Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 25 (1943)

Artikel: Sur l'existence de courants électriques naturels liés aux gîtes d'anthracite valaisans

Autor: Poldini, Edouard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-742370

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

Séance du 16 décembre 1943.

En ouvrant la séance M. le Président annonce le décès de M. René de SAUSSURE, Membre ordinaire. L'assemblée se lève en signe de deuil.

Edouard Poldini. — *Sur l'existence de courants électriques naturels liés aux gîtes d'anthracite valaisans.*

Dans certaines conditions données divers minerais métalliques, ainsi que les anthracites enfouis, débitent spontanément du courant électrique dans le sol, à la façon d'une pile naturelle. Il en résulte que, près de la surface, le terrain environnant ces corps présente des différences de potentiel souvent assez marquées. On dit que la région présente de la polarisation spontanée: en abrégé P.S.

Les phénomènes de P.S. ont déjà été décrits. Ils ont fait l'objet de publications [1] et de travaux en France, aux Etats-Unis, au Canada ainsi qu'en Afrique du Sud. Dernièrement, nous avons eu l'occasion de constater qu'ils se manifestent d'une façon très intense dans les terrains carbonifères du Valais, où nous les avons trouvés liés aux couches anthraciteuses. Aussi nous a-t-il semblé intéressant d'en entreprendre une étude qui est, croyons-nous, la première de ce genre réalisée en Suisse.

Depuis 1942 nous avons donc commencé à établir des cartes des phénomènes de P.S., d'abord au sud de Sion (entre Salins et Bramois) et, ensuite, dans la région du synclinal de Dorénaz, qui fait partie du soubassement hercynien des Dents-de-Morcles. Ces recherches seront étendues à l'avenir. Notre dessein est d'exposer, dans cette note préliminaire, quelques constatations faites jusqu'ici, ainsi que des généralités permettant de les mieux saisir.

Plusieurs personnalités et diverses entreprises ont bien voulu

[1] C. et M. SCHLUMBERGER, *Phénomènes électriques produits par des gisements métalliques.* C. R. *174*, 1922.

Edouard POLDINI, *Les phénomènes de la polarisation spontanée électrique du sous-sol*, 42 pages, 17 fig. Mémoires Soc. vaudoise Sc. nat., *6*, 1938.

Idem. Bulletin Laborat. Géologie, Lausanne, nº 61, 1938.

montrer un bienveillant intérêt pour nos travaux, notamment le Bureau für Bergbau, de Berne, ainsi que les concessionnaires de Dorénaz, Bramois, Maragnenaz, Champsec et Chandoline. Ce nous est un agréable devoir de les remercier vivement pour l'aimable accueil que nous avons trouvé auprès d'eux.

Explication du phénomène de P.S. lié à l'anthracite.

On sait qu'il y a deux sortes de conductibilités électriques du sous-sol: la conductibilité métallique et la conductibilité ionique.

Le sous-sol présente presque toujours une conductibilité ionique. Les diverses roches qui le composent sont, en effet,

