



**Session thématique :
Glissement de terrain,
Risques Sismiques**

Présentateurs :

**Samuel Genea (Bureau des Mines et de l'Energie), Agwilh Collet (CNES)
avec des contributions de Jean-Philippe Malet, Odin Marc, André Stumpf (CNRS/ EOST)**

- Inventaire de tous les mouvements de terrain (MVT)
- Base de données des MVT
- Fiches techniques de tous les MVT
- Carte géologique au 100000e comme outil d'aide à la décision, ceci permettra d'avoir une meilleure précision au niveau des couches géologiques pour les risques géologiques



- Suivi des zones à risque sismique a travers les points GPS et des stations sismiques
- Inventaire des carrières en exploitation et régulation de ces carrières





- Route de Anse –a-veau, Haïti



- Lien avec le PDNA

Glissement de terrain

Département	Commune	Nom du Réseau	Description des dégâts	Cout estimatif en gourdes	Cout estimatif en dollars
Sud	Saint Jean du Sud	Réseau de Carrefour- Joute	toiture de la chambre de chloration emportée, site réservoirs non protégé (risque de glissement de terrain)	2,470,000.00	38,000.00

Risques Sismiques

Haïti : la frontière de deux plaques tectoniques, quatre lignes de faille.

La forte densité de la population d'Haïti en milieu urbain, ajoutée à la multiplication des bâtiments de construction précaire et à la fragilité globale des infrastructures, augmentent la vulnérabilité, notamment face aux tremblements de terre.

À court terme (0 et 6 mois)

Organiser des programmes de formation aux techniques de construction paracyclonique et parasismique pour les ouvriers des régions touchées

MOYEN TERME (7-12 mois)

Réhabilitation des structures partiellement affectées en s'assurant du *respect du code de construction national (parasismique et paracyclonique)* et sur des zones propices (de faible exposition aux risques naturels)

LONG TERME (13/18 mois)

Reconstruction des structures complètement détruites en favorisant l'approche des 3B (reconstruire mieux) c'est-à-dire *dans le respect du code de construction national (parasismique et paracyclonique)* et sur des zones propices (de faible exposition aux risques naturels)



- Première évaluation des besoins que le RO pourrait couvrir –
Suite à la première mission de janvier

Secteur	Produit	Fréquence	Données requises	Aire d'intérêt	Utilisateurs	Développement / Commentaire
Glissement de Terrain	Mouvements au sol (cartographie et surveillance)	Baseline et suivi détaillé sur une longue période dans certains points clés	Haute et Très Haute Résolution Radar Haute Résolution Optique	Faible résolution : toute la zone Zoom sur certains points clés	Protection civile	EOST : Liaison avec pilote de glissement de terrain du CEOS. Produit de glissement de la NASA. Produits de surveillance des glissements de terrain InSAR.

- Quels sont les besoins de reconstruction/réhabilitation ?



Produit	Fréquence	Données requises	Aire d'intérêt	Utilisateurs	Développement / Commentaire
Détection de changement automatisé	Pré / Post évènement	Optique L7, S2 et Spot, Pléiades			L'intérêt du THR est d'échantillonner/ détecter des glissements de taille plus petite => inventaire plus complet
Monitoring avec quantification des déplacements (champs de déformation horizontaux) par l'application de méthodes de corrélation d'images de séries temporelles	3 à 6 mois ?	Optique L7, S2 et Spot, Pléiades Acquisition stéréo pour MNT ?			Produit final : Cartes avec les champs de déplacement / vitesse par période et une carte synthétisant les secteurs et leurs mouvements sur la période
Monitoring par tests de corrélation d'images d'amplitude radar	6 mois ?	Radar TerraSAR-X			(e.g. offset-tracking) nécessite un accès à des images radar haute résolution

- Qui sont les acteurs/utilisateurs principaux ?
- Est-ce que le produit envisagé rencontre les besoins? Partiellement? Complètement ?
- Quelle serait la meilleure fréquence ?

- Exemples de produits sur la thématique
 - Proto avec images existantes
 - Test de détection de changement pre/post Matthews par **EOST**
Jean-Philippe Malet, Odin Marc, André Stumpf (CNRS/ EOST)

