



# LIDAR AÉROPORTÉ HD APPLICATIONS POUR LA CARTOGRAPHIE D'URGENCE ET LES RELEVÉS DE CORRIDORS

Hugues Fournier, Julien Vallet

12.02.2025

01  
LIDAR HD: DÉFINITION

02  
TECHNOLOGIE ASSOCIÉE

03  
CARTOGRAPHIE D'URGENCE

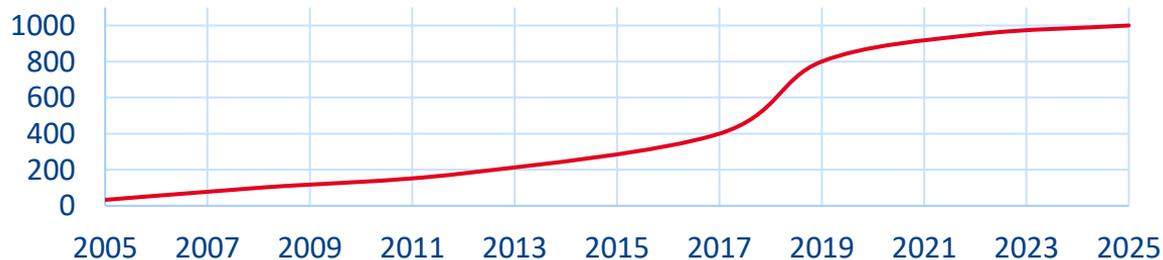
04  
CORRIDORS

05  
CONCLUSION

### Relevés aéroportés de corridors

|   | 2004   | 2008    | 2012    | 2017    | 2019      | 2023      |
|---|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Fréquence [pts/sec]                               | 10'000 | 150'000 | 275'000 | 666'000 | 1'333'000 | 2'000'000 |
| Densité [pts/m <sup>2</sup> ]<br>@120m AGL 45km/h | 10     | 100     | 180     | 400     | 800       | 1000      |

### Evolution de la densité



## Relevés surfaciques aéroportés

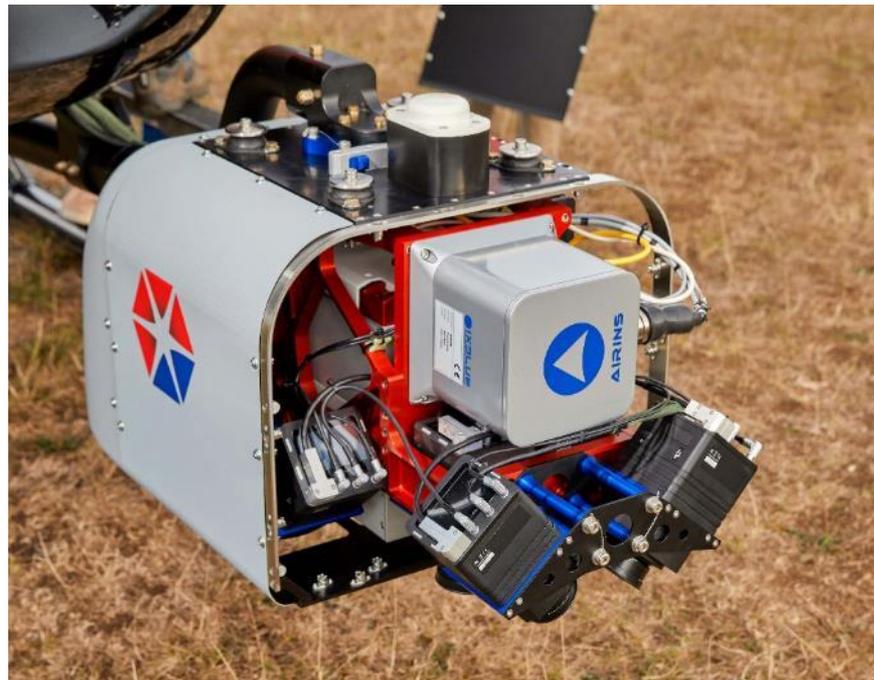
|   | 2005   | 2008    | 2013    | 2017    | 2018      | 2023        |
|---|--------|---------|---------|---------|-----------|-------------|
| Fréquence [pts/sec]                                 | 66'000 | 150'000 | 275'000 | 666'000 | 2x666'000 | 2x1'467'000 |
| Densité [pts/m <sup>2</sup> ]<br>@ 700m AGL 150km/h | 2      | 6       | 8       | 20      | 40        | 100         |

