



europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Séminaire final projets SIMOTER

projet SIMOTER 2

8 décembre 2020



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Le projet SIMOTER 2

- Deux sites d'étude : Torrent du Réal, Péone (06), Rieu Benoît, Valloire (73)
 - **Approches scientifiques et moyens d'observation**
 - Réal (observatoire / développement de méthodes)
 - Rieu Benoît (site d'application)
-
- **Résultats déclinés en scénarios à considérer pour l'alerte**
 - **Quelques préconisations**



europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



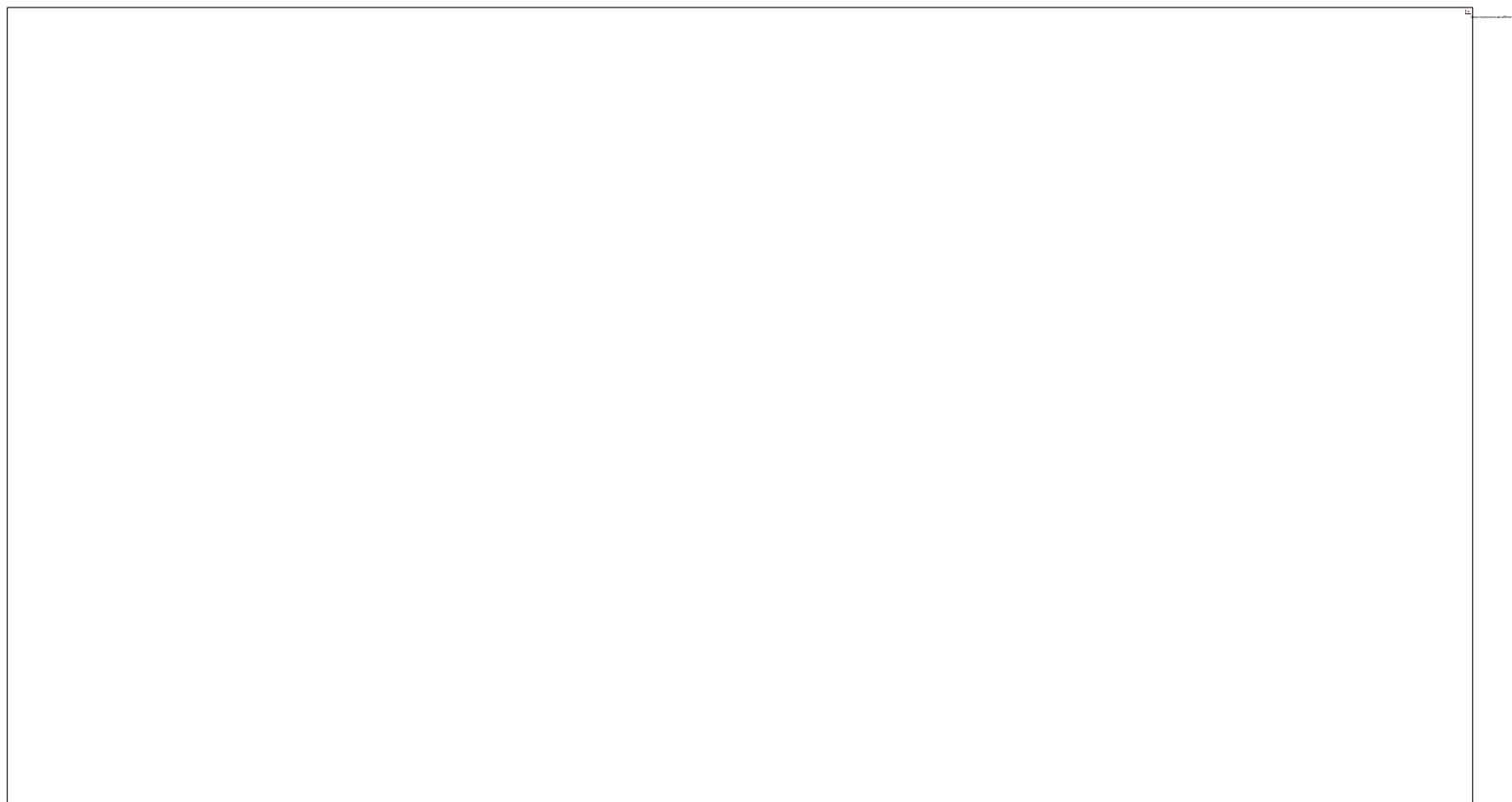
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Le torrent du Réal, commune de Péone (06), un observatoire des conditions de déclenchement des laves torrentielles





europe.regionpaca.fr

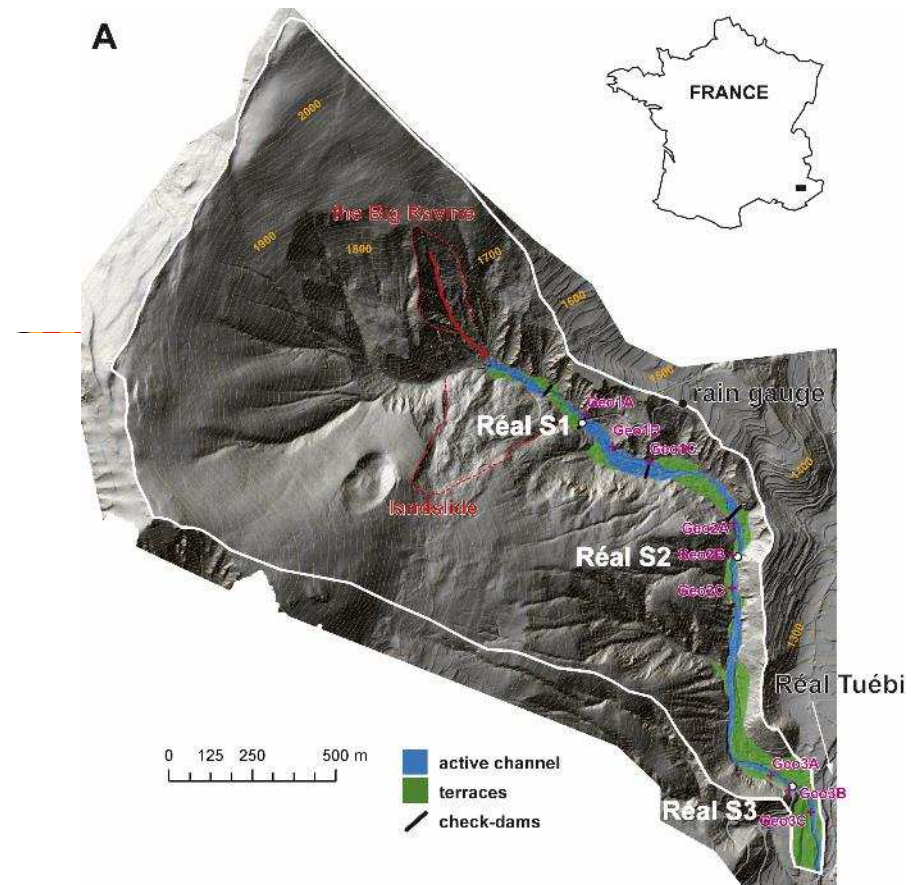
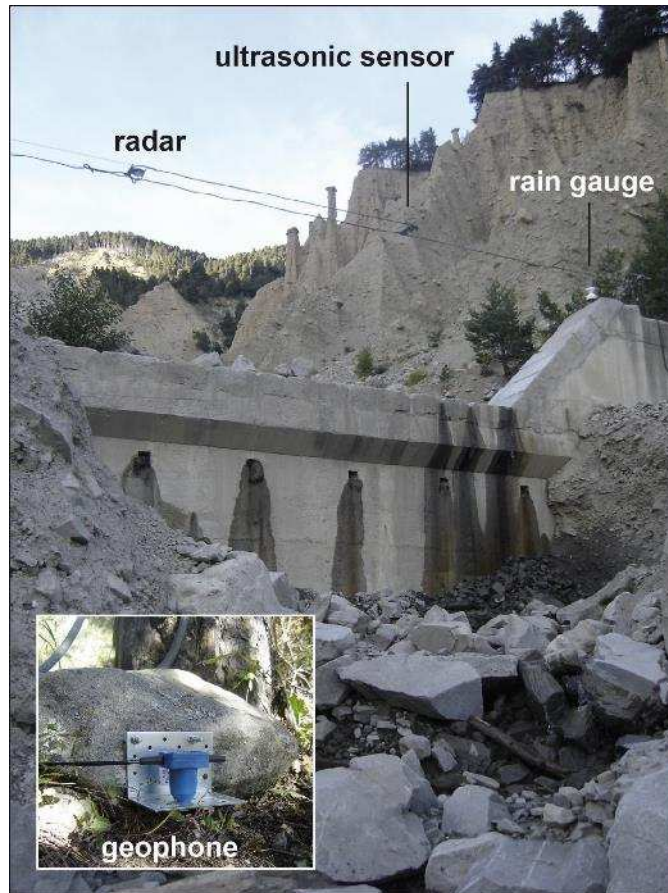


EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Stations de mesure des laves torrentielles

Instrumentation météo + caméras + géophones

—> Conditions hydrométéorologiques de formation des laves torrentielles





europe.regionpaca.fr

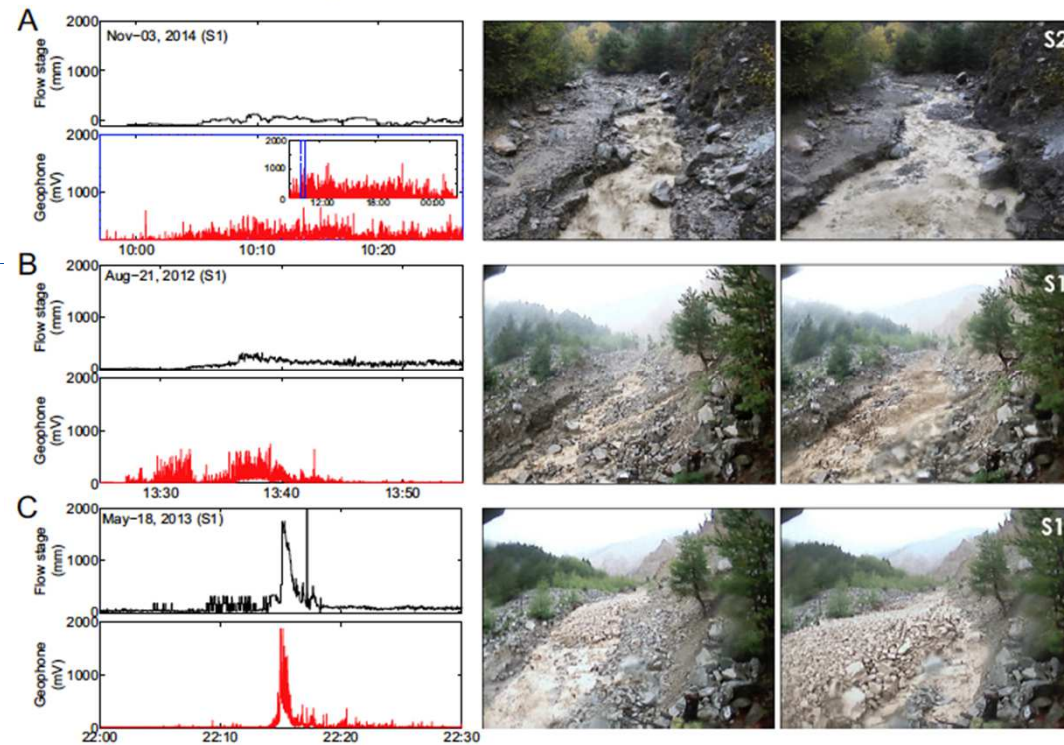


EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Déclenchement des laves torrentielles

Instrumentation météo + caméras + géophones

→ Réponse du bassin versant (type d'écoulement généré) et analyse des conditions hydro-météo





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



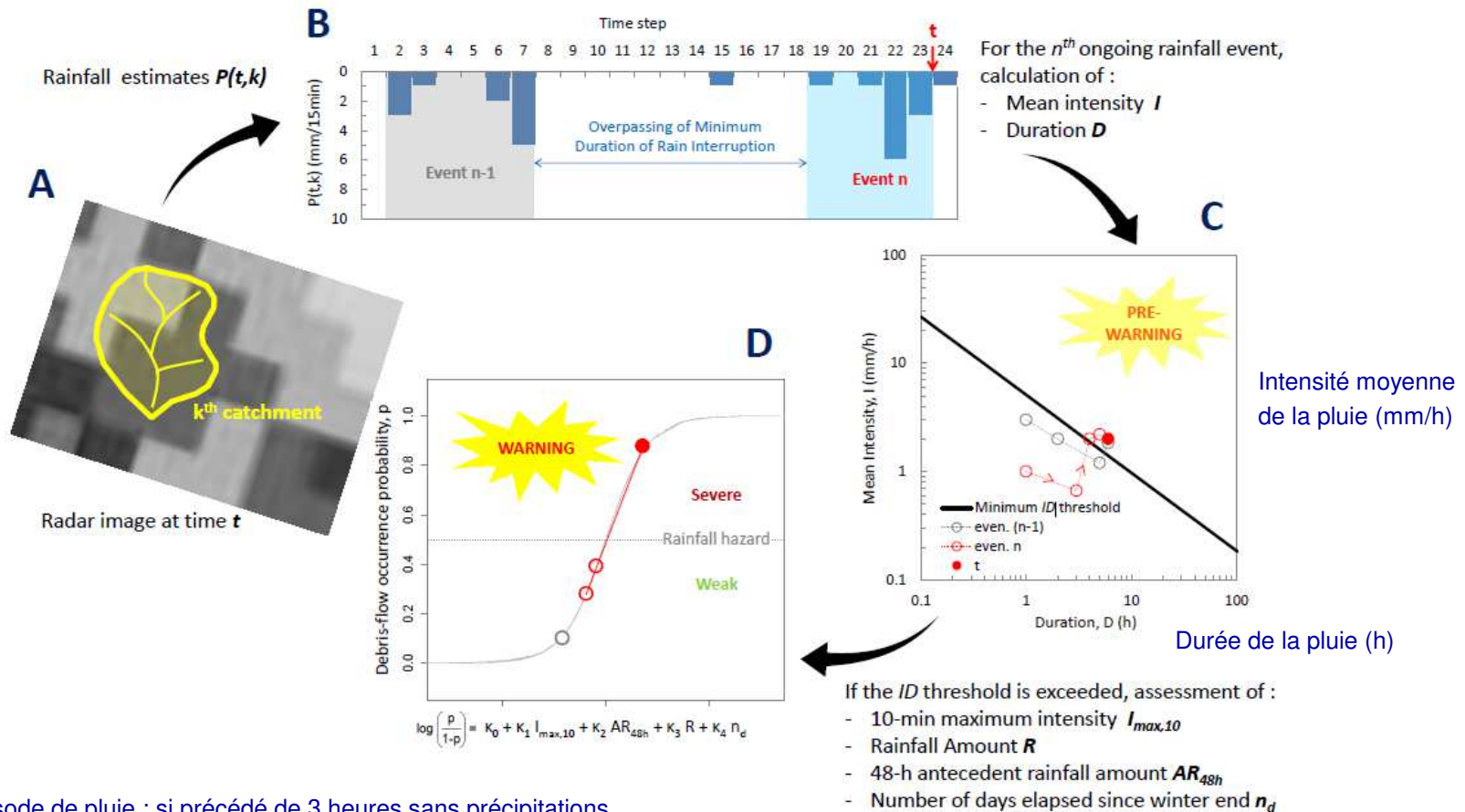
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Seuils intensité-durée de pluie pour le déclenchement des laves torrentielles