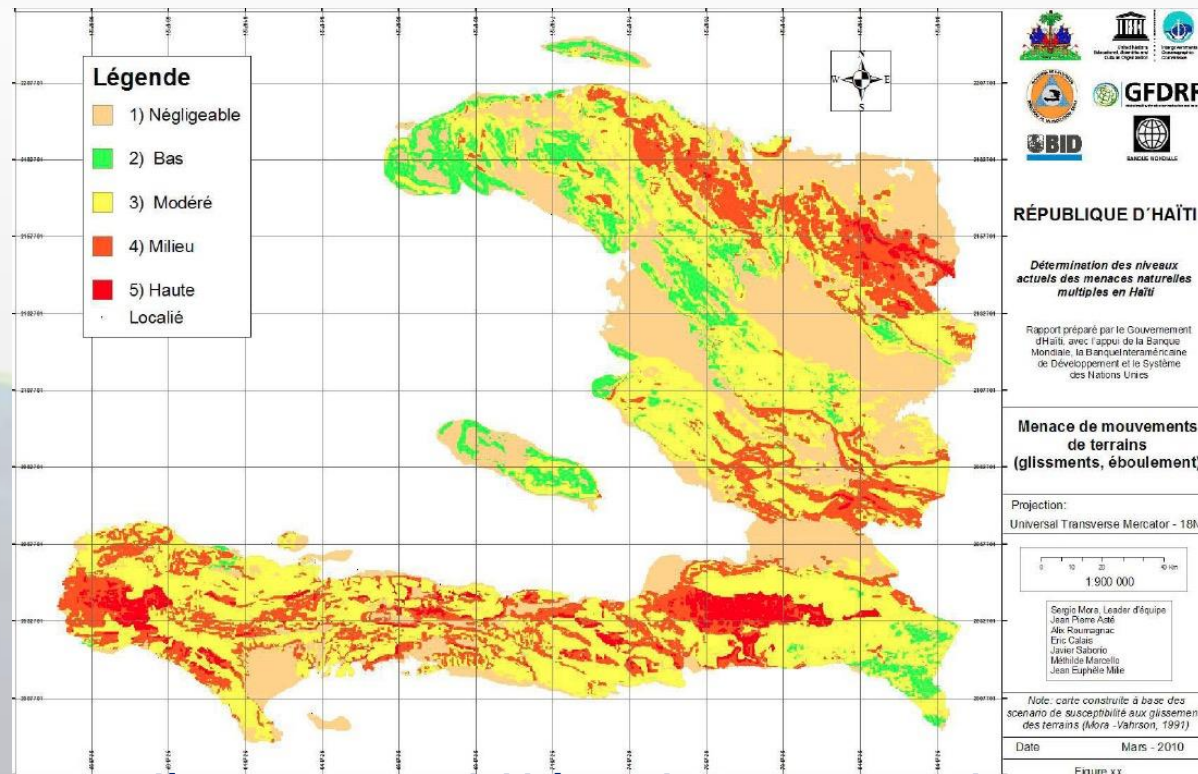
Danger de glissement de terrain en Haïti



Une région très sensible aux glissement de terrain

Principaux facteurs : climat tropical, région tectonique active

Défaillances provoquées par les précipitations, tremblements de terre, antécédents anthropiques

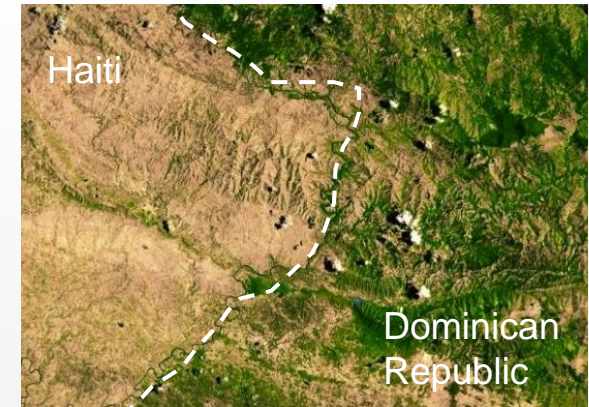


Première carte de sensibilité au glissement de terrain

Topographie = premier facteur de glissement

Carte créée sans information glissement de terrain (!)

Effet de la déforestation sur la probabilité des glissement de terrain



Barrage de glissement de terrain (Jacmel, Haïti) déclenché par le séisme de 2010



Glissement de boue (Haïti)
déclenché par Matthieu (2016)

Danger de glissement de terrain en Haïti



Facteur aggravant la sensibilité aux glissements de terrain n°1 : Déforestation



Situation après un évènement majeur de pluies

Danger de glissement de terrain en Haïti



Facteur aggravant la sensibilité aux glissements de terrain n°2 :

La Forte Exposition

Vivy-Mitchell landslide / 2002



Canape-Vert landslide / 23 Avril 2008





1. Construction d'un catalogue

- L'utilisation des images satellites est possible (Éventuellement combiné à des données sismologiques pour documenter les propriétés du glissement de terrain)
- Catalogues avec informations avancées: emplacement, type (chute, flux, glissement), taille, etc

2. Créer des cartes de sensibilité / risque de glissement de terrain (echelle 1:100.000 – 1:50.000)

- Besoin d'informations multi-temporel sur les glissements (e.g. monitoring)
- Besoin de seuils de glissements de terrain et de relations de grandeur-fréquence

3. Etablir un EWS (Early Warning System) en cas de cyclone

- Sur la base des catalogues
- Utilisation de modèles statistiques / stabilité de pente

Les satellites peuvent fournir des informations pertinentes:

