



**SURFACE LIBRE**

# Réunion de présentation

## 06 septembre 2022

**Plan de Prévention des Risques Naturels de  
Virieu-le-Grand**



# Présentation des résultats de l'étude des phénomènes

## 1. METHODOLOGIE GENERALE

## 2. LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

- Analyse des archives
- Analyse des orthophotos et du lidar
- Témoignages recueillis
- Investigations sur le terrain
- Synthèse des informations sur la carte des phénomènes
- Cartographie des aléas

## 3. LES PHENOMENES HYDRAULIQUES

- Selon la même approche

# 1. Methodologie

1

## Analyse à dire d'expert

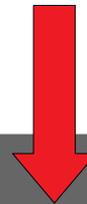
- Analyse des archives
- Recueil de témoignages
- Analyse diachronique des photographies aériennes
- Analyse du lidar
- Analyse géologique et hydrogéomorphologique sur le terrain

## *Approche couplée*

2

- ### Simulations numériques
- Chutes de blocs
  - Ruissellement
  - Evolution des fonds

- Choix du modèle
- Choix du scénario de référence
- Calage des paramètres entrants



3

**Classement et cartographie des aléas**

# 2. Les mouvements de terrain

## Analyse des archives disponibles

- **Ne concernent que les phénomènes de chutes de blocs**
  - études sur secteurs des Rochers du Craz et de Claire Fontaine
    - *et uniquement l'analyse critique du PPR par le BRGM comme pré-étude des autres secteurs*
- **Fonds étudiés**
  - DDT : toutes les principales études sauf travaux de Claire Fontaine
  - mairie : études de la DDT + dossier de récolement des filets de Claire Fontaine + courriers de riverains
  - BRGM : études communiquées à la DDT
  - CG : quelques infos sur la RD de Hauteville
  - BD en ligne (BRGM, etc.), presse, etc.



# Les Falaises de La Craz

- **Etudes BRGM et SAGE**

- études de stabilité de la falaise uniquement autour de la zone de départ de nov. 2017 (gestion de crise) :

*mêmes conclusions que les nôtres sur les risques résiduels*

- aucune information sur le reste du linéaire de falaise
- aucune information sur la récurrence des phénomènes
- aucune information sur les zones de propagation antérieures
- pas de trajectographie

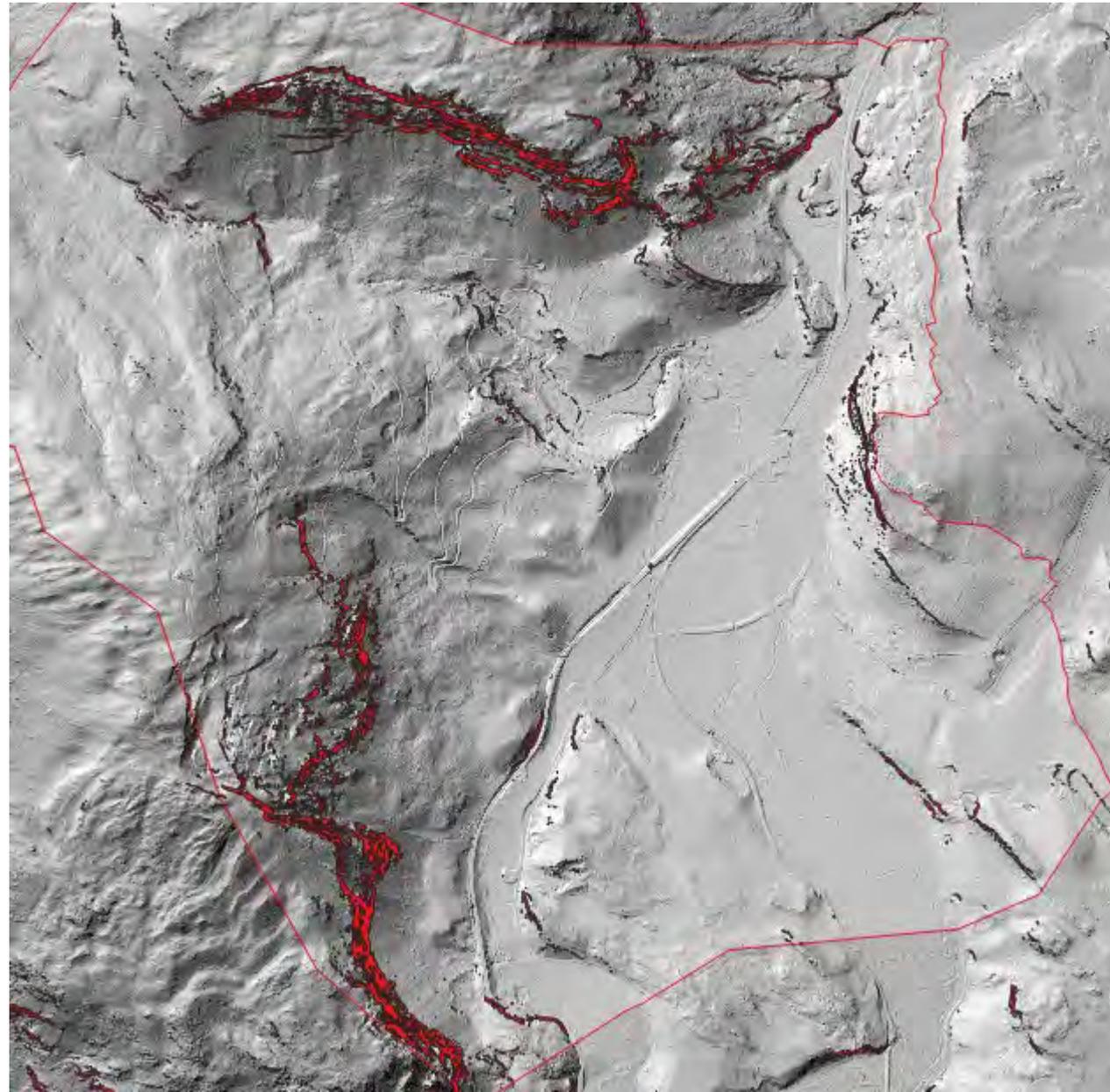
# Rochers de Claire Fontaine

- **Etudes BRGM, Antea et Dossier de récolement des travaux**
  - informations nombreuses sur l'historique des phénomènes
  - trajectographies 1D pour calcul des énergies dynamiques
  - préconisations de travaux
  - détail des travaux réalisés (Dossier de récolement)
  - préconisations d'entretien des ouvrages et de leurs accès (Dossier de récolement)

# Prédétermination des zones de départ potentielles

## Analyse croisée du MNT et de l'orthophoto

- Pentes  $>50^\circ$  par calcul sur MNT
- Retraitement :
  - sélection/vérification avec orthophoto et investigations de terrain
  - lissage et simplification

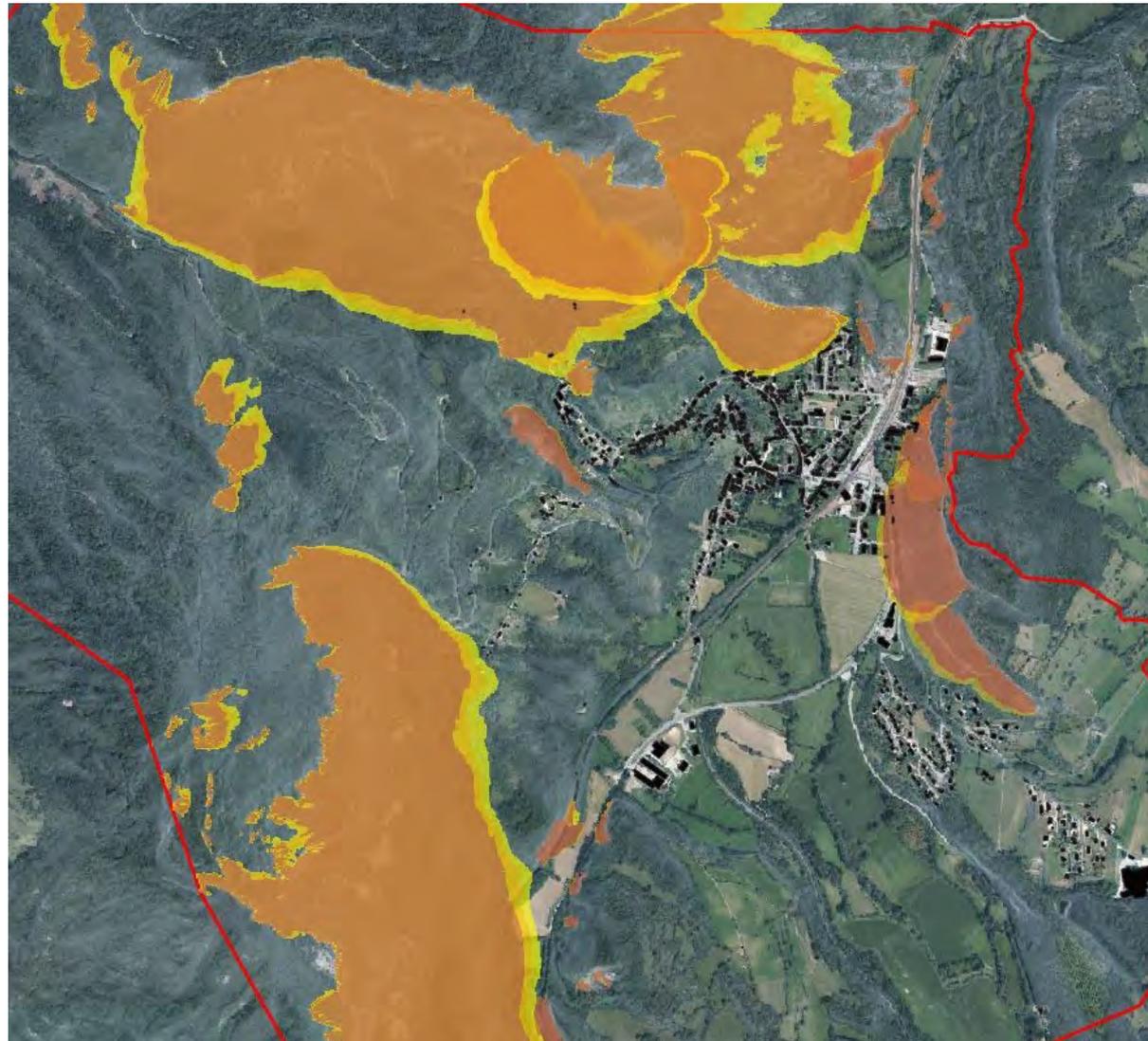


# Prédétermination des zones de propagation historique

- **Numérisation de l'emprise des éboulis :**
  - emprise des éboulis vifs d'après orthophoto
- **Localisation des blocs éboulés historiquement :**
  - localisation de très gros blocs éboulés d'après orthophoto
  - localisation des blocs recensés sur le terrain au GPS
  - classement selon le volume
  - localisation des événements historiques connus

