Détection et surveillance de glissements de terrain par télédétection

Dr. Romy Schlögel

ESA Living Planet [illegible]earch Fe[illegible]

Centre Spatial de [illegible] Dépt. Géologie (ULiège)

GTEO "L'observation [illegible] gestion des [illegible] en Wallonie" (17.03.2022)

Un parcours scientifique à travers les glissements de terrain…

Pourquoi cartographier des glissements de terrain et évaluer leur cinématique est si important ?

- Méthodes de prévention et réduction des risques

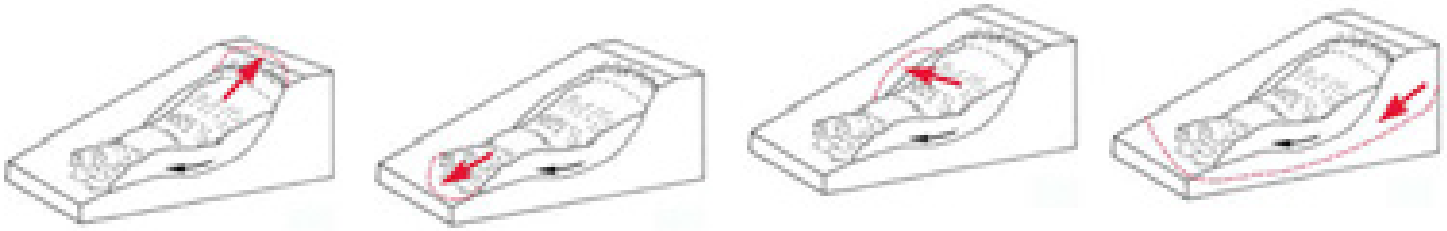
➔ Connaissance de processus de glissements

- Type

- Magnitude

Quelle grandeur?

- Evolution dans le temps



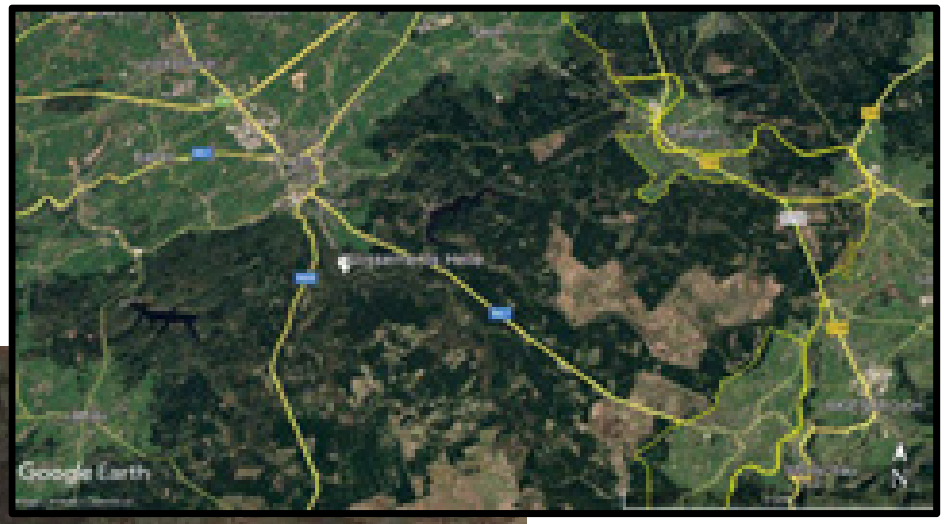
- Estimation de l'aléa

HAZARD

$$H_L = S * P(N_L) * P(A_L)$$

Des glissements de terrain en Belgique

Après les pluies intenses 2021…

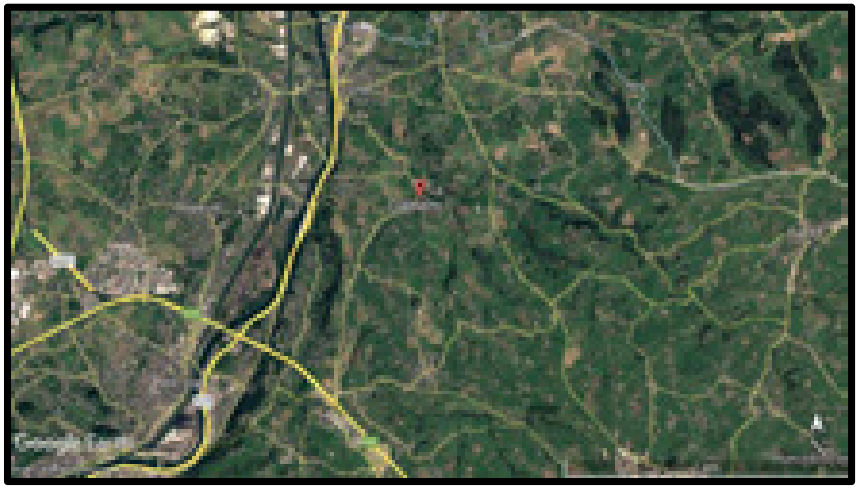


→ Mouvements de terrain le long de la Helle

➔ Peu d'impact

Des glissements de terrain en Belgique

Après les pluies intenses de juillet 2021…



→ Mouvement de terrain de +/- 8 cm au total à Dalhem

➔ Impact: habitation sévèrement touchée et déclarée insalubre

Méthodes de mesures de déplacement

- Information pontuelle:

