

Une méthode de prospection originale en hydrogéologie :
la gravimétrie

Extrait de « Mémoires (Tome IV) » de l'Association Internationale
des Hydrogéologues - Réunion Générale de Rome - 1961

NAPOLI
STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. GENOVESE
Pallonetto S. Chiara, 22

Une méthode de prospection originale en hydrogéologie : la gravimétrie (*)

Jacques Lakshmanan (**)

L'étude d'un bassin tertiaire d'une superficie d'environ 200 km², dont la profondeur peut atteindre 200 m, dans une région où les affleurements sont rares, se serait avérée fort coûteuse par les seuls procédés de sondages électriques et de sondages mécaniques.

L'utilisation de la gravimétrie a permis de déceler les zones les plus profondes où furent concentrées les reconnaissances ultérieures.

Le prix au kilomètre carré ainsi étudié fut de 720 NF contre 8 à 9000 NF pour des bassins analogues où la gravimétrie ne fut pas mise en oeuvre.

En l'occurrence, le bassin tertiaire de Rennes-Bruz, orienté Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Est, est constitué par une série éopliocène d'argiles, calcaires et sables. Ces terrains ont une densité de l'ordre de 2, alors que le substratum briovérien a une densité supérieure à 2,6.

Les calcaires oligocènes et miocènes, extrêmement perméables, constituaient, avec les sables pliocènes, les niveaux aquifères à prospecter.

Etant donné les variations d'extension des divers niveaux et la présence de failles importantes, plusieurs zones pouvaient constituer des centres de captage.

L'utilisation de la gravimétrie a été suggérée par l'examen de la carte gravimétrique de France, ainsi que par l'étude complémentaire effectuée sur le bassin de Rennes-Bruz par le B.R.G.G.M. Elle a permis de mettre en évidence six zones profondes.

L'étude ultérieure par trainées électriques, sondages électriques et sondages mécaniques de ces points profonds ont montré que trois d'entre eux comprenaient des niveaux perméables importants.

Les captages en cours permettront d'alimenter 40.000 habitants.

Ainsi que l'a indiqué le Maître de l'Oeuvre: « Pour déceler des fosses inconnues et lorsque l'enquête géologique ne donnera pas de résultats assez précis, il semble opportun de faire appel à une méthode de dégrossissage rapide, telle que la gravimétrie qui paraît bien adaptée aux dépôts sédimentaires pour un prix de revient assez faible » (1).

The survey of a tertiary basin about 200 sq km large up to 200 m deep, in an area where the outcrops are scarce, would have been very costly by using only resistivity depth probes and drilling.

Gravity located the deeper areas where the further studies were concentrated.

The cost per sq km thus studied was 720 NF instead of 8 to 9,000 NF for similar basins where gravity was not implemented.

This particular tertiary basin of Rennes-Bruz, lying NNW-SSE, is a eo-pliocene series of clays, limestones and sands. These grounds have an approximate density of 2 while the old Briocerian substratum has a density higher than 2,6.

The oligocene and miocene limestones, extremely pervious, together with the pliocene sands were the water-bearing levels to be prospected.

Owing to the variations of extension of the various levels and the presence of important faults, water could be drilled in several areas.

The use of gravity was suggested by the gravity map of France and the complementary survey made on the Rennes-Bruz basin by B.R.G.G.M. The present survey showed up six deep areas.

The further study by resistivity profiles, resistivity depth probes and drilling of these deep areas showed that three of them included important pervious levels.

The water wells now being built will supply 40,000 inhabitants.

As the client said: « When the geological survey is not accurate enough to study unknown deep basins, it seems advisable to use a quick preliminary method like gravity which appears to be well adapted to sedimentary deposits and is, in addition, quite cheap » (1).

La gravimétrie est considérée encore à l'heure actuelle comme une méthode géophysique réservée aux études structurales profondes, le plus souvent pétrolifères.

Or nous avons eu l'occasion dernièrement en Bretagne et au Tchad, de démontrer que pour des problèmes beaucoup plus modestes, de recherches d'eau par exemple, à moyenne ou même faible profondeur, la gravimétrie, habilement et délicatement utilisée, pouvait permettre de dégrossir un problème avec suffisamment de précision pour localiser les zones les plus profondes d'un même bassin. Celles-ci peuvent alors faire ensuite l'objet d'études plus poussées par les procédés plus classiques géophysiques ou mécaniques.

