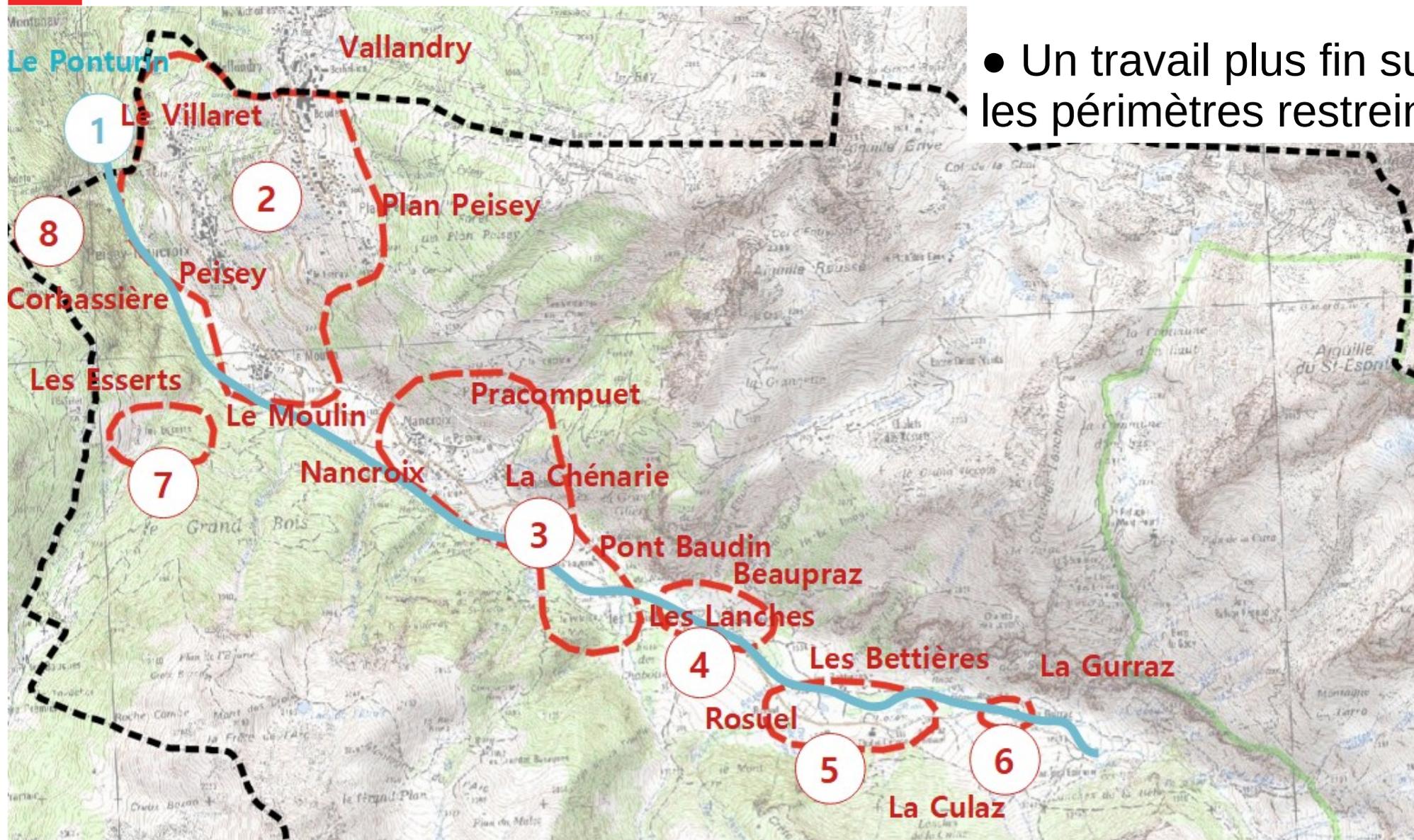


# Périmètre d'étude

- Totalité du territoire communal cartographiée
- Un travail plus fin sur les périmètres restreints



# Methodologie

## 1 Analyse à dire d'expert

Analyse des archives    Recueil de témoignages    Photos aériennes    Analyse du MNT    Analyse sur le terrain

Carte des phénomènes historiques

## 2 Simulations numériques 3D

Choix du scénario  
Calage des entrées

Valeurs de Hauteurs  
Vitesses & Energies

Blocs  
Avalanches

## 3 Classement et cartographie des aléas

- **Aléa de référence:**

Phénomène estimé pour une **période de retour centennale** (ou pour la plus forte crue connue). Classé en 3 à 4 niveaux selon l'intensité (et la probabilité d'atteinte pour les chutes de blocs)



- **Sans prise en compte du bâti comme effet protecteur**

- **Prise en compte des boisements :**

- Non pour les avalanches hormis dans certains cas particuliers
- Non en zone de propagation des chutes de blocs



- **Prise en compte des ouvrages : Non pour les digues**

- Oui en cas de merlons pareblocs (ou paravalanches) , de PDD correctement dimensionnés pour le phénomène de référence



## Aléa de Référence Centennale

Aléa	Indice	Critères
Fort	A3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone d'écoulement des avalanches coulantes et mixtes</li><li>• Zone d'arrêt des avalanches coulantes, avec des dépôts denses et épais de plusieurs mètres</li><li>• Zone où des bâtiments, même renforcés, ont subi des dommages structurels lourds</li><li>• Zone de transit de puissants aérosols, avec destruction de boisements entiers</li><li>• Zone soumise à des pressions d'impact &gt; 30 kPa, en cas de simulations numériques</li></ul>
Moyen	A2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fin de zone d'arrêt des avalanches coulantes/mixtes de neige sèche, avec des dépôts peu denses et peu épais (&lt; 2 m)</li><li>• Zone d'écoulement et d'arrêt de coulées de neige diffuses et non canalisées</li><li>• Zone où des bâtiments renforcés n'ont subi que des dommages mineurs</li><li>• Zone de transit des aérosols avec dégâts localisés dans le boisement...</li><li>• Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 30 et 3 kPa, en cas de simulations.</li></ul>
Faible	A1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone de dispersion des aérosols, avec des dégâts isolés et limités (branches cassées...), purge de petits talus &lt; 20 m</li><li>• Zone où des bâtiments, même non renforcés, n'ont subi que des dommages mineurs (vitrages cassés, tuiles ou lauzes déplacées, plâtrage...)</li><li>• Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 1 et 3 kPa, en cas de simulations.</li></ul>

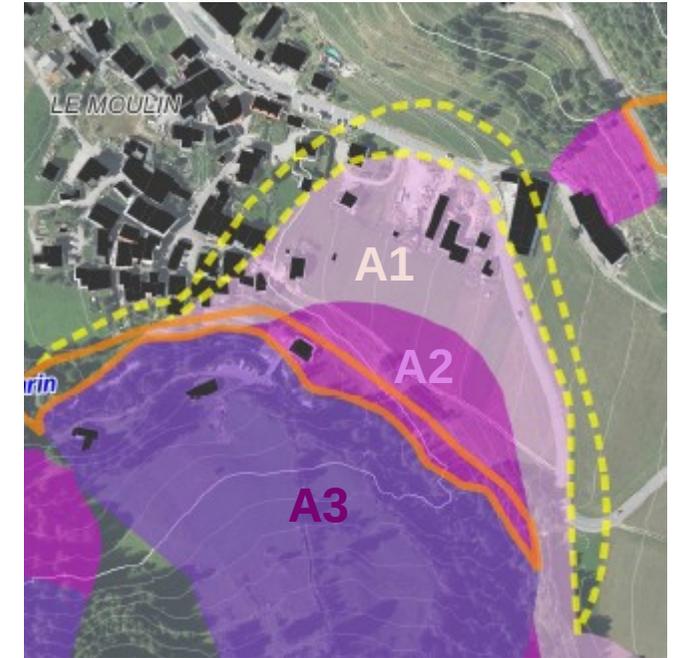
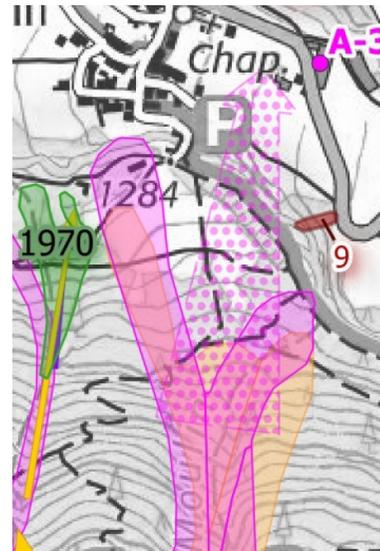
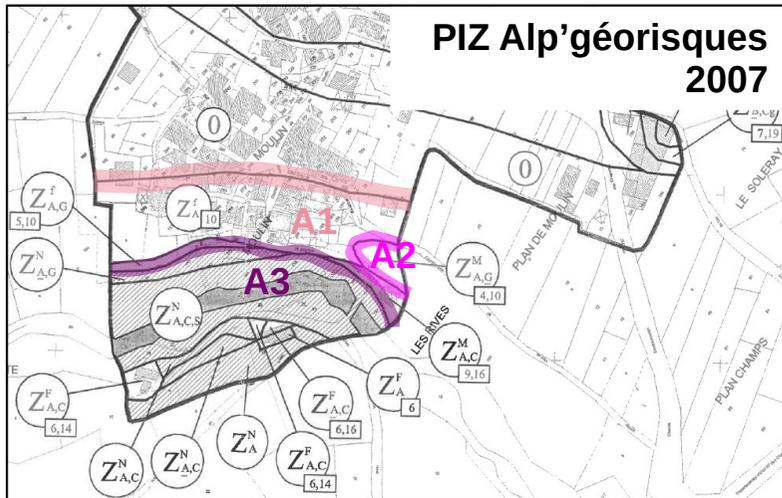
## Aléa de Référence Exceptionnelle

- Connaissance d'un événement historique extrême antérieur à la fin du Petit Âge Glaciaire (milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle) ;
- Méconnaissance d'un événement très ancien dont l'existence et/ou l'extension extrême paraissent douteuses ;
- Modélisation numérique d'une avalanche avec des hypothèses (nivologiques) au moins tri-centennales.
  - un événement extrême d'authenticité douteuse (cas cité dans le guide méthodologique PPR avalanche –août 2015-), dans la mesure où l'analyse géomorphologique n'écarte pas une telle possibilité ;
  - un dépassement envisagé à dire d'expert au vue de la topographie ;
  - un ajustement d'une loi de comportement statistique à partir d'une chronique d'événements bien fournie.

