

# Travaux sur les déstabilisations de rempart de grand volume et leur impact

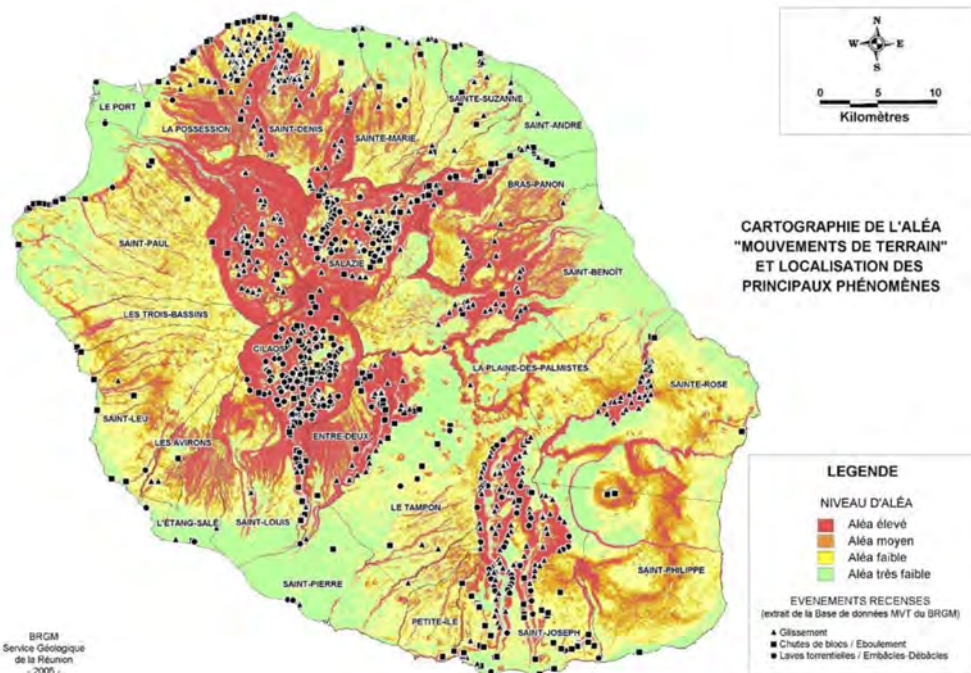
-

## L'effondrement du Bras de Mahavel en 1965



Laurent Michon (U. Réunion),  
Eric Gayer (IPGP), Antoine Lucas (IPGP)

## Aléa mouvement de terrain



Glissements lents

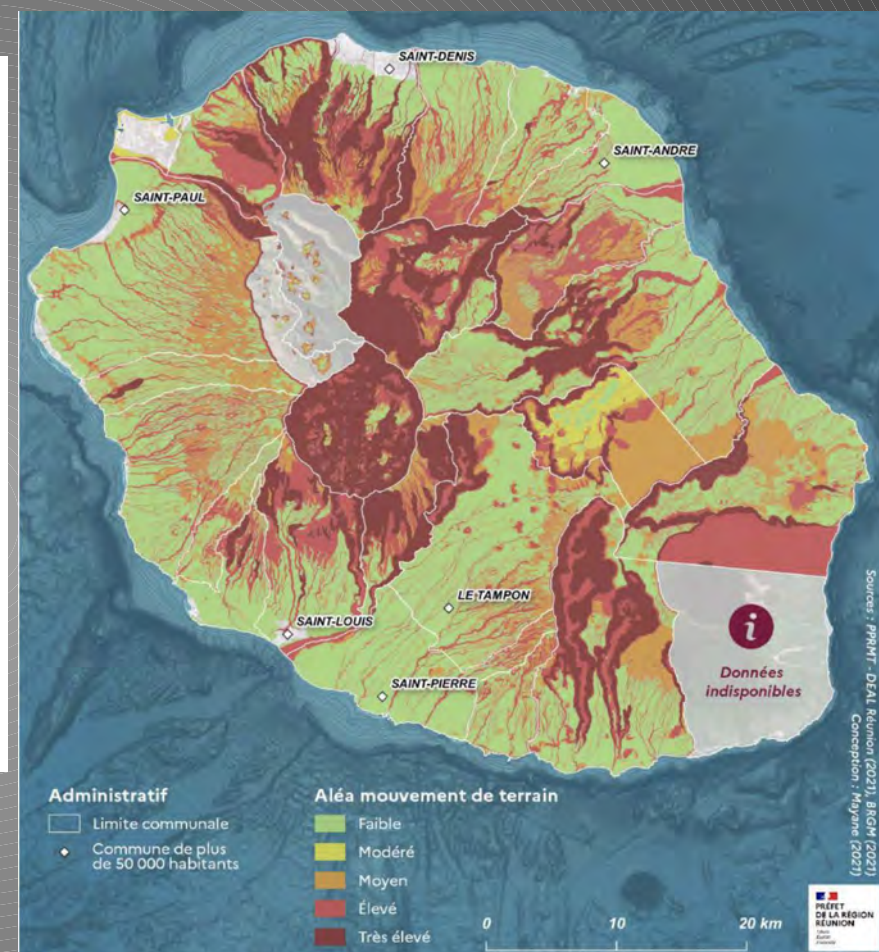


*MvTerre 1 et 2*  
*RenovRisk Erosion*

Glissements  
rapides



*Etudes  
ponctuelles*

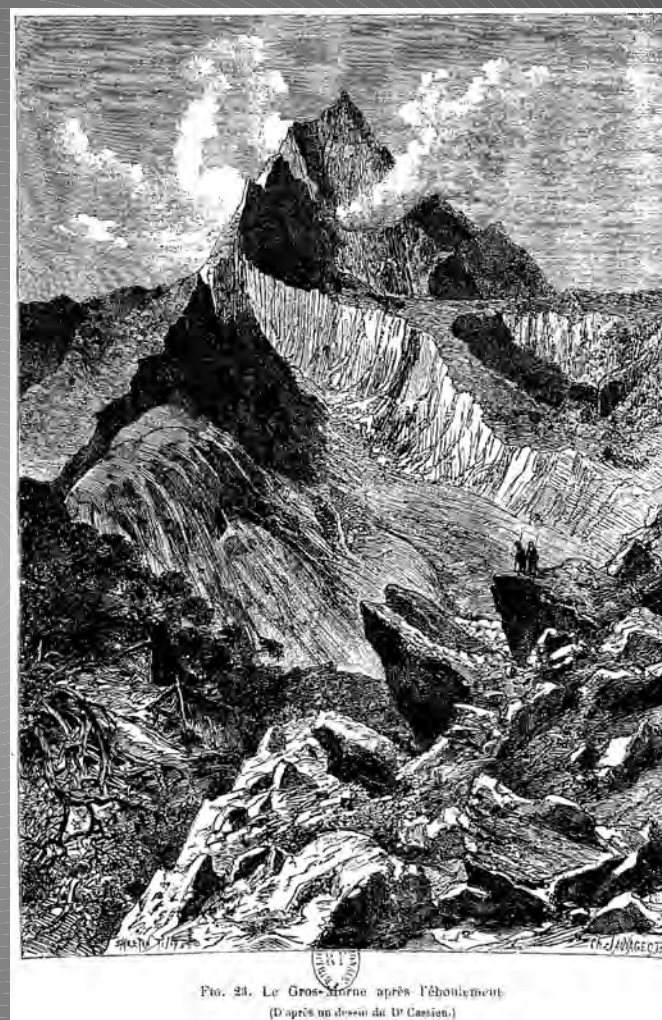


DDRM La Réunion 2021

Aléa le plus meurtrier



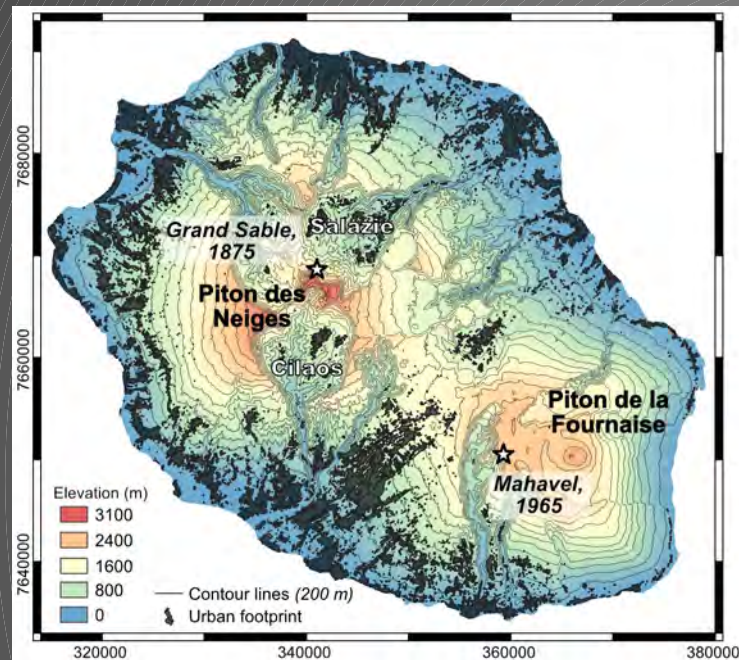
## 25 novembre 1875 (Grand Sable) : 62 morts



**Dynamique des effondrements  
de grand volume ?**

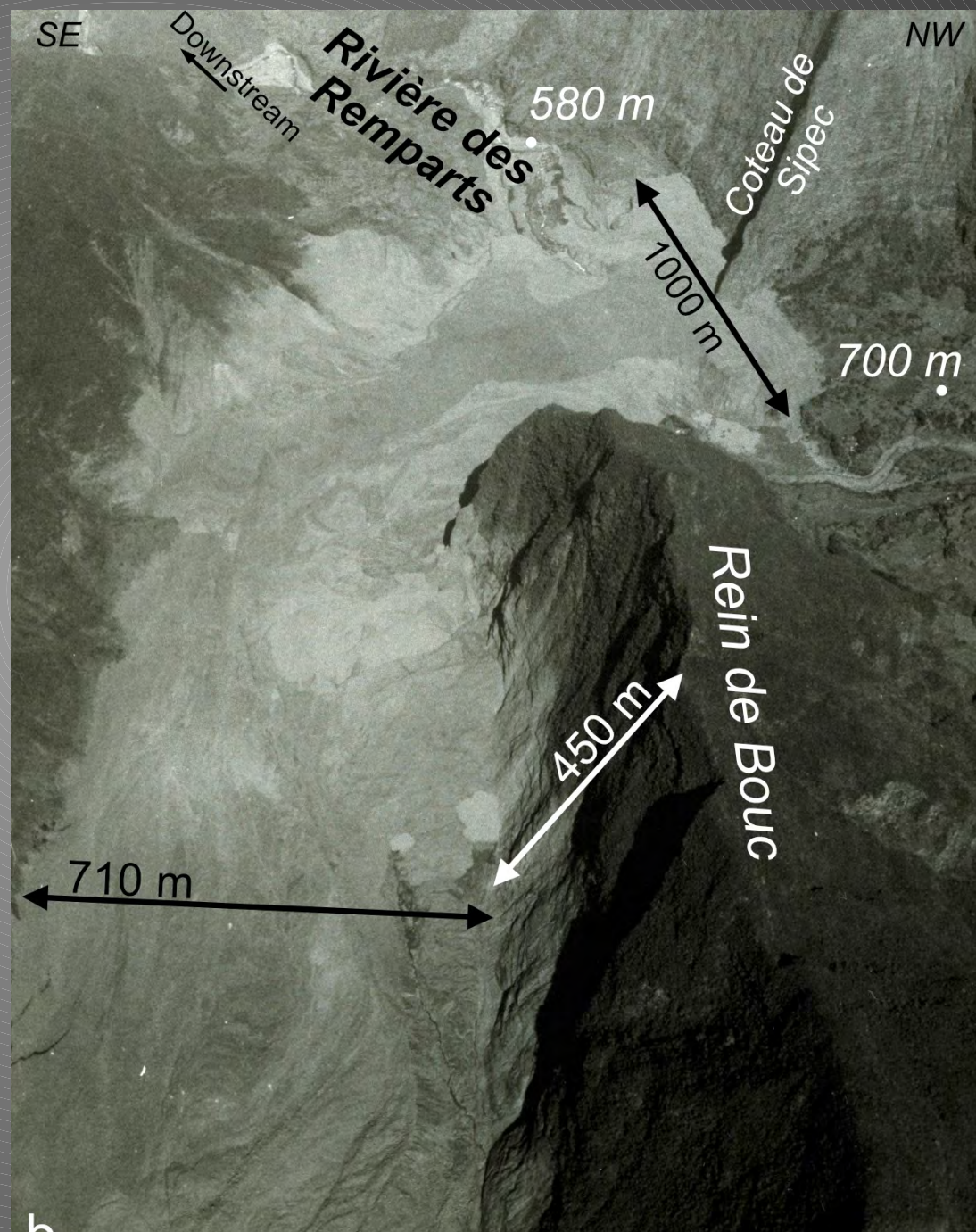


# Avalanche de Mahavel



6 mai 1965: effondrement de la falaise amont du Bras de Mahavel

- Dépôt entre 35 et 50 Mm<sup>3</sup>
- Coulée de boue





# Contexte géomorphologique



Photo: O. Merle

Rempart effondré  
formé par :

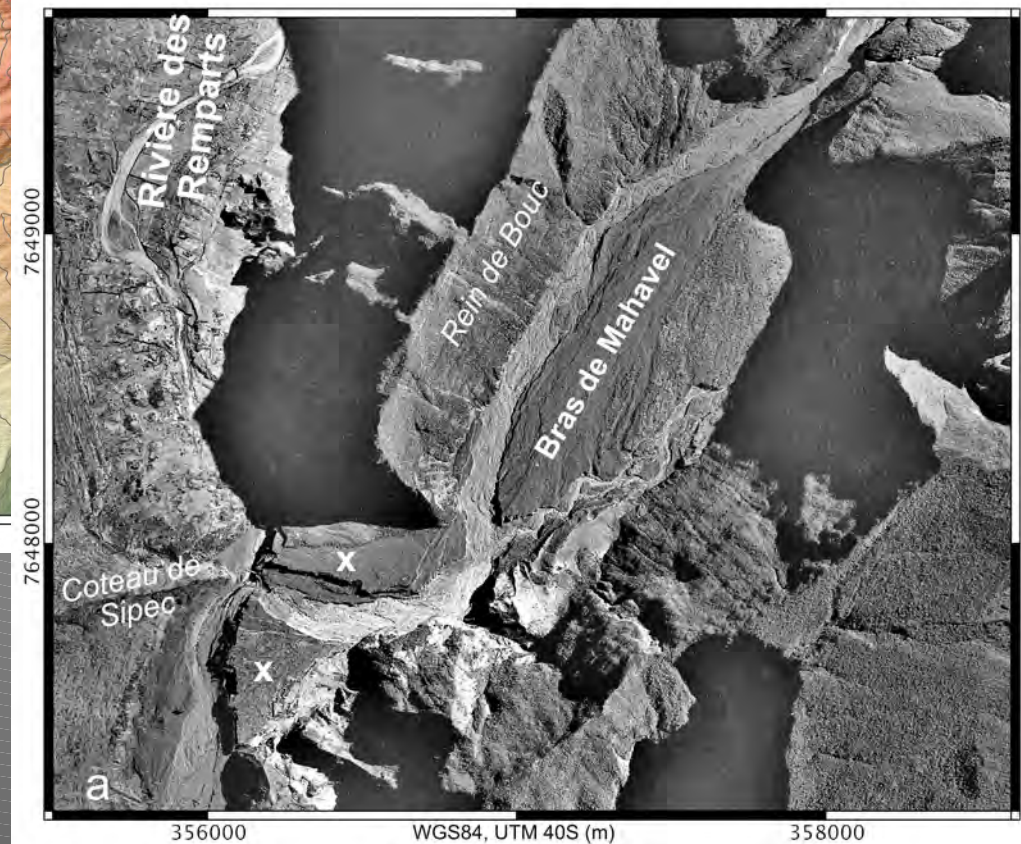
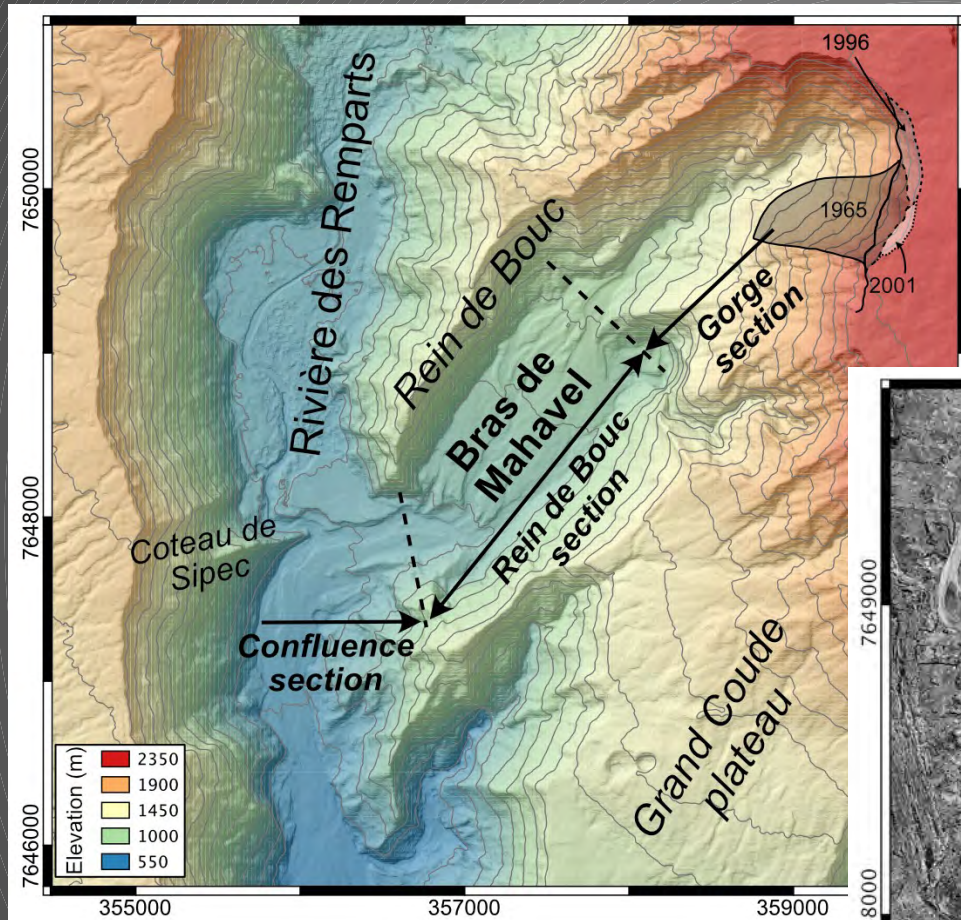
- Une pile de coulées de lave massives
- Des niveaux scoriasés inclinés de  $35^\circ$  vers l'aval.