Données optique + radar pour le monitoring

micro-wave data (GPM) les seuils de pluie et l'humidité du sol

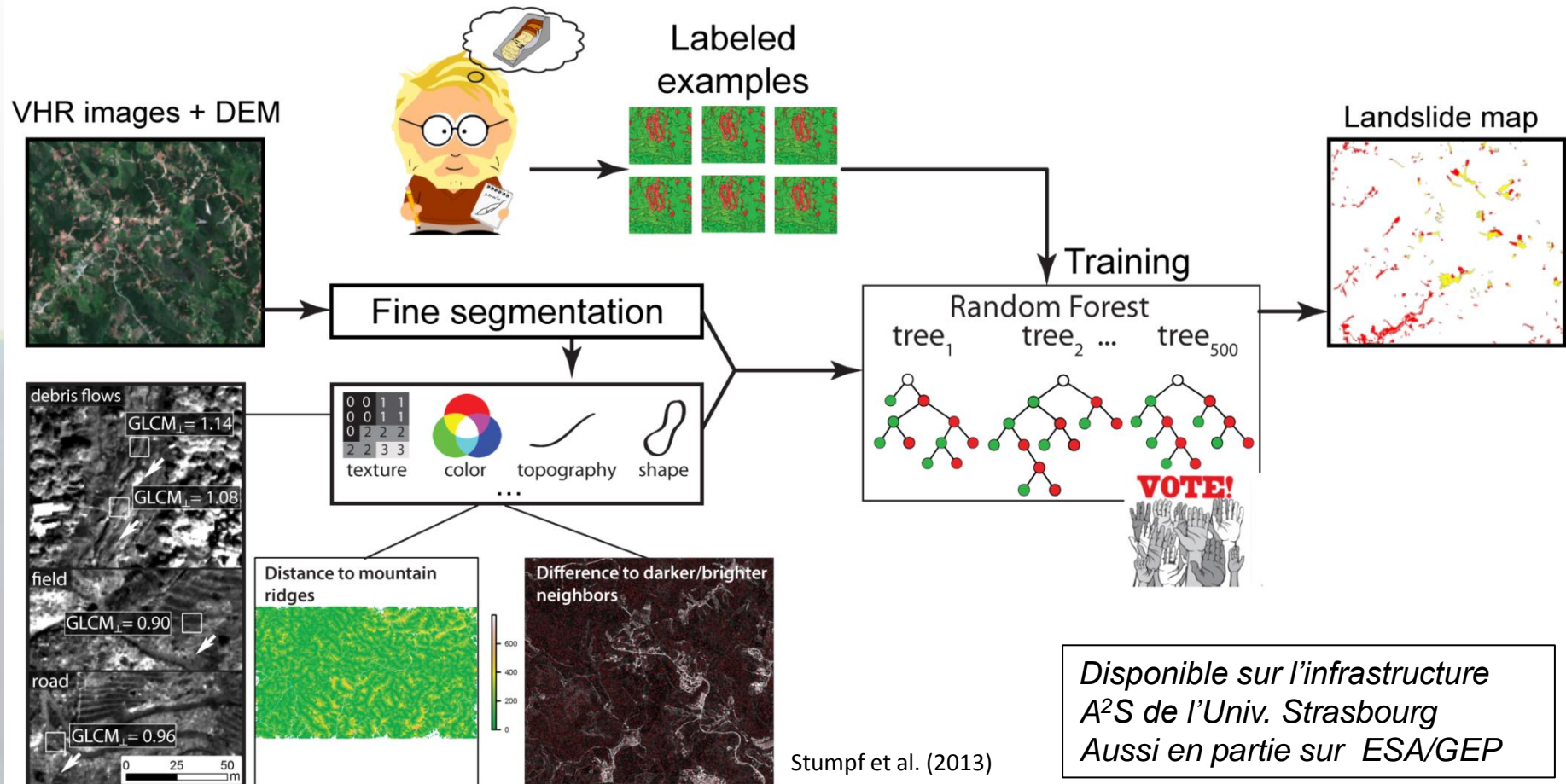
Construire un catalogue depuis les données optiques



ALADIM – Automatic LANDslide Detection and Inventory Mapping

Une chaîne générique pour la cartographie des glissements de terrain
(Cartographie rapide, inventaire à long terme)

