

Confrontation des résultats des forages de Chassolle (Cézallier) avec les données géophysiques de surface

R. Millon*

Mots clés : Sondage électrique, Sondage géophysique, Méthode magnétotellurique, Modèle 3 dimensions, Levé gravimétrique, Puy-de-Dôme (Chassolle)

Résumé

Parmi les nombreux travaux géophysiques réalisés dans le Cézallier, peu se prêtent à une confrontation avec les données des deux forages réalisés. Ce sont : deux sondages M.T., un sondage électrique et une interprétation 3D de la gravimétrie.

Dans l'ensemble, le modèle électrique tiré des diagraphies de résistivité s'adapte bien aux courbes expérimentales et s'inscrit convenablement dans les modèles initiaux d'interprétation.

Abstract

Comparison of the geophysical logs in Chassolle boreholes with the geophysical surface data.

A lot of geophysical surveys were carried out in Cézallier area before selecting the drill-site. Few of them can be used for a comparison with the drill data : 1 vertical electrical sounding, 2 M.T. soundings, 3 D interpretation of gravity survey.

The V.E.S. is re-computed from the M-model which takes into account the resistivity log data : the theoretical curve fits very well with the original measurements and with the curve of the first interpretation.

The M.T. soundings are also re-computed from the M-model, which has to be completed deeper to explain the low frequency measurements (therefore at greater depths).

The increase of orthogneiss density downward and their values were correctly predicted by 3 D interpretation of gravity.

1. — Introduction

De nombreux levés et interprétations géophysiques ont été réalisés dans le cadre du projet Cézallier avant l'exécution des forages :

- interprétation de levés gravimétriques et magnétiques antérieurs ;
- sondages magnétotelluriques à fréquences basses et audio (plusieurs campagnes) ;
- sondages électriques et profils de résistivité.

L'objectif de cette géophysique était une étude des propriétés physiques du sous-sol à diverses profondeurs mais aussi avec une investigation horizontale en vue de choisir le meilleur emplacement de forage.

Il s'ensuit que, si l'on veut confronter les résultats des forages de Chassolle (et notamment les diagraphies [4]) avec les données géophysiques antérieures, on ne dispose que de :

- 2 sondages M.T. (n° 15 LAGAS et n° 28 BRGM/GTH) et 1 sondage électrique (n° 8 BRGM/GPH) ;
- une évaluation de contraste de densité établie par l'interprétation 3D de la gravimétrie.

Toutes les modélisations (M.T. ou électriques) ont été faites en distribution uni-dimensionnelle qui n'est pas forcément adaptée à la structure géologique locale.

Le sondage M.T. n° 28 et le sondage électrique n° 8 ont été faits à peu près à l'emplacement des forages (fig. 1) ; par contre, le sondage M.T. n° 15 est à environ 700 m au sud. Il existe un autre sondage électrique (n° 9) à 200 m au sud des forages.

* Département Géophysique, BRGM, Orléans

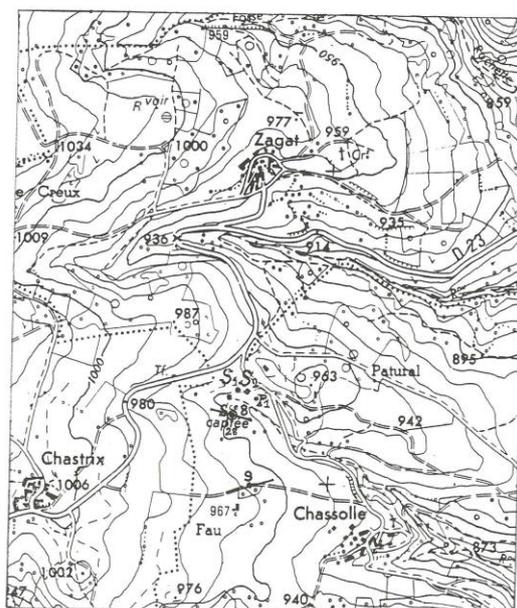


Fig. 1. — Implantation des sondages S1 et S2 —
● des sondages électriques 8 et 9 ● des sondages MT 28 et 15
Location of boreholes S1 and S2

2. — Les sondages géophysiques

2.1. — Sondage électrique n° 8 (BRGM/GPH)

En 1985, J. Valentin [3] a interprété ce S.E. suivant le modèle V. Nous avons recalculé la courbe de sondage avec un autre modèle M (celui de la fig. 2) tenant compte de la diagraphie de résistivité (celle-ci ne commençant qu'à 220 m) : cette nouvelle courbe a été représentée en tireté sur la figure 2 : on voit qu'elle se superpose très bien à la première, ce qui n'a rien de surprenant puisque les deux modèles ne diffèrent qu'à partir de 220 m ; quant au S.E. n° 9, à 200 m au sud, il apparaît particulièrement plat, avec des résistivités voisines de 200 ohm.m jusqu'à 800 m de profondeur au minimum.

