HAL
open science

Investigation multi-méthodes géophysiques appliquée à la caractérisation d'une digue dans un contexte après-mine

Kevin Samyn, Benjamin François, Adnand Bitri

To cite this version:

Kevin Samyn, Benjamin François, Adnand Bitri. Investigation multi-méthodes géophysiques appliquée à la caractérisation d'une digue dans un contexte après-mine. 12èmes Journées scientifiques de l'AGAP, Oct 2013, Nancy, France. 4 p. hal-00872906

HAL Id: hal-00872906

https://brgm.hal.science/hal-00872906v1

Submitted on 14 Oct 2013

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.

Investigation multi-méthodes géophysiques appliquée à la caractérisation d'une digue dans un contexte après-mine

K. Samyn[(1)], B. François[(1)], A. Bitri[(1)]

[(1)] BRGM, Direction Risques et Prévention, Unité Risque Cavités, Aménagement et Imagerie

Résumé

L'Unité Territoriale Après-Mine (UTAM) Est, pour le compte de la DREAL de la région Lorraine, a mandaté le BRGM pour établir une stratégie d'investigation géophysique afin d'améliorer la connaissance du corps de la digue de Rosbrück et de son proche sous-sol.

Les méthodologies géophysiques électrique, sismique et géoradar sur deux gammes de profondeur d'investigation aux abords et en crête de la digue visaient la caractérisation des formations géologiques, la structure du sous-sol, la détection de réseaux et d'hétérogénéités dans le corps de digue ainsi que la recherche d'indice de présence de crevasses minières.

Les profils géophysiques réalisés fournissent une image continue de la succession des terrains et de leur structure dans la proche surface (0-20 m) et en profondeur (0-200m).

L'examen des profils géophysiques mettent en évidence une hétérogénéité du corps de digue entre ses parties centrales et extrêmes, et de bonnes propriétés mécaniques. Plusieurs anomalies ponctuelles pouvant correspondre à des réseaux divers ont également été détectées dans le corps de digue. En profondeur, un réseau de failles isole un compartiment effondré au NO de la digue. Les méthodes géophysiques mises en œuvre permettent de caractériser la succession lithologique et de mettre en évidence les zones de dépôt d'alluvions de la Rosselle et les zones d'affleurements des grès du Trias supérieur.

Stratégie d'investigation

La campagne géophysique s'est articulée sur la réalisation de deux profils situés respectivement en crête de digue, d'une longueur de 270 m, et dans le lit majeur de la Rosselle au Nord de la digue de Rosbrück, d'une longueur de 500 m.

Les méthodes de prospection suivantes ont été proposées :

<u>Profil digue :</u>

- Pour la détection d'ouvrages bétonnés ainsi que de conduites enterrées: la méthode du géoradar, avec une fréquence de travail de 500 MHz et 900 MHz ainsi que la méthode de profilage électrique capacitive OhmMapper;
- Pour la caractérisation du corps de digue et la détection d'anomalies éventuelles : la méthode sismique d'analyse des ondes de surface (MASW) ainsi que la méthode de profilage électrique capacitive OhmMapper ;

<u>Profil lit majeur :</u>

- Pour la détermination de la structure et de la nature des terrains au droit de la digue : la méthode du panneau électrique (ERT) et la méthode sismique haute-résolution (SHR) (Annexe. 4) et sismique réfraction par tomographie ;
- Pour la mise en évidence de crevasses minières: la méthode du panneau électrique (ERT) et la méthode sismique haute-résolution (SHR) et sismique réfraction par tomographie;

L'implantation des profils géophysiques est reportée sur l'illustration. 1 avec une projection Lambert 2 étendu.

