

ETUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN EN GRANDE KABYLIE, TIZI-OUZOU (ALGERIE) PAR APPROCHE GEOPHYSIQUE

BOUAZIZ NACIRA¹, MELBOUCI BACHIR¹¹Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Laboratoire Géo matériaux, Environnement et Aménagement (LGEA), Tizi-Ouzou, Algériebouaziz.nacira@yahoo.fr, melbouciba@hotmail.fr

RÉSUMÉ. Les glissements de terrain sont des structures complexes et évolutives, difficiles à caractériser. La région de la Kabylie comme toutes les régions du nord de l'Algérie compte plusieurs sites affectés par ces mouvements. Cette communication a pour objectif l'étude de deux sites de glissements de terrain en grande Kabylie, le premier est le glissement de Tizgirt affectant une zone côtière distante de 39 Km du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, caractérisée par des flysch et marnes avec une pente variant de 10 à 15° ; le second est le glissement d'Ain El Hammam situé à 50 Km au Sud-est de la ville de Tizi-Ouzou se manifestant dans des terrains métamorphiques de pente raide supérieur à 30°. La méthode d'investigation géophysique par tomographie électrique a été appliquée sur ces glissements de terrain afin de caractériser leurs structures internes. Les profils de résistivités ont permis avec les essais géotechniques de différencier la masse en mouvement du substratum sous-jacent. Il apparaît clairement que la tomographie électrique doit être combinées et calibrées par rapport aux données géotechniques disponibles sur les sites d'études des glissements de terrain en Grande Kabylie.

Mots clefs : Glissement, géophysique, résistivité, géotechnique, Kabylie

ABSTRACT. Landslides are complex and evolving structures, difficult to characterize. The region of Kabylia as all regions of northern Algeria has several sites affected by these movements. This communication aims of the study of two landslide sites in great Kabylia, the first one is the landslide of Tizgirt affecting a remote coastal area at 39 Km from the capital of the province of Tizi-Ouzou, characterized by flysch and marl with an slope varying from 10 to 15 ° and the second one is the landslide of Ain El Hammam located at 50 km in the south-east of the city of Tizi-Ouzou manifesting itself in metamorphic formations of steep slope greater than 30 °. The method of geophysical investigation by electrical tomography was applied on these landslides to characterize theirs internal structures. The Resistivity profiles enabled with geotechnical testing to differentiate the mass on mouvement to underlying bedrock. It is clear that electrical tomography should be combined and calibrated against geotechnical data available on the studied sites of landslides in Great Kabylia.

KEY WORDS: Landslides, geophysics, resistivity, geotechnical, Kabylia.

Introduction

Les glissements de terrain en Kabylie sont des phénomènes complexes, dans lesquels des masses de matériaux cohésifs (texture granulométrique fine) progressent lentement : (i) par un mécanisme de glissement le long de surfaces de cisaillement discrètes ; (ii) par une déformation continue et différenciée dont l'amplitude dépend des conditions locales de contraintes et de la forme de la topographie recouverte. Les glissements de terrain de Tizgirt et d'Ain El Hammam présentent deux cas distinct de mouvements de terrain en Grande Kabylie, [3].

2. Les sites d'études**2.1 Le glissement de Tizgirt**

Le glissement de Tizgirt, touche une ville balnéaire de forte urbanisation affectée par plusieurs instabilités de terrain sur trois zones. Il s'agit de la zone Est, la zone Centrale et la zone Ouest. Le glissement du centre ville (zone centrale) est le plus ancien et le

plus étendu ; il se développe sur une superficie supérieure à 136 ha et s'étend sur une longueur d'environ 1390 m. Ce glissement affecte le versant depuis les sommets des collines Sour-Bouaouine, Agouni Rehal et Tissira Ghoulid à une altitude d'environ 270 m jusqu'au large des plages Feraoun et Tassalast au bas de la RN24, affectant une pente d'environ 10° à 15°. Il s'effectue à l'interface entre le substratum marno-schisteux et les couches superficielles d'éboulis. Les versants se déforment avec un mouvement lent et progressif vers le Nord (la mer).

2.2 Le glissement de Ain El Hammam

Le glissement d'Ain El Hammam est localisé dans une pente collinaire d'une inclinaison de 30 à 40° composée de terrains métamorphiques essentiellement schisteux et micacés. La première apparition de cette instabilité a été recensée en décembre 1969 suite à de fortes précipitations. Les réactivations du mouvement de terrain en 2009, 2012 et 2013 ont été marquées par une nette évolution en surface et en profondeur de la zone instable. L'étude géotechnique et géophysique du versant, menée en 2009, a montré que ce dernier est composé de schistes satinés altérés sur une importante épaisseur surmontés par un recouvrement superficiel composé de débris de schiste emballés dans une matrice argileuse. Le glissement s'étale sur une superficie supérieure à 23 ha et mobilise une couche de sol d'une épaisseur de 45m et plus en mettant en œuvre trois mécanismes de déformation. Plusieurs indices d'instabilité ont été observés au niveau de la ville et du versant (démolition de plusieurs immeubles gravement endommagés par le mouvement).

