

Journée d'information et de débats
« Risques Naturels Majeurs et aménagement du territoire »
19 Octobre 2006



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DE L'ISÈRE



***Pôle Grenoblois d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***



19-10-2006

RISQUE D'ÉBOULEMENT EN MASSE

- Constat gestionnaires (RTM) :
 - les chutes de blocs sont traitées et prises en compte
 - les éboulements en masse exclus a priori car manque de méthode d'étude et possibilités de protection
- Constat des scientifiques :
 - Probabilité d'éboulement non calculable localement
 - Existence de lois statistiques sur des surfaces de falaise suffisantes (Yosemite, Y Grenoblois - RTM)
 - Difficultés spécifiques pour modéliser la propagation
- Groupe de travail PGRN : Cete, ADRGT, UJF

19-10-2006

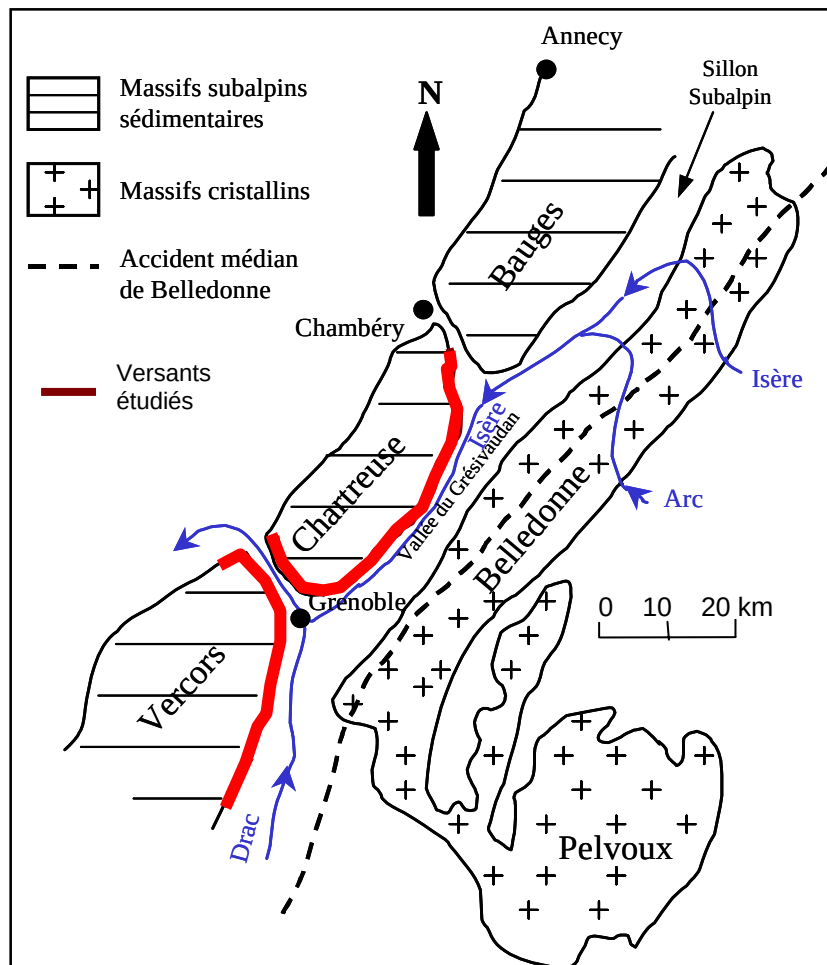
RISQUE D'ÉBOULEMENT EN MASSE

- Etude SDAU : détection - qualification des zones de départ sur le Y Grenoblois
- Recherche appliquée :
 - PGRN – CG 38 : plusieurs projets initiateurs
 - MEDD-RDT « CAMUS » : caractérisation de l'aléa par géologie, géophysique et morphométrie numérique
 - Interreg Rockslidetec : BD éboulements, méthodes numériques d'analyse , simulation des avalanches rocheuses

ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

19-10-2006

**Secteur d'étude : falaises calcaires Y Grenoblois
Rebords Est Chartreuse et Vercors + cluse de l'Isère**



Phase préliminaire :
méthodologie

- Critères de détection / caractérisation
- $> 100\,000\text{ m}^3$
- Couverture photo aérienne
- Observations de terrain

3 phases opérationnelles /
140 km linéaire de falaises

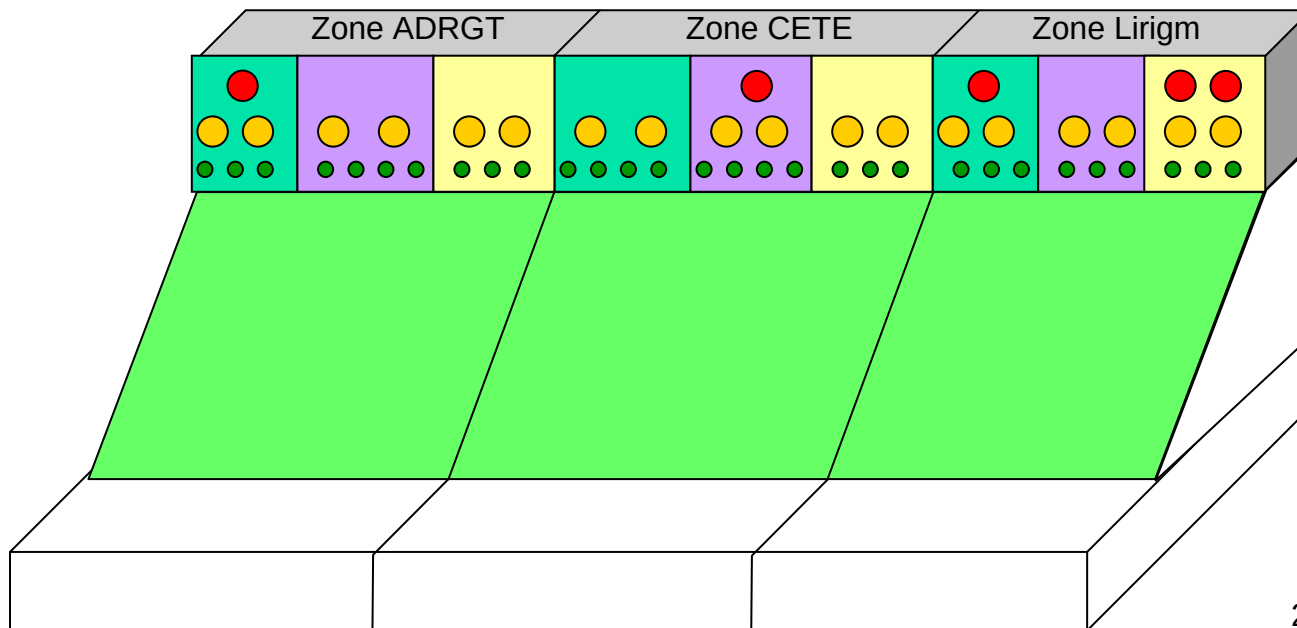
ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

19-10-2006

Méthodologie

1. Détection et description des zones potentiellement instables
2. Proposition de qualification de l'aléa

- Aléa qualifié
- Aléa à qualifier
- Aléa non qualifié



Extrait rapport Lirigm phase 2

Carte de localisation Chartreuse Nord corniche supérieure du Fourneau au Pas de l'Alpette

Qualification : Code couleur

Non Qualifié	
A qualifier	Opinion optimiste
	Sans opinion particulière
	Opinion pessimiste
Qualifié	

