



Applications du LiDAR aux études géologiques en contexte volcanique

Philippe LABAZUY

LMV-OPGC, Université Clermont Auvergne
EAVUC

*Journée technique du CRAIG - Le LiDAR un outil au
service de la connaissance des territoires*

Hôtel de Région, 4 octobre 2022

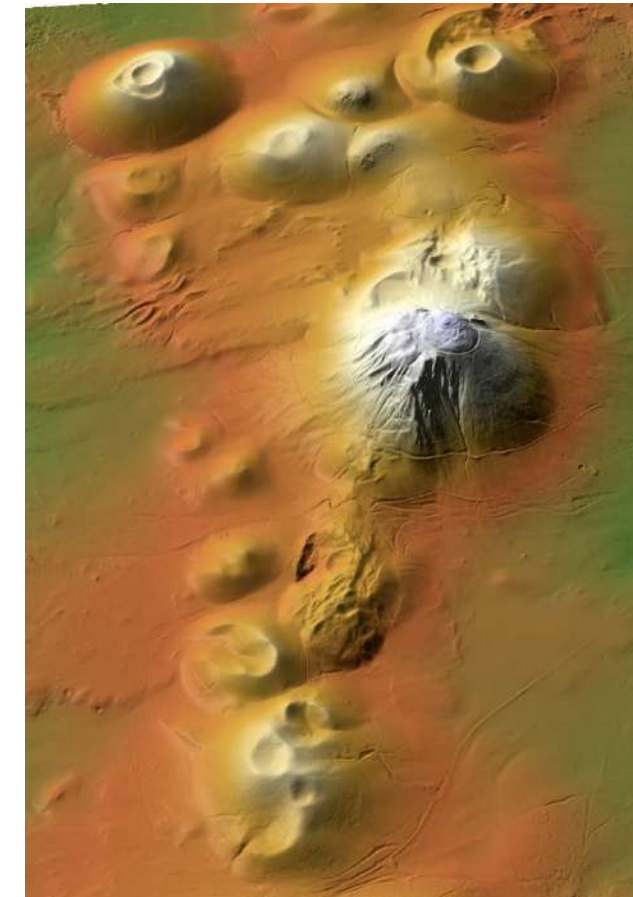


Du Levé LiDARverne (2011) au levé CAPRICE (2021)

Des données altimétriques haute résolution au service de la géologie et de la volcanologie



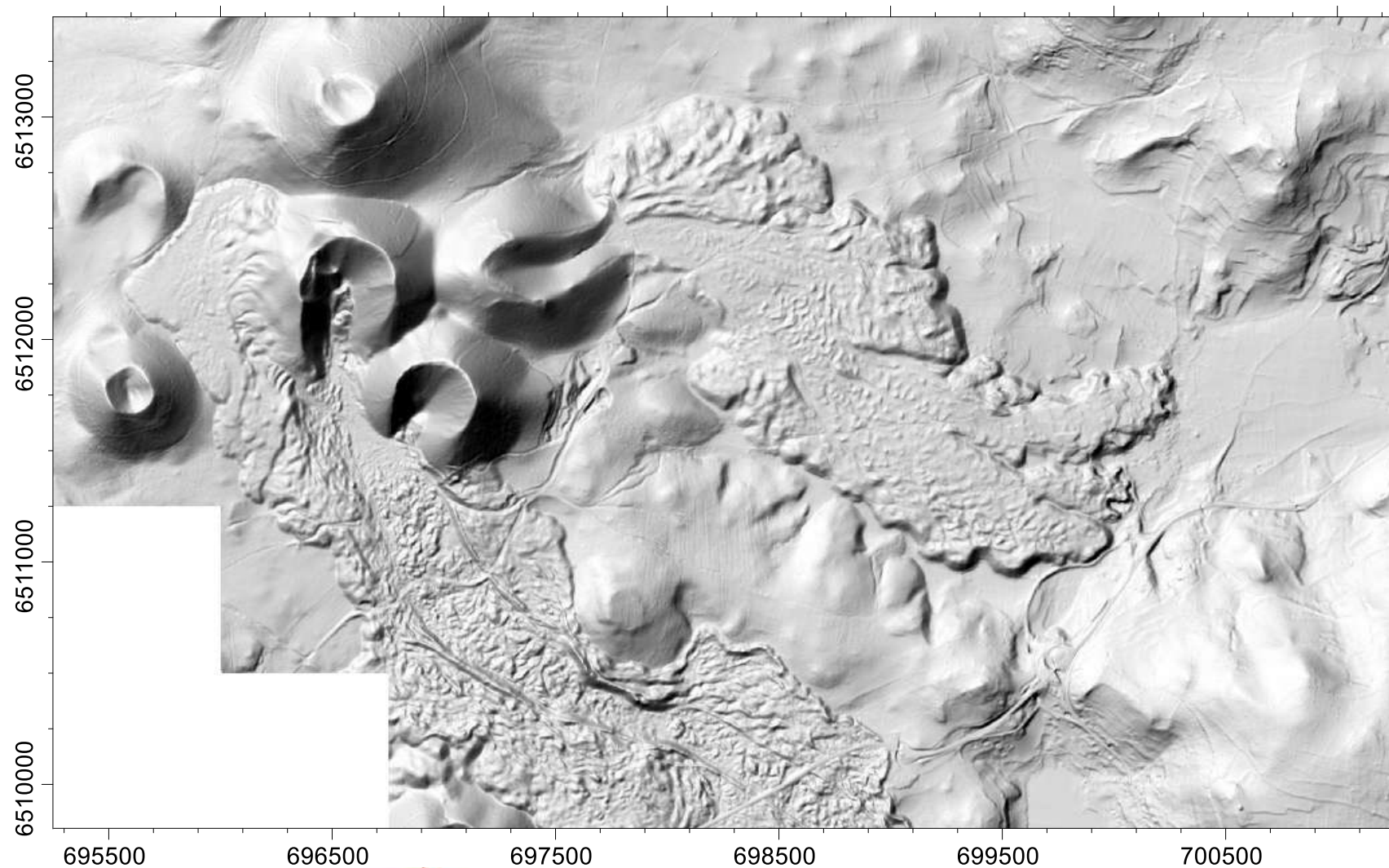
- Visualisation et analyses des données LiDAR
Analyses qualitatives et quantitatives
- Géologie / Volcanologie dans la Chaîne des Puys
Un terrain d'études scientifiques inépuisable...
- Expérimentations géophysiques – Modèles
LiDAR haute résolution : contraintes $\left\{ \begin{array}{l} \text{altimétrique} \\ \text{planimétrique} \end{array} \right.$
- Le Puy de Dôme
Vers des modèles géologiques 3D



Voir sous la forêt... un rêve?



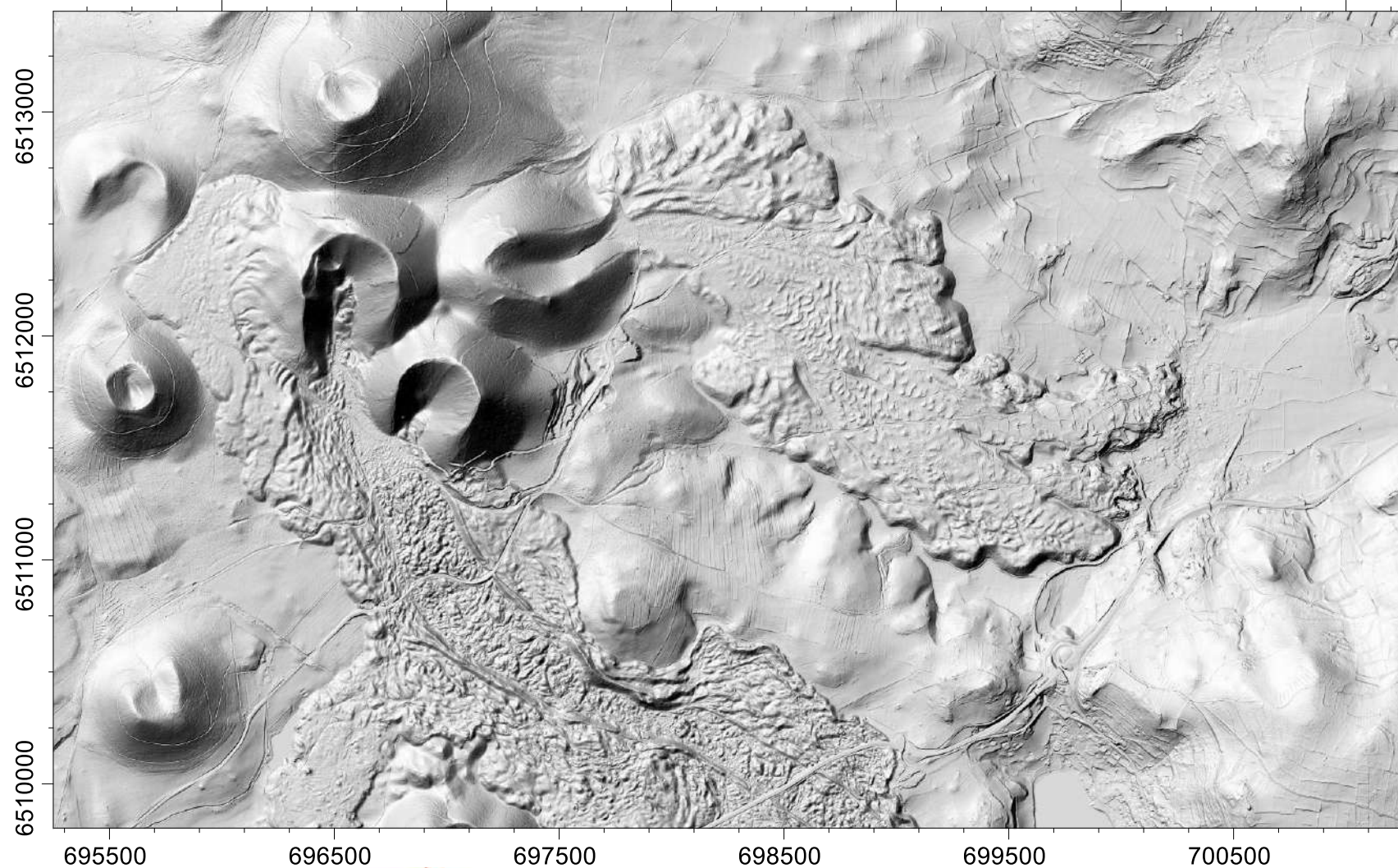
Voir sous la forêt... une réalité!



