Caractérisation structurale et géomécanique des versants du Lac Pavin : résultats préliminaires

Séverine Bernardie, Gilles Grandjean, Adnand Bitri, O. Renault, P. Rocher

▶ **To cite this version:**

Séverine Bernardie, Gilles Grandjean, Adnand Bitri, O. Renault, P. Rocher. Caractérisation structurale et géomécanique des versants du Lac Pavin : résultats préliminaires. Journées Aléa Gravitaire, JAG 2008, Nov 2008, Orléans, France. p. 185-189. hal-00997145

HAL Id: hal-00997145
https://brgm.hal.science/hal-00997145

Submitted on 27 May 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Caractérisation structurale et géomécanique des versants du Lac Pavin: résultats préliminaires

Séverine, Bernardie[1], Gilles, Grandjean[2], Adnand, Bitri[3], Olivier, Renault[4] et Philippe, Rocher[5]

[1]brgm, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans, email : s.bernardie@brgm.fr
[2]brgm, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans, email : g.grandjean@brgm.fr
[3]brgm, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans, email : a.bitri@brgm.fr
[4]brgm, 151 Boulevard Stalingrad 69626 Villeurbanne, email : o.renault@brgm.fr
[5]brgm, 12, avenue des Landais 63170 Aubière, email : p.rocher@brgm.fr

Résumé :
Le lac Pavin, d'origine volcanique, s'est formé dans le cratère d'un ancien volcan. Il a été le siège d'activité volcanique, de coulées de boue, ainsi que d'importants glissements de terrain qui ont affecté ses flancs internes. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de caractériser la structure et le comportement géomécanique des flancs internes du lac, en synthétisant des données géologiques, des mesures de sismique réfraction, des profils électriques, et des essais pressiométriques en forage. Cette permettra ensuite d'estimer le degré de stabilité des versants par la réalisation de modèles géomécaniques qui tiennent compte notamment de sollicitations cycliques hydrauliques (saturation des sols).

Introduction

Le lac Pavin, d'origine volcanique, situé dans le Massif central, s'est formé dans le cratère d'un ancien volcan. Il est aujourd'hui considéré comme le plus jeune volcan de France métropolitaine (6700 ans BP voire même 3450 ans BP). De forme presque parfaitement circulaire, il a une profondeur de plus de 90 m et une superficie de 44 ha environ. Le lac Pavin a été le siège d'activité volcanique, de coulées de boue, ainsi que d'importants glissements de terrain qui ont affecté ses flancs internes.
Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de i) caractériser les flancs internes du lac Pavin de façon à estimer leur état géomécanique actuel, ii) d'anticiper leur endommagement à moyen terme et iii) d'analyser les risques de mouvements de terrain de grande ampleur susceptibles d'affecter les versants. A terme, des modélisations géomécaniques permettront d'estimer la possibilité d'une propagation de masse dans les eaux du lac qui pourraient avoir des conséquences sur la sécurité de l'ensemble du bassin.

Données acquises

Cette caractérisation structurale et géomécanique est basée sur la synthèse de :

- 1 coupe géologique ;
- 3 profils de sismique réfraction ;
- 3 profils géoélectriques ;
- 1 essai pressiométrique en forage ;

Les localisations des profils sont repérées sur la Figure 1.