3. Investigation par tomographie électrique

3.1 Le site de Tizirt

Le 17 août 2009 un profil de tomographie électrique a été réalisé au droit de l'arrachement amont du glissement de Tizirt dans la zone du parc communal situé près du sondage S03 d'une profondeur de 30m. Les données de tomographie électrique ont été acquises par le dispositif Wenner-Schlumberger. L'avantage de ce dispositif réside dans sa bonne résolution aussi bien verticale que latérale, ce qui le rend très approprié pour ce type de problème. Il offre également un meilleur rapport signal/bruit comparativement à d'autres configurations. Les données ont été acquises avec un système de mesure composé de 48 électrodes, en utilisant une procédure de terrain en roll-Along. L'appareillage employé est un instrument de marque SYSCAL de haute précision [2]. Le profil de tomographie exécuté sur le site de Tizirt est composé de 48 électrodes espacées de 5 m, ce qui donne une longueur totale de 235 m. ce profil a été réalisé perpendiculairement à la direction du glissement de terrain.

3.2 Le site d'Ain El Hammam

Le 5 et 9 août deux profils de tomographie électrique ont été réalisés au niveau de la partie haute du glissement de Ain El Hammam dans la zone de la place du marché et en contrebas de la construction abritant la menuiserie. L'acquisition sur le site d'Ain El Hammam s'est effectuée sur deux profils composés chacun de 48 électrodes espacées de 3 m, ce qui donne une longueur totale de 141 m pour chacun des profils. Le profil I est Perpendiculaire au glissement et passe par le sondage Si02 d'une profondeur de 47m munis d'un inclinomètre de profondeur libre de 44.63 m/sol, la mesure inclinométrique à été réalisée jusqu'à une profondeur de 44 m, au pas de 0.5 m sur un axe de direction estimée à N-250-E. Le profil II est suivant la direction du glissement [1].



Figure 1. Localisation du profil électrique sur le site de Tizirt à gauche et les des deux profils électriques I et II sur le glissement d'Ain El Hammam à droite

Les résultats de l'investigation par tomographie électrique

1.1. Le site de Tizirt

Le profil de tomographie électrique exécuté sur le site du glissement de Tizirt Figure 2. (a) est d'une longueur de 235 m, la section de résistivité inversée, montre que la plage de résistivité sur ce profil varie entre 0.14 Ohm.m et 650 Ohm.m.

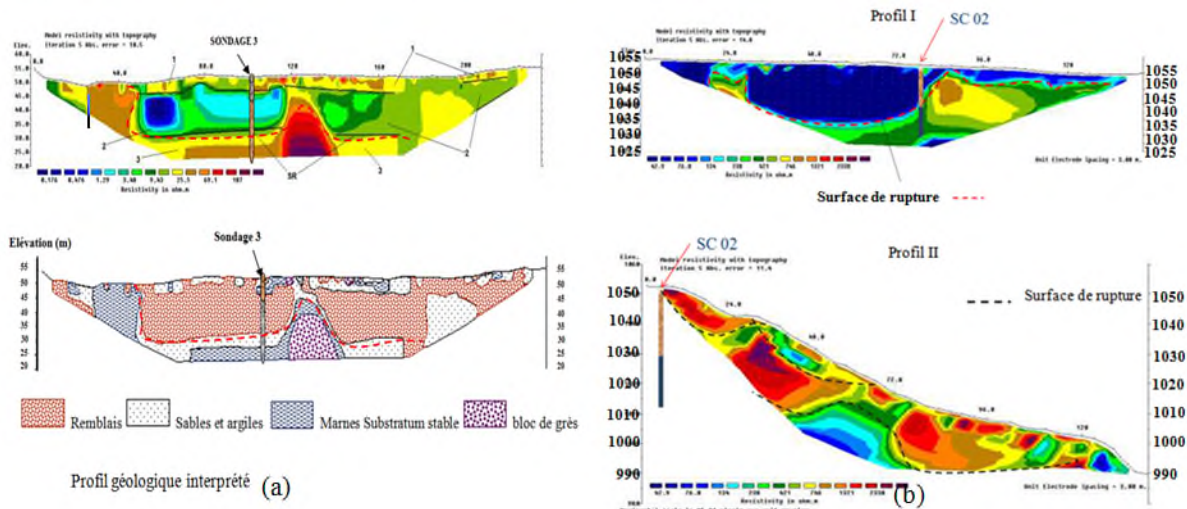


Figure 2. (a) La section du profil de Tomographie électrique sur le site de Tizirt, (b) La section des deux profils électriques I et II sur le glissement de Ain El Hammam et la courbe inclinométrique