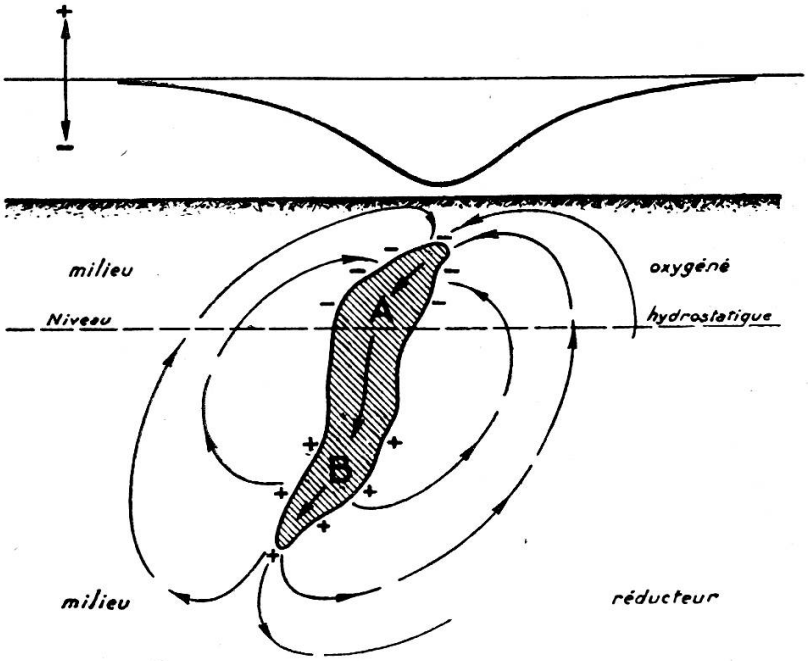

Fig. 1.
Gîte soumis à l'action de la polarisation spontanée électrique. Les flèches indiquent le cheminement des filets de courant. En haut: profil des variations du potentiel en surface.

électriquement isolantes à sec et ne conduisent le courant que par l'eau d'imbibition qu'elles contiennent, ou encore, de façon plus précise, par les ions existant dans cette eau. Aussi leur résistivité électrique est-elle réglée par deux facteurs: *a*) la quantité d'eau contenue dans l'unité de volume de roche; *b*) la résistivité de cette eau, qui dépend naturellement des sels dissous.

Parfois, dans le sous-sol, existent également divers corps à conductibilité métallique. Ce sont des minerais tels que la pyrite, la chalcopyrite, la pyrrhotine et aussi le graphite et certains anthracites.

La présence d'un corps de conductibilité métallique plongé dans un milieu de conductibilité ionique, chimiquement hétérogène, donne naissance au phénomène de P.S. et engendre des courants électriques. C'est ce qui se passe pour les anthracites. Supposons, en effet, une couche d'anthracite verticale enfouie et dont la partie supérieure s'élève au-dessus du niveau hydrostatique. Dans ces conditions l'eau d'imbibition du sol, qui environne le gisement, n'a pas partout la même composition. Au-dessus du niveau hydrostatique l'eau est aérée et riche en oxygène, en profondeur elle ne l'est pas, parce qu'elle ne se renouvelle pas, ou encore qu'elle est en contact avec des substances charbonneuses réductrices. La tendance à l'entropie maximum, c'est-à-dire vers l'uniformisation des solutions, entraîne alors la formation d'un courant électrique dont le sens est tel qu'il tend, par électrolyse, à atténuer la dissymétrie chimique qui le provoque. Ce courant circule de bas en haut dans le sol et se ferme de haut en bas par les couches d'anthracite. En s'écoulant il provoque une chute ohmique, en sorte que le potentiel du sol au sommet du gisement présente une valeur négative par rapport à celui d'un point éloigné du terrain pris comme zéro (voir fig. 1).

On peut reproduire expérimentalement le phénomène P.S. en disposant une paroi poreuse dans un vase plein d'eau de façon à réaliser deux compartiments. Puis on prend un morceau de minerai ou d'anthracite que l'on sectionne en deux parts, à l'aide desquelles on forme des électrodes que l'on plonge dans les deux compartiments. Il suffit ensuite de faire barboter de l'air dans un de ces derniers pour obtenir une force électromotrice entre les électrodes.

Le chimisme exact de la P.S., correspondant aux divers types-minerais, est peu connu. Il mériterait certes d'être étudié en détail et nous avons entrepris, à ce sujet, diverses expériences sur lesquelles nous souhaitons pouvoir revenir plus amplement à l'occasion.

Conditions nécessaires à l'existence du phénomène de P.S.

D'après la théorie que nous avons énoncée, deux conditions sont indispensables pour qu'un corps électriquement conducteur présente de la P.S.: 1° une conductibilité électrique continue; 2° une dissymétrie chimique autour des parties superficielles et profondes du corps électriquement conducteur.

