



# Vigilance des aléas gravitaires sur un territoire

*Geographical early warning system*

50 ans de l'ADRGT



Héloïse Cadet<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Association pour le Développement des Recherches sur les Glissements de Terrain (ADRGT), 2 rue de la Condamine, 38610 Gières, France.

<sup>2</sup>SAGE Ingénierie, 2 rue de la Condamine, 38610 Gières, France.



## SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE DES ALEAS GRAVITAIRES 2021-2022

PARTENAIRES ET FINANCEURS:



CONTEXTE ET OBJECTIFS:

Glissement de terrain  
Chute de bloc

Territoire



Outil d'anticipation & aide à la décision  
Basé sur données traitées par IA  
Niveau de vigilance

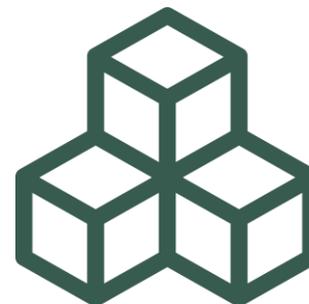




Données historiques



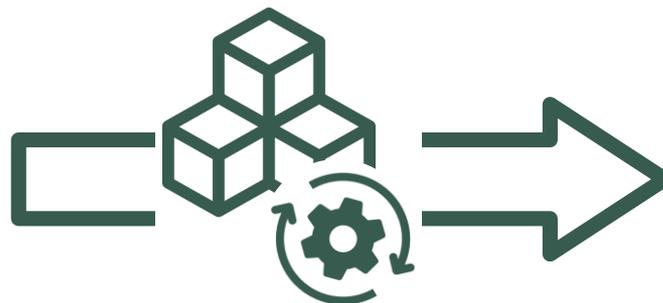
Apprentissage par  
intelligence artificielle