1.2. Le site de Ain El Hammam

Deux profils ont été réalisés sur le site du glissement d'Ain El Hammam Figure 2. (b), le profil I a été exécuté perpendiculairement au glissement de terrain. Les valeurs de la résistivité électrique, sur ce profil, varient dans un large intervalle : minimum de 2 Ohm.m et un maximum de 1200 Ohm.m. Tandis que le profil II a été exécuté suivant la direction du glissement ; les résistivités de ce profil varient dans une large fourchette, d'un minimum de 37 Ohm.m jusqu'à un maximum de 4700 Ohm.m.

Discussion des résultats

La résistivité électrique s'est avérée être un paramètre efficace pour évaluer l'homogénéité du terrain, avec des profondeurs de pénétration de l'ordre d'une vingtaine de mètres [4], [5], [6].

1.3. Tizirt

Le résultat de modélisation des mesures de résistivité ont été comparé par rapport aux données géotechniques sur la section interprétée, quatre unités électriques ont été

identifiées Figure 2.(a). La surface de rupture comme vérifié sur le sondage carotté 03 est localisée sur une profondeur de 20 à 25 m qu'il serait intéressant de vérifier avec un profil électrique transversal dans le sens du glissement.

1.4. Ain El Hammam

1.4.1. Le profil I

Le profil I est d'une longueur de 141 m montre l'existence d'une zone conductrice avec faibles résistivités (2 à 150 Ohm.m) correspondant à la couleur bleu, cette zone conductrice correspond probablement à des matériaux glissés comportant des débris et des produits d'altération argileux. Les basses résistivités peuvent aussi indiquer une certaine saturation en eau du glissement. Une zone résistante avec fortes résistivités (300 à 1200 Ohm.m) est mise en évidence juste au dessous de la zone conductrice. Cette zone résistante peut être attribuée à des schistes plus compacts et secs. Le contact entre ces zones pourrait correspondre à une surface de rupture sur une profondeur de 27m.

1.4.2. Le profil II

Le profil II est caractérisé par une alternance de zones résistantes et de zones conductrices. Les schistes, selon leur degré de saturation en eau, peuvent avoir des résistivités qui varient entre 10 Ohm.m et 1 000 Ohm.m. Il est probable que les résistivités faibles correspondent à des schistes humides et les résistivités élevées à des schistes secs. Sur ce profil, il est difficile d'identifier une seule surface de rupture [3].

Conclusion et recommandations

Les résultats préliminaires de cette campagne de prospection géophysique et géotechnique sur ces deux sites ont permis de montrer que : La tomographie électrique apparaît comme une méthode géophysique particulièrement intéressante pour localiser la surface de rupture des glissements de terrain. Il serait intéressant de réaliser régulièrement de nouvelles campagnes de prospection géophysique des glissements en grande Kabylie après chaque saison pluvieuse afin de suivre le mouvement et son évolution.

Bibliographie

- [1] ANTEA, Etude des glissements de terrain de Ain el Hammam Rapport N° 1 N°57665/A Mars 2010.
- [2] ANTEA, Etude des glissements de terrain de Tizirt Rapport N° 1 N° 57697/A Juillet 2011.
- [3] DJERBAL, L., MELBOUCI, B., « Le glissement de terrain d'Ain El Hammam (Algérie) : causes et évolution », *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 71, n°3, 2012, p. 587-597.
- [4] FEREGOTTO, M., BIEVRE G., GARAMBOIS S., BERNIER J., « Etude d'un glissement de terrain par des méthodes de prospection géophysique », *Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'ingénieur JNGG'2010-Grenoble 7-9 Juillet 2010*.
- [5] GRANDJEAN, G., PENNETIER, C., BITRI, A., MERIC, O., MALET, J-P., « Caractérisation de la structure interne et de l'état hydrique de glissements argilo-marneux par tomographie géophysique : l'exemple du glissement – coulée de Super-Sauze (Alpes Sud, France) », *Comptes Rendus Géoscience*, vol 338, n°9, 2006, p. 587-595.
- [6] JONGMANS, D., GARAMBOIS, S., « Geophysical investigation of landslides: A review ». *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. 178, 2007, p. 101-112.