

goudron obtenu par les procédés de distillation à basse température, et convient pour le créosotage et la préservation des bois. Le sulfate possède un bon degré standard, avec de grands cristaux blancs purs.

L'intérêt du four inventé par M. BECKER réside dans la solution entièrement originale qu'il a imaginée, pour remédier aux inconvénients des fours à carneaux verticaux. Il serait intéressant de comparer ses résultats avec ceux obtenus, dans des conditions analogues, par d'autres constructeurs, tels que MM. LECOCQ, qui sont parvenus à résoudre les mêmes difficultés au moyen de dispositifs différents. Nous ne disposons pas en ce moment, à notre grand regret, des éléments qui nous permettraient de faire cette étude, mais nous ne désespérons pas de pouvoir l'effectuer quelque jour.

La Balance de torsion Eötvös et son application à la prospection

Par le Capitaine H. Shaw. M. Sc. et E. Lancaster-Jones. B. A. (Cantab.)

« *The Mining Magazine* » Janvier et février 1925.

NOTE RÉSUMÉE

par G. BACQ

Ingénieur au Corps des Mines.

Attaché à l'Institut national des Mines, à Frameries.

Principe de la balance et de la méthode.

Diverses méthodes ont été proposées pour déterminer la composition de la croûte terrestre sans avoir recours au creusement de sondages coûteux et longs; elles utilisent celles des propriétés physiques des minéraux et des roches qui sont susceptibles de se manifester à distance; d'où leur nom de méthodes d'explorations géophysiques.

L'article que nous résumons concerne l'une d'elles — la méthode de la gravité — basée sur l'observation des variations de la pesanteur; on sait, en effet, que la valeur du champ d'attraction en un point de la surface terrestre est modifiée au voisinage d'un corps de densité anormale situé de part ou d'autre de cette surface.

Le pendule permet de mesurer la pesanteur et, par conséquent, d'en connaître les variations, à condition, toutefois, que celles-ci soient suffisamment importantes, attendu qu'elles apparaissent comme la faible différence entre deux valeurs du même ordre de grandeur: ainsi, cet instrument utile pour les recherches géodésiques n'est plus assez sensible dès qu'il s'agit de recherches géologiques ou minières sur des espaces plus restreints.

En 1887, le baron Roland von Eötvös, professeur de physique à l'Université de Budapest, eut l'idée d'appliquer à cette mesure la balance de torsion de Coulomb, transformée en un instrument de campagne transportable et relativement robuste. Cet appareil présente sur le pendule l'avantage de mesurer directement les différences de gravité et d'atteindre ainsi une sensibilité incomparablement plus grande; on peut s'en faire une idée en considérant qu'il permet de déceler la variation de gravité due à une tonne de charbon placée à plusieurs mètres de l'instrument.

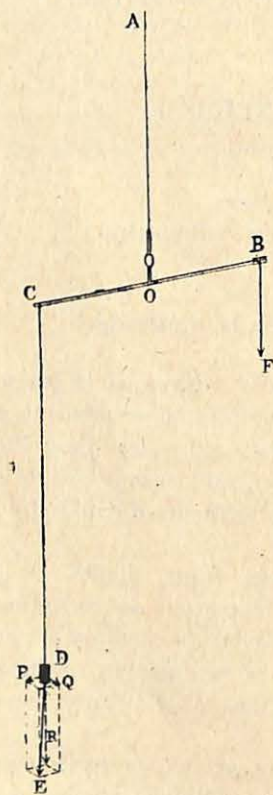


FIG. 1.

Le principe fondamental de cet appareil est le suivant : un léger fléau BC (fig. 1), exactement équilibré par les poids B et D, est suspendu par un fil fin AO, autour duquel il est libre de tourner dans un plan horizontal. Les forces d'attraction de la terre en deux points même peu distants l'un de l'autre n'étant pas rigoureusement parallèles, si le vecteur vertical BF représente la résultante de ces forces sur le poids B, l'action correspondante sur le poids D sera figurée par un vecteur DE oblique par rapport à BF. DE peut se décomposer en trois forces orthogonales P, Q, R; sous l'action du couple créé par la composante Q, perpendiculaire au plan ABC, l'ensemble du dispositif s'animerait d'un mouvement de rotation autour du fil AO jusqu'à atteindre la position d'équilibre entre le couple déviant et le couple de torsion du fil.