Examinons ces deux conditions et, en premier lieu, celle de la conductibilité:

1° Si un fragment de roche (marne, calcaire, schiste, etc.) est desséché à l'étuve, son caractère conducteur disparaît en même temps que son eau d'imbibition. Si, au contraire, nous tentons la même expérience avec un échantillon conducteur de graphite ou d'anthracite, nous verrons celui-ci continuer à présenter un net caractère de conductibilité électrique, malgré le départ de l'eau d'imbibition. L'ordre de grandeur de la conductibilité restera d'ailleurs alors le même pour la roche sèche que pour la roche humide.

Cette expérience différencie la conductibilité métallique des roches de leur conductibilité ionique.

Le caractère conducteur métallique, manifesté par l'anthracite, se retrouve encore sur de simples schistes graphiteux pauvres en carbone. Le fait se comprend aisément lors de l'examen, au microscope, de sections polies. On remarque alors des lamelles de graphite écrasées, soulignant les délits de certains schistes. Ces lamelles se touchent les unes les autres et, par leur contact, maintiennent, dans l'ensemble de la roche, le caractère de conductibilité dû au graphite. Il est fort compréhensible que cette conductibilité électrique soit, dans ces cas, régie essentiellement par la présence du graphite; puisque, en effet ce dernier possède une résistivité de 10^{-2} ohms, tandis que des schistes, ou des grès, ont une résistivité atteignant l'ordre de 10^{+4} ohms[1].

Finalement graphite, schistes graphiteux et anthracites constituent des corps à conductibilité de type métallique. Ils donnent naissance au phénomène de la P.S. dès que, plongés dans l'électrolytre constitué par l'eau d'imbibition du sous-sol,

[1] Ohms-cm.

ils viennent en contact avec deux zones où la concentration de l'oxygène dissous diffère.

Ajoutons encore que le graphite, un excellent conducteur parmi les minéraux du sous-sol, semble donner des phénomènes P.S. toujours intenses. Or il y a souvent tendance à formation de corps graphiteux (c'est-à-dire tendance vers la carbonisation complète) dès qu'agit le dynamométamorphisme. De sorte que ce dernier semble parfois exalter le phénomène de la P.S.

2° Nous disions que, dans la production du phénomène P.S., une dissymétrie chimique autour de la masse conductrice métallique est nécessaire. Cette condition est certainement remplie si une partie de la masse en question vient au-dessus du niveau hydrostatique, tandis que l'autre reste en profondeur. Mais la P.S. semble subsister parfois, de façon atténuée, lorsque les corps passent au-dessous du niveau hydrostatique. Il est vraisemblable que, dans ces cas, la circulation des eaux de surface, tenant l'oxygène dissous, amène ces dernières en profondeur. Le fait est notamment plausible lorsque la P.S. est réalisée sous des terrains de couverture meubles, comme des graviers, par exemple.

La méthode d'étude de la P.S.

Pour étudier les phénomènes de la P.S. on parcourt le terrain avec un appareil sensible, permettant de mesurer les différences de potentiel à un millivolt près. Les contacts avec le sol doivent se prendre à l'aide d'électrodes impolarisables. Finalement les résultats sont reportés sur la carte, soit:

1° Sous forme de profils P.S. le long desquels on porte en abscisses les déplacements et en ordonnées les potentiels;
2° Sous forme de courbes équipotentielles.

Au lieu de noter les cotes de potentiel en surface seulement, on peut d'ailleurs aussi les déterminer à l'intérieur du sol, quand ce dernier est accessible par galeries. Des notions sont ainsi finalement acquises sur les variations de potentiel dans le volume total des roches encaissant un gîte.

Un tel travail, que nous avons réalisé récemment dans la galerie « Maragnenaz ancienne A », pourra servir à illustrer le

phénomène type de la P.S. rencontré au sud de Sion, sur de nombreux niveaux anthraciteux.