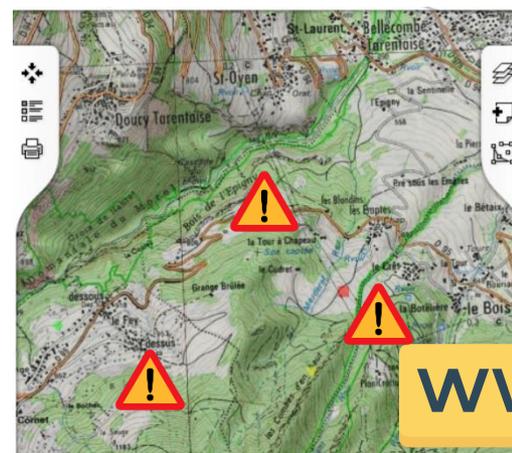
Modèle



Nouvelles données



Application du modèle



WWW



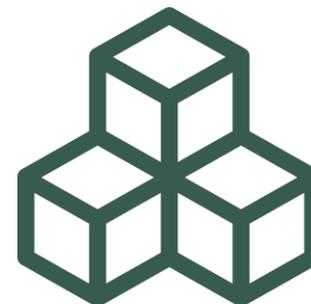
## Les données



Données historiques



Apprentissage par intelligence artificielle



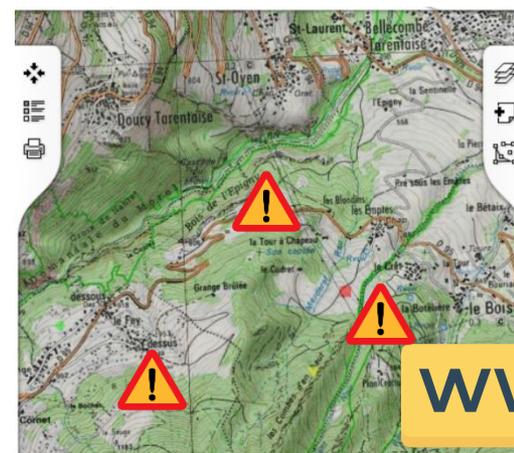
Modèle



Nouvelles données



Application du modèle



WWW

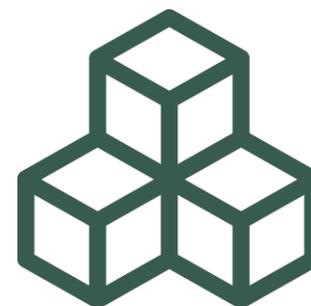




Données historiques



Apprentissage par intelligence artificielle



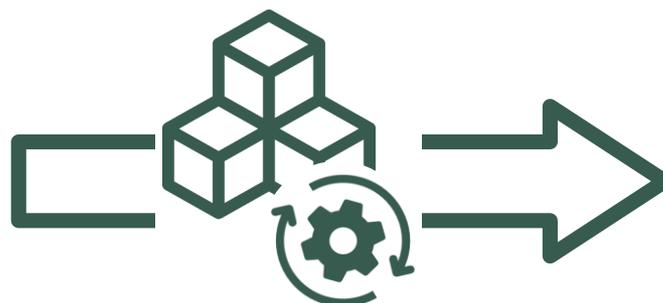
Modèle

Les modèles

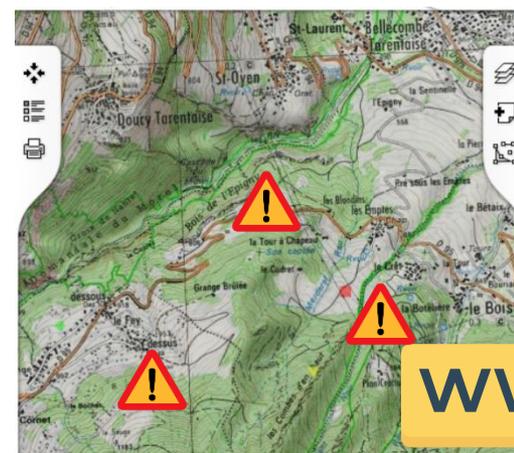
niveau de  
vigilance



Nouvelles données



Application du modèle



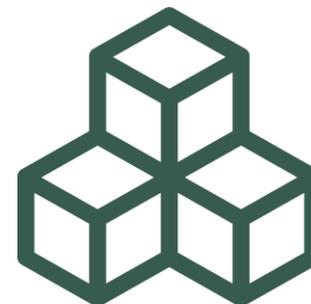
WWW



Données historiques



Apprentissage par intelligence artificielle

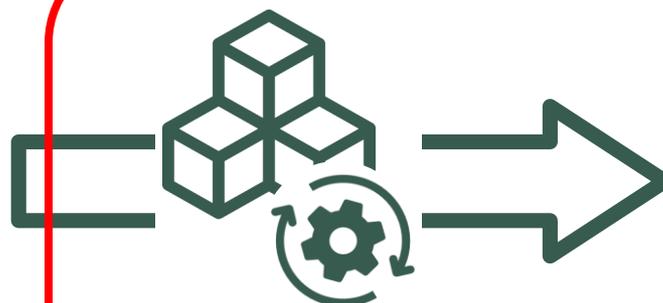


Modèle

Degré de vigilance  
via web-service



Nouvelles données



Application du modèle



WWW

## Spatiales

3 300 km  
~37 000 points



Géologies simplifiées (source : BRGM)  
Topographie (à 1 m et produits dérivés)  
Couverture des sols (Corine Land Cover)

## Spatio-temporelles

### Données historiques



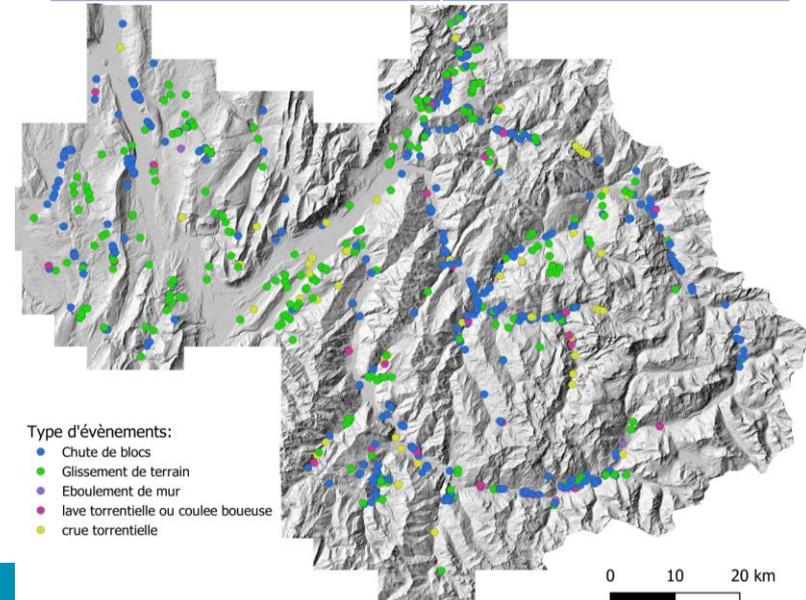
1451 événements datés  
Températures et précipitations  
de 2008 à 2020 (ANTILOPE)