dGPS/GNSS, tachéometrie, inclinomètres…

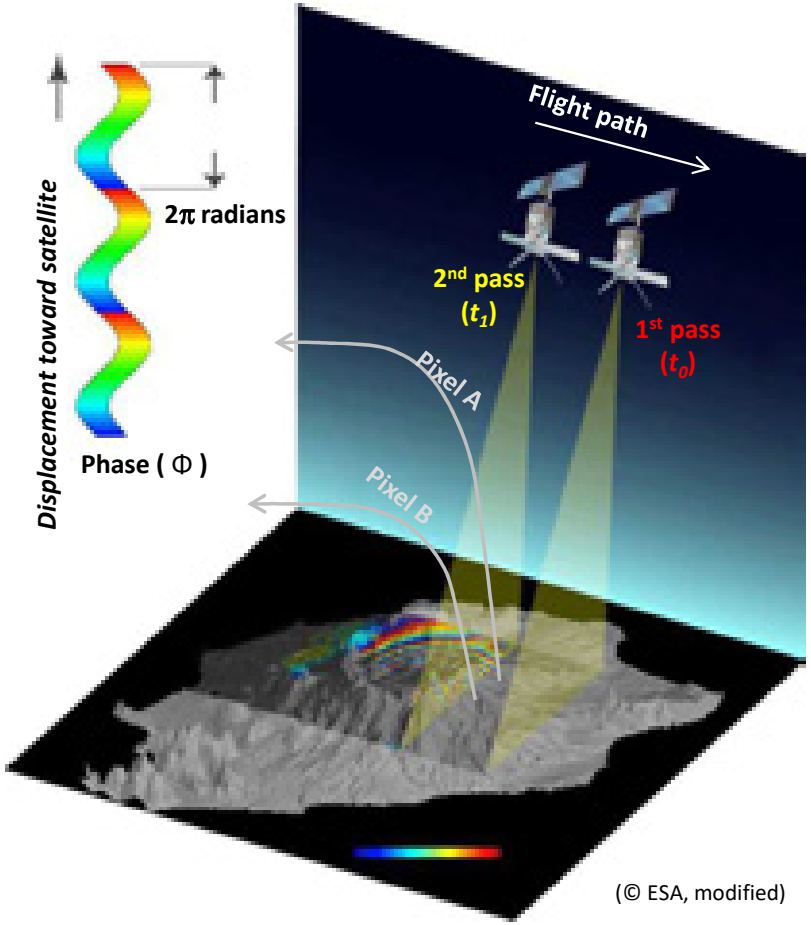
- Information spatiale: télédétection

  - Senseurs terrestres & proximaux; ex. laser scanner, UAS
  - Sensors satelliaires

    → Correlation images optiques : pas à l'échelle régionale, pas adapté aux déplacements lents

    ➔ Images radar ➔ Interferometrie (InSAR):
    outil puissant avec une grande surface couverte, intéressant pour les déplacements verticaux, précision centimétrique et résolution décamétrique

Interférométrie radar à synthèse d'ouverture



(© ESA, modified)

≠ correlation d'images optiques

D-InSAR = utilisation de 2 images SAR de la même zone, acquises à 2 instants pour calculer le déphasage (ΔΦ)

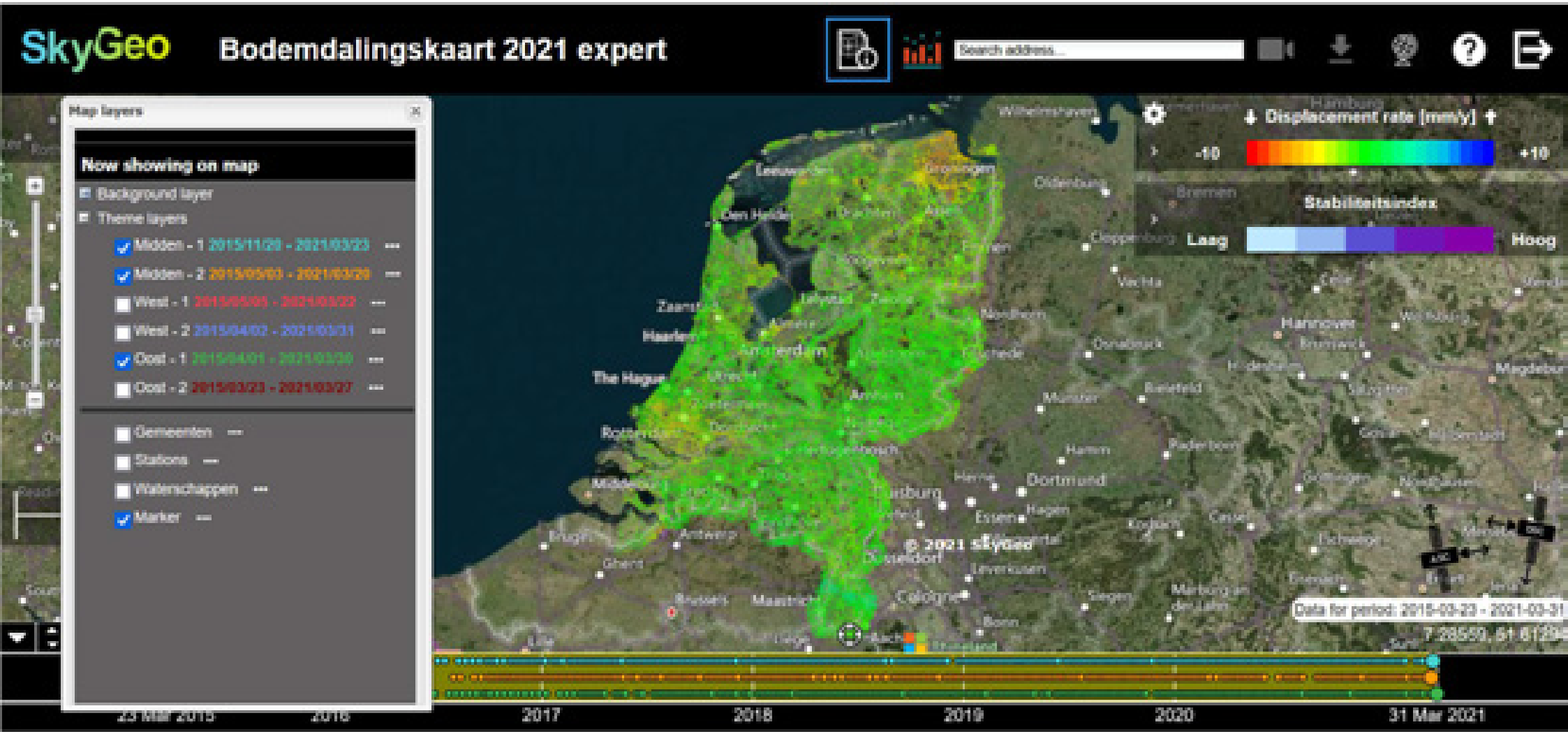
$$\Delta\Phi \cong \mathbf{\Delta\Phi_{def}} + \Delta\Phi_{atmo} + \Delta\Phi_{topo} + \Delta\Phi_{orb} + \Delta\Phi_{noise}$$