# Contexte géomorphologique

Trois zones de morphologie contrastée:

- Gorge
- Rein de Bouc
- Confluence





## Données : 1- prises de vue aériennes de Jean Legros



2 survols espacés de quelques mois

Photo: Jean Legros



## Données : 1- prises de vue aériennes de Jean Legros

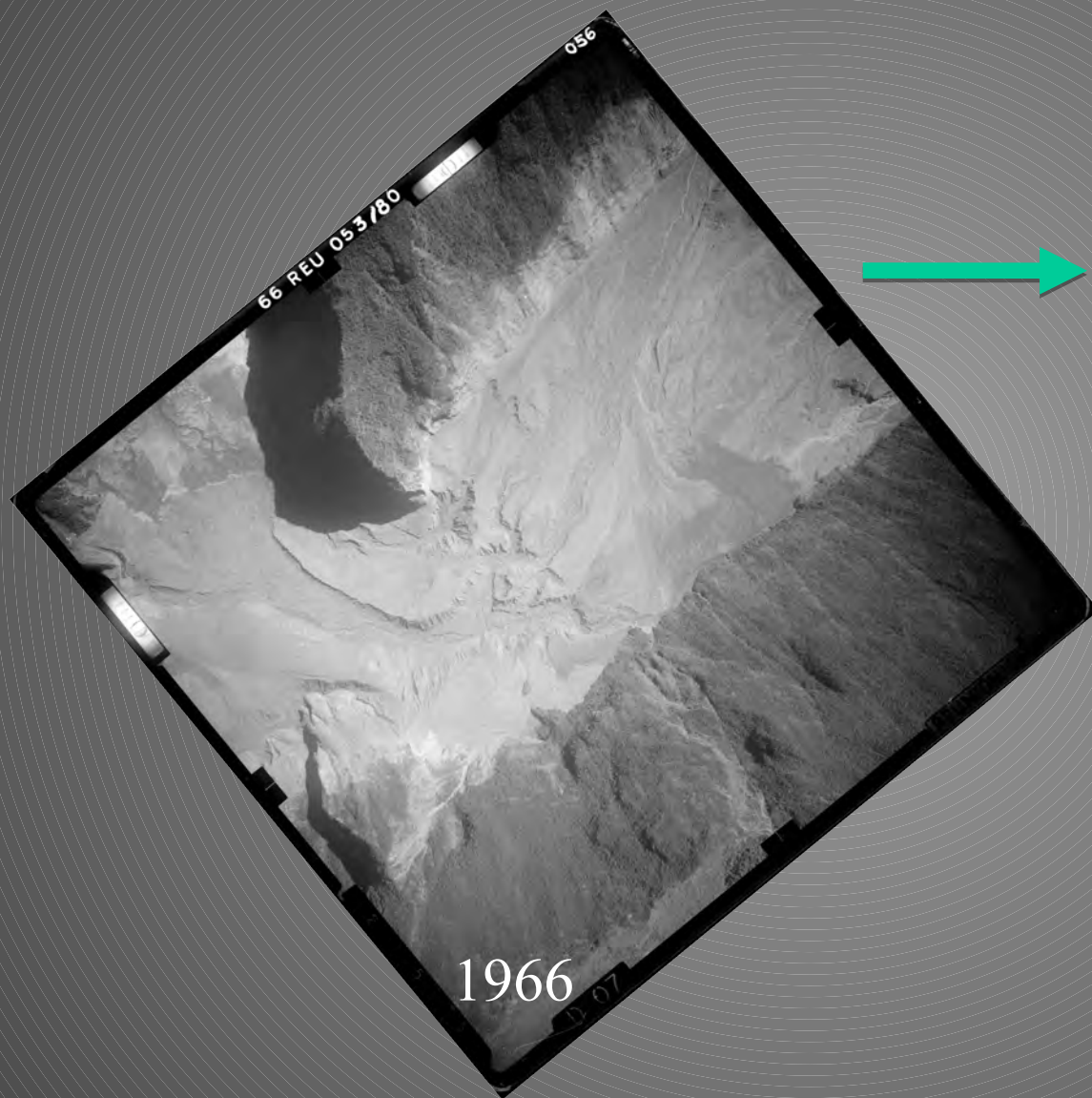


▷ **Chronologie des événements**

Photo: Jean Legros



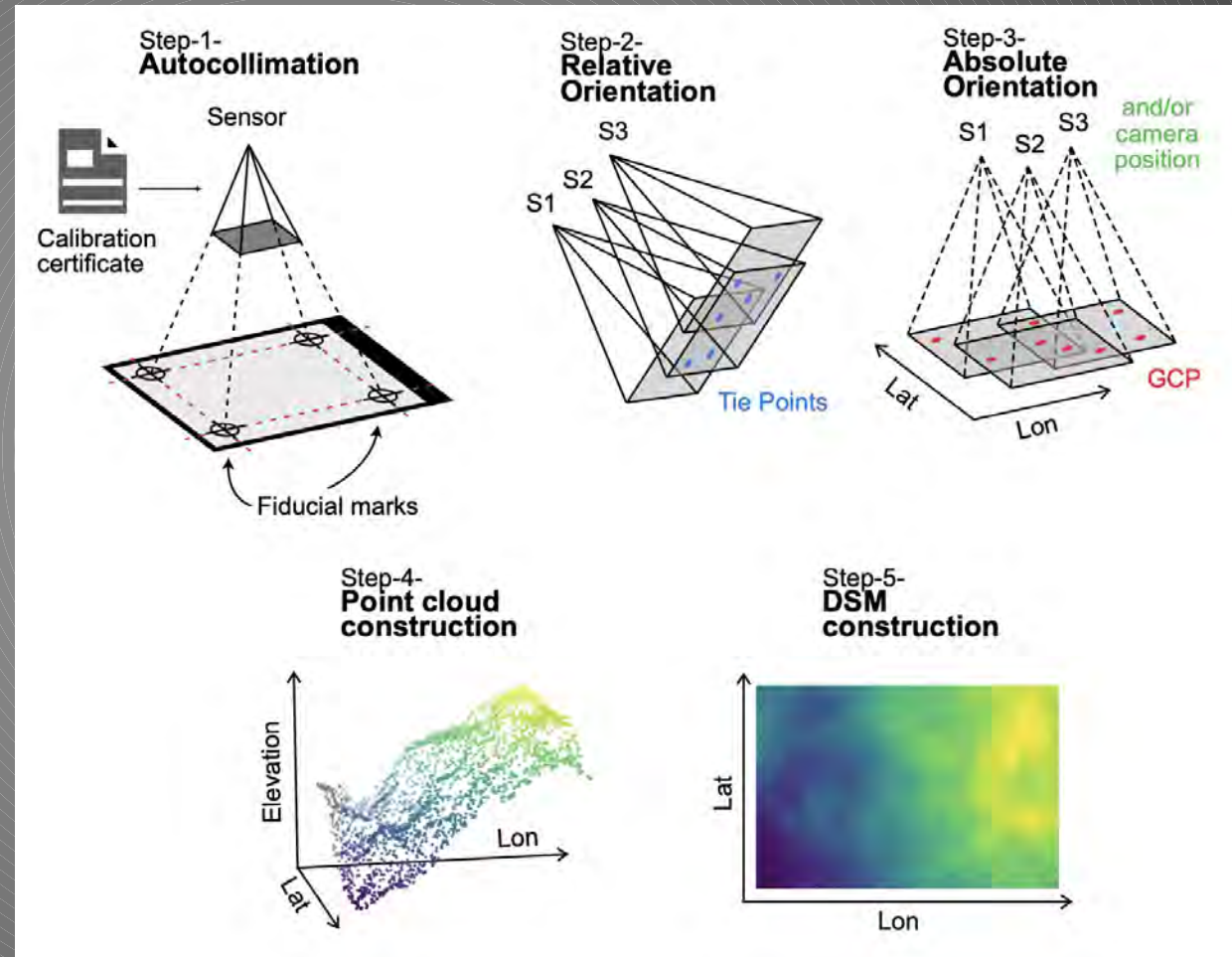
## Données : 2- Prises de vue aériennes l'IGN



Topographie avant  
(1961) et après (1966)  
l'avalanche de  
Mahavel

- ▷ Quantification des volumes arrachés et déposés
- ▷ Modélisation de l'avalanche

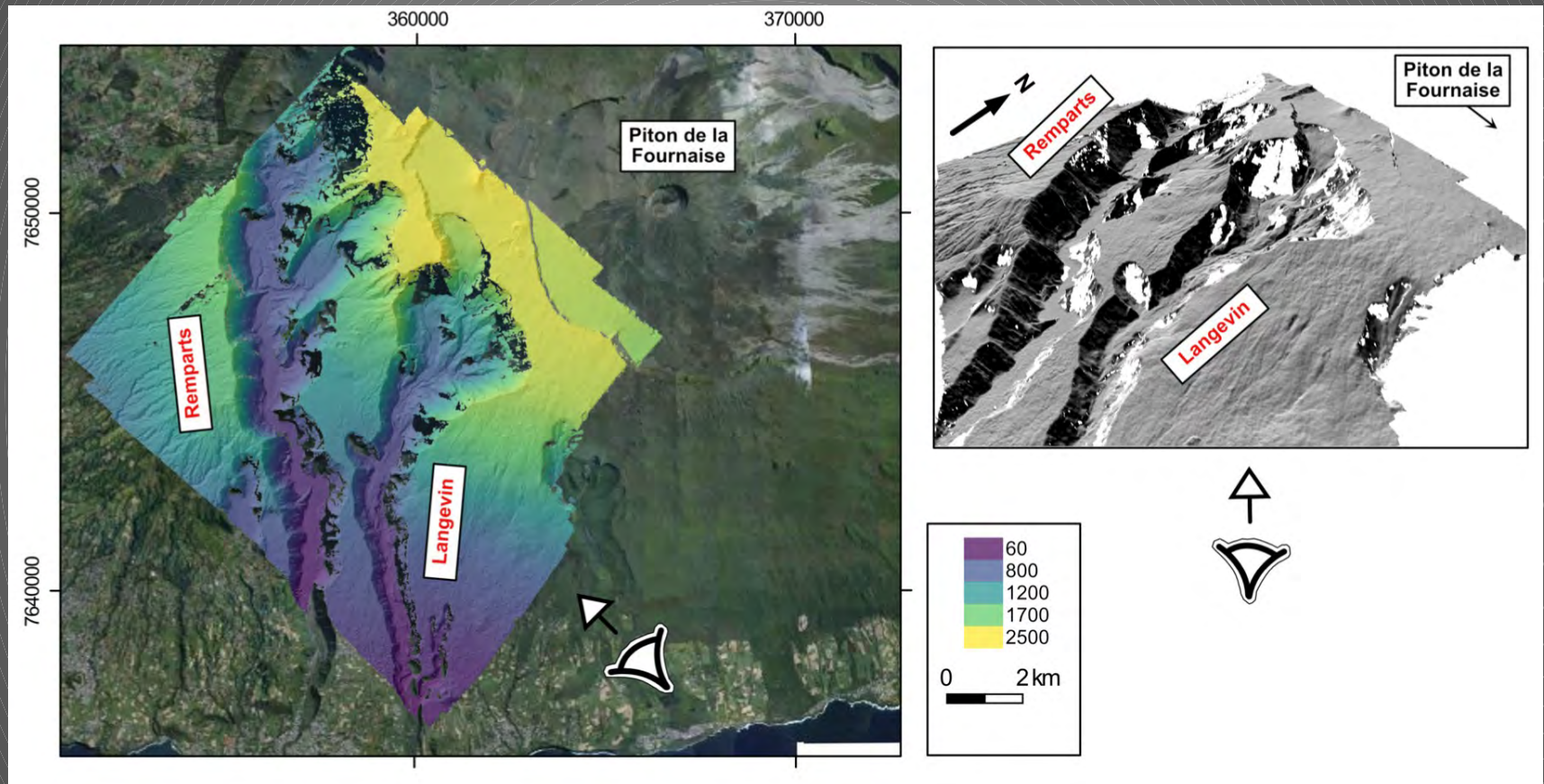
# Reconstitution de Modèles Numériques d'Elevation (MNE)



Lucas et Gayer (2022)



# Reconstitution de Modèles Numériques d'Elevation



Lucas et Gayer (2022)

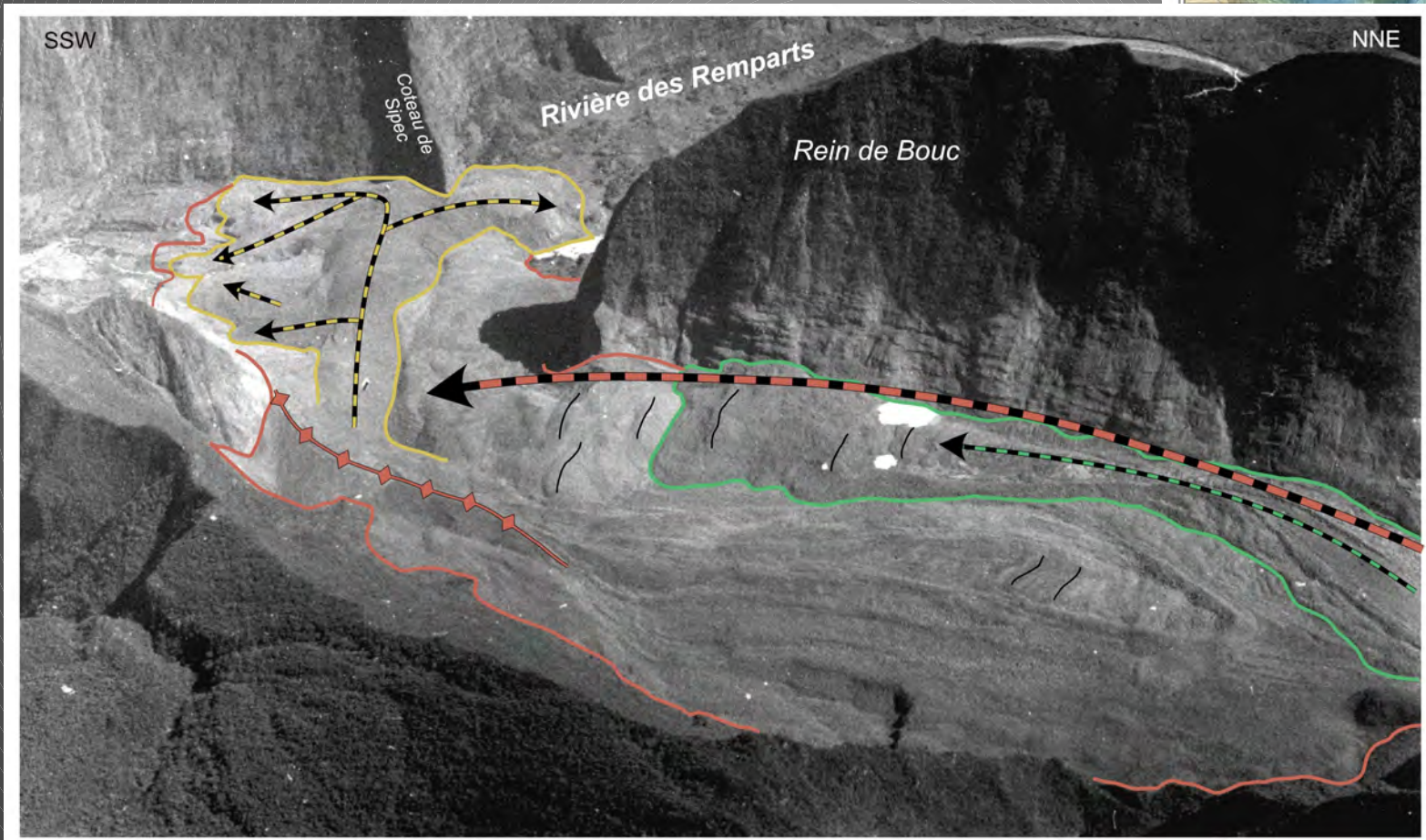
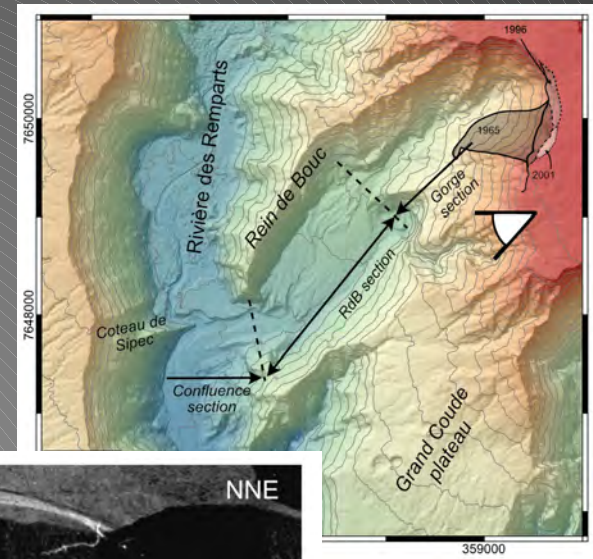
Quantification des changements d'altitude