2.2. — Sondage M.T. n° 15 (LAGAS)

Les deux courbes expérimentales de sondage M.T. sont

données avec leurs barrettes d'erreur sur la fig. 3a : l'écart de ces courbes traduit l'anisotropie des terrains dans le sens horizontal.

L'interprétation donnée par M. Pham Van Ngoc et al a été tirée de la coupe géoélectrique 3 ([1], p. 462) ; nous l'avons complétée vers le bas pour que la courbe théorique calculée à partir du modèle cadre avec les courbes expérimentales : cette courbe calculée A est donnée sur la figure 3b avec la courbe correspondant au modèle M de la figure 2 qui tient compte des résultats de la diagraphie de résistivité.

On voit que la partie gauche des courbes A et M correspond assez bien avec celle des courbes expérimentales ; la partie droite de la courbe M aurait rejoint celle de la courbe A si nous avions introduit, dans le modèle M, les couches 5 et 6 du modèle LAGAS.

Toutefois, l'éloignement de ce sondage M.T. n° 15 rend incertaines les corrélations avec les données des forages.

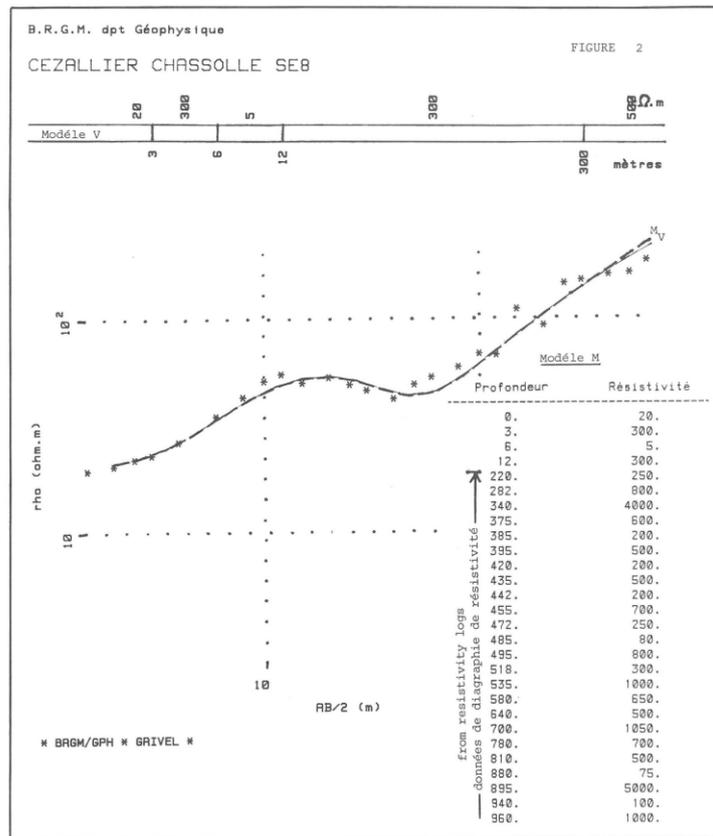


Fig. 2. — Cézallier, Chassolle, SE 8, Comparison between resistivity profiles measured in the field and computed after the resistivity log in Chassolle borehole S2.

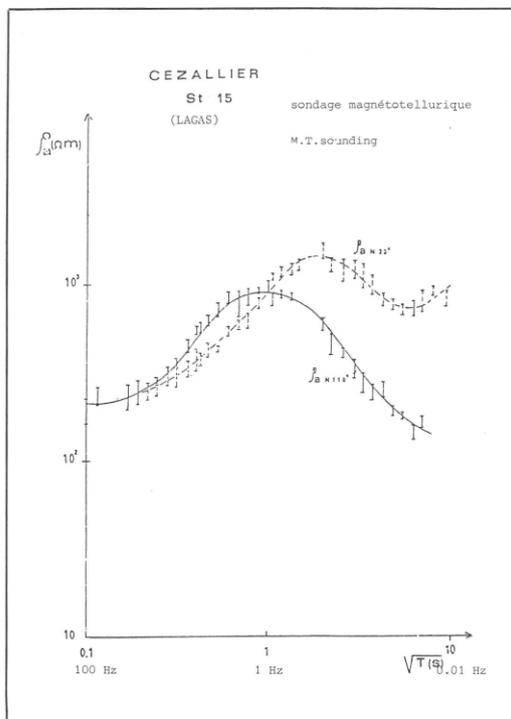


Fig. 3a. — Cézallier, Chassolle. Magnétotellurique Courbes expérimentales du sondage MT n° 15