$$\Delta\Phi^{*}(\lambda/4\Pi) \approx \Delta R$$

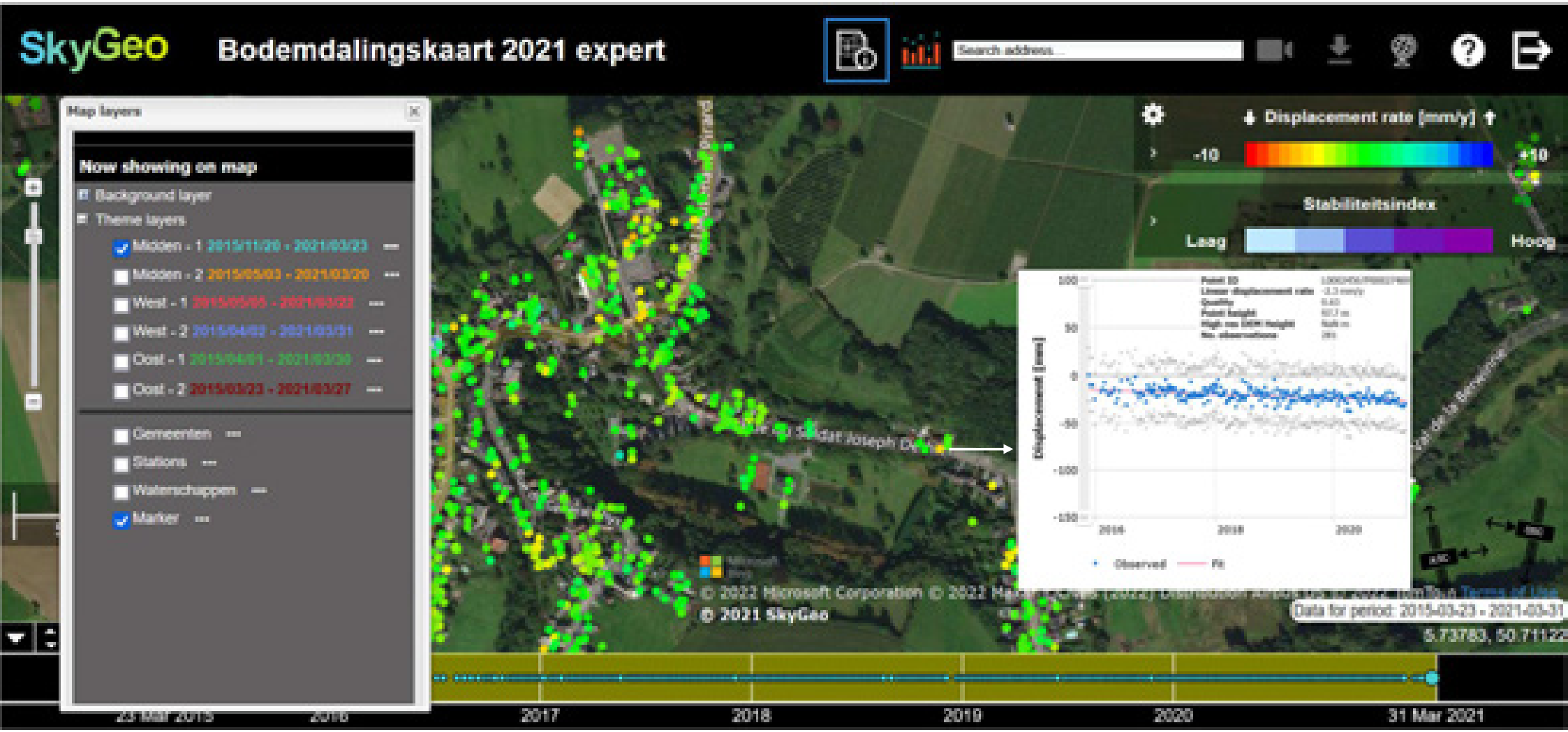
λ: longueur d'onde du senseur radar
ΔR: différence de distance satellite-sol entre 2 images

Différence de phase due à la déformation
Estimation du déplacement du sol [mm à cm] le long de la ligne de visée (LOS) du satellite