## Evolution de la densité



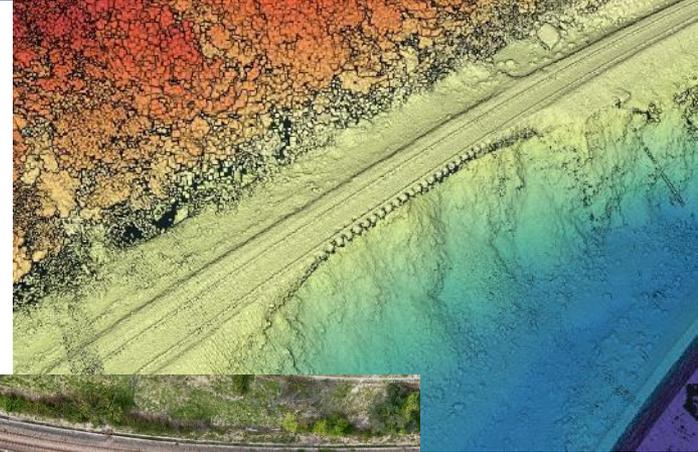
### Imagerie à haute résolution

- ❖ Caméras moyen format → 150Mpix
  - Soit 1cm à 120m de distance
- ❖ Couplage de caméras: système Pentacam
  - 5 cameras: 1 NADIR, 4 OBLIQUES
  - Photomaillage 3D avec résolution 2 cm
  - True-orthophoto
  - Nuage photogrammétrique à ultra haute densité ( $\sim 10'000$  pts/m<sup>2</sup> => résolution spatiale de 1cm)



## ▷ CARTOGRAPHIE D'URGENCE: POURQUOI ?

- ❖ Course contre le temps pour comprendre et agir
- ❖ Vision globale et détaillée de la situation
- ❖ Contrôler l'évolution du phénomène
- ❖ Prévenir et protéger la population
- ❖ Garder une trace de l'événement
- ❖ Planifier / suivre la restauration



Ingrédients clefs pour la cartographie d'urgence:

- ❖ Capteurs disponibles et opérateurs entraînés
- ❖ Ressources adaptées à la taille de l'événement
- ❖ Compréhension globale du phénomène
- ❖ Réactivité et maîtrise opérationnelle
- ❖ Infrastructure de production de données agile



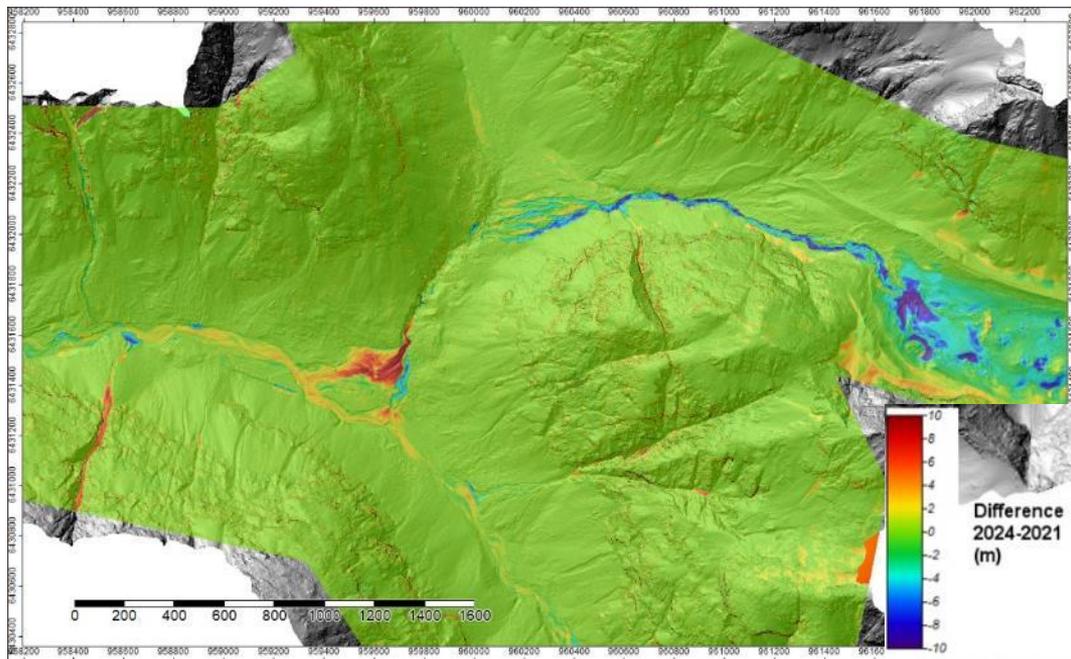
Lave torrentielle: La Bérarde (Vallée du Vénéon, France) **21 juin 2024**