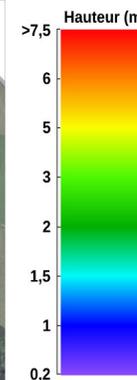
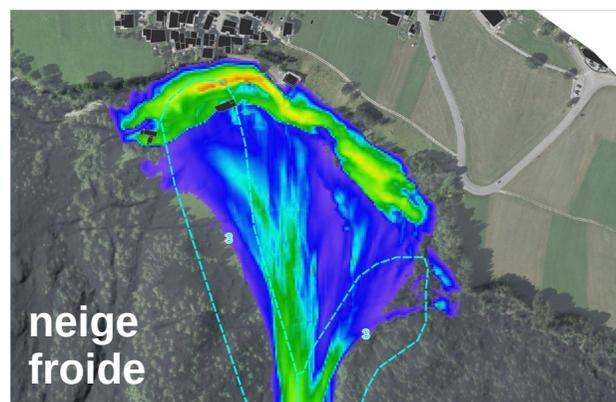
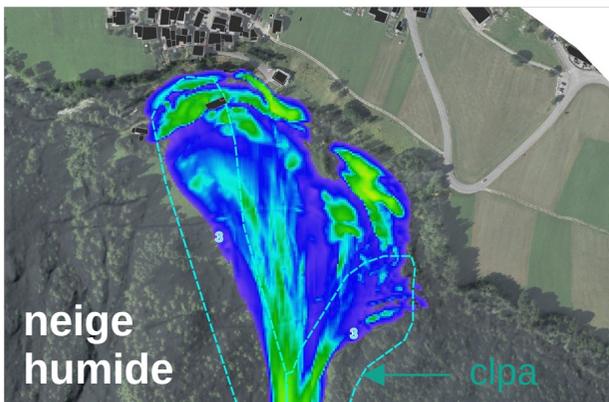
# Avalanches

## Historique majeur :

- 2 morts dans une forge en 1839
- moulin enseveli en 1912 ?
- effet de souffle avec branches jusqu'au bâtiment agricole vers 1976-77



## T100 - Hauteurs de passage maximales selon simulations



# Le Moulin

## ARC

- A3** Aléa fort
- A2** Aléa moyen
- A1** Aléa faible

## ARE

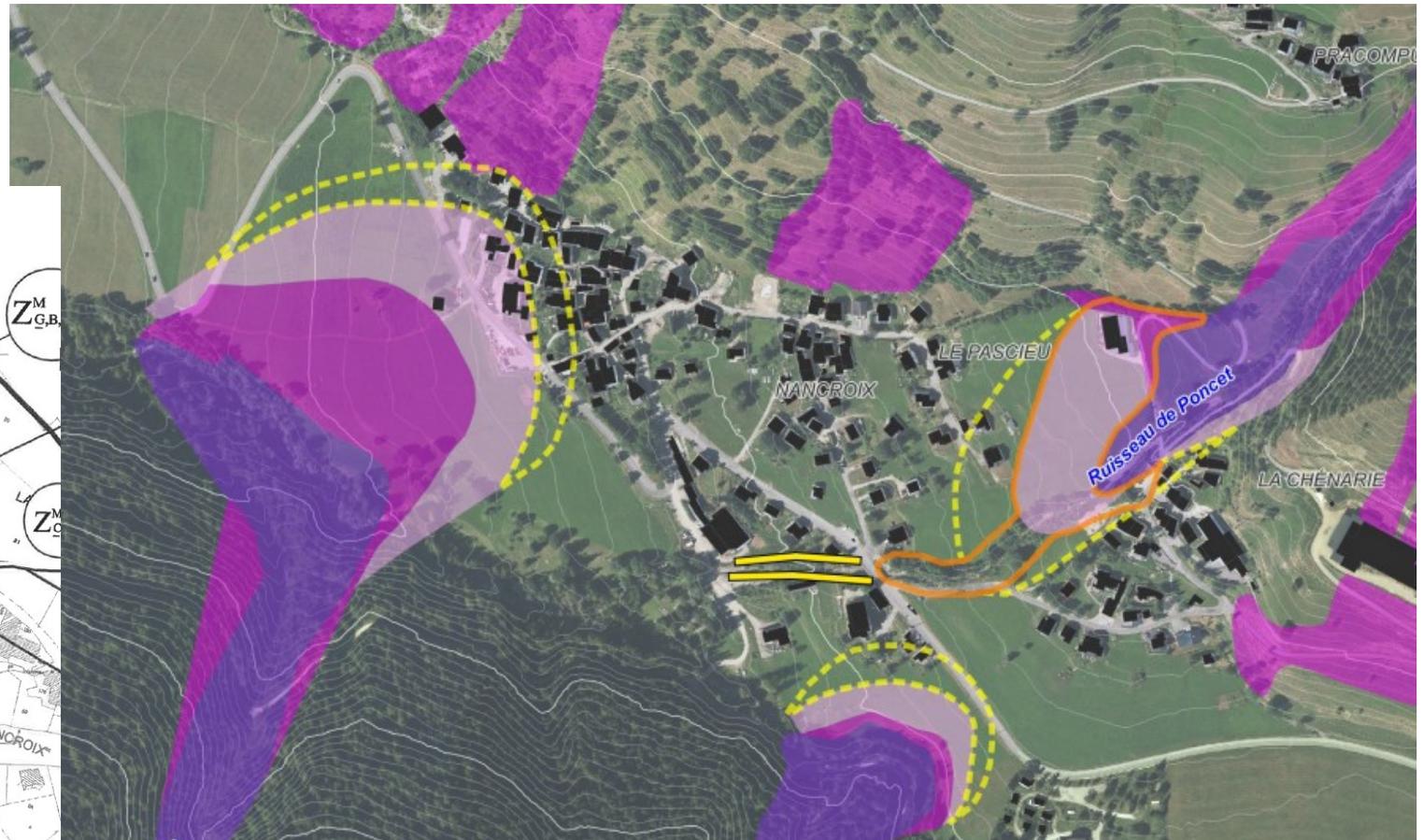
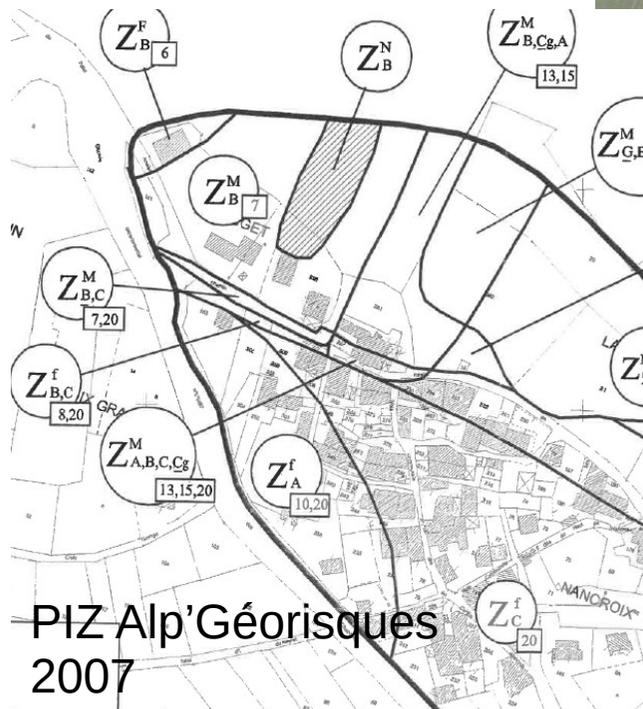
- Écoulements denses
- Effet de souffle