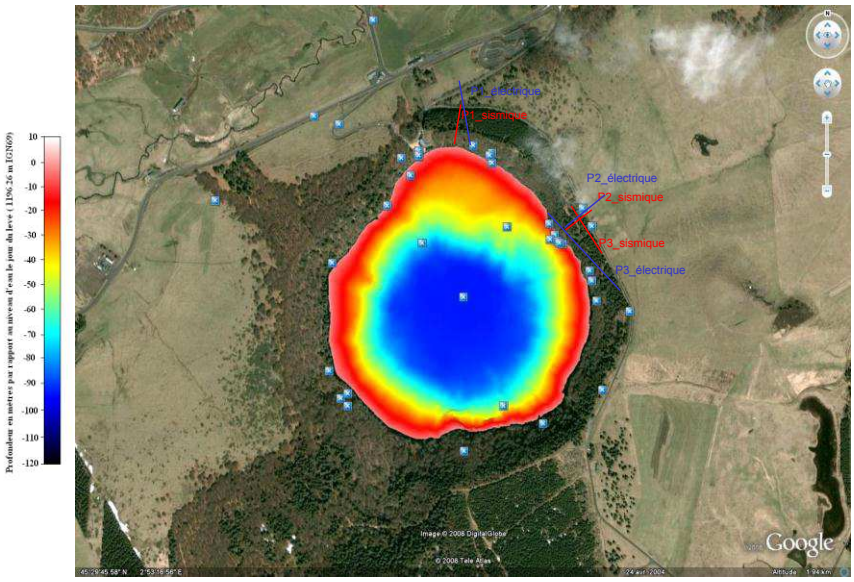

Figure 1 - Localisation des profils de sismique réfraction, des panneaux électriques et bathymétrie du lac

La Figure 2 fournit la coupe lithologique et les résultats des essais pressiométriques provenant du forage localisé à l'intersection entre les profils sismiques 2 et 3.