LiDAR ClerCo 2013
Résolution : 5m

Puys de la Vache, Lassolas, la Mey, Mercoeur et Montjurer

Voir sous la forêt... une réalité!



LiDAR CAPRICE 2021
Résolution : 0.5m

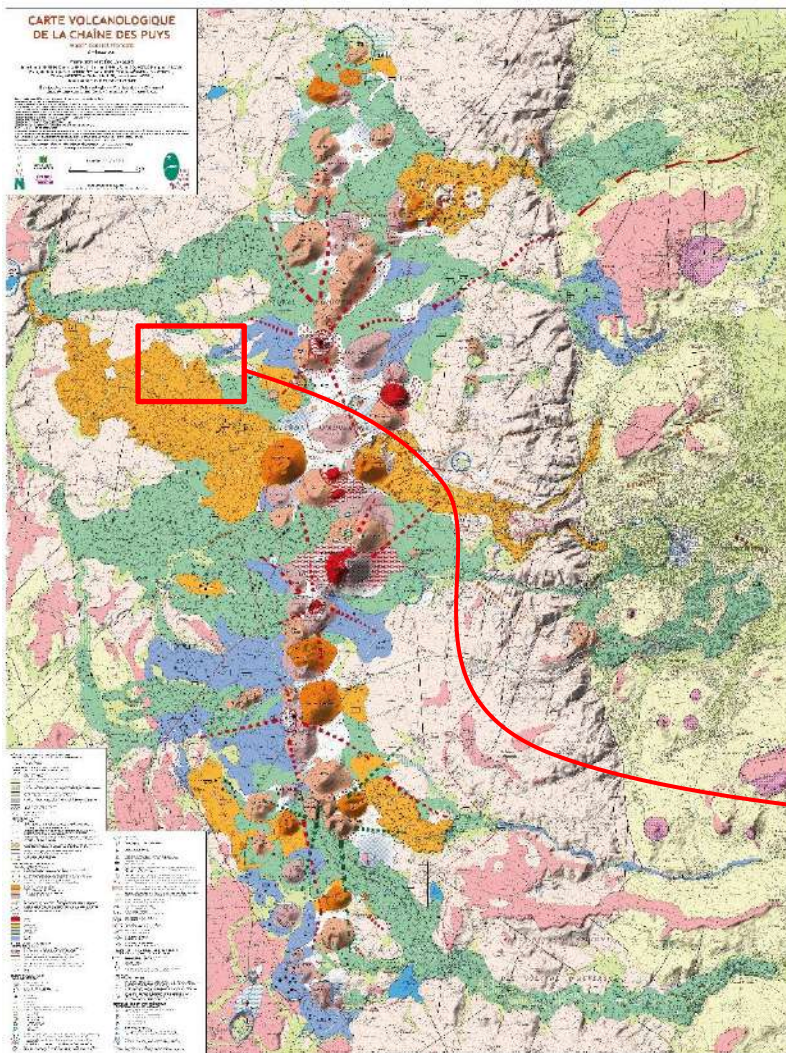
Puys de la Vache, Lassolas, la Mey, Mercoeur et Montjuger



Analyse des données LiDAR

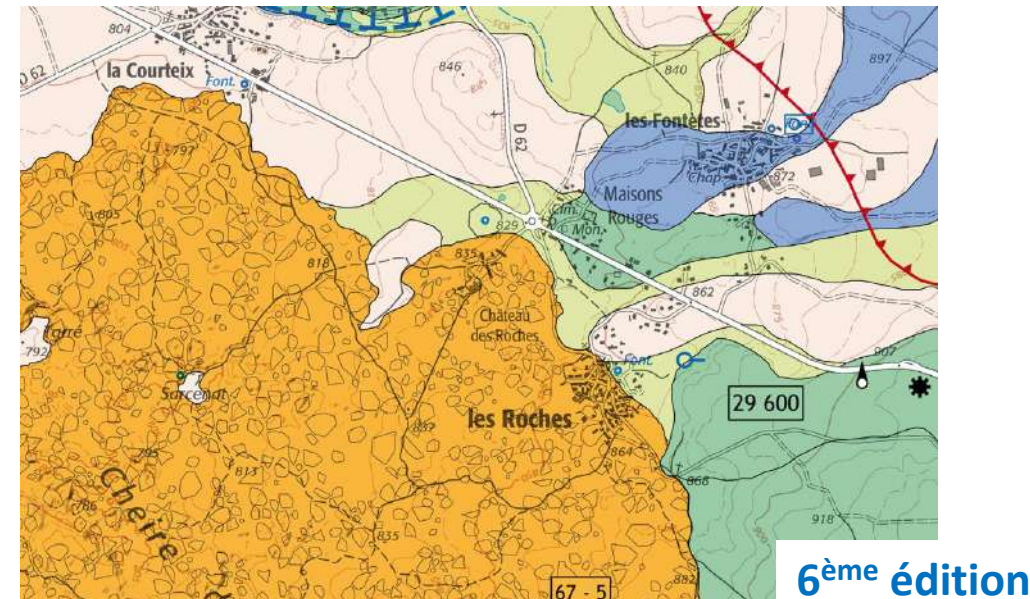
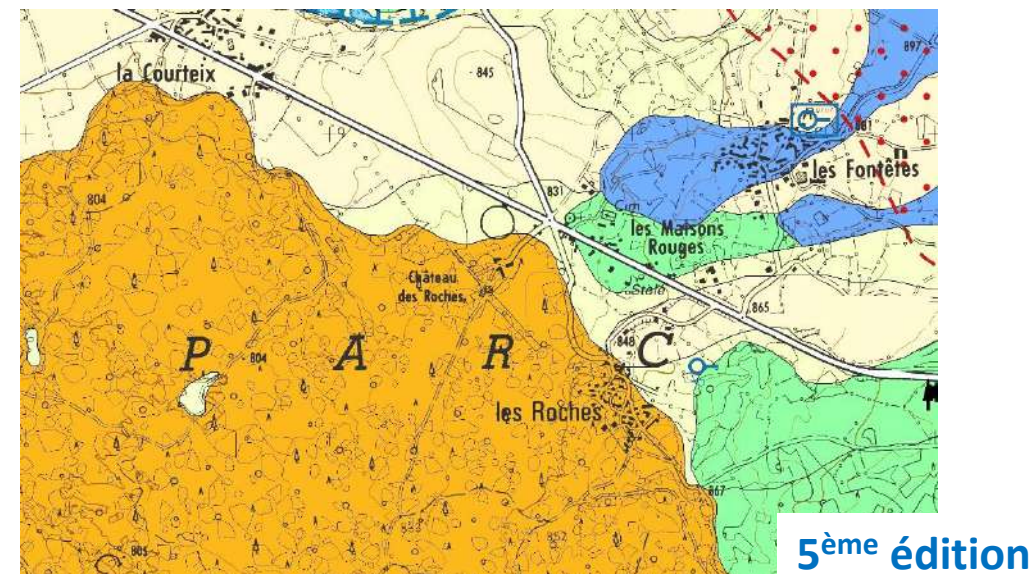
► Carte Volcanologique de la Chaîne des Puys

6^{ème} édition PNRVA-EAVUC, (P. Boivin et al., 2017)