Secteurs étudiés

Compartiments décrits

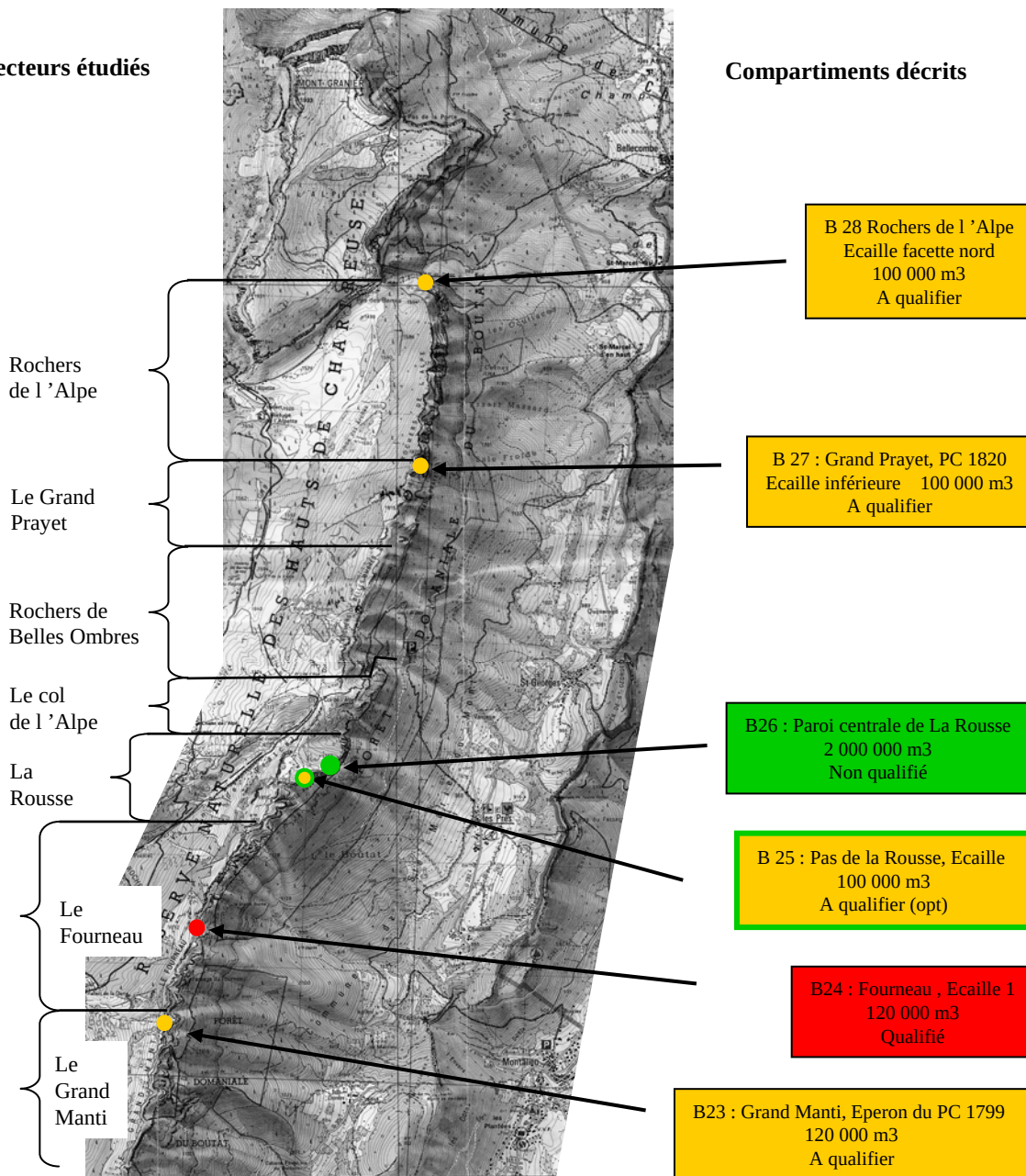
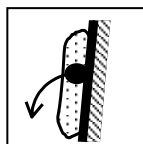


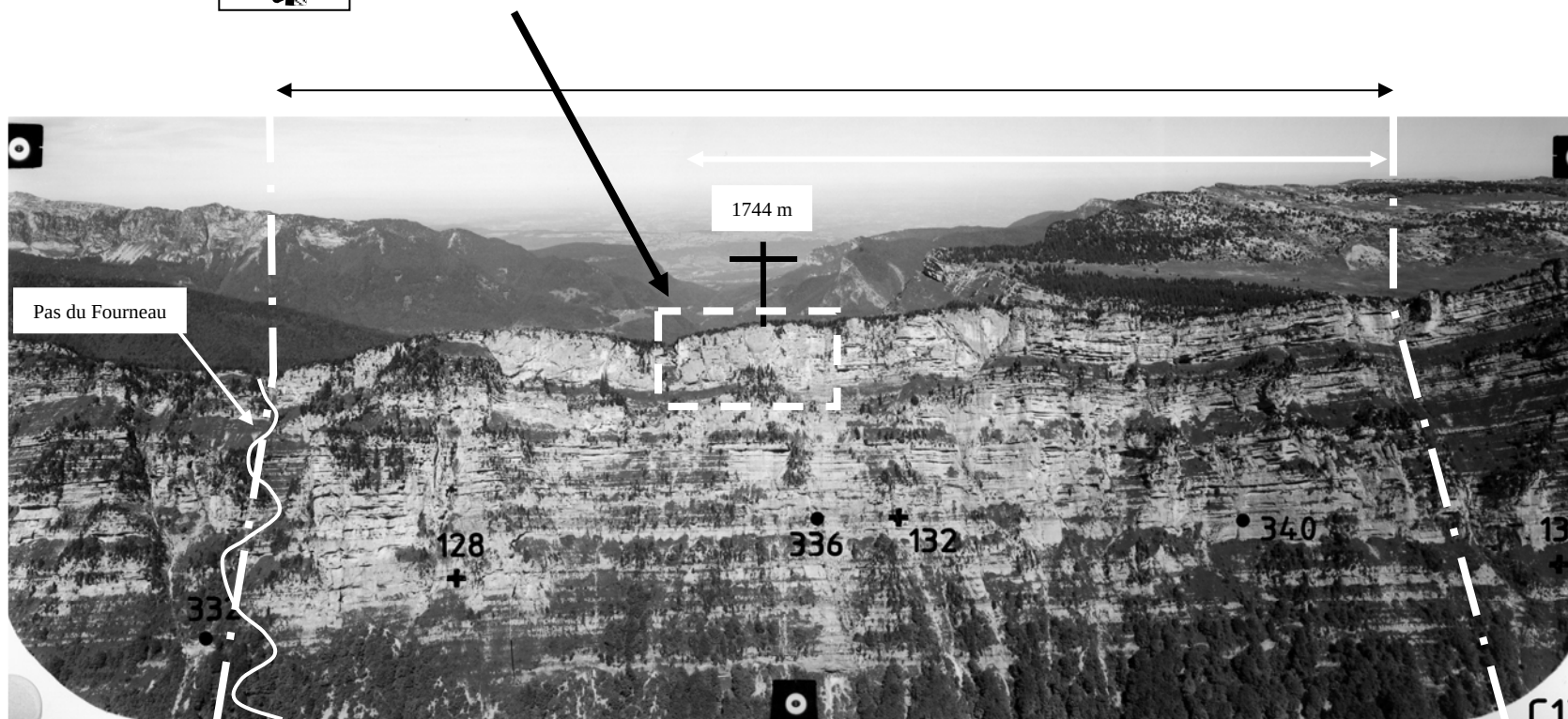
Figure 6 : Situation des compartiments rocheux décrits en corniche supérieure

