

P204

ASSOCIATION DES GEOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

JOURNEES DE GEOLOGIE APPLIQUEE

FONTIS DE SEVRAN

ETUDE GRAVIMETRIQUE

par J. LAKSHMANAN - Ingénieur Géologue E.N.S.G.

et E. KUTKAN - Ingénieur Géophysicien à la Compagnie de
Prospection Géophysique Française

PROBLEME GENERAL DE LA RECHERCHE DES CAVITES

Le problème de la recherche de cavités naturelles ou artificielles se pose avec acuité dans les régions urbanisées à substratum calcaire ou gypseux, c'est à dire en FRANCE, dans le Bassin Parisien, et plus particulièrement dans le district de PARIS.

.../...

Pour éviter la multiplication des sondages mécaniques, diverses méthodes ont été essayées depuis une dizaine d'années : prospection électrique, sismique réfraction, magnétisme. Les résultats ont été variables et souvent décevants.

C'est ainsi que nous avons été amenés à mettre en oeuvre la méthode gravimétrique. La première application en France a été effectuée par la C.P.G.F. pour le compte des Ponts et Chaussées de l'Yonne, sur le tracé de l'autoroute Paris-Lyon en 1962.

Depuis, une cinquantaine d'études ont concerné la recherche de :

- Carrières souterraines remblayées ou non
- karsts vides, pleines d'eau ou d'argile essentiellement dans la craie, le calcaire Lutétien et le Bathonien de Normandie.

L'étude de Sevrans constitue une nouvelle étape de l'application de la méthode puisque des anomalies de masse ont été étudiées sans qu'il y ait à proprement parler de vides.

LA METHODE GRAVIMETRIQUE

Le gravimètre WORDEN, fabriqué par Texas Instruments, Houston, permet la mesure relative de l'accélération de la pesanteur au centième de milligal près, soit 10^{-8} g. Nous n'entrerons pas ici dans le détail du mode opératoire ni dans la série des corrections (altitude, latitude, terrain, régionale).

On peut ensuite tracer des profils ou des cartes d'"anomalies résiduelles" provoquées par des anomalies de masse peu profondes. Ce sont ces résultats qu'il faut ensuite interpréter compte tenu du contexte géologique.

LE FONTIS DE SEVRAN - DONNEES GEOLOGIQUES

A la fin de 1964, un effondrement brutal a provoqué l'engloutissement d'un pavillon à Sevrans avec uniquement des dégâts matériels. La disparition a eu lieu en quelques minutes. Le fontis, plein d'eau boueuse, faisait au moins dix huit mètres de profondeur.

.../...

La Mairie de la Ville de Sevran a demandé à la C.P.G.F. de rechercher les causes de ce fontis, et en même temps de localiser dans le voisinage d'autres zones susceptibles d'être dangereuses.

Le fontis de Sevran est situé dans l'ancienne vallée reliant directement la Marne à la Seine à Saint-Denis.

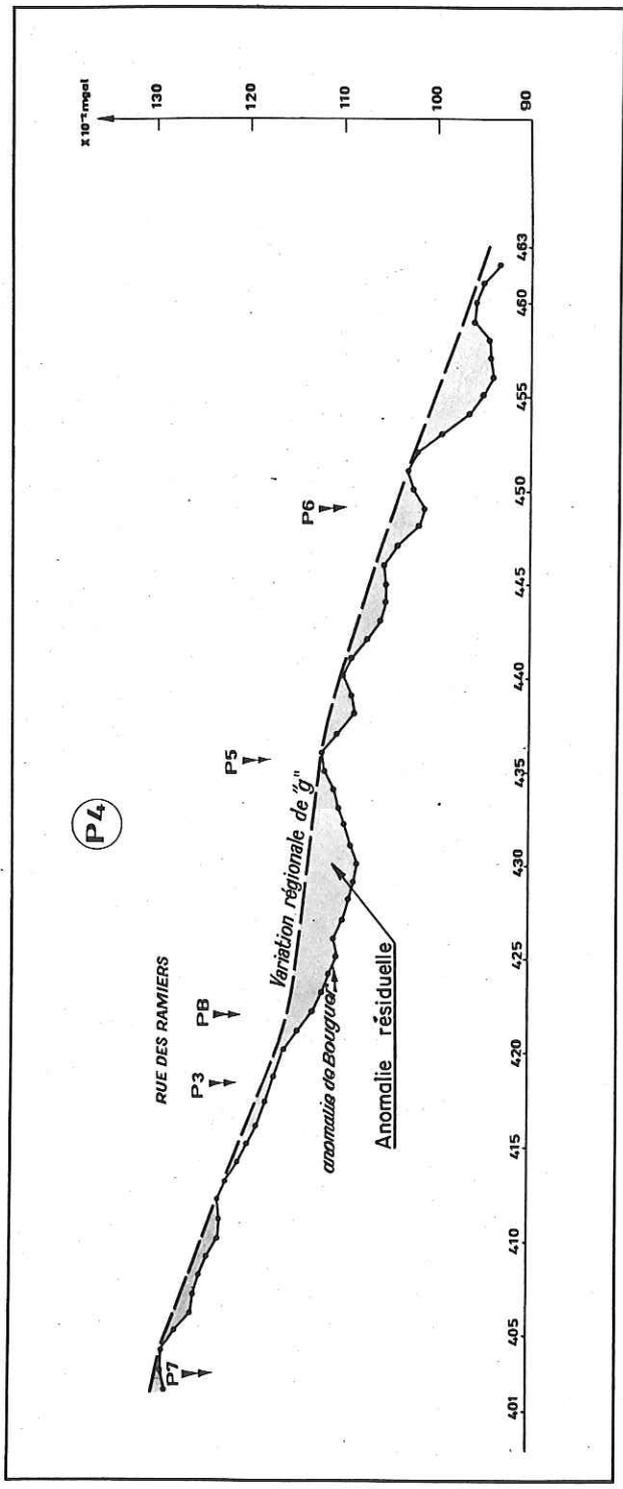
La présence des carrières de gypse du Ludien sur les coteaux Sud de la vallée pouvait laisser supposer que le fontis de Sevran s'était formé à la suite de dissolutions dans la base du gypse.