### Nouvelles données

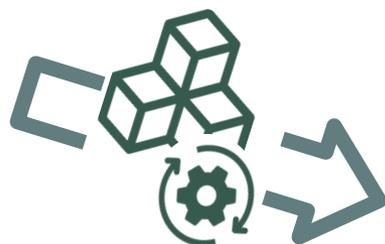


Prévisions météorologiques AROME

Type d'aléa	nb d'aléa par type
Chute de blocs	863
Glissement de terrain	481
lave torrentielle	107



- ✓ Pente
- ✓ Géologie
- ✓ Couvert végétal



Modèles statistiques

Spatial

Indice « terrain » de  
susceptibilité à l'aléa

- ✓ Cumuls de précipitations de 2 à 45 jours
- ✓ Proxies de température



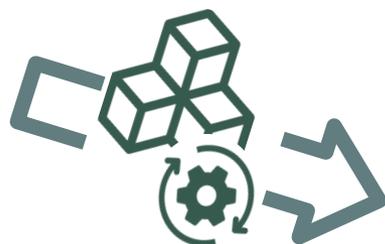
Modèles IA basés sur des  
*Random Tree Forest*

Prévision

Temporel

Degré de  
vigilance  
journalier  
par zone

- ✓ Pente
- ✓ Géologie
- ✓ Couvert végétal



Modèles statistiques

Spatial

Indice « terrain » de susceptibilité à l'aléa

- ✓ Cumuls de précipitations de 2 à 45 jours
- ✓ Proxies de température



Modèles IA basés sur des *Random Tree Forest*

Prévision

Temporel

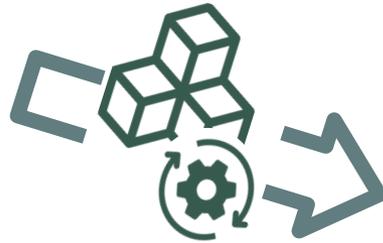


Degré de vigilance journalier par zone



Cadet H., Rouquet D. et Lescurier A. (2022).  
Gravitational hazard (landslide and rockfall) susceptibility indexes for  
the Savoie Departement infrastructure ; JAG-2022

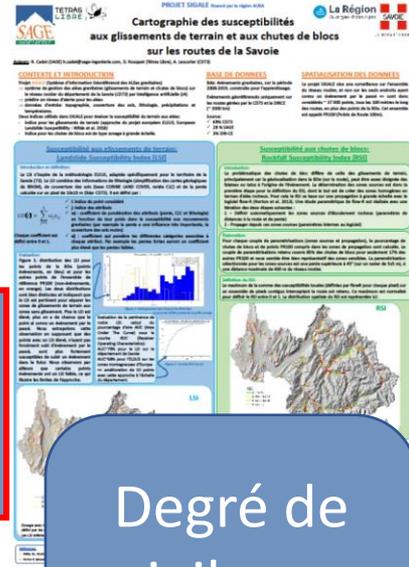
- ✓ Pente
- ✓ Géologie
- ✓ Couvert végétal



Modèles  
statistiques

Spatial

Indice « terrain » de  
susceptibilité à l'aléa



Degré de  
vigilance  
journalier  
par zone

- ✓ Cumuls de précipitations de 2 à 45 jours
- ✓ Proxies de température



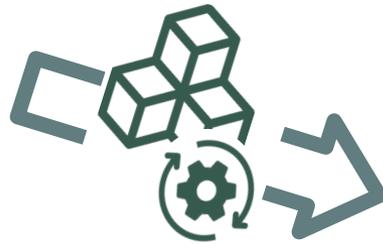
Modèles IA basés sur des  
*Random Tree Forest*