Vues générales

Secteur FOURNEAU

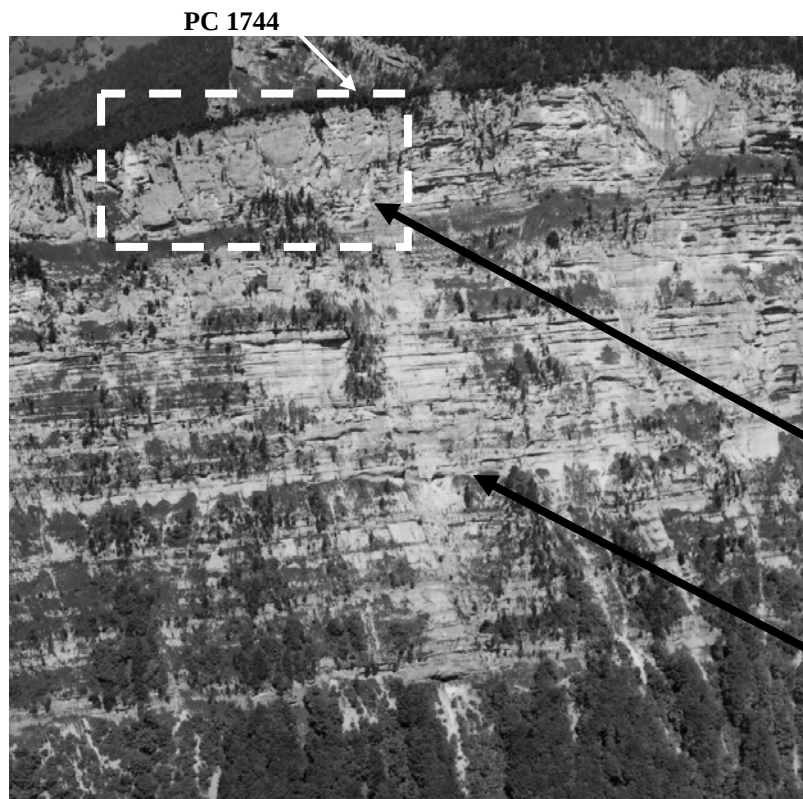


B24 : Fourneau , Ecaille 1
120 000 m3
Qualifié



Vues rapprochées

FOURNEAU Ecailles 1 et 2 Vues Générales

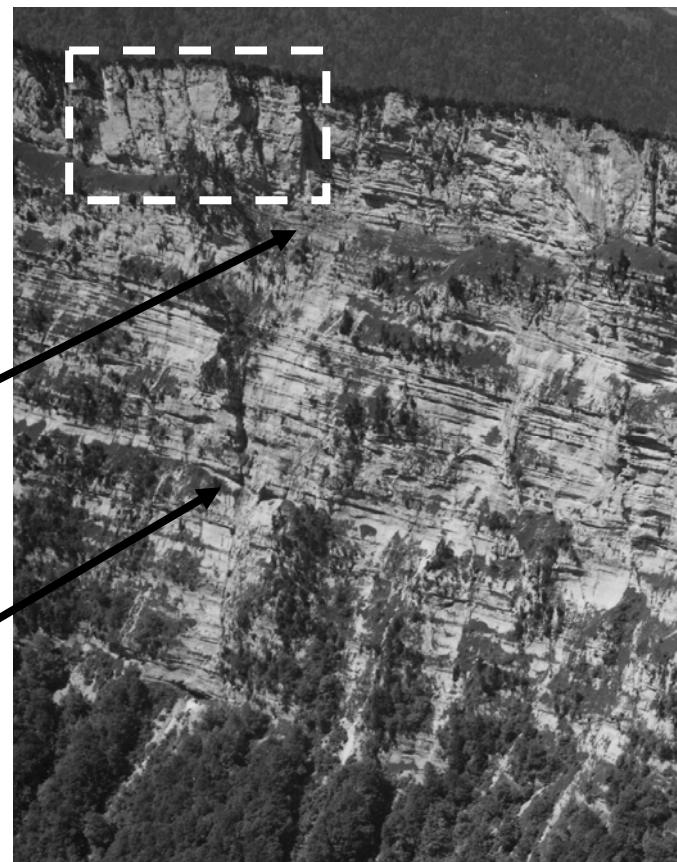


Fourneau, écailles 1 et 2, vue en incidence sud (-30°)

Ecaille 1

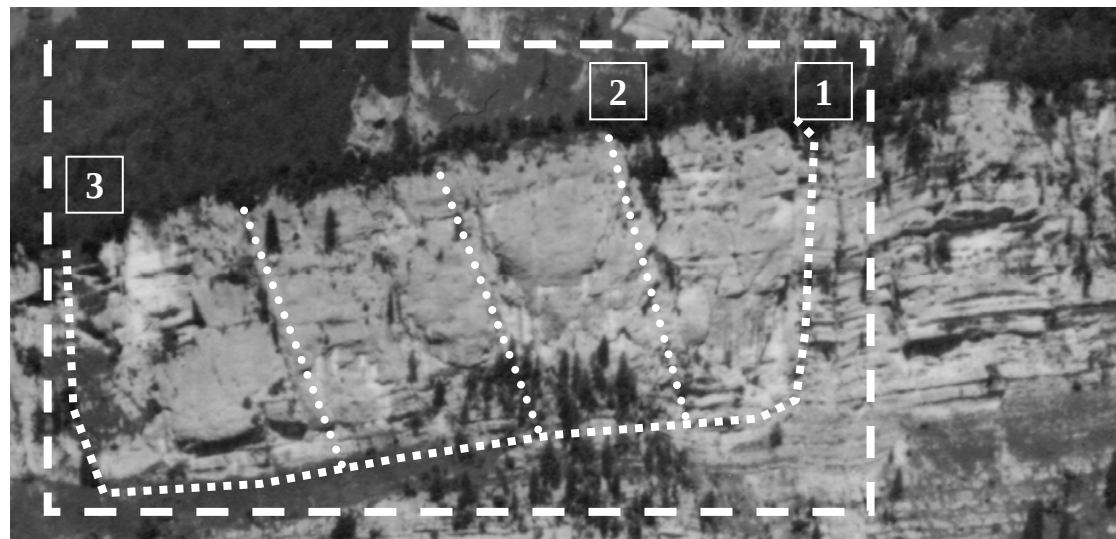
**Eboulement
récent**

**Trace de
l'éboulement**



Fourneau, écailles 1 et 2, vue en incidence nord ($+30^\circ$)

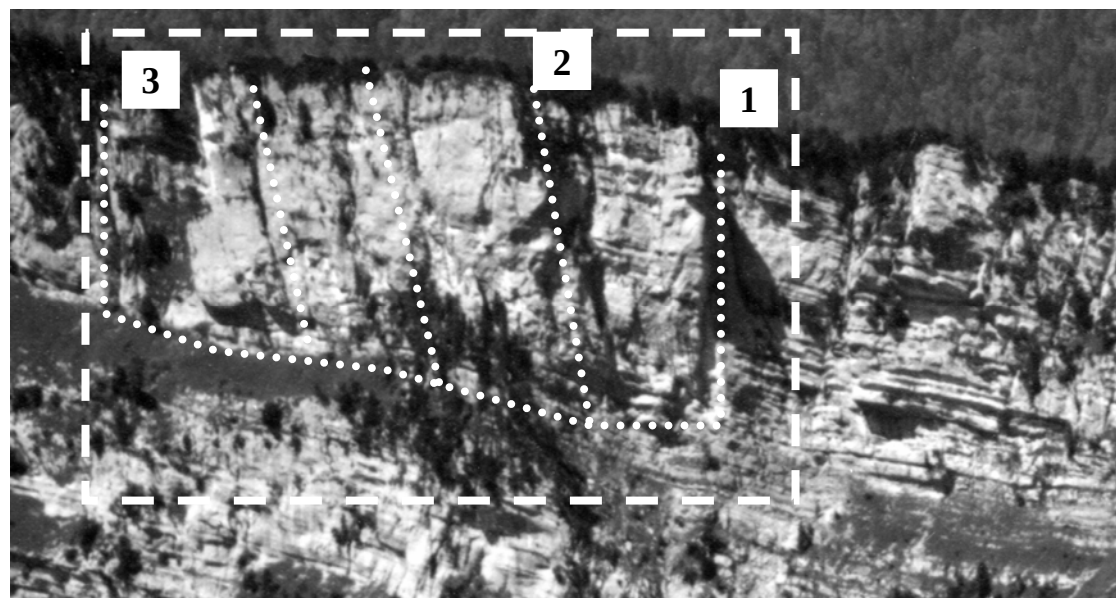
Vues rapprochées



Sud

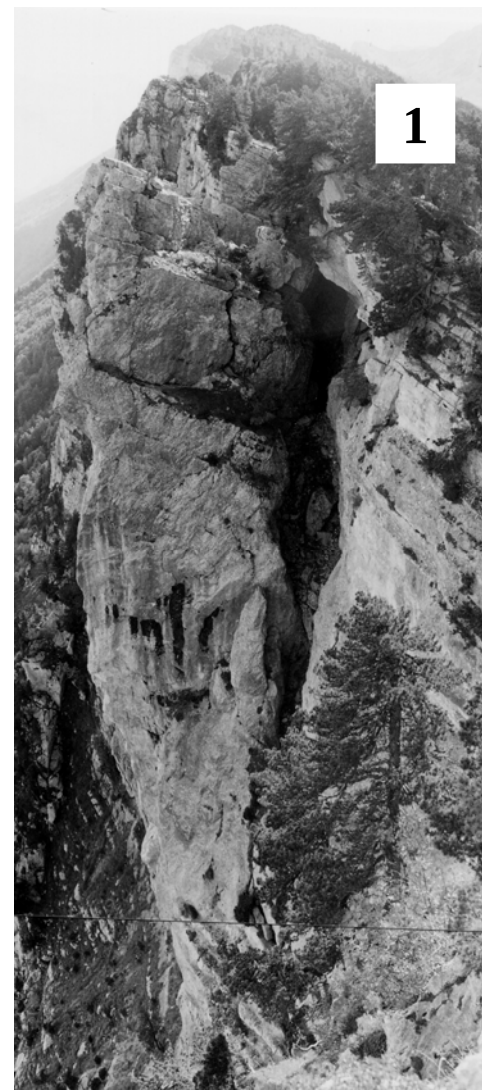
Fourneau écaille 1, vue en incidence sud (-30°)

Nord



Fourneau écaille 1, vue en incidence nord ($+30^\circ$)

