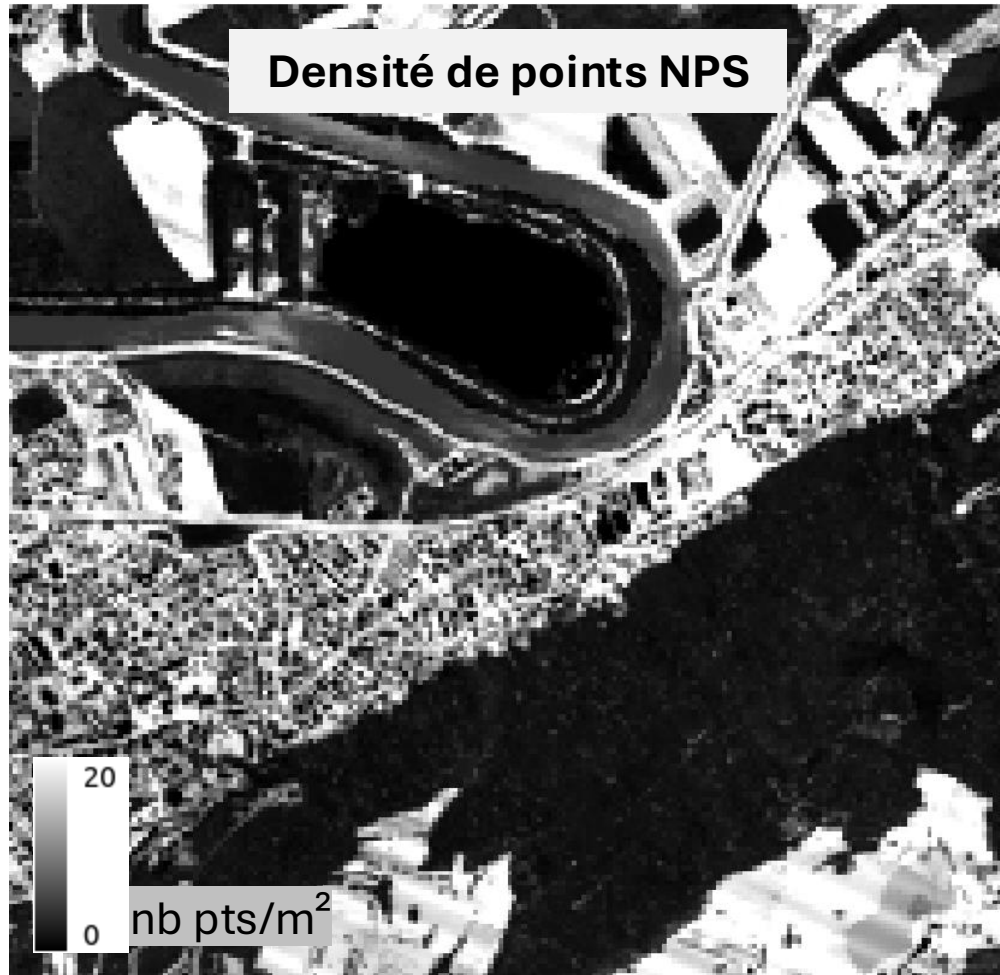


Carte de masques de classes 10 canaux (1 canal par classe) avec valeurs binaires

Carte de classes RVB	Classe	Canal masques
	Sol	1
	Végétation basse	2
	Végétation moyenne	3
	Végétation haute	4
	Bâtiment	5
	Eau	6
	Tablier de pont	7
	Sursol pérenne	8
	Points virtuels	9
	Bâtiments incertains	10

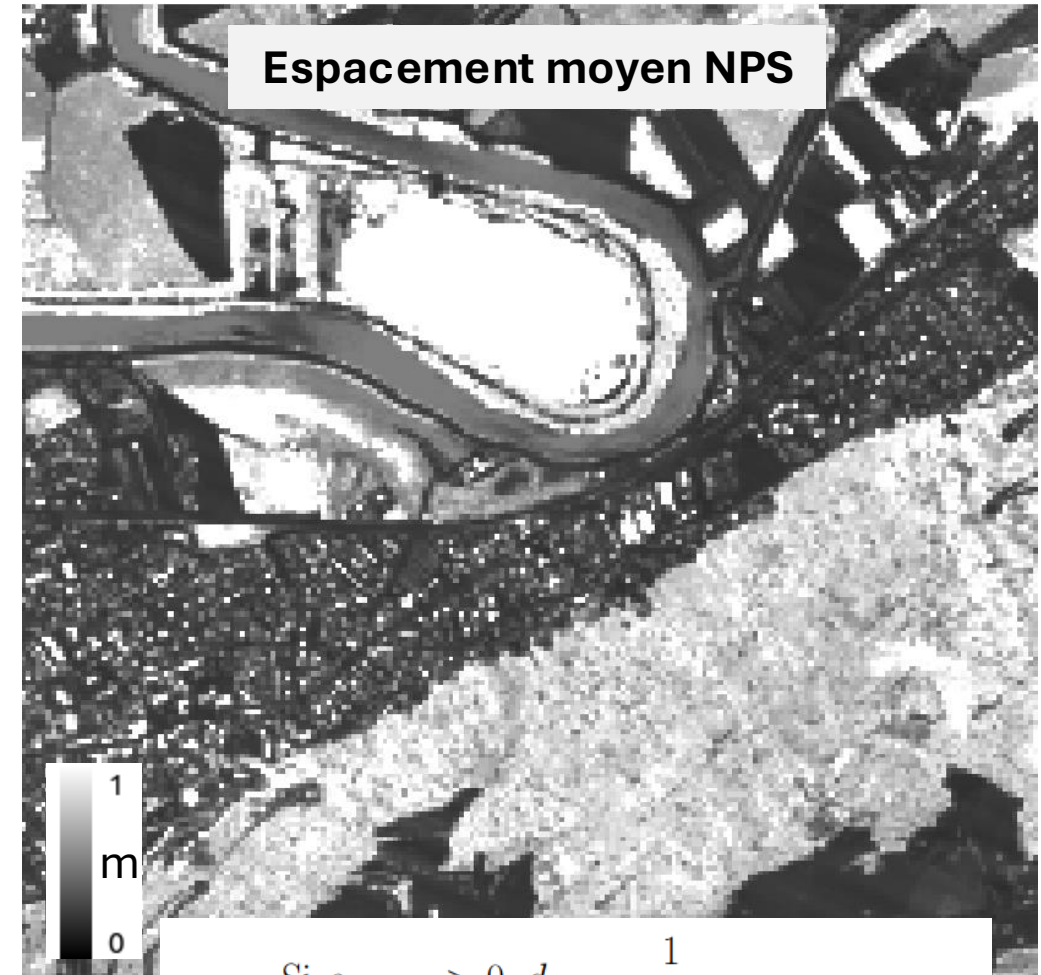


Carte de densité de points nombre de points par m²



$$\rho_{1m \times 1m} = \frac{\text{nombre de points dans le pixel}}{\text{surface du pixel}}$$

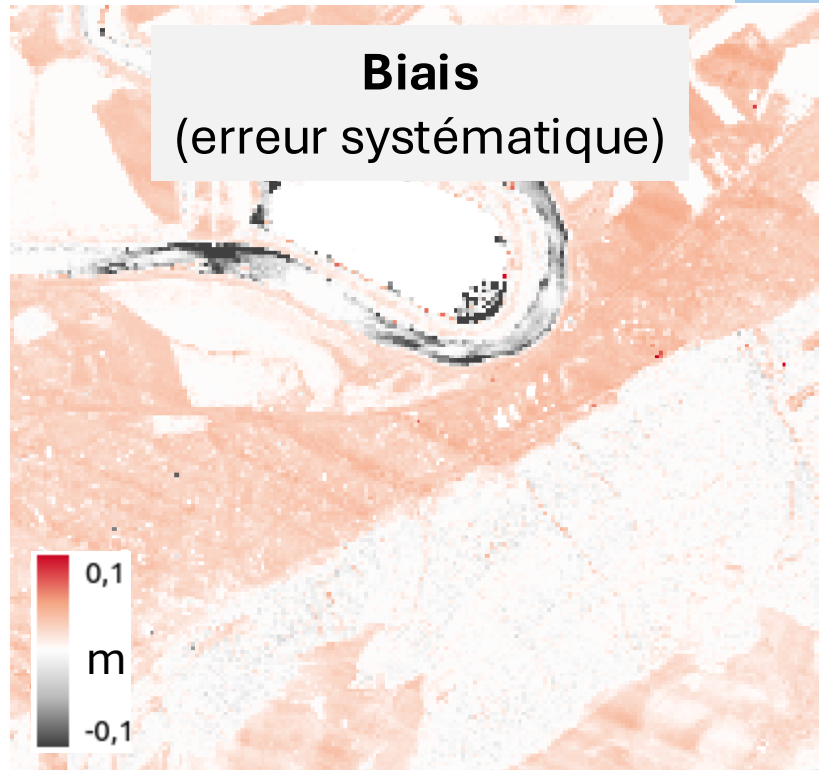
Carte de distance entre les points espacement moyen des points les plus proches



$$\text{Si } \rho_{1m \times 1m} > 0, d = \frac{1}{\sqrt{\rho_{1m \times 1m}}},$$
$$\text{sinon, } d = \frac{1}{\sqrt{\rho_{3m \times 3m}}}, \dots, d = \frac{1}{\sqrt{\rho_{21m \times 21m}}}, \text{ nodata}_{22}$$