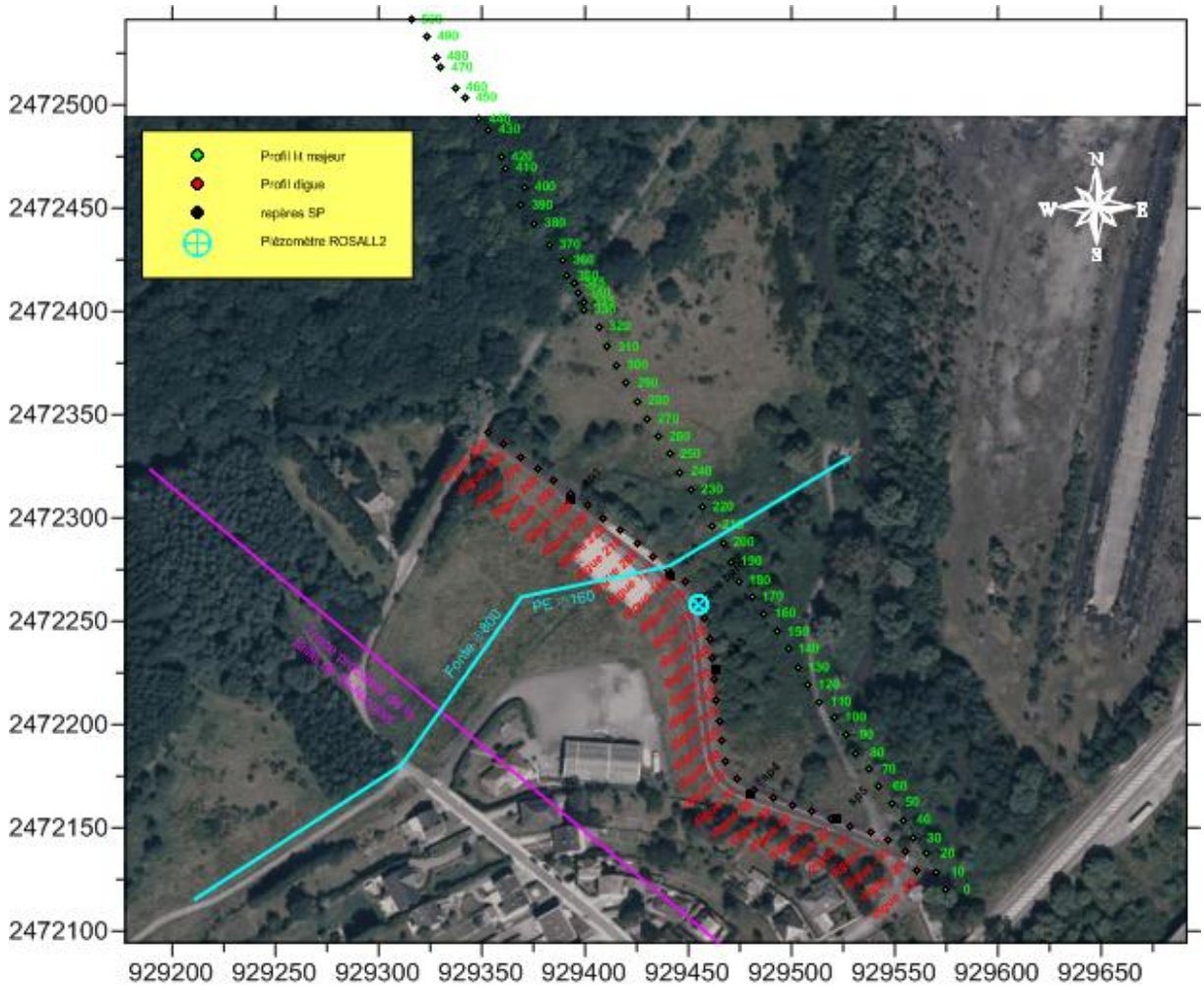

Illustration. 1 : Implantation des profils géophysiques.

Acquisition et traitement

<u>ERT :</u>

L'acquisition du panneau électrique a été réalisée à l'aide d'un résistivimètre Syscal-Pro (Iris Instruments, France) connecté à 12 flûtes de 8 électrodes, soit 96 électrodes métalliques régulièrement espacées de 5 mètres et à une électrode lointaine (3 Km). L'espacement inter-électrodes de 5 m a été choisi afin d'assurer à la fois une résolution acceptable des terrains de surface, et l'obtention d'une profondeur d'investigation maximale d'environ 100 m.

Après filtrage des données de résistivité apparente (mesurées sur le terrain) sur la base de critère de qualité (Q < 3%), de courant émis (I > 100mA) ou de potentiel mesuré(V > 0.3 mV), celles-ci sont ensuite traitées avec le logiciel X2IPI (A. Bobachev) pour corriger les artéfacts dus aux à-coups de prise, puis inversées avec le logiciel Res2DInv (Loke & Barker 1996).

La section de résistivité « vraie » résultat de l'inversion, sera ensuite utilisée pour l'interprétation géologique.

<u>SHR :</u>

L'acquisition du profil sismique HR et réfraction a été réalisée à l'aide de centrales d'acquisition Stratavizor NZ et Geode (Geometrics, USA) interconnectées à 4 flûtes sismiques de 24 traces, soit 96 géophones de fréquences centrale 10 Hz régulièrement espacés de 5 m. La source sismique consistait en des charges explosives de 125g.

