

# Les anomalies de la gravité dans le canton de Vaud

Autor(en): **Gonet, Olivier**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **68 (1962-1964)**

Heft 311

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-275446>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Les anomalies de la gravité dans le canton de Vaud

PAR

OLIVIER GONET

Laboratoire de Géophysique, Université de Lausanne

Le Laboratoire de géophysique de l'Université de Lausanne travaille, depuis quelques années déjà, à l'élaboration d'une carte des anomalies de la gravité du canton de Vaud. Jusqu'ici 800 mesures de  $g$  ont été faites sur le terrain. Elles couvrent la région comprise entre le pied du Jura et la ligne Lausanne-Fribourg, ainsi qu'une partie de la plaine du Rhône.

### LA MÉTHODE

L'appareil utilisé au cours de ce travail est un gravimètre de type Worden, d'une précision théorique de un centième de milligal. Pour illustrer ce chiffre, rappelons qu'à la surface de la terre l'intensité du champ d'attraction est à peu près égale à 980 gals, donc que le centième de milligal est environ  $10^9$  fois plus petit. Autrement dit, l'appareil est capable de déceler une anomalie dix millions de fois plus petite que l'intensité normale du phénomène.

Bien évidemment, un gravimètre doué d'une si spectaculaire précision tout en demeurant transportable sous-entend de grandes précautions de maniement. D'autre part, pour que la carte sur laquelle on reporte les mesures brutes devienne un ensemble intelligible et représentatif des seules hétérogénéités de densité du sous-sol, il faudra supprimer par le calcul différents effets parasites :

- ceux dus aux différences d'altitude entre les stations : l'appareil à la limite de sa sensibilité enregistre une différence d'altitude de 5 centimètres ;
- ceux dus aux irrégularités de la topographie du voisinage de chaque station : si cette topographie est tourmentée il n'est pas rare de devoir calculer l'effet de ces irrégularités jusqu'à 100 kilomètres à la ronde ;
- ceux dus à la forme ellipsoïdale du globe terrestre : on peut calculer qu'à la limite de sa précision, l'appareil est sensible à un déplacement d'environ 25 mètres dans le sens longitude ;

- ceux dus à l'isostasie : dans le canton de Vaud, on estime qu'un déplacement de 5 mètres en direction du centre des Alpes entraîne une diminution d'intensité de champ de un centième de milligal.

Une fois ces différents effets supprimés par le calcul, seules les formations géologiques de diverses densités restent susceptibles de provoquer des anomalies. En simplifiant extrêmement, on peut énumérer de haut en bas :

- le Quaternaire (moraine, alluvions, etc.) dont il faut évaluer la densité à 2,0-2,2 ;
- la Molasse, approximativement 2,4. . (et pour le Chattien argileux 2,5. .) ;
- le calcaire du substratum (depuis le Crétacé) 2,6. . environ.

L'expérience et le calcul prouvent que ces trois terrains sont gravimétriquement bien individualisés.

#### *Généralités sur les méthodes d'interprétation*

En interprétant une carte des anomalies de la gravité, on étudie une superposition, une addition d'anomalies. Ainsi dans notre pays, il y a celle très importante, liée aux Alpes (l'isostasie), celles dues aux intrusions de roches profondes à forte densité, celles beaucoup plus fines, dues à la structure de la Molasse et du substratum, celles dues aux dépôts légers superficiels.

Différentes caractéristiques distinguent ces anomalies. C'est tout d'abord leur amplitude, ou plus exactement si on les considère en coupe, leur rayon de courbure. A partir de ces données, des méthodes mathématiques d'analyse permettent de faire un premier tri des différentes anomalies en présence. Ainsi l'on définit, d'une part la carte dite des « régionales » correspondant aux hétérogénéités de volume important, d'autre part la carte dite des « résiduelles » ne concernant que les anomalies provoquées par des causes de taille plus petite.

C'est ensuite la direction de leur allongement : ainsi est-il possible de distinguer les anomalies dues aux anticlinaux (en général parallèles entre eux) de celles dues aux failles de direction quelconque.

C'est enfin la forme elle-même de l'anomalie, grâce à laquelle on distinguera :

- en plan, ce qui est dû par exemple aux synclinaux de ce qui est dû aux alluvions dont le tracé est plus ou moins sinueux ;
- en coupe, l'effet d'une plaine alluviale de section triangulaire de l'effet d'une forme parallélépipédique, comme celle schématisée d'un graben.