Précipitation intense + rupture lac glaciaire → village détruit

→ Vol le **28 juin 2024**: 8'000 ha

→ 40pt/m<sup>2</sup> GSD 10cm

→ MNT, Ortho, Volumes **09 juillet 2024**



Laves torrentielles: Les Haudères (Val d'Hérens, Suisse) – 21 & 30 juin 2024 (doubles crues)

Ponts détruits, bâtiments endommagés, terrains agricoles érodés

→ Vol le 04 juillet 2024

→ LiDAR 100pt/m<sup>2</sup> + Orthophoto 5cm



## Tempête de La Chaux-de-Fonds, **24 juillet 2023**

- ❖ 5 minutes vent > 200km/h
- ❖ 1 victime, 3000 bâtiments endommagés, >22'000 arbres détruits
- ❖ 3 couvertures cartographique aériennes (~3'000 ha chacune):
  - ❖ Vol le **27 juillet** → Orthophoto 2cm le **31 Juillet**, LiDAR 60pt/m<sup>2</sup> le **9 août**

Tempête

1er vol

livraison Raw data

Ortho géoportail

LiDAR géoportail



**24.07**

→ **27.07**

→ **29.07**

→ **31.07**

→ **09.08**

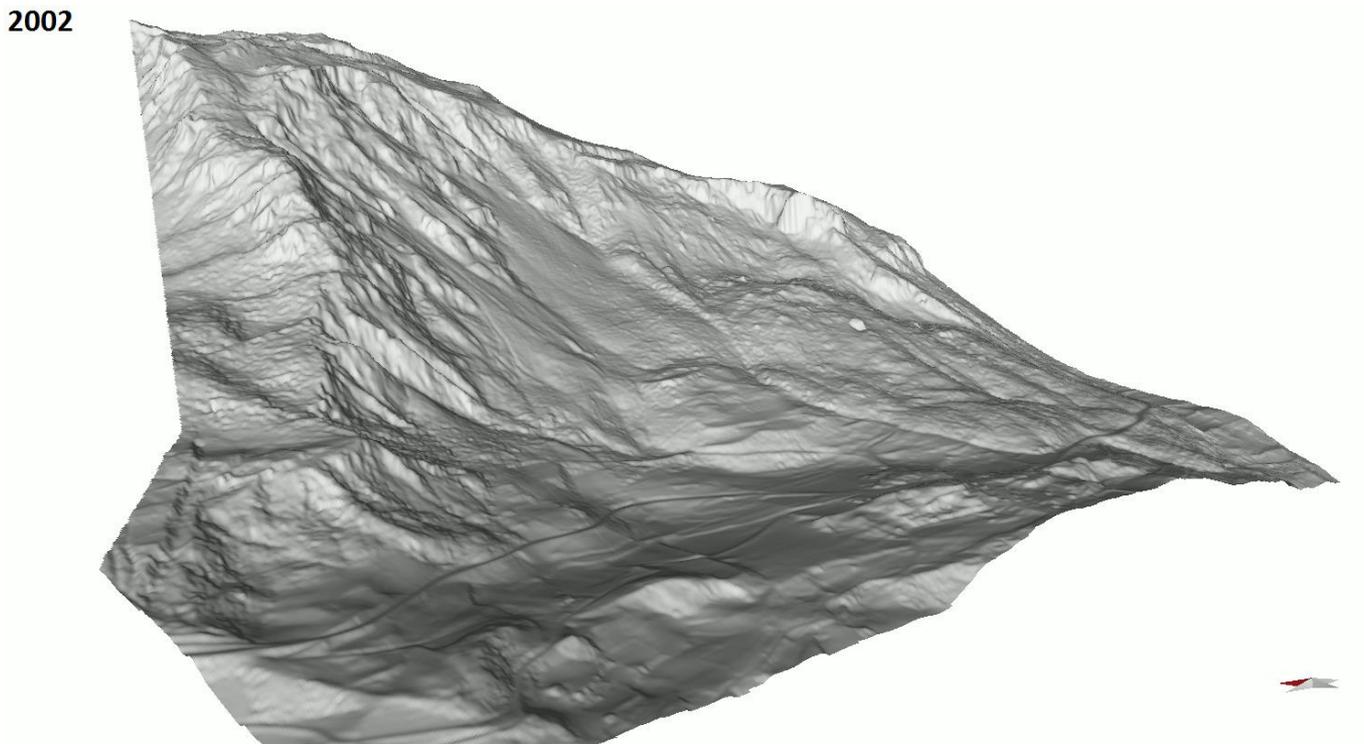
### Suivi de glissement de terrain à Brienz (GR)