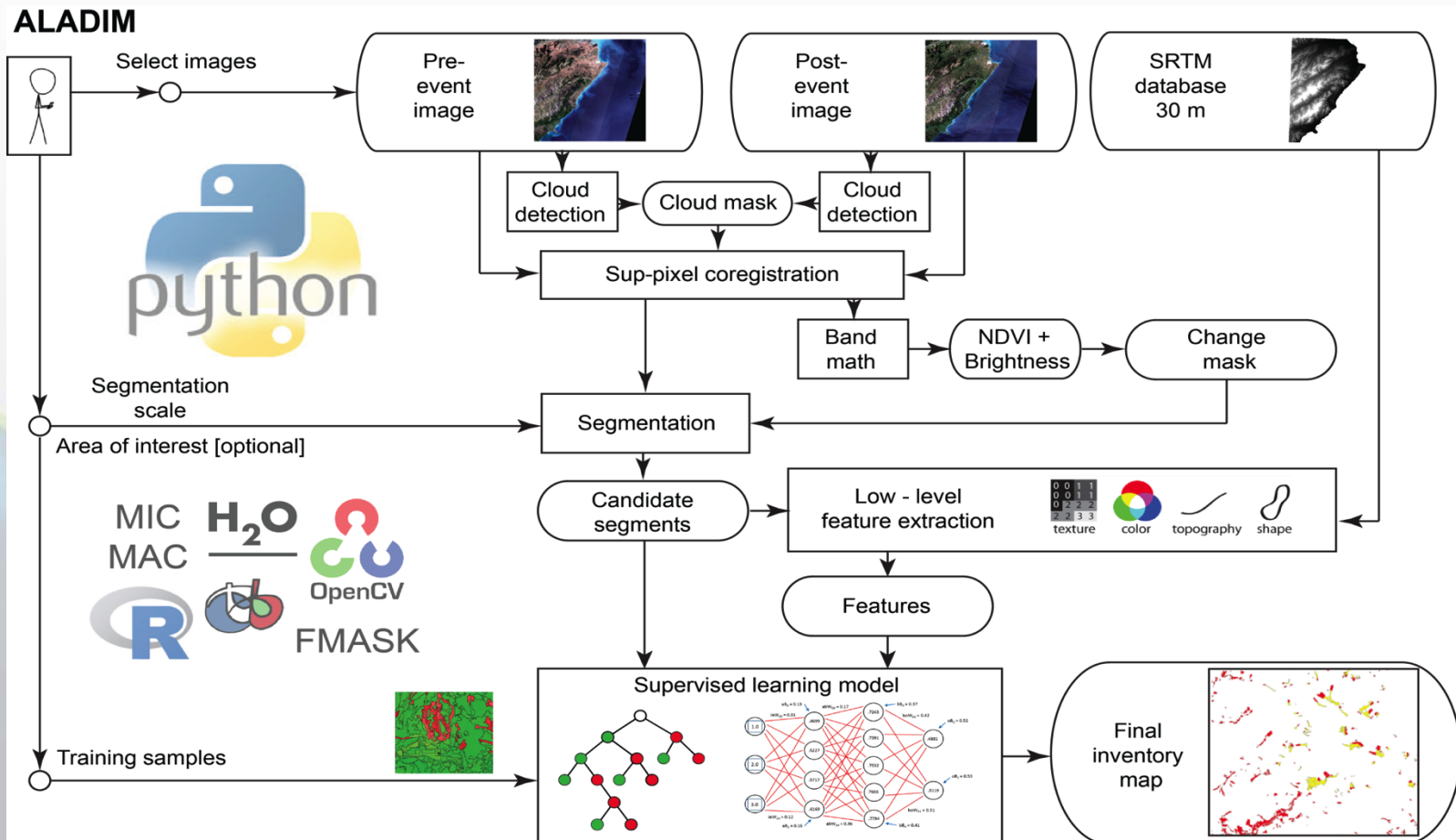
Basé sur des images pré / post-événement