# Prédétermination des zones de propagation historique

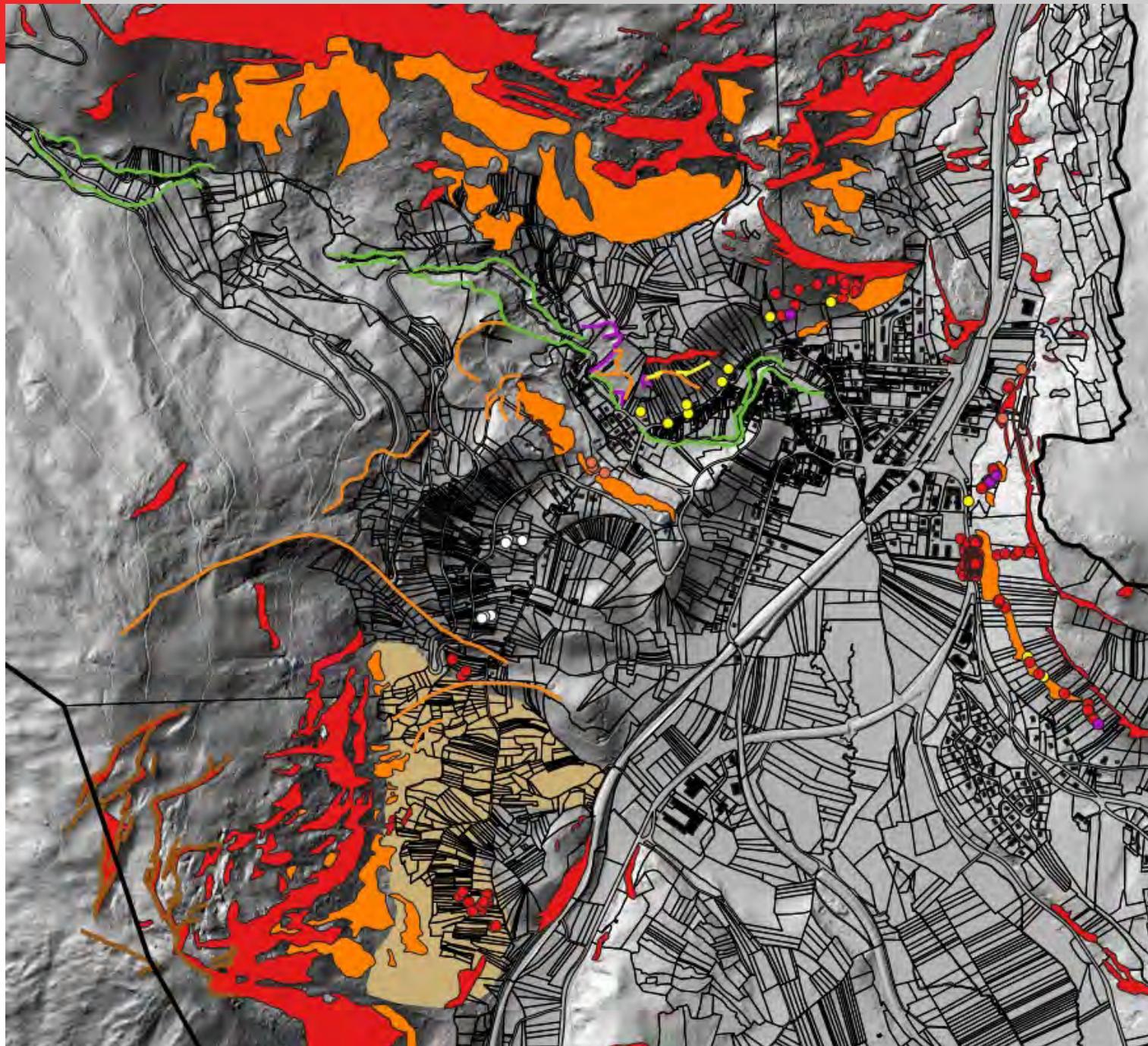
- Lignes d'énergie calculées sur MNT



# Prédétermination des zones de glissements actifs

- **Par analyse croisée du MNT, de l'orthophoto et des investigations de terrain**
  - localisation des niches d'arrachement
  - délimitation des ondulations et des bourrelets

# La carte des phénomènes avérés



## Zones de départ potentielles de chutes de blocs:

- Escarpements rocheux
- Niche d'arrachement très ancienne de glissement rocheux

## Indices d'activité historique:

- Eboulis vifs
- Volume des blocs isolés tombés:
  - <0.25m<sup>3</sup>
  - 0.25 à 1m<sup>3</sup>
  - 1 à 10m<sup>3</sup>
  - >10m<sup>3</sup>
- Blocs issus de la moraine

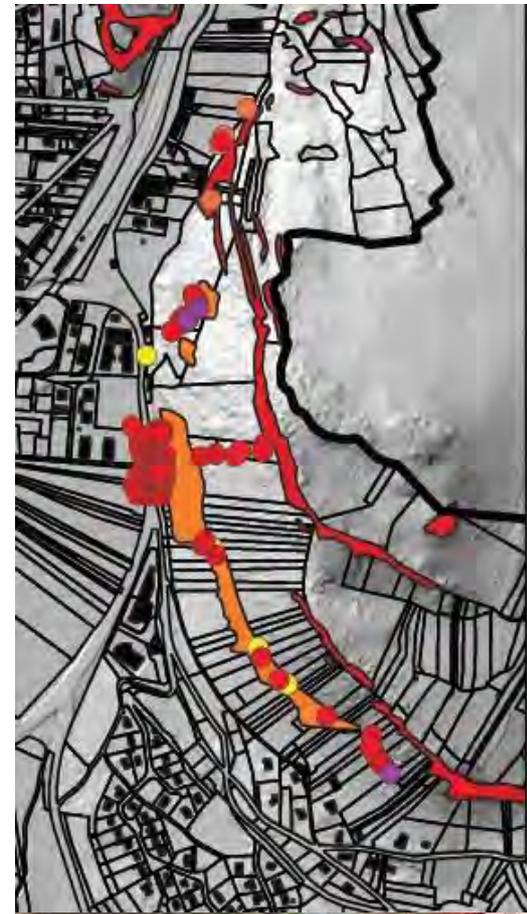
## Zones de départ de glissements - Niches d'arrachement:

- Très ancienne
- Ancienne
- Récente
- Ravin d'érosion torrentielle
- Ondulation des terrains (fluages)

# Analyse des principaux sites

- Les Rochers de La Craz

Événement de nov. 2017 :