Le phénomène de la P.S. dans la galerie Maragnenaz ancienne A, au sud de Sion (voir fig. 2).

La galerie dite de Maragnenaz ancienne A recoupe la série du carbonifère pennique (grès et schistes) au sud-est de Sion. Son entrée est à quelques mètres au-dessus du niveau de la plaine du Rhône. La galerie s'enfonce de 70 mètres dans la montagne et le charbon s'y voit vers le mètre 45 sous forme d'un filon anthraciteux écrasé, inexploitable, que nous schématisons sur notre dessin sous l'aspect d'un chapelet de lentilles. La puissance du charbon peut varier de quelques centimètres à quelques décimètres.

C'est dans la galerie de Maragnenaz, et au-dessus d'elle, que nous avons réalisé la série des mesures qui nous ont permis de situer, en coupe, la répartition des potentiels représentée sur la figure 2, autour du niveau de charbon. Nous donnons cette dernière comme représentative du phénomène P.S. lié à l'anthracite valaisan et prions le lecteur d'y jeter un regard.

Les potentiels y sont notés en millivolts par rapport à un zéro situé au loin, dans la plaine du Rhône. Les flèches indiquent la direction de cheminement du courant qui est normale aux surfaces équipotentielles dessinées en traits pleins.

(Ouvrons ici une parenthèse pour définir la notion du potentiel zéro. Considérons un profil P.S.: Tant que nous serons loin de toute masse d'anthracite les différences de potentiel mesurées en surface, entre divers points distants de 5 à 20 mètres, par exemple, seront toujours faibles: de l'ordre de $\pm$ 10 millivolts. En revanche, si nous approchons d'une couche d'anthracite, la baisse de potentiel se fera nettement sentir. Nous mesurerons alors jusqu'à plusieurs centaines de millivolts négatifs en direction de cette dernière jusqu'au moment où, à l'aplomb du charbon, nous obtiendrons un minimum. La partie plane de notre profil nous permettra de fixer un potentiel que nous prendrons arbitrairement pour le zéro d'une coupe de potentiel, ou d'une série de coupes de potentiel données (voir fig. 1).

A Maragnenaz, un long profil de potentiel réalisé vers le nord, jusqu'à 500 mètres de la galerie Maragnenaz ancienne A, nous a permis de définir un zéro pour notre étude en prenant un point situé sur les alluvions, dans la plaine, et autour duquel le potentiel était stable dans un rayon d'une centaine de mètres.)

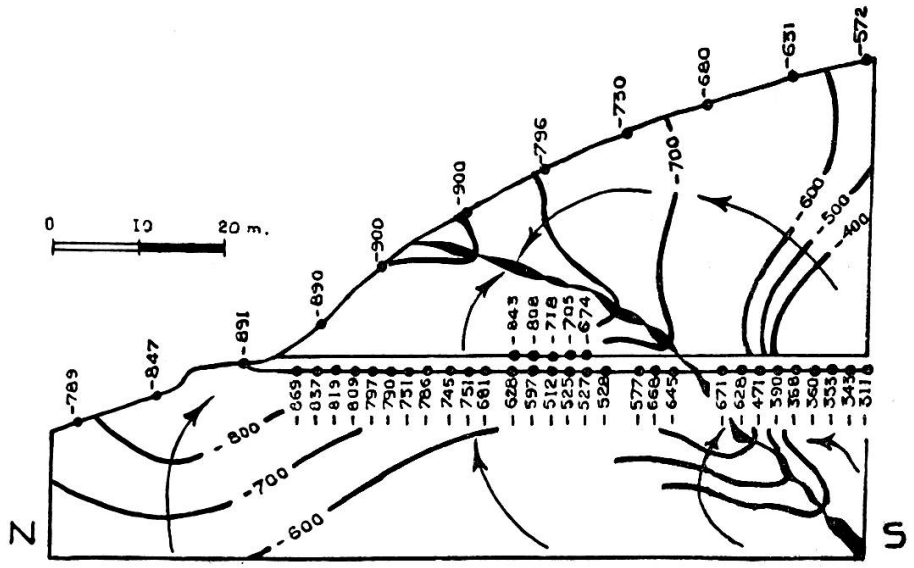

Fig. 2.