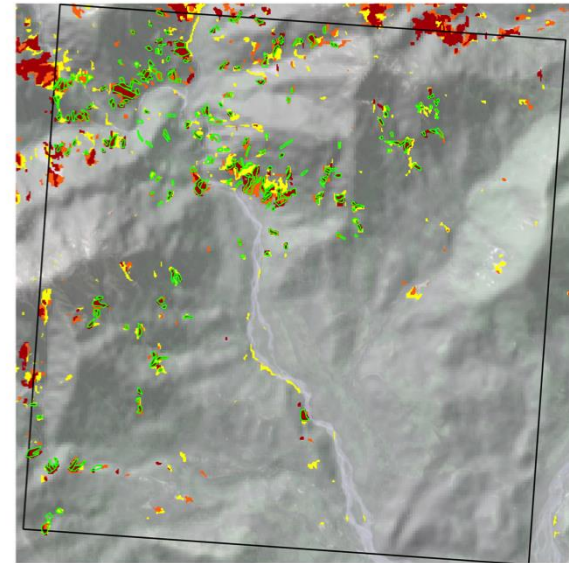
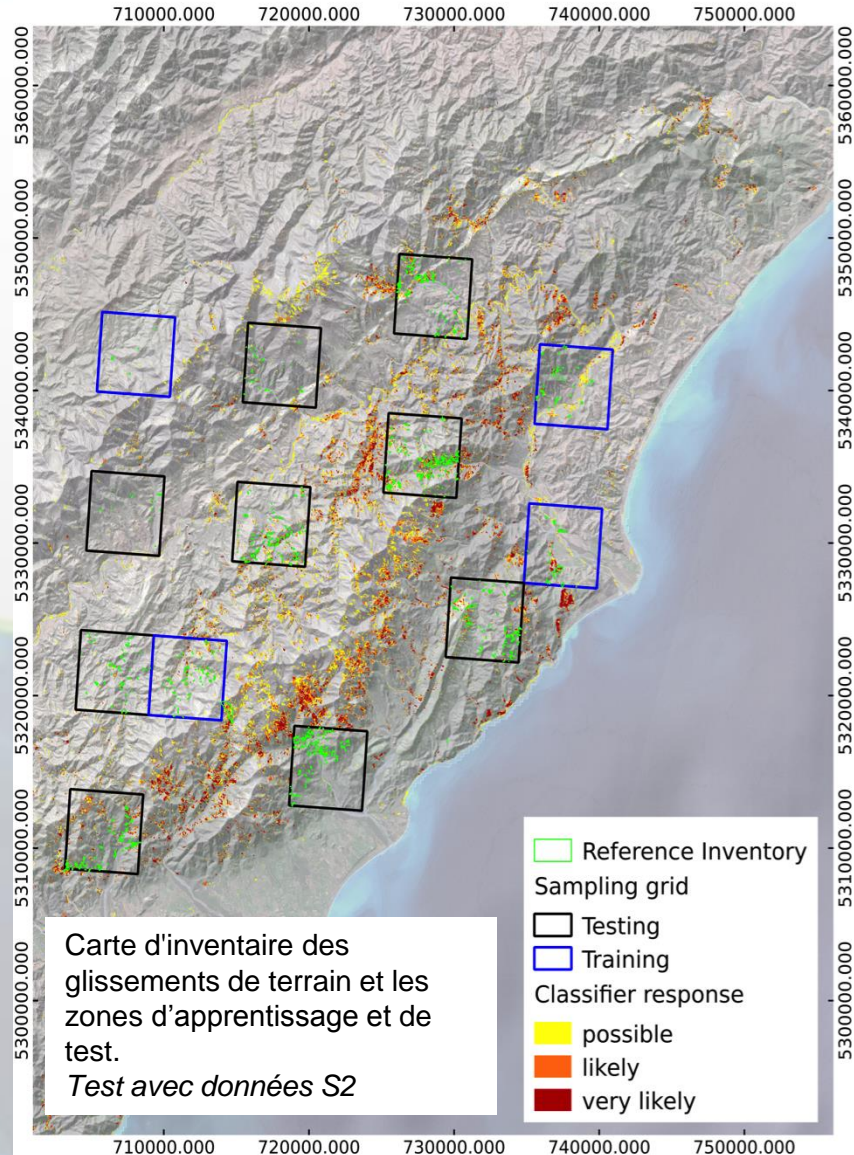
Construire un catalogue depuis les données optiques



ALADIM – Automatic Landslide Detection and Inventory Mapping -→ Workflow, Inputs and Outputs products



