

Feras Abdulsamad⁽¹⁾, Jérémy Bonnenfant⁽²⁾, Nicolas Florsch^(3, 1) et Christian Camerlynck⁽¹⁾

1- Introduction : Le site archéologique de Saint-Vincent-sur-L'Isle comporte des minières d'extraction du fer et des ateliers de transformation du minerai en métal (Bonnenfant, 2014). Sur un tel site métallurgique, le volume de scories laissées sur place constitue une source d'information précieuse pour estimer la production de fer. Le volume de scories contribue ainsi à qualifier le site et son histoire. Pour établir ce volume, les méthodes classiques, magnétiques, électriques et électromagnétiques ne peuvent jouer le rôle de proxy quantitatif, notamment parce que leurs réponses ne sont pas spécifiques. Par contre, la méthode de Polarisation Provoquée (PP) offre, pour les amas de scories, une réponse spécifique, linéaire et conservative (Florsch et al. 2012). Nous l'utilisons pour caractériser la géométrie de l'amas de scories et finalement estimer le volume de fer produit.

2- Avant propos

- Une relation linéaire a pu être établie – tant sur d'autres terrains qu'en laboratoire- entre la chargeabilité (M) mesurée en PP et la proportion volumique des minéraux à conductivité électronique, comme le sont par exemple les particules de magnétite incluses dans les scories.
- Les amas de scories reposent directement sur un substratum sidérolitique (voir la photo). Le signal de chargeabilité est intense dans les scories et pratiquement négligeable dans la couche sidérolitique.
- La transition scorie/substratum est alors proche de la ligne d'inflexion de chargeabilité sur les sections.

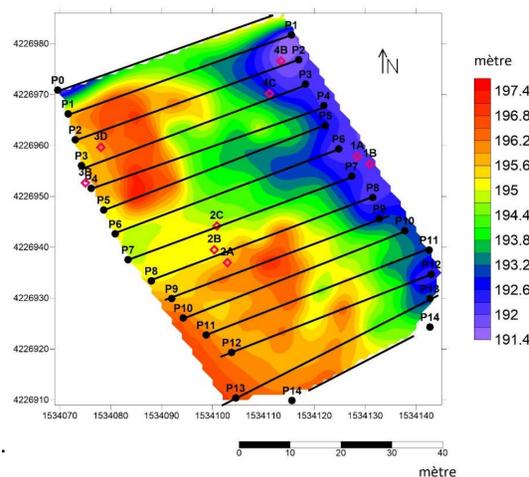


substratum sidérolitique

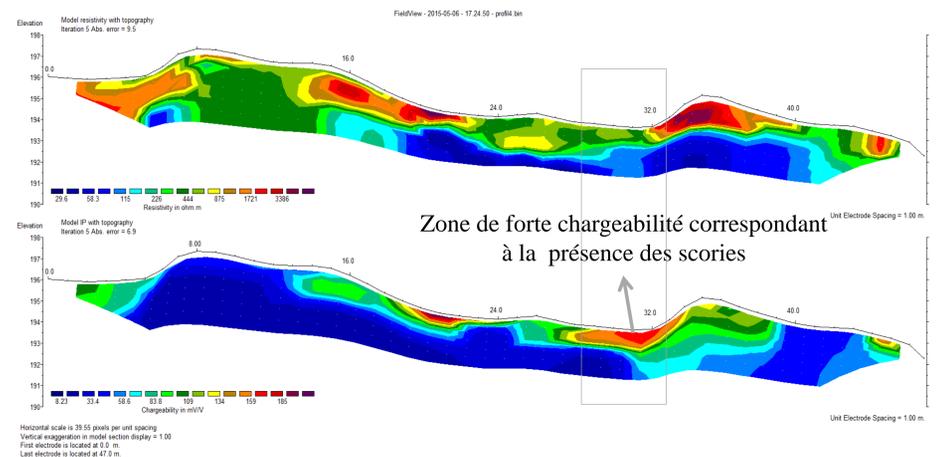
3- Matériel et dispositif

- 15 pseudo-sections électriques espacées de 5 m, avec 48 électrodes chacune, ont été réalisées à l'aide d'un Syscal-Pro. (Iris Instrument).
- Le courant injecté est de type pseudo-continu en créneaux rectangulaire (+I 0 -I 0) avec une période de 4 secondes.
- Le dispositif Wenner-Schlumberger réciproque a été utilisé avec 1 m d'écart inter-électrodes.
- 20 chargeabilités partielles ont été enregistrées pour chaque mesure.

Topographie de la zone d'étude et implémentation des sections électriques (coordonnées UTM et cote NGF).