Carte d'erreurs estimées

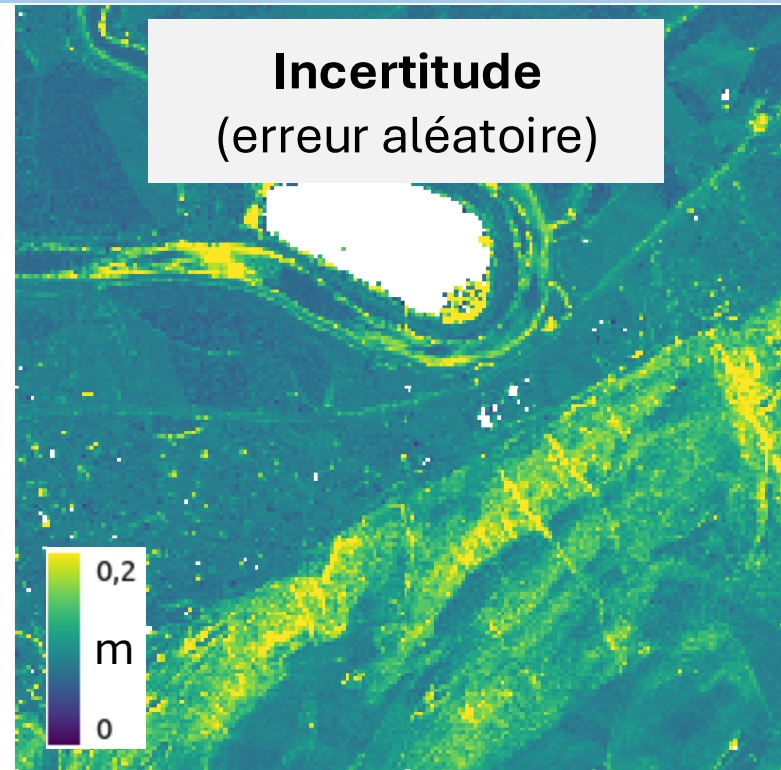
3 canaux : erreur totale, biais, incertitude



Moyenne des différences

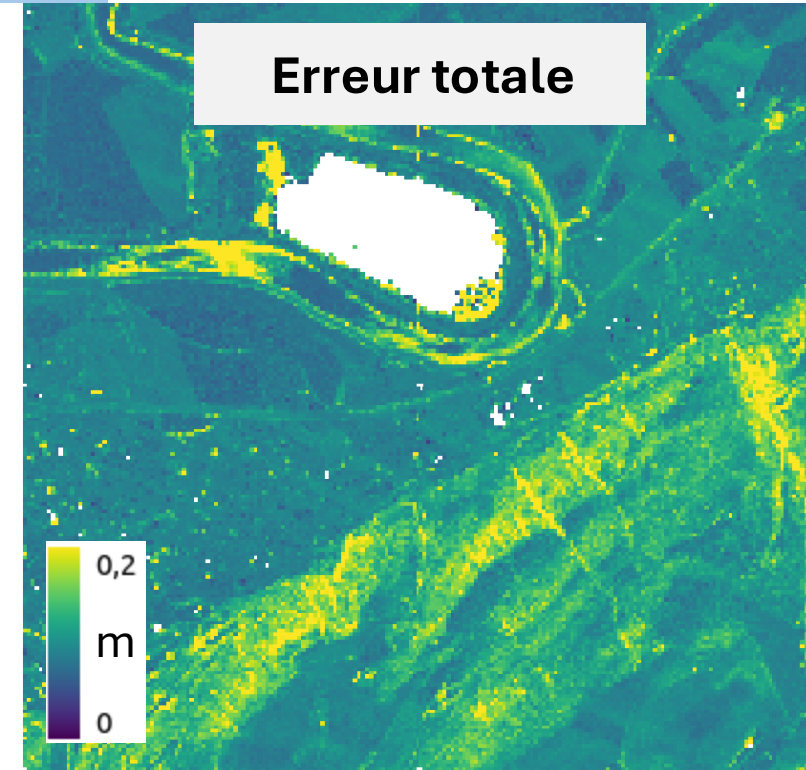
$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta z_i}{n}$$

avec $\Delta z_i = z_{\text{MNT},i} - z_{\text{ref},i}$



Écart-type des différences

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta z_i - \mu)^2}{n}}$$



Racine de l'erreur quadratique moyenne
(REQM)

$$\epsilon = \sqrt{\mu^2 + \sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta z_i)^2}{n}}$$

- **Positions horizontales et verticales des points des nuages de points LiDAR (NPL)**

Quelques dizaines de **points GNSS** de contrôle au sol par chantier

→ Valeurs de biais, incertitude et erreur totale **par chantier** en métadonnées

- **Altitudes des modèles numériques de terrain (MNT)**

Bilan d'erreurs et **propagation d'incertitudes**

- **V** Propagation des incertitudes de **positionnement des points** du nuage
- **V** Estimation de l'incertitude et du biais dus à la **modélisation du MNT**
- **X** Impact des erreurs de **classification** : non estimé localement
- **X** Impact de la **densité de points** du nuage : non estimé

