



Université Blaise Pascal



# Projet TOMUVOL



Radiographie des volcans  
avec des muons atmosphériques

*Projet "Pôles d'Excellence"  
Région Auvergne 2010*



Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC, CNRS-IN2P3)  
Laboratoire Magmas et Volcans (LMV, CNRS-INSU)

*Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand*

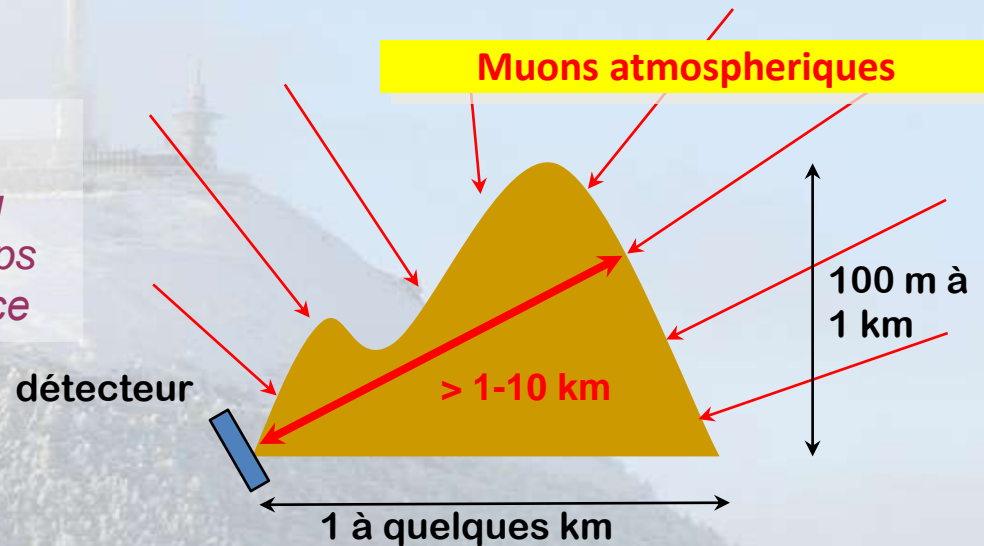
# Projet TOMUVOL

## □ Radiographie des volcans et muons

- **Muons atmosphériques** : collisions du rayonnement cosmique avec l'air
- Peuvent traverser **plusieurs hectomètres ou kilomètres** de roches avant désintégration
- **Modélisation** de la structure interne des volcans

### Principe de la méthode

*Détecteur de muons sur un versant du volcan : enregistre en continu et en temps réel le flux de muons qui traverse l'édifice*