# Avalanches

## Nancroix / Chénarie

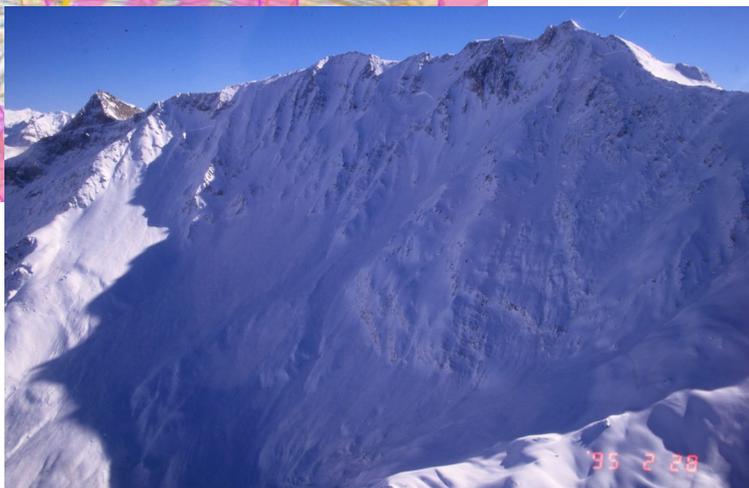
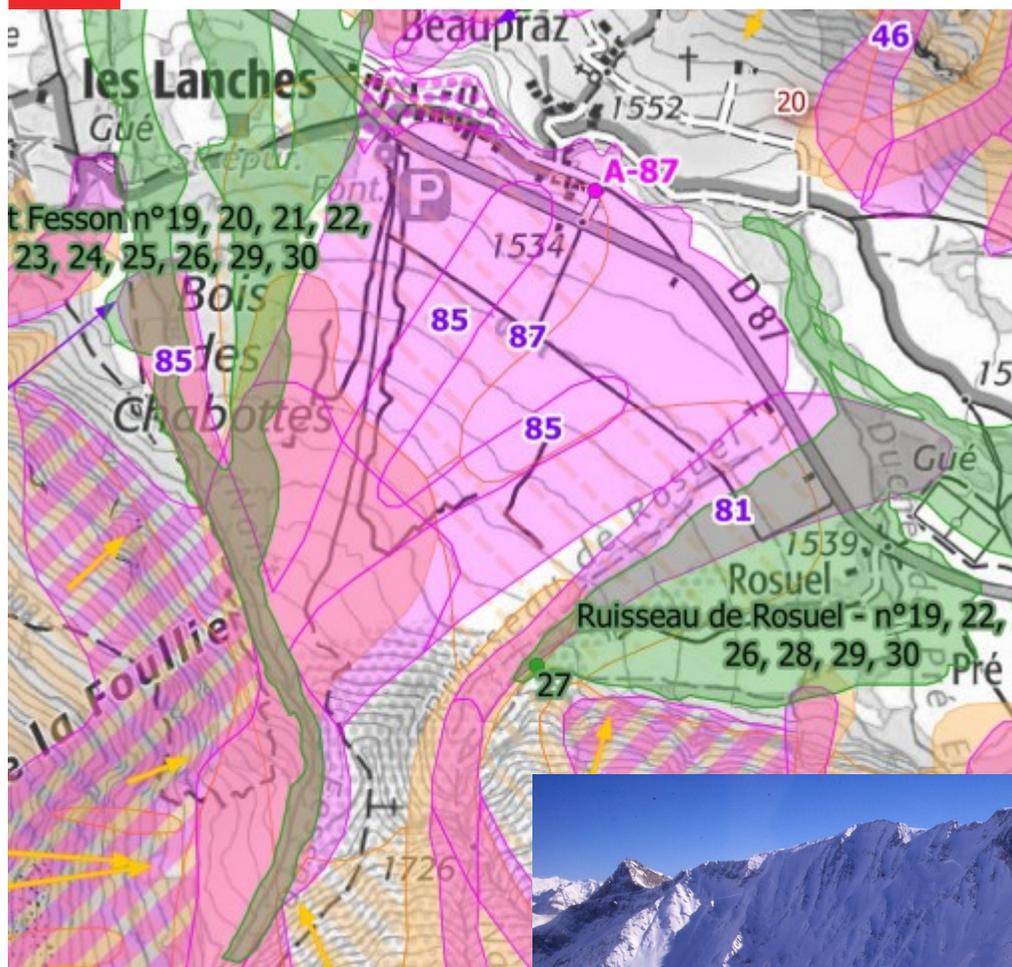
### Historique majeur :

- 1944 : avalanche d'Entreporte au pont de la RD selon la CLPA (très douteux selon AGC)
- avalanche d'Entreporte observée plusieurs fois vers la croix à la cime du cône
- 1970 (1981?) : effet de souffle de l'avalanche de la crase des Teppes ressentie jusqu'à Nancroix avec bris de vitres



# Avalanches

# Bellecôte Les Lanches / Rosuel



# Avalanches

## Bellecôte Les Lanches / Rosuel



**1995**

Archives du service des  
pistes de Peisey-Nancroix

# Avalanches

# Bellecôte Les Lanches / Rosuel



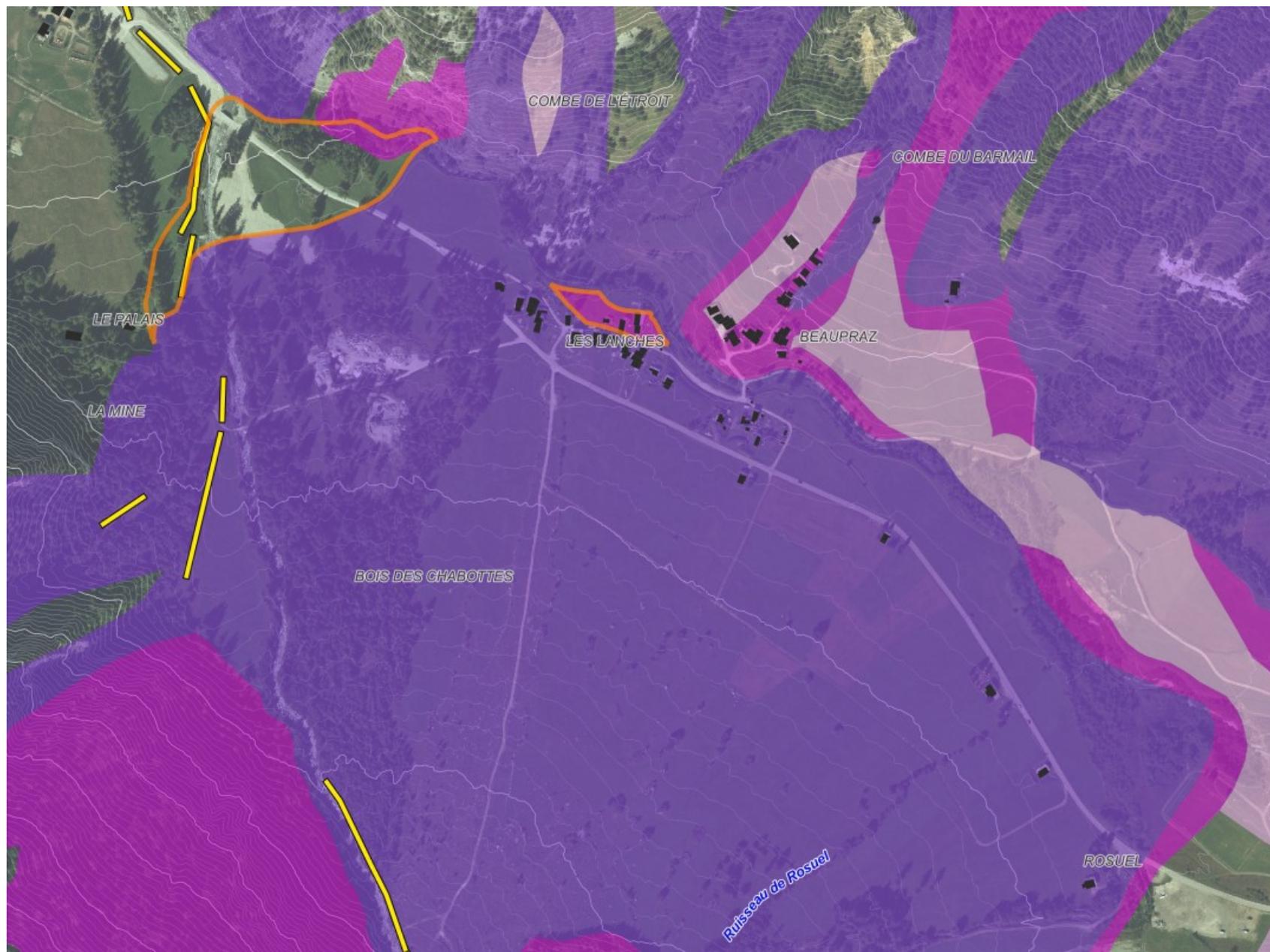
Mars 2006

Janvier 2021



# Avalanches

## Bellecôte & Montagne de l'Arc



# Chutes de blocs

## Caractérisation de l'aléa selon MEZAP

- Selon l'intensité (volume du bloc déterminant l'énergie cinétique)

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

- Selon l'activité

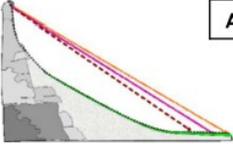
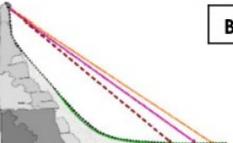
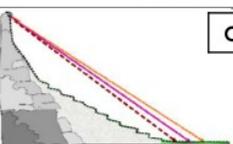
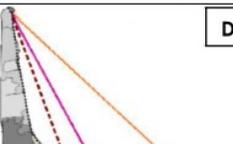
Indice d'activité par zone homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les ans

- Selon la probabilité d'occurrence

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

# Chutes de blocs

# Caractérisation de l'aléa selon MEZAP

Type de profil topographique	Probabilité d'atteinte (angle de ligne d'énergie) Valeurs indicatives à adapter par l'expert en fonction du terrain		
	Fort	Moyen	Faible
 <b>A</b>	34°	32°	30°
 <b>B</b>	38°	35°	33°
 <b>C</b>	36°	34°	32°
 <b>D</b>	Cas particulier faisant l'objet d'un projet de recherche par l'IRSTEA dans le cadre du programme Rock the Alps (projet Interreg). A titre indicatif, les valeurs dépassent les 40° et peuvent atteindre 60°.		

Ces valeurs peuvent être augmentées si :

- le versant dispose d'un couvert forestier conséquent (distance de parcours en forêt > 200 m, forêt en bon état, arbres conséquents, etc.) = entre 2 et 5° en +
- le versant dispose de singularités topographiques (replat, croupe, talwegs, forte rugosité (chaos de blocs), etc.) = entre 2 et 5° en +

- Selon la probabilité d'atteinte

- Aléa résultant

		Intensité		
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$ ou $E \leq 30 \text{ kJ}$ si trajectographie	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$ ou $30 < E \leq 300 \text{ kJ}$ si trajectographie	$V > 1 \text{ m}^3$ ou $E > 300 \text{ kJ}$ si trajectographie
		<i>Faible</i>	<i>Modérée</i>	<i>Elevée</i>
Probabilité d'occurrence	<i>faible</i>	Aléa Faible (P1)	Aléa Moyen (P2)	Aléa Fort (P3)
	<i>modérée</i>	Aléa faible (P1)	Aléa moyen (P2)	Aléa Fort (P3)
	<i>Elevée</i>	Aléa moyen (P2)	Aléa Fort (P3)	Aléa Fort (P3)
	<i>Très élevée</i>	Aléa Fort (P3)	Aléa Fort (P3)	Aléa très fort (P3)