Exemple de suivi par MT-InSAR (PSI) aux Pays-Bas



Exemple de suivi par MT-InSAR (PSI) aux Pays-Bas



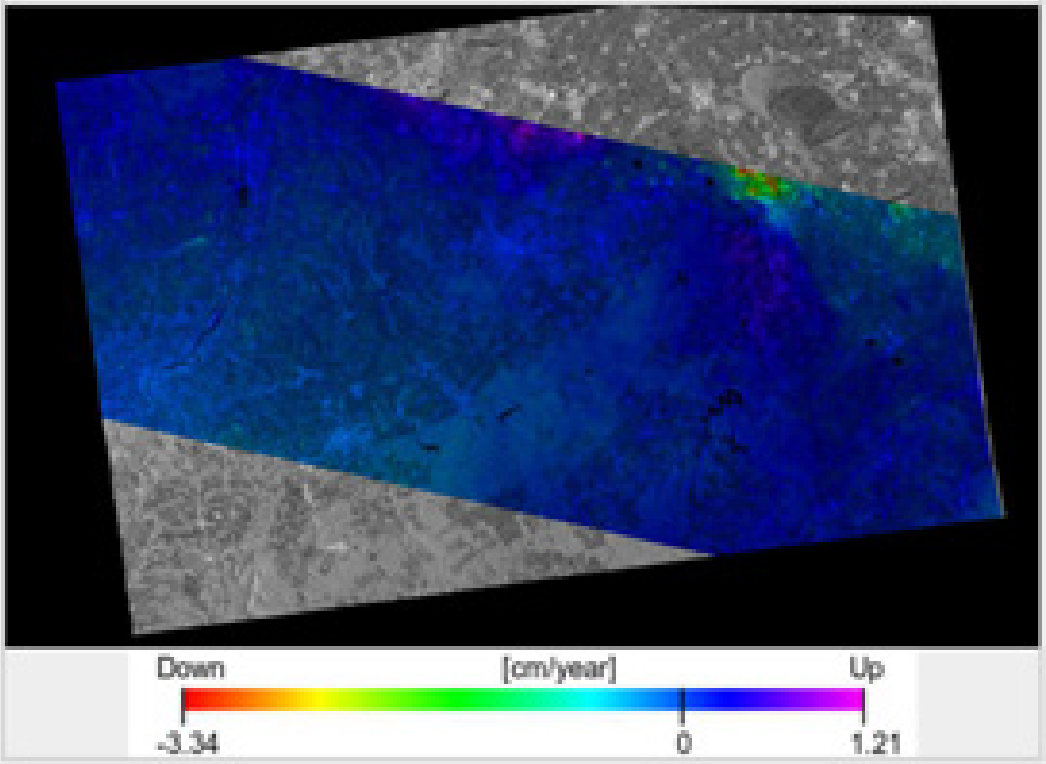
Exemple de suivi avec MSBAS time series

MasTer

Linear ground deformation rate : Einstein region

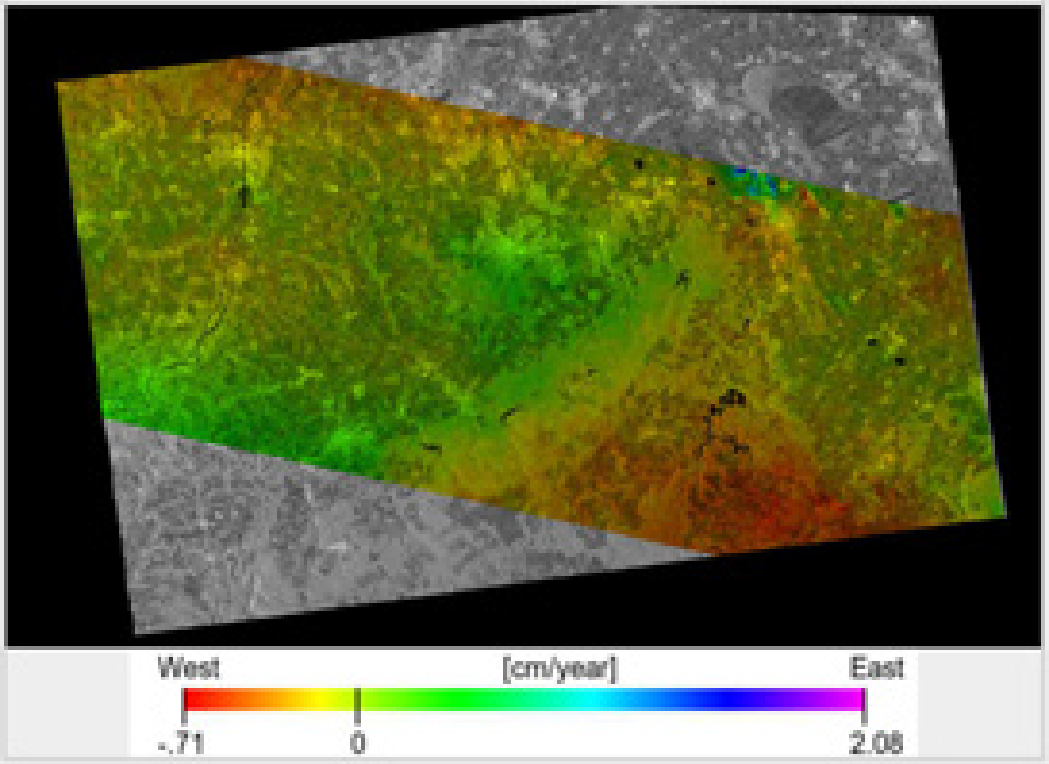
Up/Down deformation: Open KMZ

2016/10/06 --> 2021/09/19