➤ Volumes ET dynamique de transfert sédimentaire



# Géométrie du dépôt et unités d'écoulement

- Une unité d'avalanche principale et deux écoulement secondaires





# Géométrie du dépôt et unités d'écoulement

- Ecoulement lent après l'avalanche

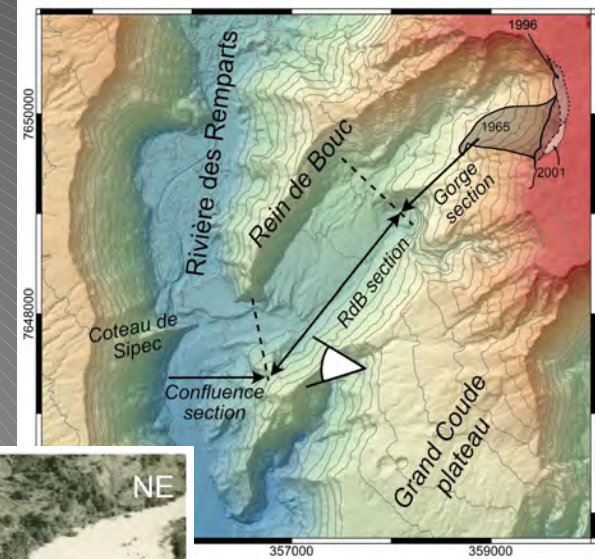
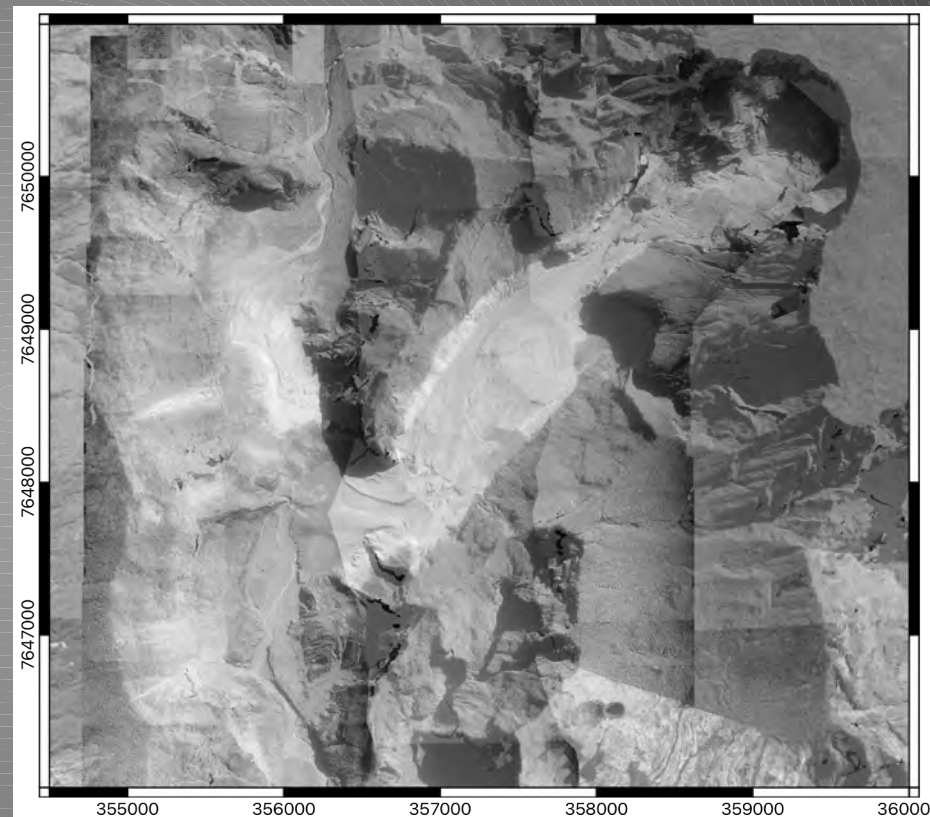
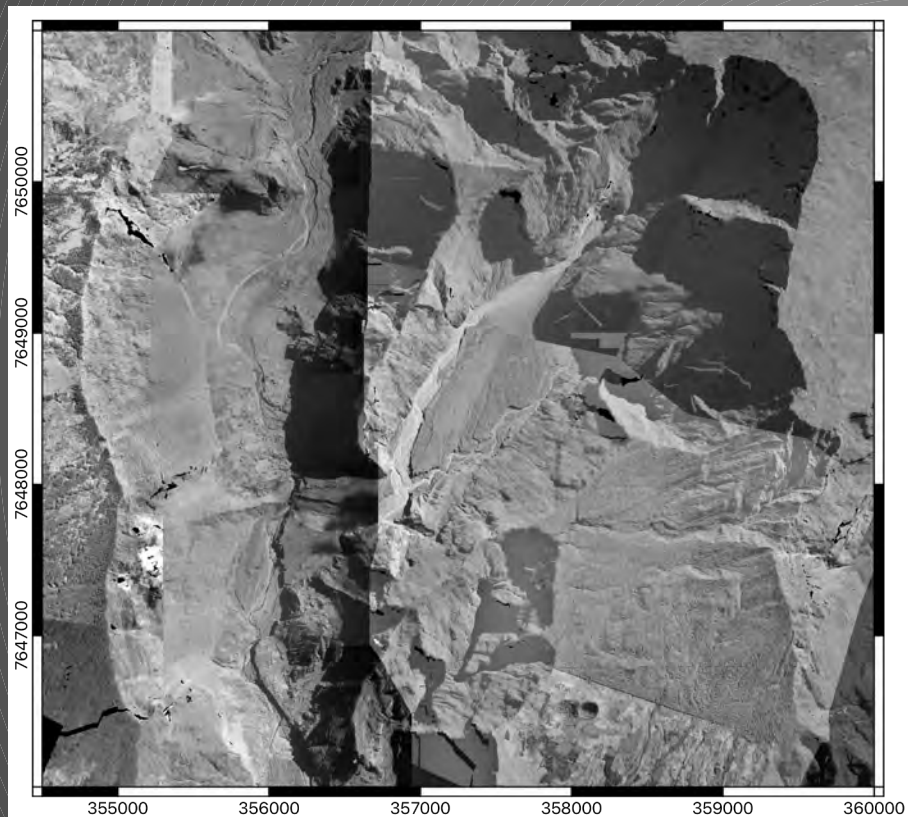


Photo: Jean Legros

# Quantification des volumes mis en jeu

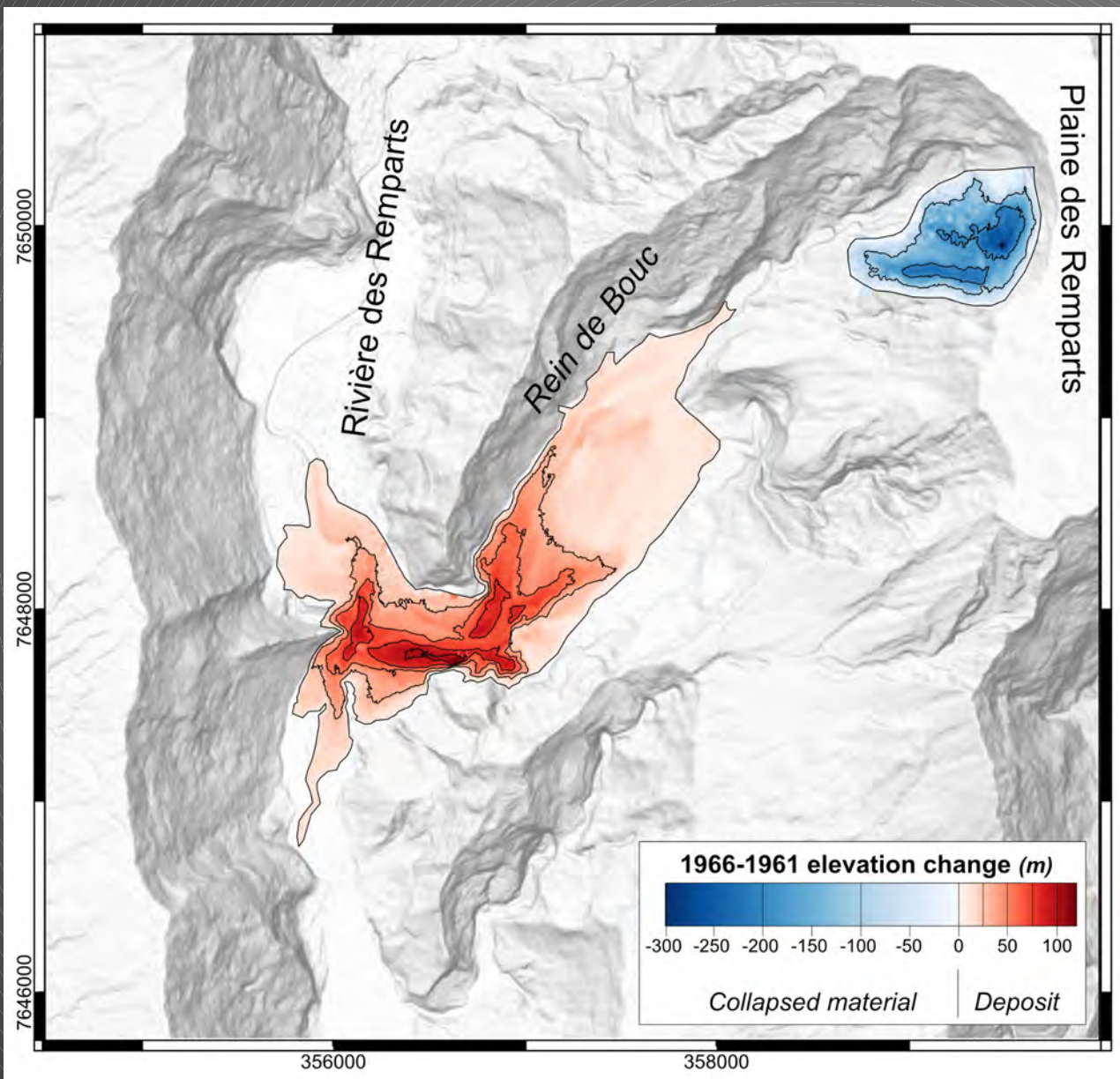
## Orthoimages et MNE



➤ Différence de MNE



# Quantification des volumes mis en jeu



➤ Jusqu'à 300 m de perdu lors de l'effondrement

$$V_{\text{eff}} = 59.7 \pm 1.6 \text{ Mm}^3$$

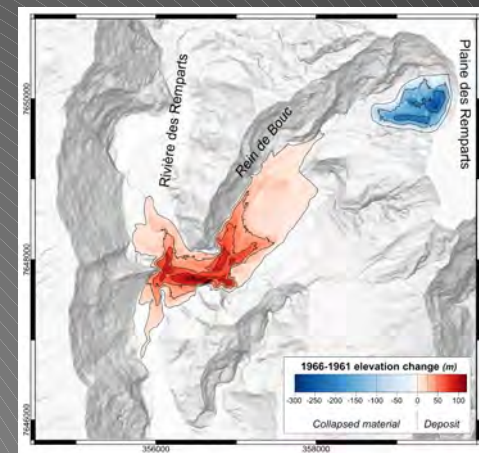
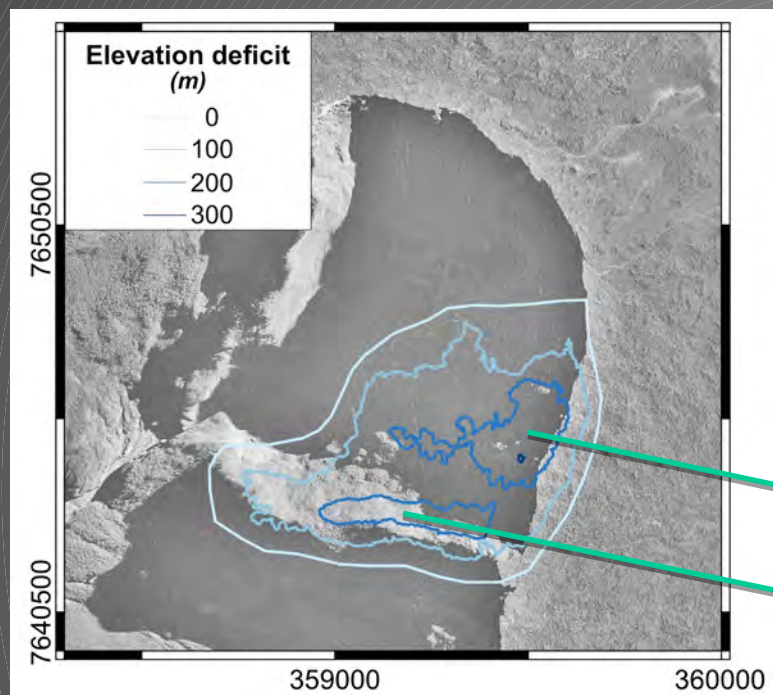
➤ Dépôt max >100 m d'épaisseur

$$V_{\text{dep}} = 46 \pm 6.5 \text{ Mm}^3$$

Déficit de volume  
de 14 Mm<sup>3</sup>



# Quantification des volumes mis en jeu



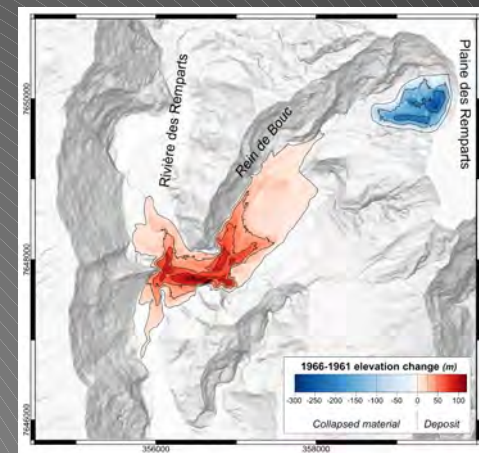
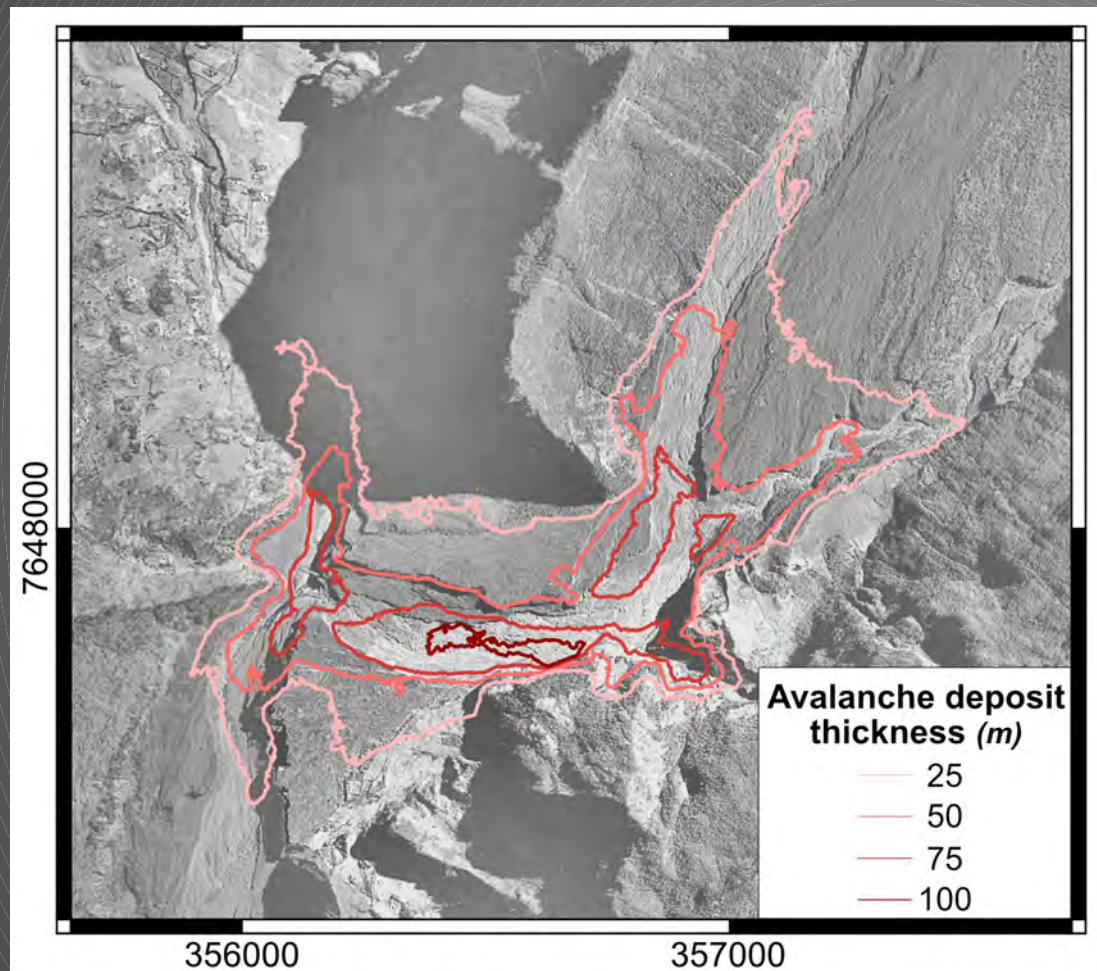
Volume important de roches scoriacées: vésicularité d'environ 35-45%

