



COMITE FRANCAIS DE GEOLOGIE DE L'INGENIEUR ET DE L'ENVIRONNEMENT

Sylvine Guédon, Secrétaire Générale
IFSTTAR – PARIS
Cité Descartes, 14-20 Boulevard Newton
77447 Marne-la-Vallée cedex 2
jeanne-sylvine.guedon@ifsttar.fr
Site internet www.geotechnique.org



en collaboration avec l'AGAP

PROGRAMME

Jeudi 8 octobre 2015

à 14 h 00

au Cnam (amphi Robert Faure)

292 rue St-Martin, 75003 Paris

« Géologie, Géophysique et Archéologie »

Coordination : Denis FABRE (CFGI) avec Alain TABBAGH (UPMC) et Jean-Paul BLAIS (AGAP)

Géologie et Archéologie ont en commun de devoir reconstituer une histoire à partir de témoins muets, minéraux et/ou fossiles. La prospection géophysique s'est beaucoup développée ces dernières années dans le contexte des études archéologiques traditionnelles ou préventives telles que menées préalablement dans le cas des travaux géotechniques. C'est pourquoi le CFGI s'est associé à l'AGAP pour proposer la présente séance technique.

[Identification de zones karstiques potentiellement fossilifères sur le site de « L'Homme de Pékin » \(CHINE\), grâce à l'utilisation de méthodes géophysiques.](#)

Jean-Paul Blais¹, Philippe Côte²,

1 : Président de l'AGAP, Retraité du Service Géologie – Géotechnique, Électricité de France,

2 : IFSTTAR (ex Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)



Le site de l'Homme de Pékin (« Peking Man Site ») fait partie des plus prestigieux sites paléanthropologiques du monde et a été inscrit des 1987 sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. L'intérêt majeur du site est qu'il fut choisi il y a plus de 500.000 ans, comme lieu de bivouac par des hominidés : l'Homme de Pékin (*Homo Erectus Pekinensis*, ou *Sinanthrope*) et plus récemment, l'homme d'Upper Cave (*Homo Sapiens Sapiens*). Pierre Teilhard de Chardin conduisit le chantier de fouilles avant la seconde guerre mondiale

Afin d'améliorer les connaissances structurales du site et en particulier de localiser d'anciennes grottes ou cavités karstiques (anciens lieux de vie de l'homme de Pékin) remblayées ou non, par des dépôts récents quaternaires, non encore identifiées et exploitées par les paléontologues, EDF, par l'intermédiaire de son Mécénat Technologique et Scientifique, en liaison avec l'UNESCO et l'Académie des Sciences de Chine, et le support scientifique du Professeur Yves Coppens du Collège de France, a effectué une série d'études détaillées géologiques et géophysiques, (en 1996 : mesures de microgravimétrie, électromagnétiques, magnétiques et électriques, par la CPGF, puis en 2003, avec un parrainage du LCPC : radar géologique, mesures sismiques, avec étude du comportement des ondes de surface, mesures en panneaux électriques.

Méthode magnétique multi-échelle à l'aide de magnétomètres vectoriels pour l'étude archéologique.

Bruno Gavazzi, Marc Munsch, Rozan Alkhatib Alkontar, Frédéric Colin, Catherine Duvette
Université de Strasbourg (UMR 7044 et 7516)

Les sources archéologiques consistent très souvent en des structures partiellement ou complètement enfouies. C'est donc tout naturellement que les méthodes magnétiques sont aujourd'hui de plus en plus utilisées par les archéologues. Les résultats sont néanmoins pour la plupart du temps limités à la production de cartes acquises généralement à l'aide de gradiomètres. Ces derniers, efficaces pour localiser des éléments à faible profondeur, présentent des limites dues aux imprécisions de la mesure pour l'évaluation de structures plus profondes et la détermination de paramètres des sources à l'aide d'outils issus de la théorie du potentiel.