Si l'interprétation qualitative peut paraître relativement aisée, il n'en va pas de même pour l'interprétation quantitative. Celle-ci équivaut en effet à la résolution impossible d'une seule équation à deux inconnues. Ces deux inconnues étant la profondeur et la masse. Cependant la vraisemblance géologique qui introduit dans le raisonnement une seconde équation, permet, presque toujours, de si bien cerner le problème que la solution peut être approchée de suffisamment près. Ainsi l'usage des abaques bilogarithmiques permet-il de faire rapidement un grand nombre d'hypothèses qui seront agréées ou rejetées grâce à des arguments géologiques. Si, dans les cas difficiles, cette méthode ne donne pas de résultats assez précis, on aura encore la ressource d'utiliser une autre technique géophysique permettant d'établir une autre équation avec ces deux mêmes inconnues : ce pourra être la magnétométrie, la sismique ou l'électricité.

#### LA GRAVIMÉTRIE APPLIQUÉE AU CAS PARTICULIER DU CANTON DE VAUD

L'état actuel de nos recherches qui se poursuivent dans le reste de la Suisse romande, jusque dans les Alpes, et qui doivent encore être améliorées sur certains points de détail dans la région déjà étudiée, ne nous autorise pas encore à présenter dans son entier, l'interprétation géologique que nous nous proposons de publier prochainement. En revanche, il nous paraît intéressant de décrire dès maintenant les possibilités de cette méthode appliquée sur le plateau molassique, en présentant une partie des hypothèses que nous avons retenues comme valables.

#### *Exemple d'interprétation des anomalies dues au Quaternaire. La région nord de Morges*

Par contraste avec la Molasse, la densité du Quaternaire est faible. Sa présence sera donc révélée par des zones d'autant plus « légères » qu'il y est plus épais. C'est ainsi par exemple que se marque, de façon généralement très nette, le tracé des anciennes vallées aujourd'hui comblées et plus ou moins recouvertes de dépôts plus récents. On peut calculer, pour préciser notre exemple, qu'une ancienne vallée creusée dans la molasse, ayant 15 mètres de profondeur, 50 mètres de largeur, et comblée par des alluvions, provoque une anomalie de 0,3 milligal d'amplitude. Anomalie certes bien ténue mais parfaitement décelable et identifiable si l'on tient compte de la forme évidemment très allongée du dépôt, et des grandes chances pour que ce dépôt attire l'attention par un approfondissement ou un élargissement local.

La figure 1 montre, de manière schématique, une première interprétation déduite d'une portion de la carte des « résiduelles ».

Déposée sur la molasse, la moraine dessine aussi des zones à faible densité. A vrai dire cette densité est assez variable (suivant que cette moraine est lavée ou non) et de plus très voisine de celle des alluvions. Mais la topographie résultante, la disposition des dépôts, en un mot la morphologie du terrain est généralement trop caractéristique pour faire craindre une confusion. En revanche on sait quelle difficulté il y a sur le plateau à reconnaître un relief morainique d'un relief molassique. Pour résoudre ce genre de problème, de dimensions relativement petites, au moyen de la gravimétrie, un réseau très serré de stations est indispensable. Or, nous ne disposons actuellement sur la région étudiée, que de guère plus d'une mesure par kilomètre carré. C'est dire que seuls les dépôts morainiques de très grande taille ont pu être observés jusqu'ici. Cependant, et disposant de ce réseau de base, nous sommes maintenant en mesure d'attribuer très rapidement n'importe quelle éminence à l'une ou l'autre de ces origines, en ne faisant que deux ou trois mesures supplémentaires. Enfin, il est possible d'étudier, comme le montre la figure 1, les relations existant entre les différents dépôts.

Dès lors, apparaît tout le parti que l'on peut tirer de la collaboration des méthodes électriques et gravimétriques pour l'étude du Quaternaire en général, et pour la prospection du gravier et de l'eau en particulier. L'interprétation du résultat des méthodes électriques exige des mesures très rapprochées, mais permet une très grande précision de diagnostic. La gravimétrie, en revanche, donne des résultats localement plus flous, mais, dans le même temps qu'un travail d'électricité, peut étudier une région infiniment plus vaste et ainsi déceler les zones dignes d'une étude électrique.