➤ Déficit de volume dû à la destruction des vésicules





# Quantification des volumes mis en jeu

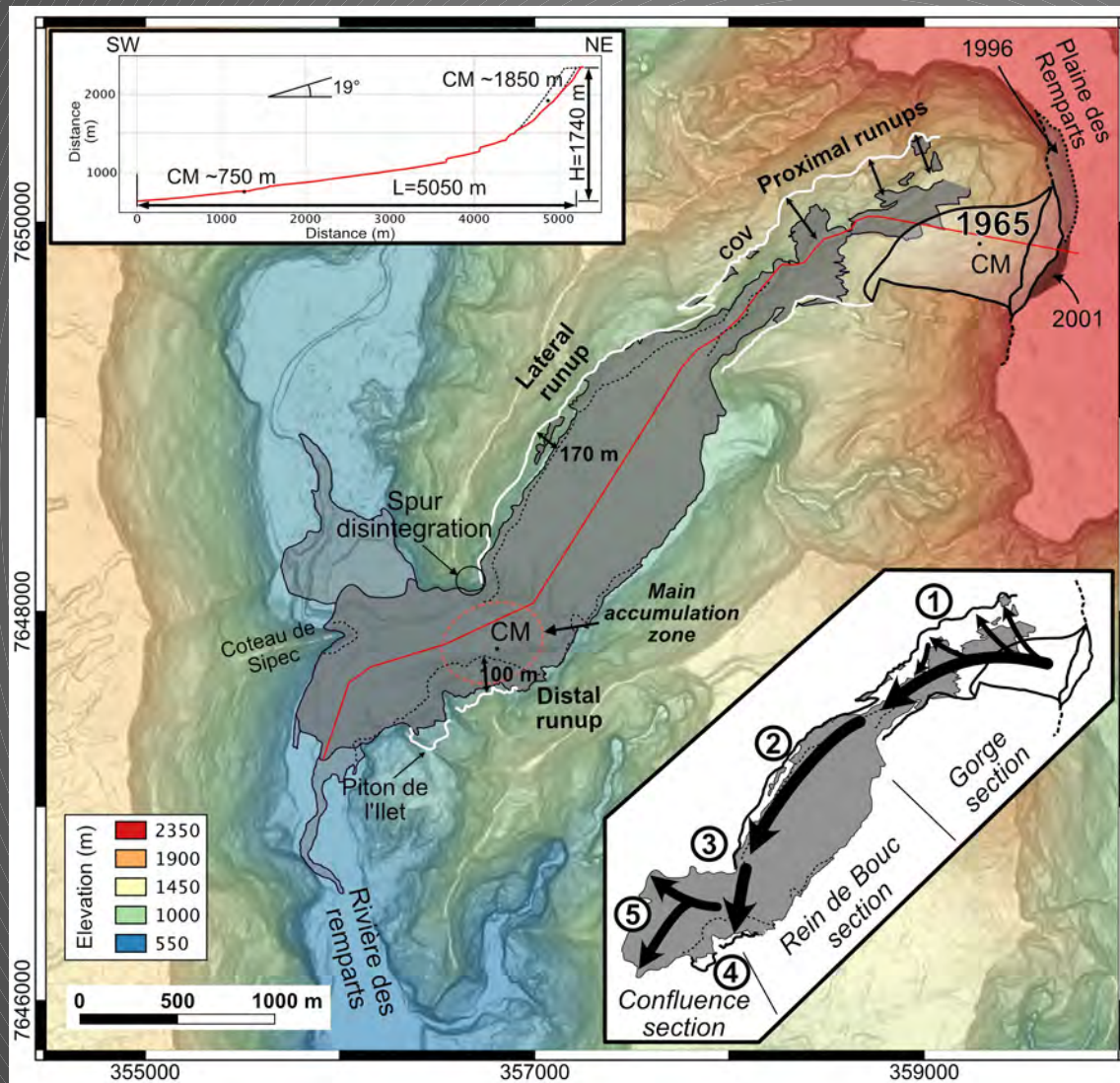


➤ Contrôle important des paléotopographies dans la répartition finale du dépôt





# Dynamique de l'avalanche de Mahavel



Ecoulement sur 5 km

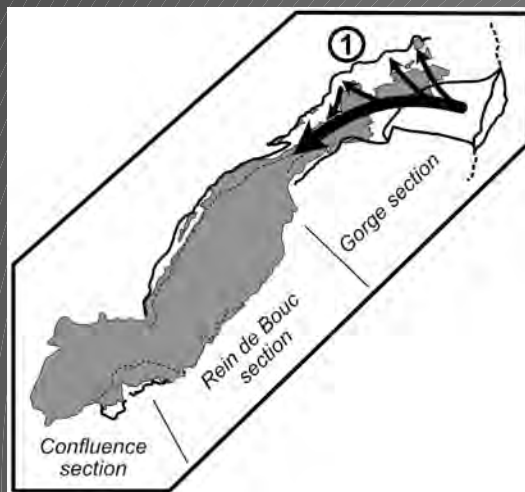
Remontée de l'avalanche sur les remparts

➤ Succession de 5 stades



# Dynamique de l'avalanche de Mahavel

Photo: Jean Legros

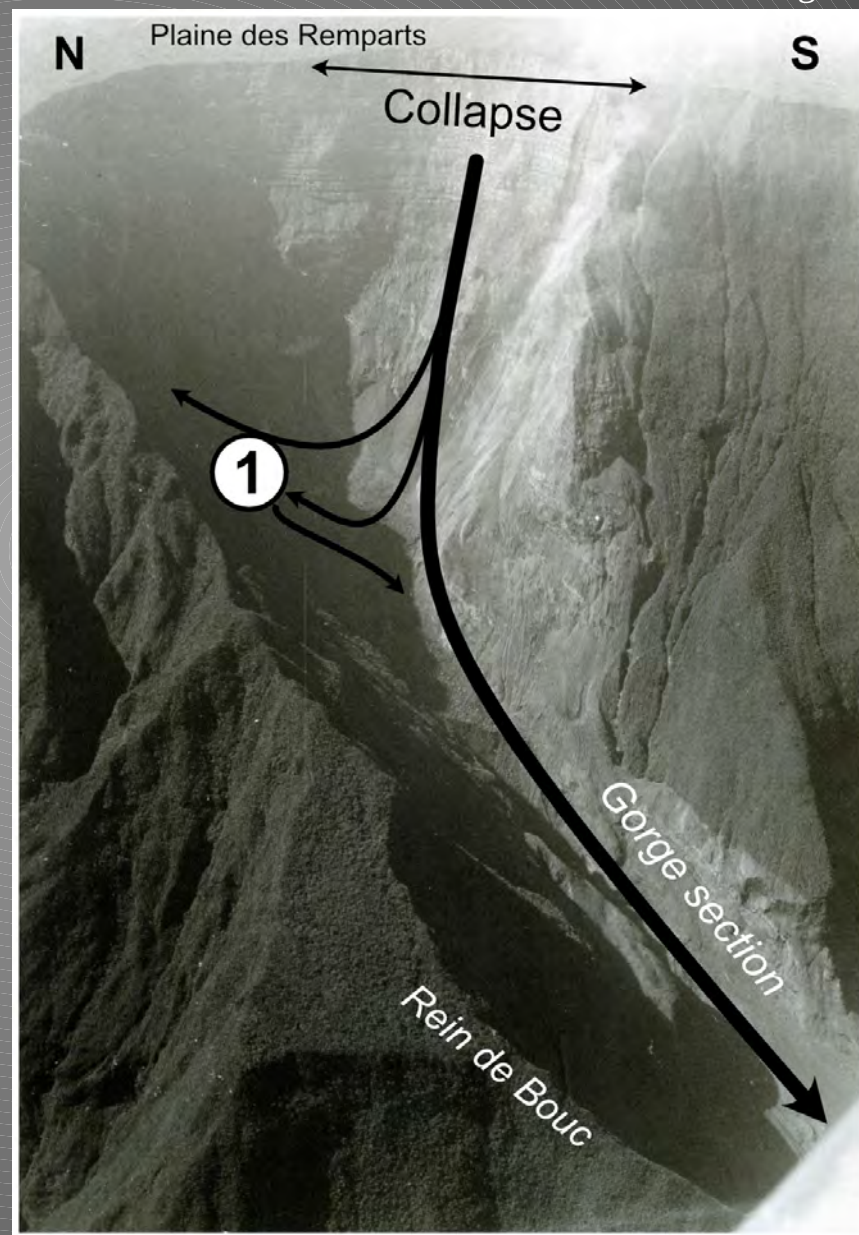


1- Effondrement et remontée  
sur le rempart opposé sur 300  
à 380 m

$$V_1 = 77-86 \text{ m/s}$$

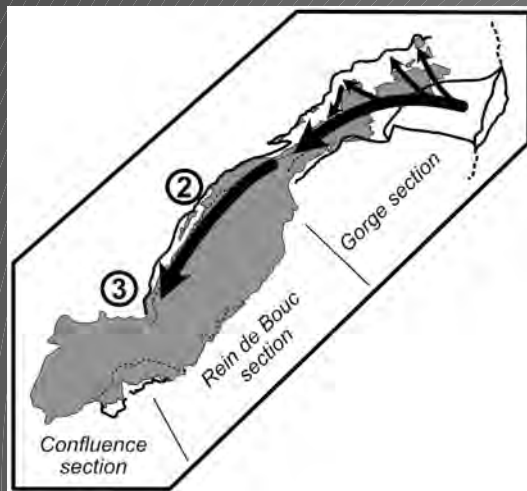
Soit

$$V_1 = 280-310 \text{ km/h}$$

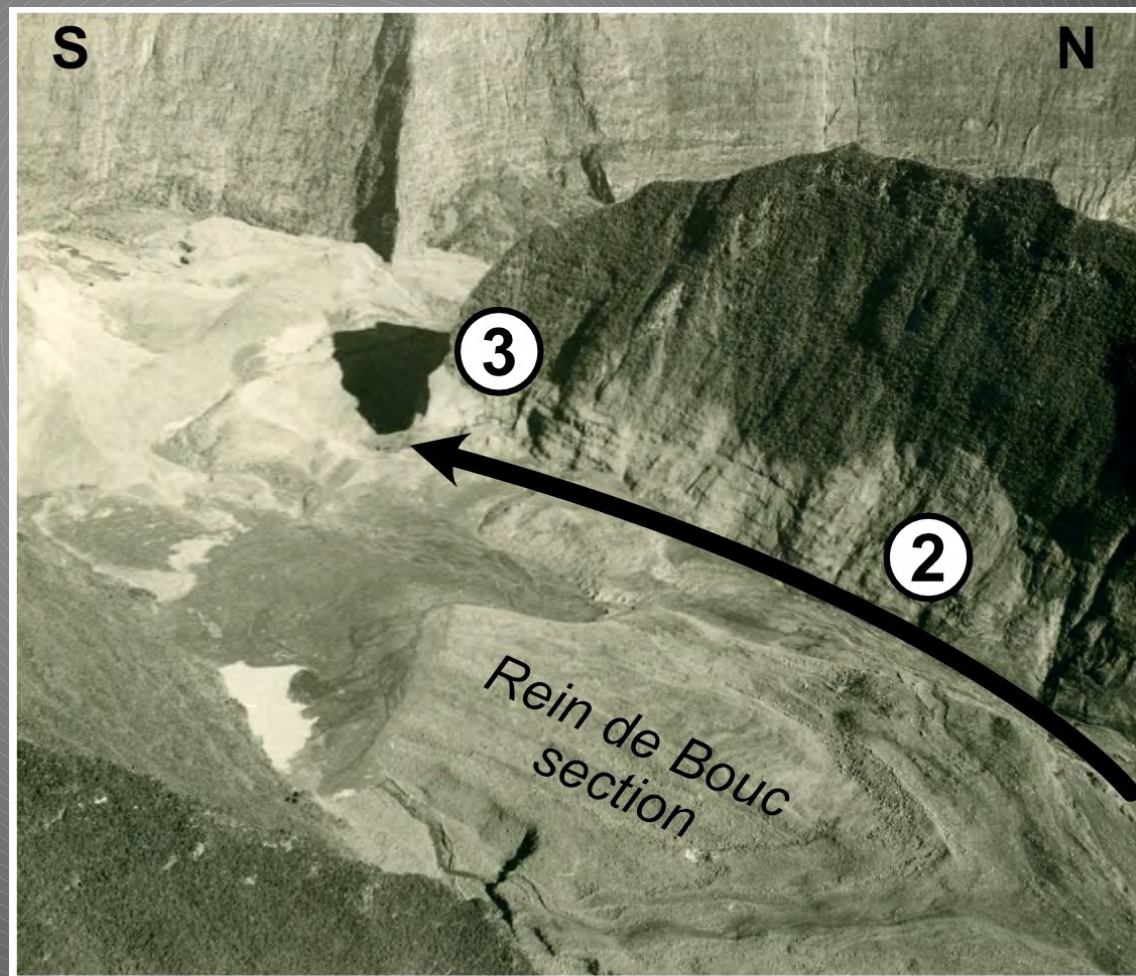




# Dynamique de l'avalanche de Mahavel



2- Remontée latérale de l'avalanche sur le rempart du Rein de Bouc de 130 m



$$V_2 = 68 \text{ m/s}$$

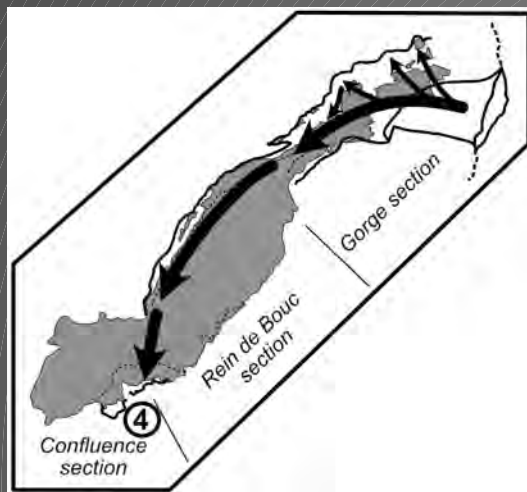
Soit

$$V_2 = 246 \text{ km/h}$$

3- Destruction de l'éperon du Rein de Bouc

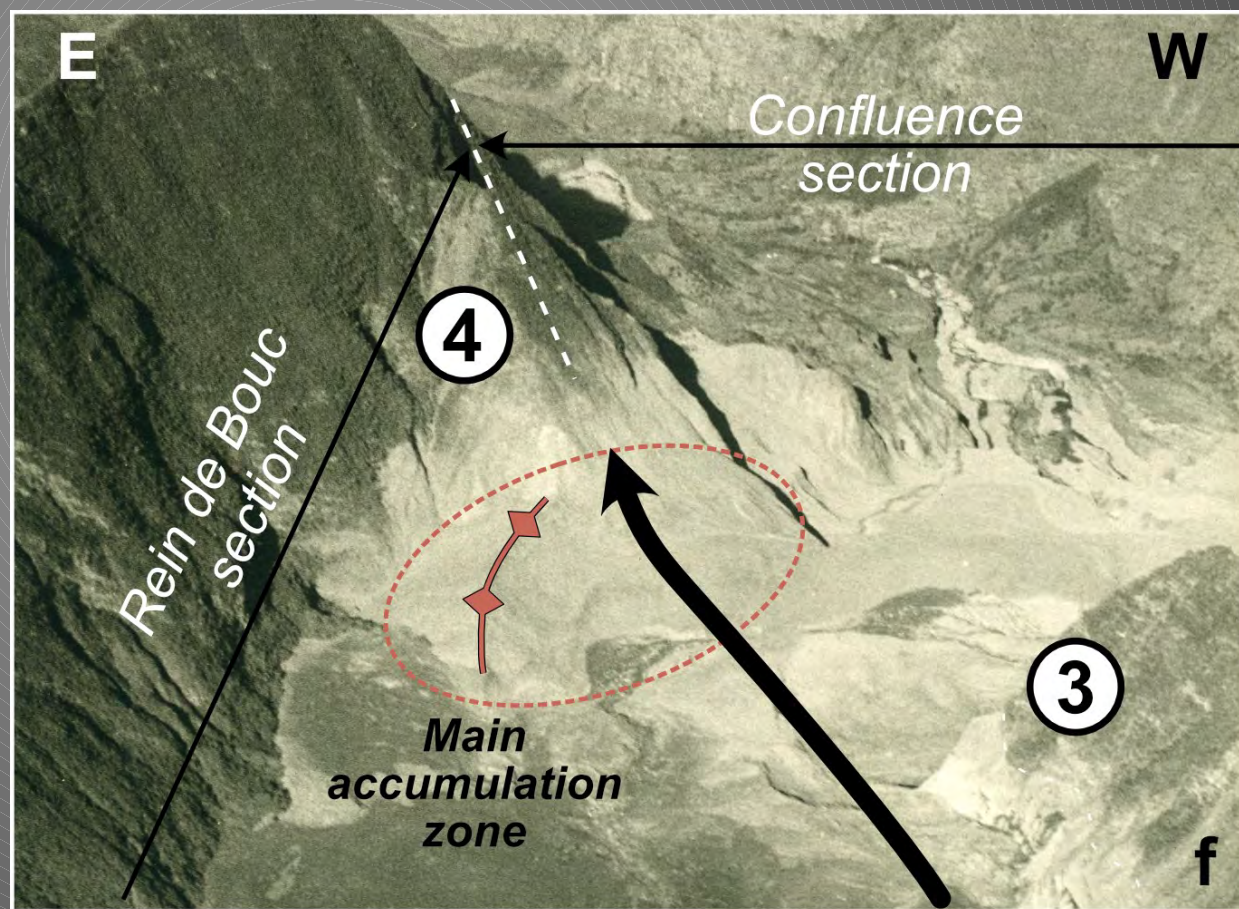


# Dynamique de l'avalanche de Mahavel



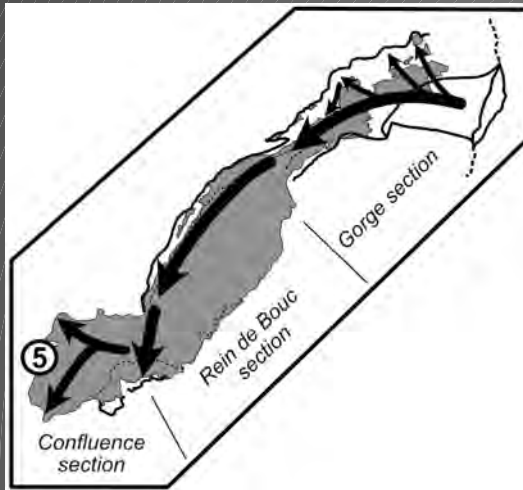
4- Collision dans le rempart sud du Bras de Mahavel et remontée sur 100 m