Application de ALADIM sur le séisme de NZ Kaikoura

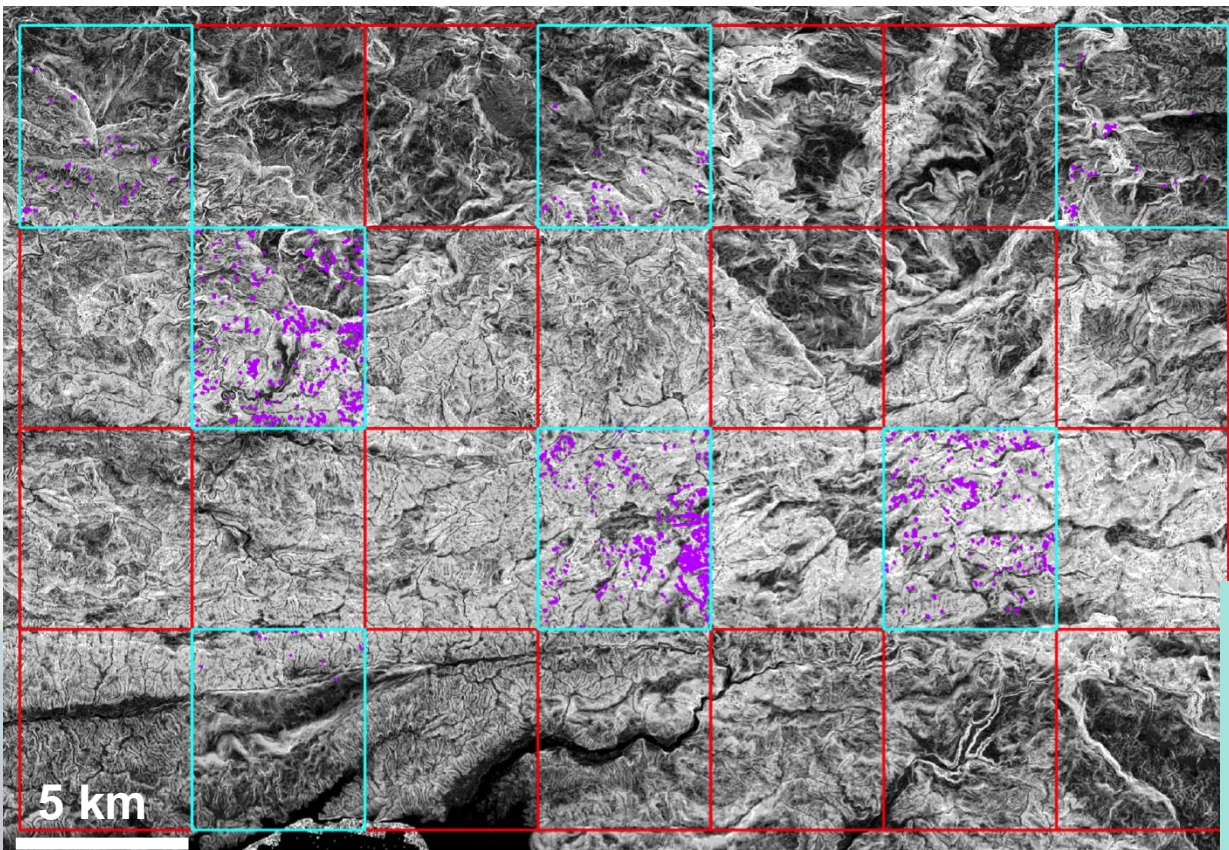


Correspondance entre la cartographie manuel et automatique sur une des régions testées

La chaîne de traitement a été testée pour générer un inventaire de glissements de terrain pour le tremblement de terre de Kaikoura. Seulement 1% de la superficie (10 000 km²) était nécessaire pour l'apprentissage. La précision globale de la carte est de 95%.

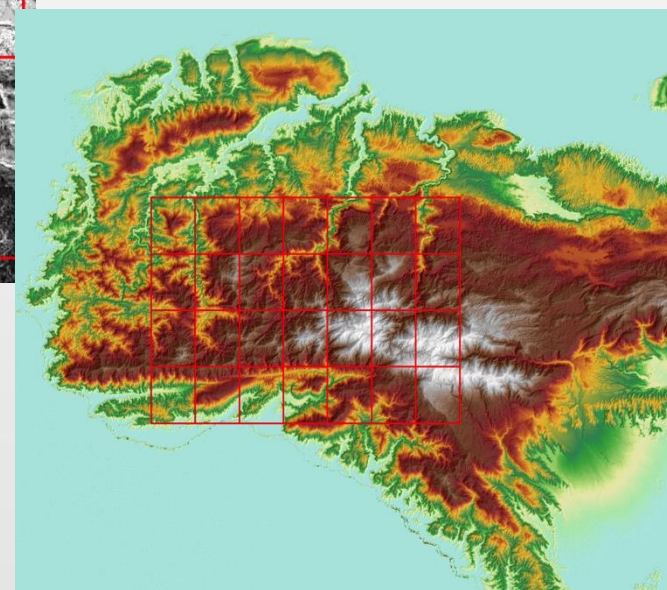
Le traitement nécessite environ 12h sur un seul nœud avec 16 CPU.

Application d'ALADIM sur les images pre/post-Matthews (SPOT)