#### ❖ 12 ans de suivi dont des vols en urgence

- ❖ 05 avril 2023 survol de contrôle annuel
- ❖ Mai 2023 (évacuation du village)
- ❖ 15 juin 2023: éboulement
- ❖ 17 juin 2023: vol LiDAR post éboulement
- ❖ ...et encore le 03.10.23, 10.05.24, 30.09.24



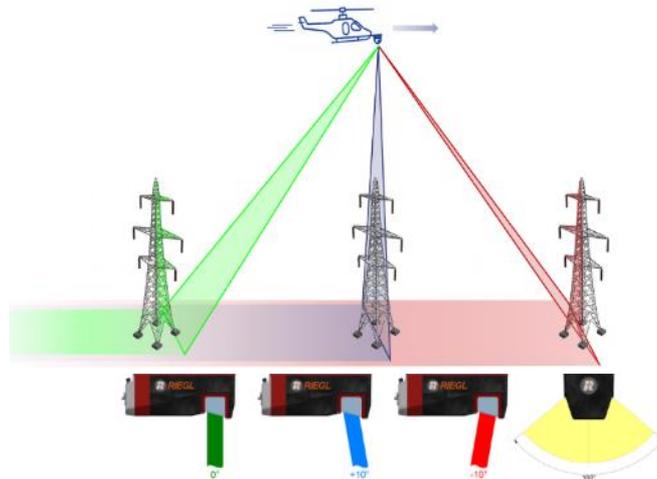
2002



## ▷ CARTOGRAPHIE DE CORRIDORS

### Haute densité utile pour

- ✦ Rail, route
- ✦ Lignes électriques
- ✦ Hydrologie
- ✦ Berges & Côtes



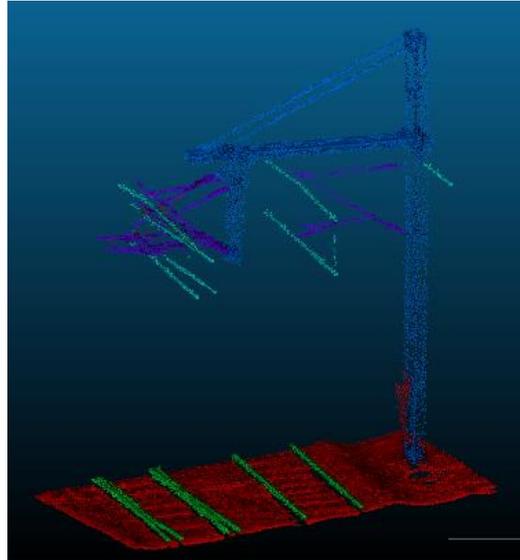
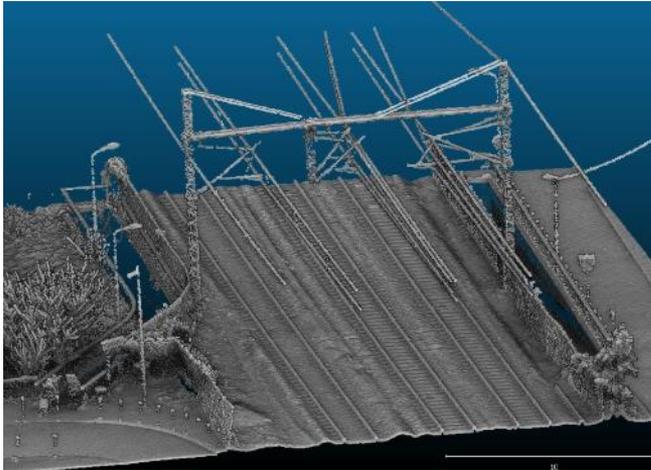
### Technologie à disposition