Nouvel épisode de pluie : si précédé de 3 heures sans précipitations



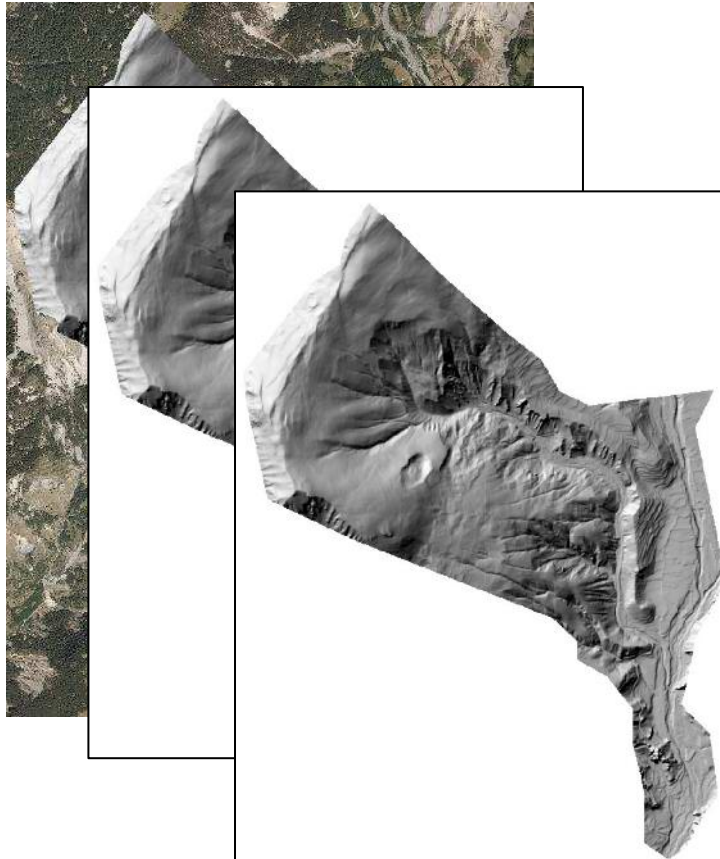
europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Analyse des processus érosifs

3 levés LiDAR : 2009, 2012 et 2017



- Identification des zones en érosion
- Bilan sédimentaire



europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



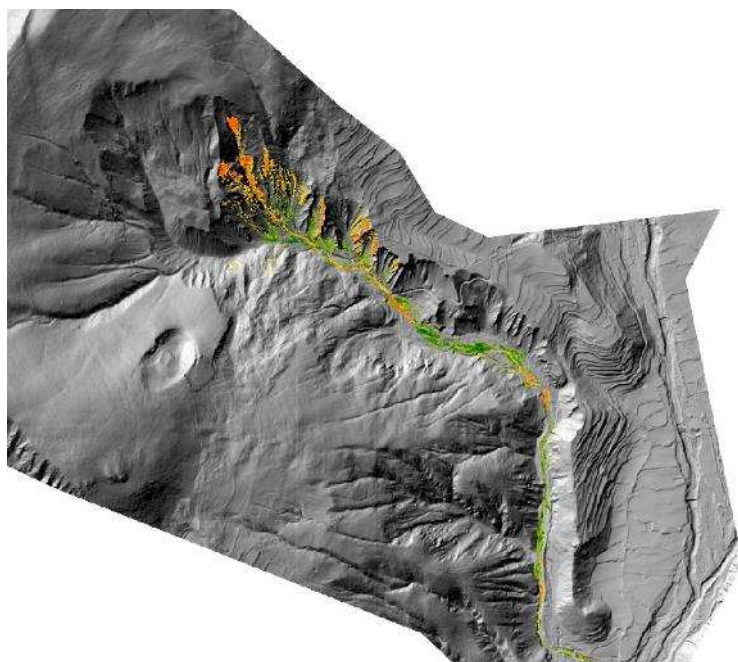
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



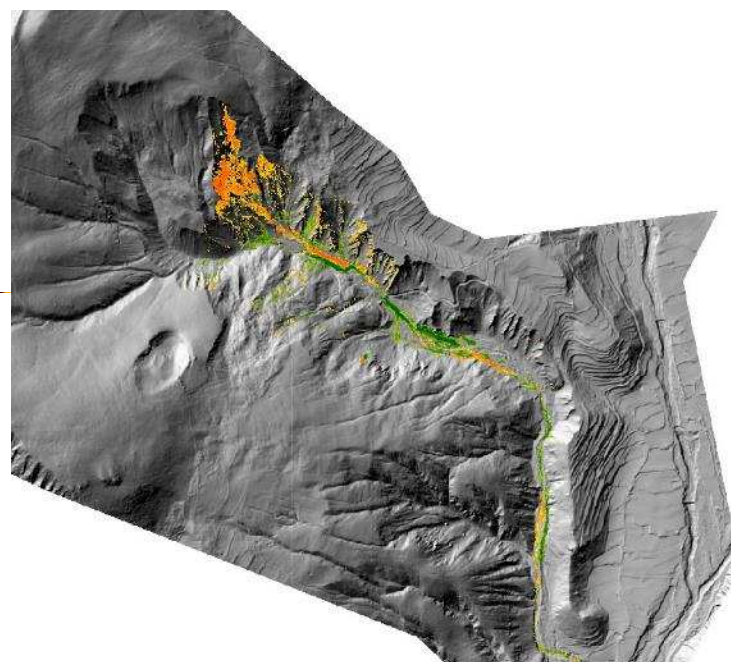
Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

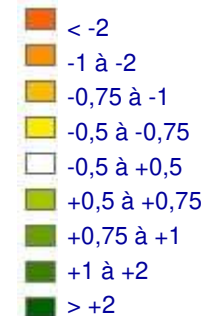
Bilans sédimentaires



2009 - 2012



2012 – 2017





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Bilan sédimentaire : quelques chiffres

	Volume érodé (m ³)		Volume déposé (m ³)		Taux d'érosion dans la grande ravine (m/an)
2009 - 2012	37316.34		37691.06		~0.22
2012 - 2017	68013.18		54237.60		~0.25



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Le Rieu Benoît, commune de Valloire

- Archives : 1682 / 1934 / 1935 / 1982 / 2006 / 2008 / 2009 / 2011



1935





europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Principaux points à prendre en compte dans une logique d'alerte

- Des laves torrentielles passées dues aux pluies et à l'érosion
- On rajoute un facteur aggravant le volume : le glissement
 - S'intéresser aux sources et transferts sédimentaires
 - S'intéresser aux événements météorologiques pouvant déclencher des laves torrentielles
 - En lien avec le Réal, Péone (06)
- Quels volumes supplémentaires liés au glissement de terrain ? (SIMOTER 1)
- Quelle interaction avec le chenal et les écoulements torrentiels ?
- Quelles pluies nécessaires pour mobiliser ce volume additionnel ? (alerte)
- Quelles conséquences prévisibles ? (alerte efficace et mesures de protection)

On n'est pas dans une logique de PPR, on ne cherche pas à établir la probabilité d'occurrence d'un phénomène