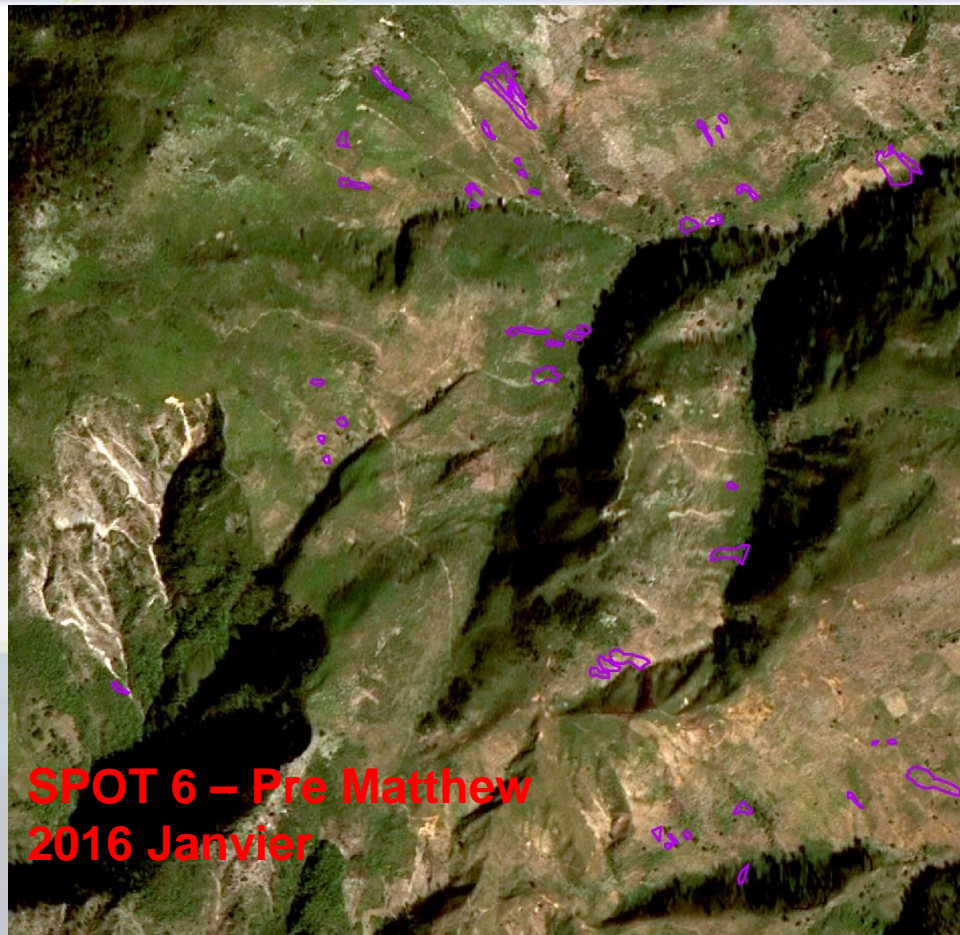


AOI de Test défini en fonction de la topographie; Les glissements de terrain s'accumulent sur les pentes les plus abruptes
Les précipitations (estimées par satellite) étaient constantes dans cette zone AOI:
~ 500 mm en 2-3 jours.

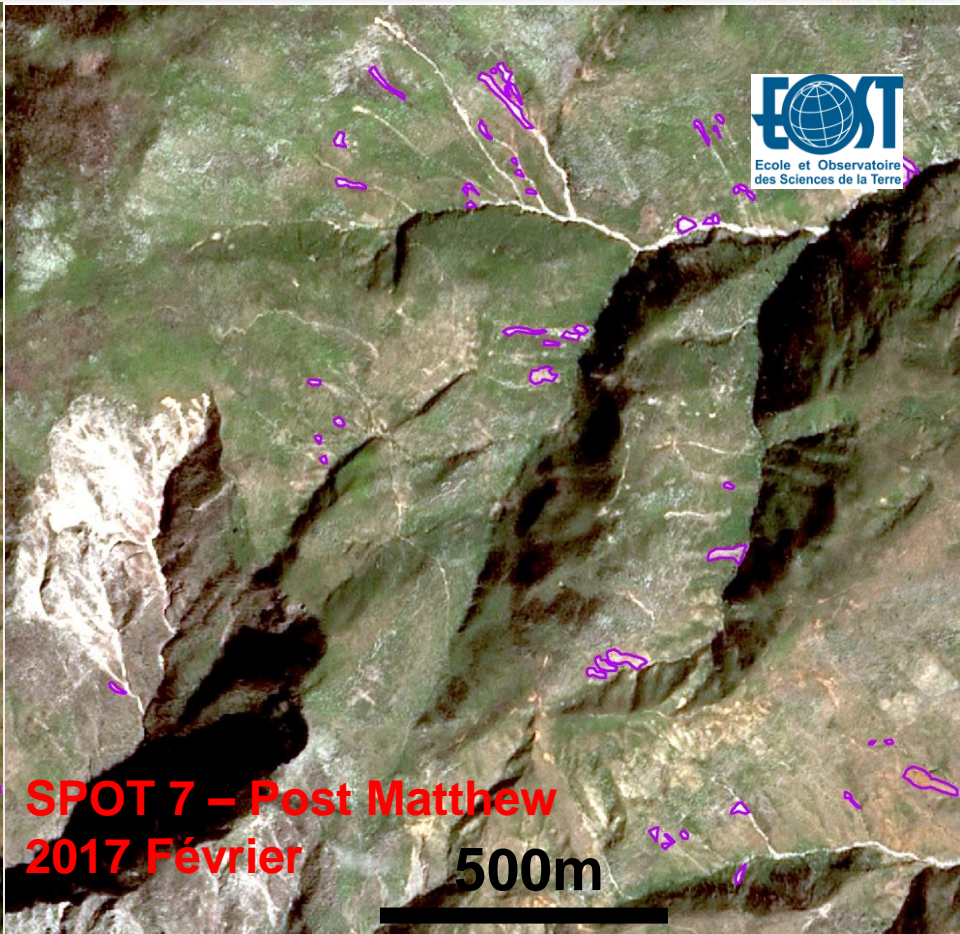
Zoom sur la région test :
7 cellules de ~5x5km (cyan) ont cartographié
1600 polygones de glissements (violet)
Fond : Carte Slope de TanDEM-X



Application d'ALADIM sur les images pre/post-Matthews (SPOT)