## □ S'appuie sur l'expertise des compétences locales des 2 laboratoires d'excellence :

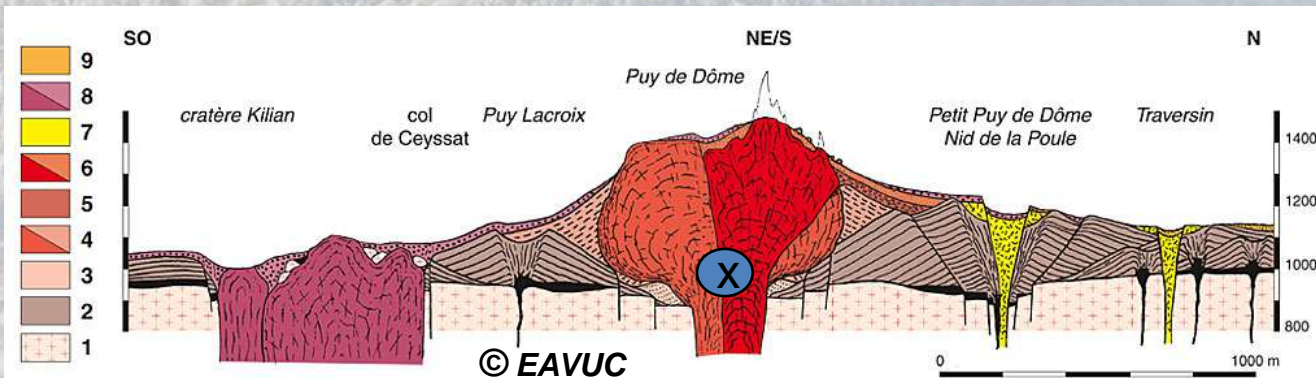
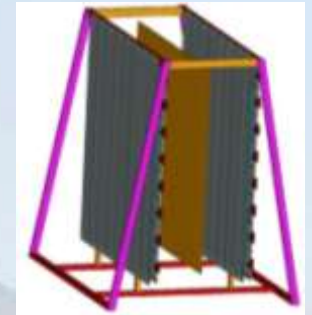
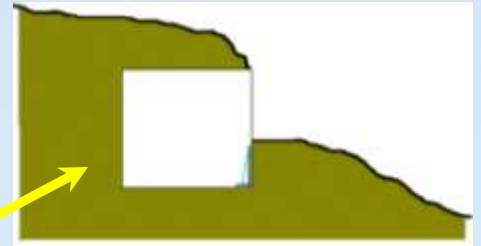
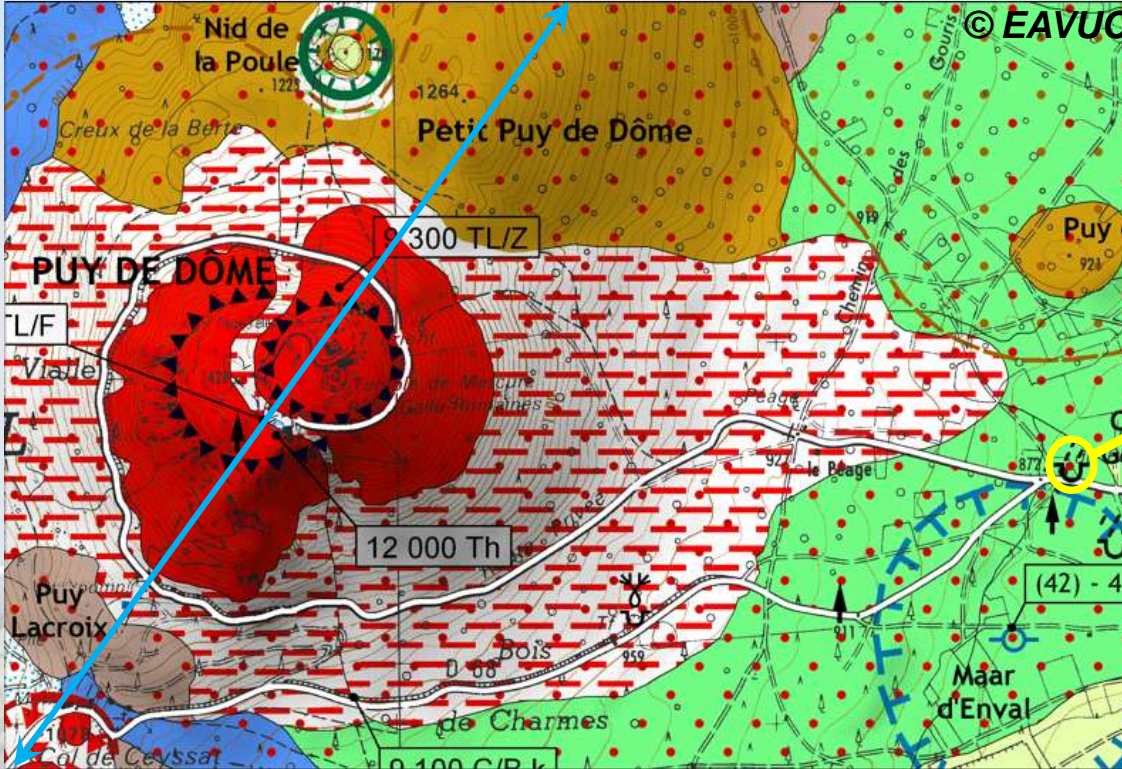
- **Volcanologie** et Géophysique structurale ( **LMV/OPGC** )
- **Détecteur de muons** et Environnement d'analyse ( **LPC/IN2P3** )

# Etude de la structure d'un édifice proche, le Puy de Dôme :

- Mise en oeuvre et Développement d'un système performant et mobile
- Validation d'une méthode d'analyse précise et robuste