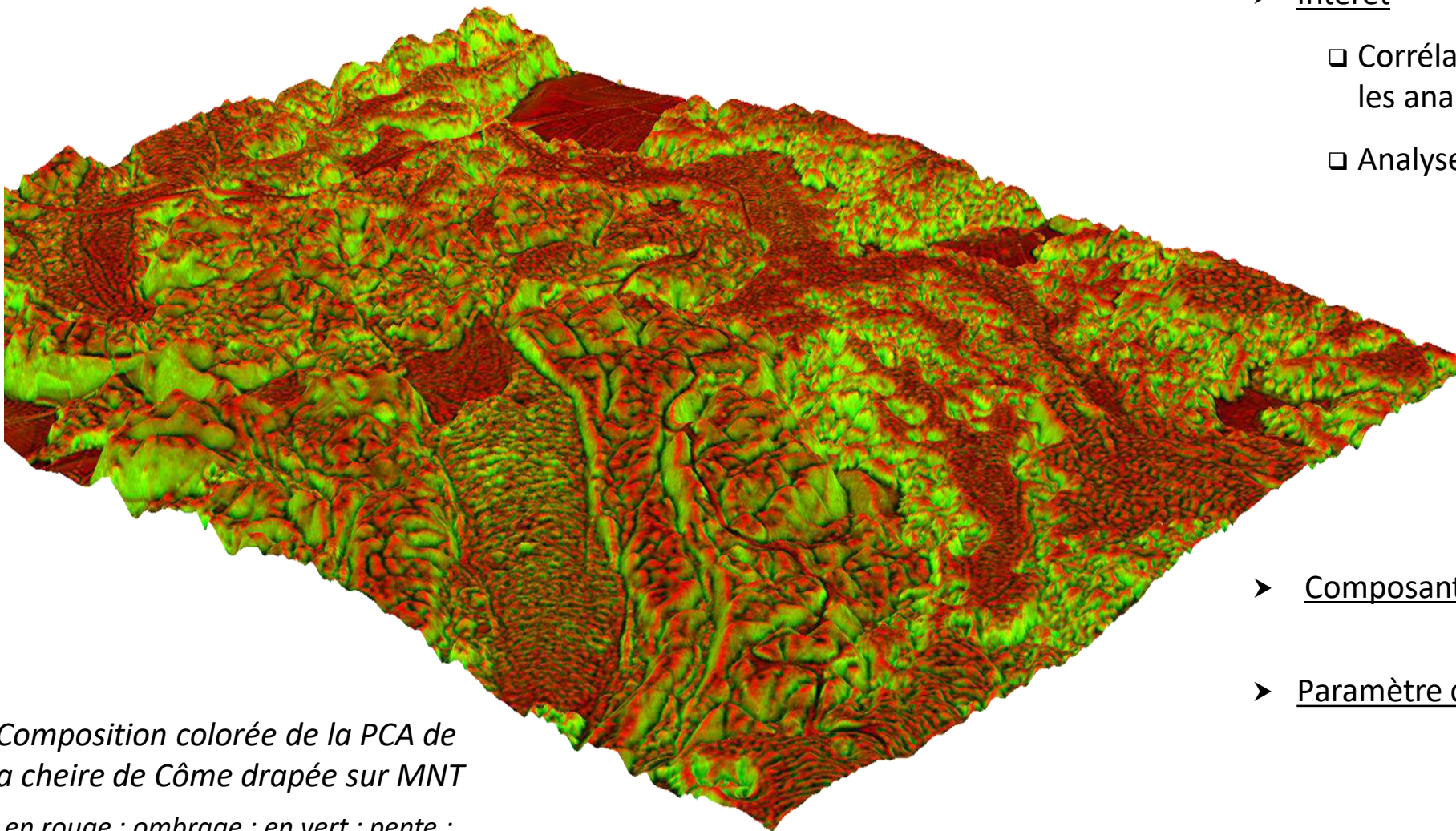


- Ombrage
- Correction des contours
- Tracé des failles
- ...

LiDARverne 2011
LiDARchéo 2017
 LiDAR CAPRICE 2021



➤ Analyse en Composantes Principales (PCA)



➤ Intérêt

- ❑ Corrélation / Décorrélation des données pour les analyses quantitatives
- ❑ Analyse qualitative avec PCA drapée sur MNT

- Composantes : néo-canaux contenant le MNT et ses calculs dérivés
- Paramètre de calcul : matrice de corrélation

Composition colorée de la PCA de la cheire de Côte drapée sur MNT

en rouge : ombrage ; en vert : pente ;
en bleu : Convergence Index

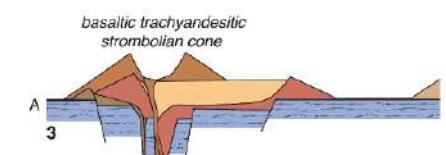
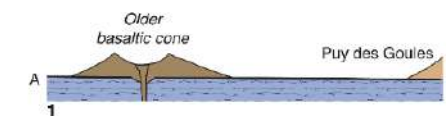
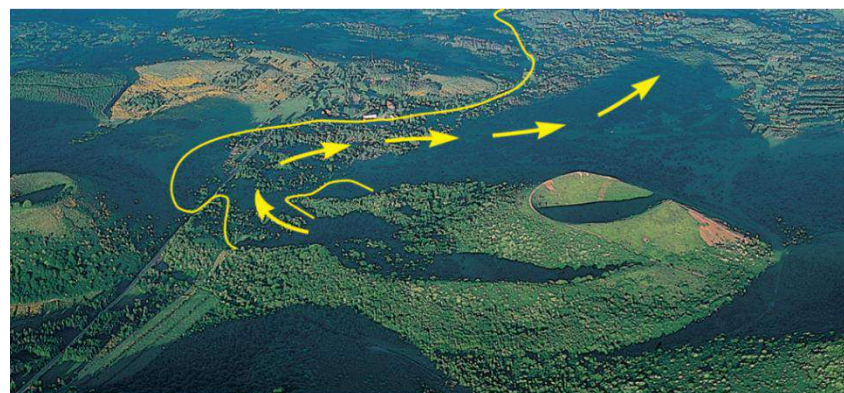
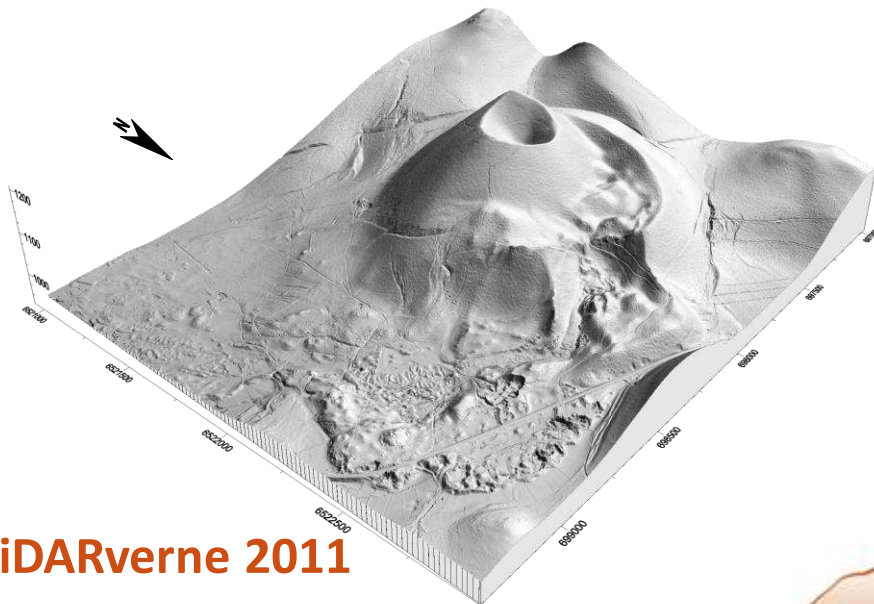
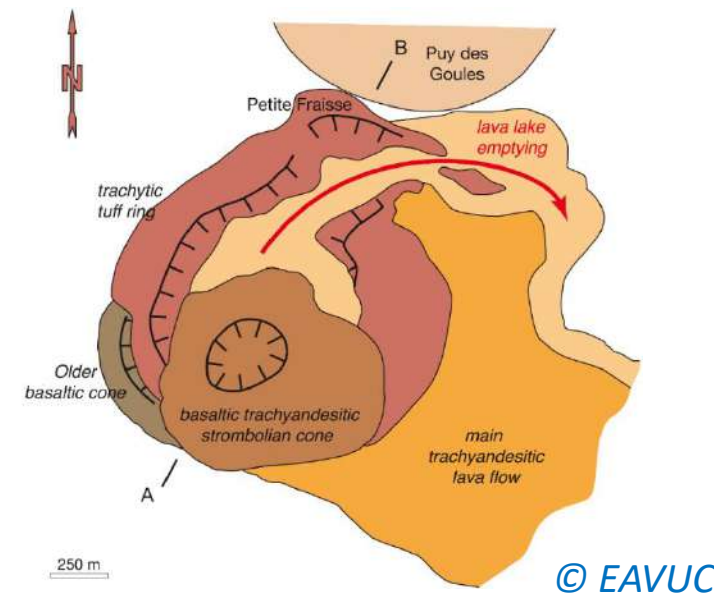
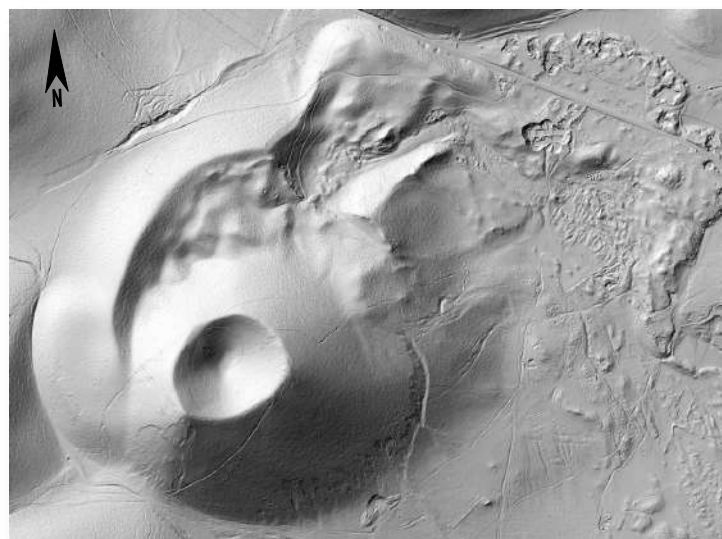
LiDARchéo 2017

K. Ponchon (TFE ESGT, 2018)

An aerial photograph of the Chaîne des Puys in France. The landscape features several volcanic cones of varying sizes, some covered in dense green forest and others with patches of snow or light-colored soil. In the background, a range of mountains with significant snow cover is visible under a clear, pale blue sky. The text "La Chaîne des Puys révélée" is overlaid in the center in a white, italicized serif font.

