

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 62 (1942-1945)
Heft: 262

Artikel: Quelques considérations sur l'interprétation géophysique
Autor: Poldini, Edouard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-273257>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 26.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Quelques considérations sur l'interprétation géophysique

PAR

Edouard POLDINI

(Séance du 7 juin 1944.)

Introduction.

Durant ces vingt dernières années l'exploration géologique et minière s'est enrichie de nouvelles méthodes d'investigation, dont les plus fructueuses sont certainement celles de la géophysique. Cette dernière s'efforce de déceler les corps par leurs actions à distance. Elle se réalise par la mesure de champs (gravitiques, magnétiques, électriques, mécaniques) dont la variation, étudiée en surface, permet de diagnostiquer diverses hétérogénéités du sous-sol.

Prenons un champ de gravité, par exemple. Le problème qu'il pose au géophysicien se réduit à ceci : connaissant ce champ $F(x, y)$ en surface, déterminer la distribution $F(x, y, z)$ de corps de diverses densités en profondeur. Il faut alors recourir à une méthode inverse, supposer une certaine distribution de la matière, puis déterminer, par le calcul, les variations correspondantes du champ en surface. Finalement, de tâtonnements en tâtonnements, on obtient généralement plusieurs solutions du problème, qui sont toutes mathématiquement possibles et rendent compte, aux erreurs d'expérience près, des mesures réalisées¹.

Dans ses célèbres mémoires, le géophysicien hongrois Eötvös insistait déjà sur le fait que l'analyse rigoureuse du champ de gravité, mesuré en surface, ne pouvait que fournir des cadres à diverses spéculations géologiques.

¹ La solution des problèmes pourrait être évidemment serrée de plus près si, au lieu de reconnaître le champ de gravité à la surface du sol seulement, on arrivait à le définir dans tout un volume situé au-dessus de celui-ci. Mais les appareils nécessaires à cette investigation font encore défaut.

Puisque l'investigation du sous-sol, réalisée à l'aide d'une seule méthode géophysique, conduit fréquemment à des indéterminations, il importe évidemment de lever ces dernières. On peut alors opérer par recoupement, en usant de plusieurs méthodes géophysiques, dont les diagnostics doivent être amenés à concorder. Ou bien, encore, on interroge la géologie, lui demandant quelles sont les plus probables parmi les solutions possibles.

La question de l'interprétation géophysique, avec ou sans aide de la géologie, a été dernièrement l'objet de diverses discussions dans les revues spécialisées. On pourrait, à ce sujet, examiner et reprendre l'ample matériel qu'a fourni, depuis vingt ans, la pratique. Ceci dépasserait le cadre de cette note. Notre but est plus limité, car nous désirons simplement exposer le résultat d'une petite enquête à laquelle nous nous sommes livré : nous avons soumis à diverses personnes, de diverse formation scientifique, un problème de prospection électrique soluble par une méthode purement graphique et sans recours aucun aux mathématiques. La diversité des réponses obtenues nous a semblé digne d'intérêt.

Le problème de prospection électrique posé.

Nous nous sommes proposé d'examiner jusqu'à quel point il était possible de restituer le vrai visage d'une surface quelconque lorsque cette dernière séparait, en profondeur, des terrains électriquement très résistants de terrains bons conducteurs, et quelle densité de mesures était nécessaire à cet effet.

Afin de représenter une surface réelle nous avons pris une carte topographique de la région de Verdun (voir planche : solution réelle). La Meuse serpente au milieu du domaine considéré et coule vers le Nord. Des collines, grossièrement dirigées NE-SW, sont découpées par des ruisseaux.

Nous avons supposé que tous les terrains formant cette région possédaient une résistivité pratiquement infinie et avaient été couverts de sédiments conducteurs homogènes, d'une épaisseur moyenne de 500 mètres, dont la surface supérieure était horizontale. Nous nous trouvons donc ainsi dans le cas, fréquemment réalisé, d'une ancienne vallée comblée par des sédiments récents meubles.