Les deux exemples suivants mettent ainsi assez bien en évidence l'intérêt d'une telle méthode dans les premières phases d'une reconnaissance hydrogéologique.

(*) Présentée par M. BOLELLI.

(**) Directeur Géologique de la Compagnie de Prospection Géophysique Française (C.P.G.F.), Paris - France.

(1) M. ROLLAND et S. RABU: Sixièmes Journées de l'Hydraulique (Nancy, 28 - 30 Juin 1960), Tome II, p. 321.

Premier exemple

ETUDE DU BASSIN TERTIAIRE BRUZ-CHARTRES de BRETAGNE

(Sud de Rennes)

L'étude systématique des 31 bassins tertiaires qui nous avait été demandée en Ille et Vilaine nous a posé assez rapidement de sérieux problèmes. Ces problèmes n'étaient pas tous d'ordre technique, mais également d'ordre financier car cette étude devait être effectuée en 3 ans pour tenter de combler un retard de près de 20 ans dans l'équipement en eau potable de la région, tout en restant dans les limites de crédits assez restreints pour une telle entreprise.

L'un de ces bassins, celui de Bruz-Chartres de Bretagne, à quelques kilomètres au Sud de Rennes, s'étendait sur près de 100 km².

PROBLEME.

La succession stratigraphique des terrains rencontrés dans ce bassin était la suivante de haut en bas:

- Cailloutis pliocènes, épaisseur inférieure à 5 m mais très grande extension.

- Sable rouge pliocène.
- Sable argileux et calcaires du « Rédonien ».
- Faluns perméables miocènes.
- « Argile supérieure » oligocène.
- « Calcaire grossier de Rennes » oligocène.
- « Argile inférieure » éocène-oligocène inférieure.
- Schistes briovériens plus ou moins altérés.

Les données géologiques déjà acquises sur ce bassin avaient mis en évidence des variations importantes d'extension de certains niveaux et l'existence de nombreuses failles à rejet de plusieurs dizaines de mètres, qui en compliquaient notablement la structure.

Les affleurements étaient rares: une étude de détail par les procédés classiques, géophysiques et mécaniques, eût été d'un coût trop élevé.

L'examen de la carte gravimétrique de la France, ainsi qu'une étude complémentaire entreprise par le B.R.G.M. dans la région, nous fit envisager alors que par gravimétrie il était possible de dégrossir le problème en localisant les « fossés » secondaires de ce bassin.

En effet ce « bassin » de Bruz-Chartres de Bretagne est constitué de sédiments éo-pliocènes qui reposent sur un substratum briovérien (antécambrien). La densité des sédiments tertiaires est de l'ordre de 2 alors que la densité du briovérien est d'environ 2,7.

L'écart de ces densités et les épaisseurs de sédiments en présence semblaient dès lors suffisants pour espérer obtenir des résultats exploitables d'une recon-

naissance gravimétrique à mailles serrées sur la partie de cette région estimée a priori la plus profonde, soit sur plus de 50 km².

RESULTATS.

Plus de 1500 stations différentes ont été effectuées, espacées de 60 m sur chaque profil. En sept semaines les 50 km² étaient couverts et la carte des anomalies de Bouguer établie (voir figure 1).

Les anomalies étaient parfois très nettement marquées puisqu'elles pouvaient atteindre 8 milligals en moins de 700 mètres: entre le centre du bassin et la grande faille NNW-SE qui fait remonter le socle briovérien à l'ouest de 150-200 m environ.

Un bassin principal put donc être ainsi rapidement délimité. De même des zones profondes secondaires étaient bien localisées.

La reconnaissance détaillée par « trainés » et « sondages » électriques put alors être entreprise sur des surfaces restreintes, pour mieux définir les caractéristiques de ces bassins et l'allure des niveaux perméables constitués par les calcaires oligocènes et miocènes très perméables.

Ainsi, en moins de 3 mois, six bassins purent être délimités (voir figure 2) dont trois où les horizons perméables étaient particulièrement bien développés et profonds, (50 à 75 m).

Ces résultats purent être précisés et confirmés par quelques sondages mécaniques qui ont pu être alors implantés au cours et à la fin de cette étude dans les meilleures conditions.