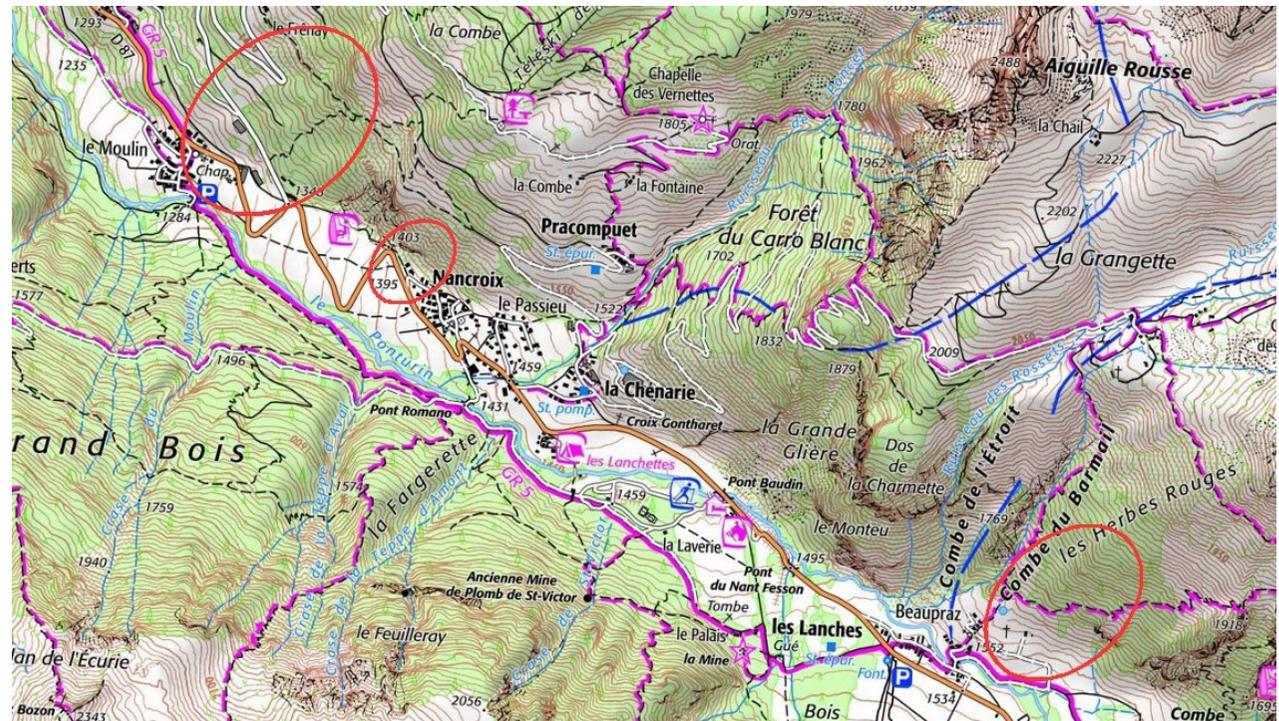
# Modélisation des chutes de blocs Rockyfor 3D

3 secteurs objets de simulations :

Le Moulin

Nancroix

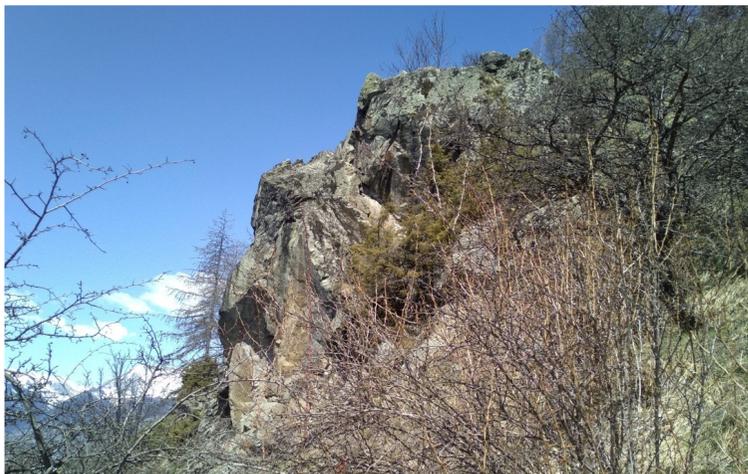
Herbes rouges



Le reste de la commune est cartographié à dire d'expert selon la méthode MEZAP.

# Le Moulin

## chutes de blocs



ID	Volume (m <sup>3</sup> )
1	1,25
2	2
3	1,7
4	0,9
5	24
6	1,25
7	1,25
8	0,9
9	2,35
10	1,1
11	1,1
12	1,1
<b>13</b>	<b>39,4</b>
14	1,1
15	1,25
16	2,15
17	0,35
18	0,3
19	2,8
20	0,55
<b>21</b>	<b>24</b>

# Le Moulin

## chutes de blocs

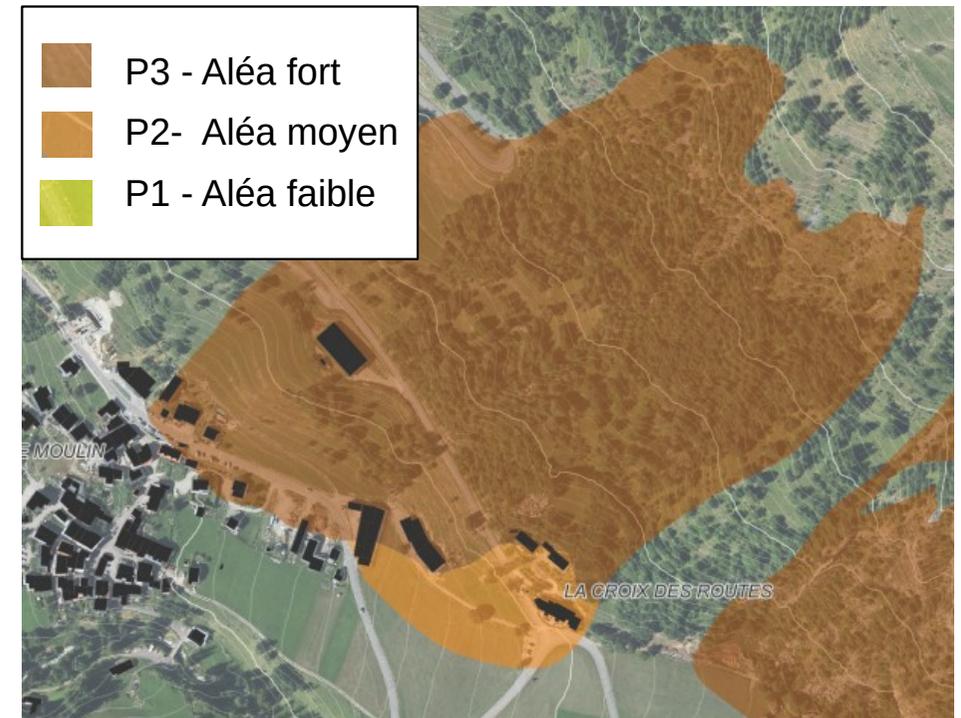
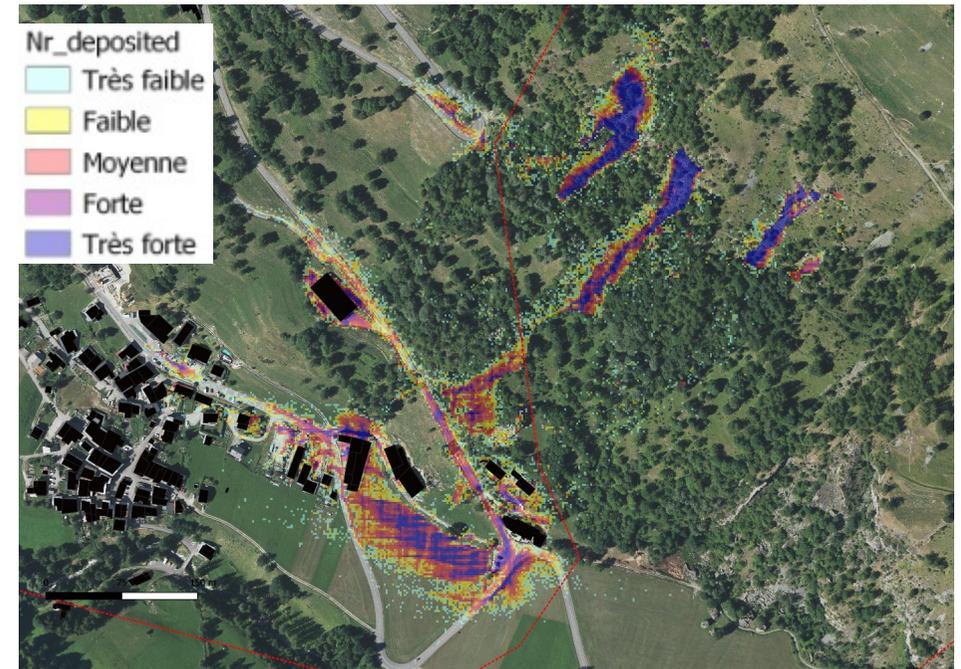
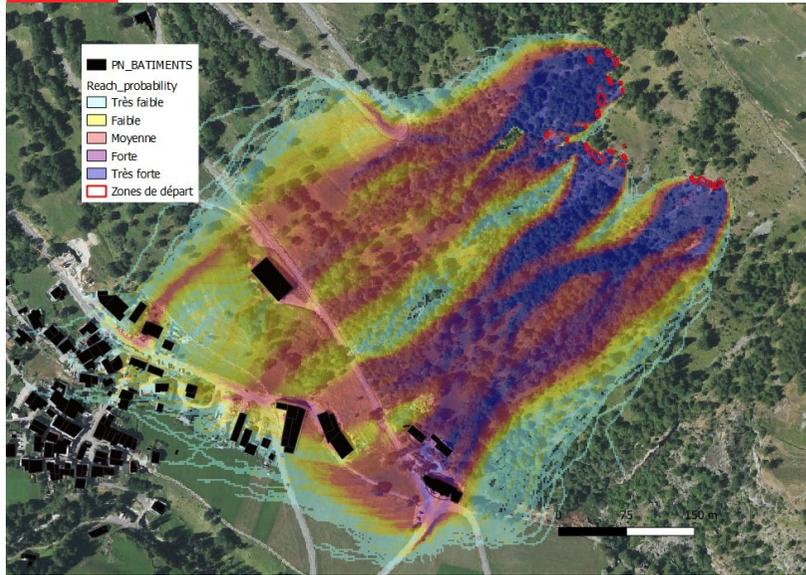