Prévision

Temporel

- ✓ Pente
- ✓ Géologie
- ✓ Couvert végétal



Modèles statistiques

Spatial

Indice « terrain » de susceptibilité à l'aléa



Degré de vigilance journalier par zone

- ✓ Cumuls de précipitations de 2 à 45 jours

- ✓ Proxies de température

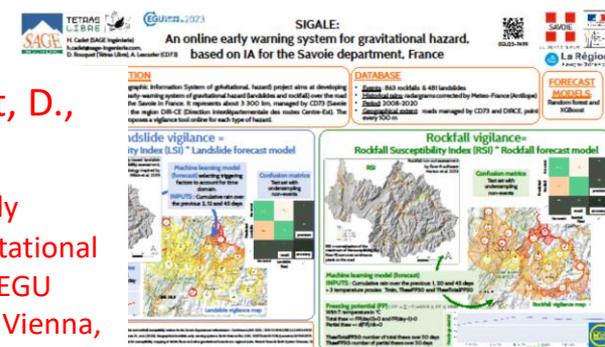


Modèles IA basés sur des *Random Tree Forest*

Prévision

Temporel

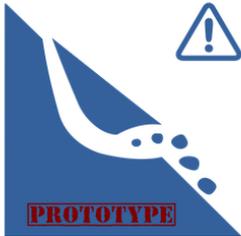
Cadet, H., Rouquet, D., and Lescurier, A.: SIGALE: An online early warning system for gravitational hazard (Savoie, France), EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-7499