- ✦ ALS: aérien → pas de perturbation, couverture large (~120m), pas de couverture sous ouvrage, densité de 300-1'000pt/m<sup>2</sup>, images/ortho GSD 1cm, LiDAR FNB pour structures verticales et végétation
- ✦ MLS: route/rail → perturbation du trafic, couverture sous ouvrage mais limitée aux abords, densité de 2'000-4'000pt/m<sup>2</sup>, images 360° <2mm@4m, LiDAR double tête

**Problématique:** Insertion dans le trafic ferroviaire grande vitesse en MLS complexe/impossible

**Solution:** Relevé ALS

❖ 400-1'000 pt/m<sup>2</sup> y compris dans les structures verticales

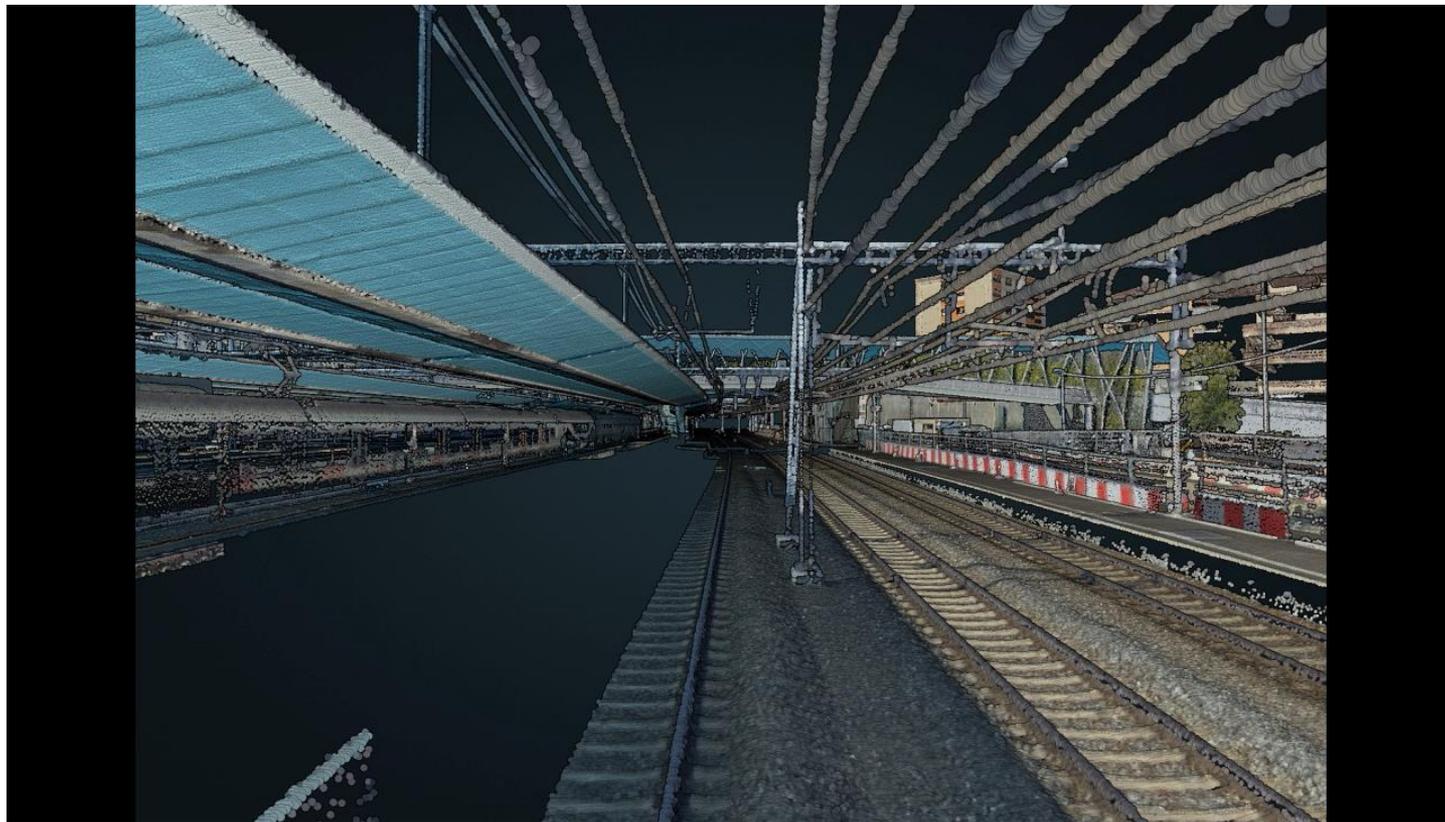


## ▷ RAIL (SBB, SNCF)

### Imagerie < 1cm pour détection automatique de végétation

- ❖ 120km / jour pour une bande de 80m de large
- ❖ Orthophoto 5mm + images obliques 1cm
- ❖ Camera 360° aérienne (« Airview »)



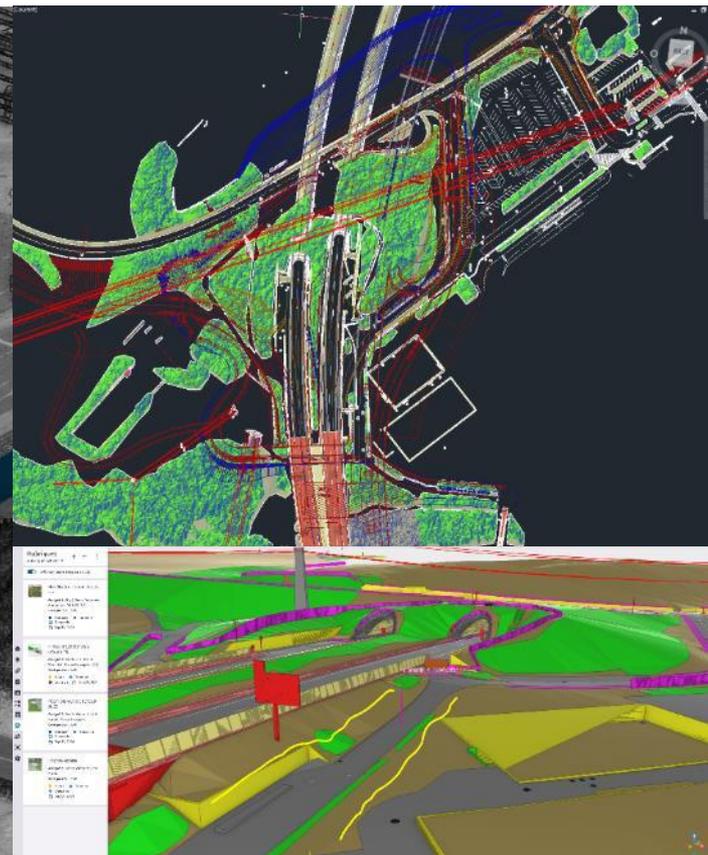


# ROUTE: ETAT ZÉRO, BIM, PLANIFICATION, RÉNOVATION (OFROU, ASF, ...)

- ⊠ Relevé mixte ALS + MLS
- ⊠ Densité ALS 800-1'000pt/m<sup>2</sup>
- ⊠ Densité MLS 2'500pt/m<sup>2</sup>
- ⊠ Scan to BIM → extraction 3D BIM
- ⊠ Orthophoto 1cm