$V_3 = 44 \text{ m/s}$   
Soit  
 $V_3 = 160 \text{ km/h}$





# Dynamique de l'avalanche de Mahavel



## 5- Ecoulement lent dans la Rivière des Rempart

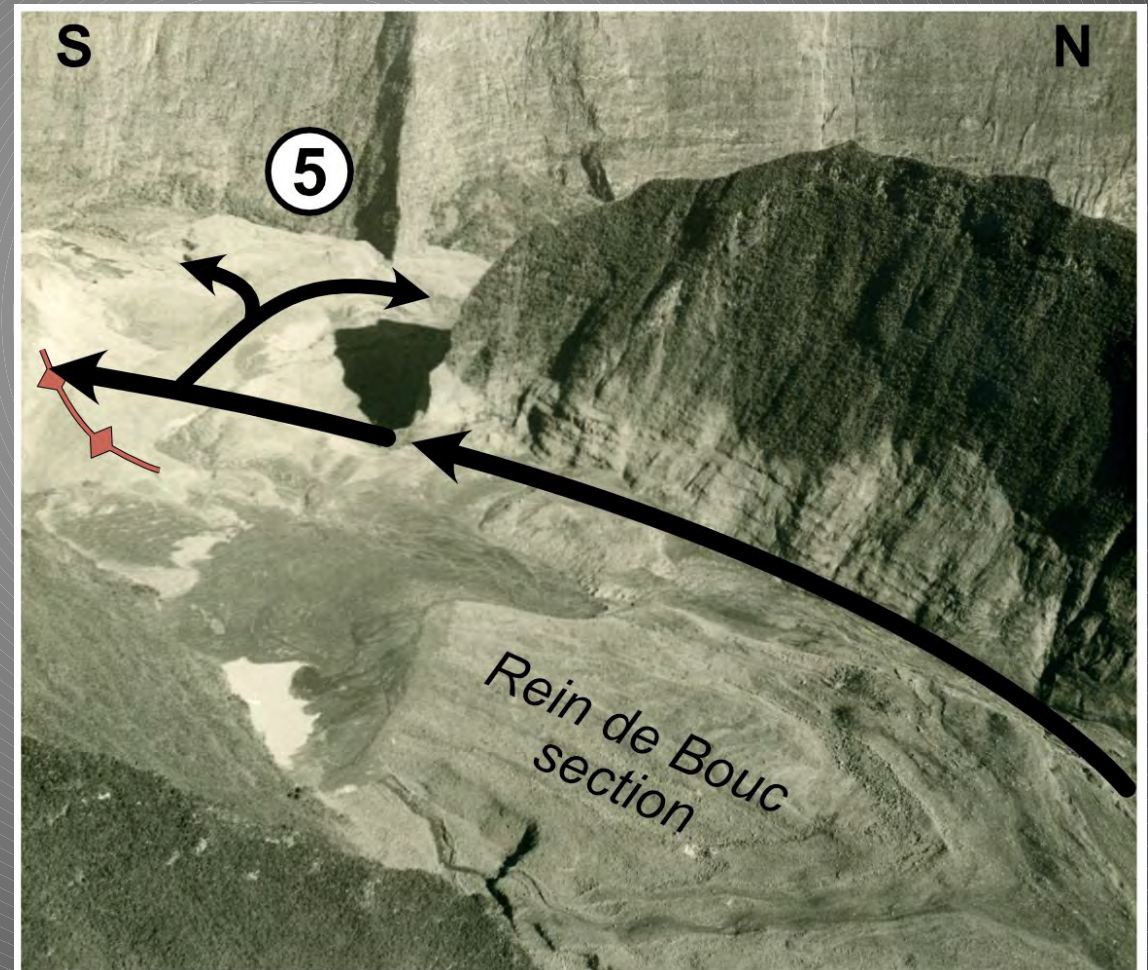
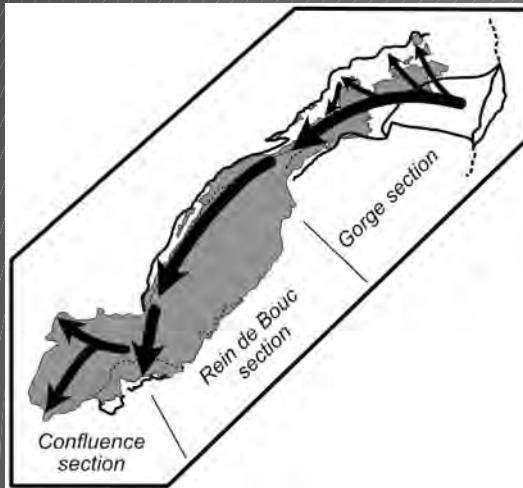


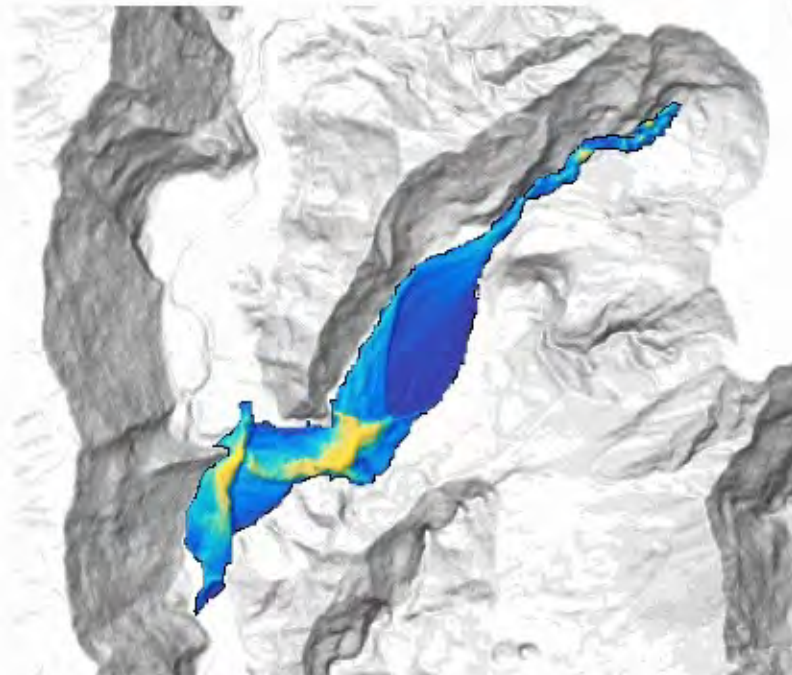
Photo: Jean Legros



# Dynamique de l'avalanche de Mahavel



Simulation de l'avalanche avec le modèle SHALTOP



Durée totale de mise en place : 2 minutes

➤  $V_{\text{moy}} = 150 \text{ km/h}$



# Remobilisation et transfert du dépôt

Remobilisation rapide du dépôt

Comblement du lac amont

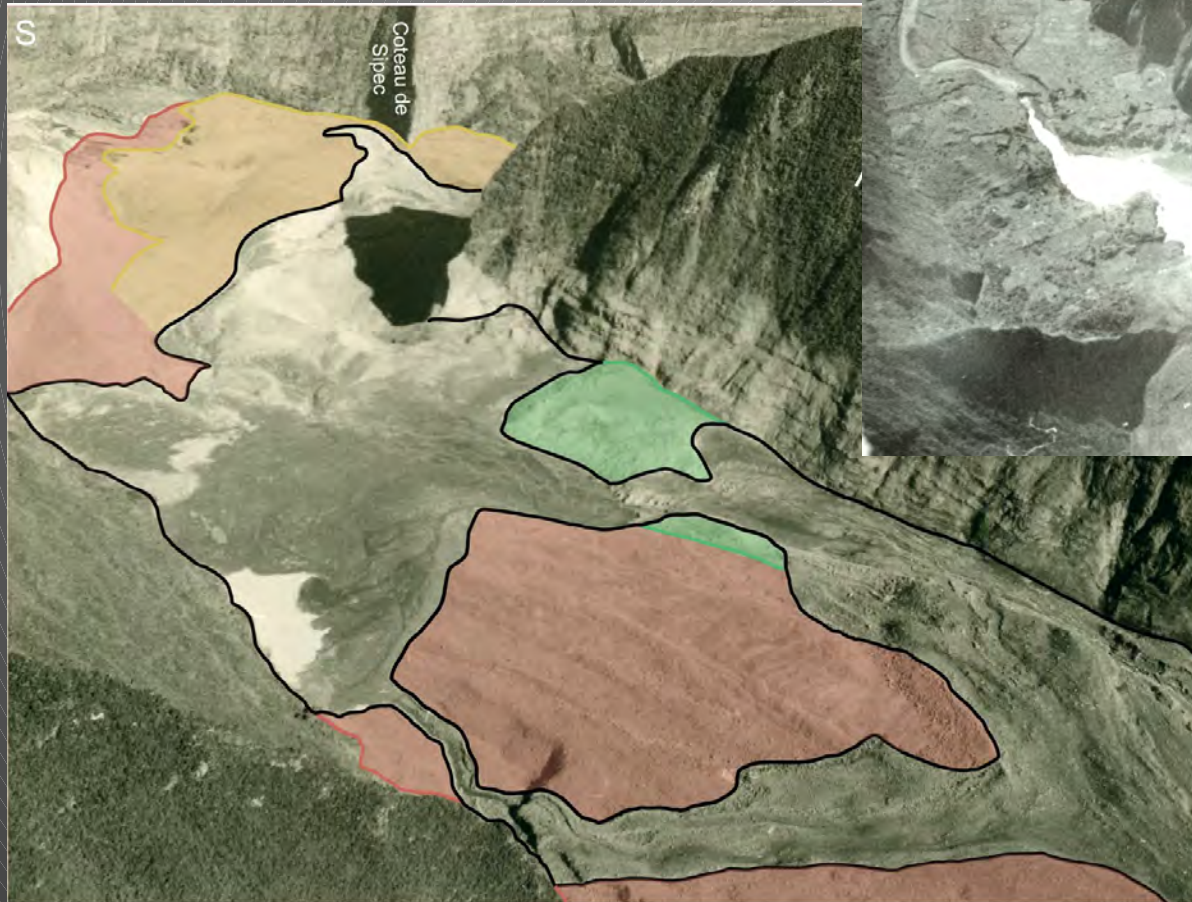


Photo: Jean Legros

Photo: Jean Legros



# Remobilisation et transfert du dépôt

Remobilisation sous forme de coulées de débris

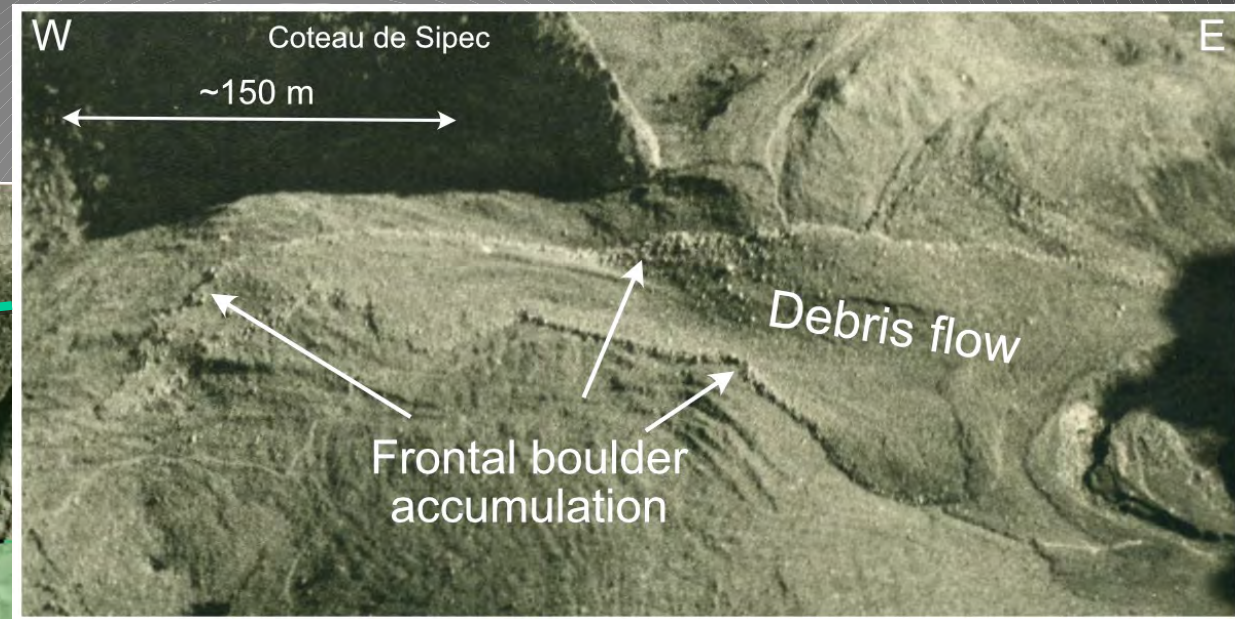
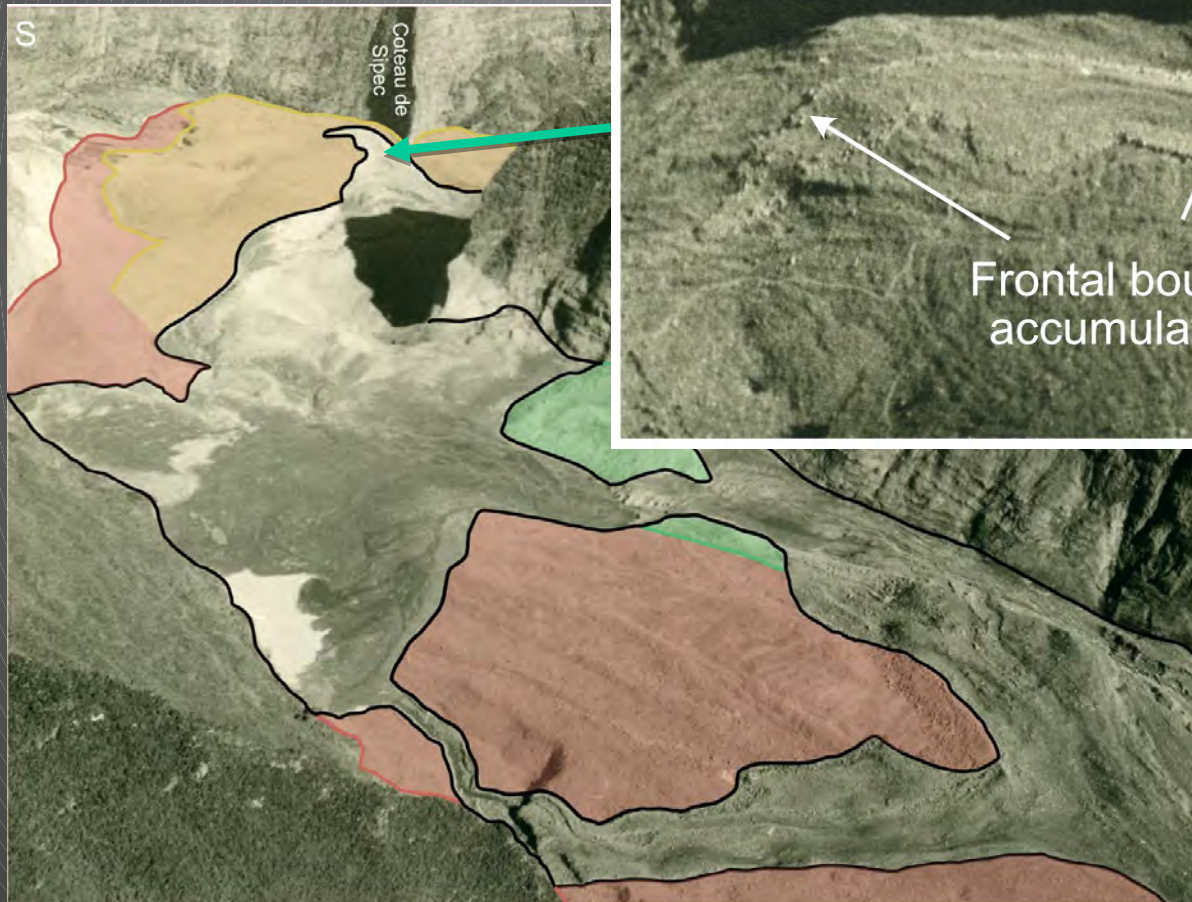


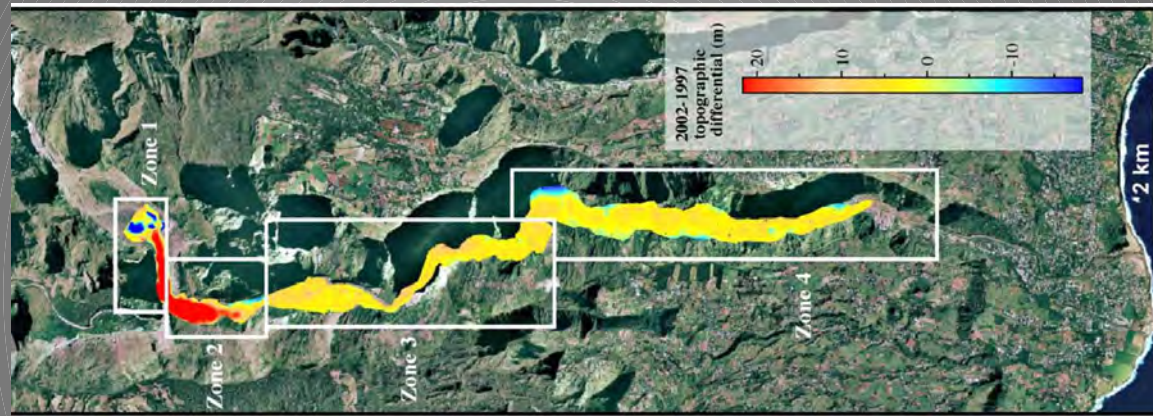
Photo: Jean Legros

Photo: Jean Legros



# Remobilisation et transfert du dépôt

Transfert entre 1997 et 2002

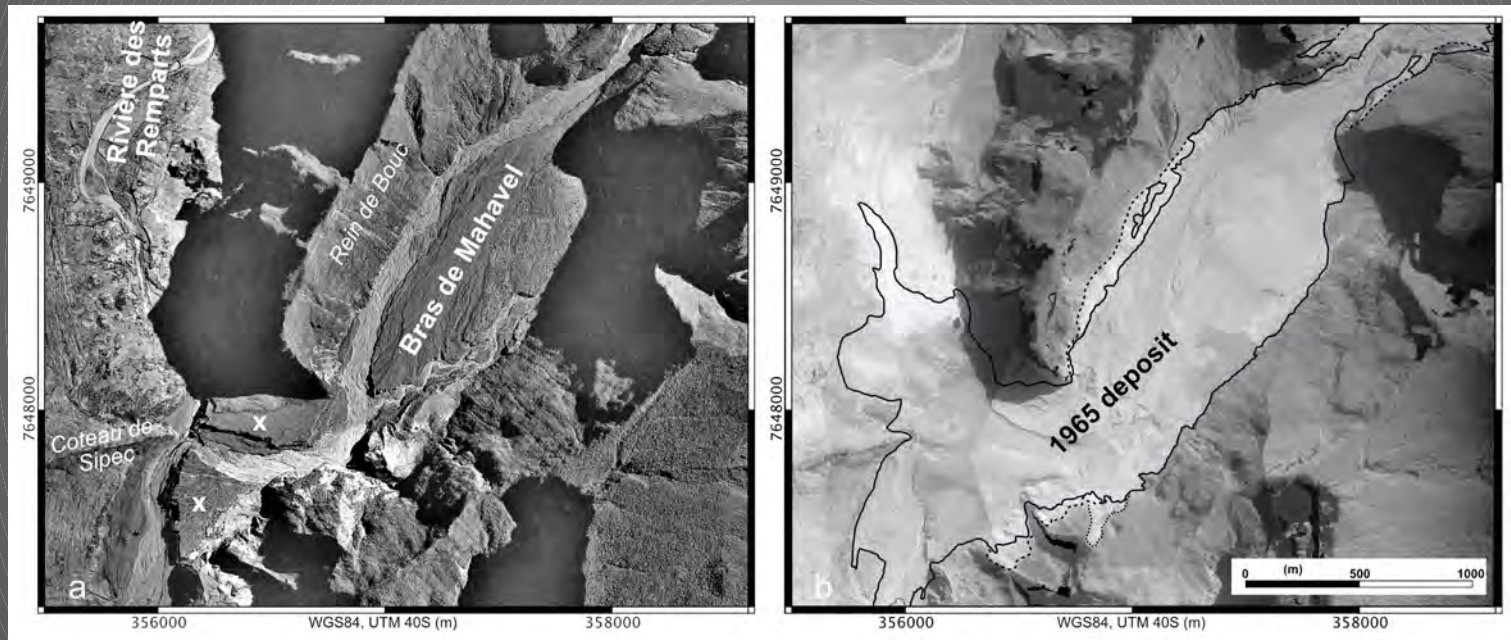


Garcin et al. (2005)