Tableaux de bord

1 - Vigilance glissements SIGALE →

Publié Cache Voilà



Lien public Modifier

2 - Vigilance chutes de blocs SIGALE →

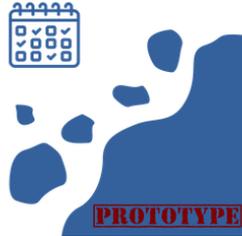
Publié Cache Voilà



Lien public Modifier

3 - Historique d'événements SIGALE →

Publié Cache Voilà



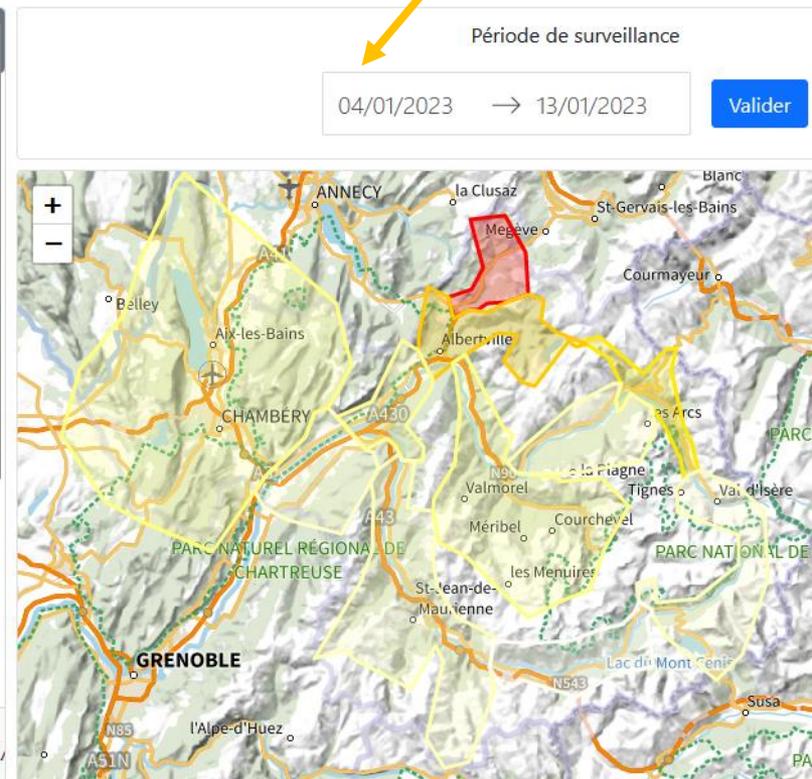
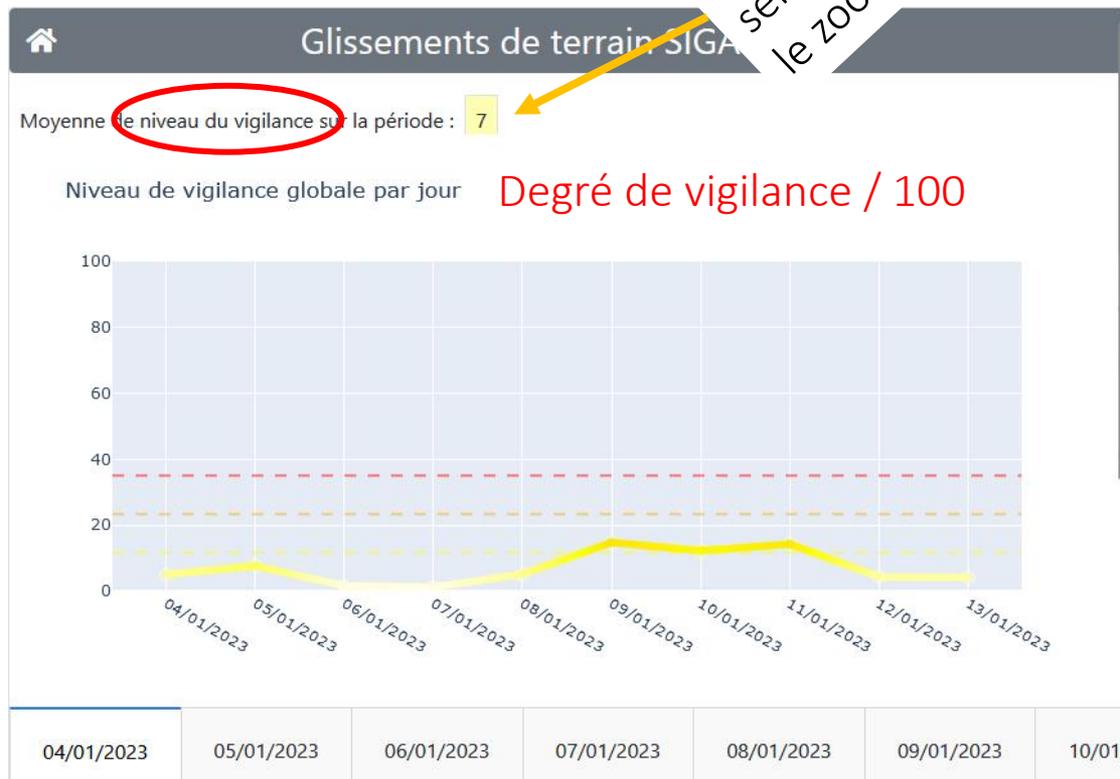
Créer un lien public Modifier