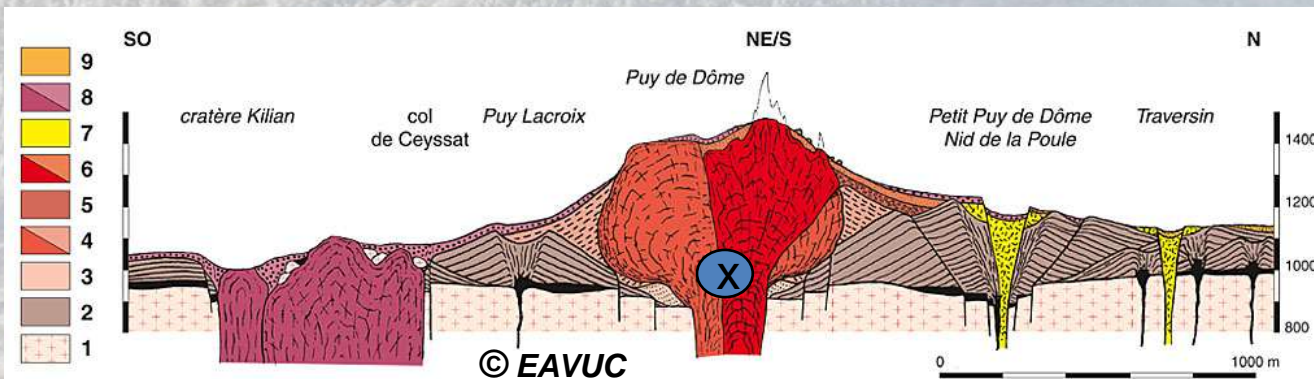
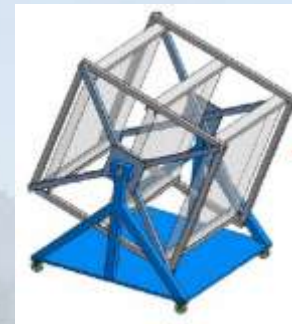
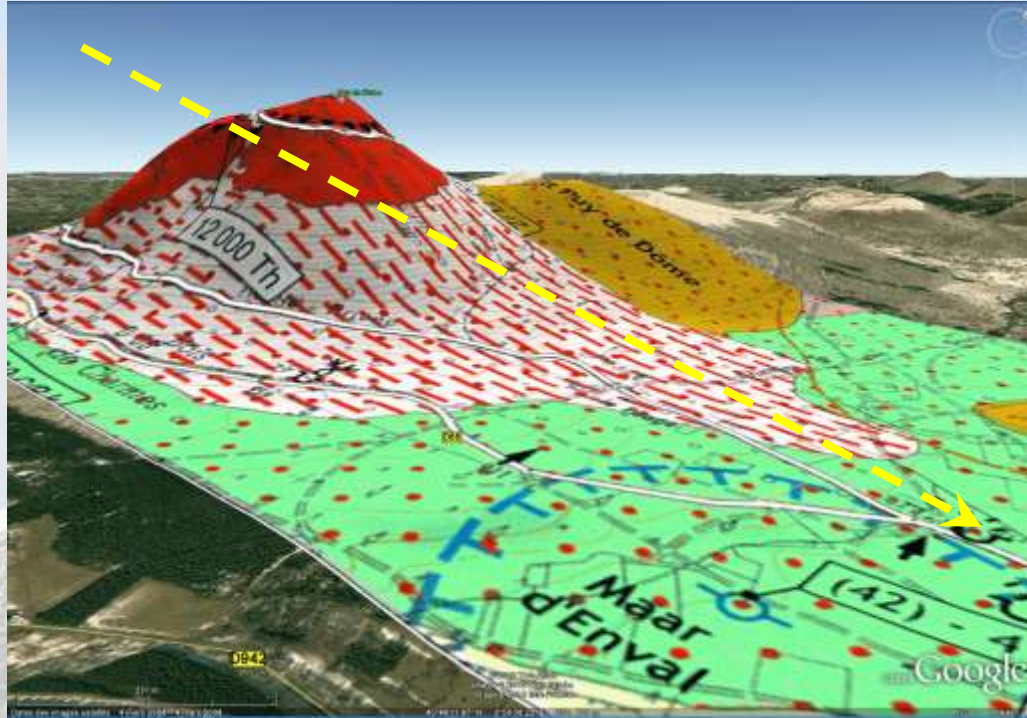
## La Cristallerie

Altitude : 872 m  
Distance sommet : 2000 m



## □ Etude de la structure d'un édifice proche, le Puy de Dôme :

- Mise en oeuvre et **Développement** d'un système performant et mobile
- **Validation** d'une méthode d'analyse précise et robuste