# Remobilisation et transfert du dépôt

Cartographie et quantification du transfert sédimentaire grâce aux MNE (1950, 1961, 1966, 1978, 1984, 1989, 1997, 2003, 2011)

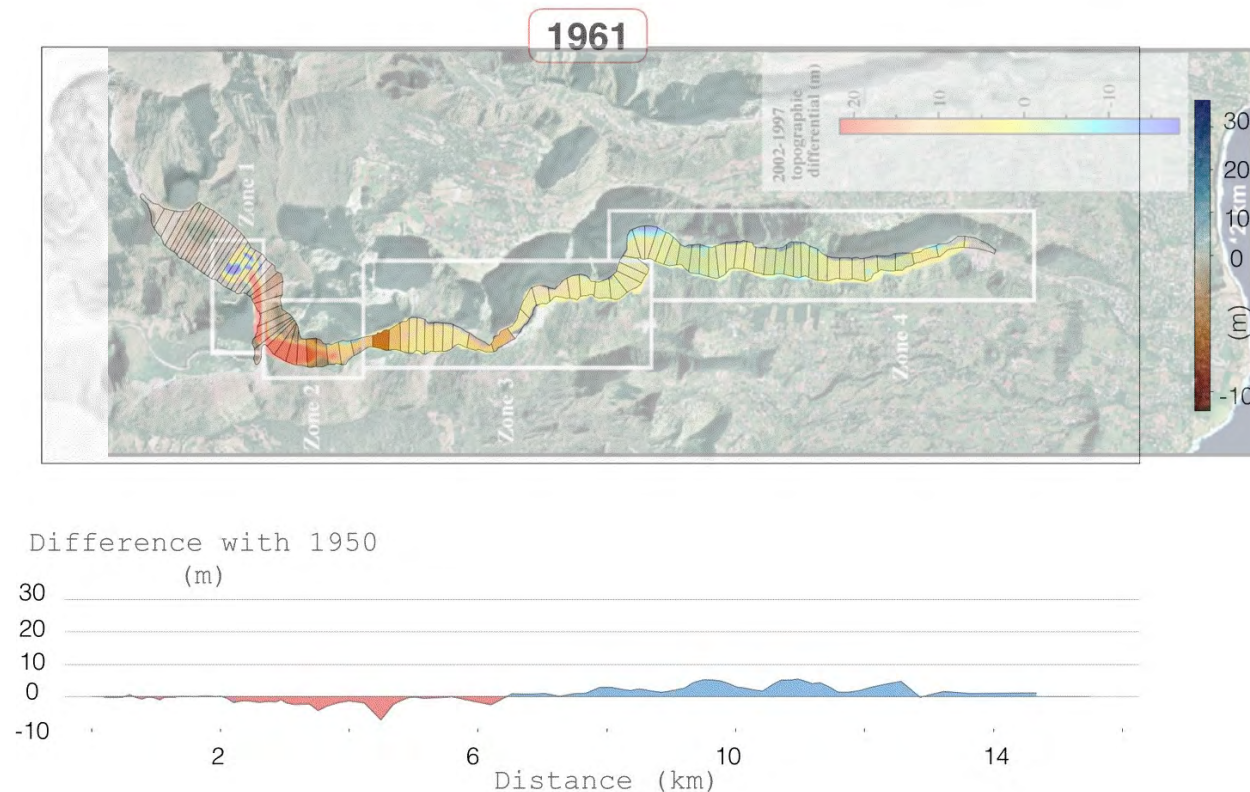




# Remobilisation et transfert du dépôt

## Segmentation de la vallée en iso-surfaces

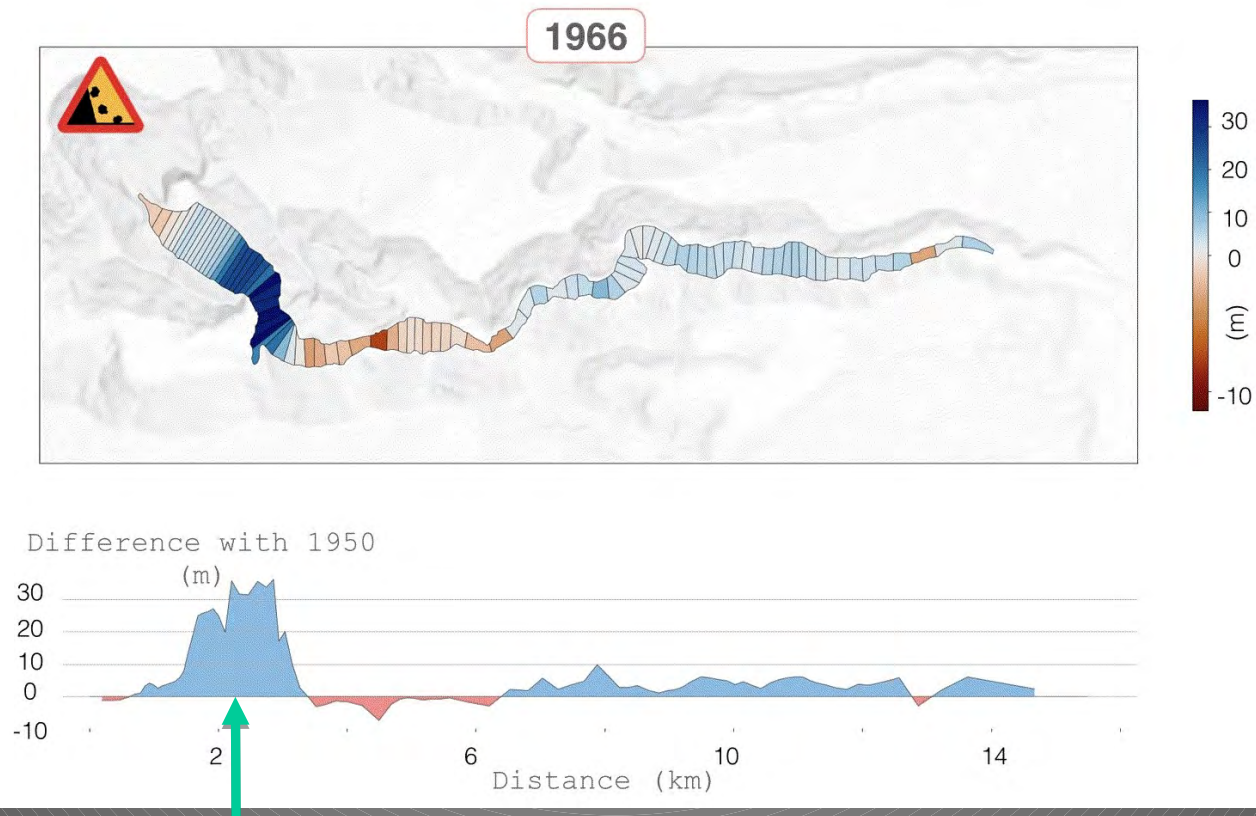
Variation d'altitude moyenne de chaque aire par rapport à 1950



Gayer et al., in prep.



# Remobilisation et transfert du dépôt

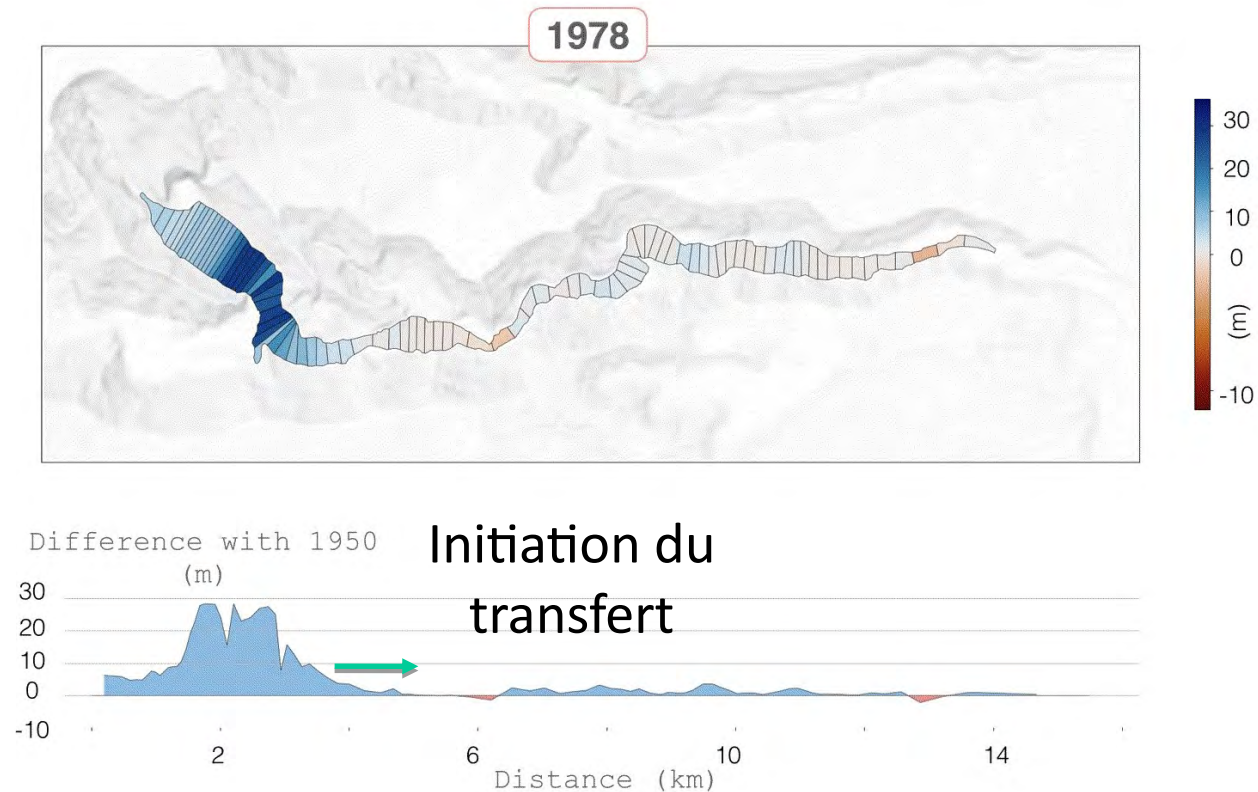


Dépôt  
d'avalanche

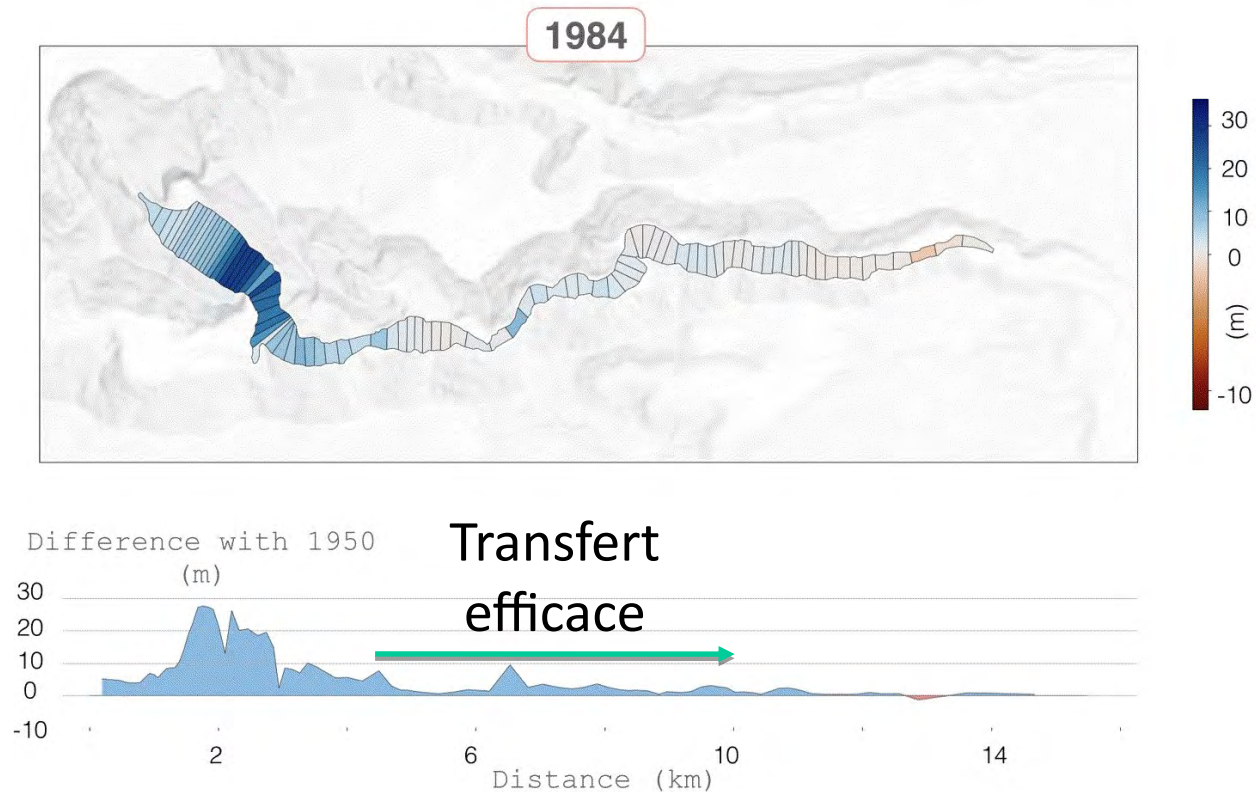
Gayer et al., in prep.



# Remobilisation et transfert du dépôt



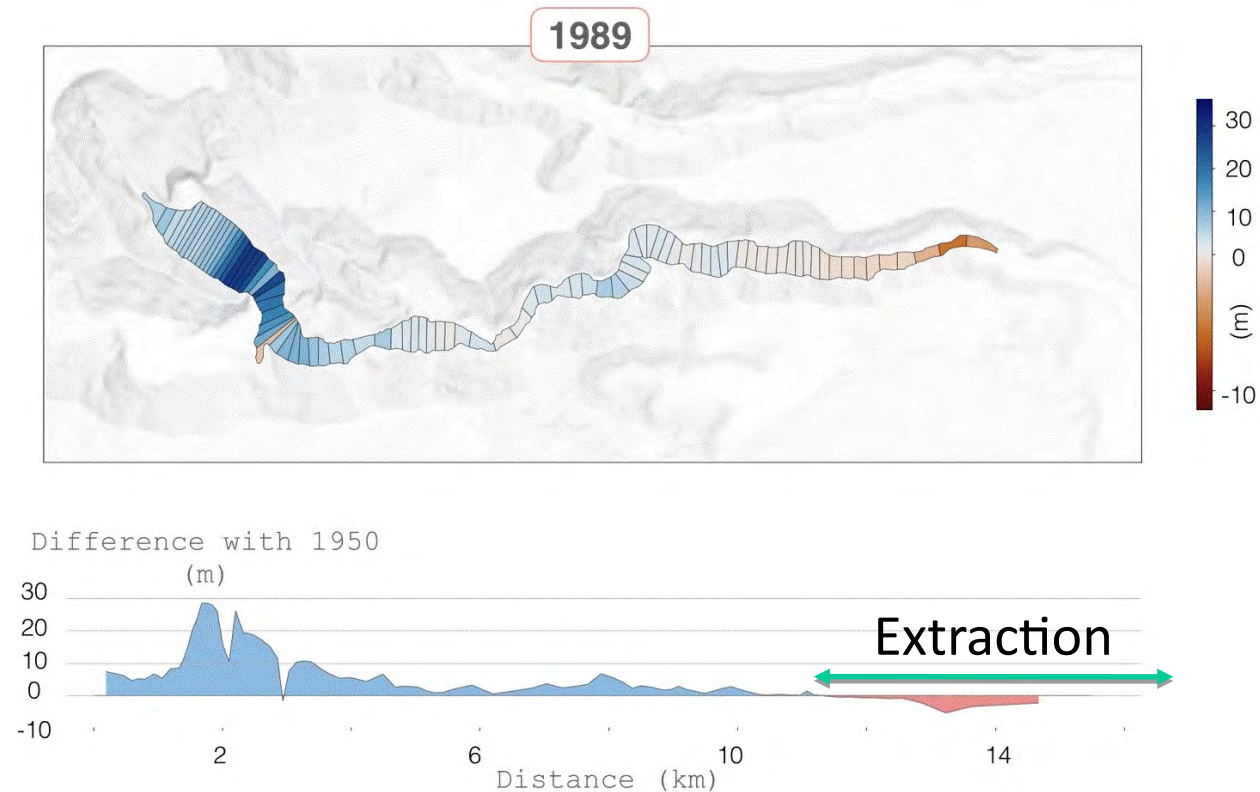
# Remobilisation et transfert du dépôt



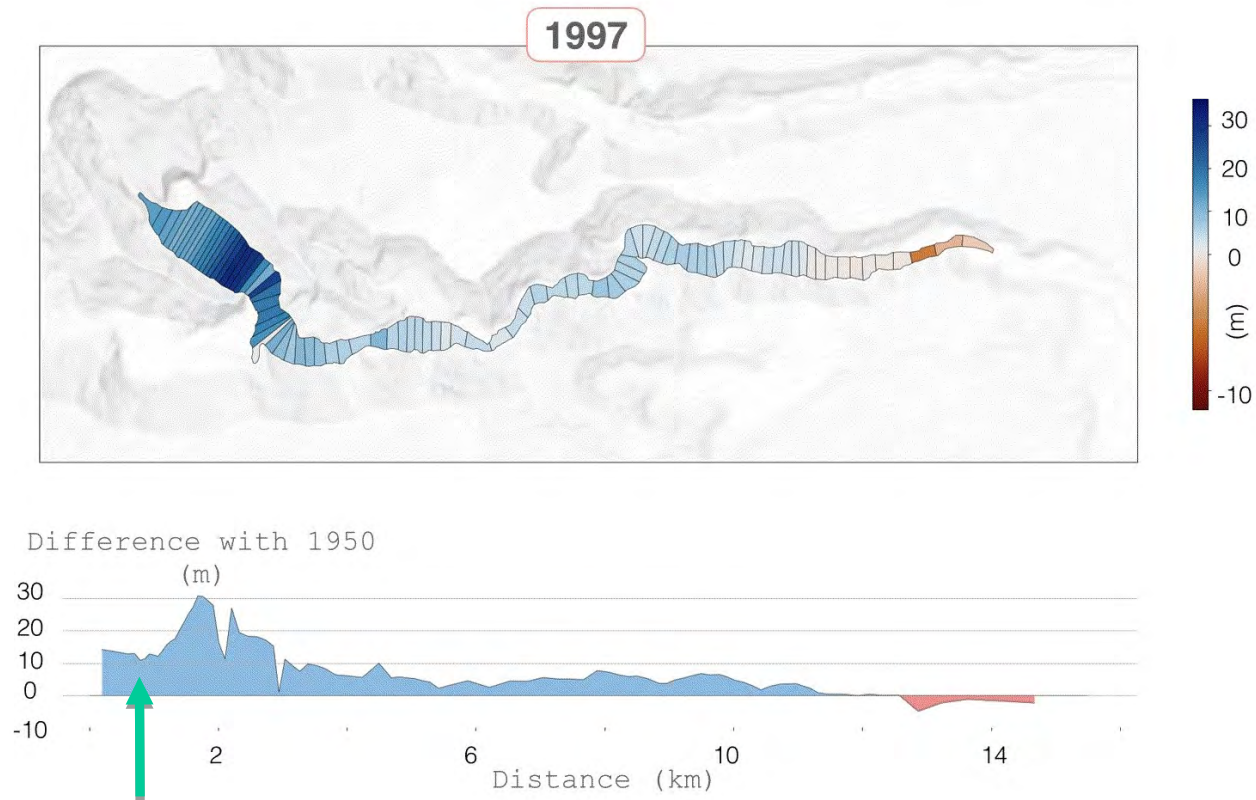
Gayer et al., in prep.