Bloc  
éboulé de  
8 m<sup>3</sup>



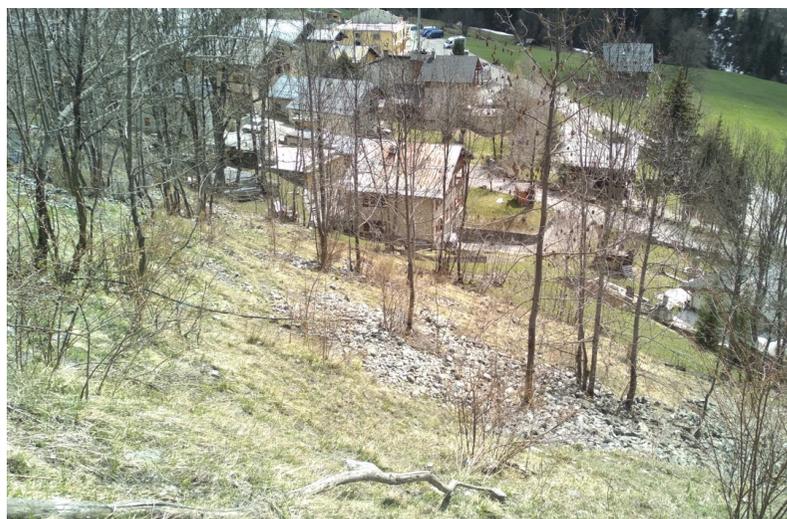
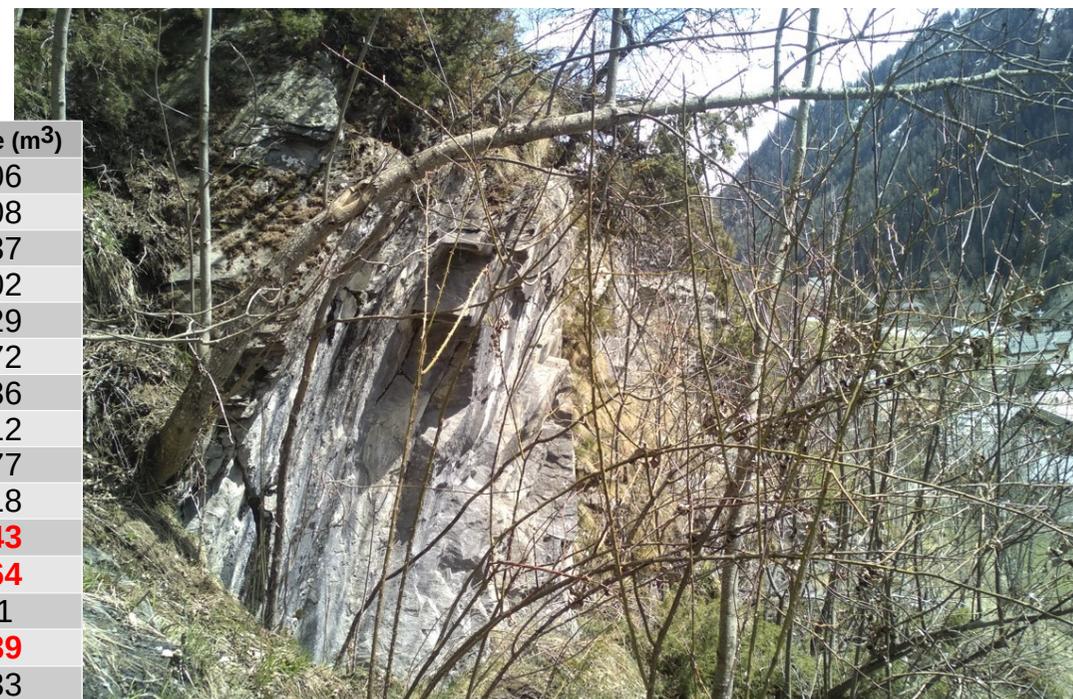
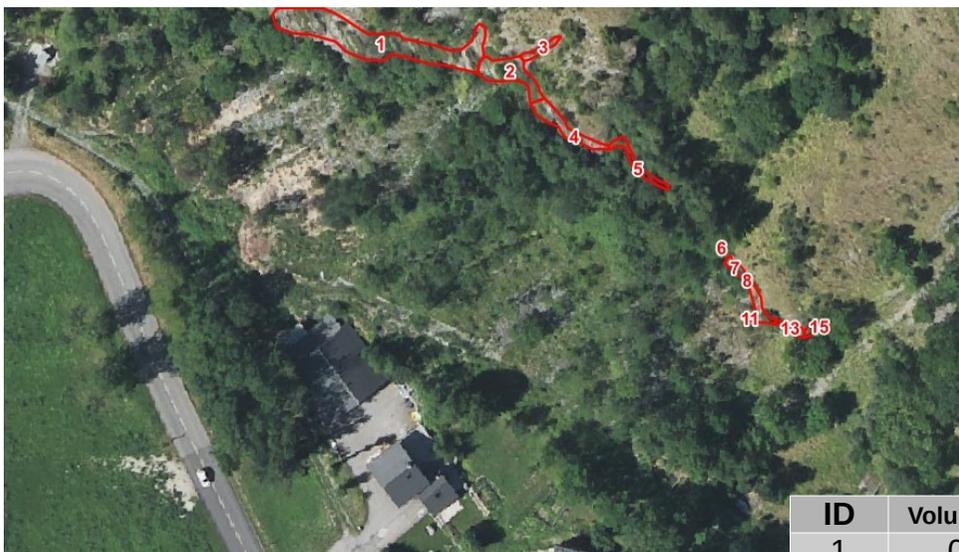
# Le Moulin

## Chutes de blocs



# Nancroix

Zones de départ potentielles  
de chutes de blocs

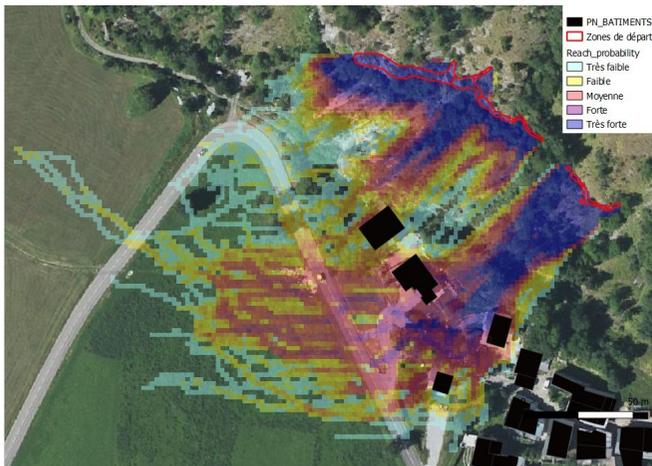


ID	Volume (m <sup>3</sup> )
1	0,06
2	0,08
3	0,37
4	0,02
5	0,29
6	0,72
7	0,36
8	0,12
9	0,77
10	0,18
<b>11</b>	<b>1,43</b>
<b>12</b>	<b>2,64</b>
13	0,1
<b>14</b>	<b>1,89</b>
15	0,33

# Nancroix

## Aléas Chutes de blocs

- P3 - Aléa fort
- P2- Aléa moyen
- P1 - Aléa faible



# Crués torrentielles

## Caractérisation de l'aléa

Double affichage AVEC/SANS effet des ouvrages de protection

Aléa	Indice	Critères	
Fort	T3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lit mineur des cours d'eau</li><li>• Zone de débordement/coulée boueuse avec hauteur d'écoulement et/ou d'engravement &gt; 1m</li><li>• Zone de débordement de lave torrentielle</li><li>• Zone de divagation du lit du torrent</li><li>• Zone d'érosion de berge</li><li>• Zone d'affouillement vertical &gt; 1m</li></ul>	
	C3		<ul style="list-style-type: none"><li>• Sédiments transportés de diamètre &gt; 50 cm</li><li>• Transport de flottants de grande taille</li><li>• Zone où des bâtiments, même renforcés, peuvent subir une ruine par les façades ou par sapement des fondations</li><li>• Zone soumise à des pressions d'impact &gt; 30 kPa, en cas de simulations numériques</li></ul>
Moyen	T2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone de débordement/coulée boueuse avec hauteur d'écoulement et/ou d'engravement de 50 cm à 1m</li><li>• Zone d'affouillement vertical de 20 cm à 1m</li></ul>	
	C2		<ul style="list-style-type: none"><li>• Sédiments transportés de diamètre compris entre 10 et 50 cm</li><li>• Transport de flottants de taille modérée</li></ul>
	R2		<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone où des bâtiments renforcés n'ont subi que des dommages mineurs</li><li>• Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 30 et 3 kPa, en cas de simulations.</li></ul>
Faible	T1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone de débordement/coulée boueuse avec hauteur d'écoulement et/ou d'engravement &lt; 50 cm</li></ul>	
	C1		<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone de ruissellement</li><li>• Zone d'affouillement vertical &lt; 20 cm</li></ul>
	R1		<ul style="list-style-type: none"><li>• Sédiments transportés de diamètre &lt; 10 cm (boue, graviers...)</li><li>• Transport de flottants de petite taille (feuilles, petits branchages...)</li></ul>



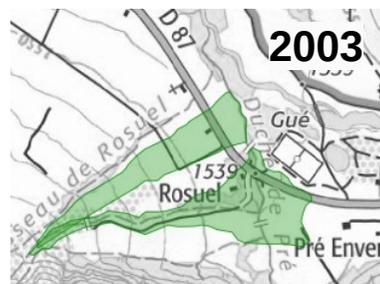
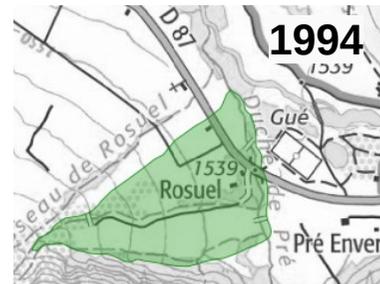
# Crues torrentielles