Vues de terrain

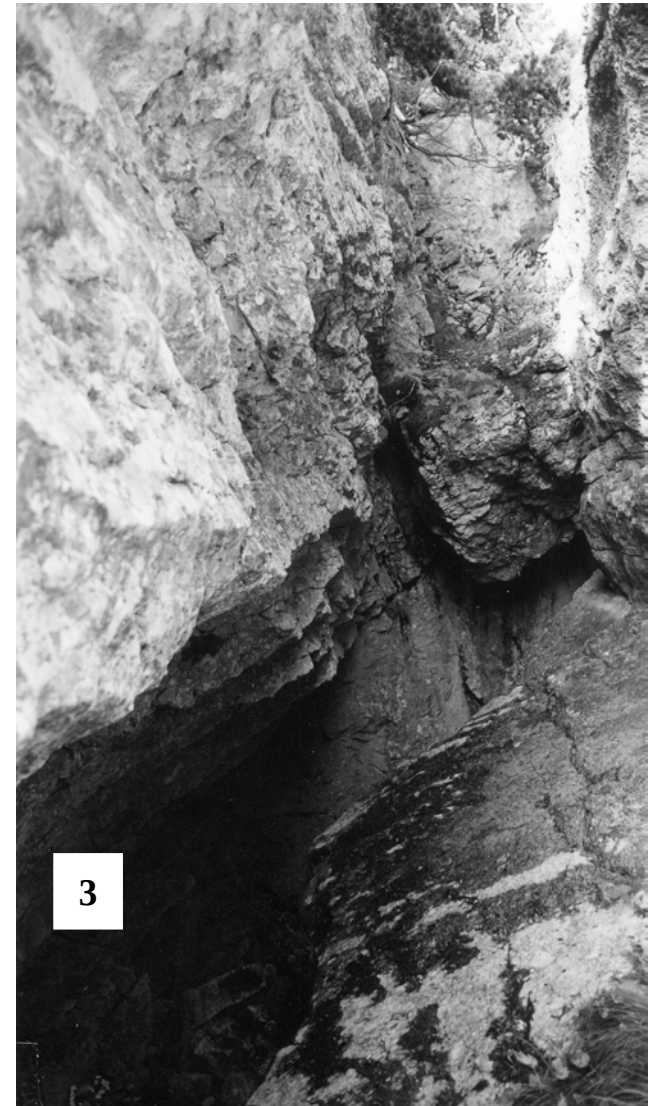
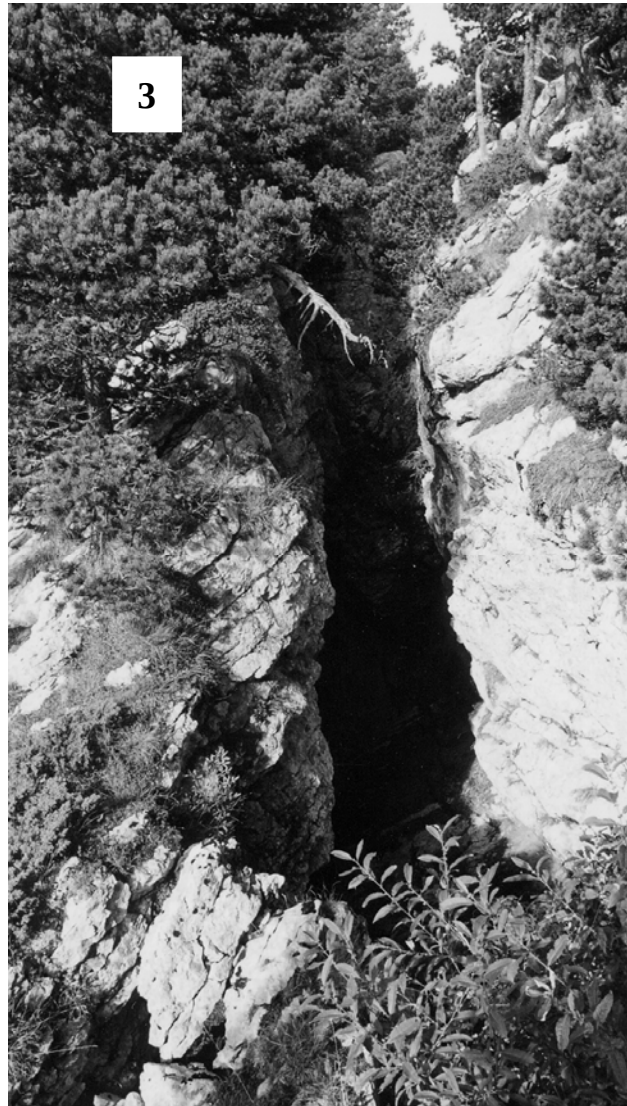


Fourneau, écaille 1 : vue de la fracture en paroi depuis le nord

Extrait rapport
Lirigm phase 2

Vues de terrain

FOURNEAU
Ecaille 1 Vues de détail



Fracture arrière en relais, entrée et intérieur à l'extrémité sud, vus du sud

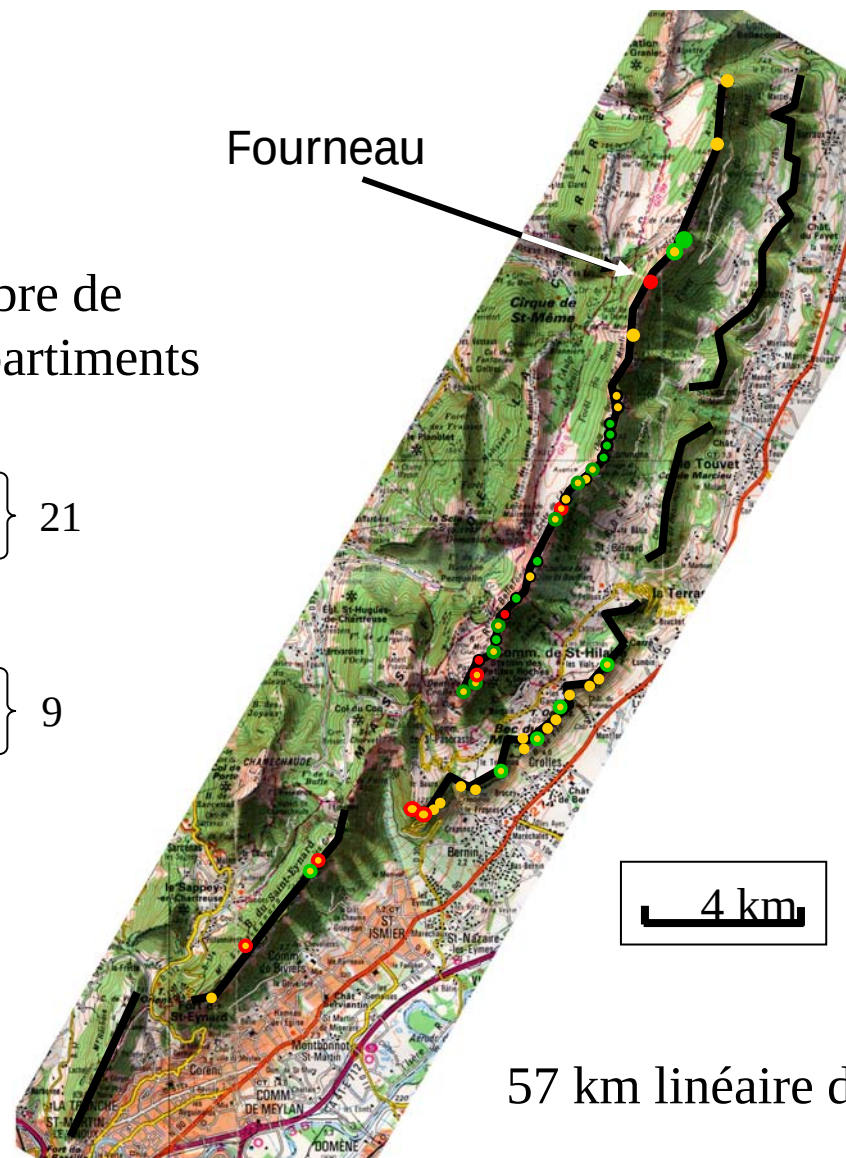
Extrait rapport

Lirigm

Synthèse de la zone Lirigm: Chartreuse rebord Est

Proposition de qualification	Nombre de compartiments		
Non qualifié	●	8	} 21
A qualifié, optimiste	●	13	
A qualifier	●	19	
A qualifier, pessimiste	●	6	} 9
Qualifié	●	3	

Total		49	

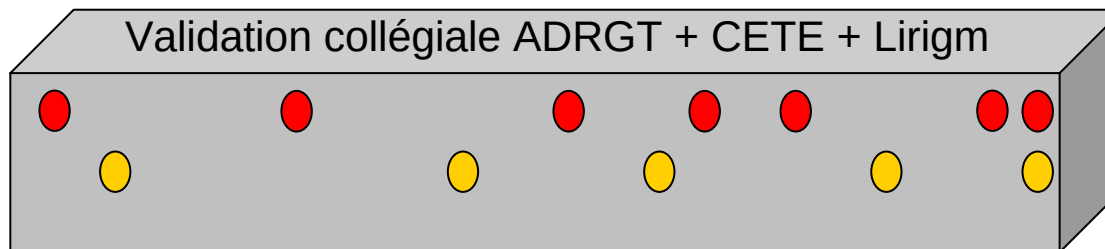


ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

19-10-2006

Phase 4 (2007)

- 1. Zones de départ : finalisation
 - Une méthodologie éprouvée et transférable
 - Un rendu homogène et validé collégialement sur les 140 km de falaise étudiés comportant
 - une qualification des aléas
limitant au maximum la classe « à qualifier »
 - des recommandations