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



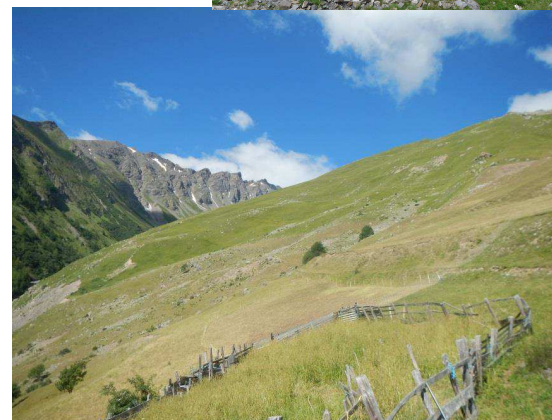
Processus de versants



Versant Sud
Eboulis et
coulées de
débris



Versant Nord
Dépôts glaciaires
et glissements en
masse





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Levé Lidar de 2018





europe.regionpaca.fr



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



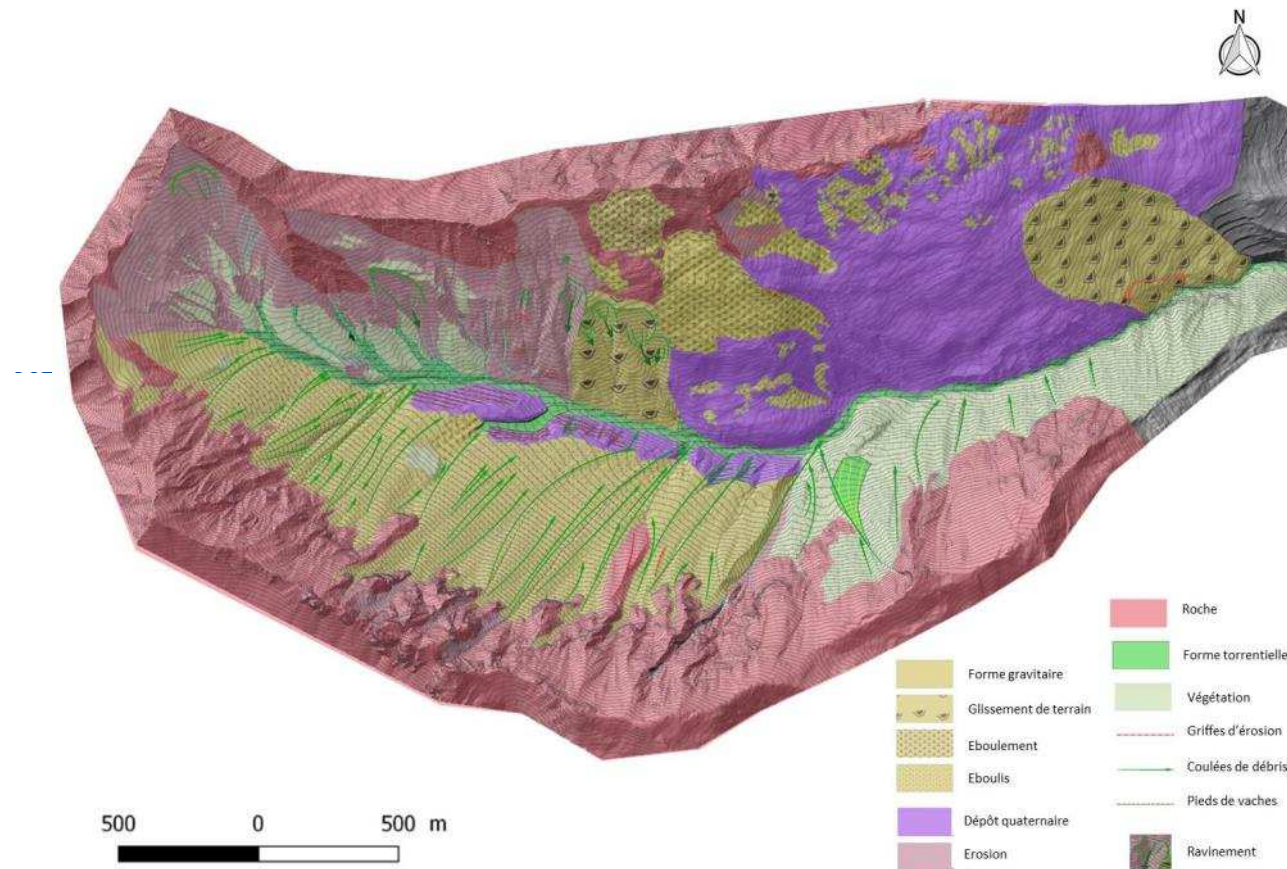
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Cartographie géomorphologique du bassin versant (MNT LiDAR, orthophotos récentes, reconnaissance de terrain)



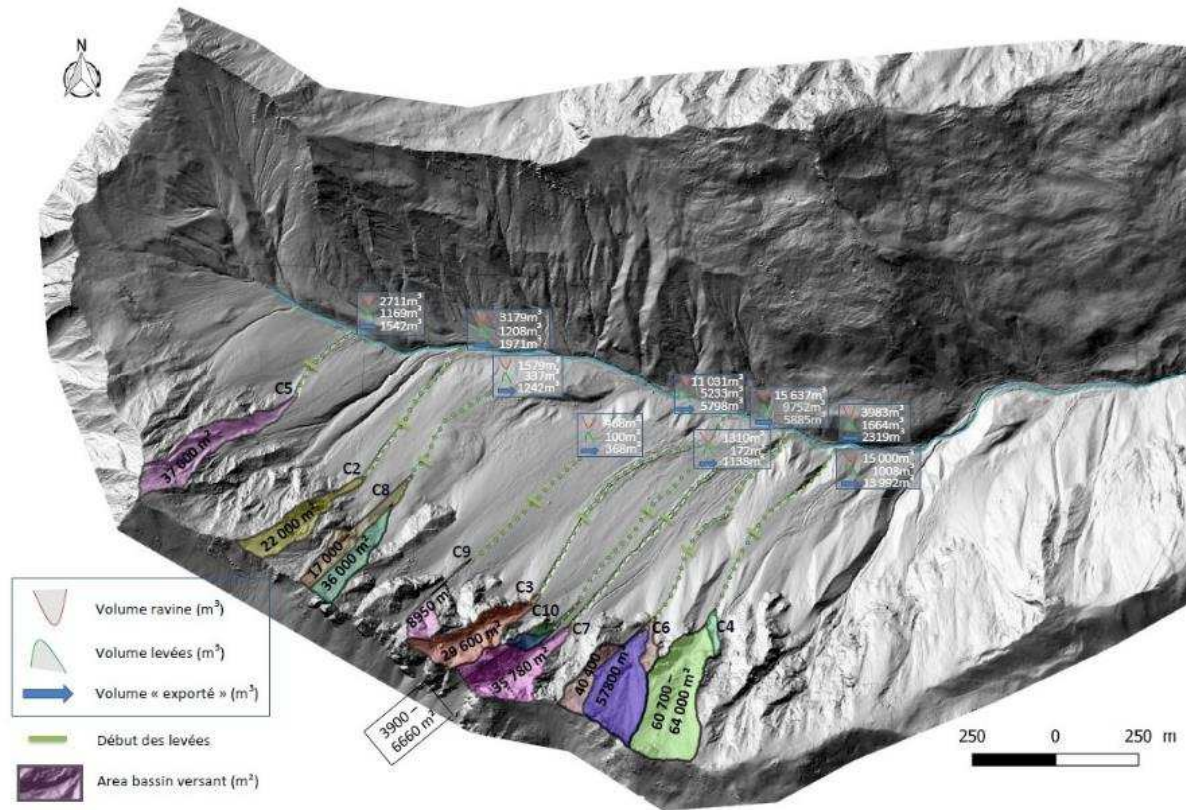


europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Cartographie et analyse morphométrique des coulées de débris du versant Sud



Évaluation de la recharge sédimentaire du chenal principal par les coulées de débris (MNT LiDAR): compris entre 24 000 et 40 000 m³



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Laves torrentielles et glissement de terrain