Coupe verticale selon la galerie Maragnenaz ancienne A, montrant la répartition des potentiels de P.S. autour d'une couche de charbon. Cette dernière est figurée sous forme d'une série de petites lentilles écrasées. Les potentiels sont notés en millivolts par rapport à un point zéro situé à cinq cents mètres au nord, dans la plaine du Rhône. Les surfaces équipotentielles sont dessinées d'après les 45 stations de mesure réalisées en surface et en galerie. Les flèches indiquent le cheminement des filets de courant, qui sont normaux aux surfaces équipotentielles.

Au total, la figure 2 montre comment le phénomène P.S. est lié à la petite couche de charbon de la galerie A. Nous voyons qu'il atteint presque le volt en surface. C'est d'ailleurs vers un peu plus d'un volt que plafonnent les réactions que nous avons pu constater à Bramois, Maragnenaz, Champsec, Chandoline, Les Etablons et Dorénaz où, partout, nous avons retrouvé des phénomènes P.S. très intenses. Ces phénomènes s'étalent largement en surface, à plusieurs centaines de mètres des couches (voir fig. 3). L'allure et l'intensité des réactions correspondent d'ailleurs à celles que l'on peut calculer en imaginant un écou-

lement de courant entre une surface négative σ_1 enveloppant le gîte au-dessus du niveau hydrostatique et une surface σ_2 positive enveloppant le même gîte au-dessous du niveau hydrostatique.

L'examen de la direction du courant constaté (voir fig. 2) suggère la réflexion suivante: Ce courant évolue en descendant dans le minerai et remonte par le sol, pour converger vers le sommet du gisement. Il y a par conséquent formation, par électrolyse, d'hydrogène à la cathode, c'est-à-dire vers le haut des niveaux charbonneux, où l'eau est aérée. L'oxygène se forme au contraire dans la profondeur, où l'eau est moins ou pas aérée. On voit donc que tout le processus de la P.S. tend à uniformiser la teneur en oxygène de l'eau du sous-sol et qu'il constitue, en somme, un mode de diffusion de cet élément de la surface vers la profondeur.

Exemple d'une étude de P.S. destinée à jalonner des niveaux anthraciteux (région de Mereune sur Dorénaz, Valais).

Supposons un niveau d'anthracite venant près de la surface, mais caché par un recouvrement. Il est soumis au phénomène de la P.S. Du courant électrique chemine par conséquent en direction des têtes des couches de charbon. Or, ce courant occasionne une chute ohmique dans les terrains du sous-sol encaissant l'anthracite. Il s'en suit que, si nous traçons en surface des courbes équipotentielles, nous voyons ces dernières s'allonger en direction de la stratification. Elles circonscrivent des zones de potentiel négatives dont l'axe, correspondant à une ligne des potentiels minima, se place à l'aplomb des têtes de couches cachées du charbon.

La carte, figure 3, illustre ce que nous venons d'exposer. Elle couvre les terrains du synclinal carbonifère de Dorénaz entre La Sarnia (cote 1200) et Mereune (cote 1600). Des mesures de potentiel nous ont permis d'esquisser l'allure des phénomènes de la polarisation spontanée de cette région tels qu'ils se manifestent en surface et de les exprimer sous forme de courbes équipotentielles tracées de 50 en 50 millivolts. (Ces courbes ne sont pas numérotées car le point zéro de notre étude reste encore à déterminer.)

Au premier coup d'œil jeté sur la carte on remarquera les dépressions potentielles négatives (hachures serrées) orientées ENE-WSW. Elles correspondent à des niveaux anthraciteux, ainsi que nous avons eu l'occasion de le vérifier.