La Chaîne des Puys révélée

► Le Pariou, un volcan complexe

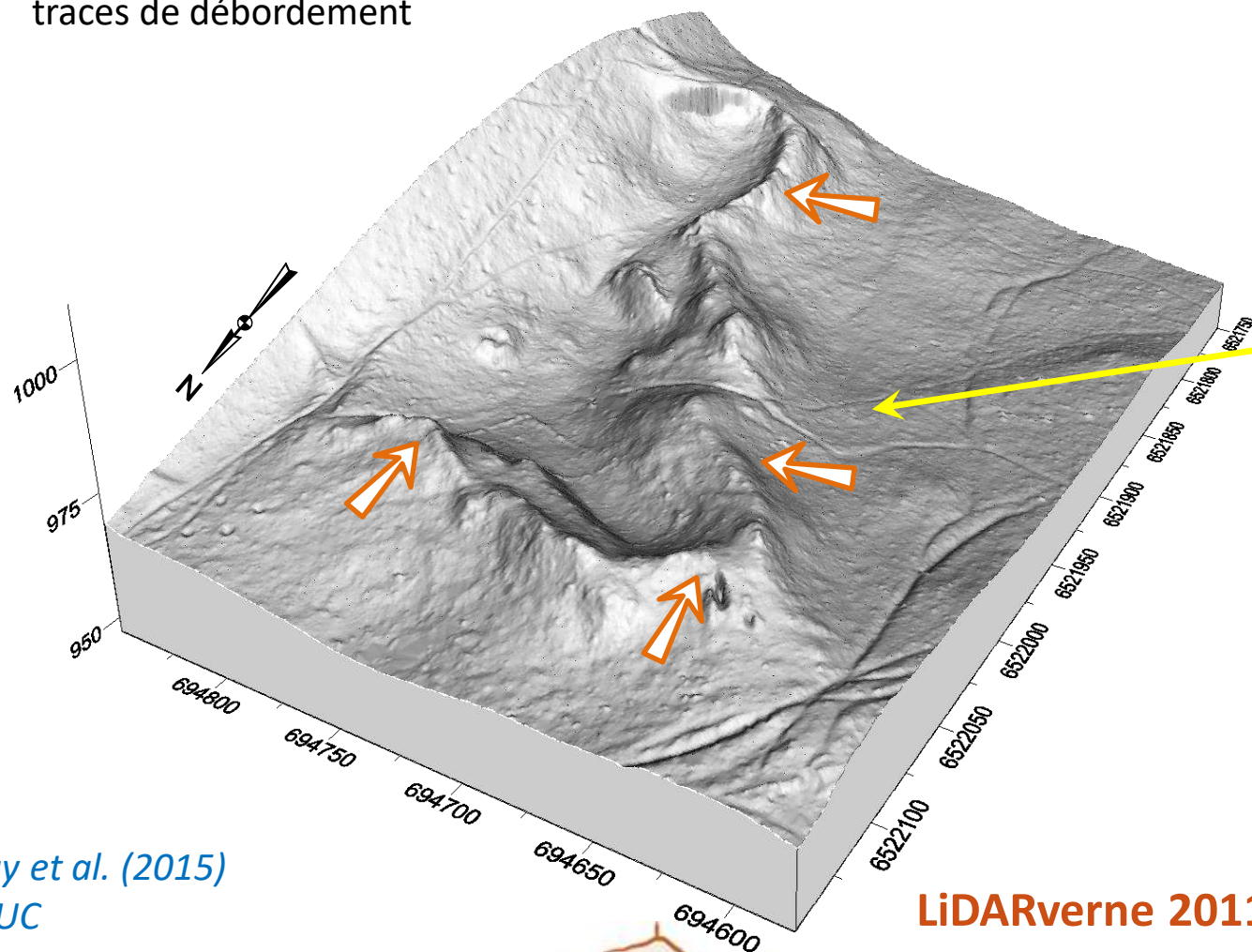


LiDARverne 2011

LiDARverne

➤ Puy de Côme

Bordure de lac de lave (90 x 140m) à la base du cône, avec des traces de débordement



Labazuy et al. (2015)
© EAVUC

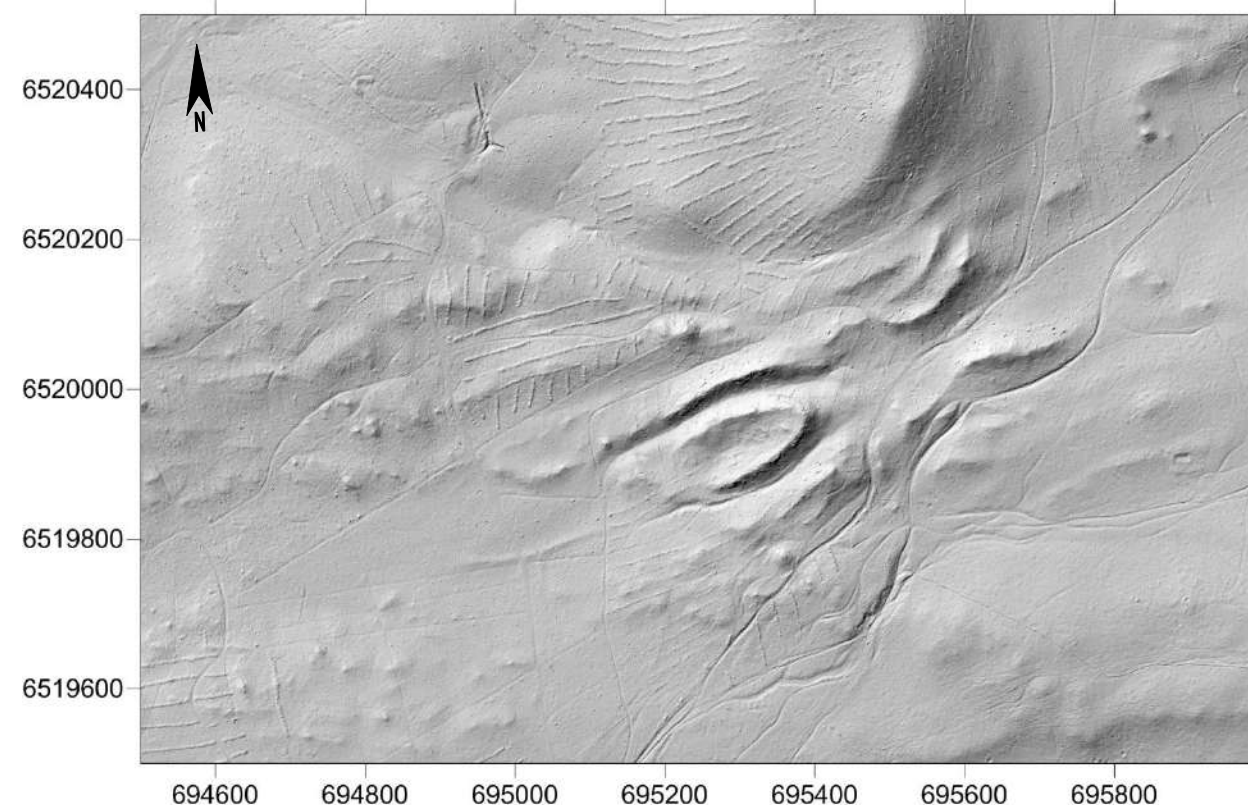
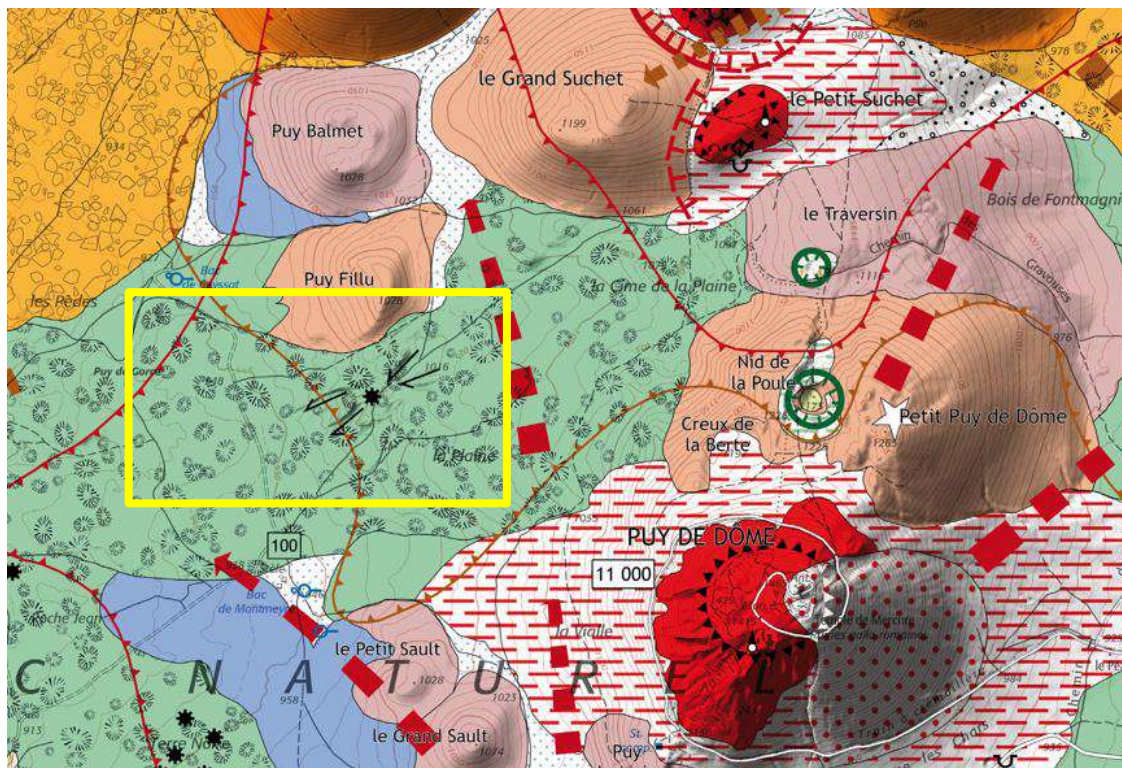
LiDARverne 2011