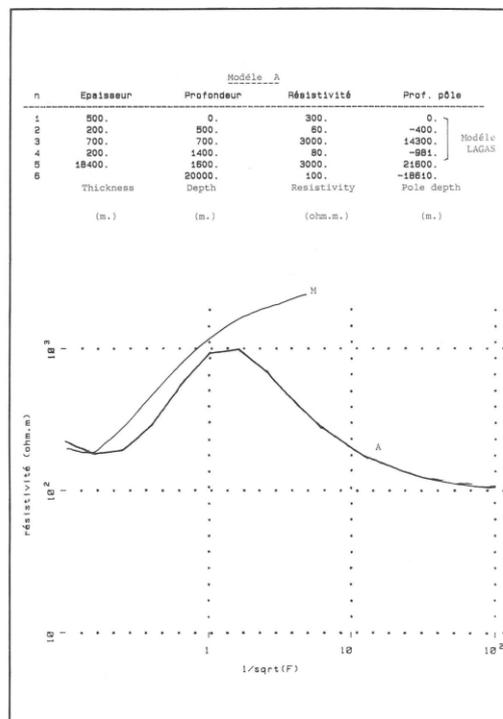


Fig. 3b. — Cézallier, Chassolle. Magnétotellurique Courbes calculées du sondage MT n° 15

2.3. — Sondage M.T. n° 28 (BRGM/GTH) [2]

Nous avons regroupé, sur la fig. 4, tous les points expérimentaux obtenus avec les orientations N-S et E-W :

- la courbe B (tirée) correspond au modèle d'interprétation faite avant le forage ;
- la courbe M obtenue avec le modèle M tient compte des résultats de diagraphies.

L'écart constaté sur la partie gauche des courbes provient de ce que les sondages M.T. n'ont pas été faits sur l'emplacement du forage de Chassolle où l'on avait de faibles résistivités en surface.

2.4. — Conclusion sur ces sondages

Les divergences apparaissant entre les modèles M et B d'une part et le modèle A d'autre part tiendraient à l'introduction d'un substratum conducteur dans le modèle A. Une partie de cette divergence pourrait être due à l'effet d'une hétérogénéité latérale sur le sondage M.T. n° 15, qui n'a pas été fait au même endroit que les autres.

3. — La modélisation gravimétrique

L'étude 3D de la gravimétrie de Vidal *et al.* ([1], pp. 435 et 437) conclut, à l'emplacement du forage de Chassolle, à un contraste de densité de -0,06 dans le premier kilomètre et de -0,02 en dessous par rapport à la moyenne des roches des environs.

Ceci concorde remarquablement avec les mesures de densité ([1], p. 411) et les observations de densité en forage où les orthogneiss (d=2,65) ont bien le contraste annoncé (anatexites - leptynites, d=2,67 ; gneiss à biotite, d=2,71) ; en outre, la diagraphie gamma-gamma montre bien que la densité augmente progressivement avec la profondeur.

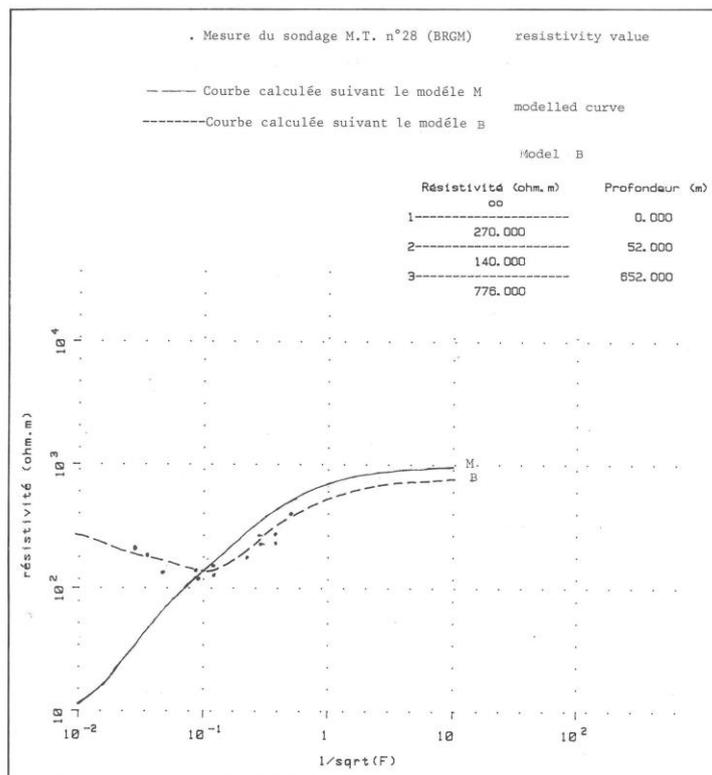


Fig. 4. — Cézallier Chassolle Magnétotellurique

Conclusion

Les différentes méthodes permettant une interprétation géophysique verticale (sondages électriques, magnétotelluriques, interprétation 3D de la gravimétrie) ont donné des résultats assez bien vérifiés par les données diagraphiques obtenues dans le forage.

Références

- [1] — Programme GPF 2 (1984-1985) — Thème 10. Document du BRGM n° 95-10.
- [2] — Étude géothermique du Cézallier. Campagne de prospection AMT. Rapport BRGM 85 SGN 075 GTH (Aucel, Demange, Puvilland)
- [3] — GPF Cézallier. Prospection électrique. Rapport BRGM 85 GPH 030 (J. Valentin)
- [4] — Programme GPF 3 (1985-1986) — Thème 10. Document du BRGM n° 105, pages 185 et suivantes.