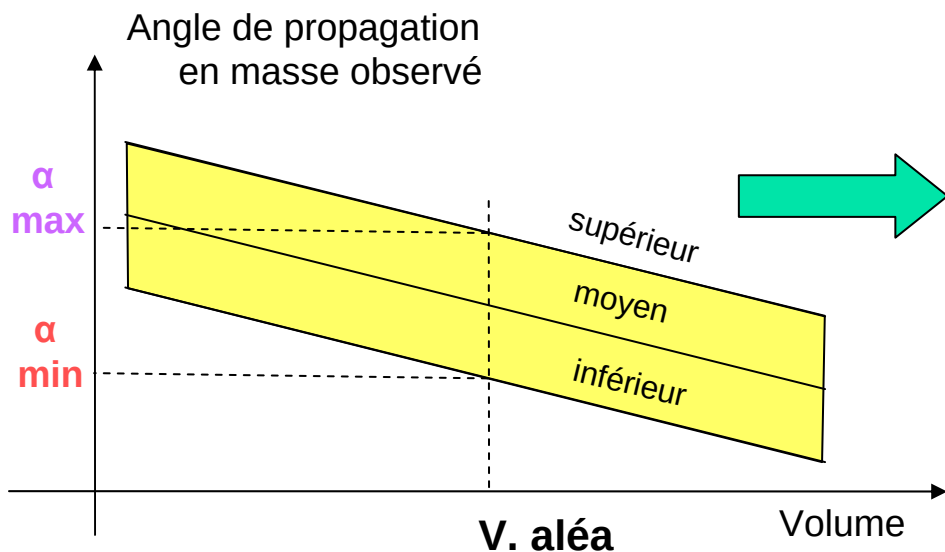
- Aléa qualifié
- Aléa à qualifier
- Aléa non qualifié

ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

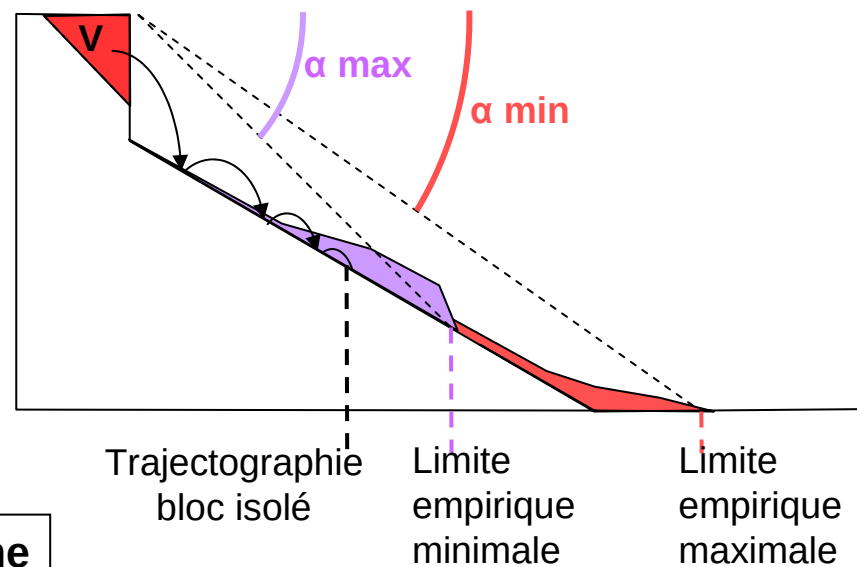
19-10-2006

Phase 4 (2007)

- 2. Zones exposées : première approche
 - Relation empirique volume / angle de propagation
 - Borne inférieure : calcul propagation de bloc



Angle de propagation décroissant avec le volume
Forte dispersion



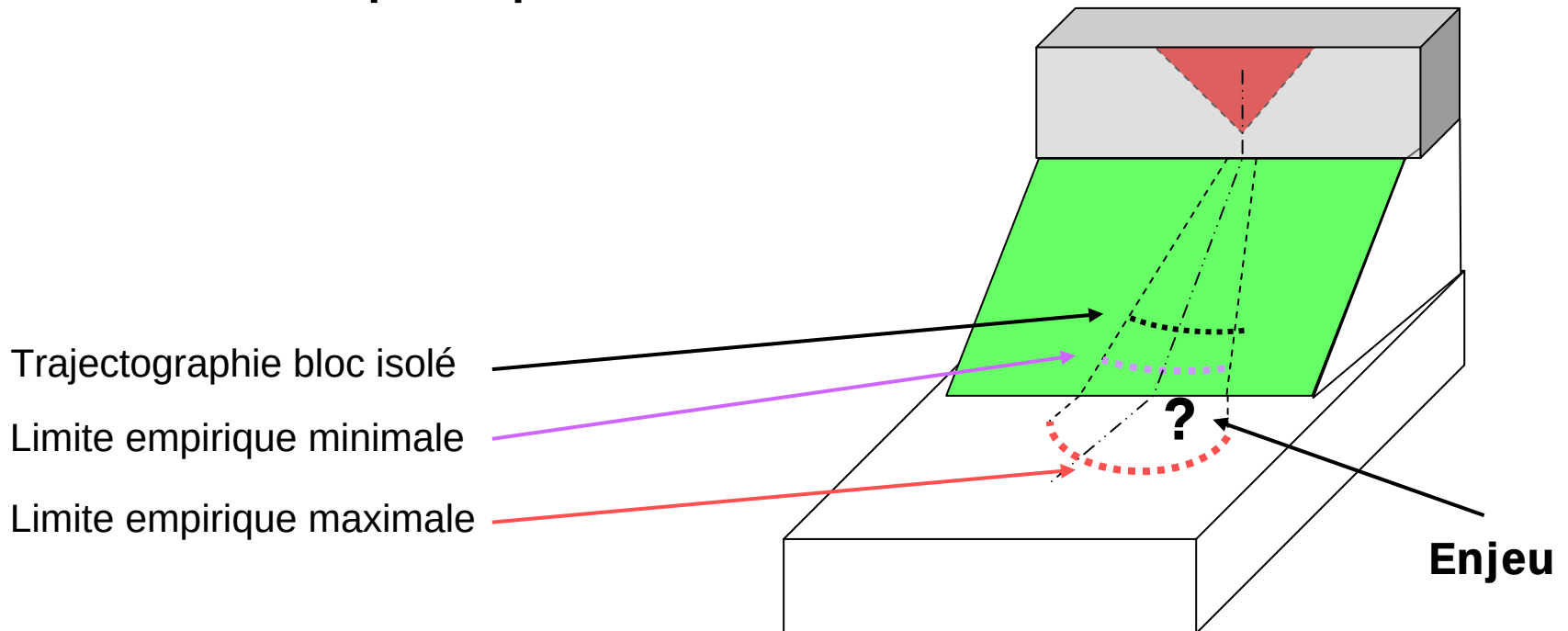
ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

19-10-2006

Phase 4 (2007)

■ 2. Zones exposées : première approche

Objectif : identifier les zones prioritaires où une étude plus poussée est nécessaire



ETUDE DES ALEAS MAJEURS D'ECROULEMENT ROCHEUX SUR LES FALAISES CALCAIRES DU Y GRENOBLOIS

19-10-2006

Phase 4 (2007)

■ 3. Enquête historique

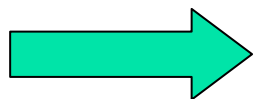
Objectif : compléter l'inventaire RTM pour préciser la fréquence des éboulements sur la zone d'étude

Moyen : enquête en archive pour savoir si certains indices géomorphologiques sont des traces d'éboulements historiques

19-10-2006

Programmes de recherche

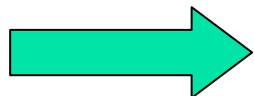
- Aléas à qualifier : méthode d'étude ?



Projet CAMUS (MEDD – RDT)

- Aléas qualifiés :

- préciser les volumes, les scénarios
- Estimation de la propagation



Projet Rockslidetec (Interreg 3A)

Projet « CAMUS » MEDD-RDT



- Caractérisation multi-méthode des aléas
 - 3 sites du Y Grenoblois
 - Faisabilité et calibration des méthodes
 - Morphométrie numérique
 - Géologie
 - Géophysique
 - Guide méthodologique

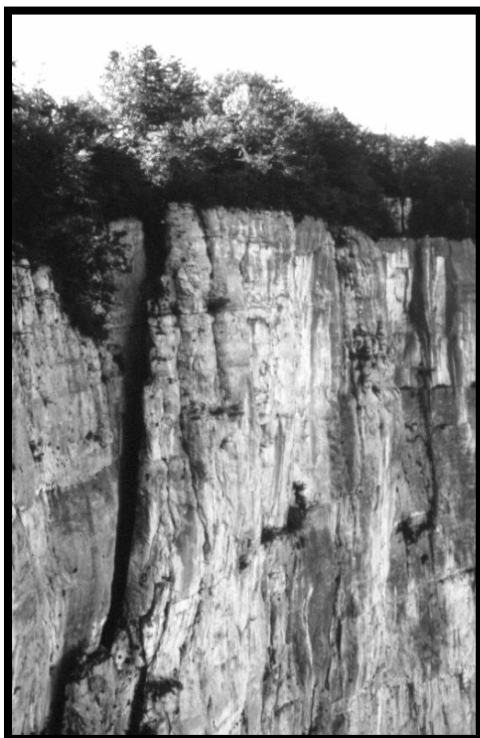
ADRG, Cete, Lirigm (UJF), LGCA (U. Savoie)