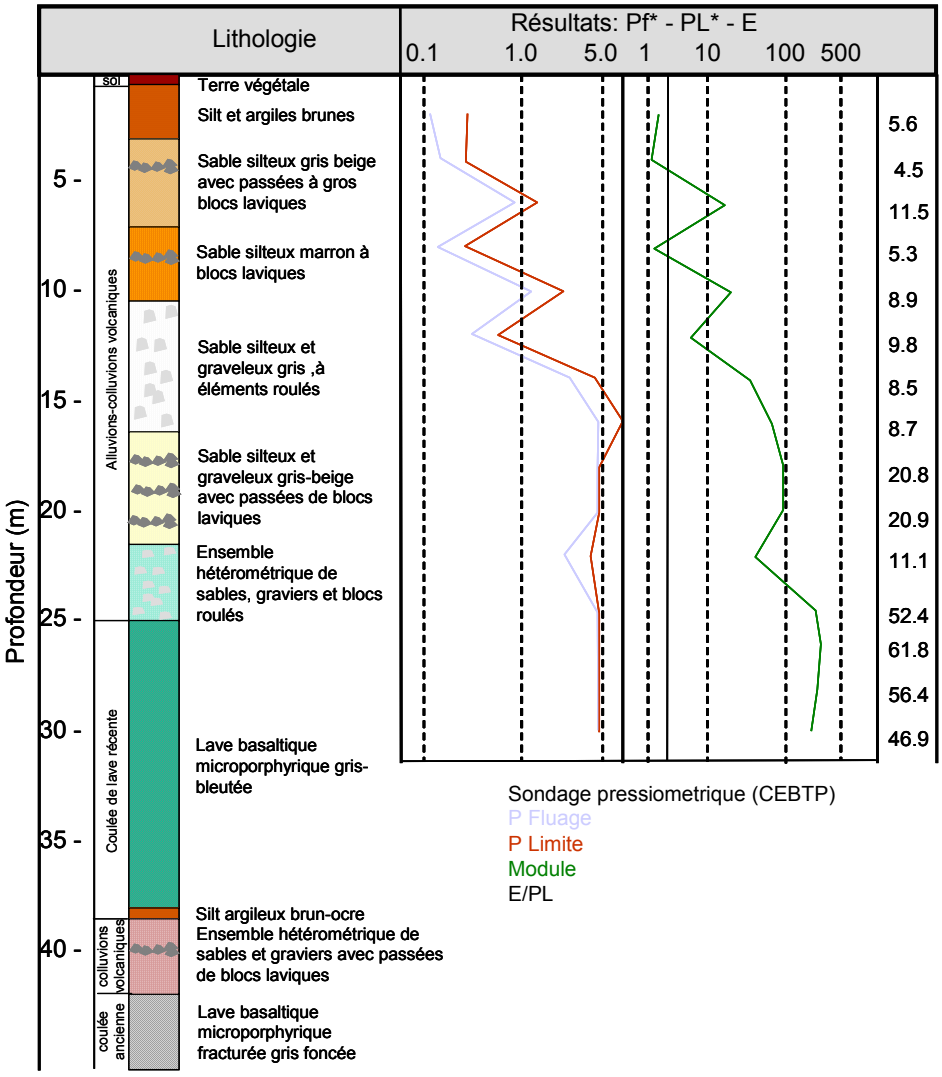

Figure 2 – Coupe lithologique et essai pressiométrique

Tomographie acoustique

Trois profils acoustiques ont été réalisés sur le site. Les profils P1 et P2 sont réalisés le long de la pente des flancs du lac Pavin. Ils sont constitués de 48 géophones, espacés de 2m, soit une longueur de dispositif de 96m. Le profil P3, perpendiculaire au profil P2, est constitué de 72 géophones. Les tirs sont réalisés tous les 6m, soit tous les trois géophones. L'acquisition des données est réalisée à l'aide d'une camera sismique Stratavizor de Geometrics.
Les temps des premières arrivées ont été inversés de façon à obtenir une coupe des vitesses de compression Vp en fonction de la profondeur en utilisant le logiciel Rayfract.
Par ailleurs, une analyse des ondes de surface a été réalisée dans l'objectif d'obtenir un profil d'ondes de cisaillement Vs. Le calcul de la vitesse de cisaillement en fonction de la profondeur est basé sur l'inversion de la courbe de dispersion qui présente les variations de la vitesse de phase de l'onde de Rayleigh en fonction de la fréquence.

Tomographie électrique

Trois profils électriques ont été réalisés sur le site. Les profils P1 et P2 sont réalisés le long de la pente des flancs du lac Pavin. Ils sont constitués de 48 électrodes, espacés de 3m, soit une longueur de dispositif de 141m. Le profil P3, perpendiculaire au profil P2, est constitué de 96 électrodes, soit une longueur totale de 285m. Les panneaux électriques fournissent une coupe de la résistivité en fonction de la profondeur. Pour cela deux dispositifs ont été choisis :Wenner-Schlumberger, et dipole-dipole. L'inversion a été réalisée à l'aide du logiciel RES2DINV.
Les Figure 3, Figure 4 et Figure 5 montrent une coupe 2D des vitesses de compression Vp, des vitesses de cisaillement Vs, et de résistivité ρ pour les profils 1, 2, et 3, respectivement.

Interprétation

Les interprétations des profils sismiques et électriques mettent en évidence deux zones d'anomalie A et B susceptibles d'être à l'origine de glissements potentiels.

L'anomalie A se caractérise par:

- Une zone à faible vitesse Vp ;
- Un contraste de vitesse Vs, qui correspond à la base de la zone altérée superficielle (faible rigidité) ;
- Une zone conductrice.

L'anomalie B située au niveau d'une couche constituée de silts argileux et d'éléments hétérométriques se caractérise par une zone de gradient en vitesses Vp et Vs. Cependant, cette couche est peu contrainte du fait de la limite de profondeur d'investigation de l'imagerie sismique. De plus, l'absence de mesures électriques et pressiométriques à cette profondeur ne permettent pas de conclure sur la potentialité de glissement de cette couche.