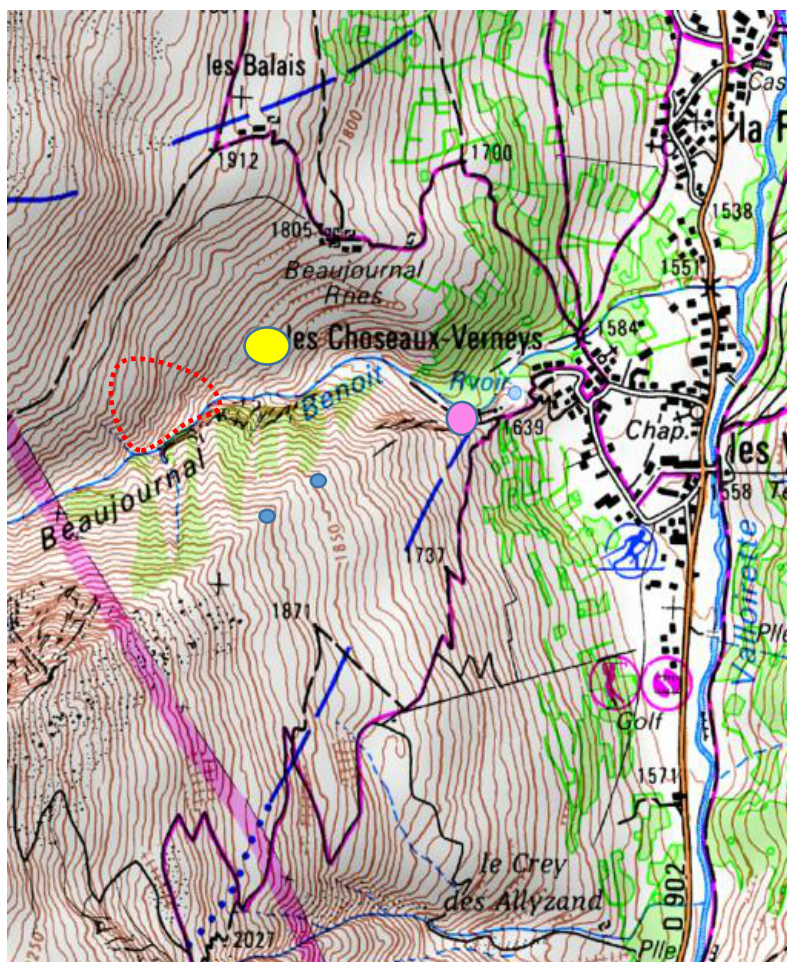
Rappel des questions concernant le Rieu Benoît:

- Quelle interaction avec le chenal et les écoulements torrentiels ?
- Quelles pluies nécessaires pour mobiliser ce volume additionnel ? (**alerte**)
- Quelles conséquences prévisibles ? (**alerte efficace et mesures de protection**)



europe.regionpaca.fr

Monitoring du Rieu Benoît



Appareil photo



Station de mesure des écoulements



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Suivi photo de l'interaction glissement / chenal

• 12/07/2018



• 07/08/2019





europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Levé Lidar sous drone de la zone d'interaction glissement – chenal (vol de référence : 07/2018)



Vol de référence : juillet 2018

Mouvement constaté : nouveau
vol drone pour comparaison :
septembre 2019





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin

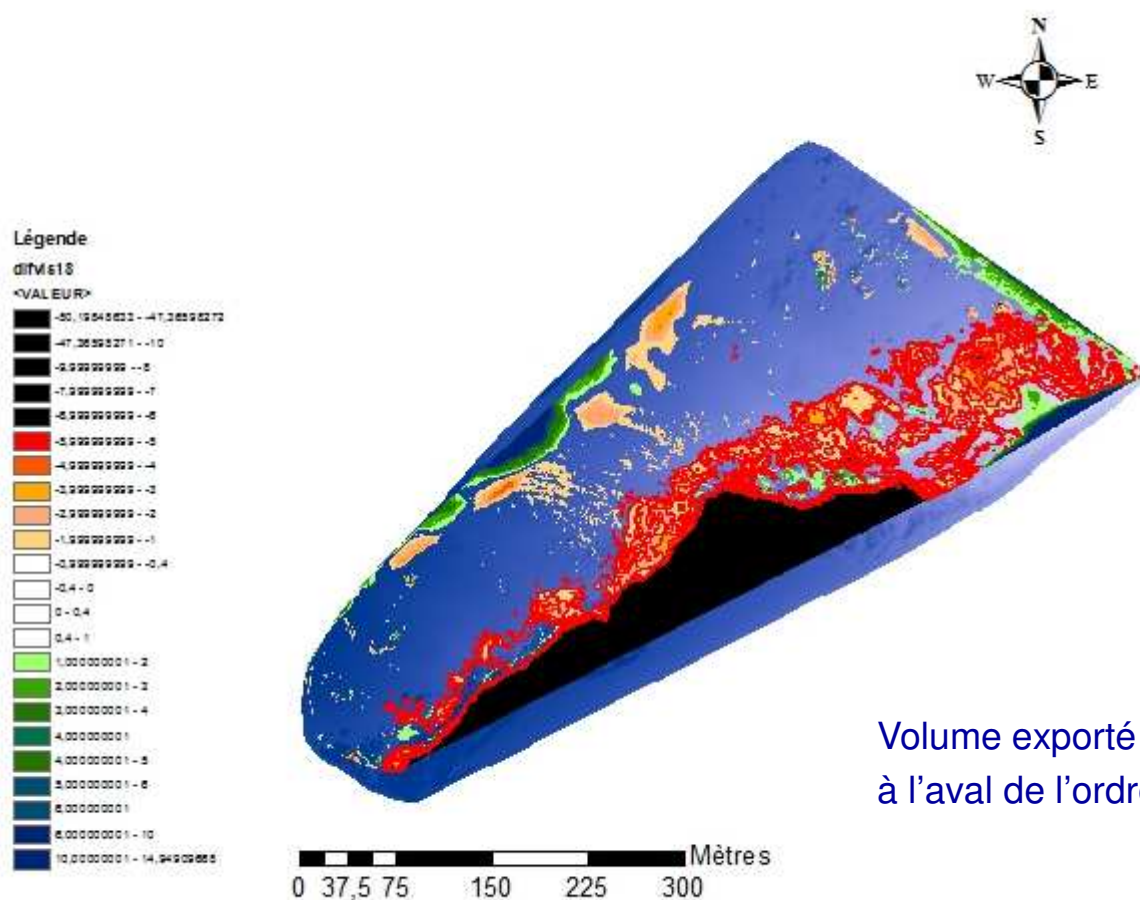


Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Résultats d'intercomparaison

- Vol drone de septembre 2019 comparé au vol drone de juillet 2018



Volume exporté sans dommage constaté
à l'aval de l'ordre de 9 000 m³



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Station de mesure à l'amont du cône de déjection

Objectif : mieux relier les écoulements aval aux conditions amont

- Mesures de hauteur et vitesse des écoulements, si ils se produisent
- Même principe que les stations installées sur le Réal
- Pas d'événement marquant sur la durée du projet





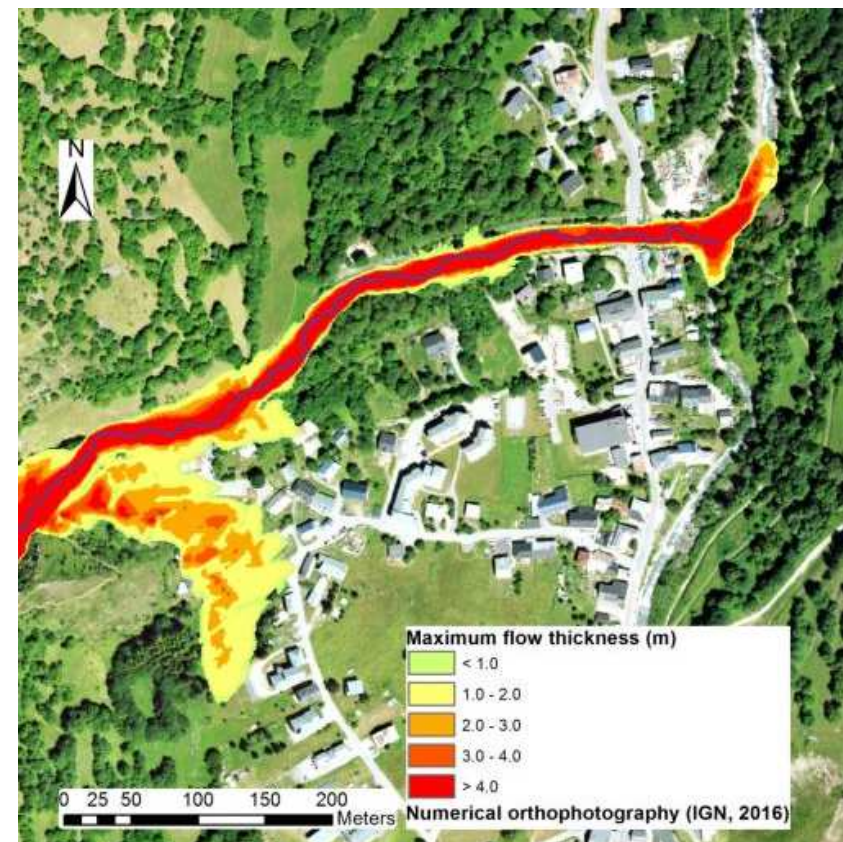
europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Analyse des impacts potentiels de laves