# Remobilisation et transfert du dépôt



# Remobilisation et transfert du dépôt

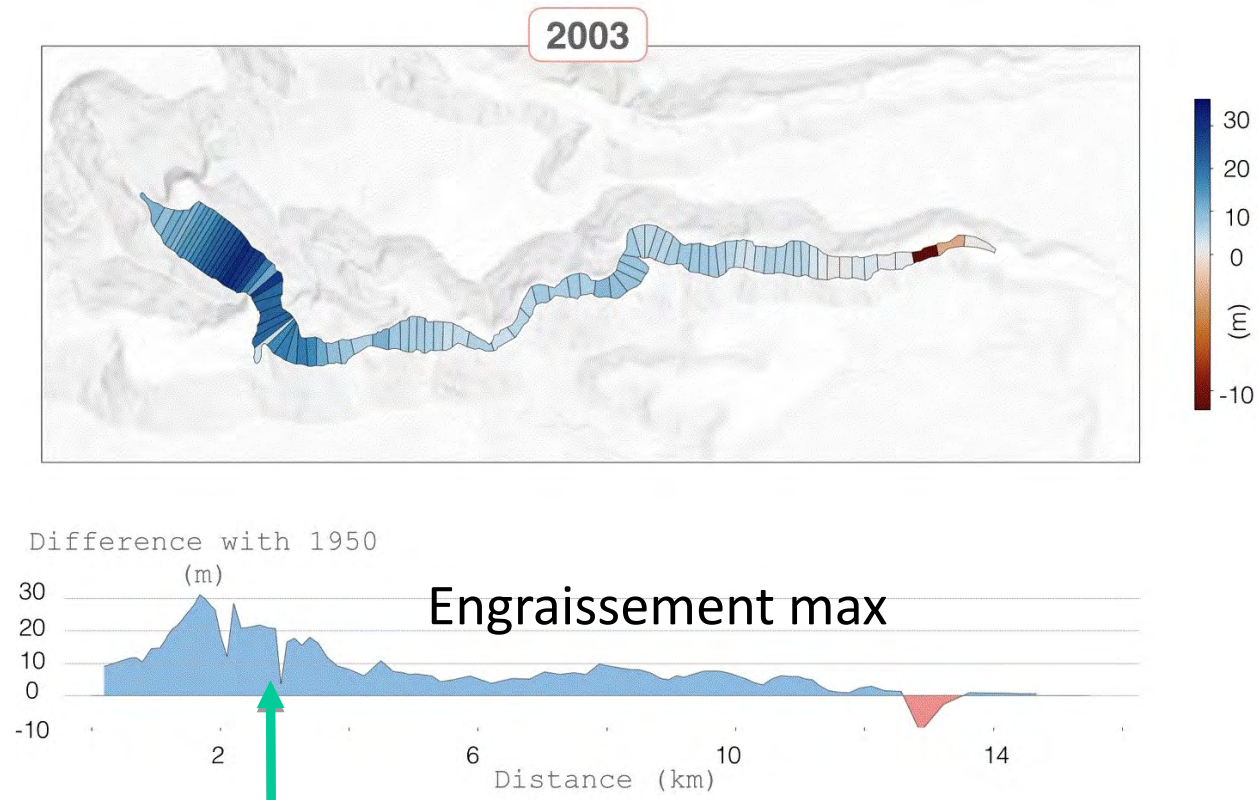


Dépôt de  
1996

Gayer et al., in prep.



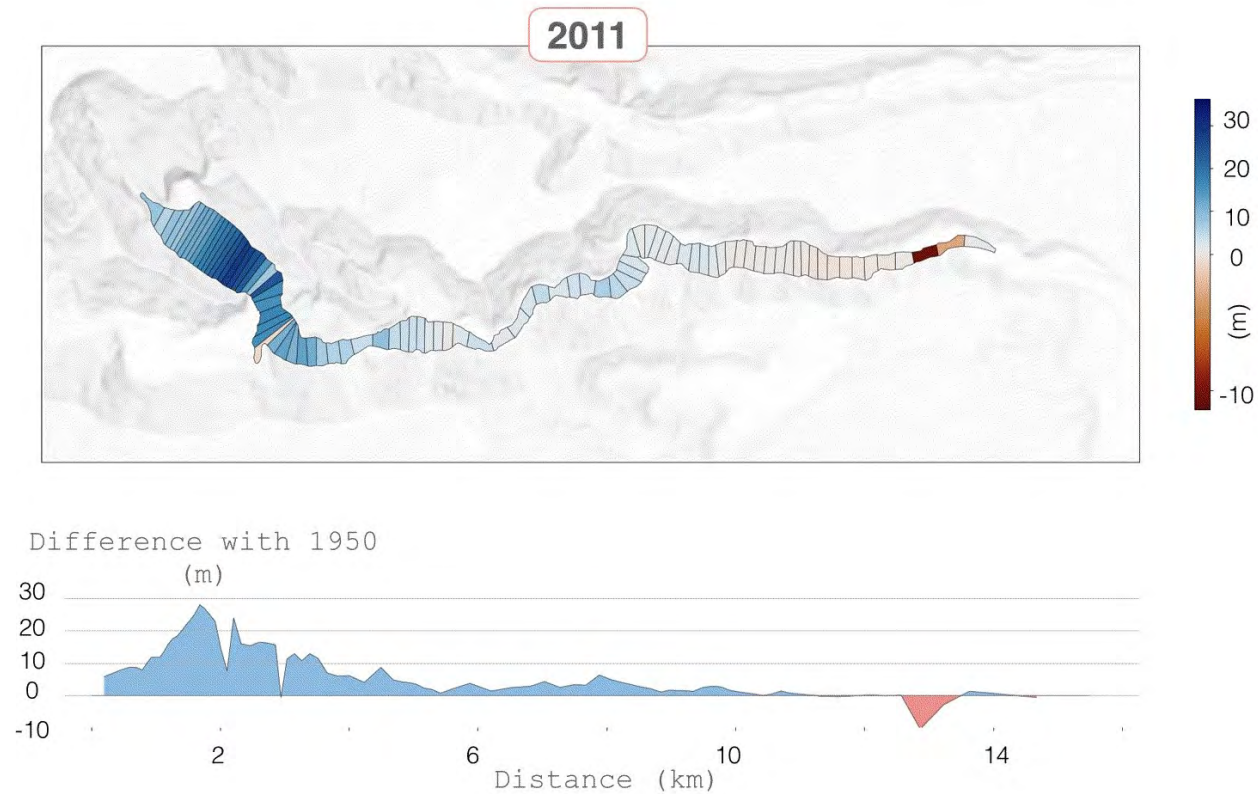
# Remobilisation et transfert du dépôt



Dépôt de  
2001

Gayer et al., in prep.

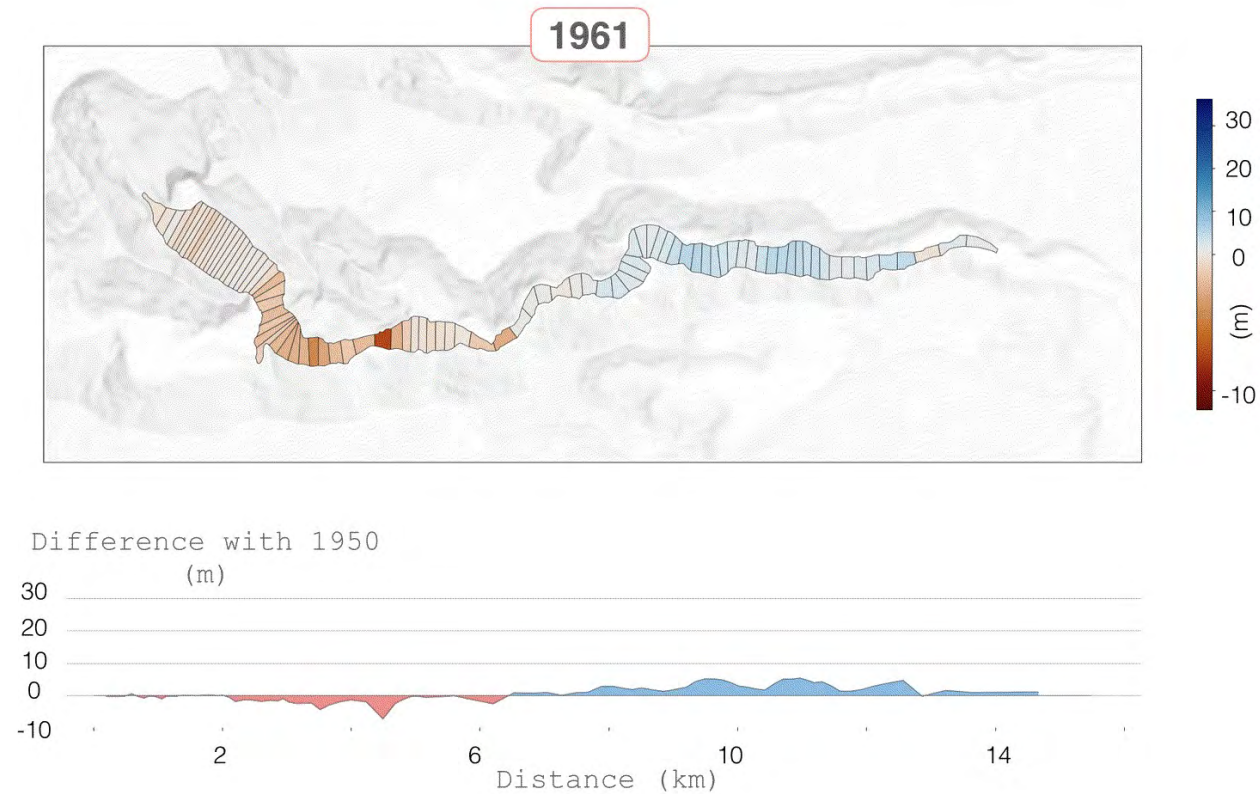
# Remobilisation et transfert du dépôt



Gayer et al., in prep.

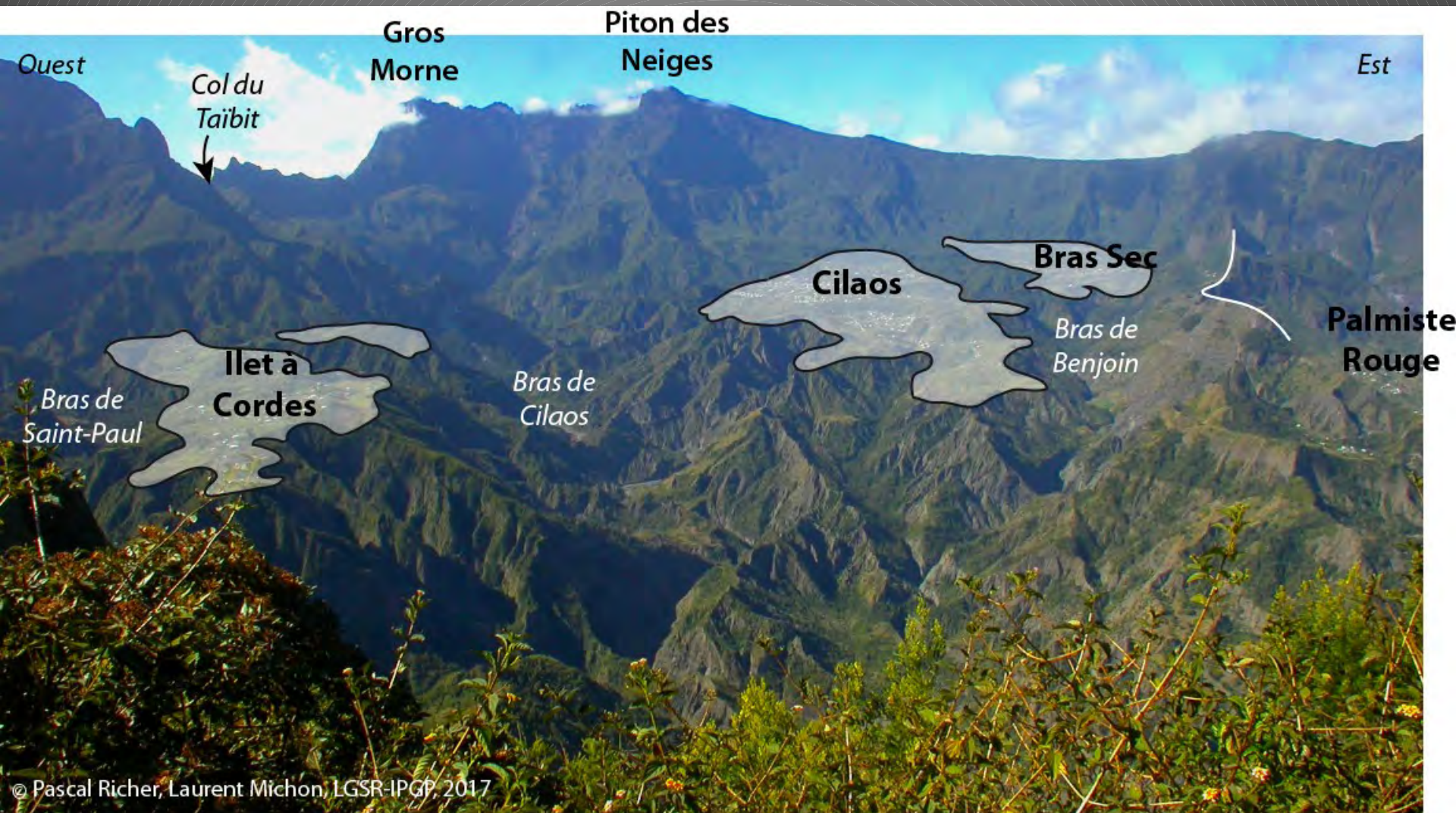


# Remobilisation et transfert du dépôt



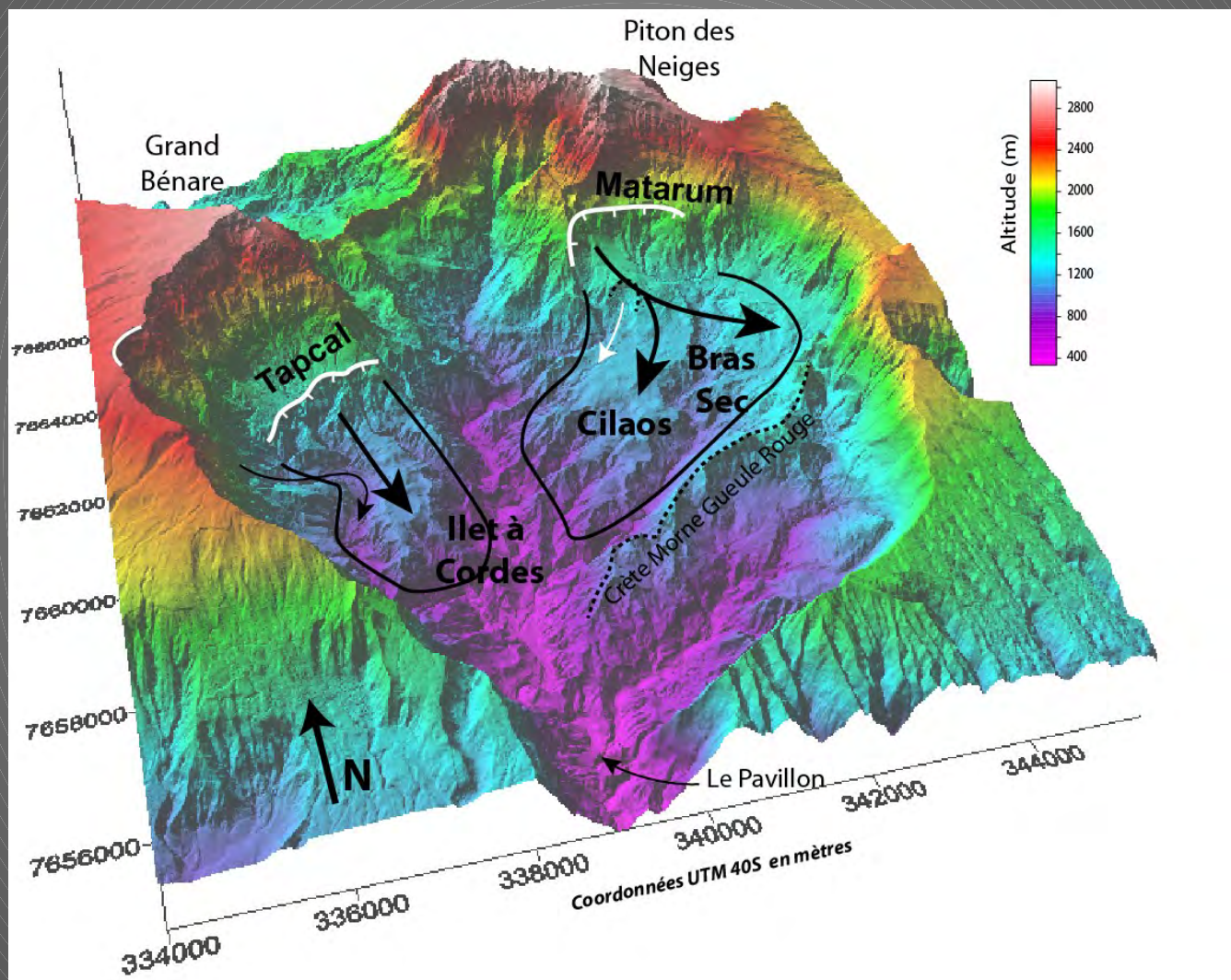
Gayer et al., in prep.