Une paire de ces niveaux constitue les affleurements de charbon de Mereune (situés immédiatement à 100 mètres au nord de Mereune). Une autre paire passe entre Pierre-Marquée et Molard.

Les réactions P.S. des deux niveaux jumeaux de Molard sont partiellement étouffées à La Sarnia où, pour mieux situer l'un d'eux, nous avons même été obligés de dessiner en pointillé une courbe équipotentielle intercalaire. Cet étouffement des réactions tient à la moraine de La Sarnia, posée au flanc de la montagne, selon l'axe que nous figurons sur la carte par les mots « La Sarnia ». Cependant, malgré la surépaisseur de terrains de recouvrement qu'occasionne ce matériel glaciaire, le phénomène P.S. subsiste encore, quoique atténué. Il est vraisemblable que les matériaux de recouvrement sont ici suffisamment perméables pour permettre aux eaux oxygénées d'infiltration de les traverser aisément et d'arriver aux niveaux anthraciteux. D'une façon générale, les niveaux du Molard comme ceux de Mereune, marquent nettement en P.S. Nous nous appliquons actuellement à les suivre pour débrouiller la tectonique du synclinal de Dorénaz.

Dans les terrains carbonifères valaisans, où existent d'épaisses séries formées d'alternances souvent monotones de grès et de schistes, la possibilité de déterminer la position de tels niveaux-repères anthraciteux, nettement définis, et de suivre ces derniers, permet naturellement d'entreprendre diverses études tectoniques. C'est une des tâches que nous nous sommes proposées en Valais, tant à Dorénaz qu'au sud de Sion.

Conclusions.

Nous ne désirions, en cette première communication, que signaler l'existence d'intenses phénomènes de polarisation spontanée liés aux niveaux anthraciteux valaisans. Ces phénomènes, qui se classent parmi les plus intenses connus, atteignent l'ordre du volt. Il nous a été possible de les constater

Esquisse d'une carte des phénomènes de la polarisation spontanée électrique

Région de Mereune sur Dorénaz (Valais)