## R. de Rosuel

- **Phénomène de référence :**

- lave torrentielle type 2003 / 1994

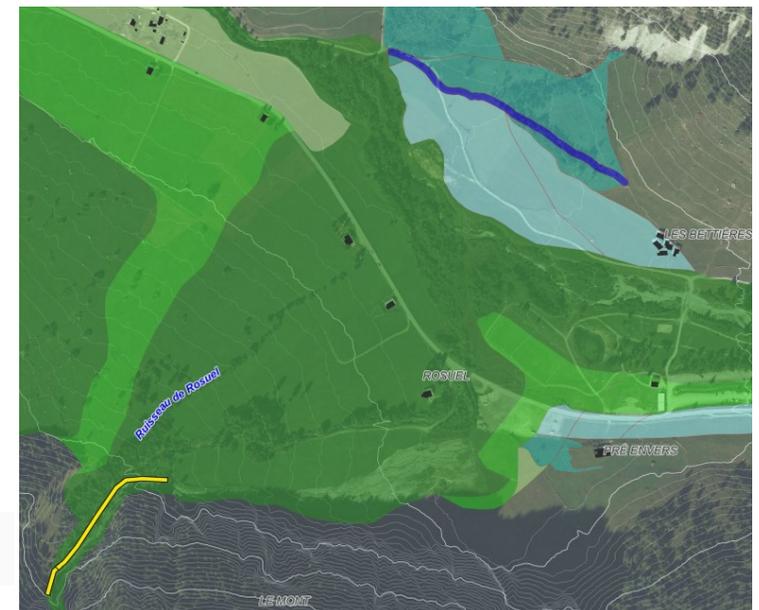
- ~ 40-50 000m<sup>3</sup> d'apports solides (ETRM 2021)



- **Scénarios sur ouvrages :**

- risque de surverse/rupture de la digue à la cime du cône

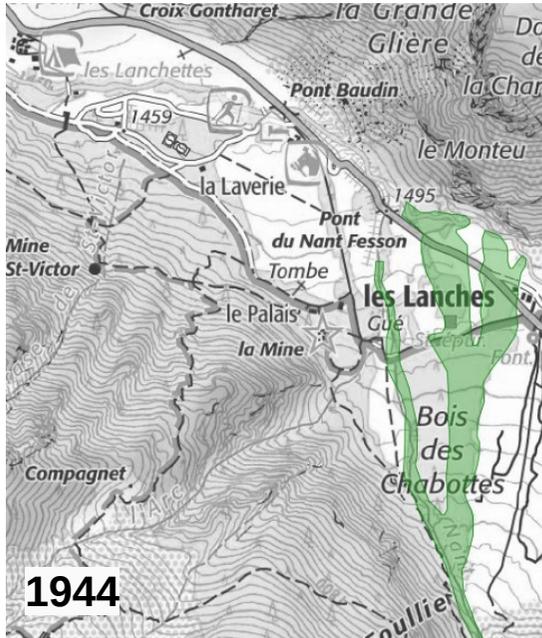
- risque de surverse/rupture des diguettes en aval



# Crues torrentielles

# Nant Fesson

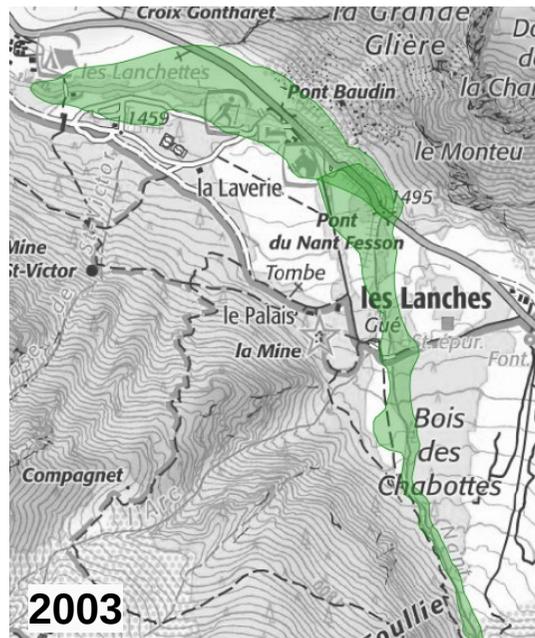
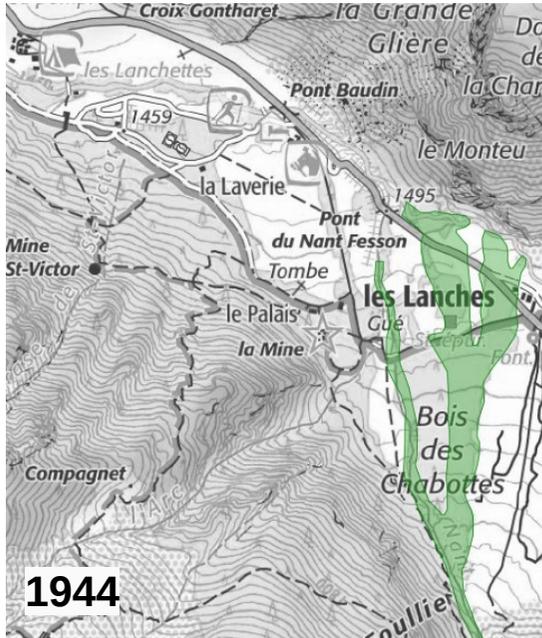
- Crues majeures depuis 1944 :



# Crués torrentielles

# Nant Fesson

- Crués majeures depuis 1944 :