19-10-2006

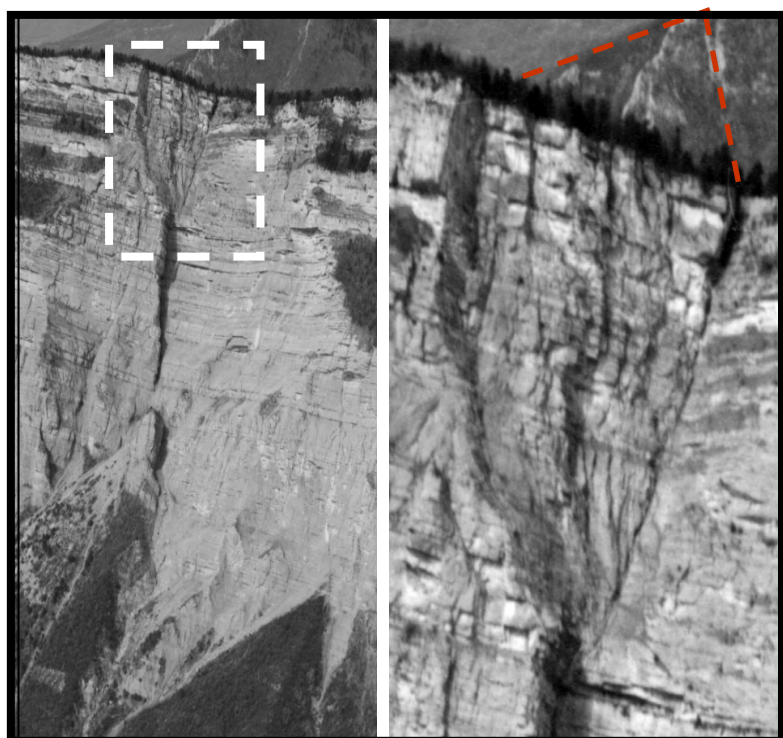
Projet « CAMUS » MEDD-RDT



- Trois sites du Y Grenoblois



Rocher du Midi



Ravin de l'Aiguille



Rocher de la
Bourgeoise

19-10-2006

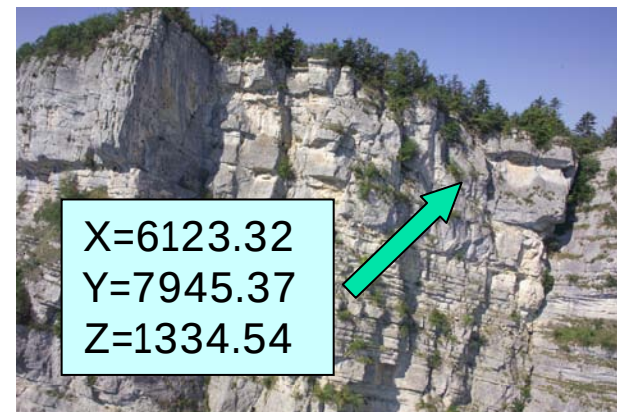
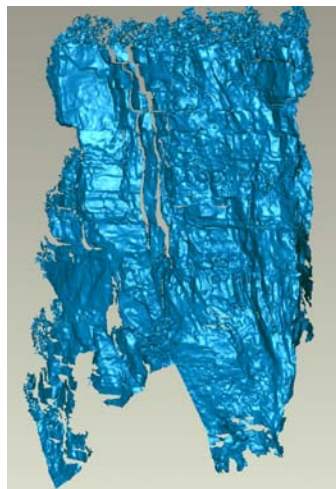
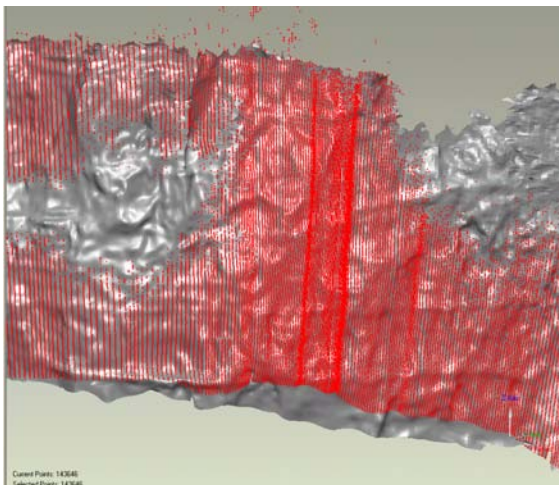
Projet « CAMUS » MEDD-RDT



- Morphométrie numérique

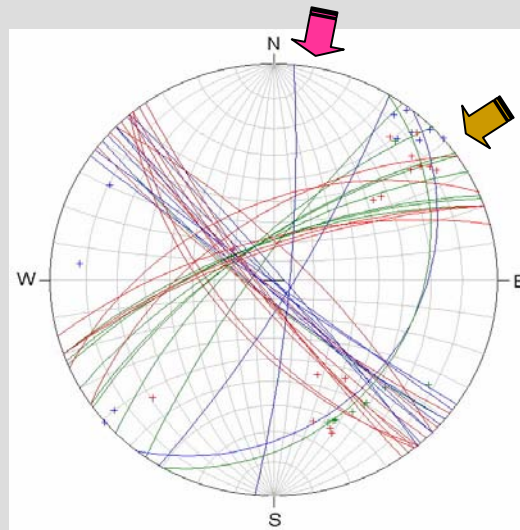
Créer une image solide 3D du massif

- Laserscan, photogrammétrie
- Vues terrestre / hélicoptère



Projet « CAMUS » MEDD-RDT

- Géologie : décrire la structure du massif
 - Comparaison mesures de terrain / mesures sur Image solide 3D
 - Localisation des mesures, visualisation



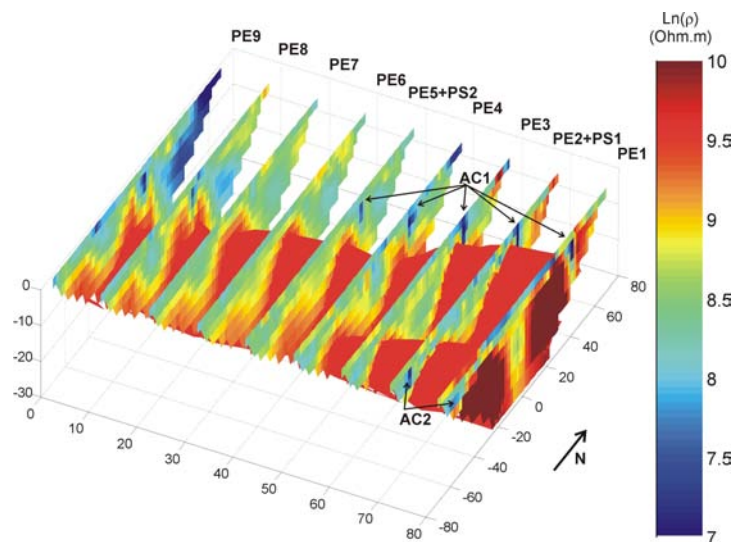
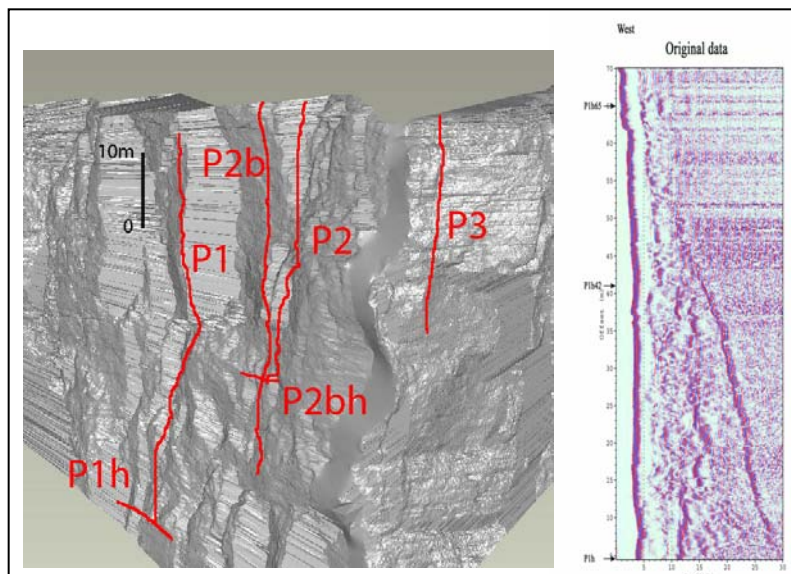
Clinometre-boussole