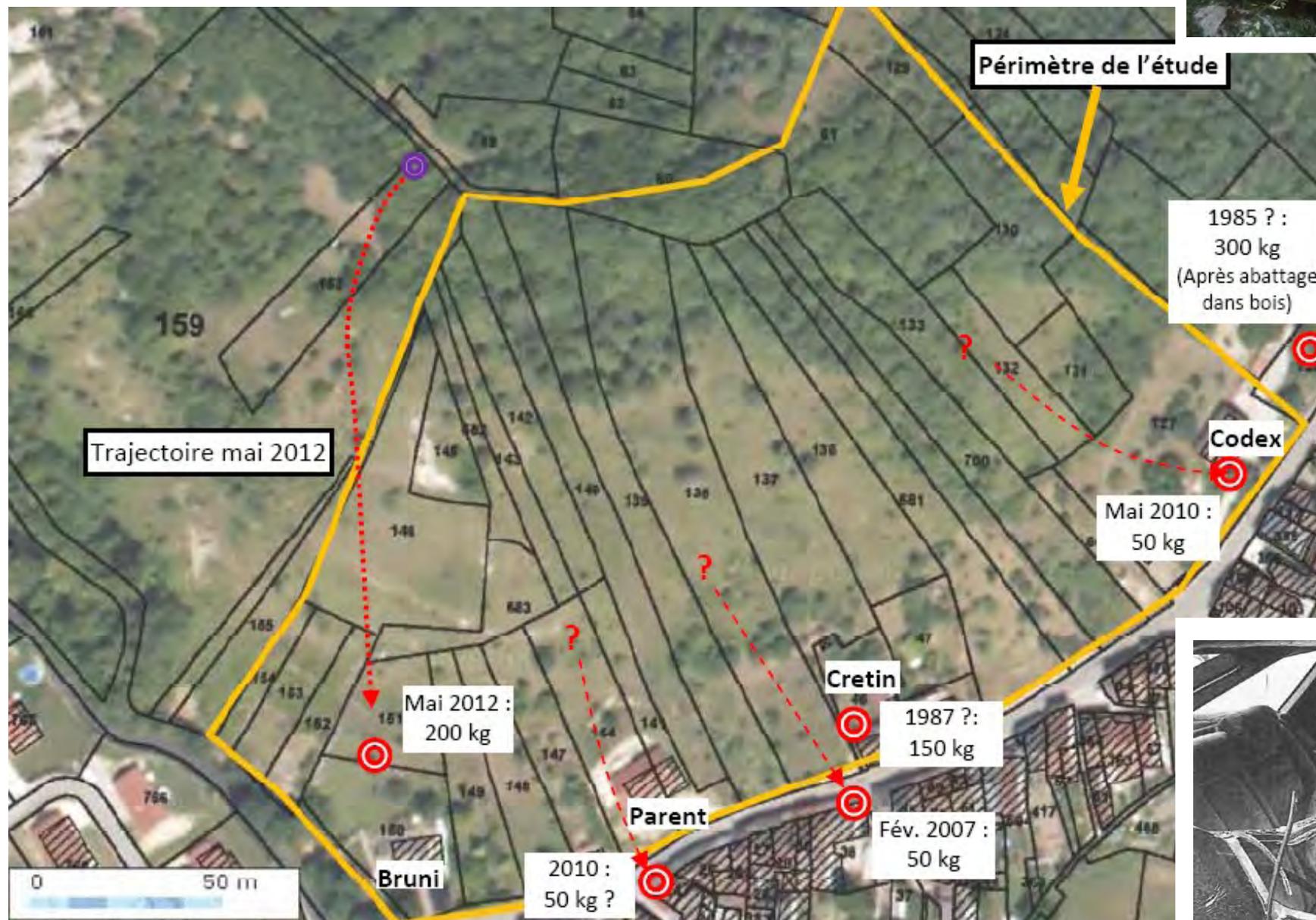
- Les rochers de Bétey



- Blocs tombés : quelques centaines de litres à plusieurs mètres cube
- Volumes instables : du même ordre

- **Les rochers de Claire Fontaine**

de 1985 à 2012 : 6 évènements



Blocs tombés : 50 à 300kg

Volumes instables : 50kg à 3T

*Extrait Antea 2013*



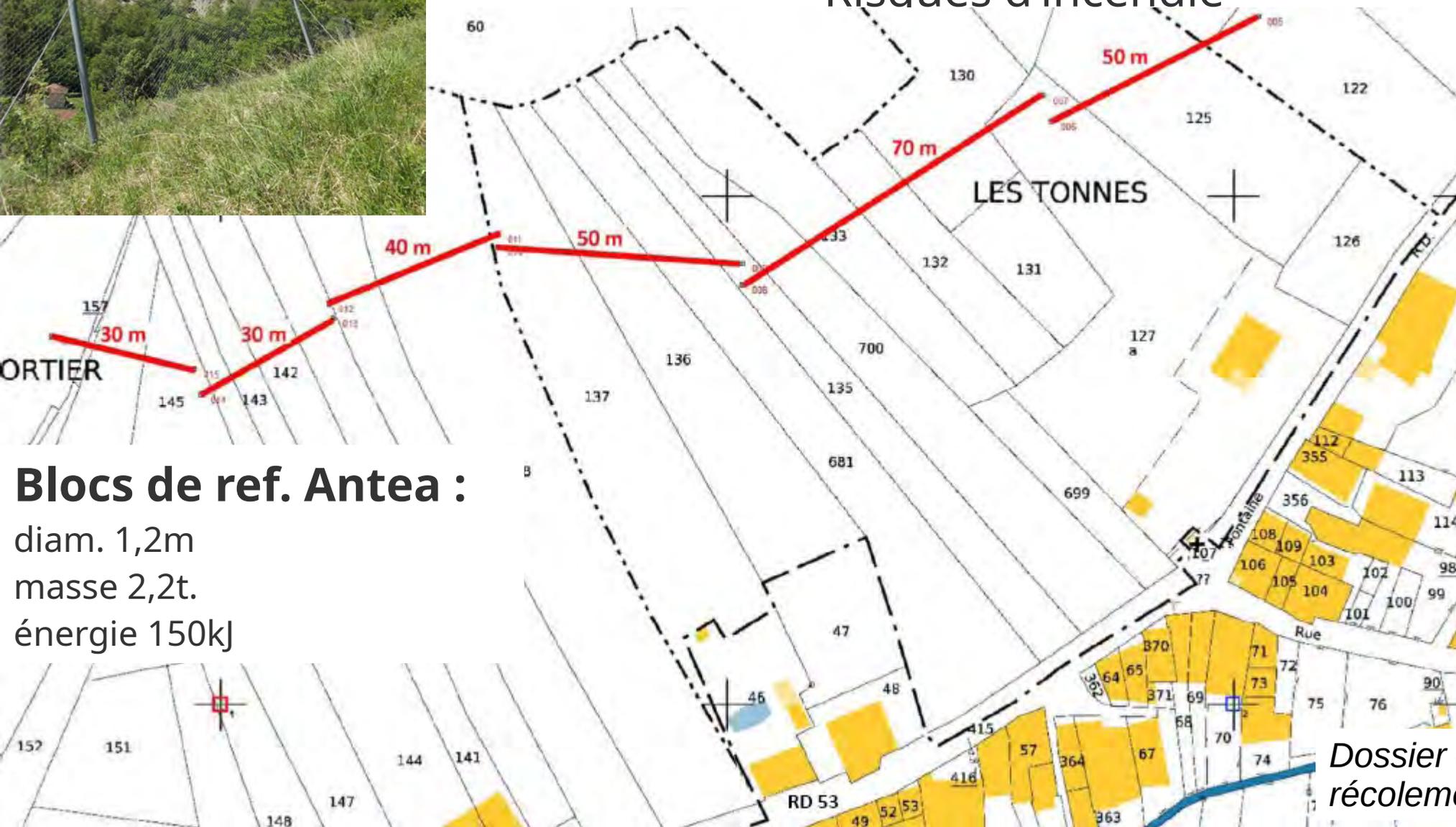
# • Les rochers de Claire Fontaine

- Capacité des filets pareblocs : 500kj

- Accès à entretenir !



- Risques d'incendie



## Blocs de ref. Antea :

diam. 1,2m  
masse 2,2t.  
énergie 150kj

Dossier de récolement

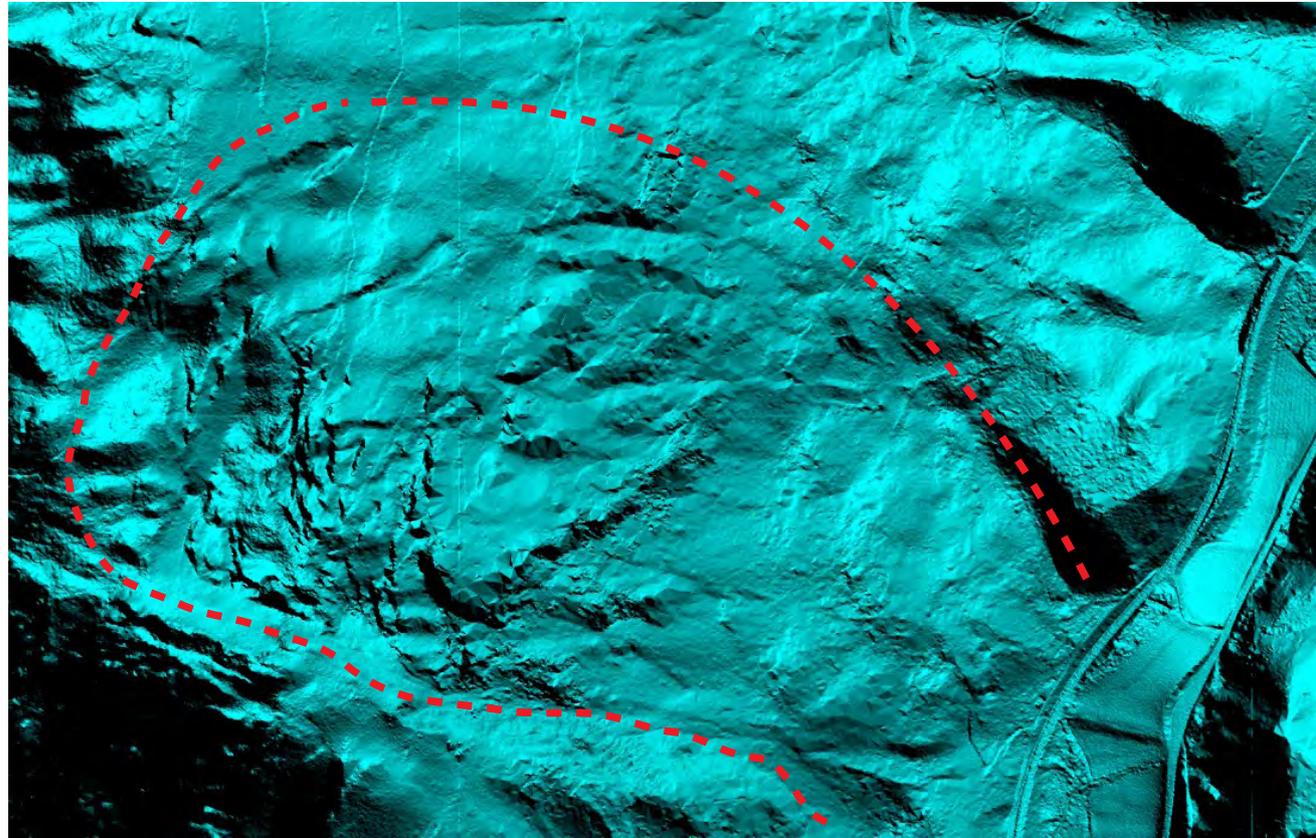
# Analyse des principaux sites

- **Les rochers dominant la route d'Hauteville (anciennes carrières)**
  - Contact de deux formations géologique
  - Bloc d'environ 80 litres récent issu des calcaires de l'Oxfordien