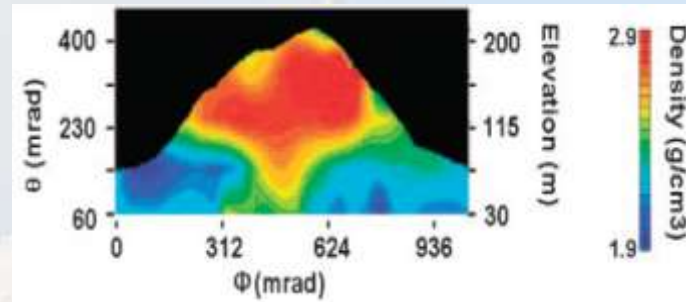


# Projets internationaux « Muons et Volcans »

## 3 équipes, 3 projets

### 1. Etude des volcans du Japon (Asama, Usu,...), Mont Fuji?

Structure, variations de masse



### 2. Etude des volcans italiens (Vésuve, Stromboli)

Etude de la dynamique éruptive



### 3. Etude du Puy de Dôme

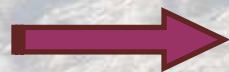
Structure + comparaison avec les études des collègues japonais

# « Projet TOMUVOL », un levé LIDAR, pour quoi faire?

- Le flux de muons mesuré par le détecteur est déterminé par le **parcours géométrique** des muons dans le volcan
- Le **calcul précis** du parcours des muons dans la roche par programme de **reconstruction de la géométrie**



*modèle géométrique tridimensionnel très précis de la forme extérieure de l'édifice, avec une précision infra-métrique =*

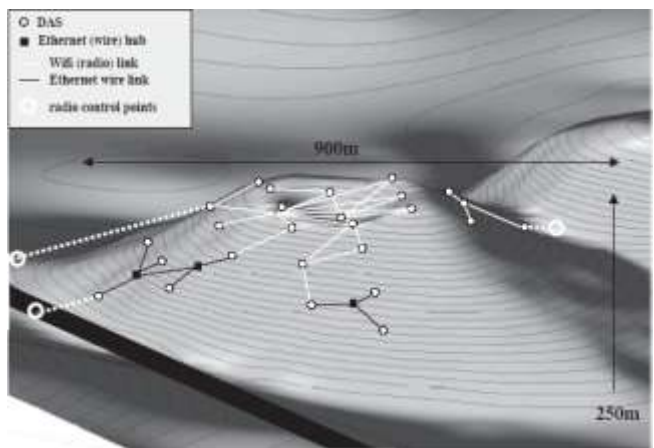
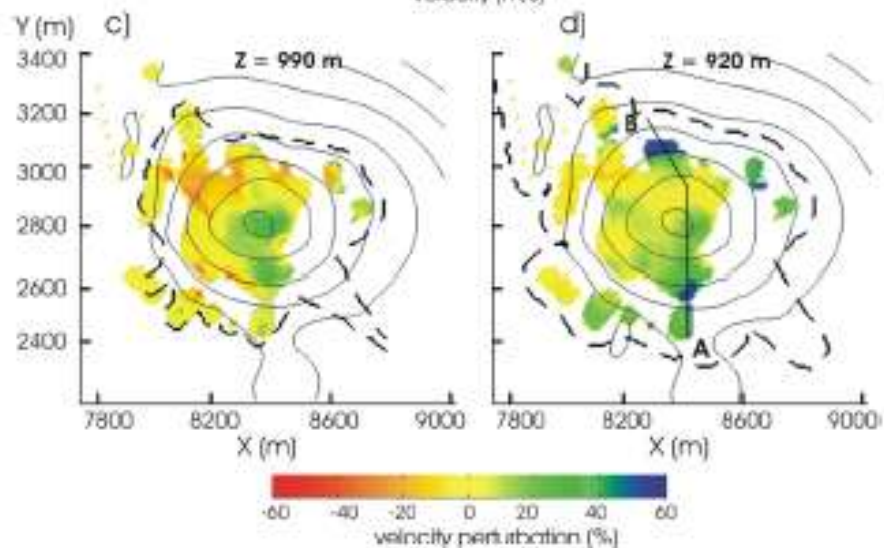
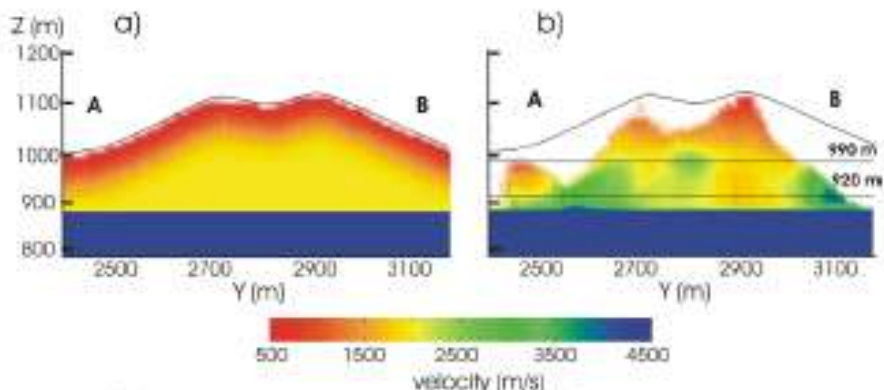
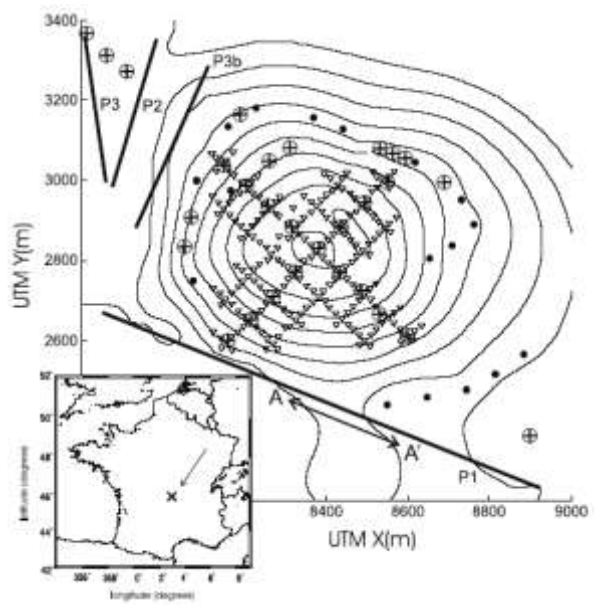