Le but du traitement est de convertir les données brutes enregistrées sur le terrain en sections sismiques montrant l'agencement des réflecteurs le long des profils. Ces réflecteurs donnent une image des différences de lithologie des couches du sous-sol.

Pour les différents traitements, nous avons utilisé les programmes de SeismicUnix (SU).

MASW :

L'acquisition du profil sismique MASW a été réalisée à l'aide d'une centrale d'acquisition Geode (Geometrics, USA) connectée à 1 flûte sismique tractable de 24 traces, soit 24 géophones de fréquences centrale 10 Hz régulièrement espacés de 2 m. La source sismique consistait en une chute de poids.

Les données ont été traitées avec le logiciel commercial Surfseis v3.0 (Kansas Geological Survey) qui permet :

- L'implémentation de la géométrie d'acquisition.
- L'obtention des diagrammes de dispersion dans le domaine vitesse-fréquence par transformation des tirs sismiques en domaine temporel.
- Le pointé automatique (corrigé manuellement si nécessaire) des maxima des diagrammes de dispersion pour obtenir les courbes de dispersion (variation de la vitesse de phase en fonction de la fréquence).

Les courbes de dispersion sont ensuite inversées en 1D avec le logiciel commercial Surfseis v3.0. Le résultat de l'inversion est un modèle de Vs en fonction de la profondeur. Pour le profil, les modèles 1D de Vs sont interpolés pour obtenir un profil 2D de Vs qui sert de base à l'interprétation géologique.

OhmMapper :

L'acquisition du profil électrique OhmMapper a été réalisée à l'aide du dispositif OhmMapper (Geometrics, USA) avec des longueurs de dipôles de 5 m et 10 m.

Les données brutes enregistrées par le datalogger du système OhmMapper sont d'abord inspectées visuellement de manière à appréhender les fortes variations (anthropiques) de résistivités apparentes puis traitées, après suppression de ces fortes variations, avec le logiciel MagMap 2000 (Geometrics inc.) qui permet l'obtention :

- D'une pseudo-coupe de résistivité apparente;
- De la projection de cette coupe sur le profil et donc la récupération des coordonnées X, Y de chaque point de mesure ;
- D'un export des données au format compatible avec les logiciels X2IPI et RES2DINV.

Ces données de résistivité apparente sont ensuite filtrées avec le logiciel X2IPI (Multi-electrode data processing, Moscow University) afin de réduire le bruit géologique.

La pseudo-coupe de résistivité apparente filtrée est inversée en 2D avec le logiciel RES2DINV (2D resistivity and IP inversion, Geotomo Software, Malaysia). Le résultat est une coupe de résistivité vraie qui est la base de l'interprétation en termes de lithologie.

Géoradar :

L'acquisition du profil Géoradar a été réalisée à l'aide d'antennes radar de 500 et 900 MHz. Un marquage de la position de l'antenne a été réalisé tous les 10 m.

Le but du traitement est de convertir les données brutes enregistrées sur le terrain en radargrammes montrant l'agencement des échos le long des profils. Ces échos donnent une image des hétérogénéités du sous-sol.

Pour les différents traitements, nous avons utilisé le logiciel commercial RADAN.