SPOT 6 – Pre Matthew
2016 Janvier



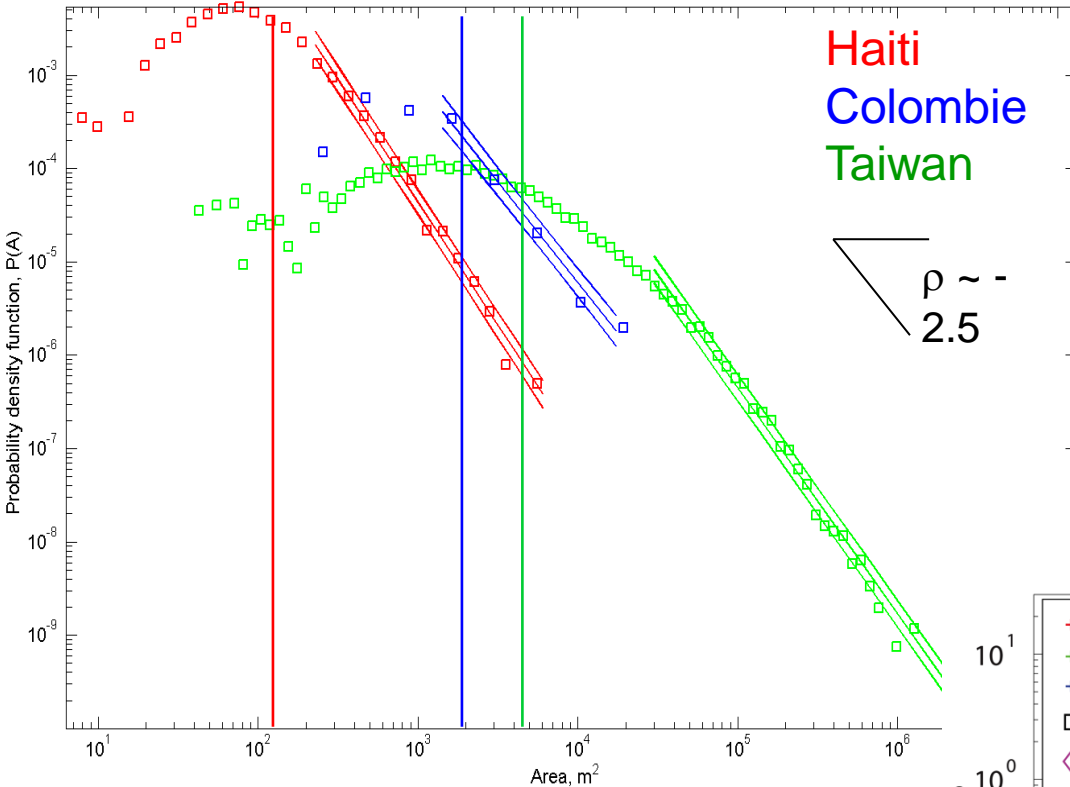
SPOT 7 – Post Matthew
2017 Février

500m

Les canaux de dépôts sont difficiles à cartographier (+~ 30% des zones affectées)
Les ombres sur les pentes ouest et nord peuvent causer une sous-estimation du déplacement total

→ Paysage très complexe pour la cartographie automatisée

Seuils: Pluie vs Taille des glissements

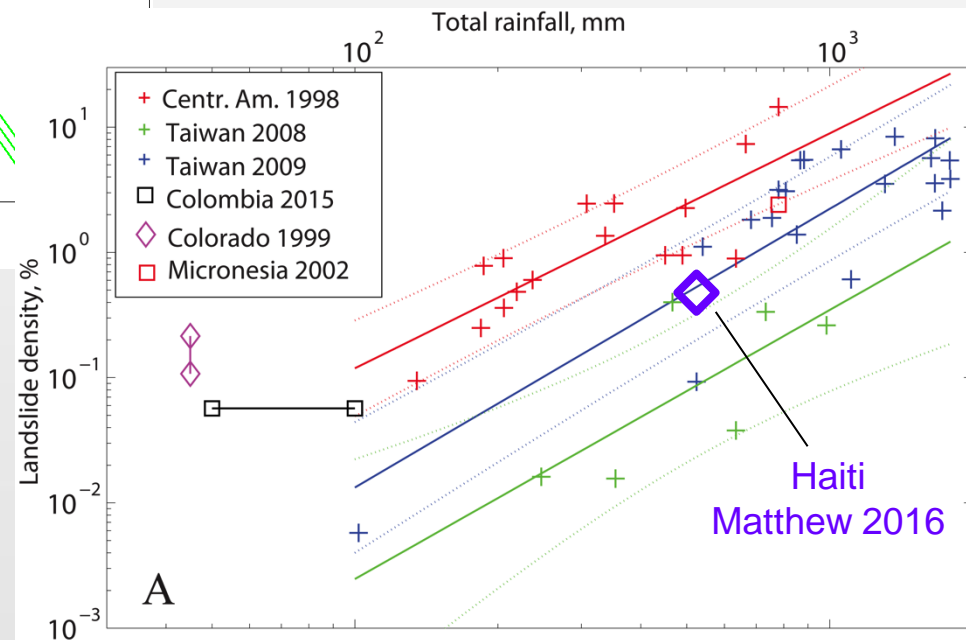


Les glissements de terrain observés en Haïti sont beaucoup plus petits que dans d'autres régions avec le même « cadre »

→ seules les images optiques VHRS peuvent être utilisées pour les catalogues de glissements de terrain en Haïti

Cependant, la densité de glissement dans l'AOI atteint 0,4-0,5%

Ceci est conforme à l'autre ensemble de données compte tenu des précipitations totales de 500 mm par Matthews pour cette région





Merci





- **Thématique:**
- **Problématique (énoncé du problème):**
- **Produit(s):**
- **Fréquence:**
- **Utilisateurs:**
- **Générateur du produit (partenaire technique): (si connu)**
- **Critère de succès:**