***Modèle altimétrique LIDAR!***

# Tomographie sismique

## Structure Interne du Puy des Goules (ch. Des Puys)

Brenguier et al., GRL (2006); Coutant et al., Seis Res. Lett. (2008)

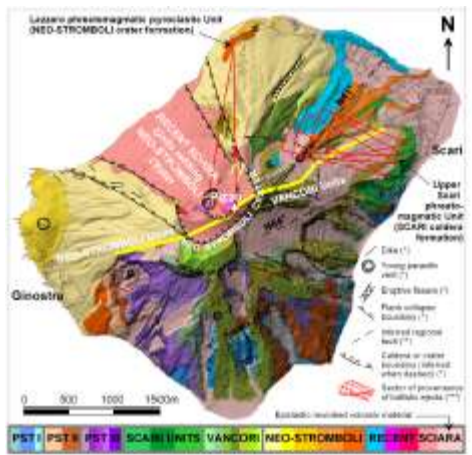
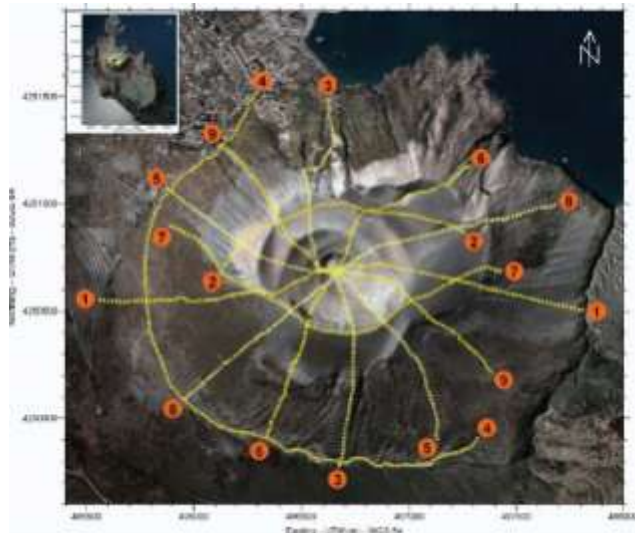


