

P107

Possibilité de différencier par méthodes électriques les zones les plus perméables de celles offrant des risques de colmatage (*)

Gérard Fournier (**)

A l'aide d'un exemple précis, ayant fait l'objet d'une étude de détail, il est démontré comment il a été possible, grâce à certaines mesures électriques fines, d'éviter d'implanter un captage dans des conditions qui se seraient révélées mauvaises à plus ou moins brève échéance.

L'horizon aquifère était constitué de sables pliocènes de granulométrie assez élevée. Un groupe de sources-de-trop-plein donnait une idée des débits disponibles et le captage avait été décidé immédiatement à l'amont de ces sources.

Les mesures électriques effectuées alors ont montré que ce sable pliocène, bien défini géologiquement et qui était considéré homogène lithologiquement, offrait des résistivités électriques variant de 500 à 2500 ohm.m, les plus basses étant justement à l'amont des sources.

Dans ce cas bien défini et à la lumière de notre expérience de ces sables en Bretagne, il était possible de supposer qu'aux chutes de résistivité correspondait un accroissement du pourcentage en éléments fins et même argileux du sable, conclusions en rapport étroit avec la théorie maintenant classique des échanges de bases liées à la granulométrie des terrains.

L'emplacement à l'amont des sources fut ainsi heureusement abandonné, car tôt ou tard l'ouvrage risquait fort de se colmater, et le captage fut implanté dans la zone de plus hautes résistivités.

Les débits obtenus (300 m³/h au lieu des 30 ou 50 prévus à l'amont des sources) démontrèrent l'exactitude de ces conclusions et l'intérêt de la méthode mise en oeuvre qui permit de distinguer les propriétés hydrologiques parfois fort différentes de points assez rapprochés les uns des autres.

A concrete example, consisting in an area where a detailed study had been carried out, has proved that it is possible to avoid placing water wells in conditions which would have shown up to be bad sooner or later, by means of detailed resistivity measurements.

The water-bearing horizon was pliocene sands having a rather big grain size. A group of overflow springs gave an idea of the quantity of water available and the water wells had firstly been located just above the springs.

The resistivity measurements then carried out have shown that this pliocene sand, geologically well known and supposed to be of constant grain size, had electrical resistivities ranging from 500 to 2500 ohm.m. The lower ones were located just above the springs.

In this particular case, and thanks to our knowledge of similar sands in Brittany, it was possible to suppose that the low resistivities were equivalent to a higher proportion of fine or clayey elements. This conclusion is certainly related to the now well known theory of base exchanges depending on grain size.

The well location just above the springs was therefore fortunately given up to avoid choking risks and the well was drilled in a high resistivity area.

Instead of the 30 or 50 cum/hr foreseen before this study above the springs, 300 have been obtained. This high flow proved the accuracy of these conclusions and the interest of the method used which discriminated between varied hydrological properties of rather close stations.

La présente note n'a pas d'autre prétention que de permettre à certains d'entre nous de mieux connaître les possibilités d'application et de précision de certains procédés d'étude par résistivité électrique.

Une petite étude de détail entreprise récemment en Bretagne nous donne l'occasion, par un exemple pratique, de mettre très schématiquement en évidence ces possibilités.

PROBLEME.

L'exploitation de la nappe phréatique d'un bassin de sables pliocènes, avait été décidé par les Services du GENIE RURAL de la Mayenne, à proximité de la commune de Livré-la-Touche aux fins d'alimentation en eau potable de cette commune. L'emplacement du captage avait même été en principe arrêté, en accord avec le Laboratoire de Géologie de Rennes, à l'amont de certaines résurgences visibles en bordure d'un ruisseau, La Mée, emplacement fort logique à priori (Voir figure 1).

Toutefois, avant l'exécution de cet ouvrage, les Services du GENIE RURAL et le Laboratoire de Géologie de Rennes, voulurent s'assurer que ce captage était implanté dans les meilleures conditions, tant d'épaisseur que de perméabilité des sables aquifères. Il s'agissait donc de préciser la topographie du substratum imperméable composé de schistes briovériens (ANTÉCAMBRIEN) altérés et les variations éventuelles de perméabilité des sables dans la zone limitée du bassin pliocène à étudier.

METHODES MISES EN OEUVRE.

Les schistes primaires du substratum étant altérés devaient à priori être conducteurs électriquement — (la sismique réfraction n'aurait donné que le toit du schiste sain et aucune précision sur le remplissage

(*) La communication a été présentée par M. BOLELLI.

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

sableux). Les méthodes électriques étaient donc les mieux adaptées à l'étude.