- Expertise s'appuyant sur l'utilisation de modèles
- But : évaluer l'impact probable pour chacun des scénarios envisagés et donc mieux cibler l'alerte





europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Résultats scientifiques déclinés en scénarios d'évolution

- Les laves torrentielles se déclenchant dans le haut bassin
- L'interaction glissement / torrent et l'accroissement du risque qui en résulte
- Scénarios hydro-météo à considérer
- Scénarios d'impact sur les zones aval



europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Scénarios concernant les laves torrentielles se déclenchant dans le haut-bassin

- Condition ? : des pluies intenses pouvant déclencher une lave
- Quel volume considérer ?
 - Rappel : 24 000 à 40 000 m³ pour le seul versant Sud
 - Limitation : pas d'analyse diachronique comme sur le Réal
 - Etude RTM + archives amènent à retenir:
 - 20 000 à 30 000 m³ événement courant
 - 40 000 à 60 000 m³ événement rare
 - 80 000 m³ événement exceptionnel



europe.regionpaca.fr



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Scénarios concernant l'interaction glissement / torrent

- Hypothèses non retenues:
 - Transformation directe du glissement en lave (SIMOTER 1)
 - Formation d'un lac de barrage après glissement (géométrie du dépôt, SIMOTER 1)
- Rappel : volume de quelques milliers de m³ exporté entre 2018 et 2019 sans dommage
- Sc. 1/ Le glissement fournit de petits volumes à chaque fois
- Sc. 2/ le glissement fournit un gros volume
 - Sc. 2.1/ ce volume est érodé lentement (le plus probable)
 - Sc. 2.2/ ce volume est érodé rapidement en lave torrentielle en cas de fortes précipitations



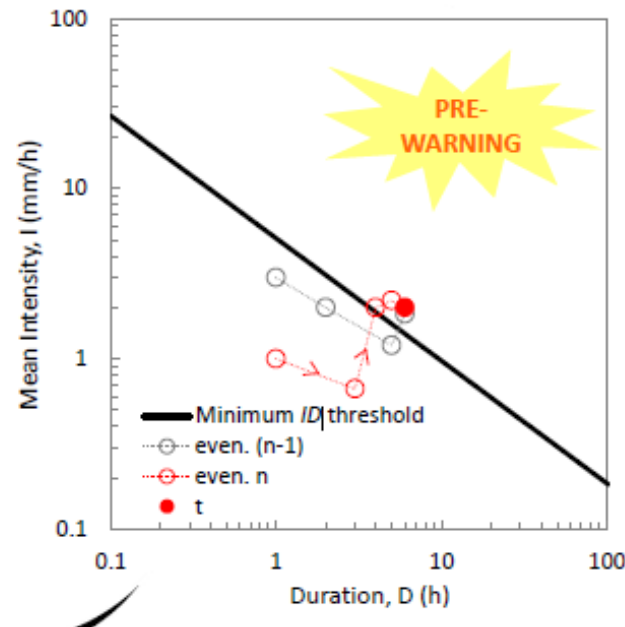
europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Scénarios hydro-météo

- Un volume important peut-être exporté sur plusieurs années si pas d'événement météo déclencheur de lave
- Il faut une pluie journalière peu rare (période de retour 2 à 5 ans) pour humidifier de façon adéquate un volume important de matériau glissé
- Il faut une pluie de caractéristiques adéquates pour déclencher une lave





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Scénarios d'impacts des laves torrentielles

- Analyse experte fondée une série de simulations d'écoulements de laves torrentielles grâce à un modèle numérique
- Grande complexité des scénarios à envisager qui dépendent:
 - Du volume, mais aussi...
 - Du débit
 - Des propriétés mécaniques de la lave torrentielle
- Une large gamme de volumes à considérer en additionnant les apports de :
 - Laves du haut bassin (20 000 à 30 000.....80 000 m³)
 - Apports du glissement (0 à 85 000 m³, SIMOTER 1)
- Travail qui reste à affiner au cours des prochains mois



europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



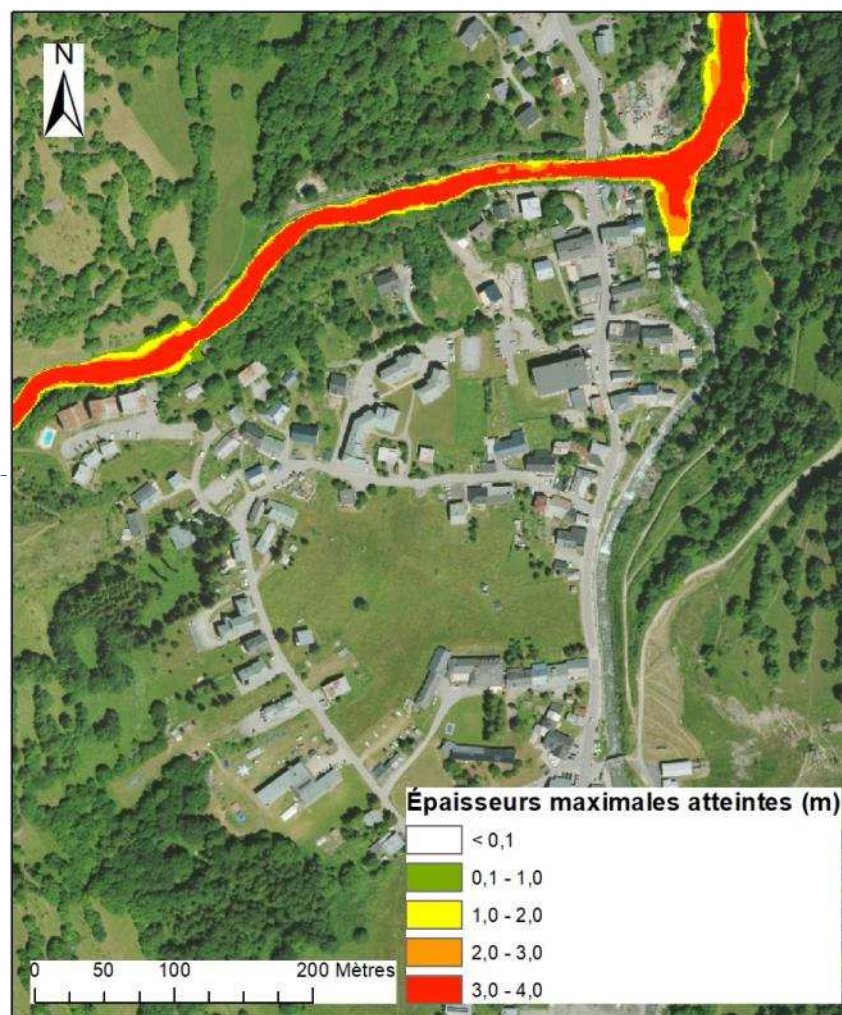
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Volume limité, sans blocage du point de la RD