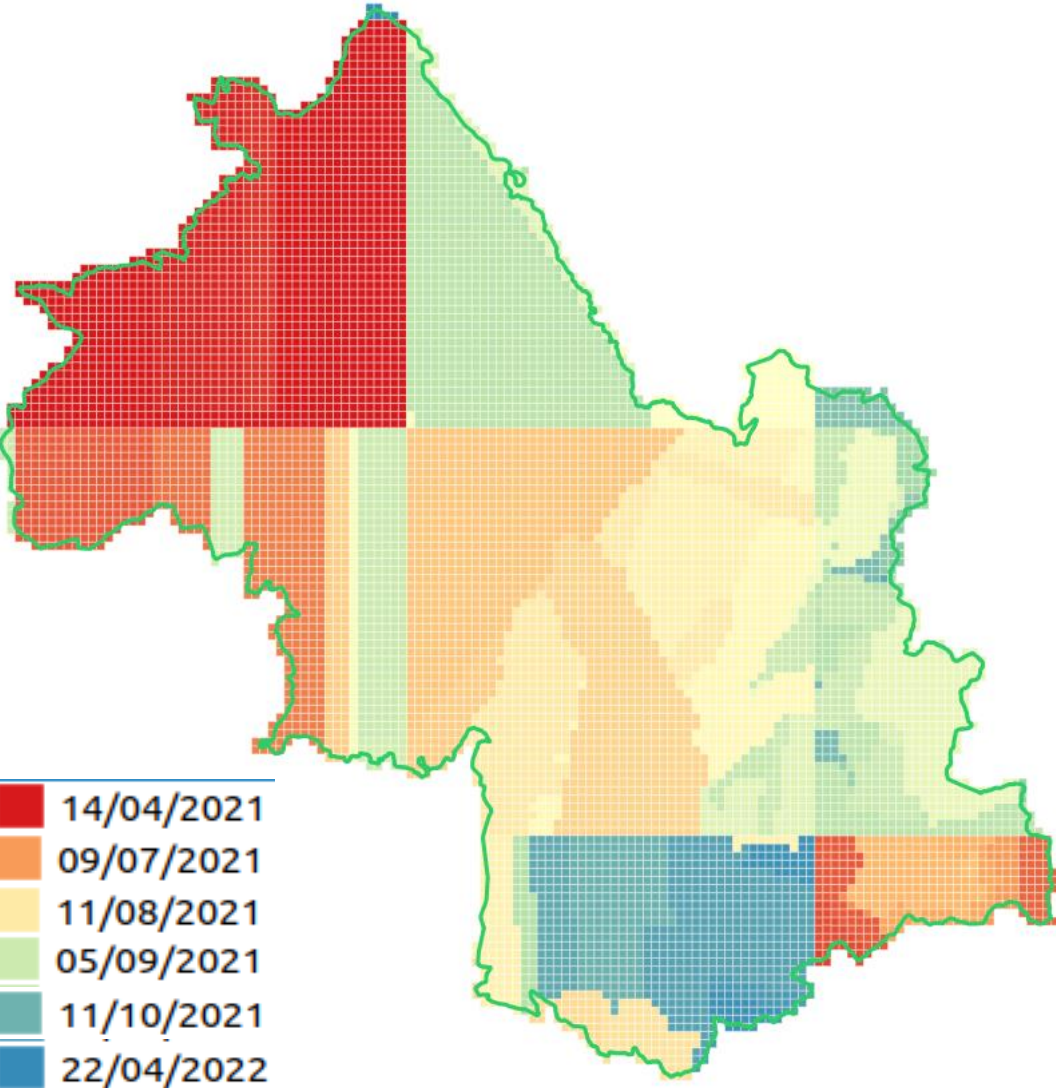
Plus de détails
en annexes

→ Valeurs de biais, incertitude et erreur totale **par dalle kilométrique** en métadonnées

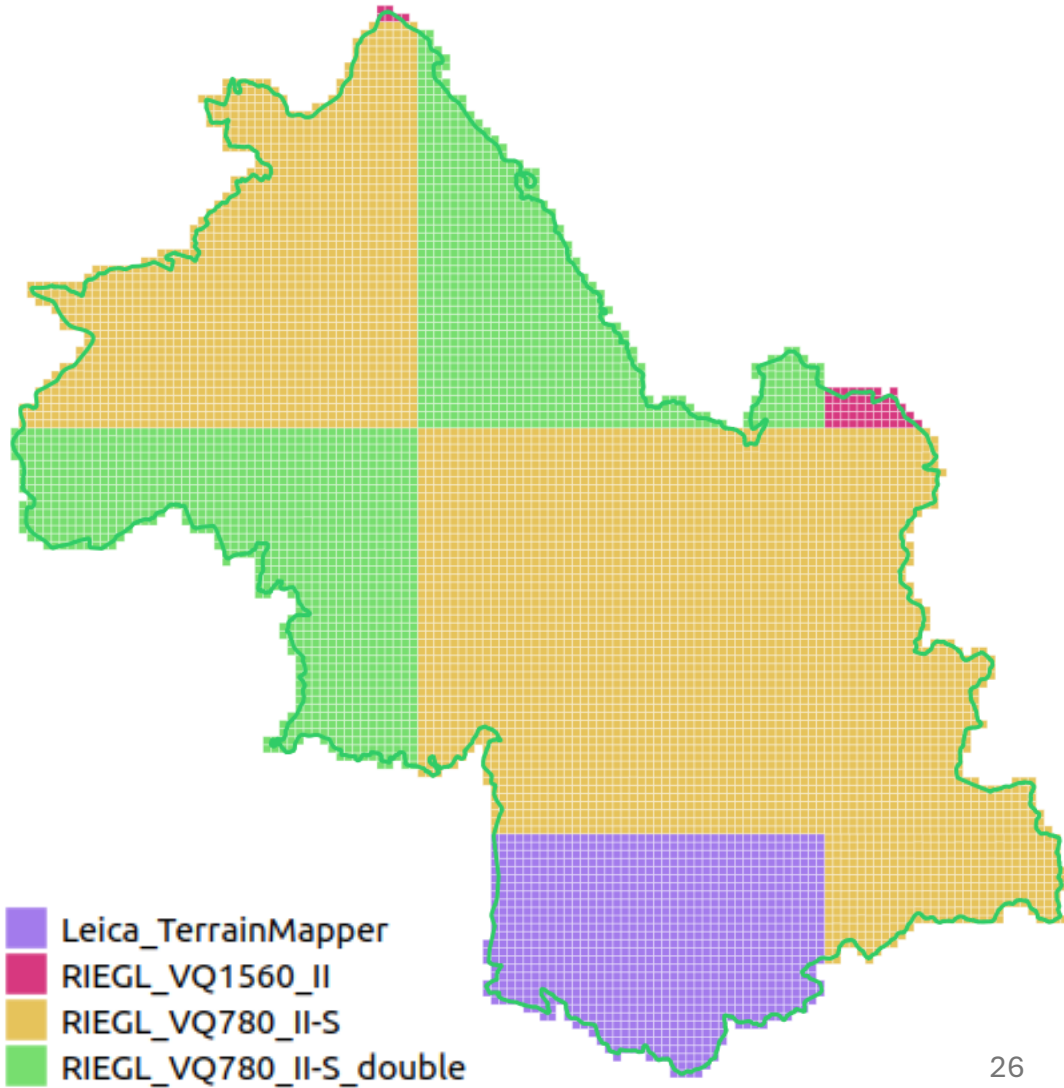
→ Valeurs de biais, incertitude et erreur totale **par pixels de 10 m x 10 m** en données accompagnantes
(**cartes d'erreurs estimées**)

Données	Couches du fichier de métadonnées	Exemples d'informations
Données "sursol" (NPL, MNS, MNH)	metadonnees	Dates de début et fin d'acquisition Systèmes de coordonnées Altitudes minimum et maximum de la dalle
Données "sol" (NPS, MNT)	dalle	Systèmes de coordonnées Altitudes minimum et maximum de la dalle
	source	Dates de début et fin d'acquisition Technologie d'acquisition (LiDAR, image)
	validite	Date de validité de la donnée
	changement	Zones de changement du sol Dates avant et après changement