Modèle
photogrammetrique

Image solide

Projet « CAMUS » MEDD-RDT

- Géophysique : radiographier le massif
 - Sismique, électrique, géoradar
 - Sur le plateau et en paroi
 - Profondeurs de pénétration variables

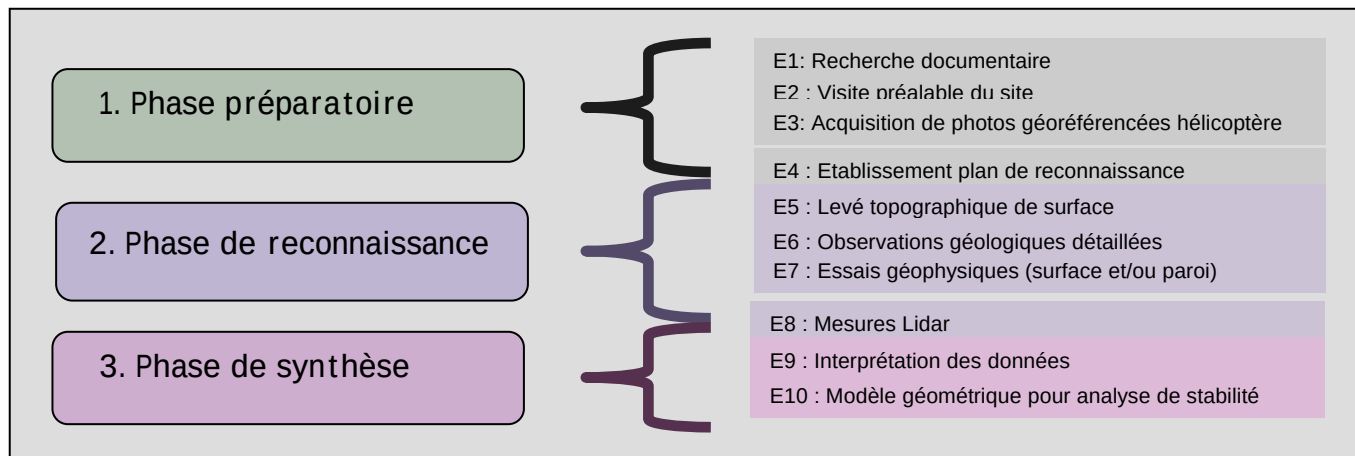


Projet « CAMUS » MEDD-RDT

■ Guide méthodologique

Cadre d'étude des aléas à qualifier

- Préconisations : ordre des opérations, optimisation...
- Coûts : 25 – 35 k€ / site



Projet « Rockslidetec » Interreg 3 A



- Etude des avalanches rocheuses
 - Base de donnée des éboulements alpins
 - Méthodes d'analyse numérique des massifs rocheux
 - Simulation de la propagation

Lirigm (UJF), Cemagref (ETNA)

Politecnico di Torino, EPFL Lausanne

Projet « Rockslidetec » Interreg 3 A



- « Rockslidetec » : BD éboulements
Recenser les éboulements majeurs pour
 - Mieux les comprendre
 - Etudier la fréquence à l'échelle des Alpes ou des régions

200 cas recensés (F-It-S) / 58 détaillés

- 34 > 1 million m³, dont 8 au XX^e siècle

Extension à toutes les Alpes en cours

Rockfall: Randa-1ère phase

Rockfalls

Initial slope Discontinuities Failure Post-failure slope Deposit Schemas

Ordinary name: **Randa-1ère phase** ☐ PRESENT HAZAR

Generalities **Volumes** **Effects** **References & others remarks**

Responsible: Baillifard François Location: Randa

Update: 27.09.2004 Valley wall: Grossgugler

Appreciation: good informations

Other names:

Date: M C D Y M d
 + 1 9 9 1 4 18
 ± 0 0 0 0 0 0
☒ Check date 18.04.1

Duration [decimal hour]: 3.50 ☐ C14

Discontinuities

Code: 34 **Randa-1ère phase**

Characteristics **Remarks**

Generalities

☐ Taking part in failure ☐ Weathering
☐ Plane of failures ☐ Monitoring
☐ Open

Position: <unknown position>
 Discontinuity type: <unknown discontinuity type>
 Lithology: <unknown lithology>
 Infilling: <unknown infilling>

Geometry

Dip direction: 125 ± 0
 Dip: 45 ± 0
 Spacing: ± < >
 Extension: ± < >
 Roughness: < > ?
 Ondulation: < > ?
 Opening: ± < >
☐ Cluster
☐ Unique plane (not a set)

Schemas of rockfall (View)

NW SE

2100m

2000m

1900m

1800m

1700m

1600m

1500m

1400m

schematic water path

Paragneiss

spring

April 18, 1991 rockslide (northern part)

high shear stress at J4 extremities

high shear stress on rock bridges along J6 joints

high compressive stress above J3; maximum hydraulic pressure

key block

J3 basal fault

main spring

Orthogneiss

Mattervispa River bypass tunnel

weathering along fractures, in situ smectite crystallisation

Initial Slope

Randa-1ère phase

Generalities **Post-failure Slope**

Code: ?

Zmax [m]:
 Zmin [m]:
 Aspect [°]:
 Mean slope angle [°]:

Hydrology

Morphology and others remarks

Failure

Randa-1ère phase

Generalities **Remarks** **Causes** **Forewarning signs**

Intrinsic factors

Weathered material: <unknown part>
 Sheared material: <unknown part>
 Jointed or fissured material: <unknown part>
 Adversely oriented discontinuities: <unknown part>
 Contrast in permeability: <unknown part>
 Contrast in stiffness: <unknown part>

Preparatory factors

Tectonic uplift: <unknown part>
 Glacial rebound: <unknown part>

Susceptibility factors

Glacial erosion of slope toe: <unknown part>
 Subterranean erosion: <unknown part>

Human causes

Excavation of: <unknown part>
 Loading of slope: <unknown part>
 Drawdown: <unknown part>
 Infilling: <unknown part>

Physical causes

Prolonged exception: <unknown part>
 Freezes-and-thaws: <unknown part>
 Shrink-and-swells: <unknown part>

Rockfalls **Discontinuities** **Failure** **Deposit** **Post-failure Slope** **Initial Slope** **Schemas of rockfall** **Schemas of rockfall**



Projet « Rockslidetec » Interreg 3 A



■ Analyses numériques

Analyse géologique sur support numérique

- Gagner du temps / terrain / accès
- Recoller en 3D les observations disponibles (ex : karst / fractures en surface)
- Soulever des questions

Modélisation numérique du massif

- Découpage, volumes
- Mobilité / stabilité ?