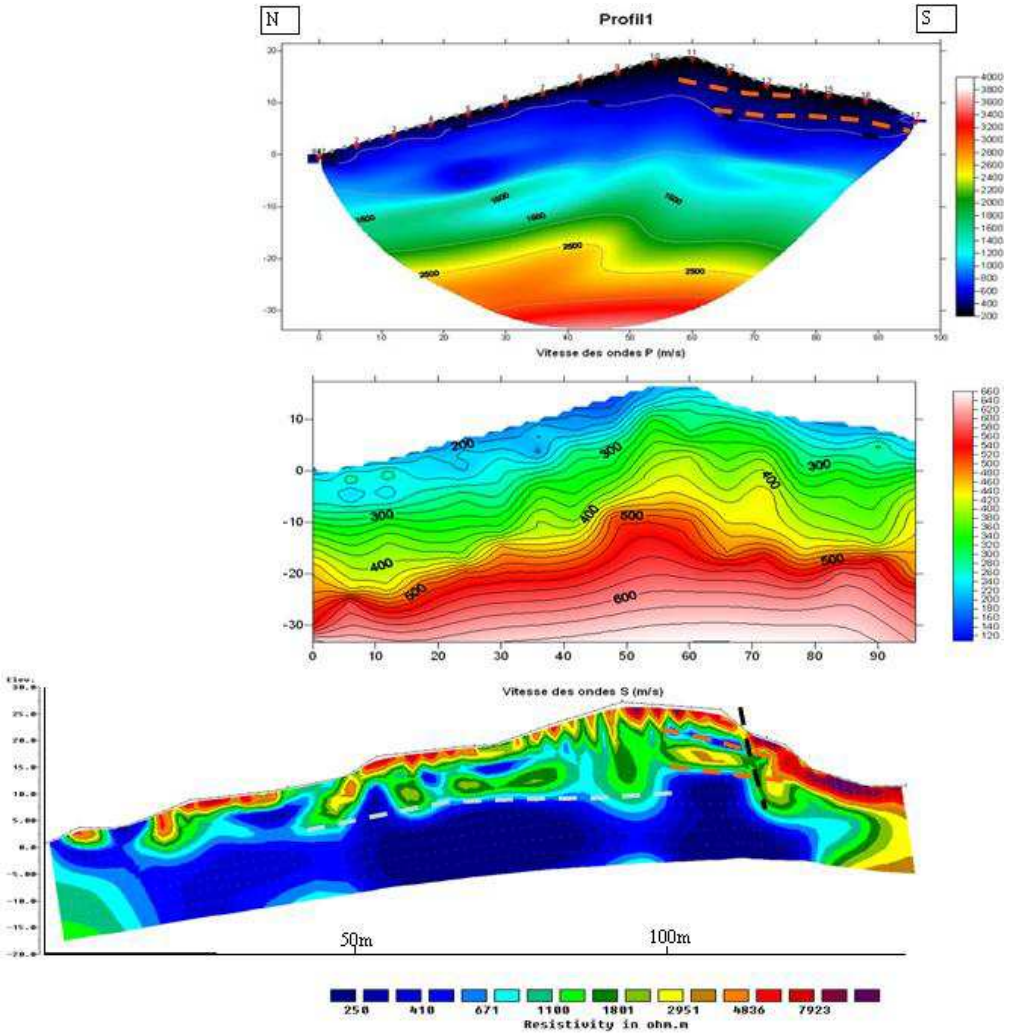

Figure 3 – Coupe 2D des vitesses de compression Vp, des vitesses de cisaillement Vs, et de résistivité ρ. Profil 1

Perspectives

Des essais en laboratoire qui vont prochainement être réalisés sur des échantillons prélevés dans les différentes couches rencontrées devraient permettre de caractériser leur comportement, notamment au niveau de la couche intermédiaire entre les deux coulées de lave.

Ensuite, un schéma structural plus approfondi sera réalisé en tenant compte de la description lithologique, de la géologie et des essais en laboratoire.
Enfin la réalisation de modèles géomécaniques tenant compte de sollicitations cycliques hydrauliques (saturation des sols), permettra d'estimer le degré de stabilité des versants, en particulier en étudiant le comportement des zones anomales A et B mises en évidence par cette étude.

Remerciements

Ce projet est soutenu et financé par le MEEDDAT et la DDE du Puy-de-Dôme qui ont engagé une démarche préventive pour savoir si ce site, second site naturel le plus visité d'Auvergne, présente des risques à court et moyen termes pour la sécurité des populations.