On note la déviation, puis on recommence une observation en orientant l'appareil dans une direction nouvelle; des valeurs obtenues pour cinq orientations différentes, on déduit la variation de la pesanteur au point de stationnement. Cette variation — dite « gradient » de gravité — est en somme le coefficient angulaire de la tangente, au point considéré, à la courbe LL (fig. 2)

dont les ordonnées représentent la force d'attraction aux divers points de la surface terrestre MON supposée horizontale; l'allure de cette courbe résulte de l'effet de la masse de densité 2,5 gisant sous les terrains de densité 2. Les vecteurs figurent en grandeur et en direction les gradients de gravité.

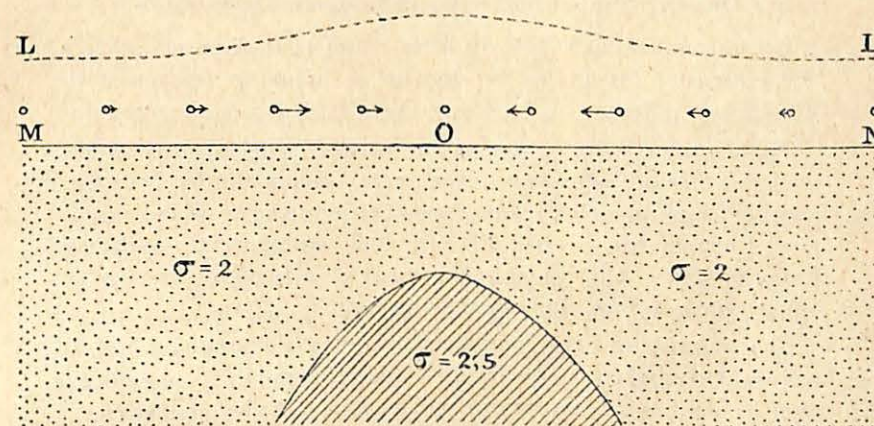


FIG. 2.

C'est donc sous cette forme de vecteurs gradients que sont acquis les résultats des mesures. Par le calcul et en appliquant les méthodes usitées en géodésie pour éliminer les erreurs accidentelles, on en déduit des « lignes d'égale gravité » analogues aux lignes de niveau topographiques.

La carte ainsi dressée permet de se faire une première idée des formations souterraines et de la répartition des masses sous la surface terrestre; on vérifie cette répartition en calculant ses effets théoriques et on la corrige en comparant les écarts entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées; on traite de même la nouvelle distribution et ainsi de suite jusqu'à réaliser par approximations successives une concordance satisfaisante entre valeurs calculées, valeurs mesurées et données géologiques éventuellement connues au préalable.

Il est à remarquer (fig. 2) que les vecteurs gradients sont toujours dirigés vers une masse de grande densité et s'écartent au contraire d'une masse de faible densité; qu'à l'aplomb des limites

d'un gisement, ils atteignent une valeur maxima et qu'au centre du gisement, ils s'annulent pour changer de sens; ces propriétés sont particulièrement intéressantes, car elles fournissent directement et de façon précise des indications de la plus haute valeur au point de vue minier.

Description et mise en œuvre de la balance.

Un miroir fixé au milieu du fléau complète le dispositif schématisé ci-dessus; les angles de torsion se lisent au moyen d'une lunette par réflexion ou bien sont enregistrés par la photographie.

Pour écarter toute action perturbatrice, la balance est complètement enfermée dans une cage métallique à double ou triple paroi, chaque compartiment étant thermiquement isolé; en service, l'instrument est installé sous une tente spéciale également à double paroi, imperméable à l'eau et à la lumière; de plus, les observations se font généralement la nuit.

Chacune d'elles exige une heure: mais en constituant l'appareil de deux balances identiques et décalées de 180°, on réduit à trois le nombre d'observations indispensables à chaque station.

Le choix de la station doit se faire avec soin. Dans un rayon d'une centaine de mètres, toutes les irrégularités du sol sont relevées, leur influence calculée et des corrections adéquates apportées aux mesures; les dénivellations situées au delà de ce rayon sont repérées sur une carte topographique aux mêmes fins.

En région montueuse, la difficulté du calcul de ces corrections augmente fortement les probabilités d'erreur. De même, en forêt, la précision est réduite de moitié. La nature, l'épaisseur, l'homogénéité de la couche superficielle sont autant de facteurs importants pour le choix d'une station.

Exemples d'application.

Théoriquement, le rayon d'action de la balance de torsion n'est limité que par des considérations de prix et de temps; pratiquement, elle n'a été employée jusqu'ici qu'à la solution de problèmes d'intérêt immédiat se présentant dans de bonnes conditions.