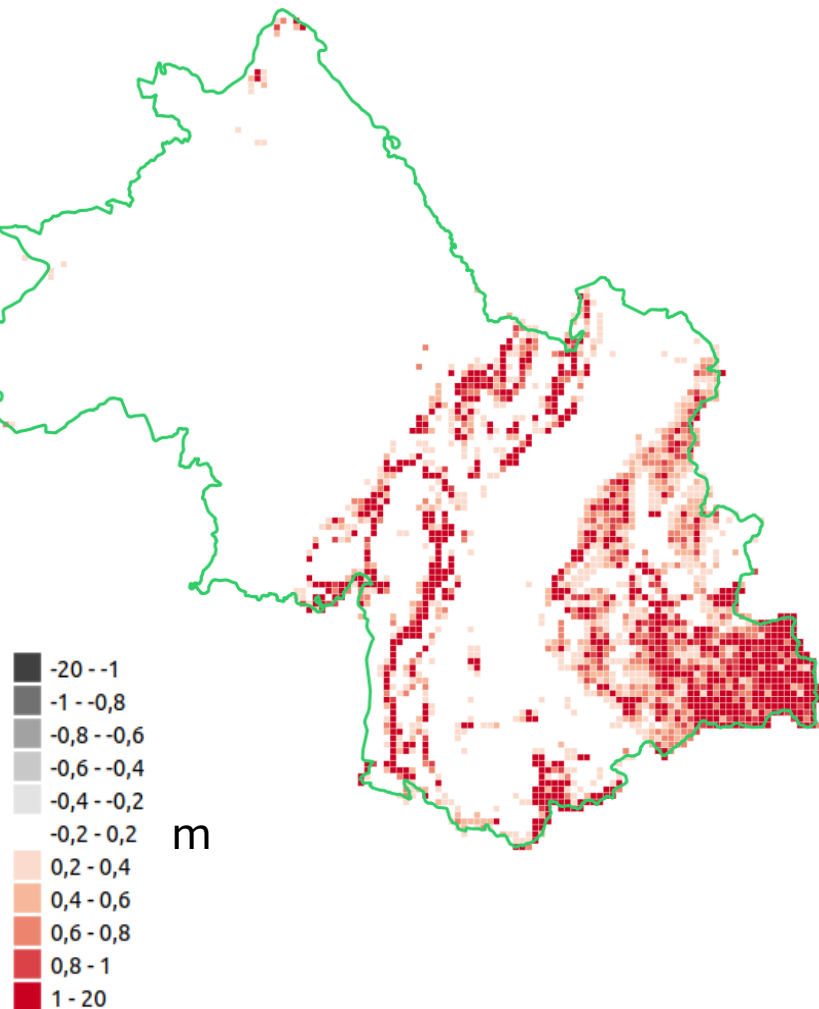
Date de début d'acquisition V0



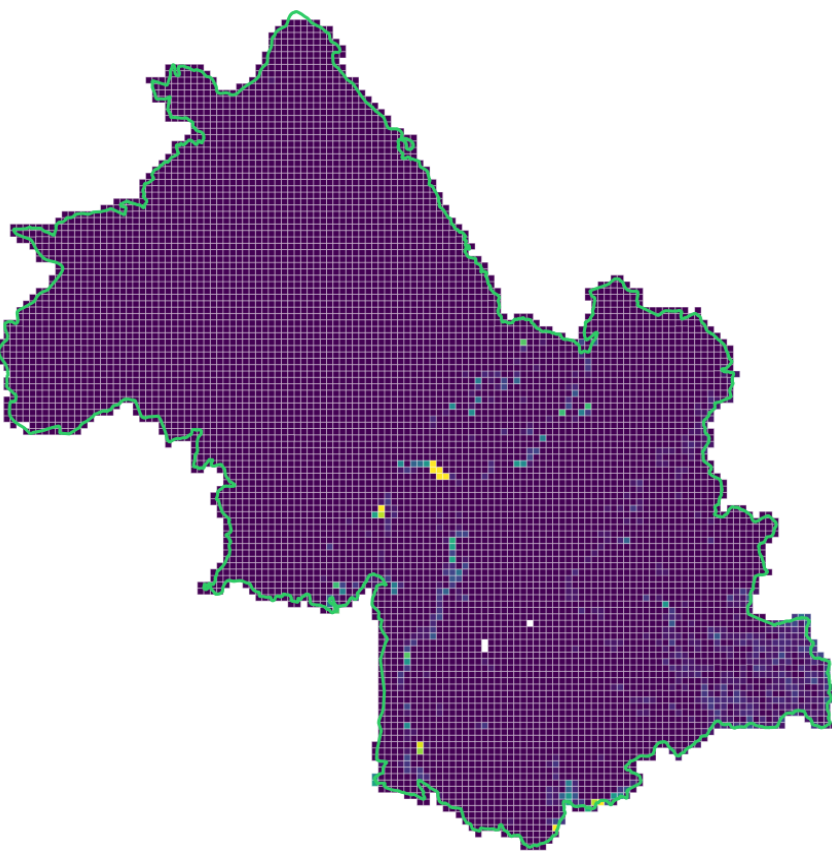
Instrument V0



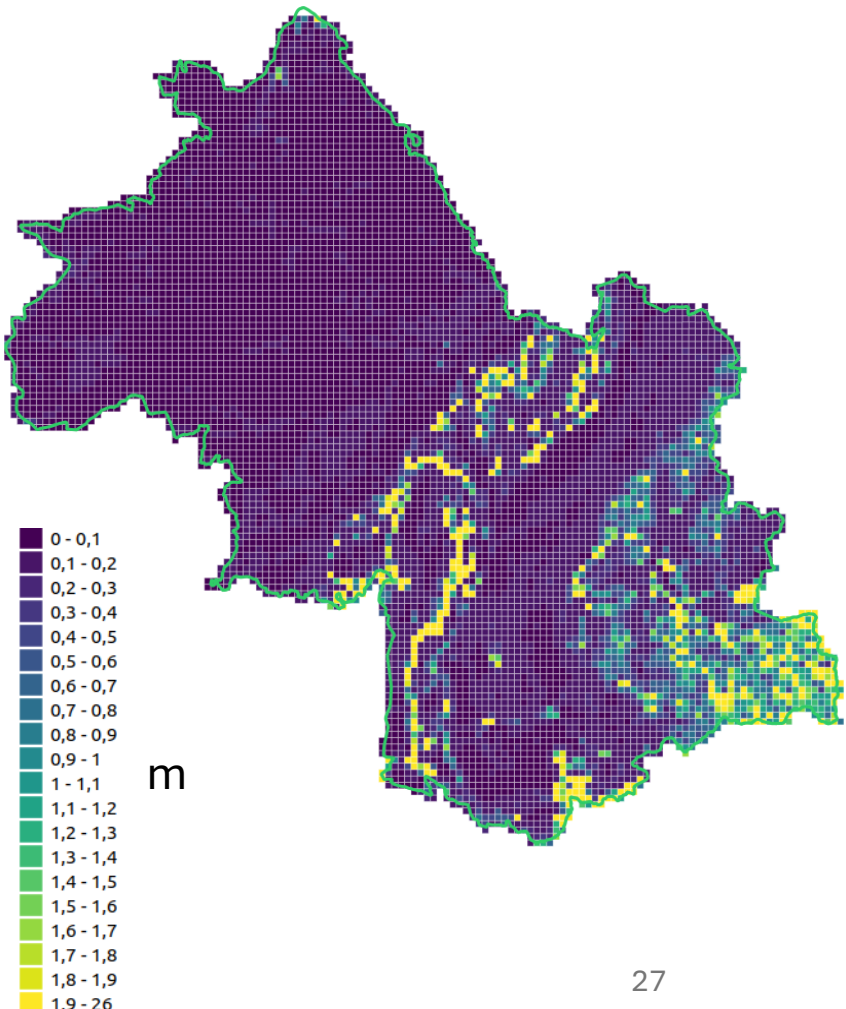
Biais MNT V0
(erreur systématique)



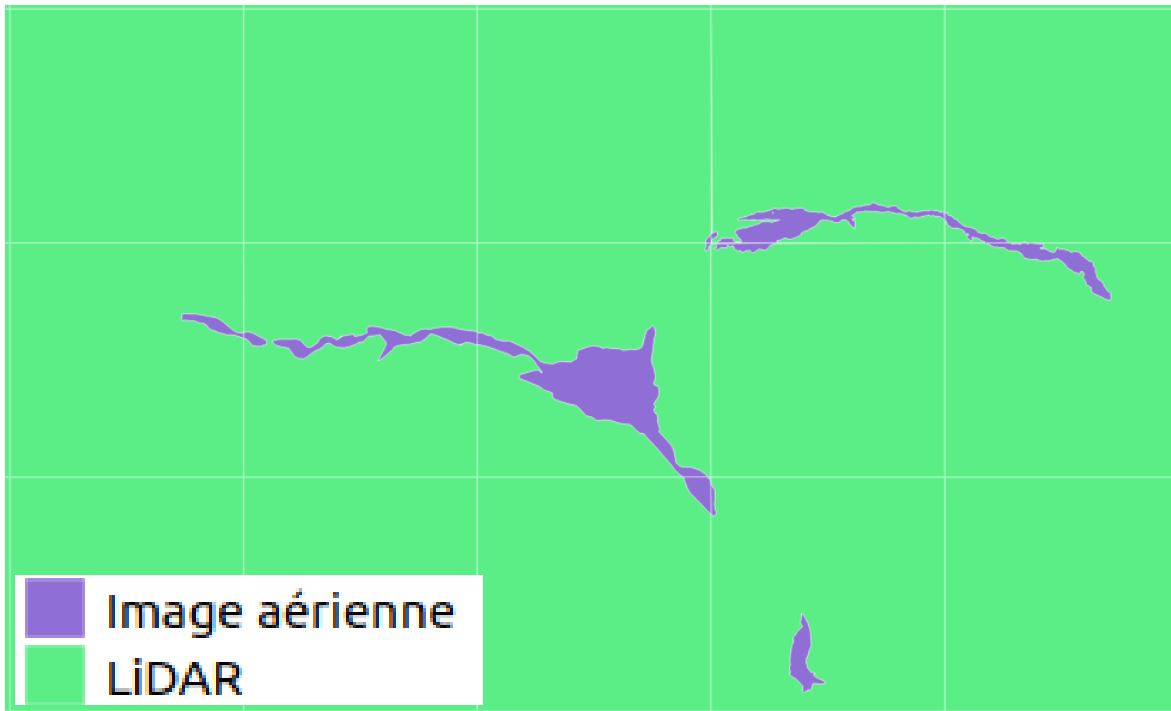
Incertitude MNT V0
(erreur aléatoire)