L'intervention de la gravimétrie dans ce cas rendit ainsi possible l'étude de cette région puisque, ainsi que l'a calculé l'utilisateur même (¹), cette méthode avait permis de faire tomber le prix de revient moyen du km² étudié à 720 NF/km² alors qu'il atteint généralement 8 ou 9.000 NF lorsque seules sont utilisées les méthodes plus classiques électriques ou sismiques sans le secours préalable de la gravimétrie.

Deuxième exemple

OUADDAÏ (Tchad).

Cet exemple est encore beaucoup plus caractéristique que le précédent car les épaisseurs de la « couverture » sont beaucoup plus faibles.

PROBLEME.

Au cours de la campagne 1958-1959 nous étions chargés par la Mission Hydrogéologique du Tchad de

(¹) Voir note de Mr. S. RABU Ingénieur en Chef du Génie Rural et Mr. M. Rolland, Ingénieur du Génie Rural, parue au compte rendu des « Sixièmes Journées de l'Hydraulique », Nancy 1960 T II, page 321 à 329.

préciser par sismique-réfraction le long de certains profils en bordure du massif granitique de l'Onaddaï (est du Tchad) les variations d'altération du granite. Il était espéré en effet que les points les plus bas de cette altération pourraient drainer une quantité appréciable d'eau.

que les horizons altérés étaient très souvent colmatés à leur base en particulier.

Mais il fut constaté au cours de nos travaux que l'épaisseur des limons superficiels était souvent supérieure au droit des altérations maximum. Comme ces limons recelaient une nappe d'eau non négligeable,

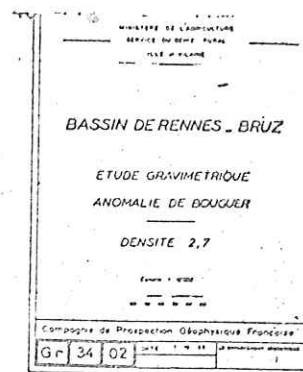
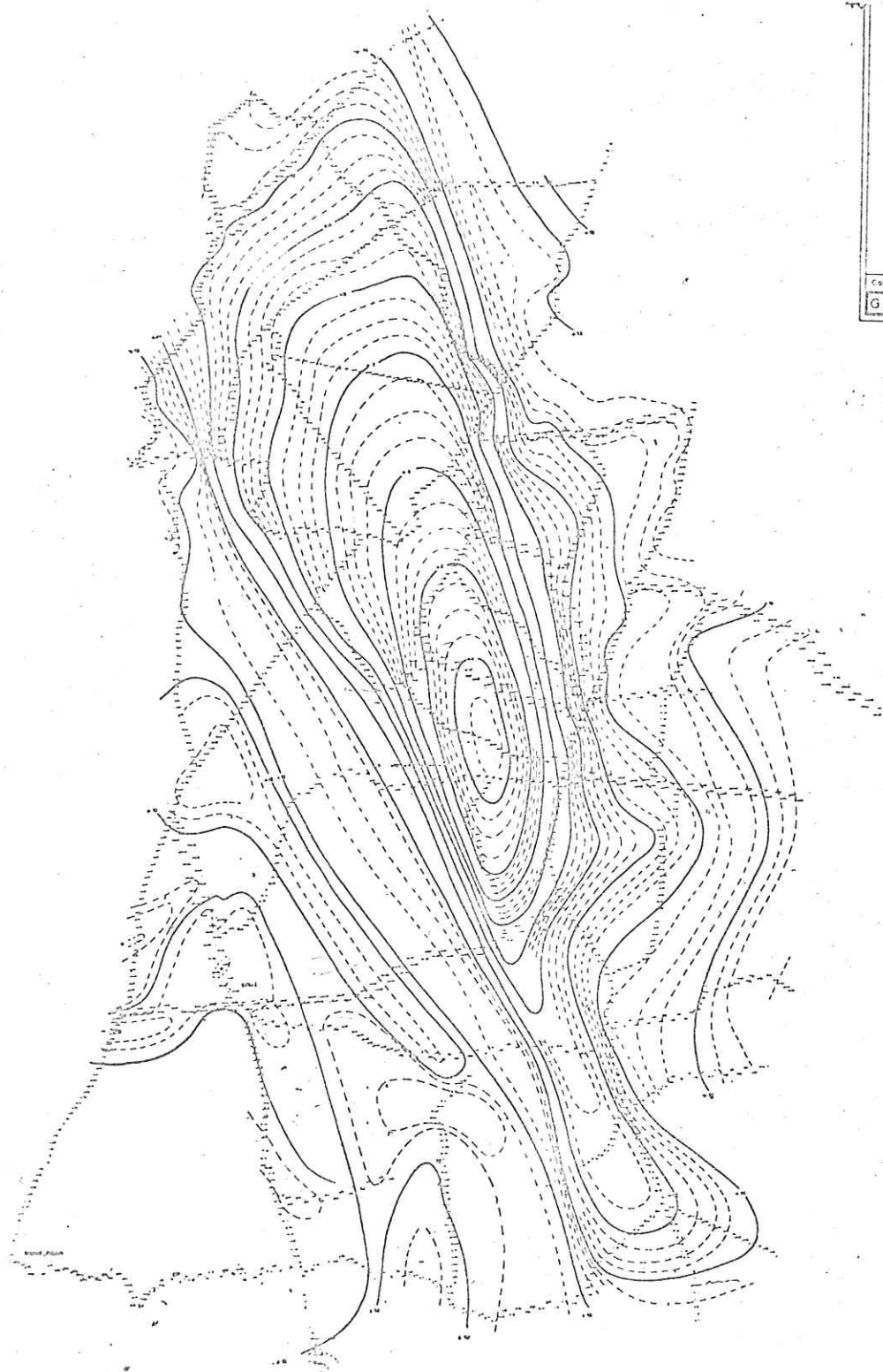