Effectivement, dès les premières mesures le calcul montrait que la résistivité électrique des schistes

2) Dans le remplissage sableux, bien défini géologiquement et réputé jusqu'alors lithologiquement assez homogène, étaient apparues, dès le premier profil (voir figure 3) des différences de résistivités

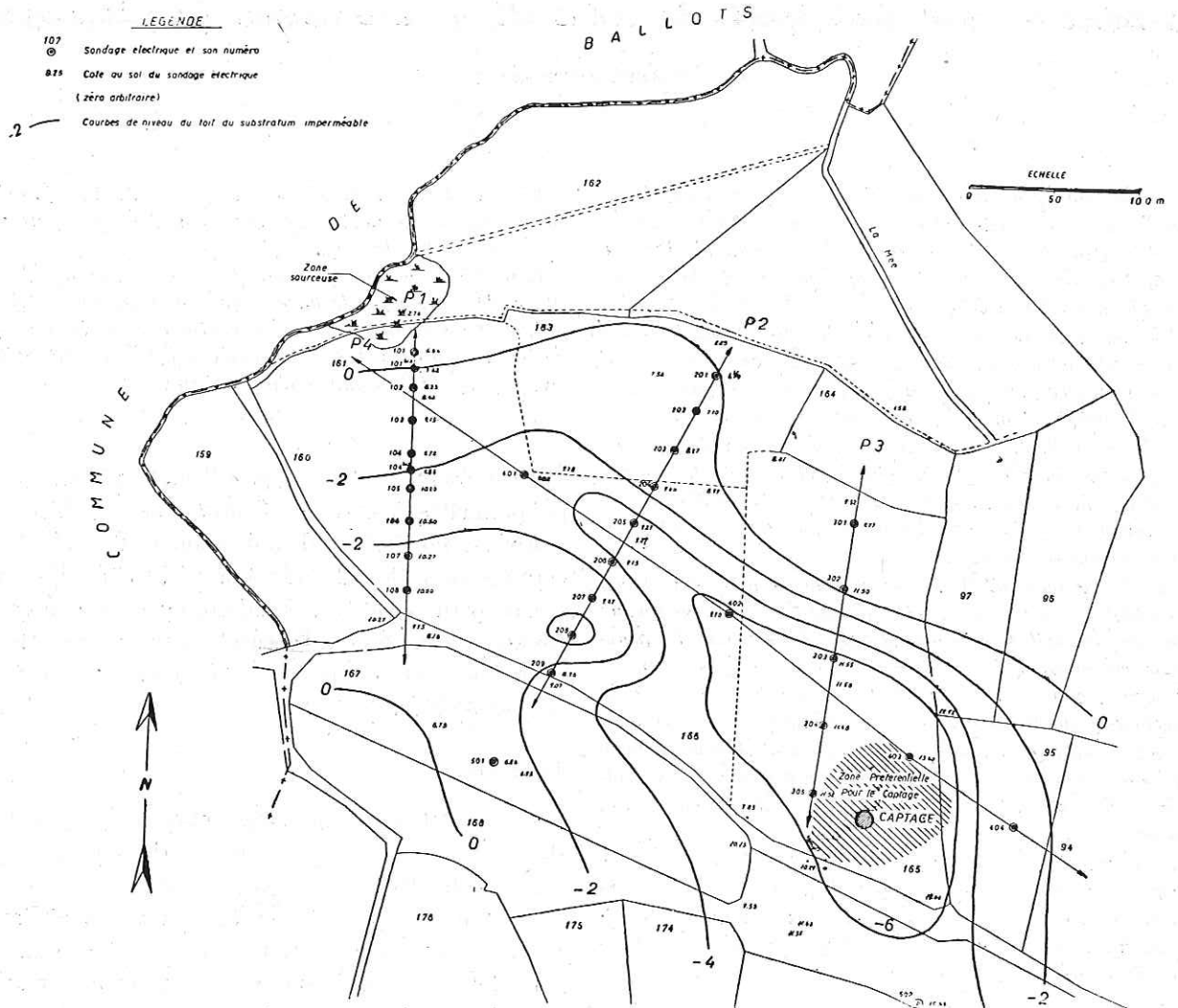


Fig. 1. — Plan d'implantation.

altérés était de l'ordre de 150 à 200 ohm.m alors que celle des sables était de plus de 1.000 ohm.m (voir figure 2 courbes 107-07 et 303-07).

RÉSULTATS PRATIQUES.

1) *Substratum*. La grande différence de résistivité entre les sables et le substratum schisteux permet de calculer avec une assez grande précision le contact sable perméable/schiste imperméable — et de permettre d'esquisser les courbes topographiques d'égale profondeur du toit du substratum (voir figure 1).

Ainsi 500 m à l'Est de l'endroit primitivement prévu pour le captage (sondage électrique 101 bis), un « creux » de plus de deux fois plus profond (19-20 m au lieu de 7-8 m) put être assez bien localisé et qui apparemment semblait pouvoir collecter les eaux de l'ensemble du bassin.