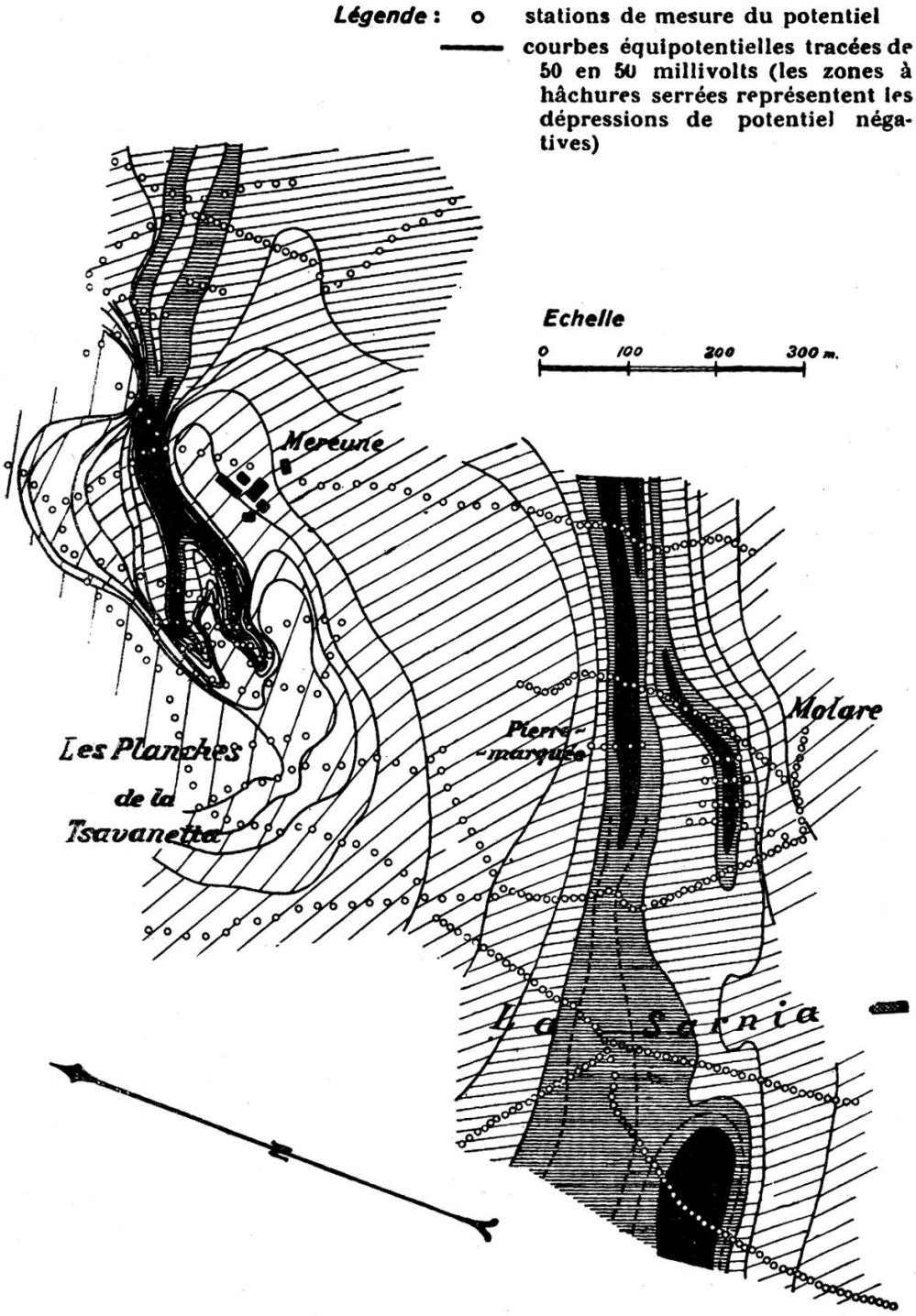

Fig. 3.

jusqu'ici à Bramois, Maragnenaz, Champsec, Chandoline, aux Etablons et à Dorénaz; c'est-à-dire partout où nous avons abordé l'étude du carbonifère par P.S.

Les recherches que nous avons entreprises soulèvent naturellement de multiples questions d'ordre scientifique et pratique sur lesquelles nous espérons revenir à mesure que progresseront nos travaux.

Paul Rossier. — *Sur la géométrie des sphères et des cercles et la définition du plan et de la droite.*

1. — La géométrie logique élémentaire repose sur les notions fondamentales de droite et de plan, définies axiomatiquement, c'est-à-dire de façon à satisfaire à un ensemble de propriétés énoncées *a priori*. L'élaboration des notions psychologiques de droite et de plan comporte une difficulté: ces figures sont indéfinies et il est impossible d'en donner une image matérielle ou graphique complète. Au contraire, les notions de sphère et de cercle sont à un certain point de vue plus simples que les précédentes, car il est possible d'en construire un modèle matériel complet.

Nous nous proposons d'examiner à quelles conditions il serait possible d'établir une géométrie élémentaire sur les notions fondamentales de sphère et de cercle au lieu de celles de plan et de droite.

2. — Une sphère peut être donnée intuitivement comme un corps pour lequel il est possible de trouver un mouvement tel que, traversant une plaque quelconque, il y découpe le même trou, quelle que soit l'orientation relative des deux corps. Cet énoncé, qui fait appel à une expérience matérielle, n'est pas une définition. Nous allons montrer qu'il est possible de définir axiomatiquement la sphère et, des axiomes de la sphère, de déduire les propriétés des plans et des droites. Dans un problème aussi élémentaire, la grosse difficulté est de ne pas se laisser entraîner par son intuition et d'opérer strictement logiquement. Pour cela, Hilbert a montré qu'il est avantageux