Modèles de distribution de vitesse des ondes P

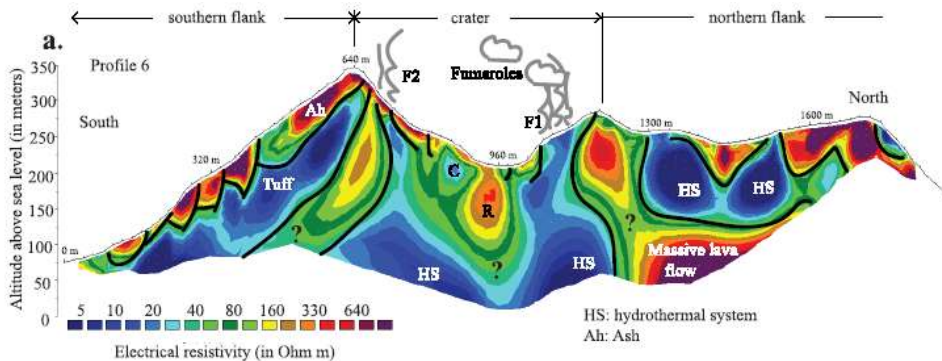
# Tomographie de résistivités électriques

Vulcano, Stromboli (Iles Eoliennes; Italie)

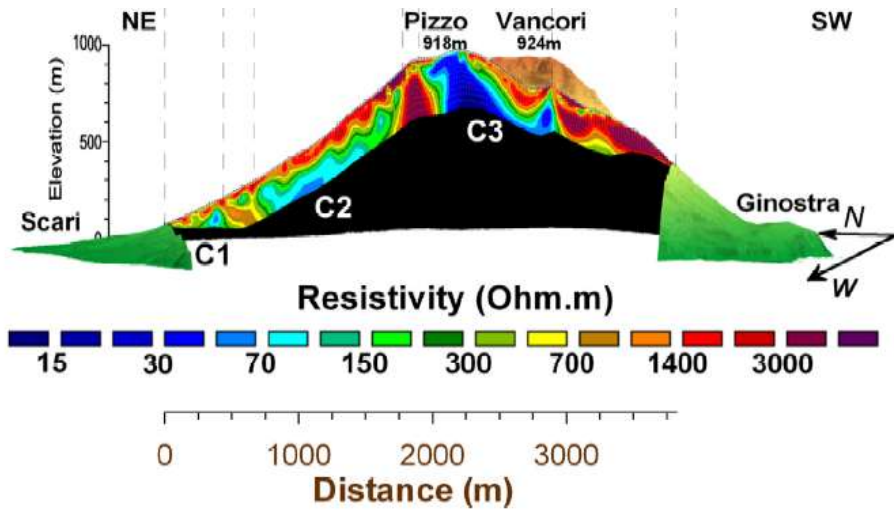
Finizola et al., GRL (2006, 2009); Revil et al., JGR (2008)



## Vulcano



## Stromboli

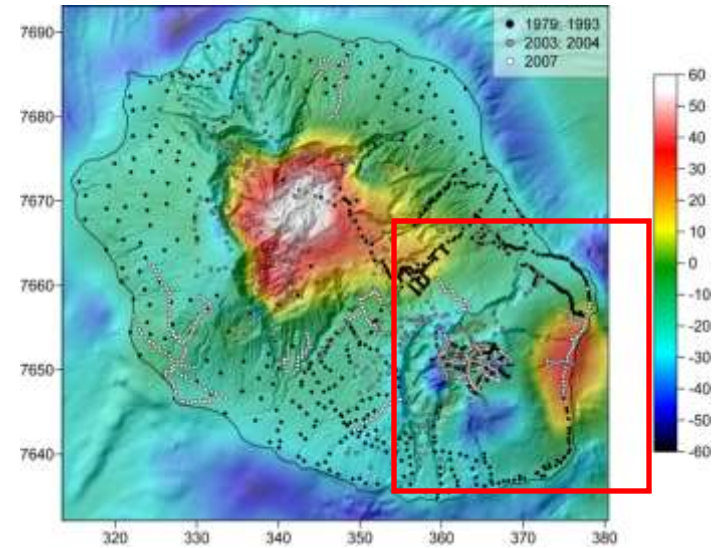
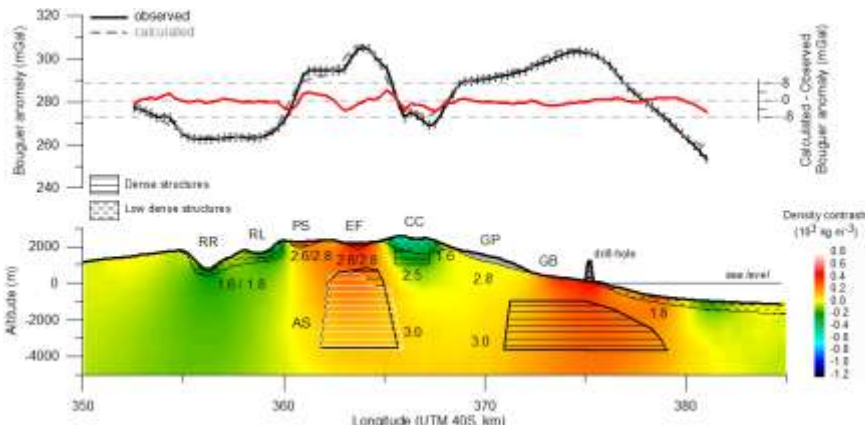