# Analyse des principaux sites

- **Les glissements du versant E de la Grande Montagne de Virieu**
  - grand glissement rocheux de versant (profondément actif?)
  - glissement généralisé des éboulis et des colluvions argileuses en pied



- **Les glissements en amont du quartier de Claire Fontaine**

- Superficiels (couche altérée des marnes)
- mais pouvant dégénérer en petites coulées



- Venues d'eau et tassements lents + profonds en pied de versant

# Analyse des principaux sites

- **Les glissements en amont du pont de Claire Fontaine**

- érosion régressive

- de la couverture de moraine

- sur marnes

- apports de matériaux dans le torrent

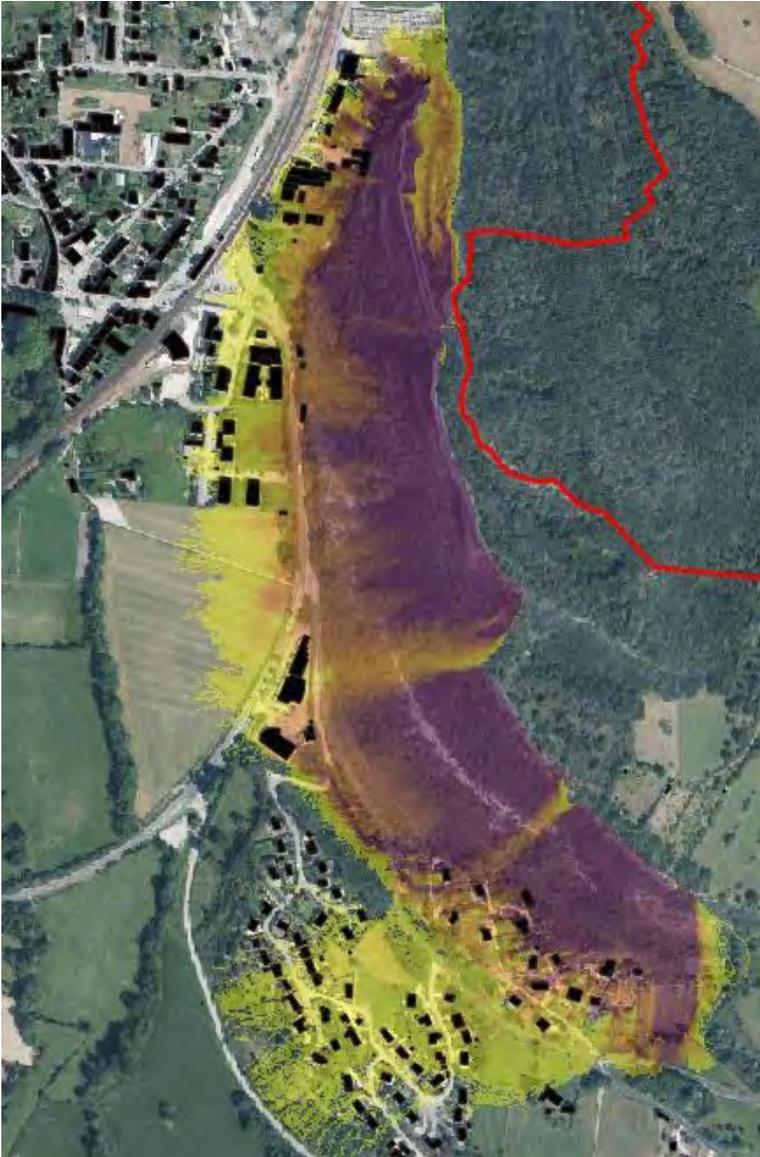
- >>> transport solide et risque d'embâcle

- au niveau du pont

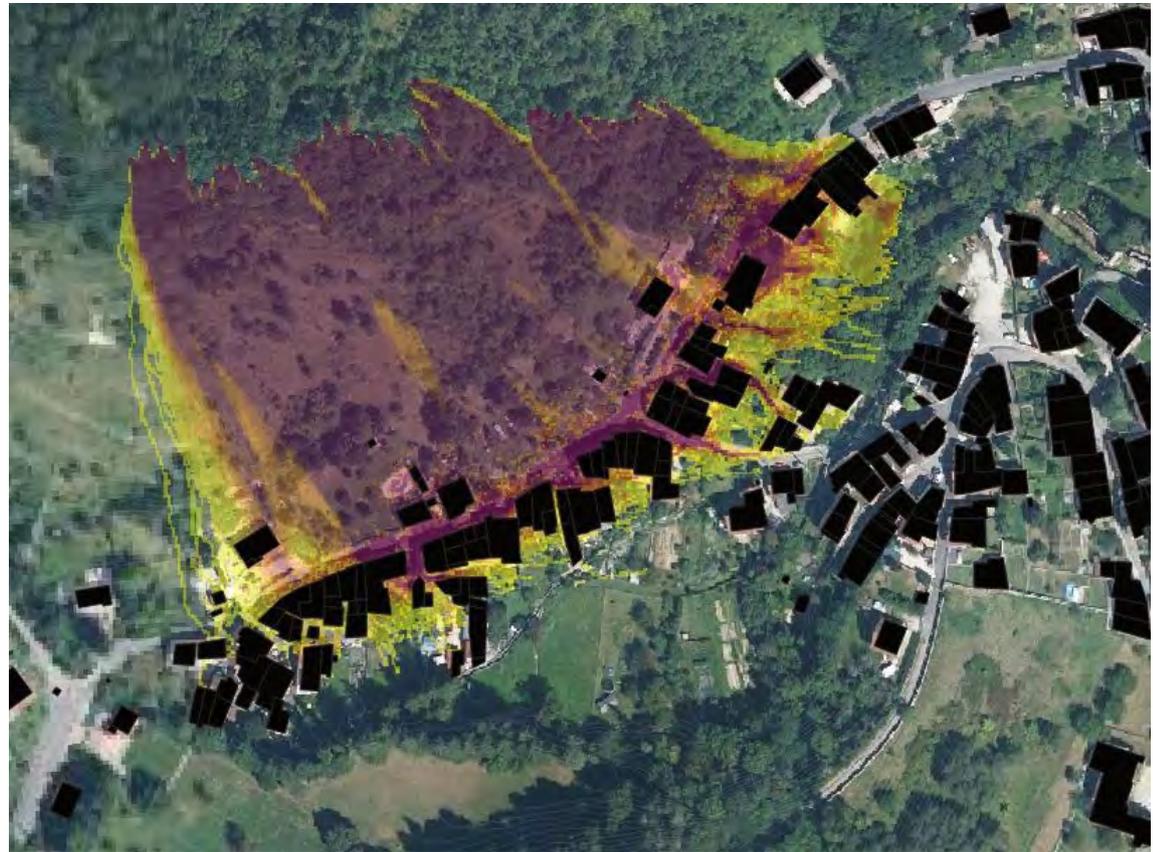


# Modélisations

- Les rochers de la Craz



- Les rochers de Claire Fontaine



# Cartographie de l'aléa – Chutes de blocs

- **Grilles de qualification (Méthode MEZAP) :**

- Intensité déterminée en fonction du volume de référence

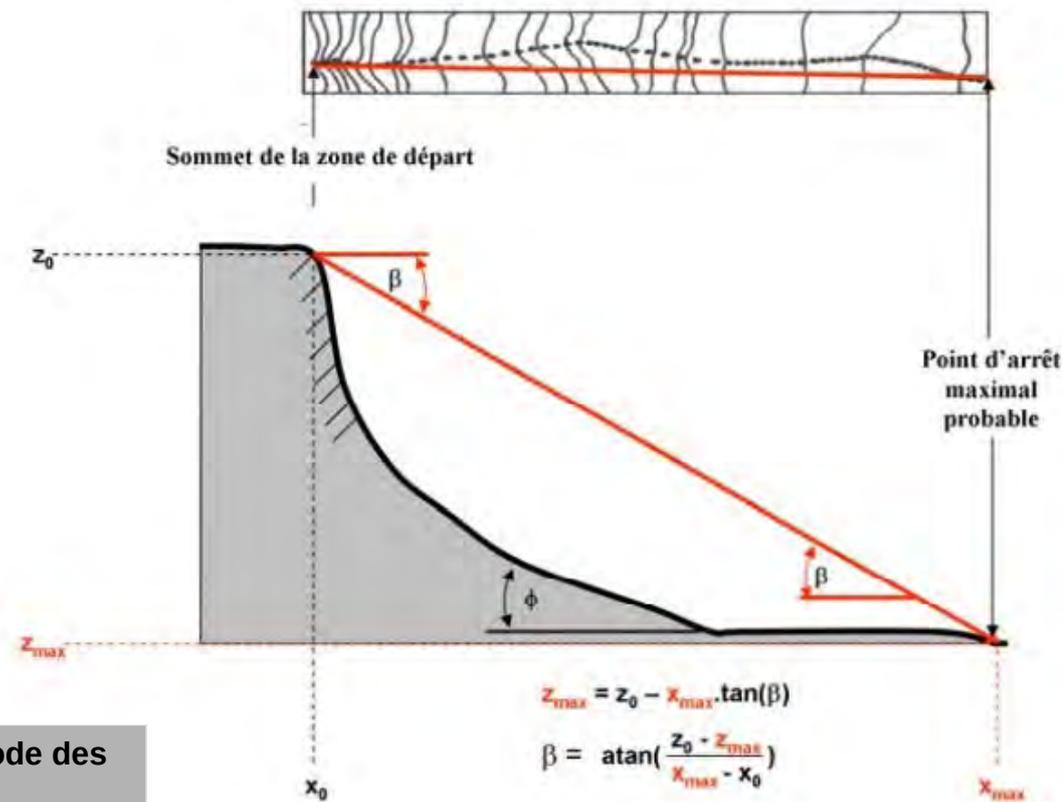
Niveaux d'intensité	Description	Dommages
Faible	$< 0,25 \text{ m}^3$	Peu ou pas de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Modérée	$0,25 \text{ m}^3 < V < 1 \text{ m}^3$	Dommage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Elevée	$1 \text{ m}^3 < V < 10 \text{ m}^3$	Dommage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très élevée	$> 10 \text{ m}^3$	Destruction du gros œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