Passons maintenant à l'étude de cette ancienne vallée :

On connaît la méthode de prospection électrique par mesure des résistivités apparentes : rappelons que si l'on ferme un

circuit d'intensité I par la terre, à l'aide de deux piquets fichés dans le sol, il est possible de calculer la résistivité du sous-sol, si ce dernier est homogène. Il suffit pour cela de mesurer la différence de potentiel entre deux points M et N de la surface (voir fig. 1). On démontre, en effet, que :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I}$$

où ρ est la résistivité, ΔV la différence de potentiel entre les points M et N , et K un coefficient caractéristique de la position des quatre points A, M, N, B . Dans le cas de terrains hétérogènes nous pouvons continuer à porter, dans la formule, les valeurs expérimentales de ΔV et I pour en déduire un nombre ρ_a , qui a les dimensions d'une résistivité et qu'on appelle « résistivité apparente ». Il est évident que le volume du sous-sol intéressé par une mesure, et par conséquent la profondeur d'investigation, sont fonction des dimensions du dispositif A, M, N, B .

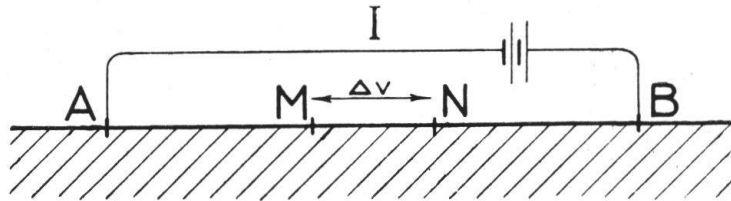


FIG. 1. — Schéma du dispositif expérimental utilisé pour la mesure de la résistivité apparente du sous-sol.

On sait encore que si, dans les conditions de notre problème supposé (qui est celui d'un conducteur d'épaisseur variable reposant sur un support infiniment résistant), on effectue des mesures de la résistivité apparente du sous-sol avec des lignes d'envoi de courant assez longues on a¹ :

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \frac{2L}{H_1}$$

où ρ_a = résistivité apparente mesurée
 ρ_1 = résistivité du recouvrement conducteur
 H_1 = épaisseur du recouvrement

$2L$ = longueur de la ligne d'émission de courant (que nous supposons suffisamment longue par rapport à H ; c'est-à-dire égale à six ou dix fois H).

¹ Voir E. POLDINI : La prospection électrique du sous-sol (94 pages, 39 figures), Librairie Rouge, Lausanne, 1941.

Par conséquent dans notre cas, sur une carte des résistivités, correspondant à une valeur constante de L , la résistivité apparente sera inversement proportionnelle à l'épaisseur H du recouvrement. Les courbes d'équirésistivité ($\rho_a = \text{constante}$) représentent des courbes de niveau du substratum ($H = \text{constante}$) et l'on pourra définir le problème électrique en inscrivant, sur la carte, les cotes de contact des deux terrains en lieu et place des résistivités apparentes.

Pour tenir compte du fait que les filets de courant se disséminent dans le sous-sol et que les mesures de résistivité apparente donnent des valeurs moyennes dans un certain volume, nous avons pris comme « altitude tempérée », c'est-à-dire à une constante près comme résistivité apparente la valeur :

$$H \text{ moyen} = \frac{4H \text{ vrai} + H \text{ nord} + H \text{ est} + H \text{ sud} + H \text{ ouest}}{8}$$

(où H nord, H est, H sud, etc., représentent les valeurs de H à 500 mètres au nord, est, sud, etc. du point considéré.)

Ayant ainsi défini notre problème électrique, nous avons été en mesure d'inscrire une valeur de résistivité apparente ρ_a en divers points de la plaine où nous opérons en imagination. Et le tracé des courbes d'équirésistivité ($\rho_a = \text{constante}$) à partir de ces valeurs inscrites sur une feuille de papier blanc, ne portant que ces chiffres, devait permettre aux diverses personnes que nous interrogeons, de dessiner à nouveau les courbes de niveau de notre carte primitive.

Il nous a semblé intéressant de fixer précisément le degré d'aléas que comporte le tracé de ces courbes d'équirésistivité pour une densité de mesures donnée. Enfin, nous avons cherché à savoir quel diagnostic géologique ces tracés pouvaient suggérer à leurs auteurs.