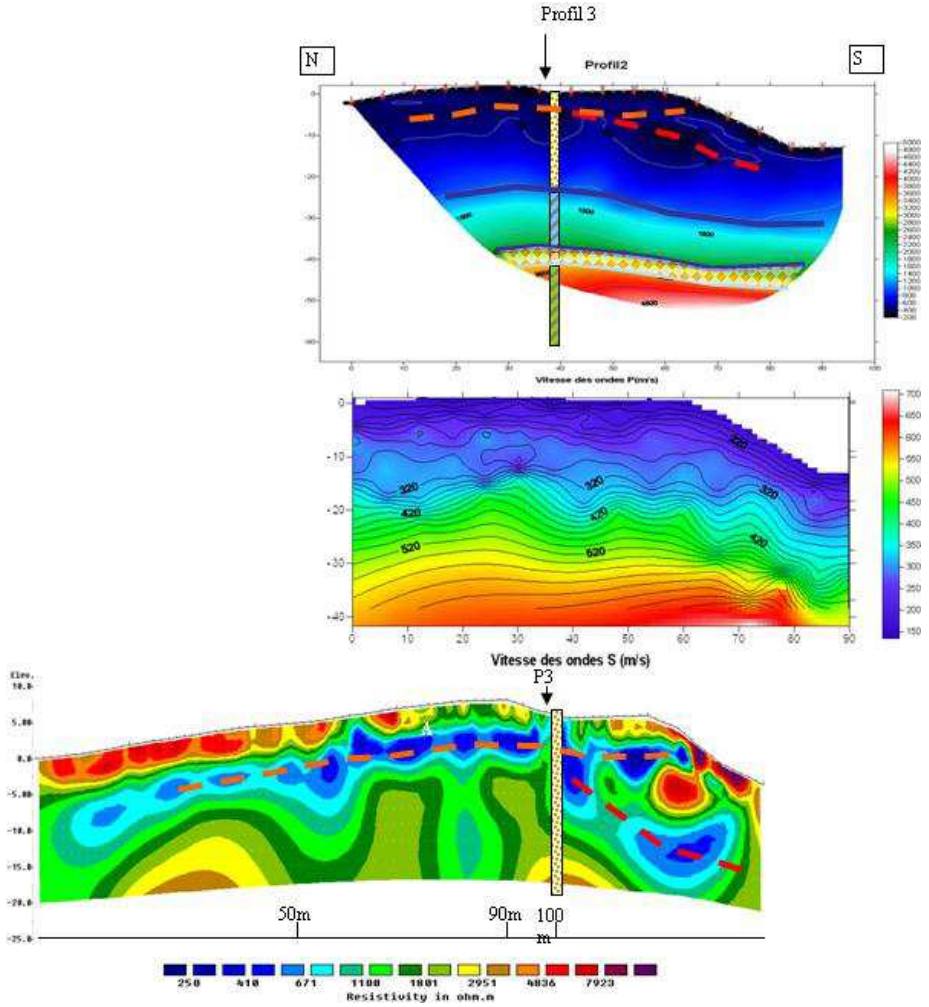

Figure 4 – Coupe interprétée 2D des vitesses de compression Vp, des vitesses de cisaillement Vs, et de résistivité ρ. Profil2

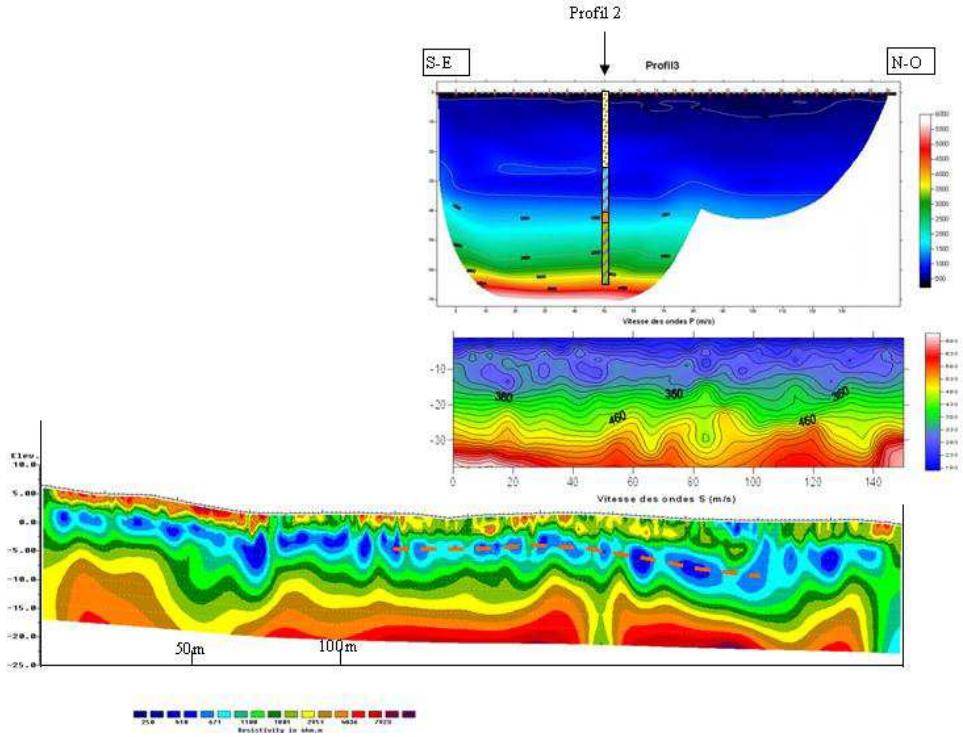

Figure 5 - Coupe 2D des vitesses de compression Vp, des vitesses de cisaillement Vs, et de résistivité ρ. Profil3