- Activité = fréquence du volume de référence

Indice d'activité par zone homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les ans

# Cartographie de l'aléa – Chutes de blocs

- Probabilité d'atteinte déterminée en fonction de la ligne d'énergie adaptée selon le profil du versant



Probabilité d'atteinte d'un point	Intervalle d'angles de la méthode des cônes
Très fort	35° et plus
Fort	33° - 35°
Moyen	30° – 33°
Faible	26° – 30°

# Cartographie de l'aléa – Chutes de blocs

## PROBABILITÉ D'ATTEINTE

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

## NIVEAU D'ALÉA

		Intensité				Phénomène de grande ampleur (écoulement turbulent)
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	
		Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	Cartographie avec un niveau d'aléa unique: très élevé (Cf. 3.1)
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	
	Modérée	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	
	Elevée	Modéré	Elevé	Elevé	Très élevé	
	Très élevée	Elevé	Elevé	Très élevé	Très élevé	

# Cartographie de l'aléa – Glissement de terrain

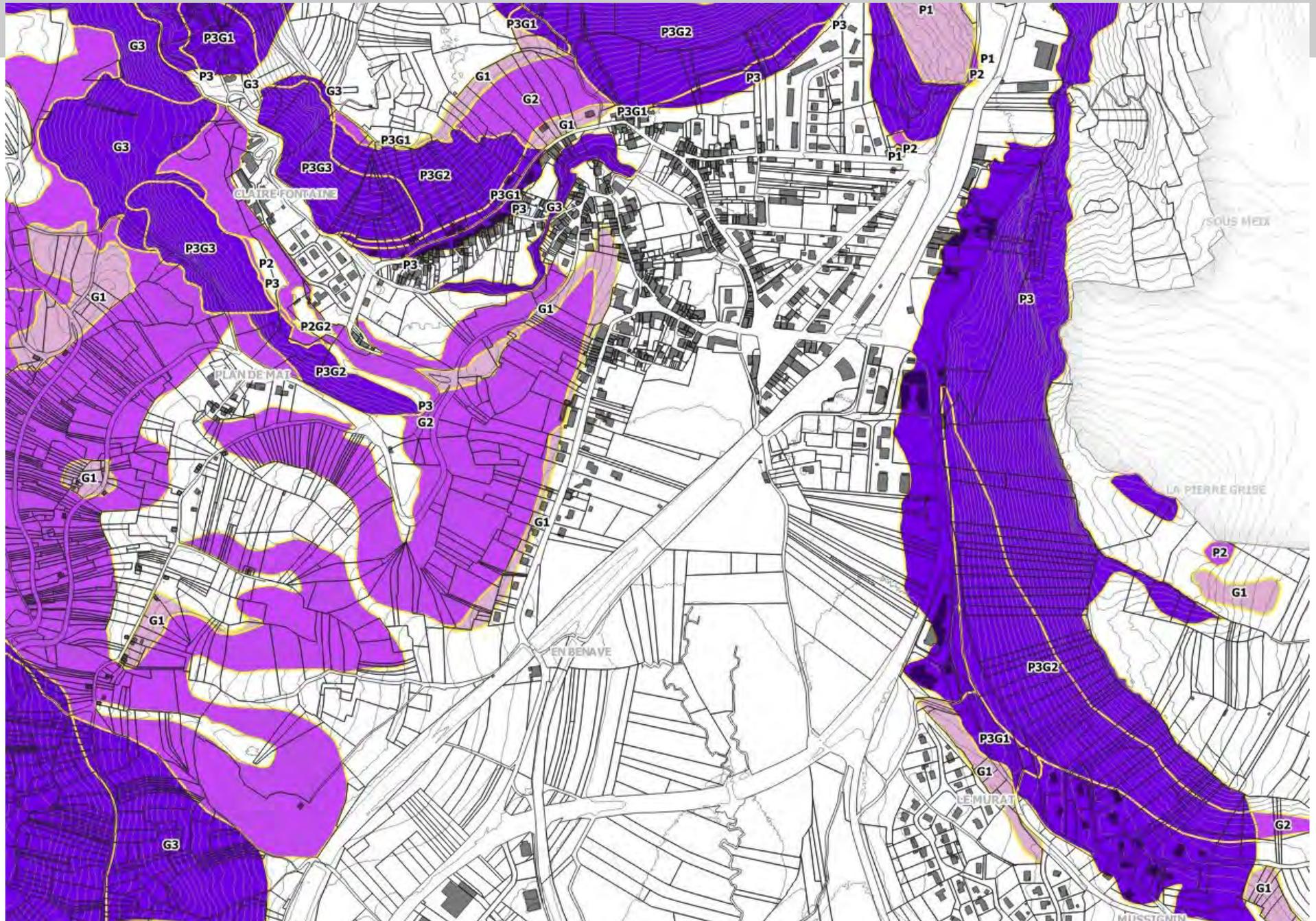
## INTENSITÉ

Intensité	Dommages au bâti
Faible (gi1)	Dommages limités, non structurels, sur un bâti standard
Modérée (gi2)	Dommages structurels au bâti standard. Pas de dommages au bâti adapté à l'aléa
Élevée (gi3)	Destruction du bâti standard. Dommages structurels au bâti adapté à l'aléa moyen.
Très élevée (gi4)	Destruction du bâti adapté à l'aléa moyen (phénomènes de grande ampleur).

## NIVEAU D'ALÉA

Intensité	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Elevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Probabilité d'occurrence				
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2)	Fort (G3)	Fort (G3)
Moyenne (go2)	Moyen (G2)	Fort (G3)	Fort (G3)	Fort (G3)
Forte (go3)	Moyen (G2)	Fort (G3)	Fort (G3)	Fort (G3)

# Cartographie de l'aléa – Mouvements de terrain



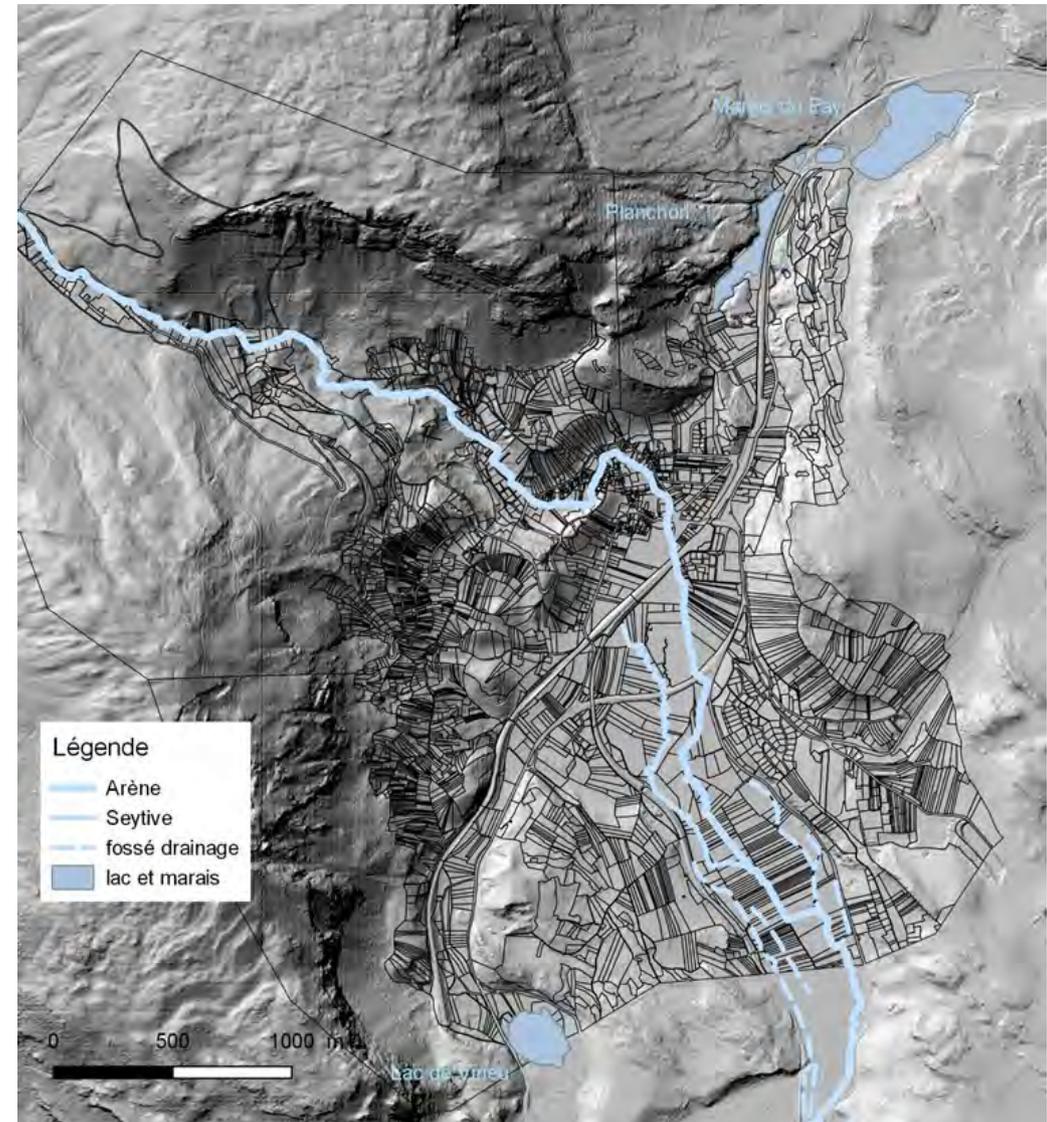
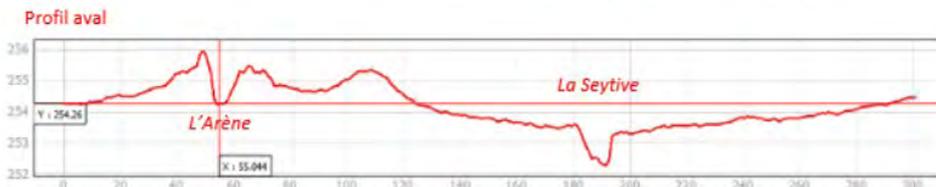