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



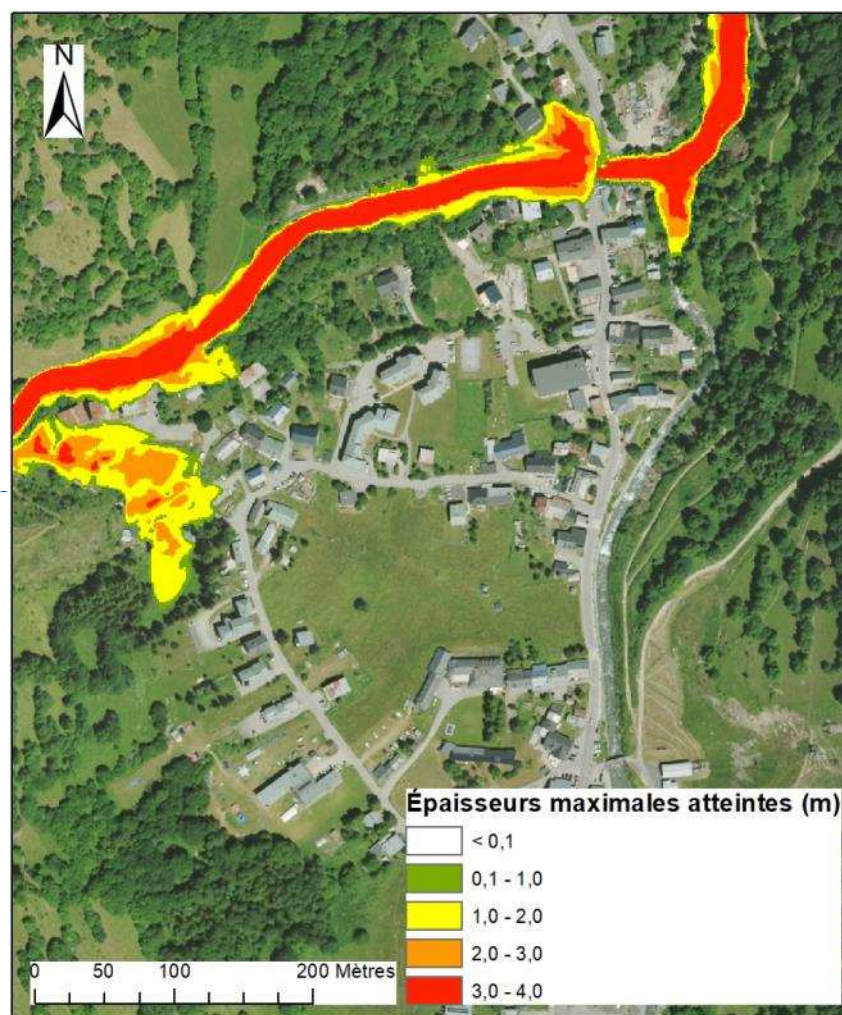
RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Volume moyen avec blocage du pont de la RD





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



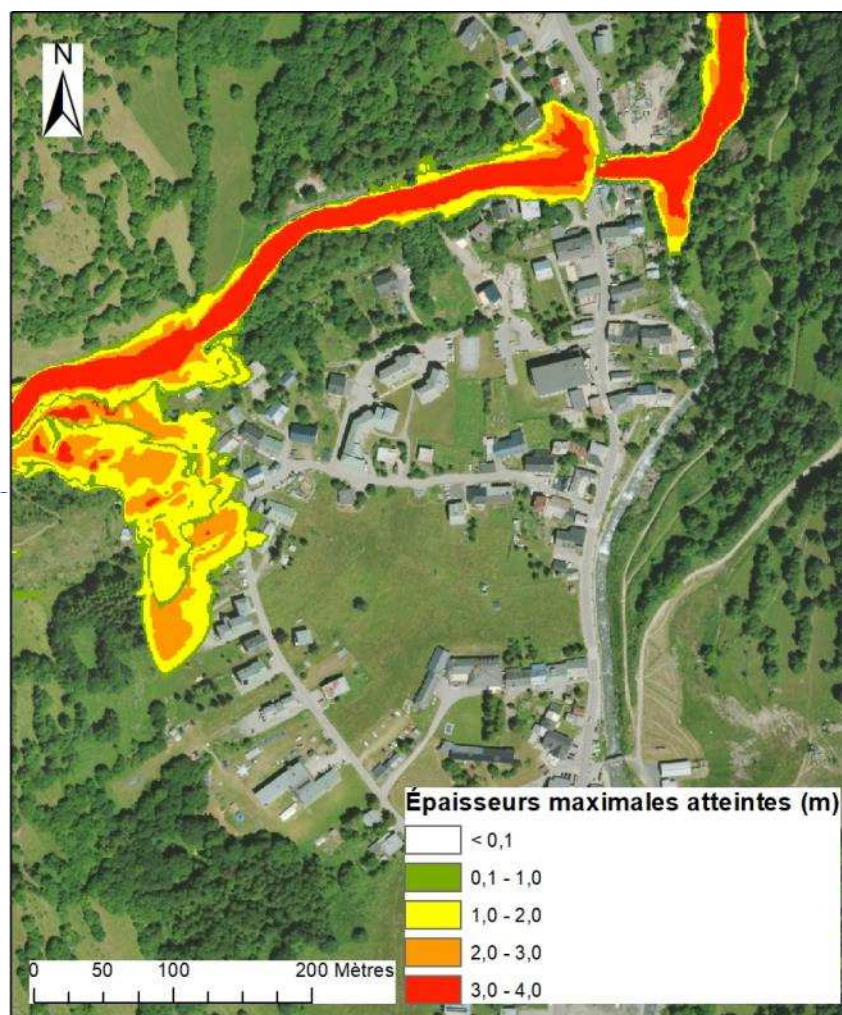
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Volume élevé avec blocage du pont de la RD





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



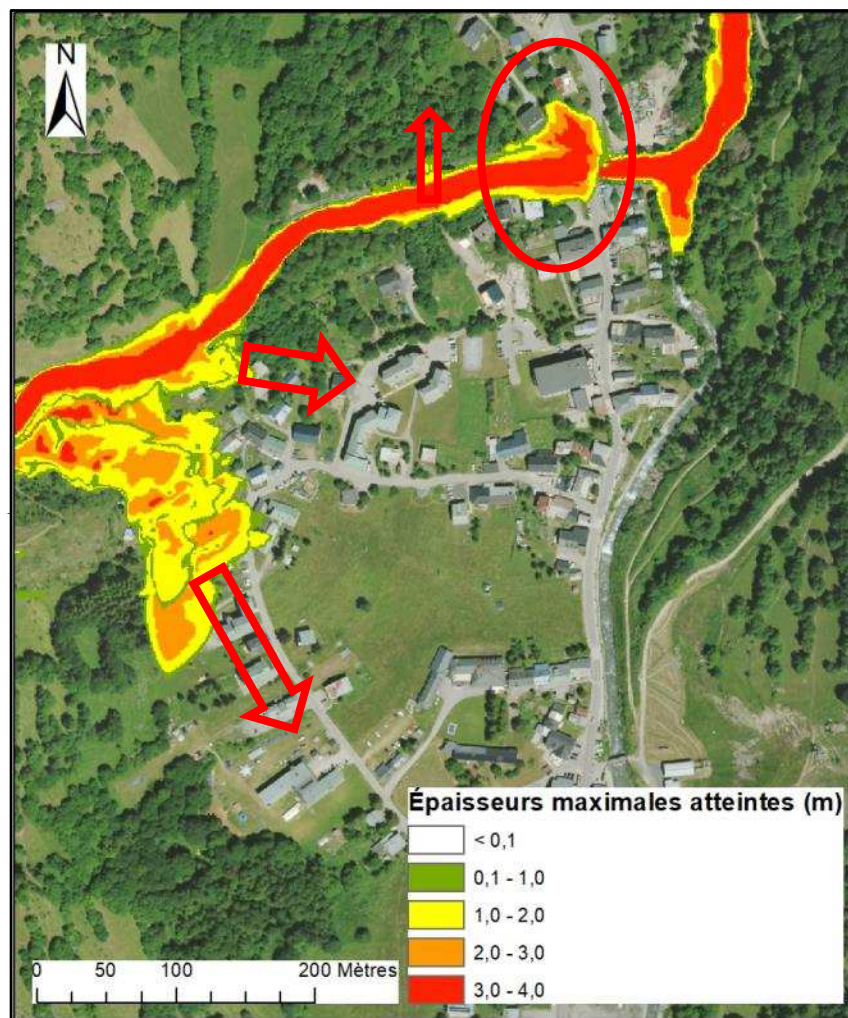
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Points critiques au niveau du hameau des Verneys