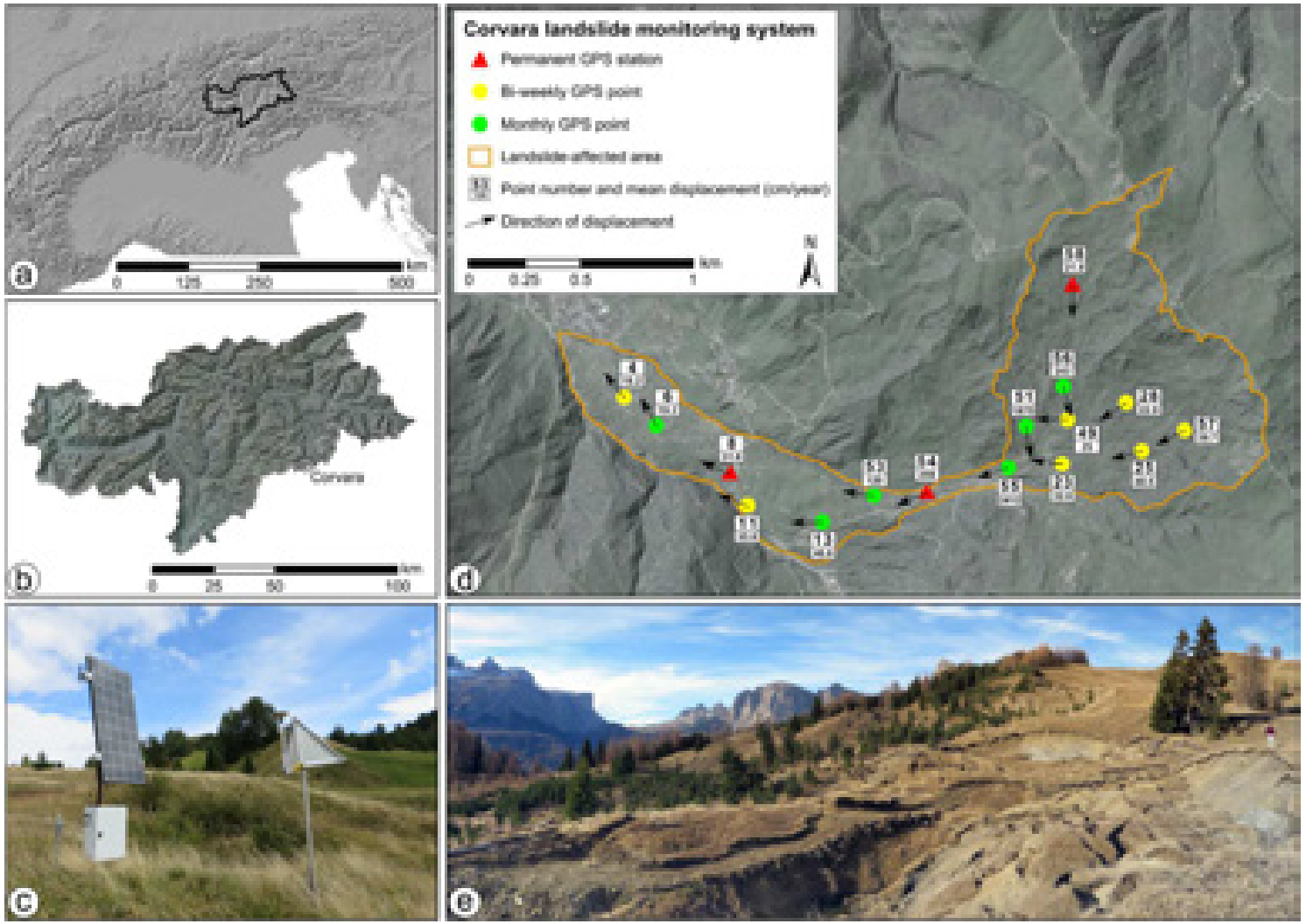


East/West deformation: Open KMZ

2016/10/06 --> 2021/09/19



Ex. surveillance de glissements dans les alpes

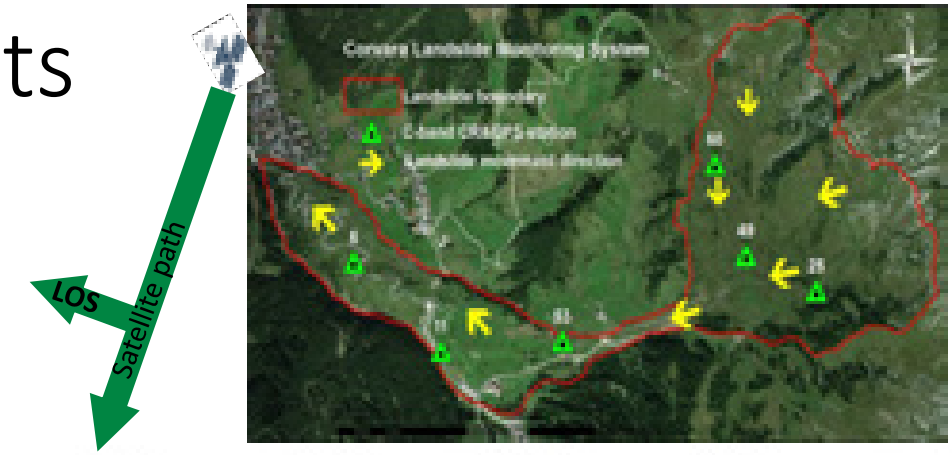


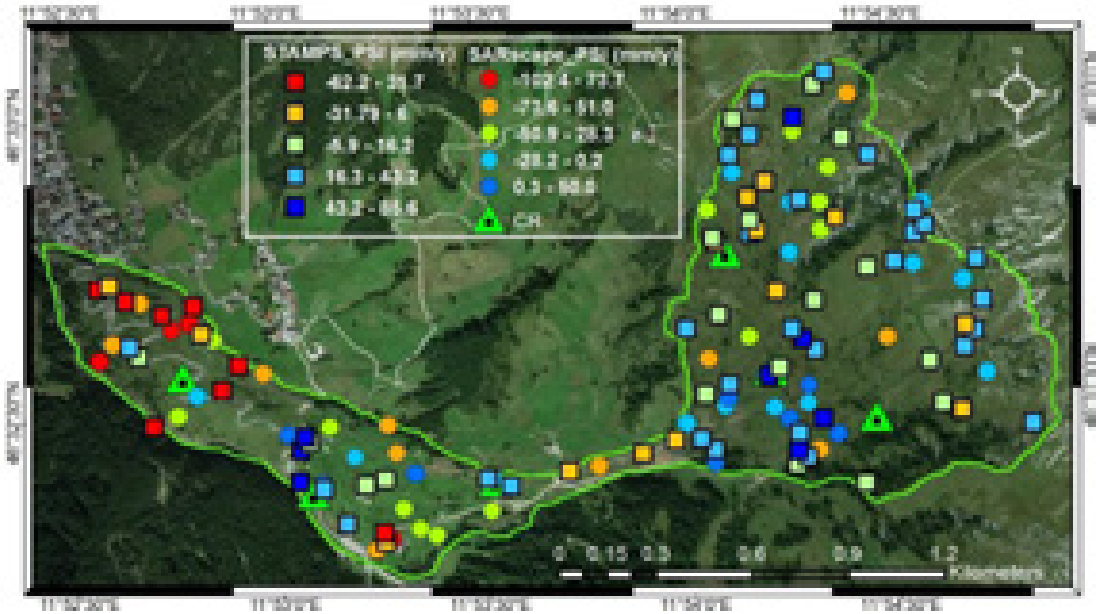
- **Géologie du Tyrol du Sud** : marnes ou calcaires, et des schistes argileux affleurant dans les pentes sous-jacentes aux pics dolomitiques