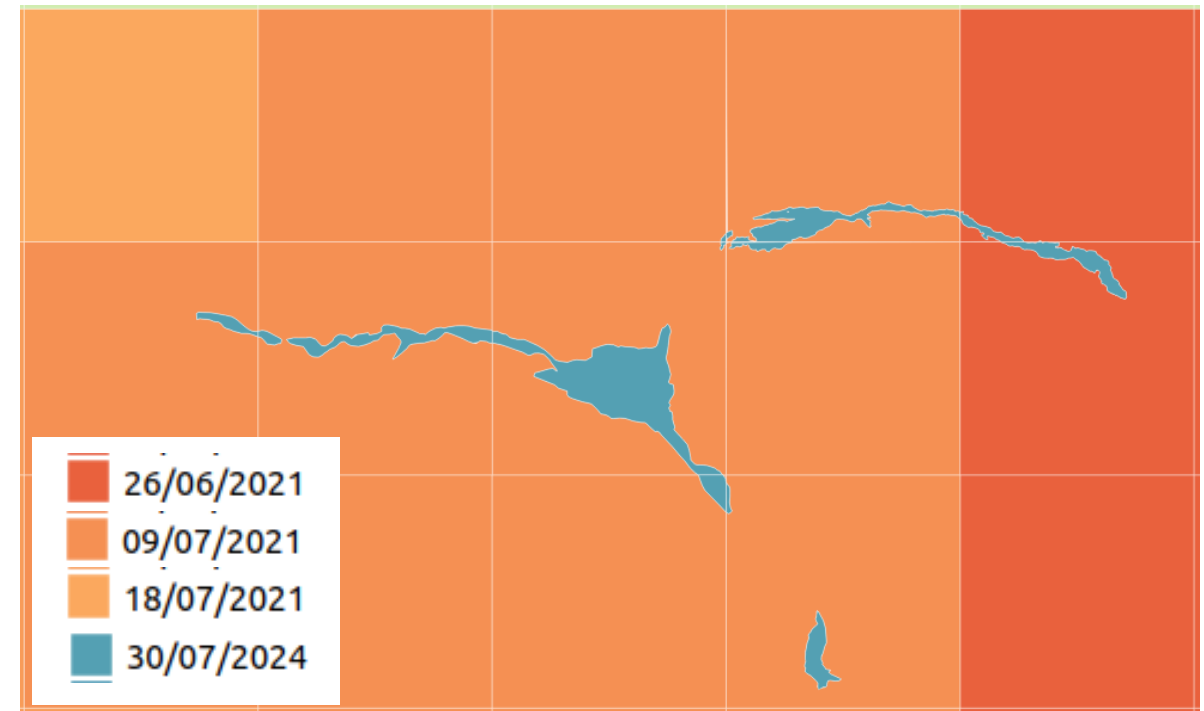
Erreur totale MNT V0



Technologie d'acquisition V1



Date de début d'acquisition V1



- Page [France RELIEF](https://cartes.gouv.fr/catalogue/dataset/IGNF_FRANCE-RELIEF) (https://cartes.gouv.fr/catalogue/dataset/IGNF_FRANCE-RELIEF)



The screenshot shows the website interface for **cartes.gouv.fr**, which is marked as **BETA**. The site is described as "Le service public des cartes et données du territoire". Navigation links include "Commencer avec cartes.gouv", "Catalogue", "Cartes", "Actualités", "Assistance", and "À propos". A breadcrumb trail shows "A PROPOS" and "RESSOURCES ET LIENS". The main content area features the title "France RELIEF - beta" and a "Donnée" button. It also indicates the data was updated on 03/11/2025 and is "Mise à jour continue". A grid of four map thumbnails is displayed: a 3D terrain model, a grayscale topographic map, a grayscale street map, and a 3D urban model with red and green buildings.

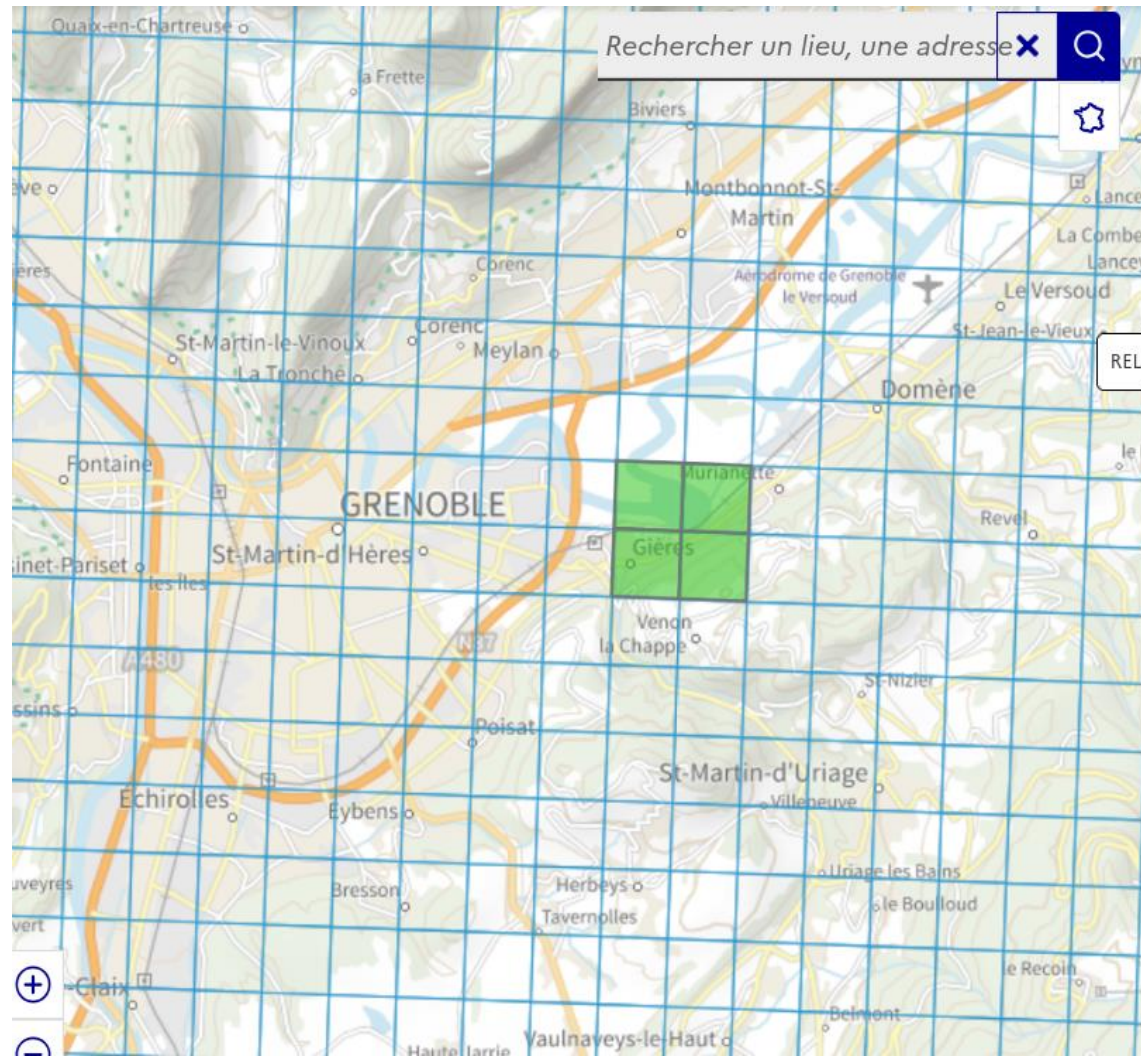
- 5 interfaces de téléchargement (1 interface par produit : NPL, MNS, NPS, MNT, MNH)

Ressources et liens

Liens (5) < >

- Interface de téléchargement des modèles numériques de terrain (MNT) [Lien](#)
- Interface de téléchargement des modèles numériques de surface (MNS) [Lien](#)

Nomenclature des fichiers en annexes



Mode de sélection

- Sélection par clic
- Sélection par polygone

Dalles sélectionnées

Dalles sélectionnées (4) ^

- RELIEF_MNT_FXX_0919_6459
[Lien de téléchargement](#)
- RELIEF_MNT_FXX_0920_6459
[Lien de téléchargement](#)

[Télécharger la liste](#)

[Tout supprimer](#)

Résumé des produits expérimentaux sur l'Isère

	V0 basée sur les données LiDAR acquises en 2021 (fichiers estampillés _20250424)			V1 avec mise à jour ciblée sur les zones de changement du sol à partir des images aériennes acquises en 2024 (fichiers estampillés _20250611)		
	Données	Données accompagnantes tif	Métadonnées gpkg	Données	Données accompagnantes tif	Métadonnées gpkg
NPL copc.laz	NPL	carte de densité carte de distance carte de classes masques de classes	metadonnees	/	/	/
MNS tif	MNS	/	metadonnees	MNS	/	metadonnees
NPS copc.laz	NPS	carte de densité carte de distance 1 zip par dalle de 1 km x 1 km	metadonnees • dalle • source • changement • validite	NPS	carte de densité carte de distance	metadonnees • dalle • source • changement • validite
MNT tif	MNT	carte d'erreurs	metadonnees • dalle • source • changement • validite	MNT	carte d'erreurs	metadonnees • dalle • source • changement • validite
MNH tif	MNH	/	metadonnees	MNH	/	metadonnees

- Retours des utilisateurs attendus sur :
 - leur utilisation de données altimétriques (applications, logiciels, données utilisées, etc.) ;
 - le contenu des différents produits (données, données accompagnantes, métadonnées) et les informations manquantes ;
 - la mise à jour ciblée des produits sol (NPS et MNT) dans les zones de changement à partir d'images aériennes ;
 - les formats ;
 - l'accès aux données.