Ce nous est une agréable occasion de remercier ici bien vivement tous ceux qui, avec une bonne humeur infinie, ont bien voulu participer à notre petite enquête et s'intéresser à ses résultats.

De la maille du canevas de mesures.

Il est bien évident que l'on a demandé à une étude géophysique tous les renseignements qu'elle est capable de fournir au point de vue mensuration sur un domaine donné lorsque, dans ce domaine, on a exécuté un nombre de mesures nécessaire et suffisant pour représenter sous une forme graphique

ou autre et avec toute la précision désirable les variations d'une donnée physique (pesanteur, champ magnétique, résistivité électrique du sous-sol, etc.)

Mais quel sens faut-il donner aux mots nécessaire et suffisant ?

Appelons, dans le cas considéré

S la surface du domaine à prospecter

H l'épaisseur moyenne des sédiments de couverture

N le nombre des mesures nécessaire et suffisant à exécuter dans le domaine.

Le nombre N semble être, d'après le simple bon sens :

$$N = \frac{S}{H^2}$$

cette formule signifiant, évidemment, qu'il y aura sur une grande surface S, une mesure à chaque sommet d'un réseau de mailles carrées, dont la maille élémentaire est égale à la profondeur H.

Lorsque nous avons présenté notre problème avec une telle densité de mesures ($N = S/H^2$) toutes les personnes interrogées (géologues, géophysiciens, architectes et dessinateurs) nous ont remis une solution satisfaisante au point de vue du dessin des courbes de niveau de notre soubassement. Aussi avons-nous pensé pouvoir conclure que N représentait bien un nombre de mesures suffisant.

Mais la réalisation du nombre N de mesures, fixé par notre formule, est souvent très onéreuse au point de vue de la pratique, qui doit compter avec les prix de revient. Et lorsque, par exemple, les objets à chercher ont une direction privilégiée d'allongement, il sera parfois commode de placer les mesures selon un canevas à mailles rectangulaires, allongées perpendiculairement à ce sens de direction. On renoncera alors à la maille carrée et usera de profils parallèles successifs, normaux à l'allongement des réactions trouvées, le long desquels on serrera les mesures.

Il nous avait semblé qu'une telle économie serait précisément possible dans le cas de notre problème et que nous pourrions définir ce dernier à l'aide de profils le long desquels la densité des mesures serait suffisante (2 stations au kilomètre) mais qui seraient séparés entre eux de 1 1/2 kilomètre au lieu de 1/2 kilomètre. De la sorte la densité des mesures était seulement du tiers de la densité suffisante.

Ce sont les solutions trouvées à l'aide de ce canevas qui nous ont paru les plus instructives : elles figurent sur la planche ci-jointe qui est dessinée à l'échelle topographique 1 kilomètre = 7 millimètres.

*Solutions fournies sur la base du canevas de mesures
de densité N/3.*

Nous avons donc remis à diverses personnes le canevas de mesures à densité N/3 en les priant de bien vouloir

1. tracer les courbes d'équirésistivité ;
- 2 dire ce que ces courbes leur suggèrent, étant entendu que les mesures sont supposées avoir été réalisées sur une plaine.

Trois solutions ont approché de très près la réalité et montrent le parti qu'il est possible de tirer d'une telle reconnaissance électrique. Ce sont les solutions n° 1, n° 2 et n° 3.

IL est à remarquer que ces réponses proviennent de personnes ayant une forte culture géologique. Toutes trois se sont accordées à dire que le dessin de leurs courbes d'équirésistivité ne pouvait que correspondre à une ancienne vallée comblée. Les auteurs des réponses n° 2 et n° 3 ont même poussé la coquetterie jusqu'à dessiner le cours d'une rivière principale, ainsi que ses affluents.

D'autres personnes (techniciens, ingénieurs) nous ont remis des solutions dans lesquelles la réalité s'estompait de plus en plus. Parmi celles-ci se trouvent les solutions n° 4 et n° 5, qui n'ont pas permis à leurs auteurs de fournir un diagnostic géologique.