## ZOOM 0: La Savoie

moyenne sur la période sélectionnée et le zoom choisi

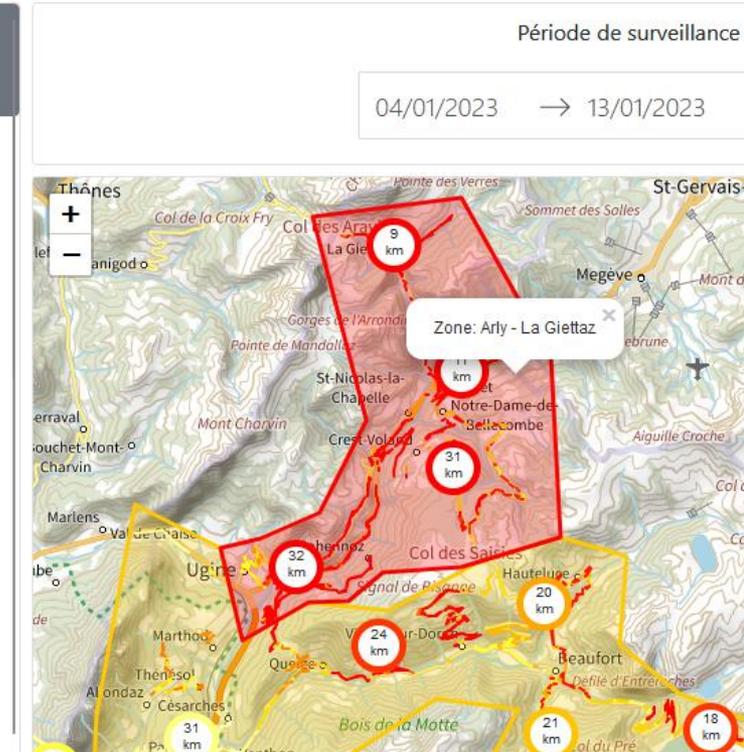
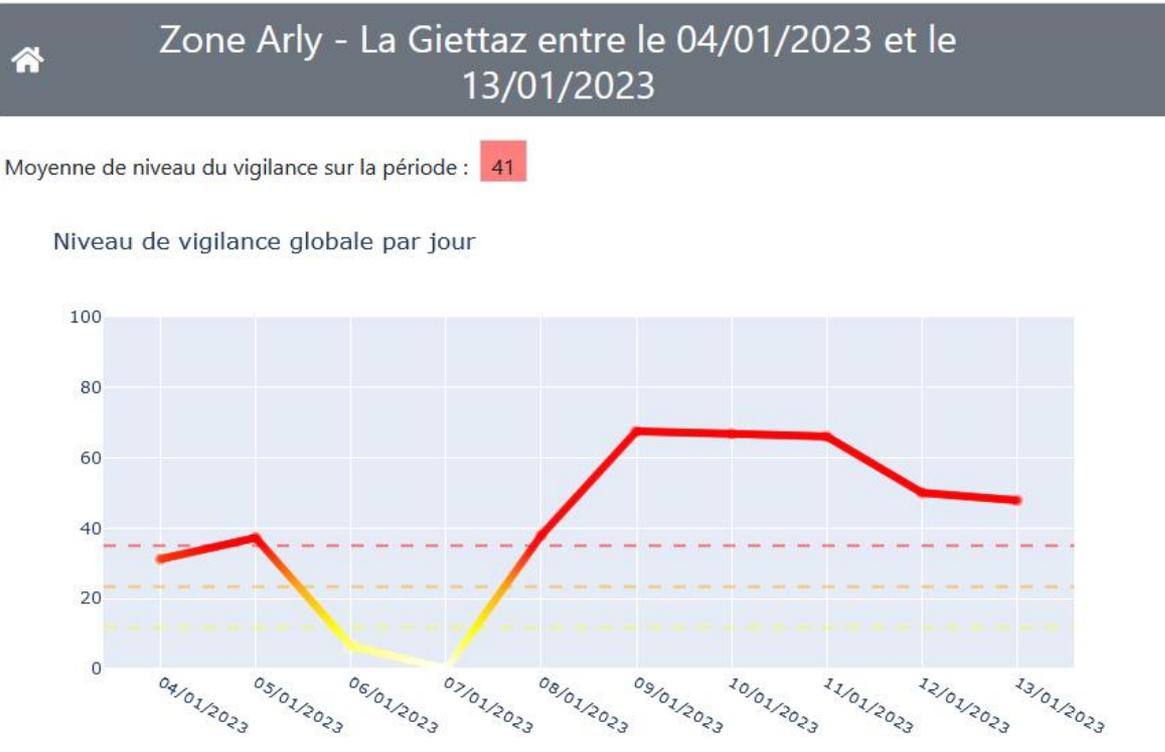
Sélectionner une période