- Des informations techniques supplémentaires sont disponibles en annexes de ce document.
- N'hésitez pas à nous contacter pour toute question sur les produits expérimentaux.
- On attend vos retours avec impatience !

Anne Barnoud
anne.barnoud@ign.fr

Questions ?

Annexes

Nomenclature des fichiers

- RELIEF_MNS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_0050CM.tif (où AAAAMMJJ = date de production)
- RELIEF_MNS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_metadonnees.gpkg

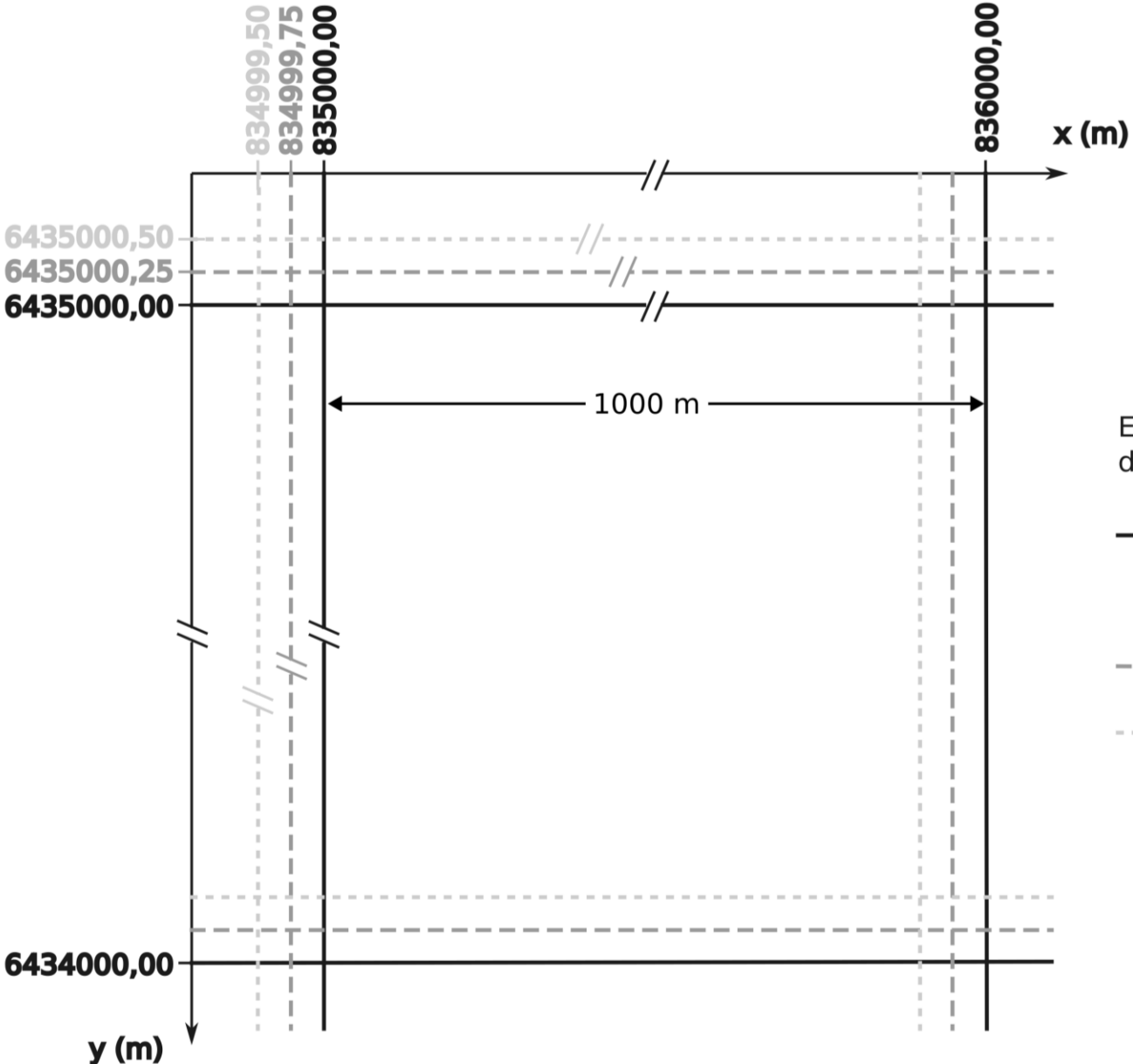
- RELIEF_MNT_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_0050CM.tif
- RELIEF_MNT_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_erreurs_1000CM.tif
- RELIEF_MNT_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_metadonnees.gpkg

- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ.copc.laz
- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_densite_0100CM.tif
- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_distance_0100CM.tif
- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_classe_0050CM.tif
- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_masques_0050CM.tif
- RELIEF_NPL_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_metadonnees.gpkg

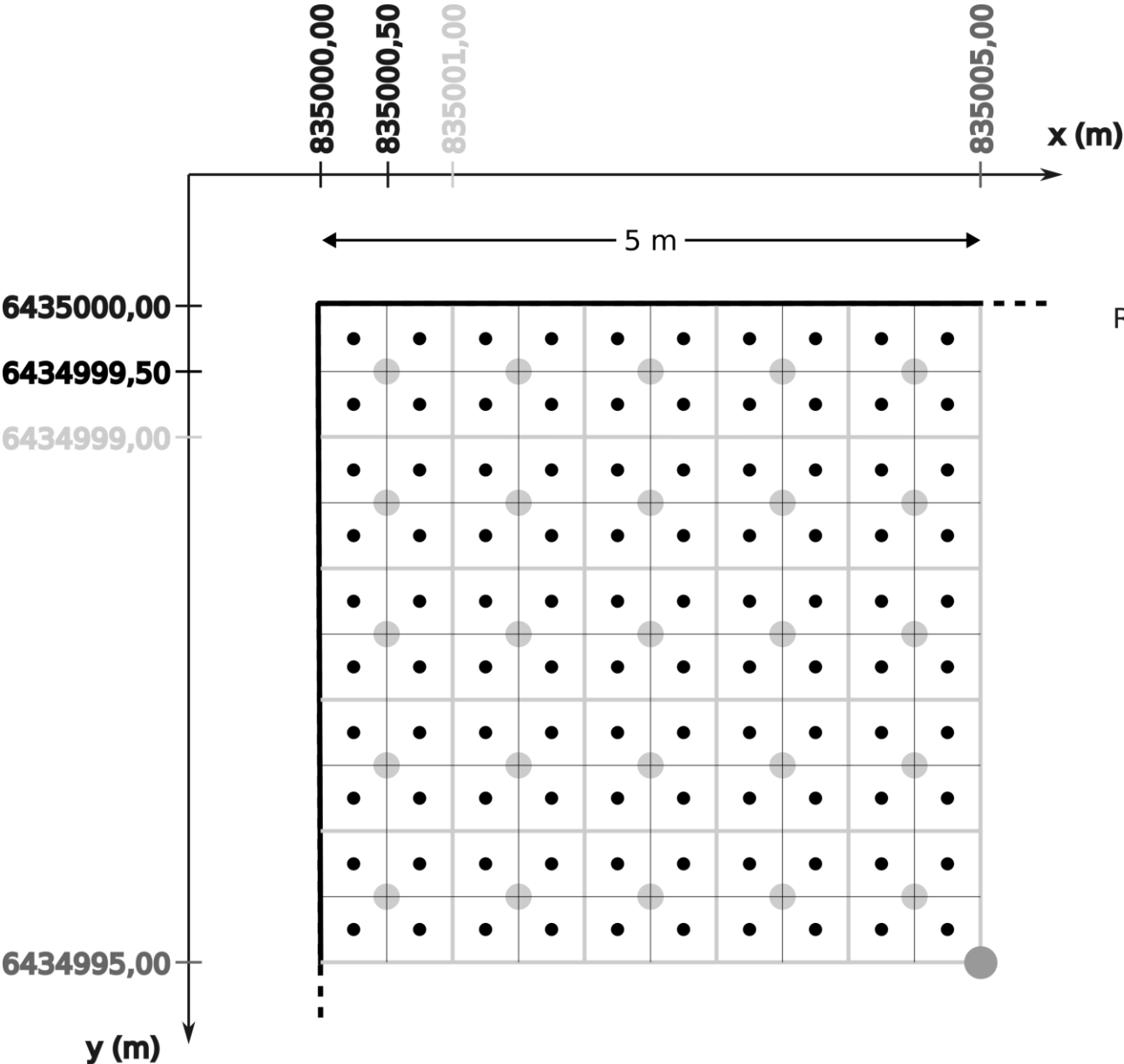
- RELIEF_NPS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ.copc.laz
- RELIEF_NPS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_densite_0100CM.tif
- RELIEF_NPS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_distance_0100CM.tif
- RELIEF_NPS_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_metadonnees.gpkg