### *L'étude de la structure géologique*

On sait que l'influence des hétérogénéités de densité décroît avec le carré de la distance qui les sépare du gravimètre (de la loi de Newton). Or, telle que nous l'avons décrite schématiquement, la coupe du sous-sol du plateau montre des matériaux dont la densité augmente régulièrement vers le bas. C'est dire que les anticlinaux, qui rapprochent le substratum lourd de la surface, provoquent des anomalies positives, alors qu'au contraire, les synclinaux éloignant ces mêmes masses lourdes se marqueront par des anomalies négatives.

En plus de cette règle très simple, il faut tenir compte de certains problèmes propres au plateau molassique :

- La structure de la molasse ne correspond pas systématiquement à celle du substratum calcaire. Il faut donc s'attendre à des résultats parfois en contradiction apparente avec ceux déduits de



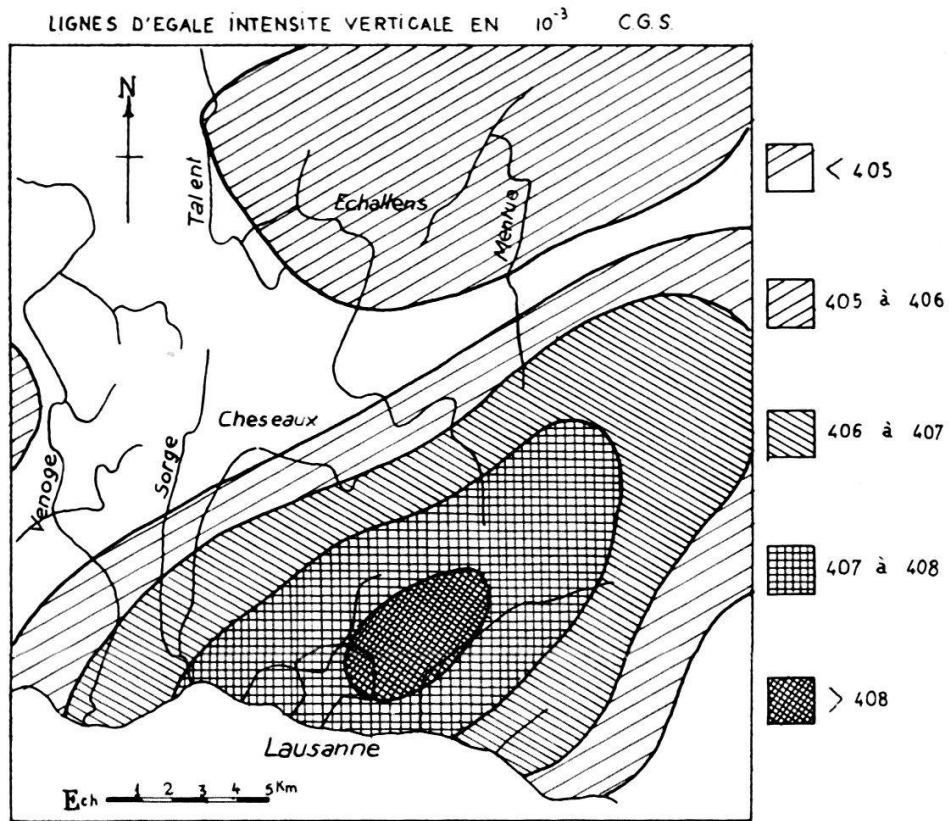


Fig. 2. — L'anomalie magnétique, d'après P.-L. MERCANTON et E. WANNER

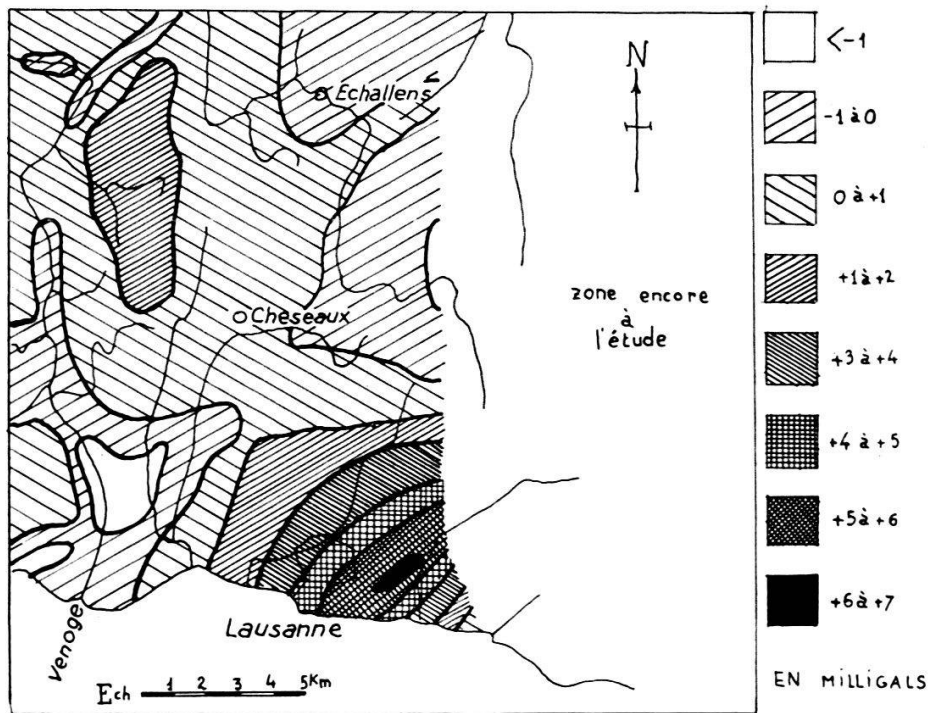


Fig. 3. — L'anomalie gravimétrique

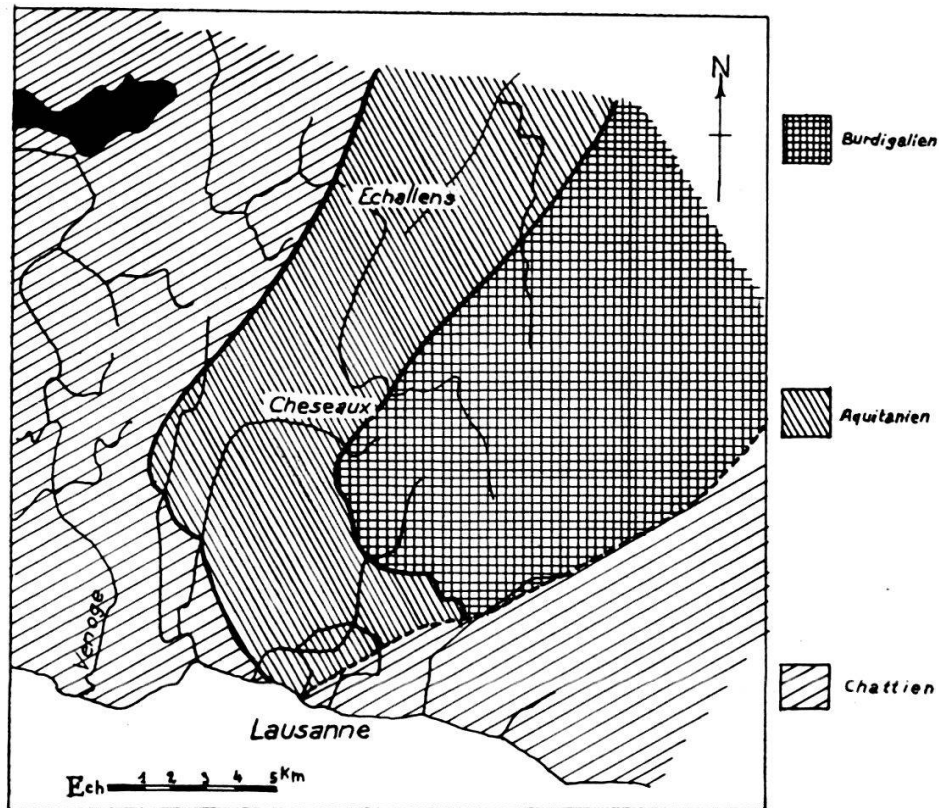


Fig. 4. — La géologie d'après A. BERSIER

l'observation géologique de surface. Ainsi, pour prendre un exemple situé sur notre première figure, l'anticlinal de Saint-Sulpice, parfaitement visible sur le terrain, et dont les flancs sont affectés d'une pente de  $30^\circ$  pour celui qui plonge à l'Est, et de  $20-25^\circ$  pour l'autre (J.-P. VERNET, 1956), reste pratiquement sans influence sur le gravimètre. Celui-ci enregistre au contraire une anomalie légèrement négative. Ajoutons que dans cette zone, l'hypothèse d'un effet de camouflage dû au Quaternaire est à rejeter, car il y est justement représenté par des limons et des galets en faible épaisseur\*.