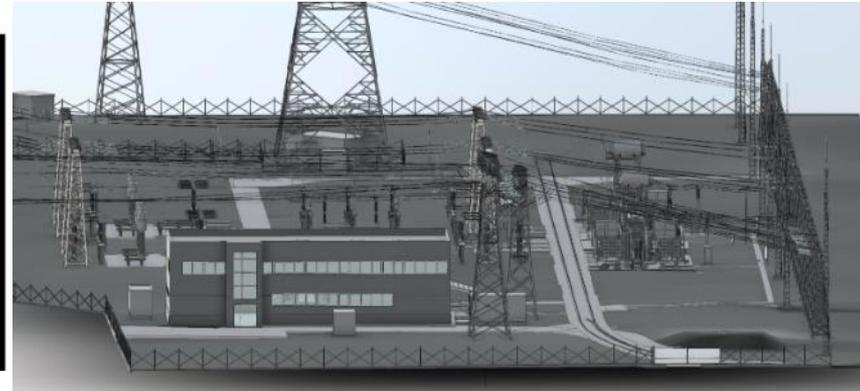
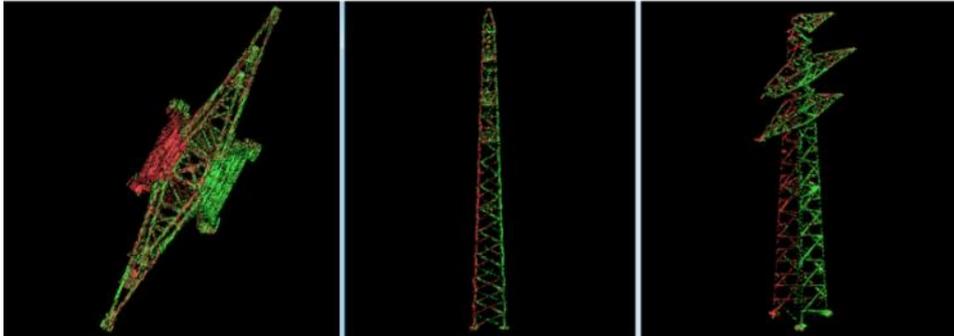
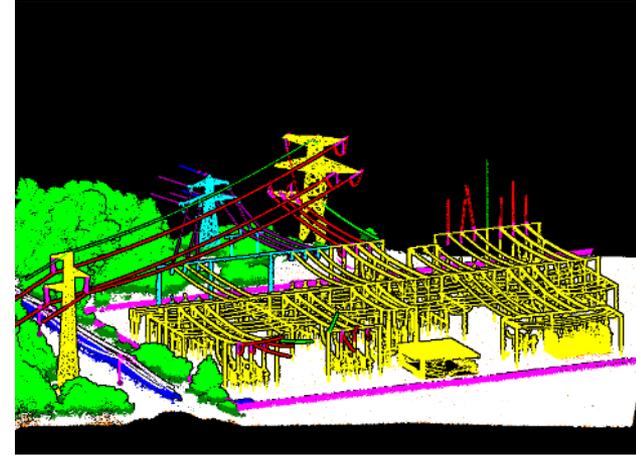
➔ A1 Genève-Nyon

➔ A1 Winterthur



**Swissgrid, RTE:** Surveillance de la végétation/obstructions et géométrie de la ligne (modélisation mécanique)

- ❖ 100-300 pt/m<sup>2</sup>
- ❖ LiDAR FNB
- ❖ Imagerie haute résolution
- ❖ Modèles détaillés des pylônes → détection de mouvement