Vue aérienne depuis l'ouest



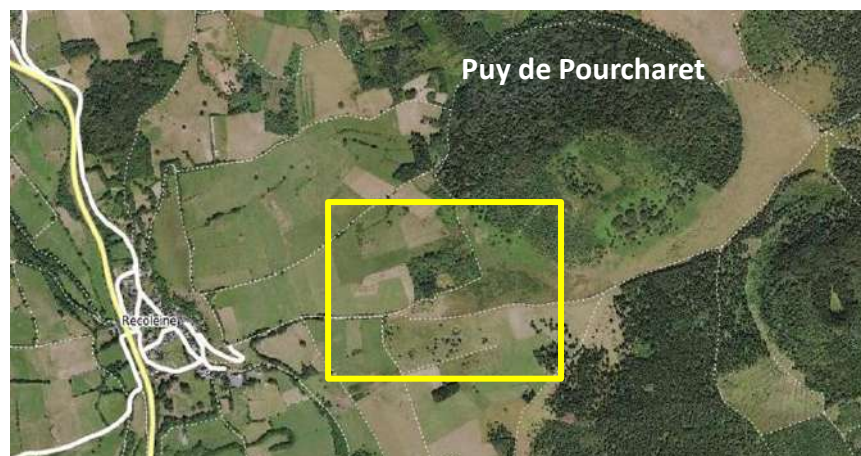
*Lac de lave à la base du Piton Chisny
(Piton de la Fournaise, La Réunion)*

➤ **Chenal d'écoulement lavique, *secteur sud du puy Fillu***

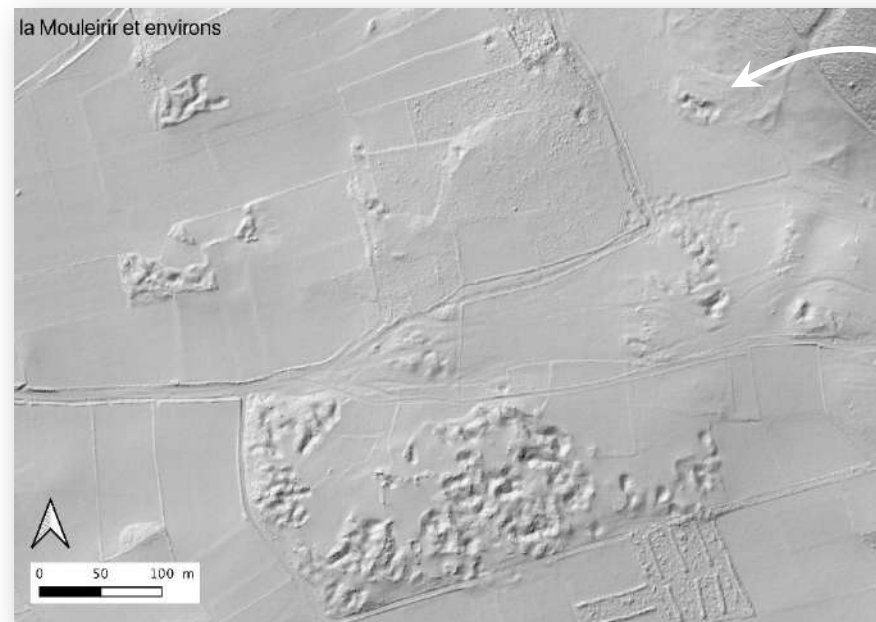


LiDARverne 2011

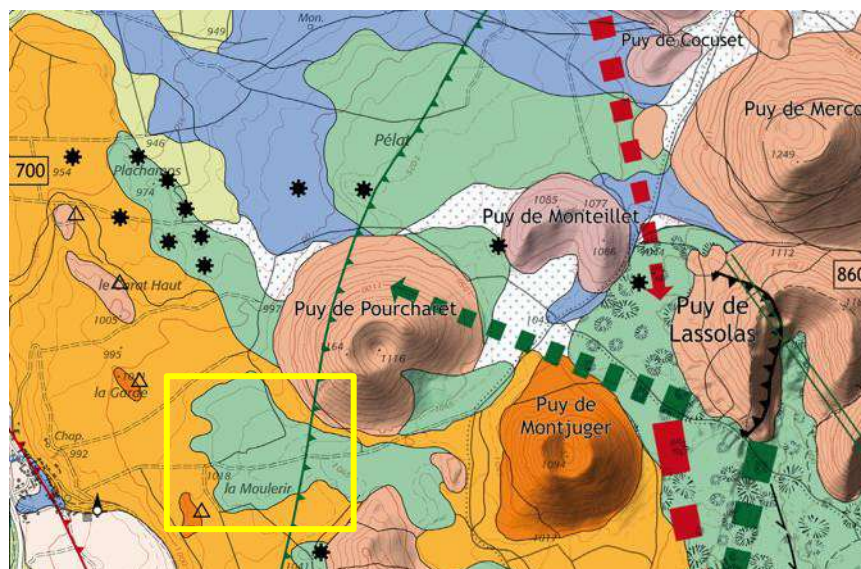
➤ Traces d'exploitation de lave bulleuse de type pierre à meules



Pied sud du puy de Pourcharet



Excavations, pied du puy de Pourcharet



LiDAR CAPRICE 2021

P. Boivin et D. Miallier (comm. pers., 2022)



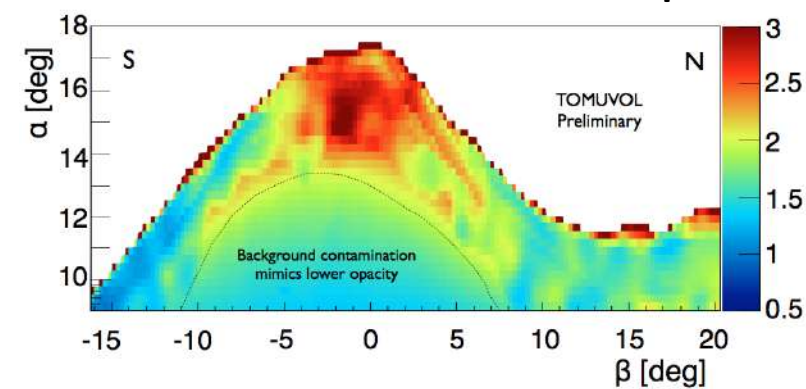
Meule dormante



Imagerie géophysique

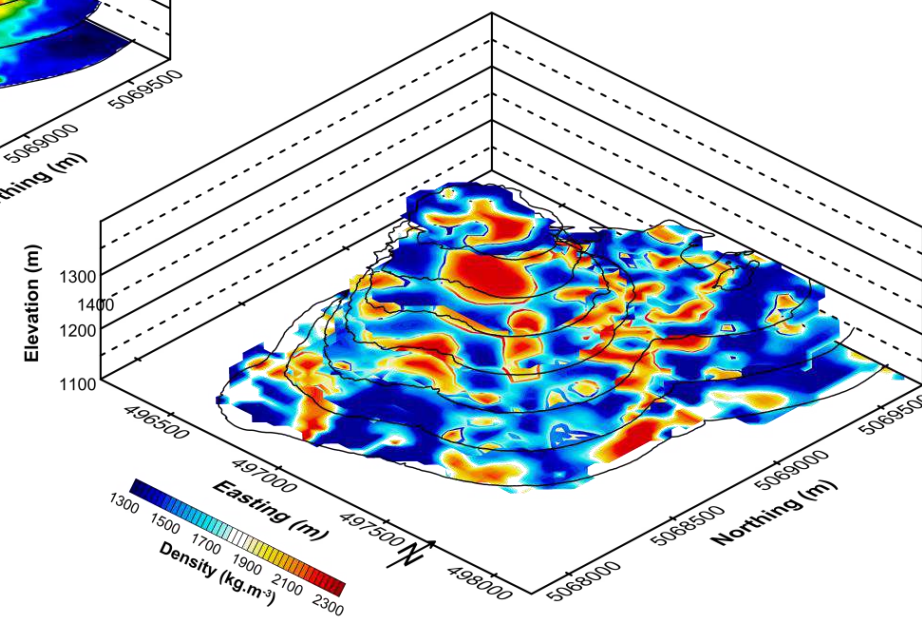
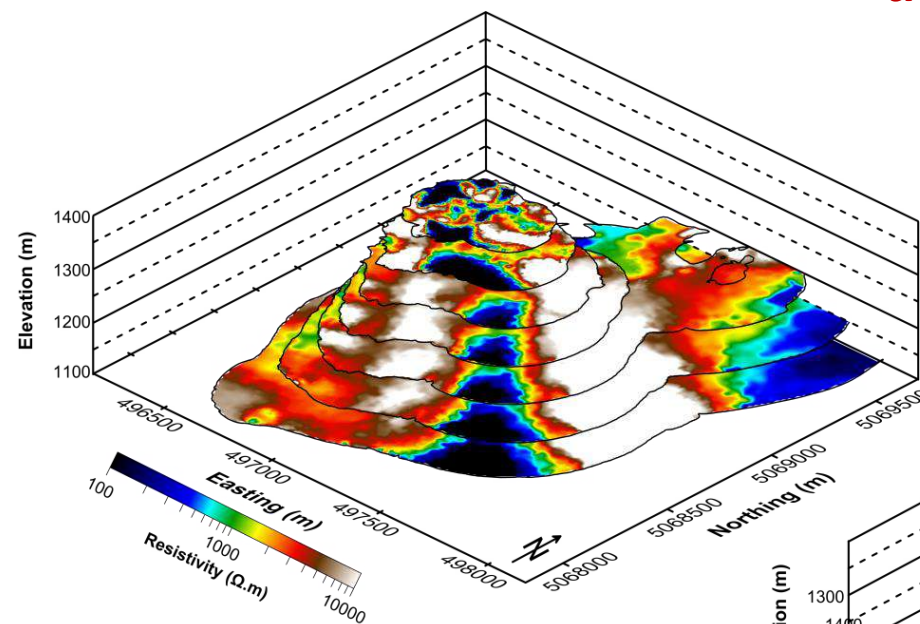
Imagerie Muonique

