

Archaeological and paleoenvironmental interpretation through tomographic model classification and geophysical mapping; Ostia Antica (Rome, Italy) case study

Auteur : Devillers, Camille

Promoteur(s) : Nguyen, Frédéric

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des mines et géologue, à finalité spécialisée en géologie de l'ingénieur et de l'environnement

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24642>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Interprétation archéologique et paléoenvironnementale à travers la classification de modèles tomographiques et la cartographie géophysique ; étude de cas à Ostia Antica (Rome, Italie)

DEVILLERS Camille

Promoteur académique : NGUYEN Frédéric

Master en ingénieur civil des mines et géologue, à finalité spécialisée en géologie de l'ingénieur et de l'environnement – Université de Liège

Année académique 2024–2025

Résumé

Le site d'Ostia Antica, ancien port de la Rome antique remarquablement bien conservé, constitue un terrain d'étude privilégié pour retracer l'évolution géomorphologique et environnementale de la région. Il offre également un cadre idéal pour tester et développer des méthodes d'investigation non destructives, dans une approche interdisciplinaire mêlant archéologie, géophysique, hydrogéologie et géotechnique. De nombreuses campagnes géophysiques y ont déjà été menées par différents groupes de recherche afin de mieux comprendre la zone.

Ce travail de master s'inscrit donc dans la continuité de ces investigations et vise à contribuer à l'interprétation de la géoarchéologie et du paléoenvironnement de la région d'Ostia Antica. Pour cela, deux méthodes géophysiques ont été mises en œuvre sur le terrain : la tomographie de résistivité électrique (ERT) et la sismique. En plus, une partie de la campagne d'induction magnétique menée par l'université de Gand a également été traitée.

L'interprétation des données géophysiques a été scindée en deux parties. En effet, certains profils réalisés à proximité du Tibre ont été traités et interprétés séparément du reste des profils. L'analyse du second groupe de profils a soulevé plusieurs défis, notamment la présence d'anomalies en profondeur sur certains d'entre eux, dont il a fallu déterminer si elles étaient liées ou non au processus d'inversion. En effet, une certaine ambiguïté persiste dans l'inversion, car plusieurs modèles peuvent reproduire de manière équivalente les données observées. Pour répondre à cette problématique, des inversions contraintes, basées sur des données géostatistiques ou géotechniques, ont été effectuées en complément des inversions isotropes classiques. Enfin, une partie des profils inversés a été analysée grâce à une approche probabiliste utilisant la règle de Bayes pour classifier les résultats de l'inversion afin d'attribuer à chaque zone une lithologie ou un type de dépôts. Cette étude s'appuie sur des données recueillies par d'autres chercheurs, servant à établir les informations a priori pour la classification.

L'ensemble du traitement des données a permis de délimiter l'archéosphère, caractérisée par des résistivités plus élevées, ainsi que l'interface entre les dépôts saturés en eau douce (plus résistifs) et ceux saturés en eau salée (plus conducteurs). Les différentes inversions suggèrent que les anomalies observées en profondeur sont probablement réelles, mais leur interprétation reste difficile à ce jour. Il serait donc pertinent de réaliser d'autres profils à haute résolution verticale afin d'étudier ces anomalies. Des forages profonds pourraient également fournir des informations complémentaires.

Mots-clés : Géophysique, Tomographie de Résistivité Electrique (ERT), Classification, Inversion conjointe, Ostia Antica, Archéologie

Archaeological and paleoenvironmental interpretation through tomographic model classification and geophysical mapping; Ostia Antica (Rome, Italy) case study

DEVILLERS Camille

Academic supervisor: NGUYEN Frédéric

Master of Science in Geological and Mining Engineering, professional focus in environmental and geological engineering – University of Liège

Academic year 2024–2025

Abstract

The Ostia Antica site, the ancient port of Rome remarkably well preserved, constitutes a privileged study area to trace the geomorphological and environmental evolution of the region. It also offers an ideal framework to test and develop non-destructive investigation methods, in an interdisciplinary approach combining archaeology, geophysics, hydrogeology and geotechnics. Numerous geophysical campaigns have already been conducted there by different research groups to better understand the area.

This master thesis is therefore part of the continuation of these investigations and aims to contribute to the interpretation of the geoarchaeology and paleoenvironment of the Ostia Antica region. To this end, two geophysical methods were implemented in the field: electrical resistivity tomography (ERT) and seismics. In addition, part of the magnetic induction survey carried out by Ghent University was also processed.

The interpretation of the geophysical data was divided into two parts. Indeed, some profiles, carried out near the Tiber, were processed and interpreted separately from the rest of the profiles. The analysis of the second group of profiles raised several challenges, notably the presence of deep anomalies in some of them, for which it was necessary to determine whether they were related to the inversion process or not. Indeed, a certain ambiguity persists in the inversion, as multiple models can equivalently reproduce the observed data. To address this issue, constrained inversions, based on geostatistical or geotechnical data, were performed in addition to classical isotropic inversions. Finally, part of the inverted profiles was analysed using a probabilistic approach applying Bayes' rule to classify the inversion results to assign a lithology or a type of deposits to each area. This study relies on data collected by other researchers, which are used to establish the a priori information for the classification.

The overall data processing allowed the delimitation of the archeosphere, characterised by higher resistivities, as well as the interface between freshwater-saturated deposits (more resistive) and saltwater-saturated deposits (more conductive). The different inversions suggest that the anomalies observed at depth are probably real, but their interpretation remains difficult to date. It would therefore be relevant to carry out additional profiles with high vertical resolution to study these anomalies. Deep boreholes could also provide complementary information.

Keywords: Geophysics, Electrical Resistivity Tomography (ERT), Inversion, Classification, Ostia Antica, Archaeology