# *Temps d'échanges*

# 3 . Les phénomènes hydrauliques

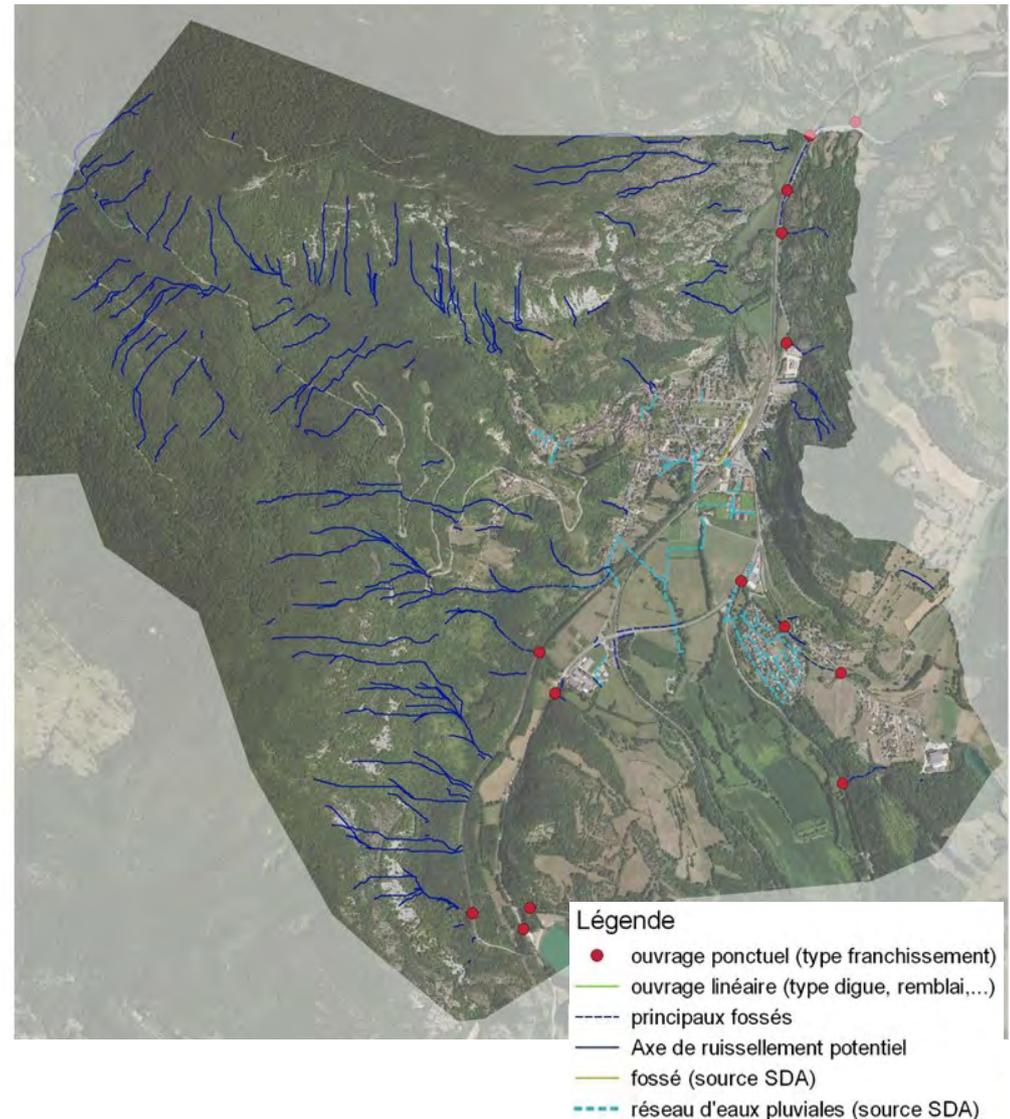
## Réseau hydrographique

- Réseau principal
  - Marais du Fay
  - Lac de Virieu
  - Plans d'eau sur le bassin du quartier du Murat
  - L'Arène et la Seytive :  
*torrent non pérenne/cours  
torrentiel pérenne/ cours  
perché dans la plaine*



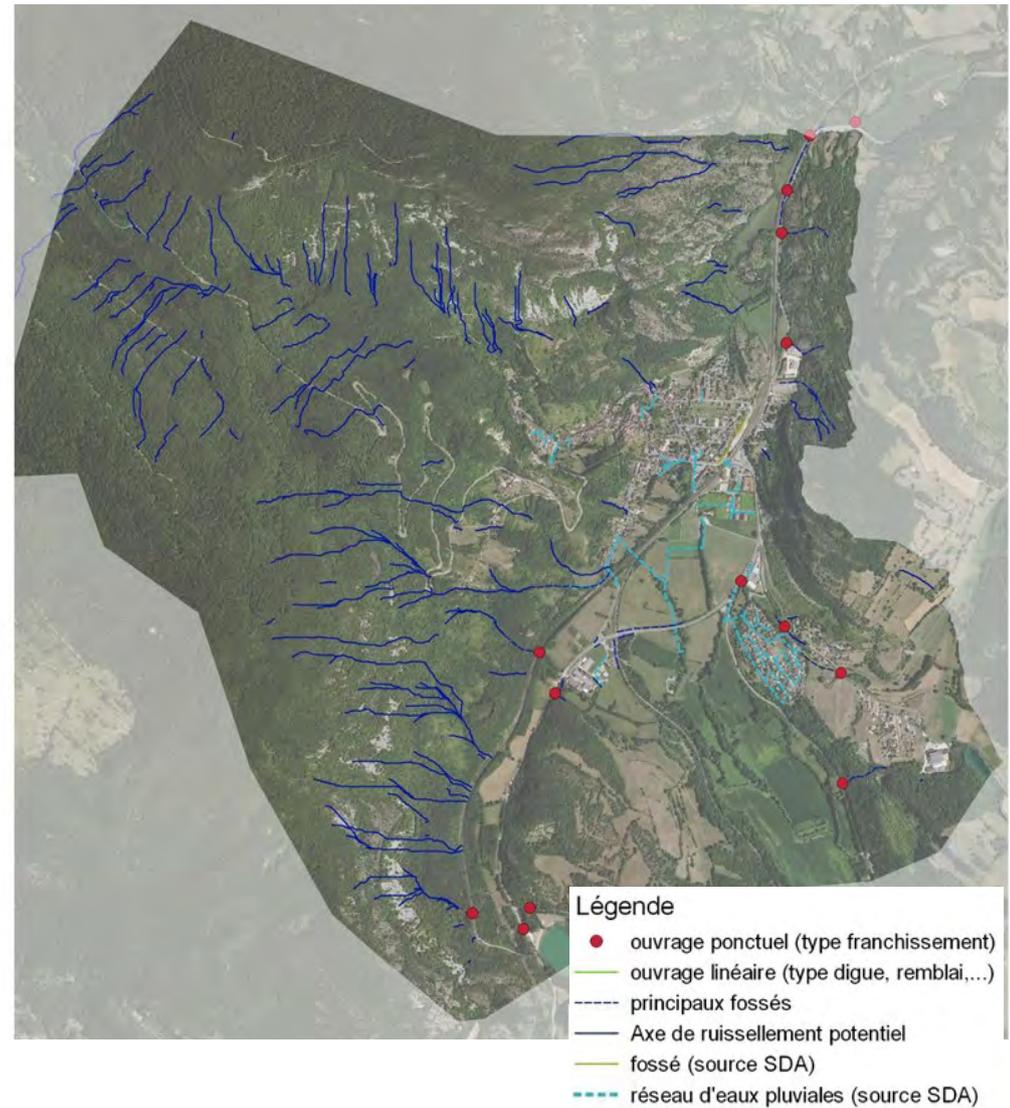
# Réseau hydrographique

- Réseau secondaire
  - Traitement systématique du lidar pour identifier les axes d'écoulement/ parcours de terrain
  - Combes marquées
  - Fossés connectés au pluvial : *Quartier du Murat / thalweg / fossé/ pluvial de la route de Lyon*



# Réseau hydrographique

- **Éléments anthropiques, pouvant modifier les conditions d'écoulement**
  - Infrastructures en remblai : *voie ferrée (Ambérieu/ Culoz), RD904, vélorail (Chazey/Bons)*
  - Ouvrages de franchissement : *débordements renforcés par les dépôts de matériaux et la formation d'embâcles*



# Phénomènes historiques : crues et ruissellement

## Phénomènes documentés :

### - 1888 : inondation majeure de l'Arène

- Inondation « épouvantable » :
- Phénomène liquide et solide, avec dépôts de graviers dans de nombreuses propriétés, suite à de fortes pluies (durée 7h)
- 4 ou 5 ponts emportés (Pierre Grosse, Flacillet, Clairefontaine et Croz), obstruction d'ouvrages
- Maisons inondées et détruites
- Quartier de la tannerie « saccagé »

Dans la nuit du 2 au 3 octobre 1888 une inondation épouvantable a ravagé l'Arène, plus forte qu'en 1844 - 4 ponts furent emportés: Pierre - Grosse, Flacillet, Clairefontaine et Croz. Les 2 derniers combles, l'eau passant par-dessus.