Opacité

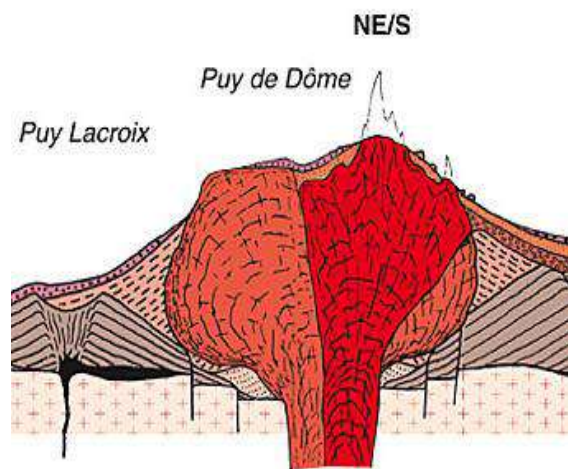


Imagerie Géophysique 3D du puy de Dôme

Modèle d'inversion 3D
de résistivités électriques

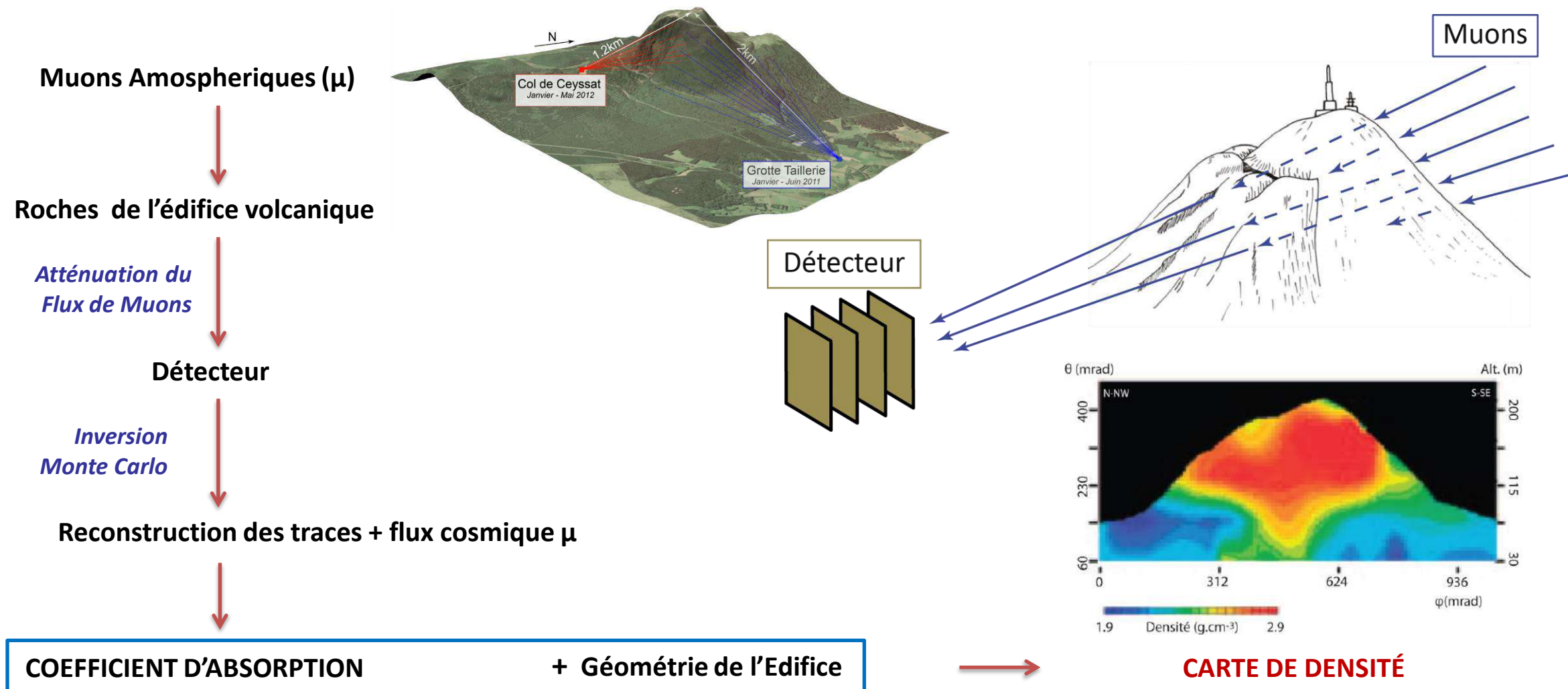


Modèle d'inversion 3D
Gravimétrie



Vue d'artiste 'Volcanologie de la Chaîne des Puys', © EAVUC

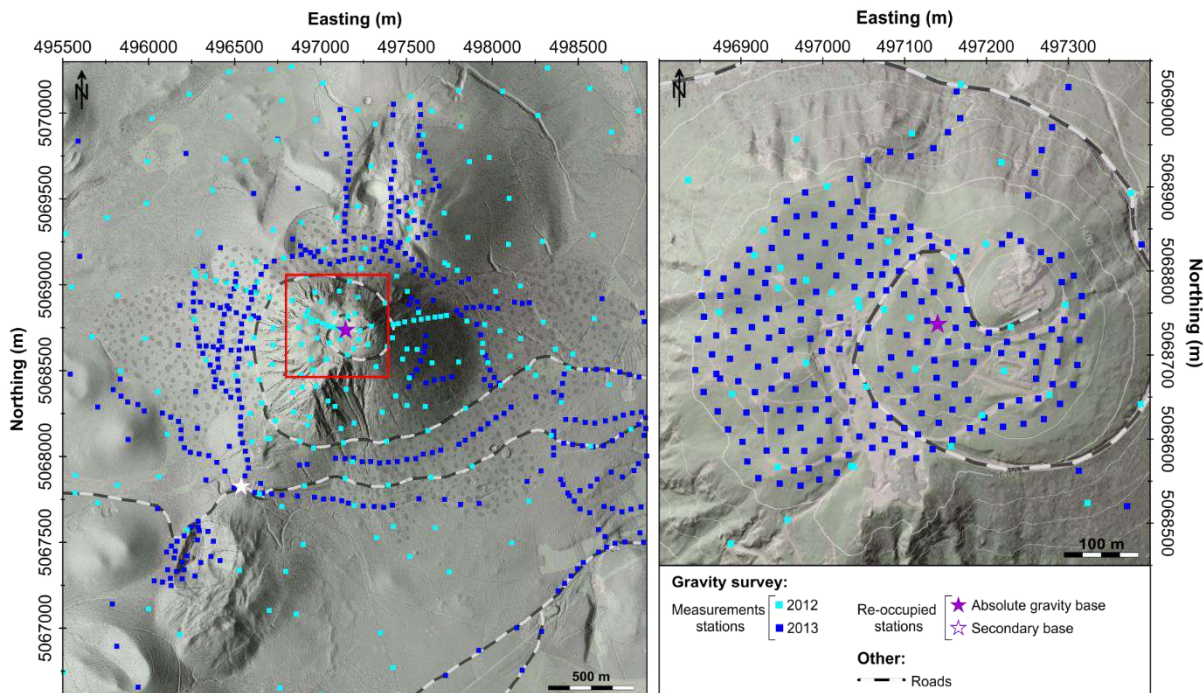
➤ Image de densité du puy de Dôme avec les muons atmosphériques



MNT LiDAR haute résolution!