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



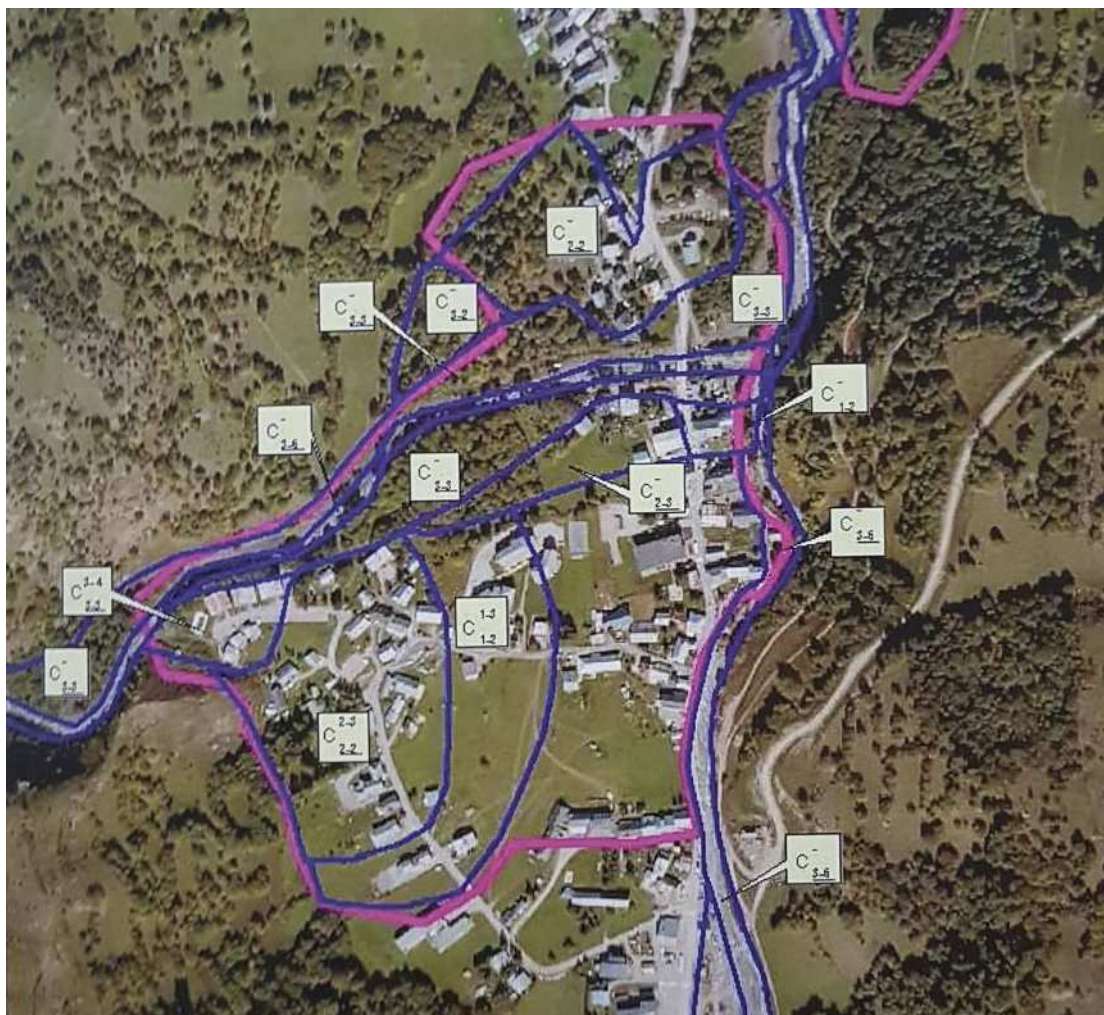
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

La carte d'aléas du PPR





europe.regionpaca.fr



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



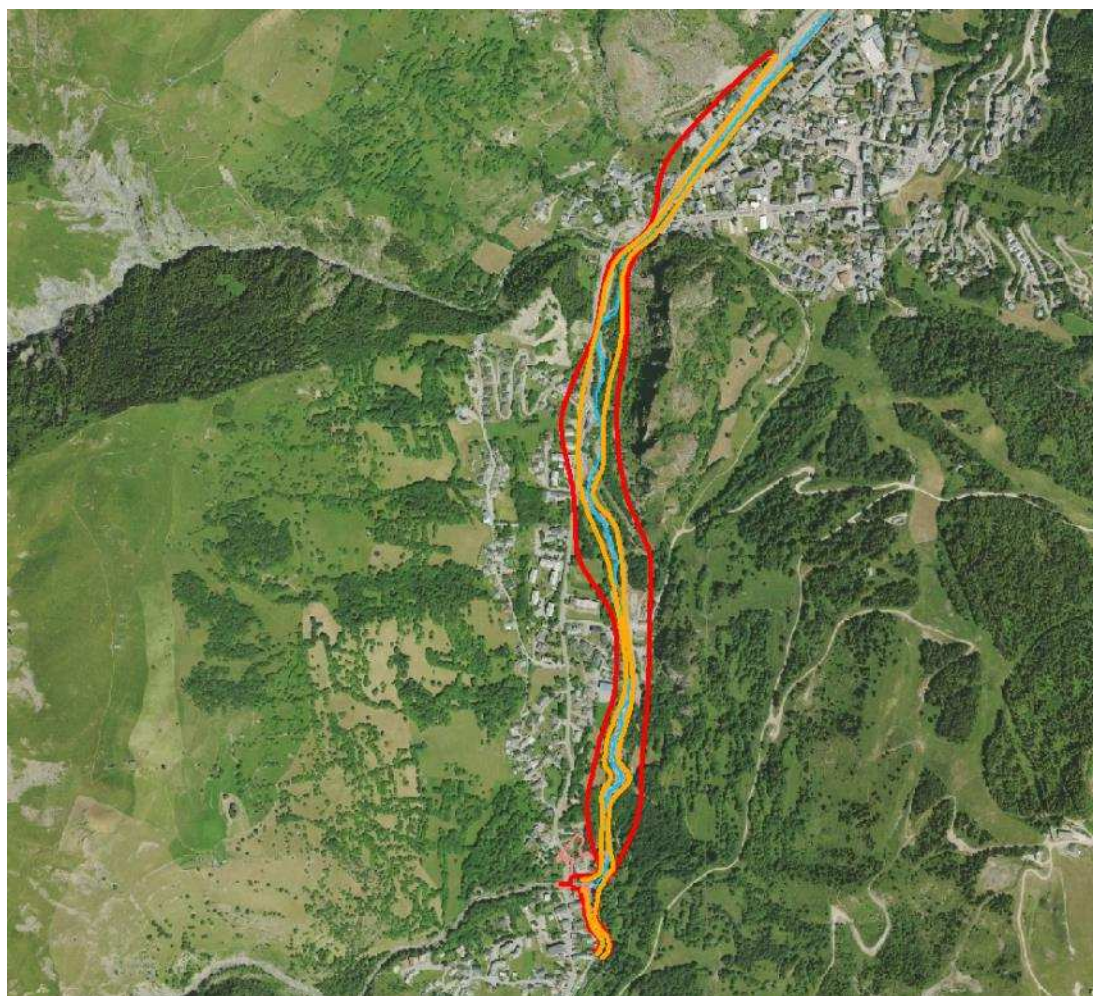
l'Europe
s'engage
sur
le Massif Alpin



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Conséquences possibles dans la Valloirette





europe.regionpaca.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Conclusions

- Des outils et méthodes d'observation, compréhension et analyse des phénomènes :
 - Principalement développés sur le site du Réal
 - Mis en œuvre sur le Rieu Benoît
- Ont permis à Valloire :
 - D'établir les scénarios à retenir dans une logique d'alerte
 - D'évaluer les conséquences probables de ces scénarios
- Principales conclusions à retenir :
 - Risque principalement du aux laves torrentielles
 - Occurrence fortement dépendante de l'hydro-météo
 - Conséquences fortement dépendantes des volumes mobilisés (**notamment apports du glissement**) lors d'un même événement

La suite : préconisations pour l'alerte...