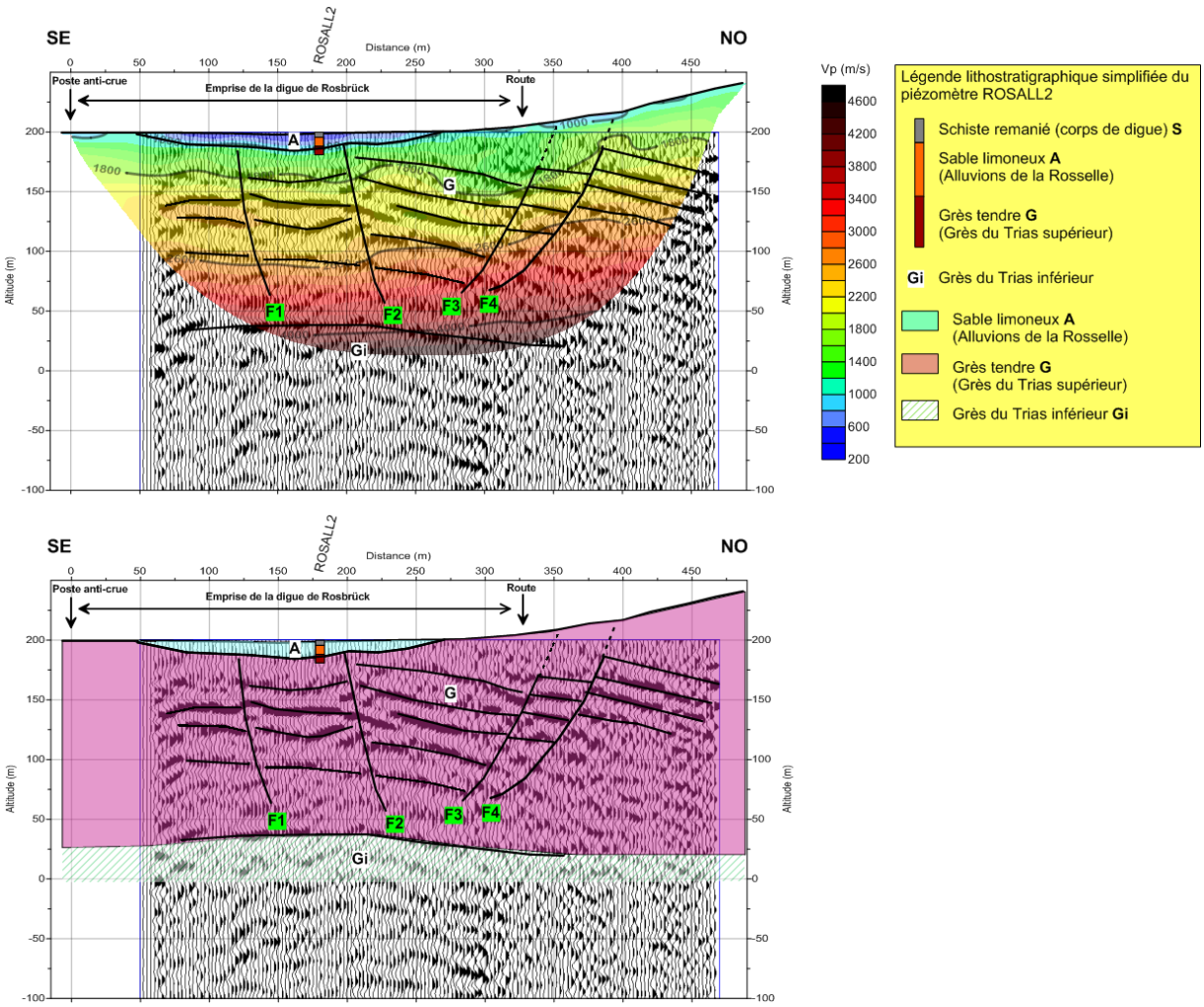

Illustration. 2 : Résultats sismiques interprétés sur le profil lit majeur.

Résultats

- L'examen des profils géophysiques mettent en évidence une hétérogénéité du corps de digue entre ses parties centrales (de propriétés électriques résistantes) et extrêmes (de propriétés électriques conductrices), et de bonnes propriétés mécaniques.
- Plusieurs anomalies ponctuelles pouvant correspondre à des réseaux divers ont également été détectées dans le corps de digue. Le passage de ces réseaux dans la digue peut potentiellement être à l'origine de circulation d'eau pouvant générer des phénomènes d'érosion interne (renards hydrauliques). En cas de fuite de ces réseaux, le phénomène peut être accentué.
- En profondeur, un réseau de failles F1 à F4 isole un compartiment effondré au NO de la digue. Ces failles ne semble pas correspondre avec la faille de St-Nicolas car orientées différemment.
- Aucune anomalie sub-verticale de résistivité, d'amplitude des réflecteurs ou de Vp ne semble indiquée la présence de zone de fracture pouvant être reliées à des crevasses minières. En effet, notons que toutes les discontinuités mises en évidence semblent présenter des rejets et ont de fait systématiquement été interprétées comme étant des failles tectoniques.
- les méthodes géophysiques mises en œuvre permettent de caractériser la succession lithologique et de mettre en évidence les zones de dépôt d'alluvions de la Rosselle et les zones d'affleurements des grès du Trias supérieur. Il apparait que ces grès ont une constitution hétérogène et une structure complexe du fait de la présence des failles F1 à F4.
- Outre le piézomètre ROSALL2, notons qu'en l'absence de calage par rapport à des sondages de reconnaissance plus profond et plus nombreux, les interprétations géologiques fournies ne sont pas définies de manière univoque.