- RELIEF_MNH_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_0050CM.tif
- RELIEF_MNH_FXX_XXXX_YYYY_AAAAMMJJ_metadonnees.gpkg

AAAAMMJJ	20250424	20250611
Version	V0	V1
Type	LiDAR	Images aériennes
Année d'acquisition	2021	2024

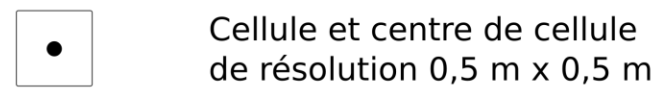


- Emprises des dalles de 1 km x 1 km de différents produits altimétriques de l'IGN
- France RELIEF (toutes les données)
LiDAR HD (nuages de points, métadonnées)
MNS CORREL
 - - - LiDAR HD (MNX, données accompagnantes)
 - · · RGE ALTI



Résolution des rasters France RELIEF

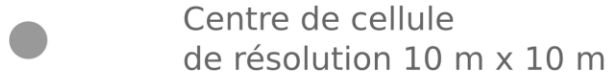
0,50 m : MNX, cartes de densité et distance



1 m : Carte et masques de classes)



10 m : Cartes d'erreurs estimées



- Attributs des nuages de points [laz version 1.4 format 6](#)
- Attributs supplémentaires
 - NPL : Attribut dsm_marker (1 si point utilisé dans le calcul du MNS correspondant, 0 sinon)
 - NPS : Attribut dtm_marker (1 si point utilisé dans le calcul du MNT correspondant, 0 sinon)

Description des métadonnées

Couches des fichiers gpkg de métadonnées :
 m/d = metadonnees à la dalle
 v = validite
 s = source
 c = changement

Nom de la métadonnée	Description	N P L m	M N S m	M N H m	NPS				MNT				
					d	v	s	c	d	v	s	c	
nom	Identifiant de la dalle au format XXXX_YYYY	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
xxxx	Coordonnée x du coin Nord-Ouest de la dalle en kilomètres	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
yyyy	Coordonnée y du coin Nord-Ouest de la dalle en kilomètres	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
code_ignf_planimetrie	Code du registre IGN-F (ex-RIG) du système de coordonnées planimétriques utilisé	X	X	X	X				X				
code_ignf_altimetrie	Code du registre IGN-F (ex-RIA) du système de coordonnées verticales utilisé	X	X	X	X				X				
code_epsg_planimetrie	Code EPSG du système de coordonnées planimétriques utilisé	X	X	X	X				X				
code_epsg_altimetrie	Code EPSG du système de coordonnées verticales utilisé	X	X	X	X				X				
territoire	Nom du territoire concerné	X	X	X	X				X				
xmin	Coordonnées minimales et maximales de l'emprise de la dalle, en mètres	X	X	X	X				X				
xmax		X	X	X	X				X				
ymin		X	X	X	X				X				
ymax		X	X	X	X				X				
zmin / hmin	Altitude / hauteur minimale des valeurs de la dalle, en mètres	X	X	X	X				X				
zmax / hmax	Altitude / hauteur maximale des valeurs de la dalle, en mètres	X	X	X	X				X				
nombre_de_points	Nombre de points du nuage dans le fichier	X			X								

Description des métadonnées

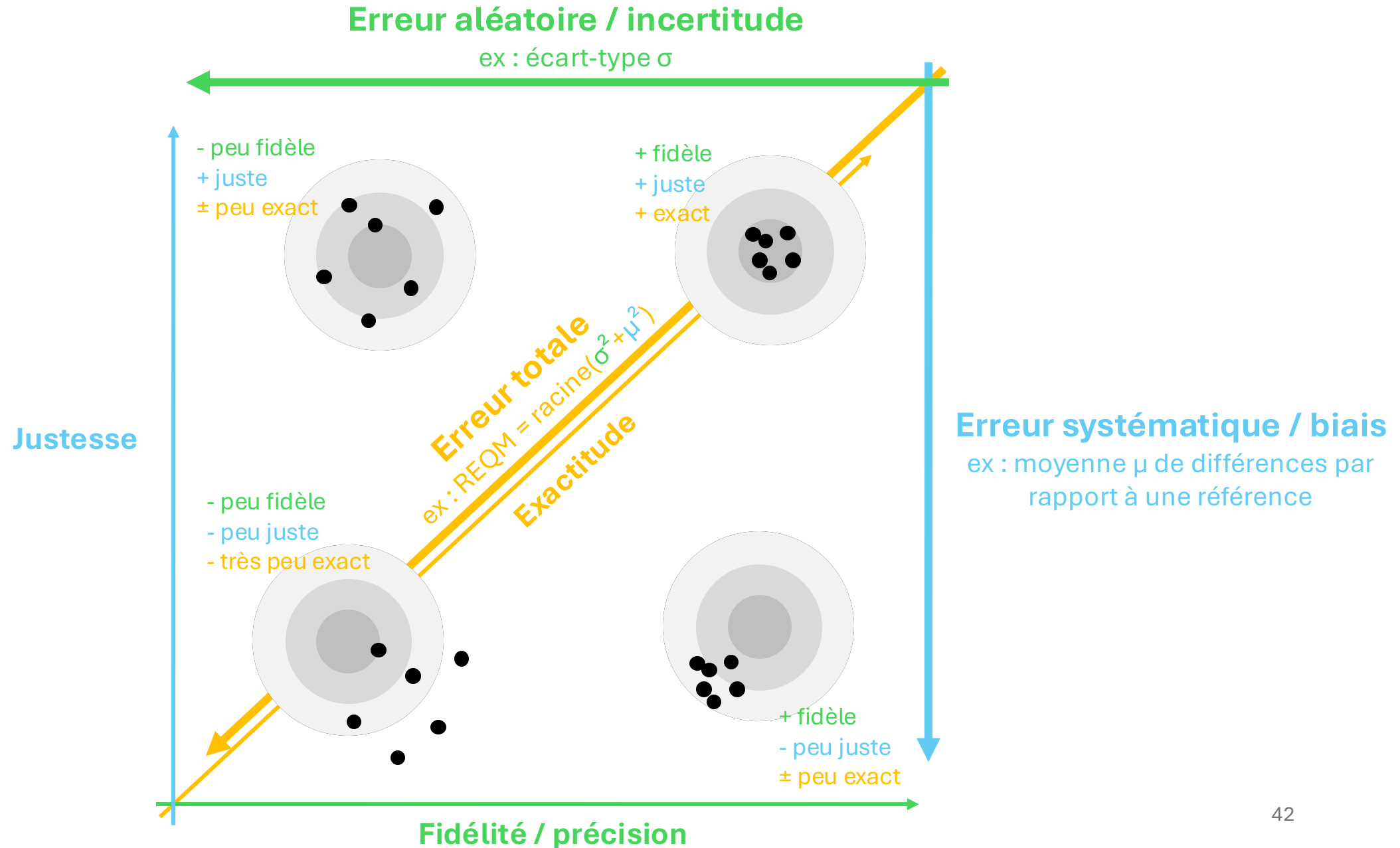
Couches des fichiers gpkg de métadonnées :
 m/d = metadonnees à la dalle
 v = validite
 s = source
 c = changement