A propos de la solution n° 5 nous croyons devoir insister sur une erreur qui a été fréquemment commise et qui a consisté à vouloir continuer les courbes d'équirésistivité en dehors de la région où existaient les mesures. C'est là une tendance dont on ne dira jamais assez le danger ; elle a précisément conduit l'auteur de la réponse n° 5 à fermer la courbe 190 au point où la Meuse sort du domaine vers le nord, faussant ainsi complètement la signification de son dessin, qu'il proclamait être tout à fait objectif.

La solution 6 est due à une jeune sténo-dactylographe. Nous étions curieux de savoir comment une personne étrangère aux problèmes techniques répondrait à nos questions. Le tracé hésitant des courbes qu'elle nous propose semble

bien montrer la nécessité d'un certain « métier » dans l'interprétation.

Enfin, avec la solution n° 7, le terrain devient franchement méconnaissable. L'auteur, un excellent géologue possédant précisément beaucoup de « métier » et rompu à la recherche des failles dans le précambrien, s'est laissé aller à pratiquer son astuce professionnelle. Il donne une réponse très nette : « bloc faillé », entièrement différente de la réalité. On voit ici le danger des idées préconçues chez les spécialistes.

Conclusions.

L'excellence des solutions n° 1, n° 2 et n° 3, fournies toutes trois par des personnes possédant une solide culture géologique, semble bien montrer l'utilité de la collaboration des sciences géologique et géophysique.

Par ailleurs il appert que, pour tracer tout à fait objectivement des lignes d'équirésistivité sur cas inconnus, il est nécessaire de se fixer un canevas de mesures très serré, dont la densité est N dans notre cas. Avec une densité $N/3$ le géologue possède déjà une liberté d'interprétation assez grande que son habileté au dessin peut rendre périlleuse (voir solution n° 7). L'interpolation présente alors un degré d'arbitraire que notre planche fait nettement ressortir.

Ensuite, à mesure que décroît la densité des mesures, croît encore le degré d'indétermination ; mais on continue à fournir des solutions en s'aidant, plus ou moins, d'une impression ou d'une idée préconçue, dont il serait bon de discuter l'opportunité.

Nous ne voudrions pas donner un sens essentiellement péjoratif au terme d'« idée préconçue » qu'avec d'autres nuances on peut d'ailleurs nommer « idée directrice ». Lorsque, par exemple, un anticlinal est nettement visible dans les collines bordant une plaine, et que cet anticlinal s'enfonce sous des alluvions, pour se cacher en partie aux yeux du géologue, il est logique de supposer que sa prolongation existe. Si, ensuite, la géophysique décèle une anomalie de la pesanteur sur la partie de l'anticlinal visible et que cette anomalie se continue vers la partie cachée, il est certain, dira-t-on, qu'elle situe la prolongation de l'anticlinal. Il serait naturellement plus exact de dire que le nombre des chances qu'il en soit ainsi est très grand. Ce nombre de chances de trouver un anticlinal décroîtra ensuite au fur et à mesure que nous nous éloignerons

du point connu et prétendrons découvrir de nouveaux plis sous des anomalies de pesanteur analogues. Quelque part, très loin du point considéré, il ne sera plus évident que ces anomalies représentent un anticlinal. A ce moment le géologue ne parlera plus guère que d'un « style », qui sera ou non analogue à celui de notre point de départ. Notons, d'ailleurs, que c'est uniquement cette notion de « style » qui a permis aux auteurs de nos trois premières solutions de diagnostiquer une ancienne surface topographique.

L'auscultation du sous-sol peut devenir ainsi un art délicat, analogue à l'auscultation médicale. A côté de certitudes existent des probabilités. Il est en réalité nécessaire d'asseoir un diagnostic sur plusieurs symptômes et de ne pas se laisser aller à admettre prématurément des conclusions qui semblent logiques à première vue mais qui, examinées de plus près, constituent seulement une des explications possibles des phénomènes étudiés.

L'idéal serait, en somme, de pouvoir embrasser à chaque stade du travail toute la série des solutions possibles et de procéder par éliminations.

Nous aboutissons ainsi à des considérations générales concernant la philosophie de toute recherche. Il était amusant, et peut-être pas inutile, de les rappeler à propos d'un simple petit problème de prospection géophysique.