La rivière entrée chez nous vers Croz resta dans son lit vers le lavoir en face de la grange de Maryot, elle passa au pied de la côte des Régnon et a réunie l'alle de Monbois aux jardins du Cotère, son ancien lit est plein et j'ai près de 1500 m<sup>3</sup> de graviers dans l'alle de Monbois.

Chez Léon Jenin, le mur de sa petite cour a été emporté, son jardin, son verger, sa terre devant chez Tessier remplis de graviers. L'eau arrivant de chez Ronfalcon entra par le portail, un angle du pavillon occidental de la maison fut emporté, son salon et sa salle à manger inondés, ses caves pleines, le comant passa sous le portail de fer.

Ronfalcon a eu son pré plein de graviers, un comant d'eau dans sa salle à manger, son salon, sa cuisine de mur de son pré emporté sur 40 mètres.

Toutes les caves et rez de chaussée à partir de Ronjat ont été inondés et remplis de boue. La tannerie a été saccagée, M<sup>me</sup> Thénard, sa propriétaire, a perdu son cheval, trois moutons noyés, sa voiture emportée a été retrouvée chez Léon Jenin.

Deux maisons ont été démolies en haut du village, celle de Ballot et celle de Potet sans granges vers le grand moulin, celle de Henri Genet, celle de Jacques Genet fils de Genet dit "l'anglais" mon Lignerou.



Victor Mugnier, avocat, juge de paix à Belley, rédigé le 28/11/1888

# Phénomènes historiques : crues et ruissellement

- Phénomènes documentés :

- 1888 : inondation majeure de l'Arène
- 1990 : ruissellements et apports de matériaux, débordements de l'Arène
- 2020 : mise en eau du bras de décharge de l'Arène



*Amoncellement de branches et terres en amonts du rétablissement sous la voie ferrée (combe est) en février 1990*



*Inondation de la plaine issue de la route de Lyon (1990)*



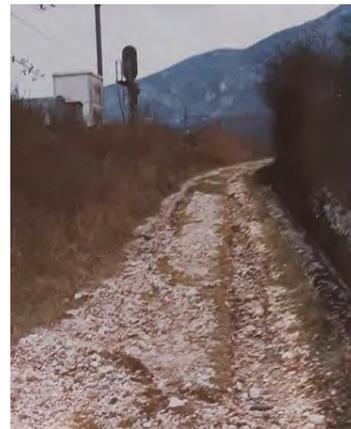
*Chemin de Cratier (fossé), après les inondations de 1990*

# Modélisation des écoulements

- **Etude hydrologique** : hydrogramme de crue de référence sur l'Arène, établissement des pluies critiques sur le bassin versant
- **Modélisation des ruissellements de versant** : mise en œuvre d'un modèle pluie/débit 1D/2D, intégrant les versants et lits mineurs des cours d'eau



*Construction du maillage*



*Calage du modèle : reproduction du comportement de la zone de collecte en amont du chemin du Cratier*

# Modélisation des écoulements

- **Modélisation du cours de l'Arène**

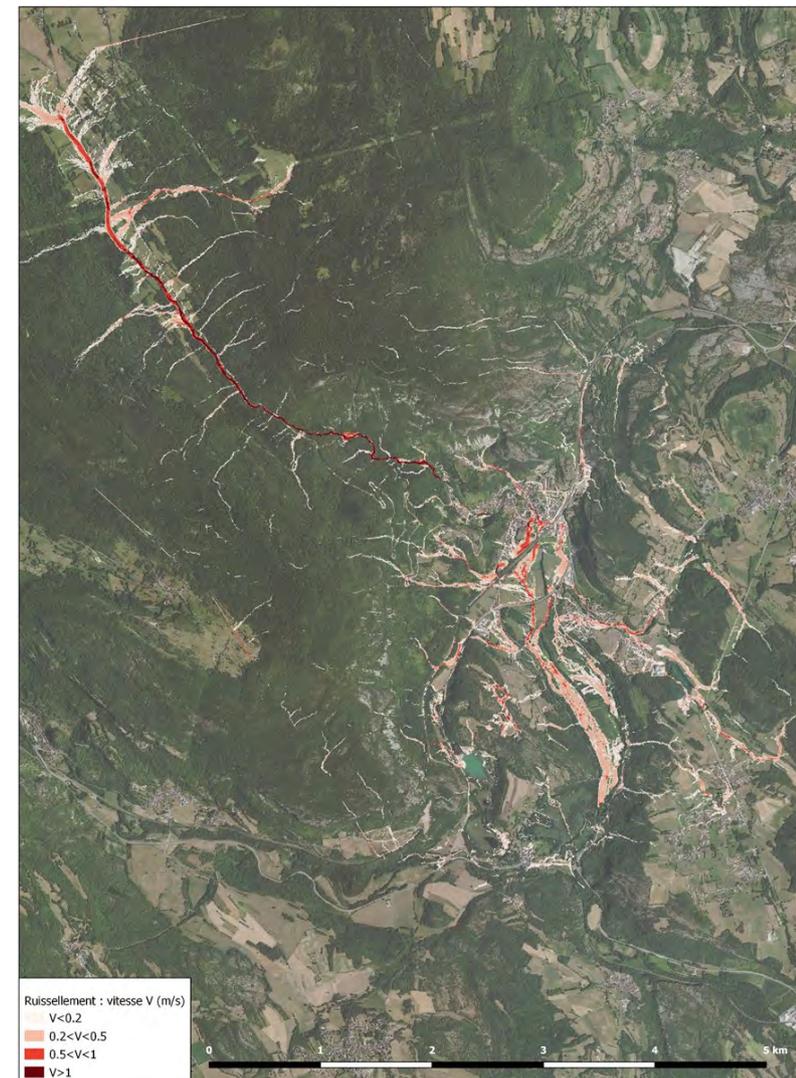
- Prise en compte des évolutions probables du fond du lit de l'Arène : données granulométriques, géométrie du cours d'eau (pente, section). *Importance de la destructuration des fonds et berges en cas de crue > 30 ans*
  - *Zone de dépôts préférentiels : amont seuil pont de la Couerie, amont pont de Chanaz, amont pont de Croz, de façon généralisée dans la traversée du centre bourg => **Scénario de référence : crue centennale avec charriage sédimentaire sans obstruction des ouvrages***
- Rôle des ouvrages limitants provoquant des divagations en crue :
  - *Ponts de la Couerie, de Chanaz, de la Tannerie présentant des probabilités d'obstruction forte à très forte au regard de leur capacité hydraulique et de la présence de ripisylve => **Scénario combinant l'obstruction de ces ouvrages***

# Modélisation des écoulements

- Résultats bruts : Ruissellement



P100\_10 - Lame d'eau ruissellée



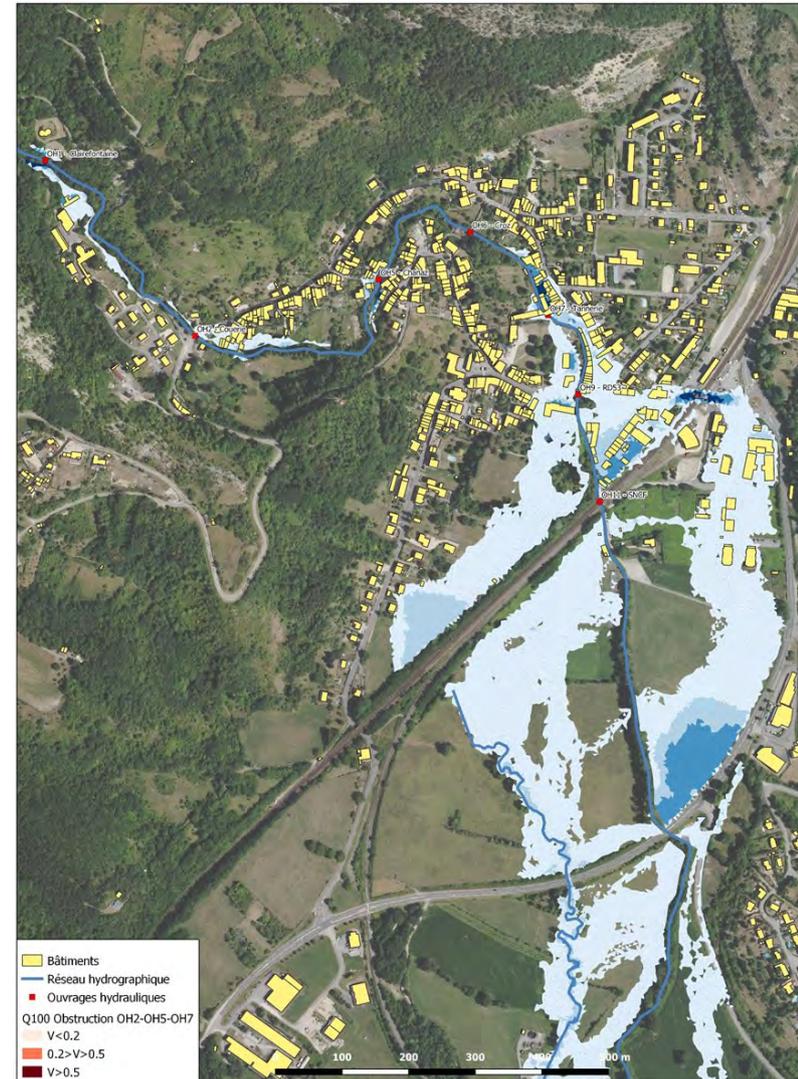
P100\_10 - Vitesses des ruissellements

# Modélisation des écoulements

- Résultats bruts : Crues de l'Arène



Q100 - Etat "lit réhaussé" - Hauteurs d'eau



Q100 - Etat "ouvrages OH2-OH5-OH7 obstrués" - Hauteurs d'eau

# Cartographie de l'aléa - Ruissellement

- Ecoulement et divagation des eaux de pluies en dehors du réseau hydrographique, suite à de fortes perturbations (érosions localisées)