# Indices passés d'évènements de type Mahavel

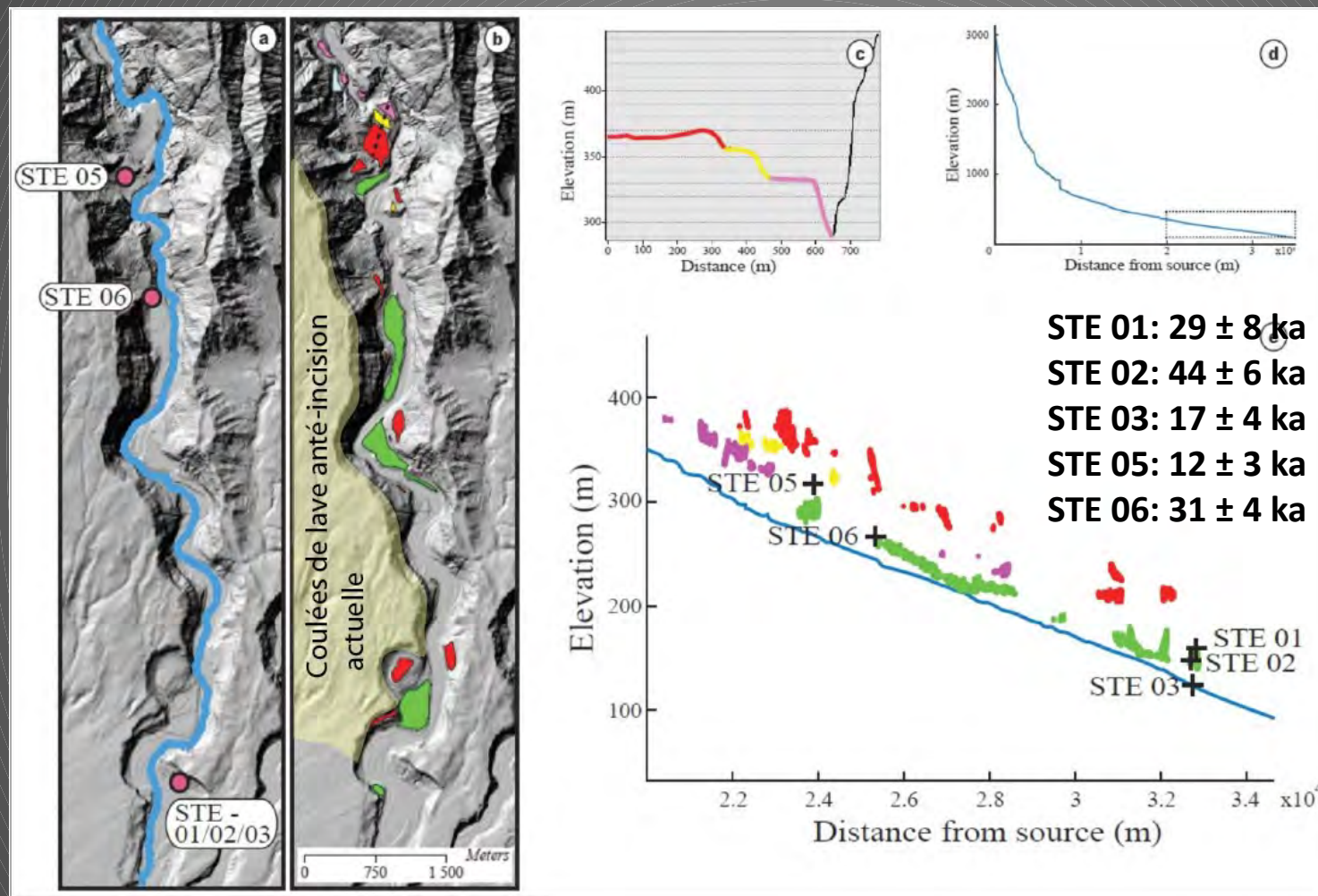




# Indices passés d'évènements de type Mahavel



# Indices passés d'évènements de type Mahavel



Source: Manon Farvacque (2016)

Terrasses alluviales perchées issues de la vidange des dépôts d'avalanche



# Thèse: Forçages climatiques, telluriques et anthropique sur l'érosion, de l'échelle décennale à millénaire: le cas d'étude de La Réunion

## Court terme

**Climat**  
**humide & variable**



**Interaction érosion - climat**  
**Interaction érosion - végétation**

- Impact anthropique sur l'érosion via la végétation ?

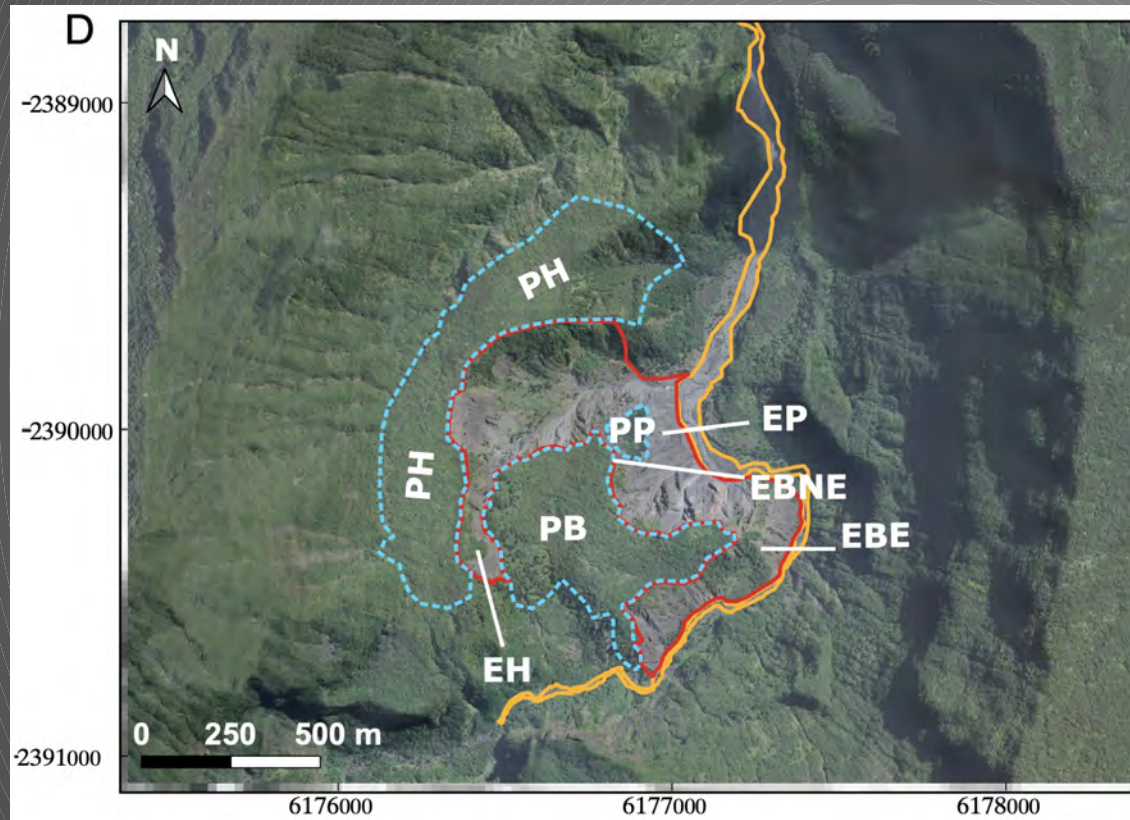
## Long terme

**Variation niveau eustatique**  
**Activité volcanique**



**Forçages telluriques**

# Dynamique et contrôles du glissement de terrain de Grand Éboulis

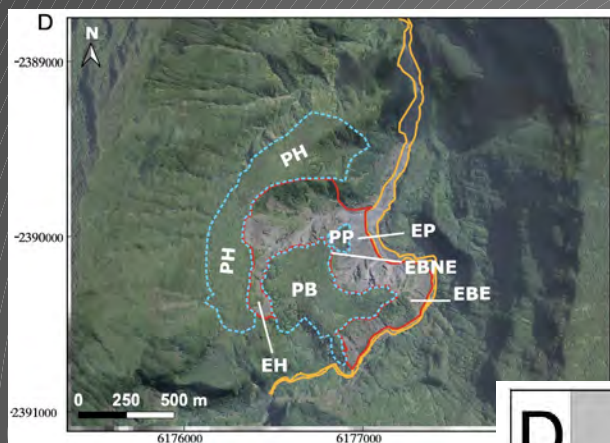


Interférommétrie  
radar pour quantifier  
les déplacements de  
Grand Eboulis

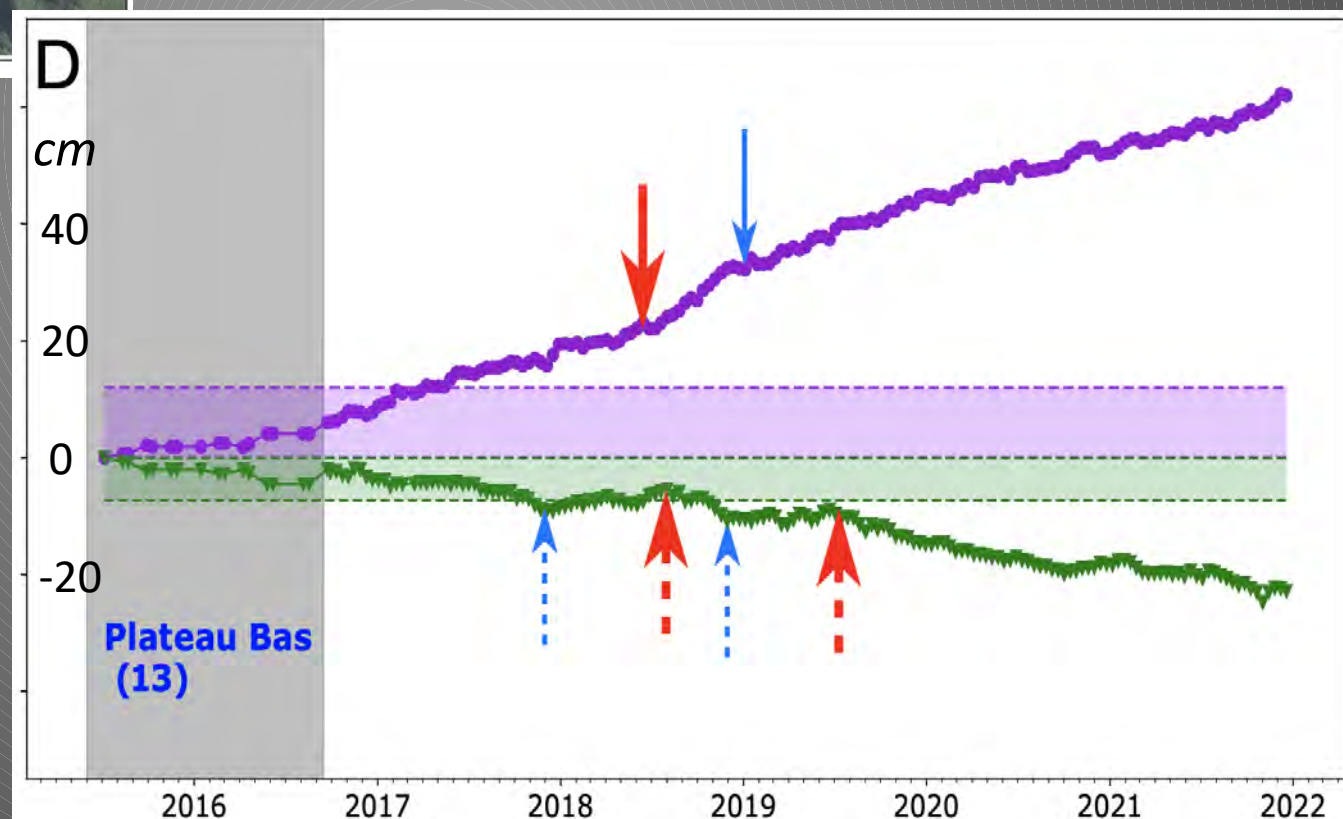
Hopquin (2022)



# Dynamique et contrôles du glissement de terrain de Grand Éboulis

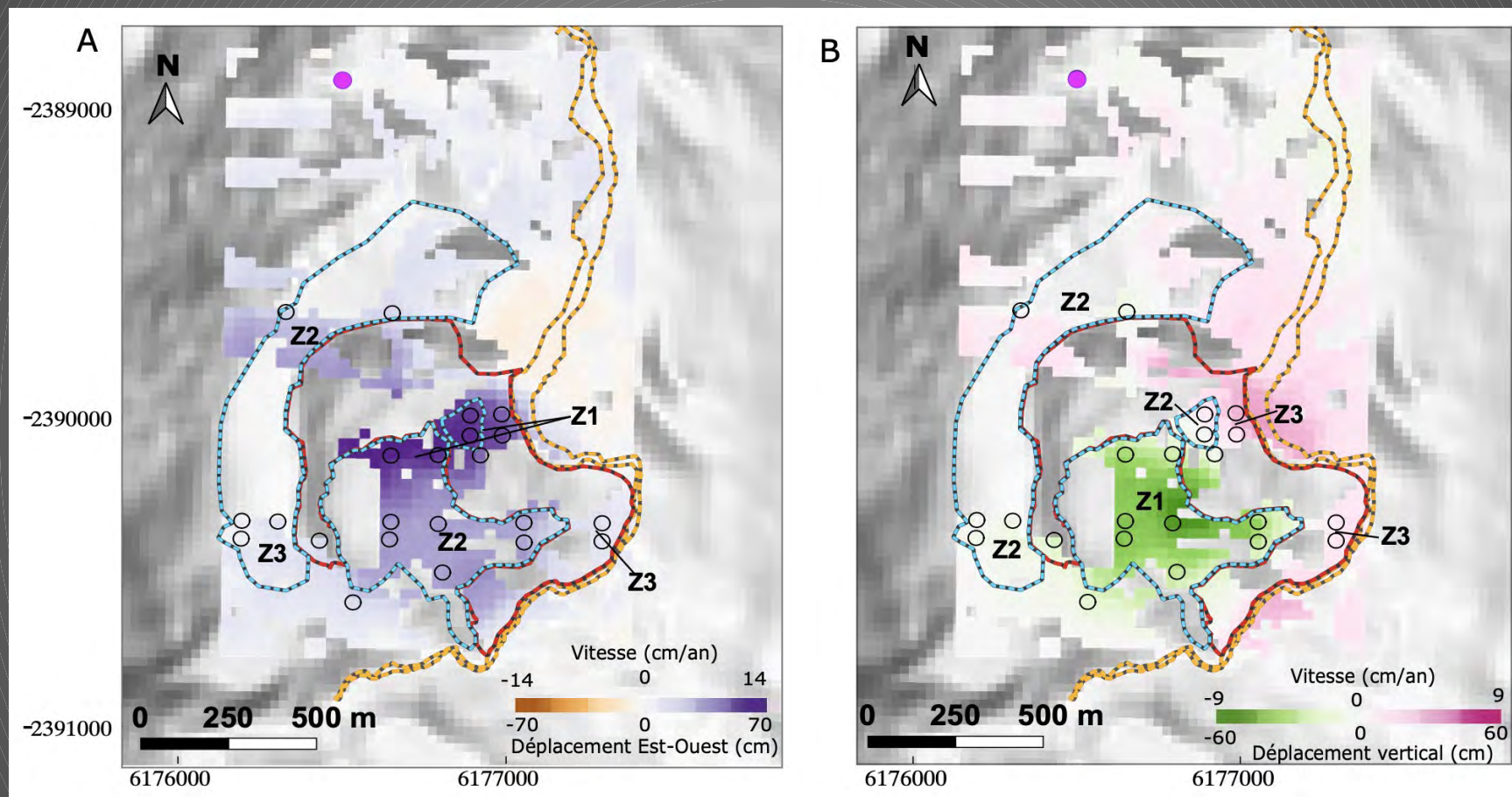


Grand Eboulis ➤ Glissement lent



Hopquin (2022)

# Dynamique et contrôles du glissement de terrain de Grand Éboulis



Hopquin (2022)

➤ Déplacement compartimenté contrôlé par les contraintes latérales



# Dynamique et contrôles du glissement de terrain de Grand Éboulis



**ERORUN**  
OBSERVATOIRE DE L'ÉROSION À LA RÉUNION

Nécessité d'un suivi pour comprendre les relations  
entre glissement lent et déstabilisations rapides

➤ Observatoire ERORUN



**OSU-RÉUNION**  
OBSERVATOIRE DES SCIENCES DE L'UNIVERS DE LA RÉUNION