Cette étude propose une approche différente de l'utilisation des méthodes magnétiques en contextes archéologiques. L'utilisation de magnétomètres vectoriels (à vanes de flux) permet la mise au point de dispositifs multi-capteurs géo-référencés dont l'étalonnage et la compensation peuvent se faire lors d'un processus simple sur le terrain. Ainsi, un ou deux opérateurs peuvent couvrir de larges zones avec une très haute densité de données.

Lors de l'application au site de Qasr 'Allam (oasis de Bahariya, Égypte), deux dispositifs ont permis des acquisitions à deux échelles différentes : une cartographie exhaustive d'une zone de 340 000 m² avec des profils à 1m du sol tous les 0.5 m et une cartographie détaillée d'une zone ciblée avec des profils tous les 0.1 m à ras du sol. L'analyse multi-échelle couplée aux différentes méthodes d'interprétations dérivées de la théorie du potentiel et à des fouilles archéologiques ont permis de révéler la présence de nombreux vestiges archéologiques invisibles en surface, de plusieurs phases d'occupation et de différents processus de sédimentation. Les résultats de l'étude ont également permis la mise en place d'un périmètre de protection englobant la majorité des découvertes, les protégeant ainsi d'une destruction qui semblait imminente

Prospection géophysique appliquée à l'étude de sites archéologiques littoraux

Vivien Mathé,

Maître de conférences, Université de La Rochelle, vivien.mathe@univ-lr.fr

De nombreuses méthodes géophysiques permettent de détecter des contrastes de propriétés physiques du sol en relation avec l'information archéologique qu'il contient. Les données ainsi acquises sont très complémentaires de celles issues des fouilles. La prospection, par son approche globale non destructive participe à quantifier le potentiel archéologique du site, à préparer et à orienter les choix des interventions ultérieures.

Les zones littorales possèdent divers atouts les ayant de tous temps rendues particulièrement attractives. Toutefois, prospecter ces milieux nécessite de s'adapter à de nombreuses spécificités : les espaces étudiés sont souvent vastes et plats ; l'eau, les sédiments fins, voire le sel, y sont abondants ; la mobilité du trait de côte parfois très marquée sur les derniers millénaires impliquent d'importantes modifications géographiques et environnementales, mais aussi des sols fréquemment jeunes et hydromorphes.

L'adaptation des méthodes et des protocoles de prospection en fonction des problématiques archéologiques et des spécificités du milieu sera développée aux travers de diverses études diachroniques menées tant sur le littoral atlantique que méditerranéen.

Prospections multi-méthodes appliquées à l'archéologie

Marie PETRONILLE

Géophysicienne, Tellus-environnement

Les méthodes géophysiques sont multiples et leur choix est guidé par le type d'objets ou de structures recherchés et leur contexte environnemental. En archéologie, les méthodes couramment utilisées sont la magnétométrie, les méthodes électromagnétiques basse et haute fréquences ainsi que les méthodes électriques. Leur couplage peut s'avérer non seulement complémentaire mais quelques fois totalement indispensable pour une interprétation la plus juste possible. D'autres techniques, tout à fait complémentaires de ces méthodes géophysiques classiques, présentent un intérêt certain en archéologie pour mettre en exergue des structures souvent trop ténues. Parmi elles, les méthodes LiDar ou encore multispectrales sont particulièrement intéressantes.

Même si un choix judicieux des méthodes est indispensable dans la détection de structures archéologiques, cette dernière nécessite également des traitements adéquats des données, qui plus est lorsque les contrastes entre les structures et leur encaissant sont petits. C'est dans cet objectif que Magsalia, logiciel interne de traitements de données breveté par l'Université de Bretagne Occidentale, a été développé. Appliqué premièrement à la méthode magnétique, il permet, par résolution mathématique du problème inverse, de localiser en 3 dimensions des anomalies. Appliqué à d'autres méthodes comme le LiDar, il permet d'amplifier les microreliefs quelques fois indispensables à la visualisation de structures archéologiques.