- **Glissement de terrain de Corvara** actif depuis 10 000 ans
- **Systèmes de surveillance :** GPS, TLS, UAV et InSAR

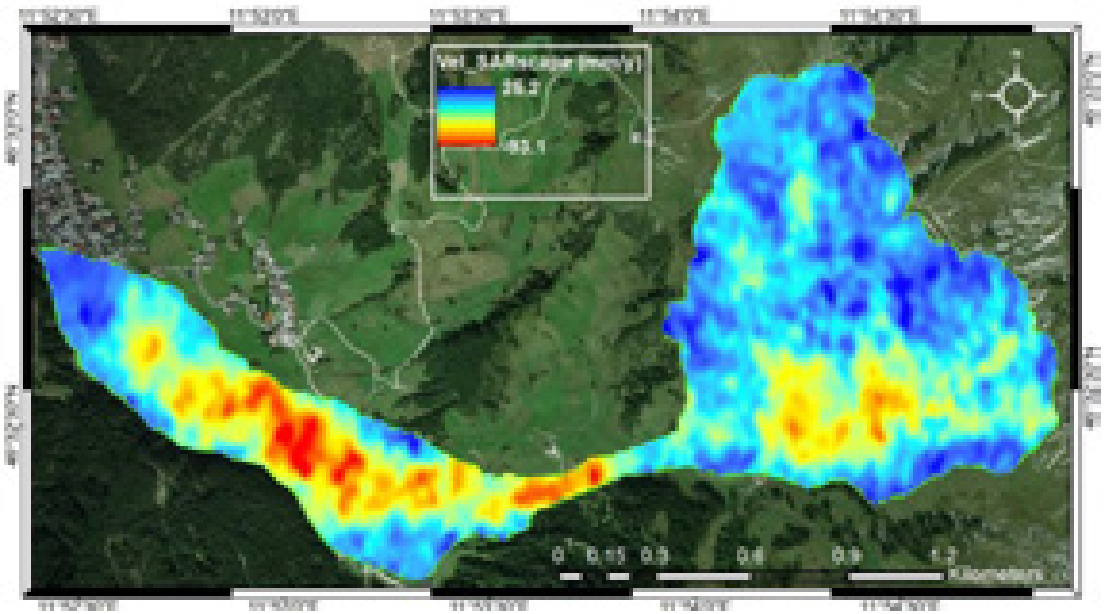
Ex. surveillance de glissements

- Cartes de déformation du glissement de terrain de Corvara à partir de techniques InSAR multi-temporelles :
  - Interférométrie à diffusion persistante (PSI)
  - Petit sous-ensemble de référence (SBAS)





LOS velocity derived from PSI (StaMPS & SARscape software)