- Grilles de qualification :

- Croisement vitesse/ hauteur, appliquée aux résultats de la modélisation selon une grille quantitative
- Expertise des résultats à l'aide d'une grille qualitative et les observations de terrain

		Vitesse			
		< 0,2 m/s	0,2 < V < 0,5 m/s	0,5 m/s < V < 1 m/s	> 1 m/s
Hauteur	< 0,2 m	Faible (V1)	Faible (V1)	Moyen (V2)	Fort (V3)
	0,2 < H < 0,5 m	Moyen (V2)	Moyen (V2)	Moyen (V2)	Fort (V3)
	0,5 < H < 1 m	Moyen (V2)	Moyen (V2)	Moyen (V2)	Fort (V3)
	> 1m	Fort (V3)	Fort (V3)	Fort (V3)	Très fort (V4)

Aléa	Indice	Critères
Très fort	V4	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Axes de concentration des eaux de ruissellement, hors torrent</li> <li>· Zones d'accumulation des eaux (point bas) : hauteur d'eau supérieure à 1 m</li> </ul>
Fort	V3	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Versant en proie à l'érosion généralisée (bad-lands).</li> </ul> Exemples : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de ravines dans un versant déboisé</li> <li>- Griffes d'érosion avec absence de végétation</li> <li>- Effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible</li> <li>- Affleurement sableux ou marneux formant des combes</li> <li>· Zones d'accumulation des eaux (point bas) : hauteur d'eau entre 50 cm et 1m</li> </ul>
Moyen	V2	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Zone d'érosion localisée</li> </ul> Exemples : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Griffes d'érosion avec présence de végétation clairsemée</li> <li>- Ecoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire</li> <li>· Débouchés des combes en V3 (continuité jusqu'à un exutoire)</li> <li>· Zones d'accumulation des eaux (point bas) : hauteur d'eau inférieure 50 cm</li> </ul>
Faible	V1	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Versant à formation potentielle de ravine</li> <li>· Ecoulement d'eau non concentrée, plus ou moins boueuse, sans transport de matériaux grossiers sur les versants et particulièrement en pied de versant.</li> </ul>

# Cartographie de l'aléa - Ruissellement

- **Résultats :**

- Aléa moyen à fort dans le centre bourg (fortes profondeurs et/ou zones de mise en vitesse, en particulier sur les voiries) : observé sur et au sud de la place principale, de part et d'autre de la route de Lyon (gendarmerie), au passage de la voie ferrée
- Aléa faible à moyen sur le quartier sud de l'av. de la Gare
- Aléa faible en amont du centre bourg (quartier Claire Fontaine, rue du Coter/rue des Ecoles, route d'Hauteville)
- Aléa faible sur Plan de Mai, zone industrielle du Sauvy, quartiers Grange Murat et Murat

# Cartographie de l'aléa – Crue torrentielle

- Crue d'un cours d'eau de pente assez marquée, à caractère brutal, qui s'accompagne d'un important transport de matériaux, de fortes érosions de berges et de divagation possible sur le cône torrentiel
- Grilles de qualification

– 1. Croisement vitesse/ hauteur, appliqué aux résultats du scénario de référence selon une grille quantitative

		Vitesse		
		< 0,2 m/s	0,2 < V < 0,5 m/s	> 0,5 m/s
Hauteur	< 0,5 m	Faible (T1)	Moyen (T2)	Fort (T3)
	0,5 < H < 1 m	Moyen (T2)	Moyen (T2)	Fort (T3)
	1 < H < 2 m	Fort (T3)	Fort (T3)	Très fort (T4)
	> 2m	Très fort (T4)	Très fort (T4)	Très fort (T4)

– 2. Expertise des résultats à l'aide d'une grille qualitative et les observations de terrain

*=> Croisement de l'intensité du phénomène et la probabilité d'atteinte de la parcelle*

# Cartographie de l'aléa – Crue torrentielle

- **Grilles de qualification**

- 3. Emprise riveraine systématique en bande d'érosion d'aléa très fort (5 m)
- 4. Prise en compte du scénario d'obstruction en considérant une probabilité d'atteinte diminuée pour rendre compte de l'occurrence plus faible du phénomène

# Cartographie de l'aléa – Crue torrentielle

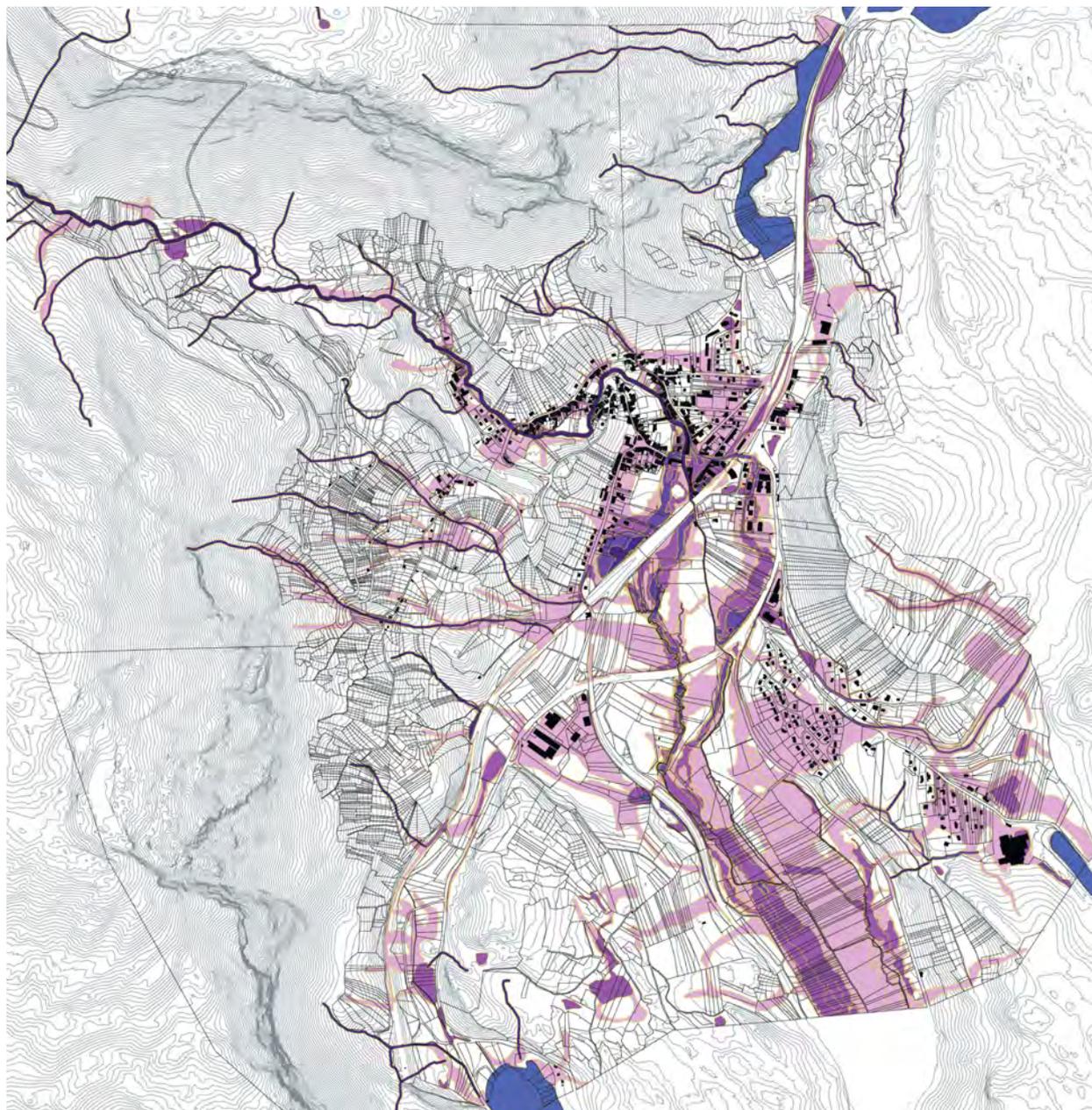
- **Résultats :**
  - Nombreux secteurs riverains concernés par un aléa T :
    - Débordements, limités sur la partie supérieure du centre bourg jusqu'à l'aval du passage de Croz (aléa faible à moyen)
    - Centre bourg largement inondé, à partir du pont de la Tannerie (aléa moyen à fort)
    - Large secteur en contrebas de la route de Lyon
    - Quartier en cours de développement au sud de l'av. de la Gare (aléa faible à moyen)

# Cartographie de l'aléa crue torrentielle et ruissellement de versant

- Résultats :

**Aléas inondations  
Crue torrentielle (T)  
et ruissellement (V)**

-  T4/V4 Très fort
-  T3/V3 Fort
-  T2/V2 Moyen
-  T1/V1 Faible



# Cartographie de l'aléa crue torrentielle et ruissellement de versant

## • Résultats :

**Aléas inondations  
Crue torrentielle (T)  
et ruissellement (V)**

-  T4/V4 Très fort
-  T3/V3 Fort
-  T2/V2 Moyen
-  T1/V1 Faible