- L'axe des anticlinaux de la molasse, apparent à la surface, ne coïncide souvent pas avec celui des anomalies gravimétriques. Dans la région du bord du lac, l'axe de ces anomalies est rejeté de quelques centaines de mètres vers le Nord. Prenons de nouveau un exemple situé sur notre première figure : l'anticlinal de Morges. Il apparaît sur le terrain que son axe est parallèle à la voie de chemin de fer et passe au Sud de Lonay, puis disparaît sous la vaste anomalie négative provoquée par les alluvions de la Venoge.

\* Il reste encore à faire dans cette région une étude de détail permettant d'établir l'influence des failles et des faillettes sur le gravimètre, et ce travail sera l'occasion d'une confirmation de ce résultat.



L'axe de l'anomalie gravimétrique qu'il provoque lui est exactement parallèle, mais traverse le village d'Echichens, donc avec un décalage minimum d'environ 800 mètres vers le Nord-Ouest. Si l'explication de ce phénomène ne se trouve pas dans une simple imperfection locale de la carte des « régionales », on peut admettre qu'il est dû à la différence d'inclinaison entre les deux flancs de l'anticlinal : le flanc sud-est étant plus incliné que l'autre, déplacerait le cœur de calcaire lourd au Nord par rapport à la surface. Nous reviendrons sur l'explication de ce phénomène après de nouvelles études. Il est remarquable de constater qu'une dissymétrie de même sens affecte, comme un parti-pris, la plupart des incidents tectoniques de cette région, y compris celui qui provoque la très forte anomalie de Lausanne que nous allons maintenant décrire.

En 1943, P.-L. MERCANTON et E. WANNER découvrent qu'une vaste anomalie magnétique venant du Jorat passe sous la ville de Lausanne et traverse le lac dans la direction Lausanne-Pointe d'Yvoire. Or, en prospectant cette région, nous nous sommes aperçus que la cause de cette anomalie magnétique provoque aussi une très importante anomalie gravimétrique. Au vu de ces deux résultats, il faut conclure à la présence dans le sous-sol d'une éminence de roche basique très lourde et d'origine profonde. De plus, et sans attendre le résultat des calculs qui sont actuellement en préparation, nous pouvons préciser sans risque d'erreur grave, qu'il s'agit d'une masse dont la basicité peut être évaluée comme étant comprise entre gabbro et gabbro-diorite (MERCANTON et WANNER) ; que la forme de cette masse est grossièrement semblable à un parallélépipède incliné en direction Sud-Ouest ; que la crête de cette intrusion se trouve à une profondeur comprise entre 3 et 5 kilomètres ; que sa largeur est de 3 à 6 kilomètres, sa longueur de 12 à 20 kilomètres.

Lorsque nous aurons étendu notre carte du côté Ouest, l'inclinaison du parallélépipède pourra être calculée et ses dimensions précisées.

Mise en regard de la carte géologique, la carte gravimétrique montre que la crête de l'anomalie suit le tracé d'une faille séparant une zone anticlinale dessinée par le Burdigalien (au cœur), l'Aquitancien, le Chattien à l'Ouest et le Chattien à l'Est.

#### EN MANIÈRE DE CONCLUSION

La gravimétrie est une technique d'observation de la nature qui, sitôt sortie du laboratoire, est devenue la propriété presque exclusive des entreprises de prospection de pétrole, et ce n'est que depuis une dizaine d'années qu'elle s'en échappe lentement pour se mettre aussi au service de la géologie scientifique. Or, elle a gagné à cet usage de prospection

une grande perfection technique qui rend son emploi plus facile et meilleur marché.

Notre but en présentant ce travail inachevé était de montrer la diversité des possibilités de la gravimétrie appliquée, en particulier, sur le plateau molassique.

En les remerciant, il faut citer comme principaux artisans de l'établissement de cette carte, MM. P.-A. MERCIER, qui s'est chargé des mesures sur le terrain, et F. GROSS, qui a collaboré aux corrections topographiques.

#### BIBLIOGRAPHIE

BERSIER, A. 1938. — Recherches sur la Géologie et la Stratigraphie du Jorat. *Mém. Soc. Vaud. des Sc. Nat.*, 6, n° 3.

MERCANTON, P.-L. et WANNER, E. 1943. — Die magnetische Anomalie im Jorat. *Ann. der Schweiz. Meteo. Zentralanstalt.* (Abrégé en français paru dans *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 63, 1945.)

VERNET, J.-P. 1956. — La géologie des environs de Morges. *Eclogae Geol. Helv.* 49, n° 1, 84 pages, 34 fig.

*Manuscrit reçu le 15 février 1963.*