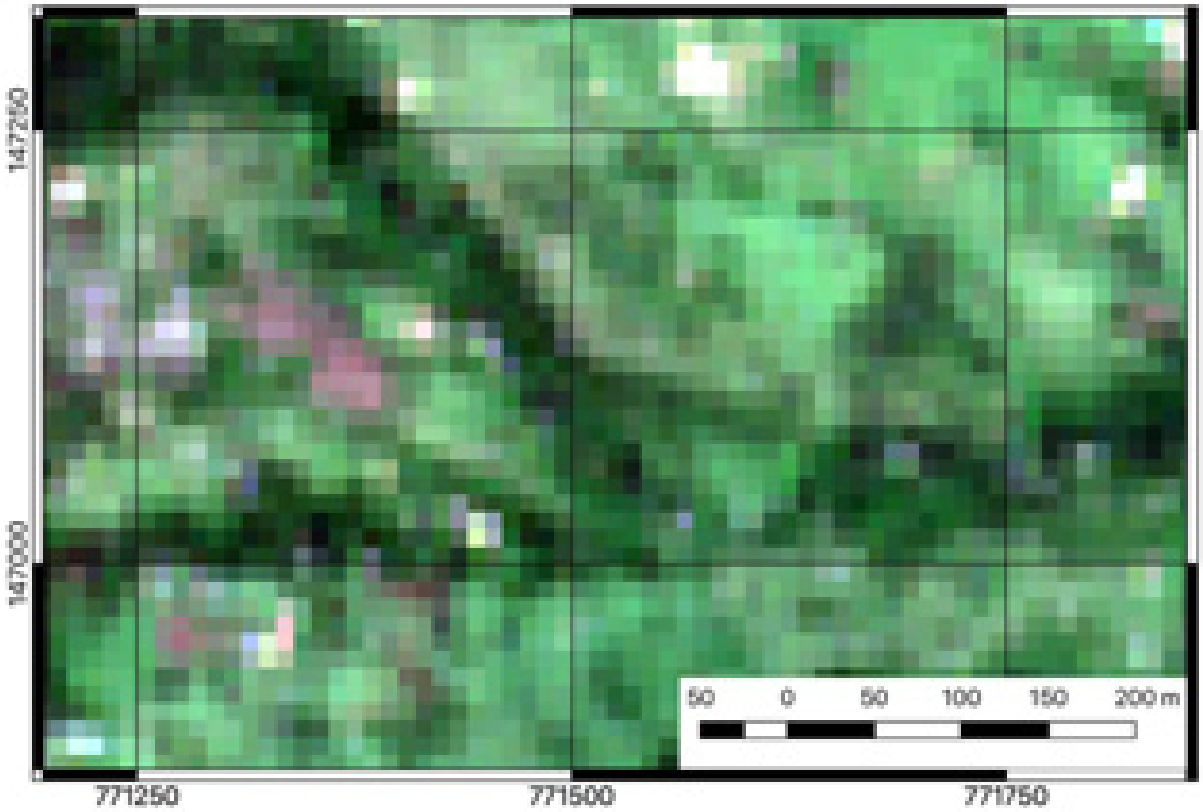


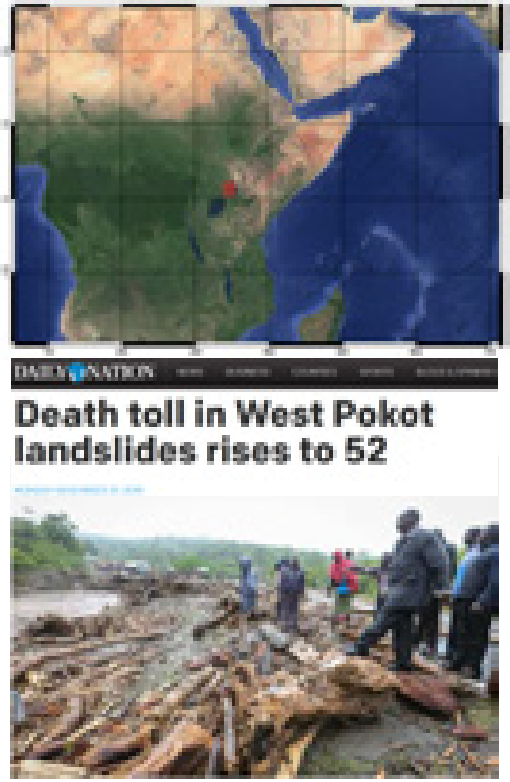
LOS velocity derived from SBAS (SARscape)