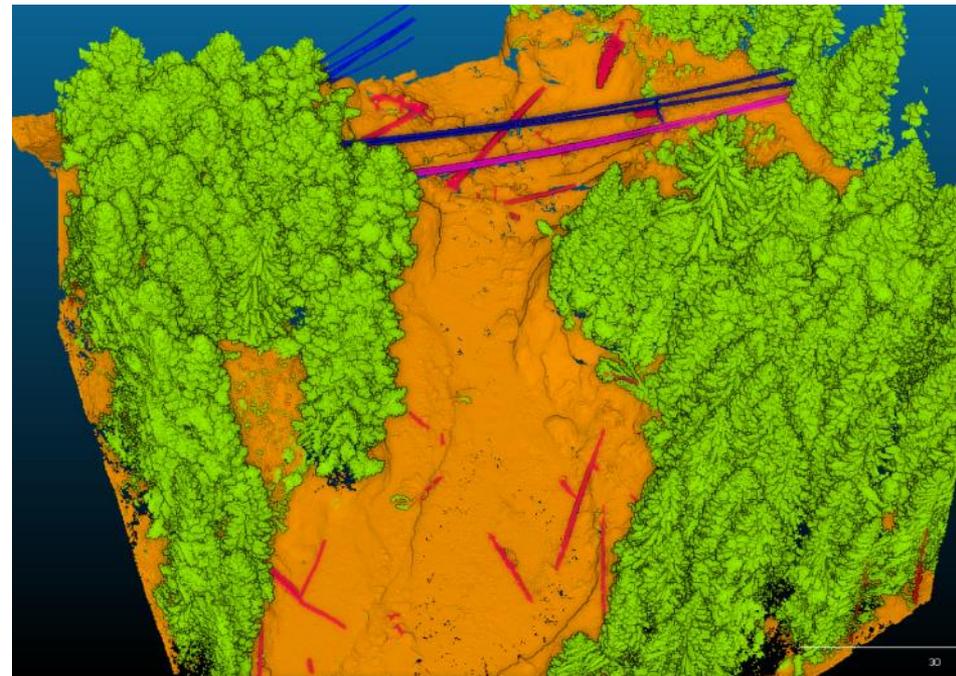


## Gorges de la Borgne 09.2024: inventaire du bois flottant pour modélisation et dimensionnement d'ouvrage

- ❖ Densité >600pt/m<sup>2</sup> avec capteur FNB pour pénétration végétation
- ❖ Images GSD 1cm
- ❖ Images panoramiques 360°



Gorges de la Borgne 09.2024



Saint Jean de Luz → monitoring 2017-2024

✦ Interventions à marée basse (coef. >90) → réactivité de mise !

✦ 6 km de côtes

✦ Scan NADIR + Oblique: 600pt/m<sup>2</sup> + images GSD 1cm

→ Maillages 3D → comparaison

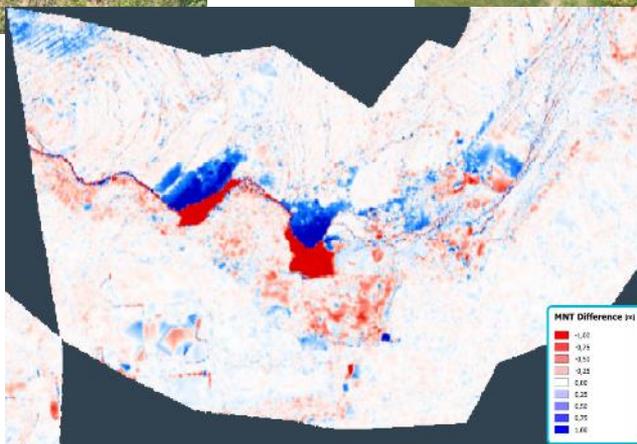
→ Bilan volumique d'érosion annuelle



2021



2022



- ❖ LiDAR HD évolue → 100 à 1'000 pt/m<sup>2</sup> pour les acquisitions aériennes
- ❖ Accessible désormais également pour de la grande surface (Canton NE, 100pt/m<sup>2</sup>)
- ❖ Permet des cartographies d'urgence détaillées, étendues et homogènes.
- ❖ Important moyen de documentation, d'analyse et de compréhension des phénomènes
- ❖ Capacité d'acquisition et de traitement décuplées de nos jours => rapidité de production de données
- ❖ Demande croissante pour des densités élevées (> 100pt/m<sup>2</sup>) pour la gestion des infrastructures linéaires
- ❖ Possible grâce à l'évolution des capteurs et des algorithmes des 5 dernières années
- ❖ Données à haute résolution utiles à des applications plus nombreuses
  - mutualisation des coûts de production possible
  - utile d'anticiper et de soigner la planification des interventions

Merci de votre attention...