Nom de la métadonnée	Description	N P L m	M N S m	M N H m	NPS				MNT			
					d	v	s	c	d	v	s	c
technologie_acquisition	Type d'acquisition (LiDAR ou image aérienne)	X	X				X				X	
instrument	Identification du modèle de capteur (ex : marque et modèle)	X	X				X				X	
date_debut_acquisition	Date de début d'acquisition du chantier sur la dalle	X	X				X				X	
date_fin_acquisition	Date de fin d'acquisition du chantier sur la dalle	X	X				X				X	
date_production	Date de production en cours	X	X		X				X			X
processus_traitement	Code associé au processus de traitements appliqué	X	X				X				X	
code_chantier	Identifiant du chantier en production	X	X				X				X	
maitre_ouvrage	Maître d'ouvrage	X	X				X				X	
maitre_oeuvre_acquisition	Maître d'oeuvre de l'acquisition	X	X				X				X	
maitre_oeuvre_traitement	Maître d'oeuvre du traitement	X	X				X				X	
infos_qualite	Information qualitative sur la qualité des données (ex : LiDAR HD été)						X				X	
date_validite	Date de début d'acquisition du chantier utilisé pour détecter le changement du sol					X				X		
date_avant_changement	Date de validité des données précédentes (la plus ancienne) sur la zone							X				
date_constatation_changement	Date de fin d'acquisition du chantier utilisé pour la mise à jour ciblée							X				

Description des métadonnées

Couches des fichiers gpkg de métadonnées :
 m/d = metadonnees à la dalle
 v = validite
 s = source
 c = changement

Nom de la métadonnée	Description	N P L m	M N S m	M N H m	NPS				MNT					
					d	v	s	c	d	v	s	c		
incertitude_planimetrique_chantier	Statistiques sur les écarts (distance euclidienne) dans le plan horizontal entre les points sol du nuage et quelques dizaines de points de mesures GNSS au sol sur le chantier : écart-type, moyenne et racine de l'erreur quadratique moyenne pour l'incertitude, le biais et l'erreur totale respectivement, en mètres	X												
biais_planimetrique_chantier		X												
erreur_totale_planimetrique_chantier		X												
incertitude_altimetrique_chantier	Statistiques sur les écarts verticaux (distance euclidienne) entre les points sol du nuage et quelques dizaines de points de mesures GNSS au sol sur le chantier : écart-type, moyenne et racine de l'erreur quadratique moyenne pour l'incertitude, le biais et l'erreur totale respectivement, en mètres	X												
biais_altimetrique_chantier		X												
erreur_totale_altimetrique_chantier		X												
incertitude_altimetrique_dalle	Estimation de l'ncertitude liée aux incertitudes de positionnement des points du nuage et à la construction du MNT (modélisation et représentativité) pour l'ensemble de la dalle MNT de 1 km x 1 km									X				
biais_altimetrique_dalle	Estimation du biais lié à la construction du MNT (modélisation et représentativité) pour l'ensemble de la dalle MNT de 1 km x 1 km									X				
erreur_totale_altimetrique_dalle	Estimation de l'erreur totale correspondant à la combinaison des deux composantes précédentes (racine de la somme des carrés de l'incertitude et du biais)									X				

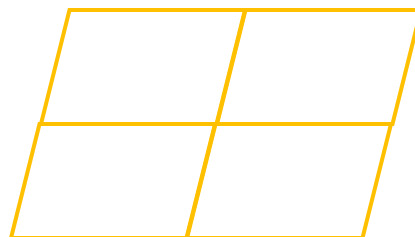
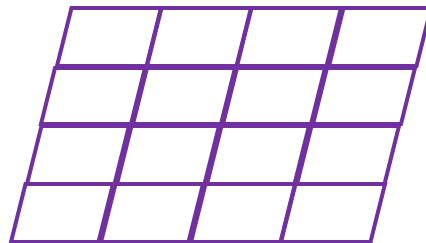
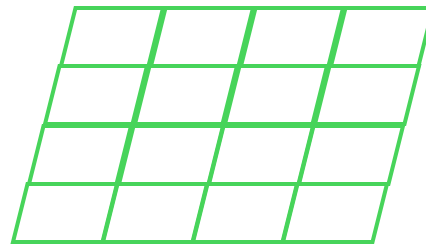
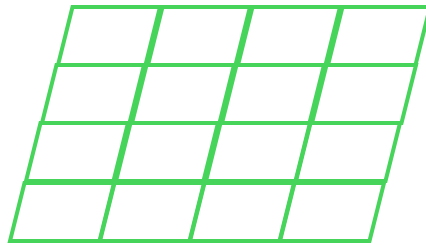


Sources d'erreurs	Impact sur l'altitude du MNT	
	Biais	Incertitudes
Positionnement (x,y,z) des points des nuages (position du capteur, direction de visée, mesure de distance) LiDAR : Planimétrie : ~ 20 cm, Altimétrie : ~ 10 cm (valeurs réalistes d'après contrôle qualité par mesures GNSS) Photogrammétrie : Altimétrie : ~ 30 cm [cf. méthode d'estimation slides suivantes]	négligeable	σ_{pos}
Positionnement (x,y,z) des points des nuages (RGF93 v1 vs v2 vs v2b) v1/v2 : pas de biais, incertitude de 5 cm (source : Revue XYZ) v2/v2b : biais de 3 à 4 mm en planimétrie, jusqu'à 1.2 cm en altimétrie, incertitude < cm (source : Revue XYZ)	négligeable	négligeable
Classification des points ("faux positifs", i.e. points hors sol classés de façon erronée en "sol", ex : haut des cultures)	Très importants localement, en moyenne négligeable	
Densité des points (manque de données ou "faux négatifs", i.e. points "sol" classés autrement, ex : rocher classé en bâtiment)	non estimé	non estimé
Modélisation MNT = construction du MNT (choix des points à utiliser) + représentativité MNT (échantillonnage) [cf. méthode d'estimation slides suivantes]	δ_{mod}	σ_{mod}
TOTAL estimé (en général quelques centimètres, jusqu'à quelques dizaines de mètres en cas de très fort relief)	δ_{mod}	$\text{racine}(\sigma_{\text{pos}}^2 + \sigma_{\text{mod}}^2)$

NPS



MNT



NPS avec position des points modifiée suivant une loi normale étant données les erreurs estimées suivantes :

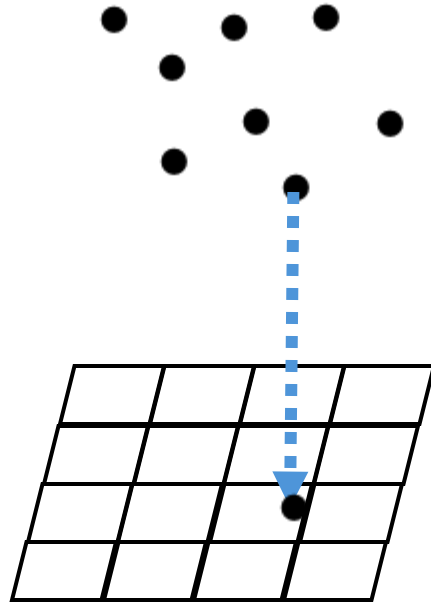
- Points issus du LiDAR (d'après mesures GNSS) :
 - $\sigma_x = \sigma_y = 0.20$ m
 - $\sigma_z = 0.10$ m
- Points issus de photogrammétrie :
 - $\sigma_z = 0.30$ m (1.5 x résolution de l'image de 0.20 m)

Calcul des MNT correspondants

Différence des MNT

Calcul des statistiques (écarts-types) sur les différences par pixel de 10 m x 10 m et par dalle de 1 km x 1 km

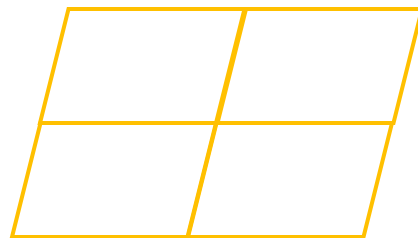
NPS



MNT

Projection des points du NPS sur le MNT, i.e. interpolation du MNT aux coordonnées (x,y) des points du NPS)

Différence entre les altitudes initiales du NPS et des altitudes projetées sur le MNT



Calcul des statistiques (moyenne, écart-type et REQM) sur les différences par pixel de 10 m x 10 m et par dalle de 1 km x 1 km