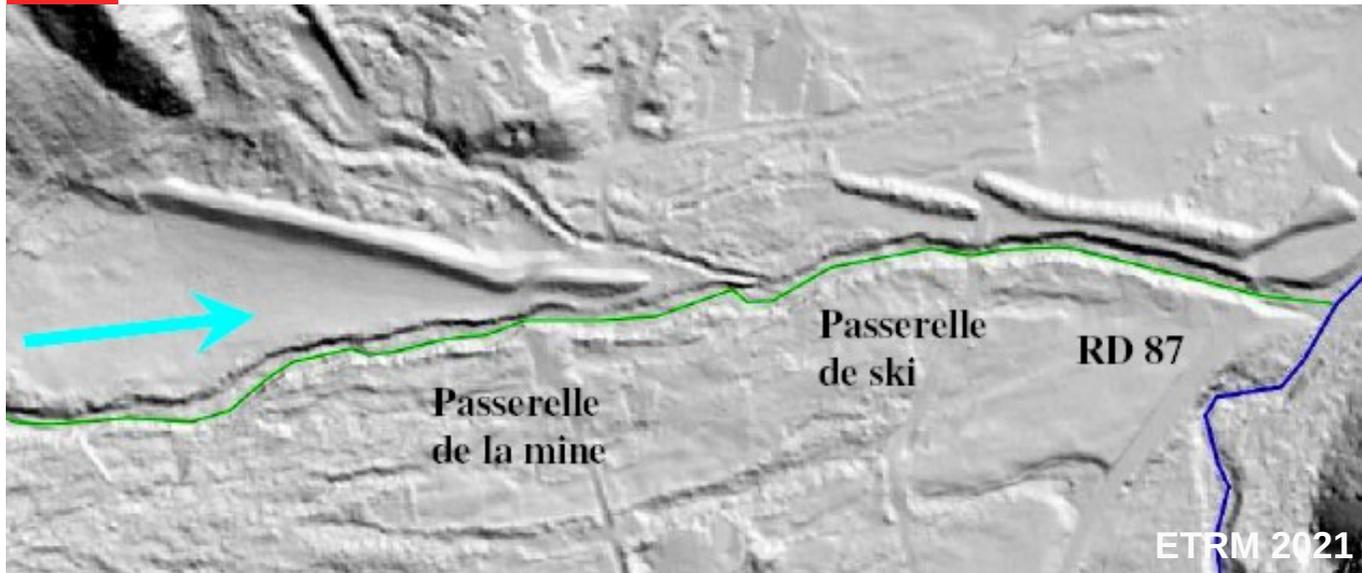
# Crués torrentielles

# Nant Fesson



# Crués torrentielles

# Nant Fesson



# Crues torrentielles

# Nant Fesson



# Crues torrentielles

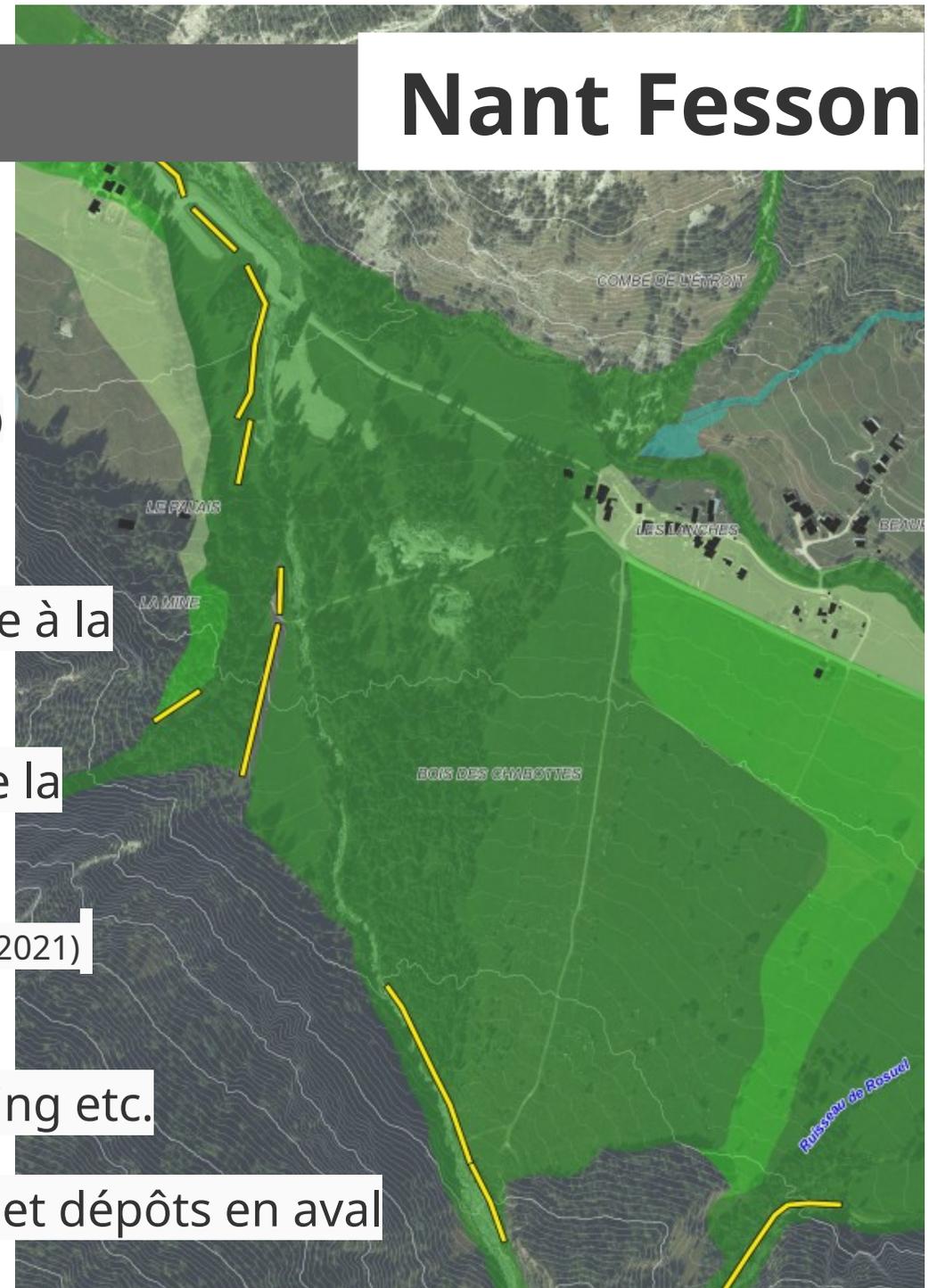
## Nant Fesson

### Phénomène de référence :

- lave torrentielle type 2003 / 1994
- ~ 100 000m<sup>3</sup> d'apports solides (ERTM 2021)

- **Scénarios sur ouvrages :**

- risque de surverse/rupture de la digue à la cime du cône (AGC)
- risque de surverse/contournement de la digue du Palais (ERTM 2021)
- risque de débordement au pont (ERTM 2021)
- risque de reprise de la chaussée et d'inondation du centre équestre/camping etc. (ERTM 2021)
- risque de contournement du merlon et dépôts en aval (ERTM 2021)



# Crues torrentielles

T. de Poncet



- **Phénomène de référence :**
  - lave torrentielle
  - ~ 40 000m<sup>3</sup> d'apports solides (ETRM 2021)

# Crues torrentielles

## T. de Poncet

- ~1680 : hameau de Nancroix emporté
- 1764 : fuite des habitants
- 1900, 1971, 1973 : cultures engravées
- 1971, 1973 : pont emporté, Bel Air et chalets touchés
- 1989, 1998, 2019 : Débordements mineurs

- **Glissement très actif en rive droite près du débouché du ravin**
- **Très gros bloc mobilisable**



# Crués torrentielles

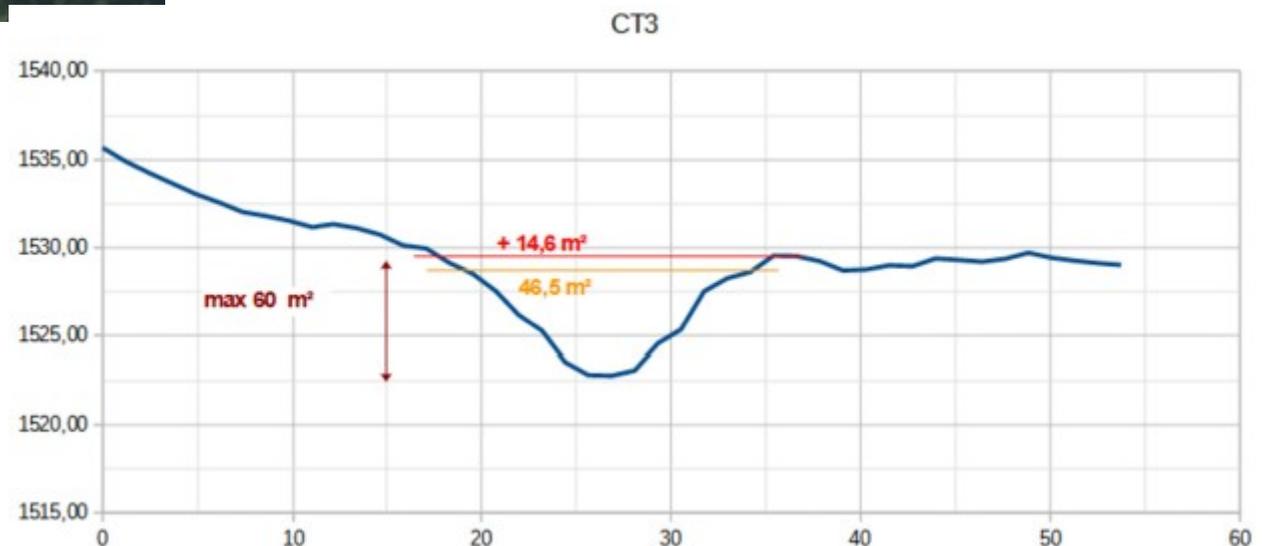
T. de Poncet



## Avis Alpes Géo Conseil :

- Capacité de transit du lit très limitée à la cime du cône (à la croix) pour une lave de 40 000 m<sup>3</sup>
- Il faudrait minimum 60 m<sup>3</sup> sans tenir compte de dépôts d'avalanche, de très gros blocs obstacles, etc.

- L'essentiel de la lave passe dans le chenal
- Mais possibilités de débordements modérés



# Crues torrentielles

## T. de Poncet



# Crués torrentielles

T. de Poncet

Récurrent

Référence retenue pour l'aléa

Exceptionnel

Débordements à partir du pont de la Chénarie et surtout de la RD et du gué

40 000 m<sup>3</sup> de lave (comprenant des apports solides de glissements de berge très limités)

Débordements majeurs à partir du pont de la Chénarie

Possibles éléments gênant le transit en partie haute du cône : charriage de très gros blocs, dépôt d'avalanche (régulièrement observée à ce niveau anciennement), or gabarit du lit « limite » à la cime

Débordements – probables qu'en aval mais possibles par réessuyage à la cime du cône dépôt de pierrailles immédiatement, + clairs en aval

1680 : dévastation de Nancroix

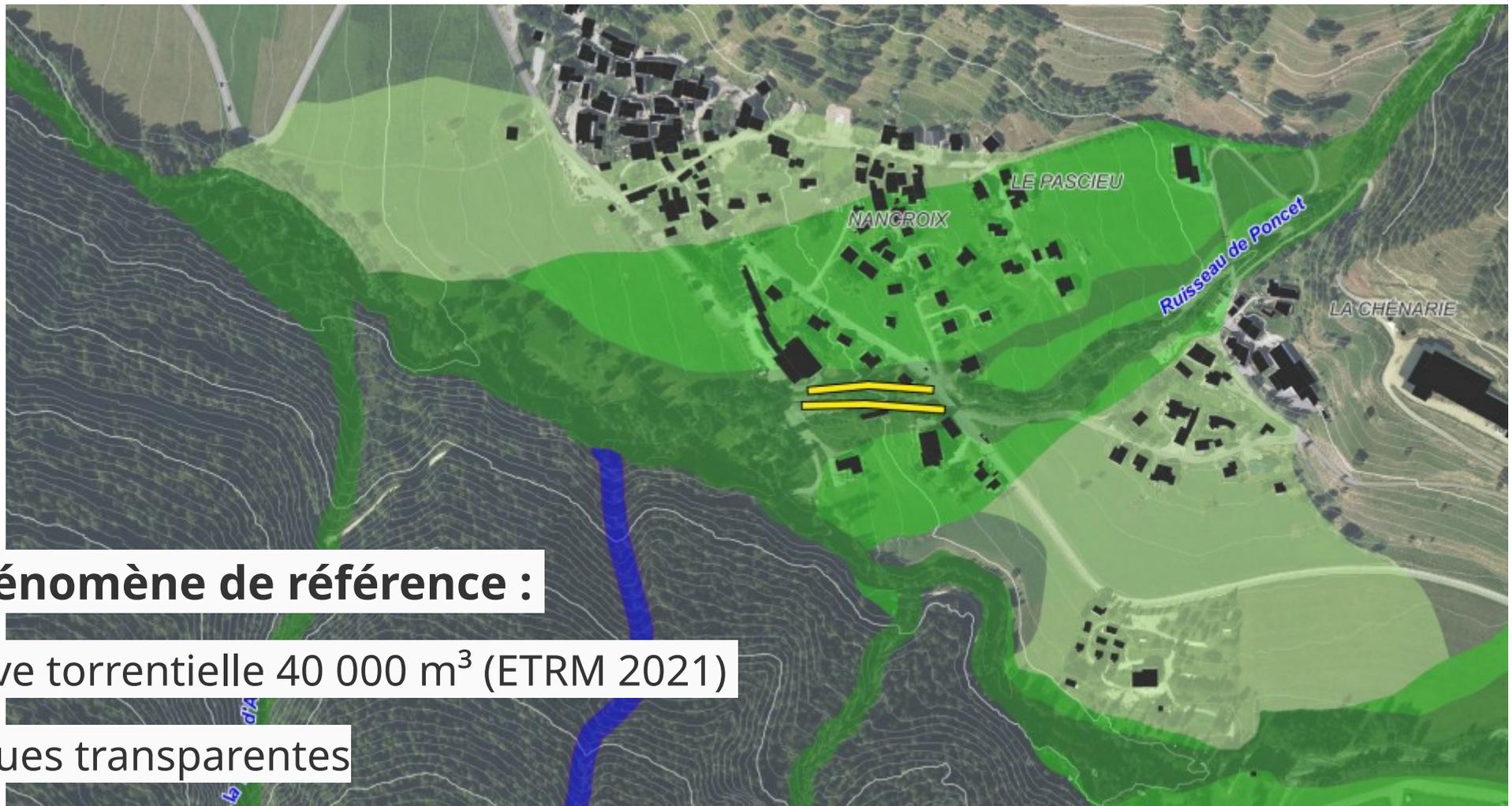
Q exceptionnel ou Apports solides exceptionnels par Glissement de grande ampleur

Ou réhaussement important du lit du torrent (changement de dynamique, absence de curage, etc.)