➤ Gravimétrie

• Acquisitions

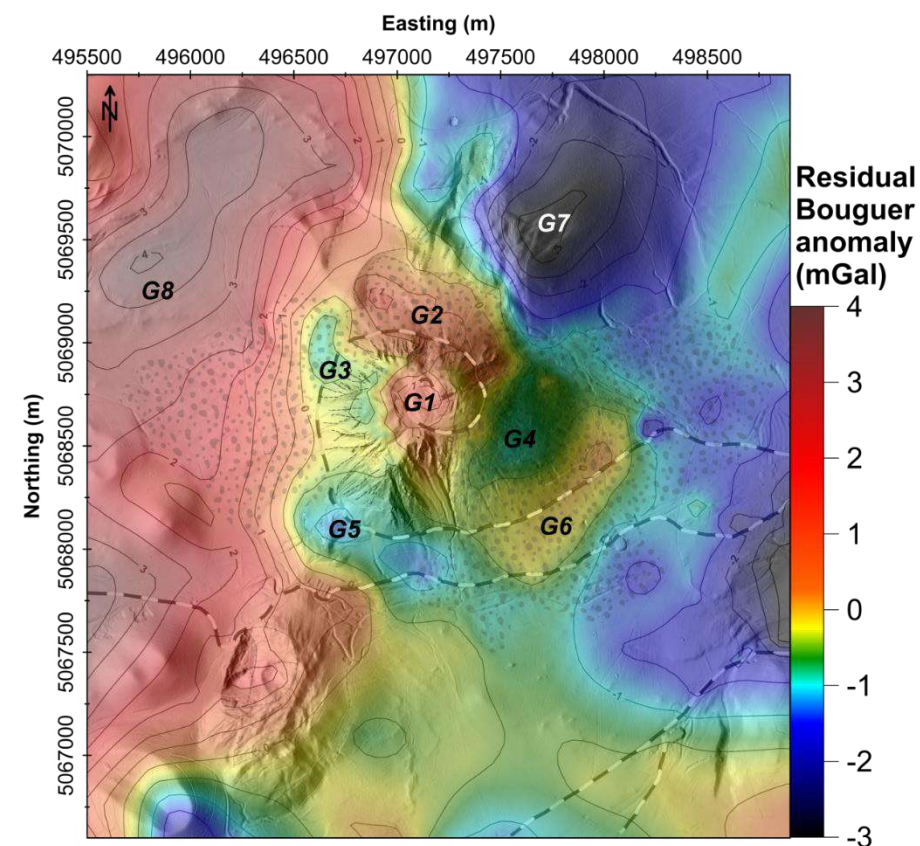


- 1350 nouvelles stations de mesures
- Positionnement GNSS différentiel ($\sigma_z = 0.02$ m)
- Correction topographique locale : **MNT LiDAR** ($\sigma_z = 0.1$ m)

A. Portal et al. (2016)

• Carte d'anomalies de Bouguer

- Anomalies positives Formations à densité élevée (G1, G2)
Coulées de lave (G8)
- Anomalies négatives Cônes de scories (G3, G4, G5, G7)

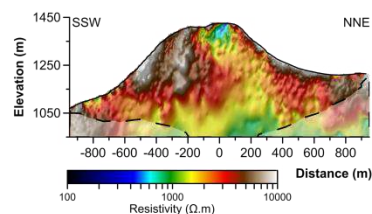




Le Puy de Dôme

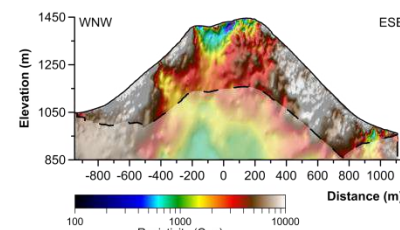
➤ Modèles géophysiques 2D et 3D du Puy de Dôme

Coupe 1

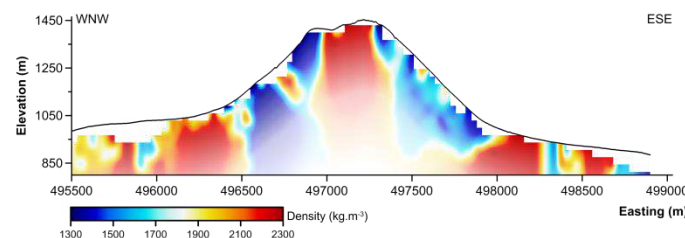
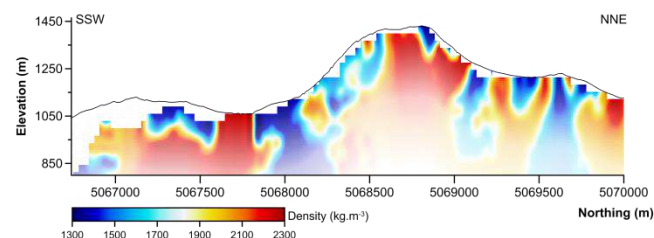
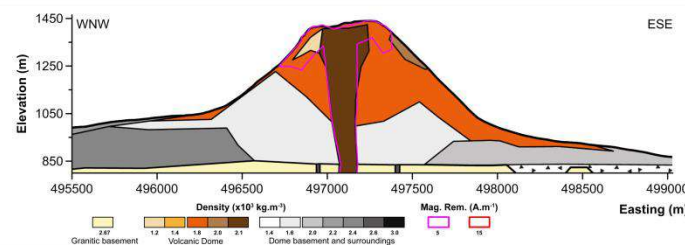
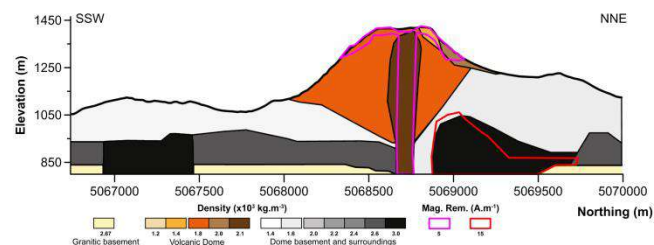
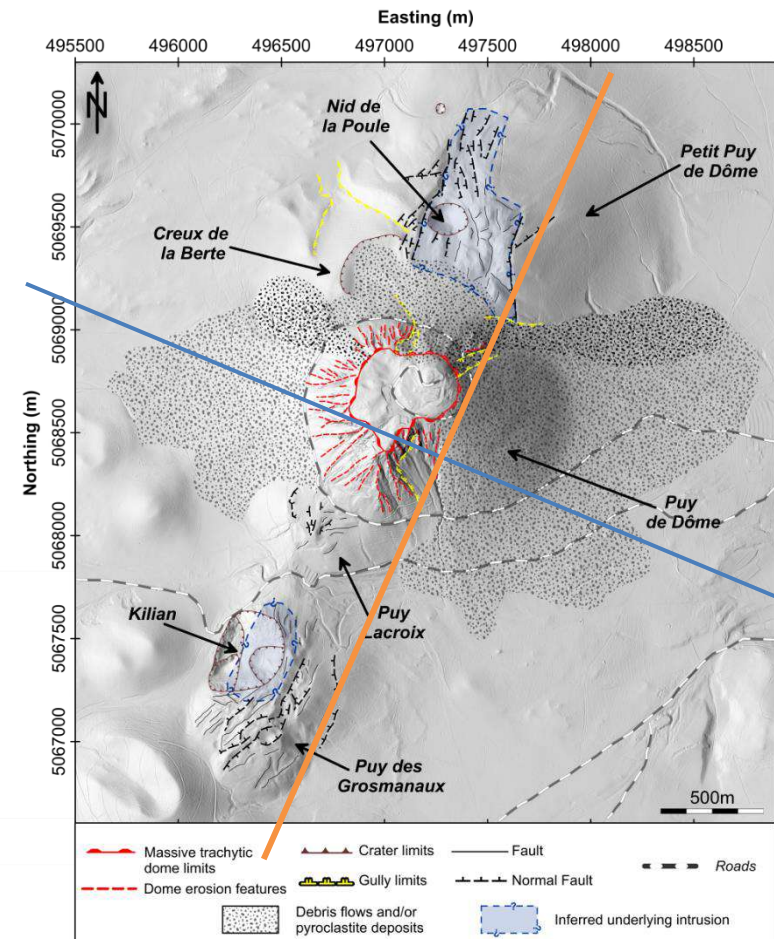
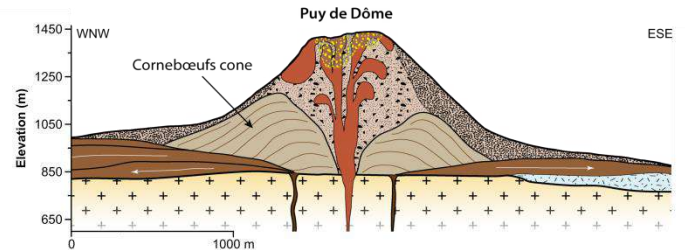
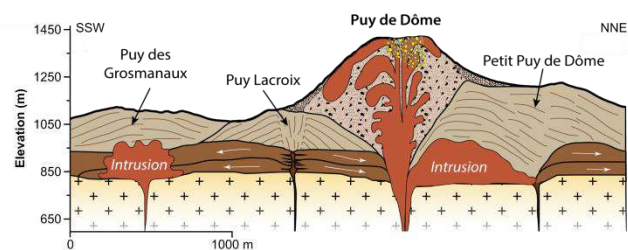