Toutefois, nous avons pu relever, au B.R.G.M., les coupes de six sondages mécaniques anciens situés au Sud-Est de la zone à prospecter, ce qui a modifié l'hypothèse initiale. En effet, la coupe moyenne de ces sondages, situés à peu près à la même cote que le fontis, est la suivante :

| | | | | |
|------|---|------|---|--------------------------------|
| 0 | à | 4 m | : | limons et sables (quaternaire) |
| 4 m | à | 20 m | : | calcaire de St-Ouen |
| 20 m | à | 30 m | : | sables de Beauchamp |
| 30 m | à | 50 m | : | marnes et caillasses |
| 50 m | à | 80 m | : | calcaire grossier |
| | | puis | : | Sparnacien, etc.... |

L'ensemble de ces sondages a rencontré, au niveau des marnes et caillasses, des alternances de marnes et de gypse. L'épaisseur cumulée du gypse varie entre deux et trois mètres. Ces niveaux gypseux semblent aquifères. En particulier l'un de ces sondages s'est arrêté dans le gypse sur une venue d'eau artésienne (débit au sol 100 m³/h).

La présence de lentilles de gypse dans le Lutétien Supérieur est ainsi conforme aux résultats signalés dans le Nord de Paris et de la banlieue par FEUGUEUR et SOYER.



MISE EN OEUVRE DE LA GRAVIMETRIE A SEVRAN

- Résultats Bruts -

Compte tenu de ces données géologiques, il devenait probable que le fontis fût lié à des dissolutions de gypse, situé à 30-40 m de profondeur.

Il a donc été fait appel à la gravimétrie pour tenter de localiser les anomalies de masse tant au niveau du Lutétien Supérieur (vides francs ou zone de dissolution active) que dans les couches supérieures ("poche d'éboulement" en train de "monter" vers la surface par effondrements successifs).

Le secteur prospecté a une superficie d'une dizaine d'hectares ; il est recouvert de pavillons. Des profils gravimétriques ont été implantés en premier lieu, le long des rues quadrillant le quartier ; à la suite des premiers résultats, d'autres mesures ont été ajoutées. Ces profils comprennent une station tous les cinq mètres.

Sur la figure 1 a été reporté le profil gravimétrique 4 compte tenu des corrections d'altitude, de latitude. Les valeurs reportées sont celles de l'anomalie de Bouguer.

Après ces corrections automatiques, la détermination de l'anomalie résiduelle (différence entre l'anomalie régionale et l'anomalie de Bouguer) comprend une part d'appréciation. En effet, le tracé de l'anomalie régionale est purement graphique : il s'agit d'une courbe de grand rayon de courbure telle que le profil de Bouguer se tient

.../...

toujours sur ou sous l'anomalie régionale. Ceci est dû au fait que, sauf exception, les anomalies de faible profondeur ne peuvent être que légères (remblais, limons, cavités, etc...) donc négatives.

Sur le profil 4 on voit clairement : une zone sans anomalie (points 401 à 420), puis une anomalie étendue de $-\frac{6}{100}$ de milligal (420 à 435), puis une série d'anomalies plus localisées.

En plan, la corrélation entre les différents profils a permis de tracer une carte d'isoanomalies résiduelles (figure 2). L'examen de cette carte montre que la partie Ouest du terrain prospecté comprend une série d'anomalies atteignant au maximum $-\frac{6}{100}$ de milligal. Dans le prolongement de l'une d'entre elles se situe le pavillon disparu.