Morphométrie numérique

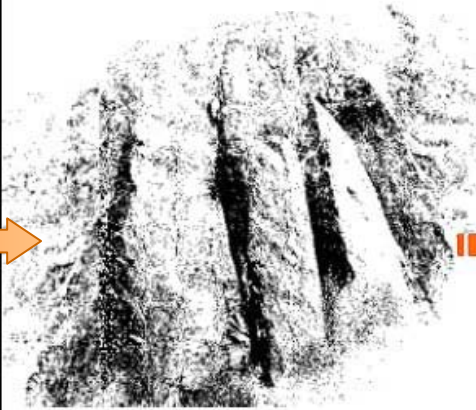


Photogrammétrie



Laserscan

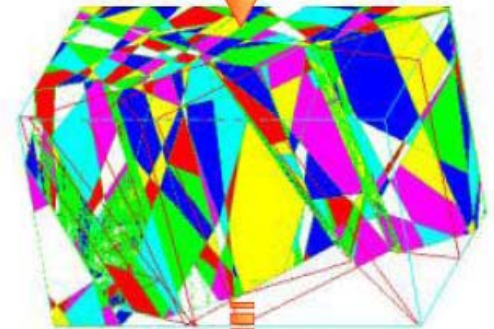
MNT



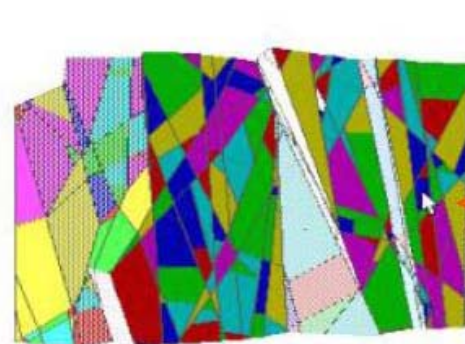
MNT + Image



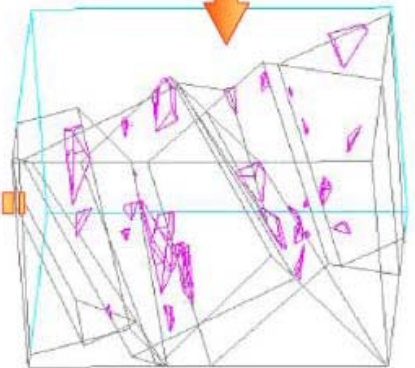
Modèle géométrique



Analyses géologiques numériques
Politecnico di Torino – Univ. Parme



Analyse de stabilité



Analyse cinématique

19-10-2006

Projet « Rockslidetec » Interreg 3 A



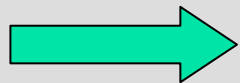
- Simulation de la propagation

Comparaison de codes de calcul

- Différentes approches théoriques
- Calage / cas réels / lois expérimentales

Expériences en laboratoire

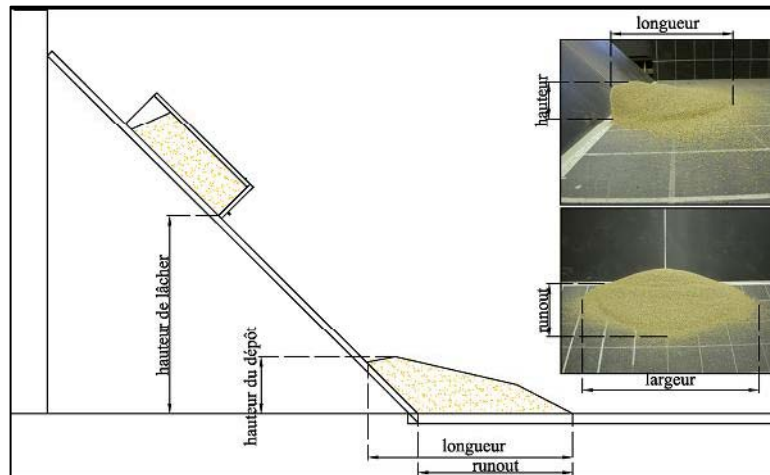
Rétroanalyse de cas réels et de labo



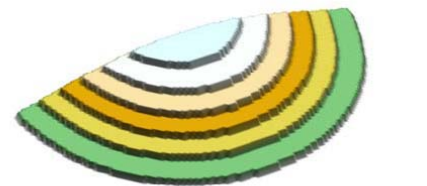
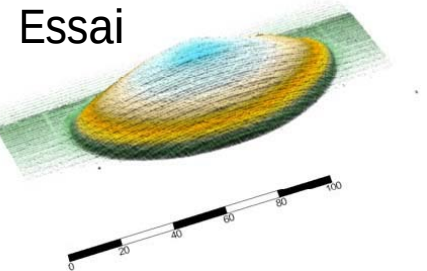
Besoin de méthodologie d'utilisation prédictive

Essais de laboratoire EPFL

Modélisation
numérique
Politecnico di
Torino
Cemagref
Cete Lyon



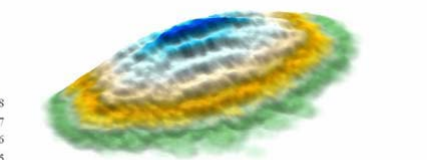
Depôt final
Comparaison
essai / calculs



Calcul Cemagref

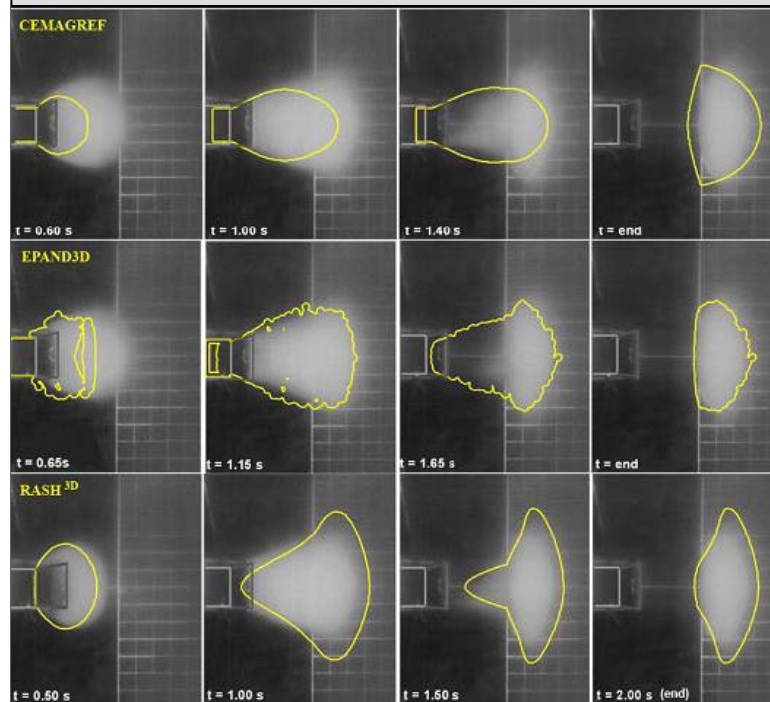


Calcul Poli. Torino

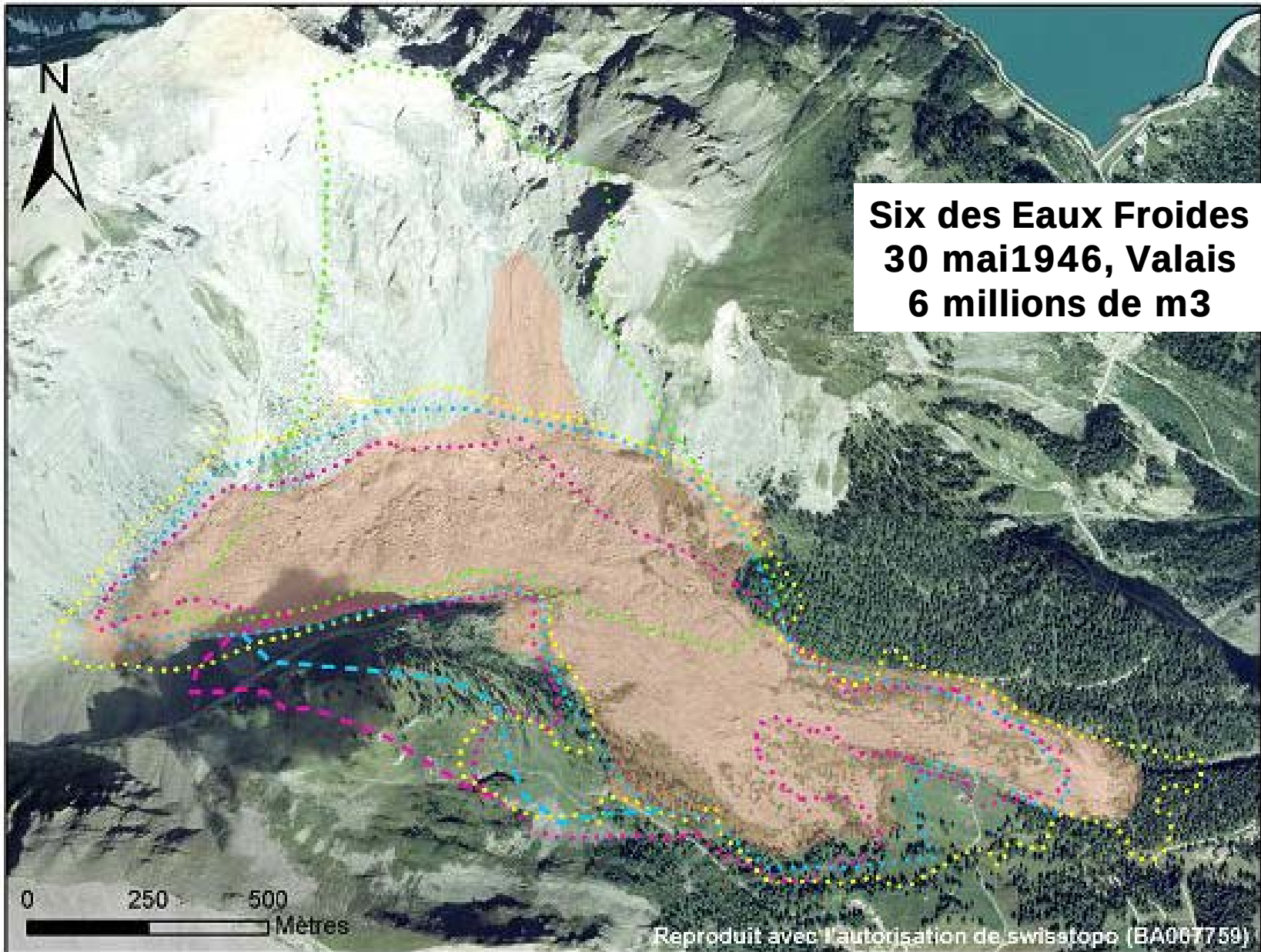


Calcul Cete Lyon

Dynamique : comparaison essai / calculs



**Six des Eaux Froides
30 mai 1946, Valais
6 millions de m³**



- | | | | |
|---|--|--|--|
|  Extension naturelle du dépôt |  Cemagref |  EPAN3D ext. finale |  RASH3D ext. finale |
| |  EBMAS |  EPAN3D ext. max. |  RASH3D ext. max. |