Ex. détection de glissements

Detection rapide de coulées de boue avec Sentinel-2

Pre-event
S2: 19/09/2019

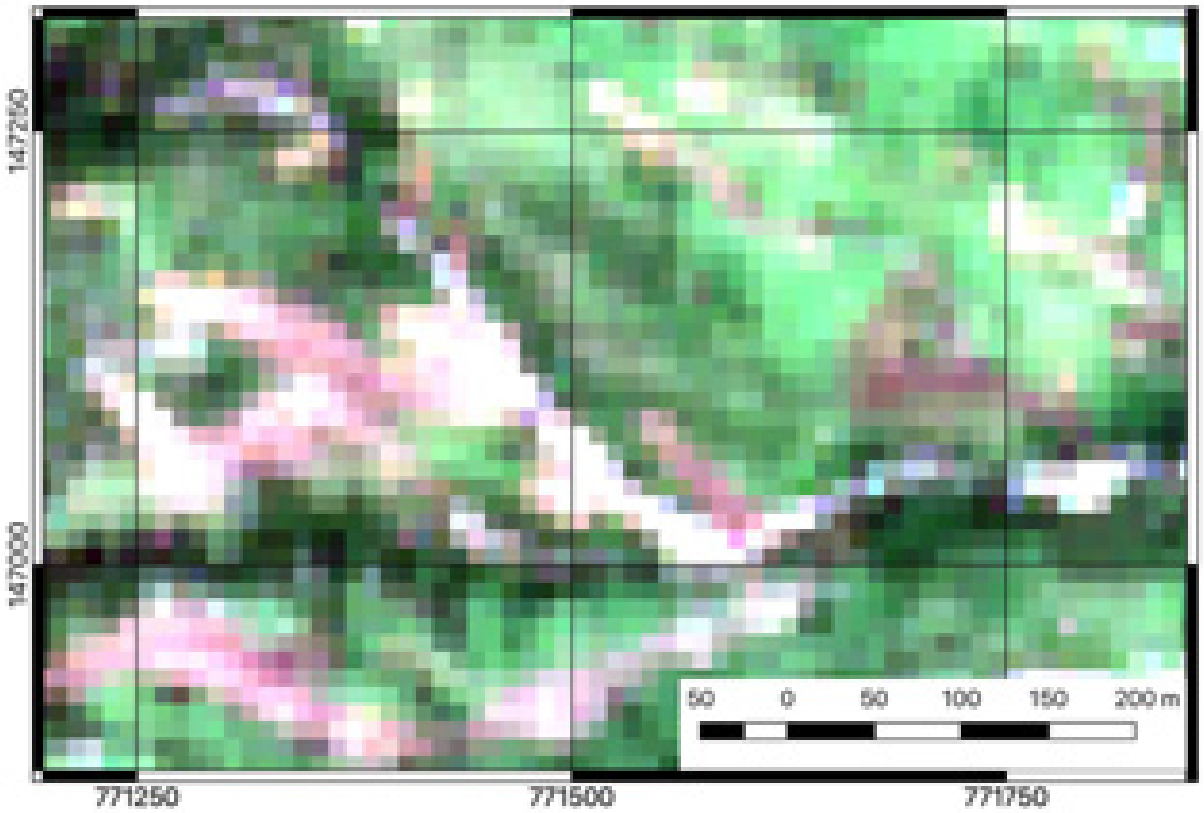




Ex. détection de glissements

Detection rapide avec Sentinel-2

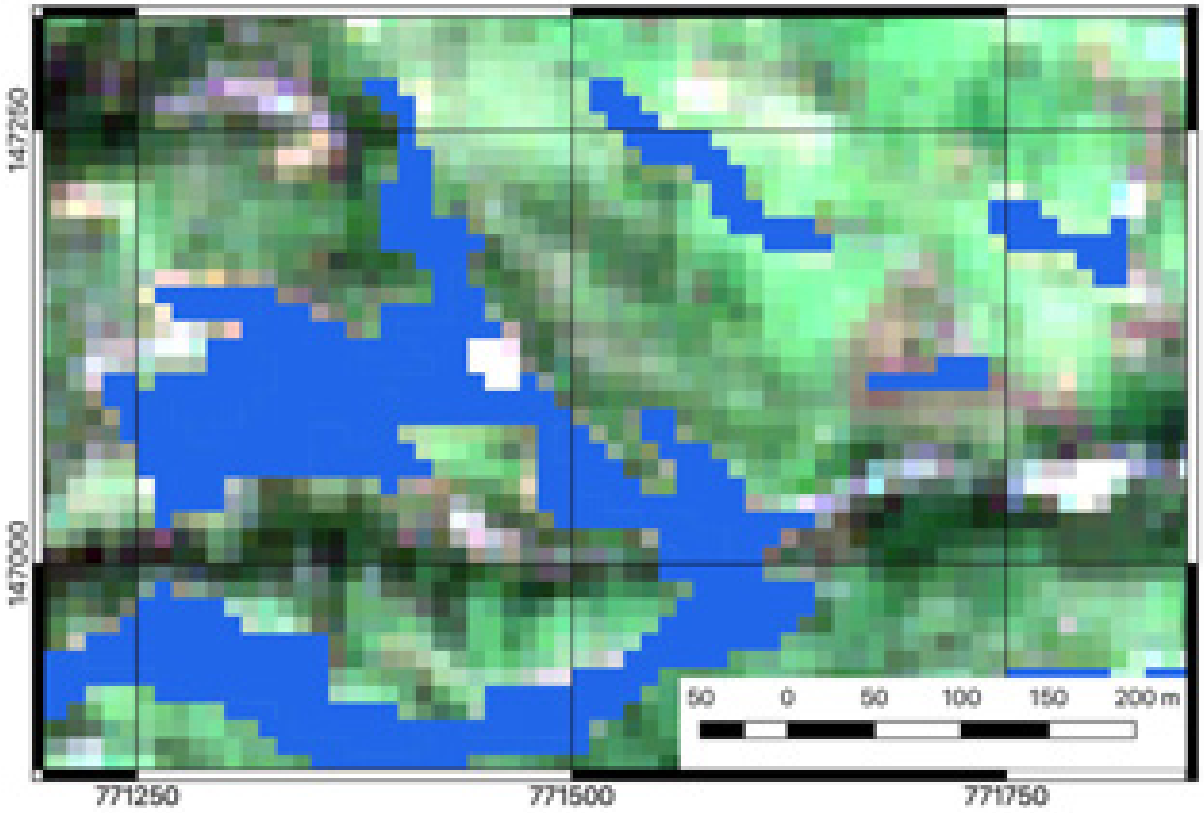
Post-event
S2: 28/11/2019



Ex. détection de glissements

Detection rapide avec Sentinel-2

Cartographie
S2: detection



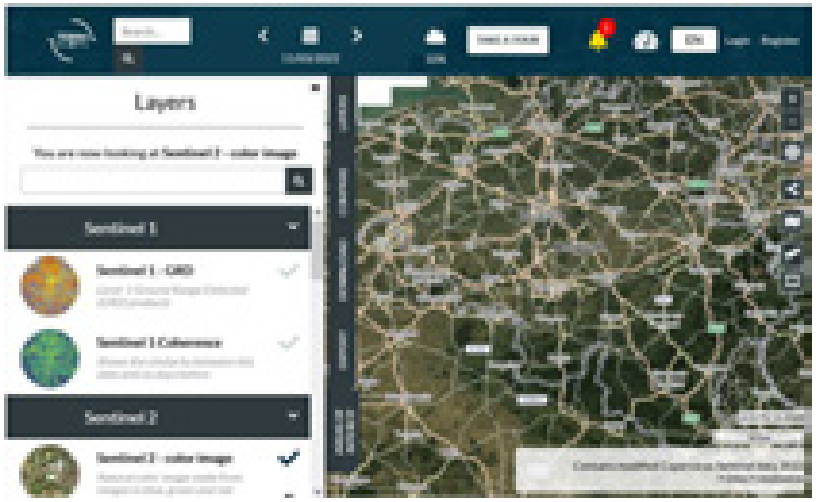
Conclusions | suivi de glissements en Belgique ?

- **Télédetection optique**

➔ Detection de processus soudains et rapides (ex. coulées de boue ou inondation)

<u>Aussi intéressant pour</u>:

reconnaitre des signes de glissements de terrain et caractériser les changements liés à la vegetation (NDVI) avec des images hautes ou moyenne resolutions



➔Utilité de https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/ & **TERRASCOPE**

- **Télédetection (In)SAR**

➔**D-InSAR** combinée à une connaissance a priori des processus de déformation de pentes (ex. glissement de terrain lent) est très <u>prometteuse pour</u>:

➔Détecter, surveiller, étudier les modèles de déplacement (VERTICAL) et l'évolution cinématique de la déformation active et complexe de la surface de la Terre

Perspectives? follow-up de **LASUGEO** (avec l'European Ground Motion Service; **EGMS**) utilisant les **Sentinel-1** et **ICEYE**

Land Monitoring Service

DAILY COHERENT GROUND TRACK REPEAT