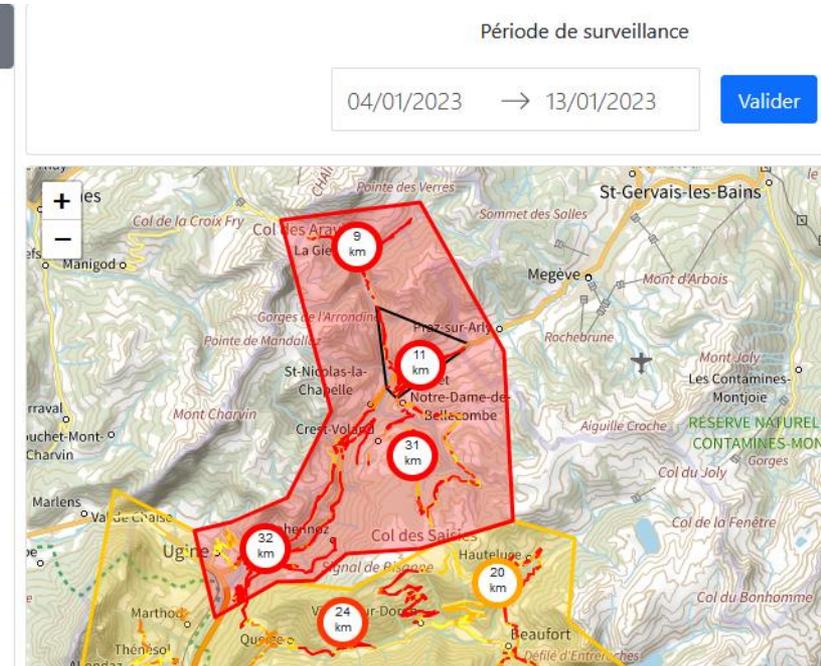
ATTENTION: Échéance de prévision à 1 jour



## ZOOM 1: zone prioritaire



## ZOOM 2: Regroupement de secteurs



## ZOOM 3: Un secteur

🏠 Secteur LSISup017\_2206 entre le 04/01/2023 et le 13/01/2023



**Id :** LSISup017\_2206, Coordonnées : 45.752, 6.443

**Altitude :** 441 m, longueur du secteur: 0.4 km

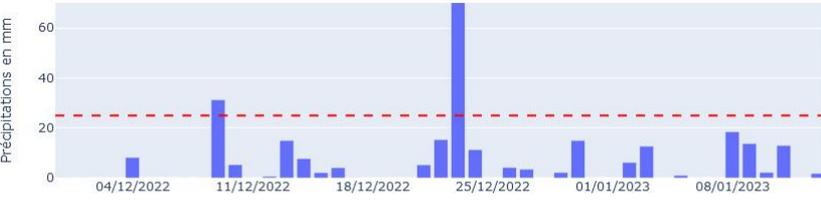
**Pente à 10 mètres :** 14°

**Géologie :** ALLUVIONS et SABLES

**Couverture du sol :** Forêts de feuillus

**LSI :** 0.23

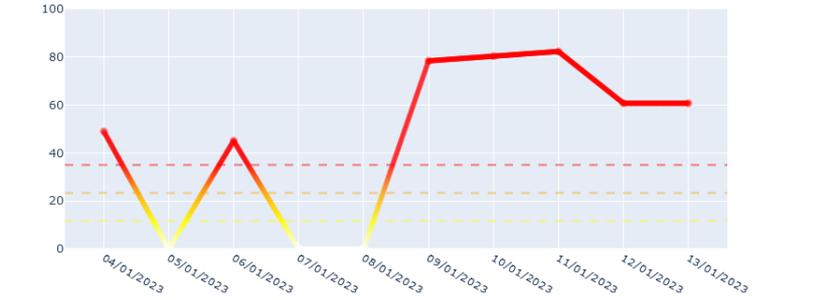
Précipitations 45 jours avant le 13/01/2023



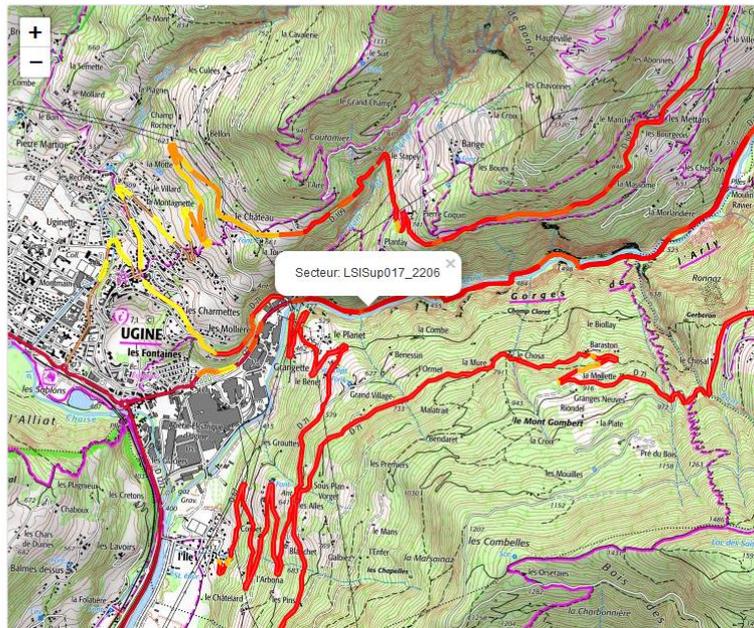
Cumul sur 3 jours	Cumul sur 8 jours	Cumul sur 30 jours
15 mm	49 mm	210 mm