Ce groupe d'anomalies se trouve entouré par les courbes

$$-\frac{2}{100} \quad \text{et} \quad -\frac{3}{100}$$

qui délimitent une surface suspecte de 120 m x 200 m. En dehors de cette zone, il n'y a pratiquement pas d'anomalies.

RESULTATS DES SONDAGES MECANIQUES

A la suite de ces résultats gravimétriques, trois sondages mécaniques, réalisés par la S.I.F., ont été implantés :

- les S.1 et S.2 au droit de deux anomalies importantes,
- le S.3 en dehors de toute anomalie.

Ces sondages ont été poussés jusqu'à 50 m de profondeur environ, pour atteindre le calcaire grossier (Lutétien moyen et inférieur) et le pénétrer sur plusieurs mètres.

Les coupes de ces sondages paraissent à première vue assez semblables :

- | | | | | | |
|--|-----------|---|-------|---|---------|
| • quaternaire | épaisseur | : | 2 | à | 5,50 m |
| • calcaire de St-Ouen | " | : | 13,50 | à | 17,60 m |
| • sables de Beauchamp | " | : | 11,20 | à | 12,40 m |
| • Lutétien Supérieur (marnes, calcaires et gypses) | " | : | 15,75 | à | 20,70 m |
| • Lutétien moyen et inférieur (calcaire) | | | | | |

Niveau statique à 2,50 m environ, sans variations notables.

Les épaisseurs cumulées de gypse dans le Lutétien Supérieur sont :

| | | |
|-----|---|--------|
| S.1 | : | 7,70 m |
| S.2 | : | 4,00 m |
| S.3 | : | 8,80 m |

.../...

Toutefois, les observations techniques suivantes sont capitales :

- * aucun vide franc n'a été rencontré, que ce soit dans le gypse ou dans les terrains supérieurs
- * Par contre, et surtout dans les sondages S.1 et S.2, des éboulements constants ont nécessité un tubage jusqu'à 45 m de profondeur. Dans le sondage S.3, la descente du tubage constituait surtout une précaution ; aucun éboulement ne s'y est produit.

Le carottage du gypse est de 30 % aux S.1 et S.2, et de 80 % au S.3.

- * Dans les couches supérieures, entre 12 et 20 m, le carottage a été nul dans les sondages S.1 et S.2. Au sondage S.3, ce niveau mou ne fait que quatre mètres d'épaisseur.
- * Des pertes d'eau ont été observées dans le sondage S.1 à 38,60 m (début du gypse) et dans le sondage S.2 à 44 m (entre deux niveaux gypseux).

Il n'y a pas eu de perte dans le sondage S.3.

CONFRONTATION AVEC LA GRAVIMETRIE

Les sondages S.1 et S.2, implantés au droit d'anomalies gravimétriques, ont rencontré sur 4 à 8 m, dans les masses et caillasses, du gypse très fracturé avec pertes d'eau. Les terrains de couverture ont donné lieu à des éboulements.

Le sondage S.3, implanté en dehors des anomalies gravimétriques, a trouvé les mêmes terrains, mais sans éboulement ni perte d'eau.

On peut donc considérer que la lentille délimitée par la courbe - $\frac{3}{100}$ de milligal correspond à une zone où le gypse est moins dense.

L'anomalie Δg (en centième de milligal), provoquée par un disque plat de $e = 7$ m d'épaisseur sous $z = 40$ m de couverture et d'un rayon de $R = 80$ m, est donnée par :

$$\Delta g = 4,2 \Delta \sigma e \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{z^2}}} \right)$$

($\Delta \sigma$ étant la différence de densité entre le disque et le terrain encaissant)

$$\text{Soit } \Delta g = 16,3 \Delta \sigma$$

$$\text{pour } \Delta g = 6 \Delta \sigma \neq 0,4$$

.../...

La densité de la lentille de gypse en cours de dissolution active serait de 1,8 en supposant une densité de 2,2 pour la roche saine.

En réalité, il est possible qu'une partie de l'anomalie soit provoquée par des déficits de masse dans les couches supérieures (base molle du calcaire de St-Ouen entre 12 et 20 m de profondeur).

En effet, les anomalies gravimétriques s'ajoutent algébriquement.

C O N C L U S I O N S

L'étude gravimétrique réalisée à Sevrans, appuyée par trois sondages mécaniques, a permis de mettre en évidence une zone de plus de 100 m de diamètre où le gypse, intercalé sur plus de 4 m dans les marnes et caillasses à 40 m de profondeur, est en état de dissolution active. Le déficit de densité moyen serait de 0,4. En dehors de cette zone, les niveaux gypseux existent toujours mais sont compacts. Une partie de l'anomalie est peut-être provoquée par un déficit de masse à la base du calcaire de St-Ouen.

On peut penser qu'à la suite des dissolutions, des tassements sont remontés jusqu'à la surface, provoquant l'apparition du fontis. Il est à craindre que les pompages industriels, exploitant entre autres la nappe baignant le gypse, n'activent le processus.