Les auteurs signalent les cas d'application les plus favorables, en passant en revue une série de recherches faites avec cet instrument et dont les résultats ont pu le plus souvent être contrôlés par les renseignements tirés d'autres sources.

Ces exemples sont illustrés de croquis; des références reportent le lecteur aux comptes-rendus originaux.

Jusqu'avant la guerre, la balance fut surtout employée par Eötvös et ses assistants à des travaux de géodésie pure, dans la Grande Plaine Hongroise où ils parvinrent à déterminer la forme et la profondeur de la surface séparant le substratum inférieur des sédiments récents d'apparence uniforme qui le recouvraient.

Pétrole.

C'est à la recherche des sources de pétrole qu'Eötvös fit ensuite appliquer sa méthode, en se basant sur l'accord des géologues hongrois à situer les réserves probables de gaz naturel et de pétrole dans le voisinage des anticlinaux: il fallait donc mettre ces derniers en évidence.

Sur ses indications et celles du géologue Böckh, des mesures furent exécutées dès 1912 dans divers districts de la plaine de Hongrie, qui semblaient se prêter spécialement à ces essais: elles conduisirent à la représentation claire des plis anticlinaux des terrains anciens sous-jacents, par les lignes d'égale gravité; la balance marquait, en outre, un minimum ou un maximum de pesanteur au centre du dôme, suivant que celui-ci était formé d'un dépôt de sel ou, au contraire, de roches plus anciennes et plus denses. Ces résultats reçurent d'ailleurs d'entières confirmations.

Sel.

La densité relativement faible du sel et la grande étendue des dépôts rendent particulièrement aisée leur détection au moyen de la balance de torsion, ou la détermination précise des limites du gisement quand celui-ci est déjà localisé en partie.

La méthode a été utilisée avec succès dans ce but en 1917 dans les landes de Lünebourg.

Potasse.

On ne peut espérer distinguer par gravité les couches de potasse des roches salifères auxquelles elles sont généralement associées, mais seulement délimiter l'ensemble et éviter beaucoup de sondages de recherche.

Charbon et lignite.

Le charbon étant, comme le sel, de densité plus faible que les roches encaissantes, il est possible, dans certaines limites, de déceler sa présence à l'aide de la balance d'Eötvös.

Si la couche est à peu près horizontale et très puissante ou très proche de la surface, son existence se manifestera par la valeur relativement faible de la pesanteur en tout point surplombant la couche, et ses limites par la grandeur maxima des gradients.

Si, au contraire, les terrains sont plissés, l'influence sur la pesanteur peut masquer les effets du charbon lui-même; mais, en tout cas, les points où la veine se rapproche de la surface seront aisément marqués.

D'autre part, il ne faut pas négliger l'aptitude de la balance à déterminer les anticlinaux des strates et la position des lignes de faille: c'est ainsi que R. Schumann, dans le bassin de Vienne, et le Professeur Mahuyama, au Japon, ont pu marquer de façon très nette les traces de plans de faille intéressants.

Minerais lourds.

En général, la balance permet de localiser les minerais gisant en grande masse, même à des profondeurs de plusieurs centaines de pieds.

Si elle ne décèle pas directement de minces filons de métaux précieux, elle apportera toutefois à leur égard des indications indirectes de grande valeur: failles, plissements importants, gisements de minéraux communs (baryte, p. ex.), faisant augurer de l'existence de métaux plus rares à plus grande profondeur.

Deux cas d'applications sont cités à ce sujet, dont l'un est une recherche faite par les auteurs eux-mêmes dans le bassin minier du Shropshire.

Economie du procédé.

Lorsque l'épaisseur des sédiments recouvrant une formation à étudier est grande, une prospection par la méthode de la gravité est beaucoup moins coûteuse que le creusement de forages de recherche profonds, et, en outre, elle fournit des renseignements sur une vaste surface, tandis que les sondages ne touchent qu'un

point. Toutefois, il ne peut être question d'éliminer complètement ces derniers, mais d'en diminuer le nombre et d'en déterminer l'emplacement le meilleur pour identifier les dépôts localisés et délimités à l'aide de la balance.

Les calculs nécessaires pour l'interprétation des résultats exigent des connaissances mathématiques et une expérience que seule la pratique peut donner. Une collaboration doit donc s'établir entre géophysiciens et géologues, ceux-ci soumettant aux premiers leurs problèmes avec leurs données physiques plutôt que géologiques. Plusieurs compagnies d'exploitation de pétrole possèdent des services de prospection établis de la sorte.

Mars 1925.