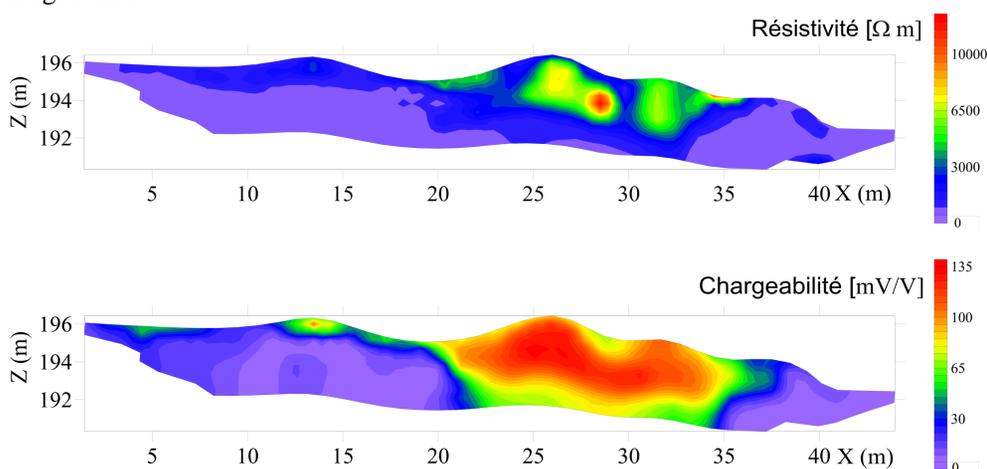
Sur les sections inversées, on observe une bonne corrélation entre la chargeabilité et la distribution des scories. La corrélation existe à un moindre degré pour la résistivité, car dans le cas présent, les scories sont relativement résistantes. Mais une résistivité élevée n'est pas spécifique des scories, et on ne peut établir de relation entre la résistivité et la teneur en scories du sol.



Exemple de sections de résistivité (en haut) et de chargeabilité (en bas) Profil 4. (Après l'inversion avec Res2Dinv.)

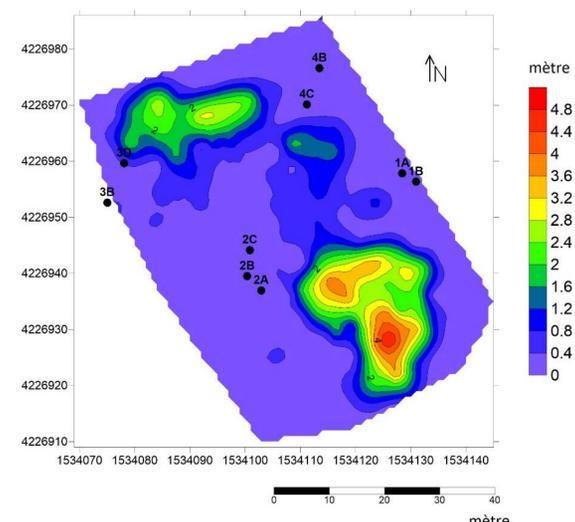
4- Interprétation et résultats

- L'épaisseur des scories a été estimée à partir de l'interprétation des sections de chargeabilité.



Les sections du profil 12 après l'inversion et le traitement.

- L'interprétation de l'ensemble des sections a permis d'établir une carte fiable des épaisseurs de scories.



- Un volume de 2200 m³ a été estimé par intégration (sous Surfer)

5- Conclusion et perspective

Les mesures de chargeabilité ont permis de préciser la distribution et le volume des scories sur le site, d'où l'on peut déduire la production de fer. L'étude confirme le potentiel de la méthode de polarisation provoquée pour la caractérisation de sites sidérurgiques anciens. Elle se présente aujourd'hui comme la seule méthode non invasive d'estimation des volumes de scories. La Polarisation Provoquée permet ainsi de déterminer avec une bonne précision (pour une méthode géophysique) la géométrie et *in fine* le volume de tels amas de résidus. Toutefois, l'utilisation de la méthode PP pour d'autres types de métallurgies (argent, cuivre) reste à valider. Ce qui est fait ici va en présence de toutes particules à conductivité électronique, y compris pour des déchets contemporains.

6- References:

- Bonnenfant, J., 2014 – Les Grands Bois. Rapport de la campagne de fouille programmée, 170 p. DRAC Aquitaine.
- Florsch N., Llubes M., Téreygeol F., 2012 – Induced polarization 3D tomography of an archaeological direct reduction slag heap. Near Surface Geophysics, 10, 567-574.
- Florsch N., Llubes M., Téreygeol F., Ghorbani, A., Roblet P., 2011 – Quantification of slag heap volumes and masses through the use of induced polarization: application to the Castel-Minier site. Journal of Archaeological Science, 38, 438-451.

(1) – Sorbonne Université, UPMC-Université Paris 6, UMR 7619 Métis, Paris, France
E-mail Doctorant : feras.abdulsamad@upmc.fr
(2) – UBM CNRS UMR 5607 AUSIONUS, Bordeaux.
(3) – Sorbonne Université, UPMC-Université Paris 6 & IRD, UMI 209 UMMISCO, Bondy, Paris.
GEOFCAN-Orléans (8 et 9 novembre 2016)