Modèles de distribution des résistivités électriques

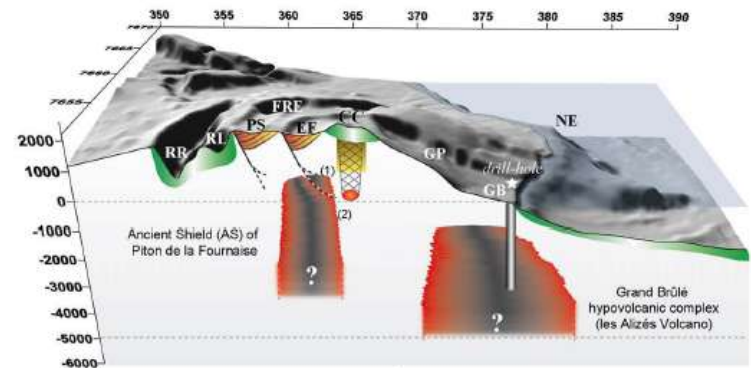
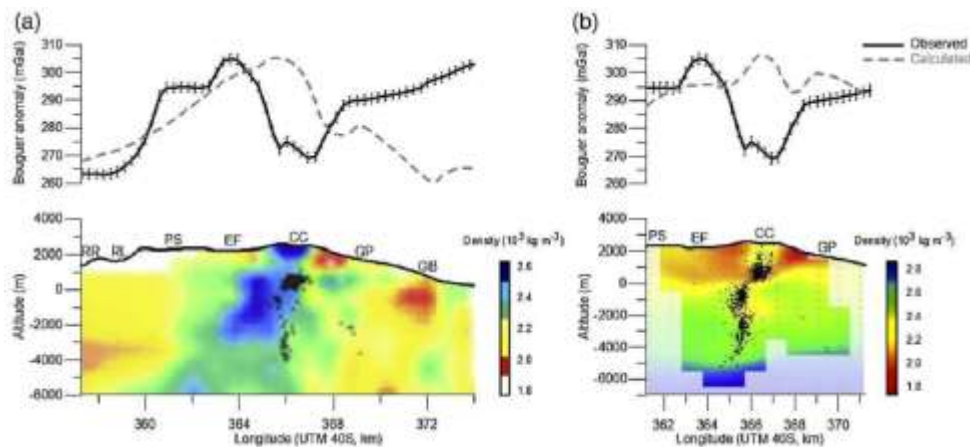
# Méthode Gravimétrique

## Structure Interne du Piton de la Fournaise

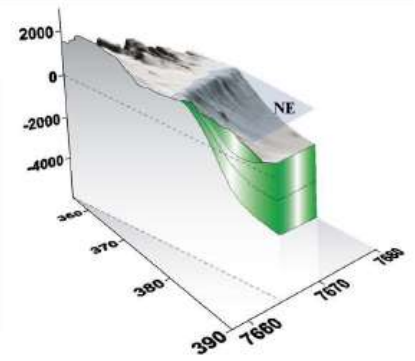
Gailler et al., JVGR (2009)



Modèles de distribution des densités (approches gravimétrique)



- low density formations ( $1.6 / 1.8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )
- dense lava flows ( $2.5 / 2.8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )
- dense hypovolcanic complexes ( $3.0 / 3.2 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )
- high velocity body ( $2.5 / 2.6 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )
- fractured zone
- inferred magma reservoir
- (1) (2) alternative models for the AS dense complex



Modèles de distribution des densités (à partir de tomographies sismiques)