Moyenne de niveau du vigilance sur la période : 46

Niveau de vigilance globale par jour



Période de surveillance  
 →  Valider



Événements géographiquement proches de ce secteur

Le 17/08/2012, identifiant CD73269, niveau de LSI : 0.072, distance : 0.7 km

[-> comparer](#)

## ZOOM 3 bis: Comparaison avec l'historique



### Secteur LSISup017\_2206 entre le 04/01/2023 et le 13/01/2023



Id : LSISup017_2206, Coordonnées : 45.752, 6.443
Altitude : 441 m, longueur du secteur: 0.4 km
Pente à 10 mètres : 14°
Géologie : ALLUVIONS et SABLES
Couverture du sol : Forêts de feuillus
LSI : 0.23

#### Précipitations 45 jours avant le 13/01/2023

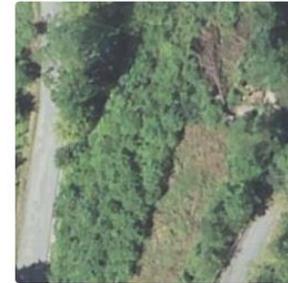


Cumul sur 3 jours  
15 mm

Cumul sur 8 jours  
49 mm

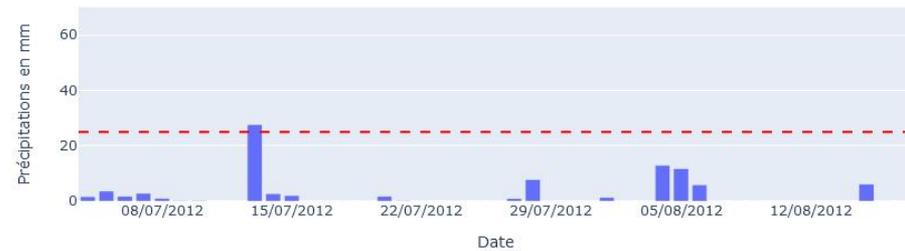
Cumul sur 30 jours  
210 mm

### Glissements de terrain le 17/08/2012



Id : CD73269, Coordonnées : 45.75, 6.435
Altitude : 467 m
Pente à 10 mètres : 38°
Géologie : GRES et CONGLOMERATS
Couverture du sol : Systèmes culturaux et parcellaires complexes
LSI : 0.072

#### Précipitations 45 jours avant le 17/08/2012



Cumul sur 3 jours  
6 mm

Cumul sur 8 jours  
6 mm

Cumul sur 30 jours  
48 mm

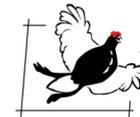
- ✓ Un territoire test
  - ✓ Des modèles spatiaux de susceptibilité aux aléas
  - ✓ Des modèles de prévision basés sur l'IA
  - ✓ Un prototype en ligne d'aide à la décision
- ✓ Extension à d'autres territoires: base de données !
  - ✓ Mise à jour et automatisation des modèles (susceptibilité et IA) avec d'autres événements
  - ✓ Développement des méthodologies d'évaluation des modèles IA (métriques)
  - ✓ Expertise des données météorologiques (prédiction à 4 jours)
  - ✓ Evolution du prototype de service-web vers l'opérationnel

Projet : **VigiMouv**

Partenaires:



TETRAS  
LIBRE



INRAE



Déposé: France 2030 Projets collaboratifs I-DEMO régionalisé

# Merci

Projet : **VigiMouv**

Partenaires:



TETRAS  
LIBRE



INRAE



Déposé: France 2030 Projets collaboratifs I-DEMO régionalisé