Nous présentons ici quelques exemples d'applications de différentes méthodes géophysiques sur des sites à potentiel archéologique varié, en montrant parallèlement l'intérêt de Magsalia quant aux différentes techniques employées.

Diminution des aléas sur les chantiers d'aménagement par une démarche multi-critères: de l'archéologie aux pollutions modernes.

Michel DABAS

directeur scientifique Géocarta S.A., Paris, michel.dabas@laposte.net

A travers l'exemple de plusieurs grands projets en France, nous allons montrer comment l'utilisation d'un ensemble de techniques à haute résolution (infra-métrique) permet d'établir un diagnostic non destructif global sur un site donné et donc une diminution des aléas pour les futurs chantiers. Cette démarche a été initiée sur des projets de ZAC dans les années 2006 par Géocarta sous le nom de « démarche ZSCAN » puis étendue aux tracés linéaires par la suite (autoroutes, corridors). Pour ce faire, les avancées ont porté d'abord sur l'instrumentation de terrain. Celle-ci a été redéveloppée pour les différentes techniques (électrique, magnétique, électromagnétique) de telle manière à être déployée facilement à partir d'un camion équipé. La vitesse, mais surtout la densité de mesure, a été privilégiée, pour atteindre des résolutions spatiales infra-métriques, nécessaires dans toutes les études des premiers mètres du sous-sol.

Depuis 2010, face aux problèmes de gestion de la complexité de certains projets d'aménagement, une plate-forme collaborative (Web-SIG) a été développée. Celle-ci permet l'affichage, la diffusion et l'interprétation des données pour l'ensemble des acteurs d'un projet. Nous montrerons plusieurs exemples où le risque archéologique a pu être anticipé, sans passer par une phase destructive à la pelle mécanique. Par ailleurs, la prospection géophysique en archéologie permet dans certains cas d'aider l'archéologue dans les différentes phases des opérations archéologiques : avant le diagnostic, après le diagnostic, pendant la phase de prescription par les services de l'Etat, pendant la phase de fouille, pour aider l'archéologue et, enfin, de post-fouille pour 'suivre' les structures archéologiques hors emprise. Au-delà de l'aléa archéologique, nous montrerons l'utilisation des mêmes cartes géophysiques pour la prise en compte des aléas cavités (en particulier liés aux champs de bataille dans le Nord de la France), des aléas pyrotechniques, ainsi que différents aléas sur des sites et sols pollués.

Contribution des méthodes géophysiques à la reconnaissance de la qualité de la pierre.
Application aux monuments historiques et archéologiques.

Antoine BOUVIER

AGAP, antoin.p.bouvier@wanadoo.fr

Dans le cadre de la protection du Patrimoine et des Monuments historiques, les problèmes posés concernent souvent l'état de la pierre : degré de fissuration et/ou d'altération, présence éventuelle d'agrafes de renforcement, de goujons en fer ou laiton...

Les techniques géophysiques utilisées, doivent être non destructives et relativement légères pour permettre une reconnaissance « in situ » ; de plus, la faible profondeur d'investigation requise (quelques centimètres à une cinquantaine de centimètres), nécessite des appareillages de mesure adaptés et un positionnement précis des mesures.

Cinq exemples d'application des méthodes géophysiques à l'étude de la pierre sont présentés ici :

- Les trois premiers concernent la détection des éléments métalliques de renforcement existant au niveau de la statue d'Abraham sur la façade ouest de la cathédrale de Reims, à hauteur du statuaire du calcaire de Plougastel-Daoulas (Finistère Sud) et de deux statues de l'Eglise de St Louis en l'Ile, à Paris.
- Les deux dernières intéressent la caractérisation des phénomènes de dissolution observés à la surface de la pierre, sur le site de Carmona (Espagne) et sur la cathédrale de Tours.

Les mesures effectuées appartiennent aux méthodes électromagnétiques, magnétiques et électriques.