ERT 3D

Coupe 2

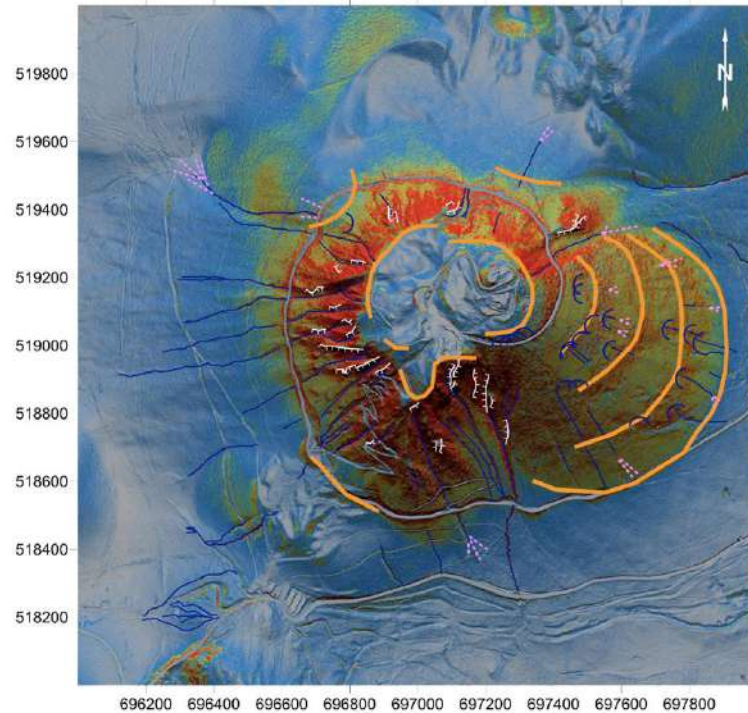


Gravi 3D

Gravi-Mag
2DGeological
interpretation

A. Portal, P. Labazuy et al., 2016 et 2018)

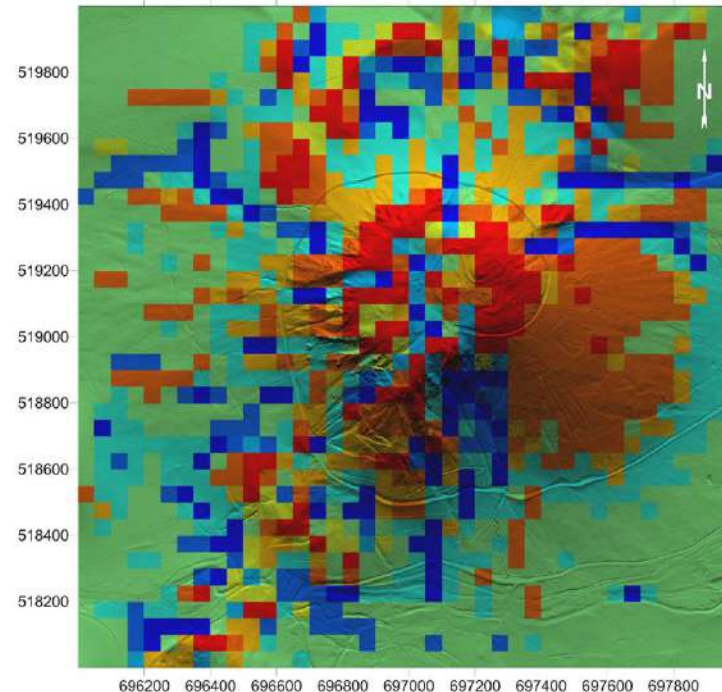
➤ Géomorphologie du Puy de Dôme



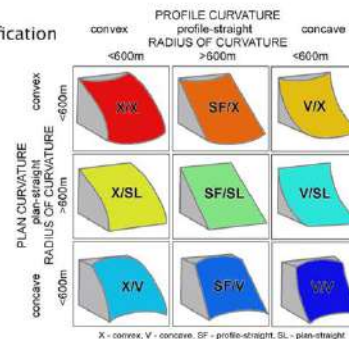
Caption

- Upstream edge of watershed
- Cliff
- Break-in-slope
- Alluvial fan
- Thalweg

- Slopes
- 0 - 25°
 - 25 - 30°
 - 30 - 35°
 - 35 - 40°
 - ≥ 40°



Curvature Classification



En rouge : formes X/X (convexes/convexes)

Très hautes pentes et les falaises entourant le plateau sommital

En bleu marine : formes V/V (concaves/concaves)

Thalwegs

En vert : formes SF/SL (profils-droits/plans-droits)

+ **bleu roi : formes V/SL (profils concaves/plans-droits)**

Epandages au pied des reliefs

En orange : forme SF/X (profils-droits/plans convexes)

Flanc oriental remarquablement homogène

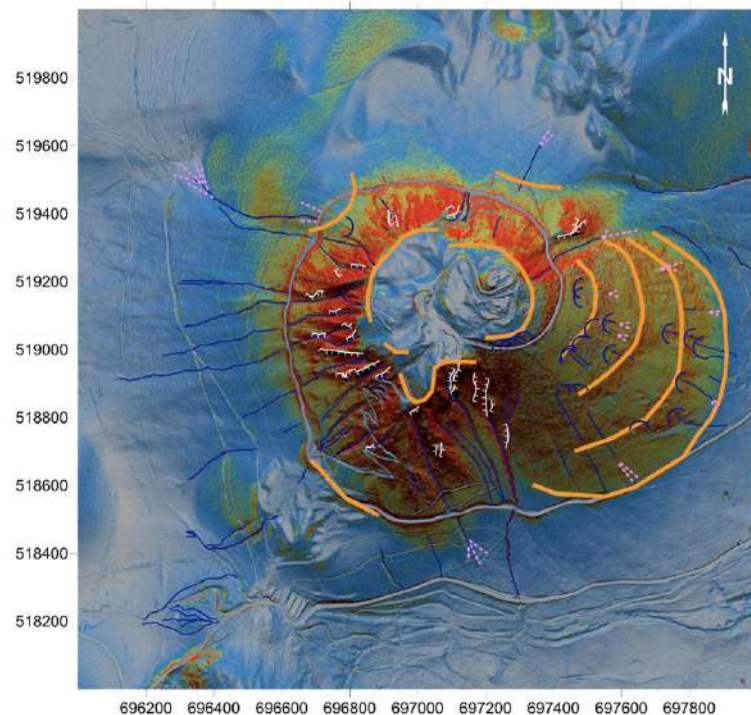
Ces types de flancs convexes autour du sommet suggèrent des formes de construction.

Classes de pentes et éléments structuraux

Classification des formes géomorphologiques

C. Deniel, P. Boivin et al. (2020)

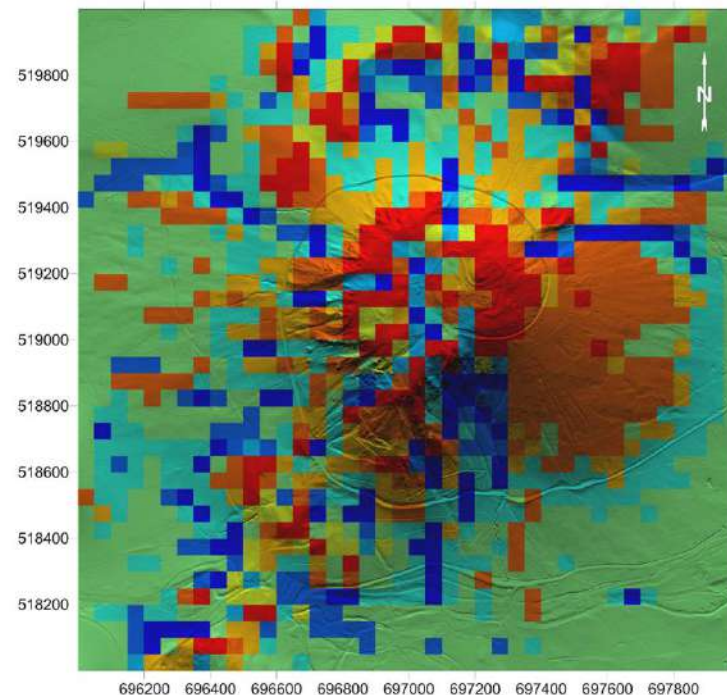
➤ Géomorphologie du Puy de Dôme



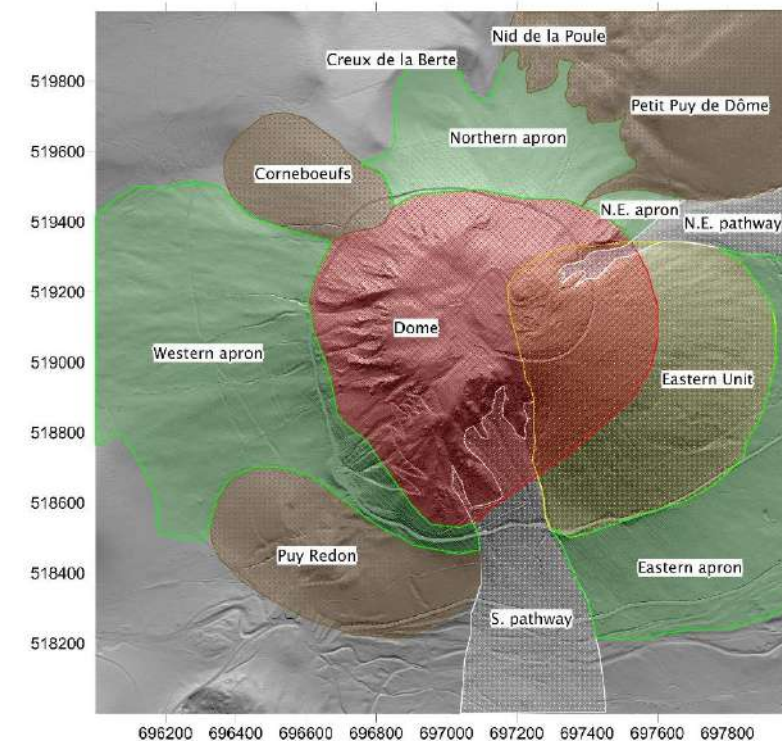
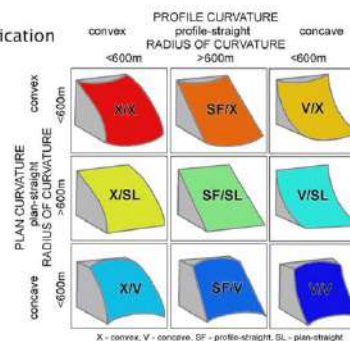
Caption

- Upstream edge of watershed
- Cliff
- Break-in-slope
- Alluvial fan
- Thalweg

- Slopes
- 0 – 25°
 - 25 – 30°
 - 30 – 35°
 - 35 – 40°
 - ≥ 40°



Curvature Classification



Unités géomorphologiques

Classes de pentes et éléments structuraux

Classification des formes géomorphologiques

C. Deniel, P. Boivin et al. (2020)



Merci pour votre attention