FIG.1

Or les puits qui furent entrepris au cours de cette campagne, s'ils confirmaient l'exactitude de nos mesures, montraient par contre malheureusement qu'aux points les plus bas de l'altération granitique ne correspondait pas toujours un niveau aquifère. La kaolinisation des granites étaient souvent telle

il était intéressant d'implanter les puits non seulement au droit des points où l'altération était la plus profonde mais là où en même temps la limite inférieure des limons était la plus basse.

Des mesures électriques furent entreprises, mais jugées insuffisamment précises.

Par contre des essais de mesures gravimétriques donnèrent des anomalies beaucoup plus nettes et plus sûrement interprétables.

Il était en effet logique de penser que le granite,

entre 5 et 15 m, il fut possible de localiser très nettement les zones où ils étaient les plus profonds et d'implanter ainsi les puits avec le maximum de chances de succès.

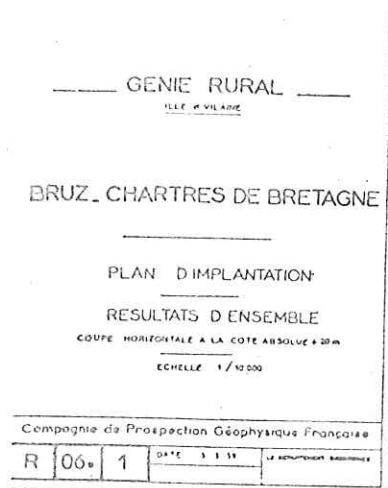
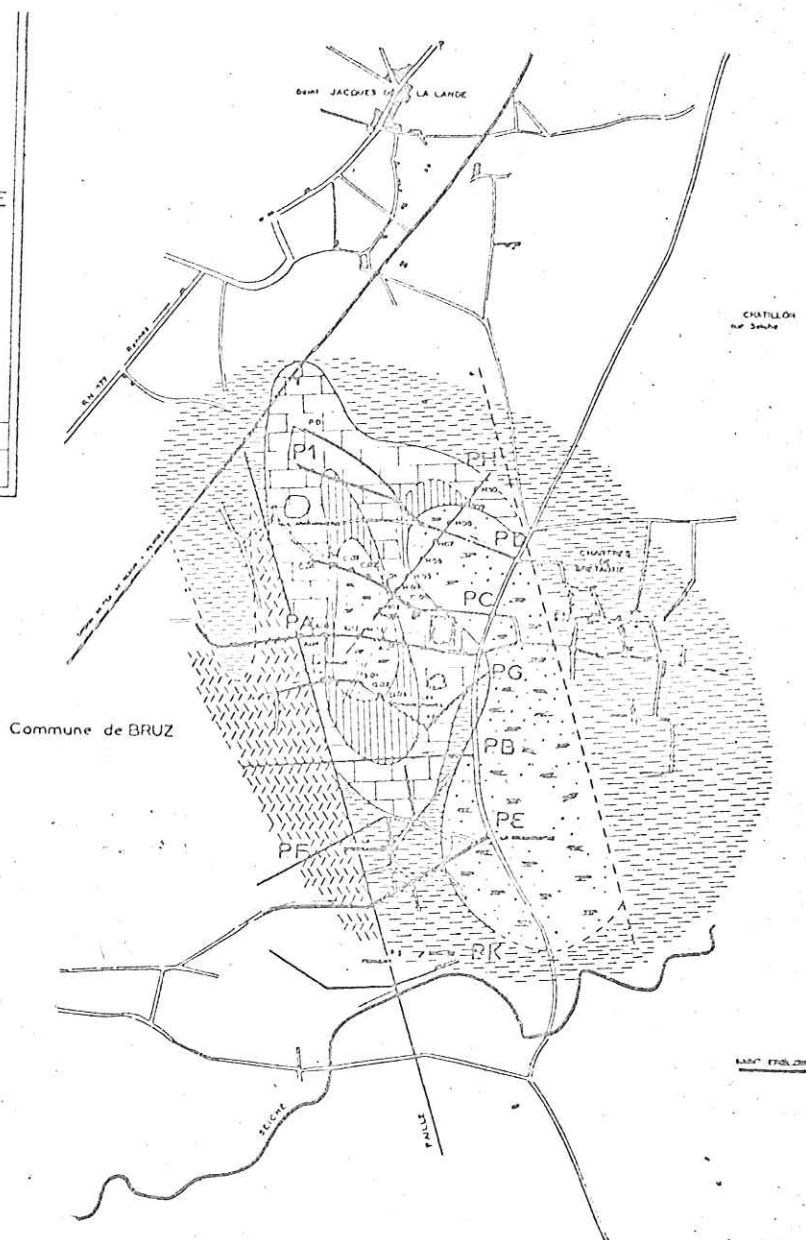
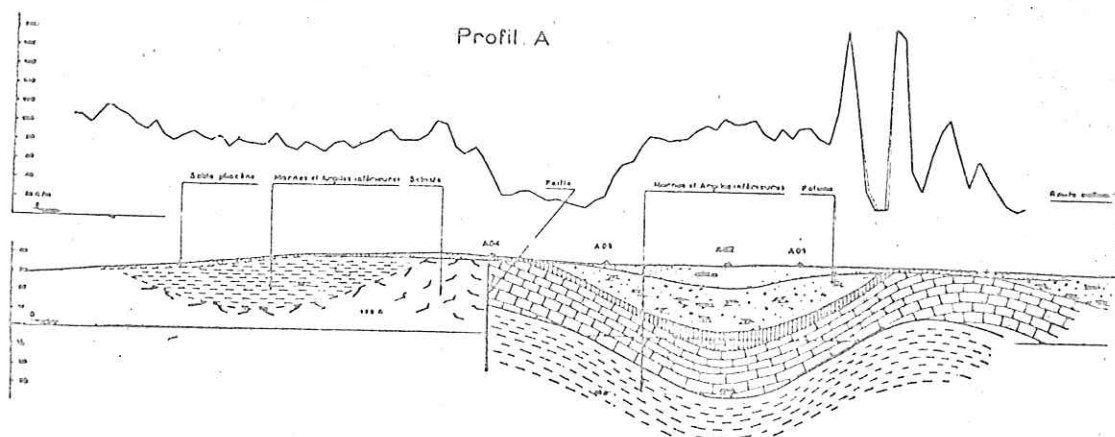


FIG. 2



Profil A



qu'il soit altéré ou sain, conservait une densité voisine de 2,7 et pouvait « trancher » suffisamment sur les limons quaternaires dont la densité ne devait guère dépasser 1,8-2.

Ainsi bien que l'épaisseur de ces limons variaient

CONCLUSIONS.

Nous essaierons de donner à une prochaine occasion encore plus de précision sur l'utilisation et les limites d'application de la gravimétrie en hydrogéol-

logie mais nous désirions, sans plus attendre, faire état des possibilités de cette méthode et montrer à l'aide des 2 exemples ci-dessus combien la gravimétrie pouvait être d'un précieux secours même pour résoudre

certains problèmes de recherche d'eau à faible profondeur tout en permettant d'abaisser considérablement le prix de revient de l'étude.