Débordements majeurs et très violents sur le cône au-delà de Nancroix

# Crues torrentielles

T. de Poncet



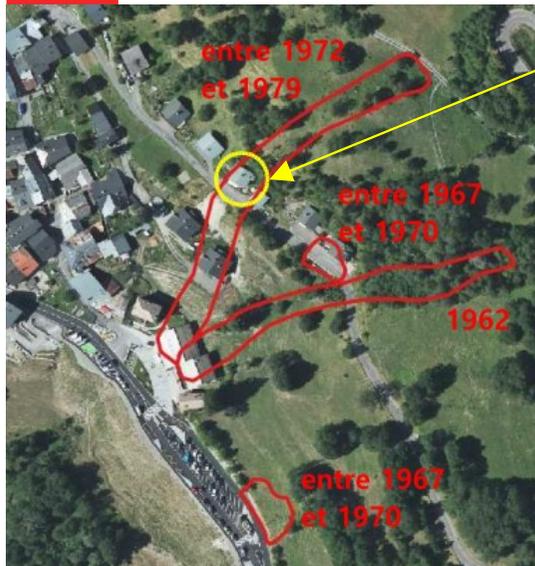
- **Phénomène de référence :**
  - lave torrentielle 40 000 m<sup>3</sup> (ETRM 2021)
  - digues transparentes

# Glissements de terrain & coulées de boue

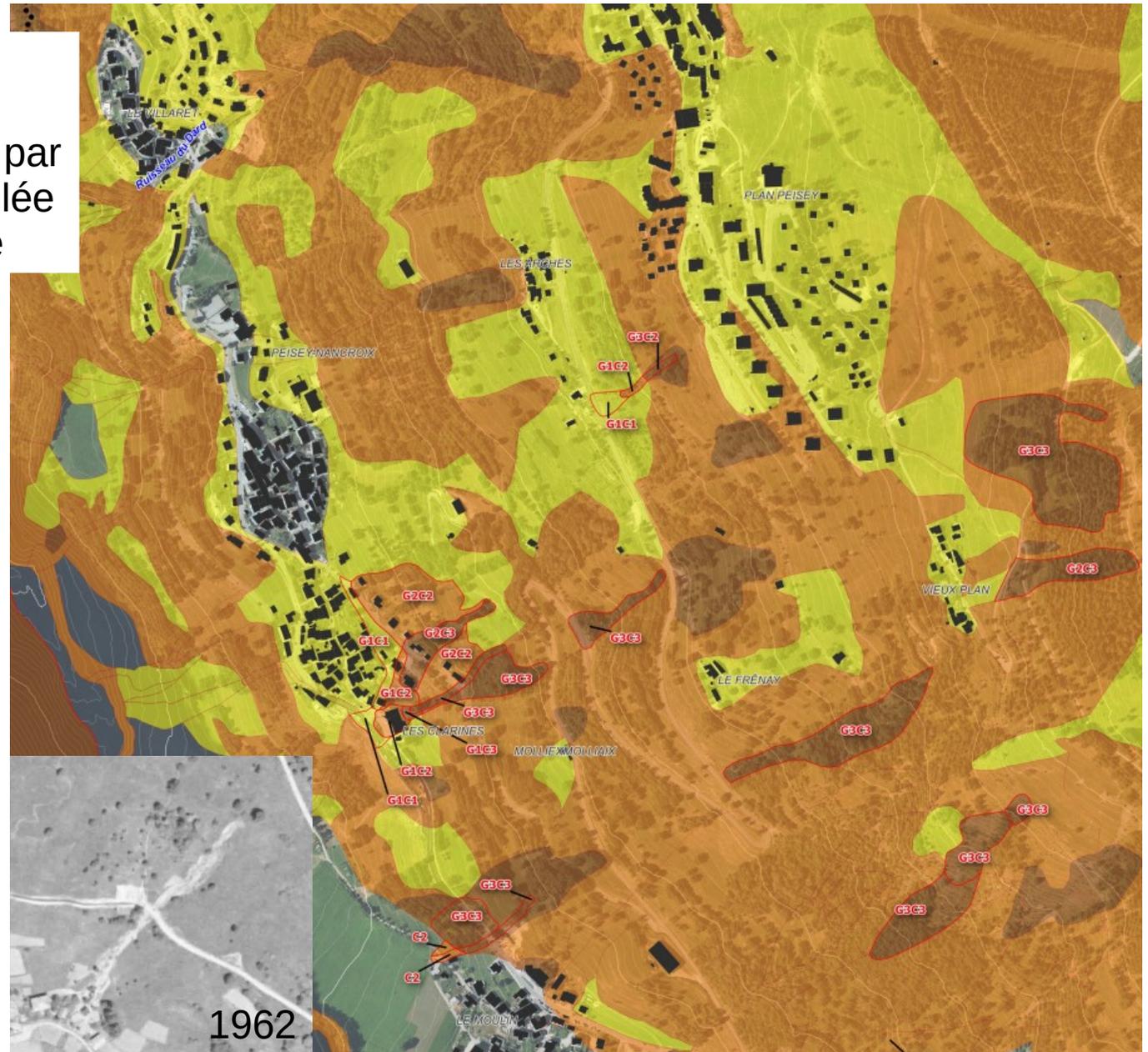
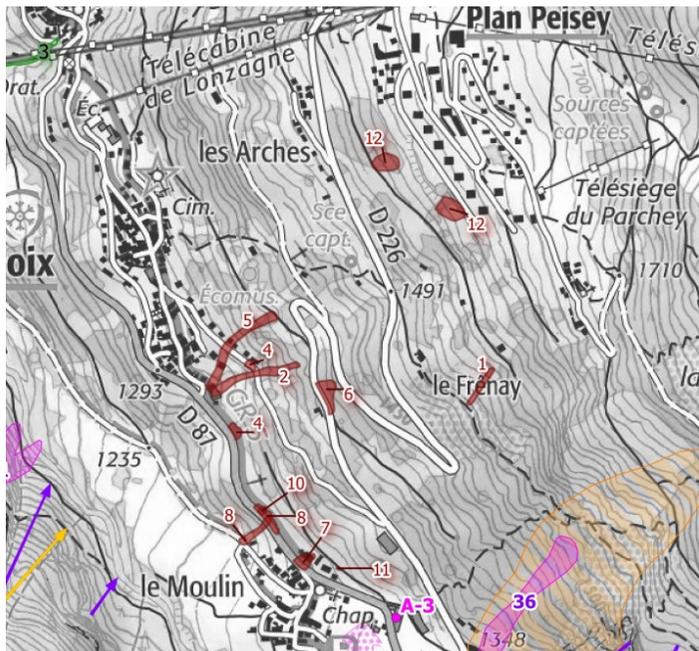
## Caractérisation de l'aléa

Aléa	Indice	Critères
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone en glissement très actif avec des traces de mouvements récents (niches d'arrachement, bourrelets, arbres basculés, fissurations de routes et murs de soutènements, déplacements différentiels) et des traces d'humidité</li> <li>• Zone voisine d'un arrachement de terrain, de même géomorphologie</li> <li>• Zone de glissement de versant ancien, avec de fortes déformations du sol &lt; 100 ans</li> <li>• Zone de glissement de terrain potentiel mais très probable, du fait d'une pente (25 à 50°) et d'une lithologie (terrains argileux, altérés, meubles) rencontrés sur des glissements actifs, conjugués à des circulations d'eau superficielles (observées ou probables par ruissellement concentré).</li> <li>• Zone où des bâtiments, même renforcés, ont déjà été effondrés ou déformés au point de devenir inhabitables sur le long terme.</li> </ul>
Moyen	G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone en glissement peu actif avec des traces de mouvements discrètes (glissement profond et lent, sans mouvements différentiels, ou fluage de surface)</li> <li>• Zone de glissement de versant ancien, avec des déformations du sol peu marquées</li> <li>• Zone de glissement de terrain potentiel mais assez probable :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- du fait d'une lithologie rencontrée sur des glissements actifs et de circulations d'eau superficielles, mais avec une pente assez faible (10 à 25°).</li> <li>- du fait d'une pente et d'une lithologie rencontrés sur des glissements actifs, mais en l'absence de circulations d'eau superficielles.</li> </ul> </li> <li>• Zone où des bâtiments non renforcés ont subi pour la plupart des dommages mineurs (fissurations) restant compatibles avec leur usage sur le long terme.</li> </ul>
Faible	G1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de glissement de versant ancien et à faible pente, sans déformation apparente du sol</li> <li>• Zone de glissement de terrain potentiel du fait d'une lithologie rencontrée sur des glissements actifs, mais peu probable en l'absence de circulations d'eau superficielles et d'une pente suffisante. Des terrassements sans précaution ou des injections d'eau peuvent entraîner des désordres localisés.</li> <li>• Zone où seuls les bâtiments les plus vieux et les plus vulnérables ont pour certains subi des dommages mineurs restant compatibles avec leur usage sur le long terme.</li> <li>•</li> </ul>

# Glissements de terrain & coulées



une maison détruite par une coulée de boue





*Merci pour votre  
attention !*