Mais ce n'était pas le résultat le plus intéressant de cette étude car:

assez fortes et même brusques d'un sondage électrique à l'autre. Ces sondages étaient espacés de 10 à 20 m les uns des autres. En effet, de 2.000 ou 2.500 ohm.m au droit des sondages 107-108 la résistivité électrique des sables passait à 1.300 puis 600 ou 800

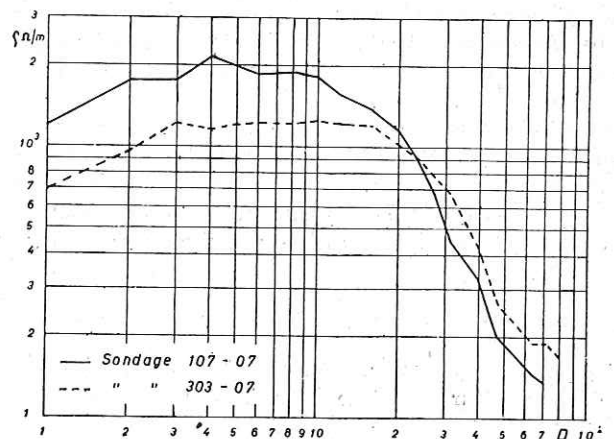


Fig. 2. — Courbes types de sondages électriques.

ohm.m vers le Nord, c'est-à-dire en se rapprochant des sources et de l'emplacement prévu initialement pour le captage.

Dans ce cas, géologiquement simple et bien défini, et à la lumière de notre expérience en Bretagne dans des sables pliocènes très semblables, il était possible de déduire qu'aux chutes de résistivité correspondait un accroissement du pourcentage en élé-

argileux vers le Nord pour former même un véritable écran argileux en bordure du ruisseau.

Cet écran était du reste à l'origine de toute la zone sourceuse qui avait primitivement retenu l'attention, car la nappe ne pouvant être drainée naturellement par le ruisseau, avait tendance à se mettre en charge derrière cet écran pour trouver une plus

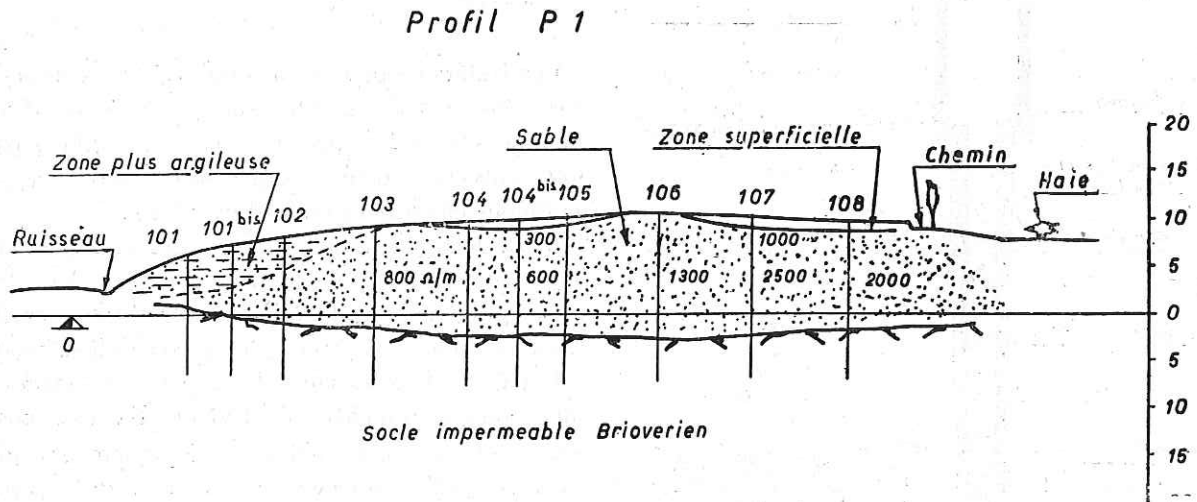


Fig. 3. — Coupe selon le profil P 1.

ments fins et même argileux du sable. Tout le monde sait en effet, d'une part que plus les éléments sont fins, plus la porosité est grande, plus le terrain « contient », absorbe de l'eau à tel point que la résistivité électrique de l'ensemble en définitive tend à celle de l'eau même. D'autre part, d'après les théories désormais classiques, il est bien connu que plus les éléments sont fins plus la surface de contact

grande surface de sortie, ne pouvant bénéficier d'une perméabilité suffisante.

En définitive le captage prévu à l'emplacement 101 bis ne semblait pas être implanté dans les meilleures conditions tant d'épaisseur de nappe que de perméabilité des sables. Les risques de colmatage sous l'effet de rabattements excessifs étaient sérieux et tôt ou tard auraient compromis le fonctionnement

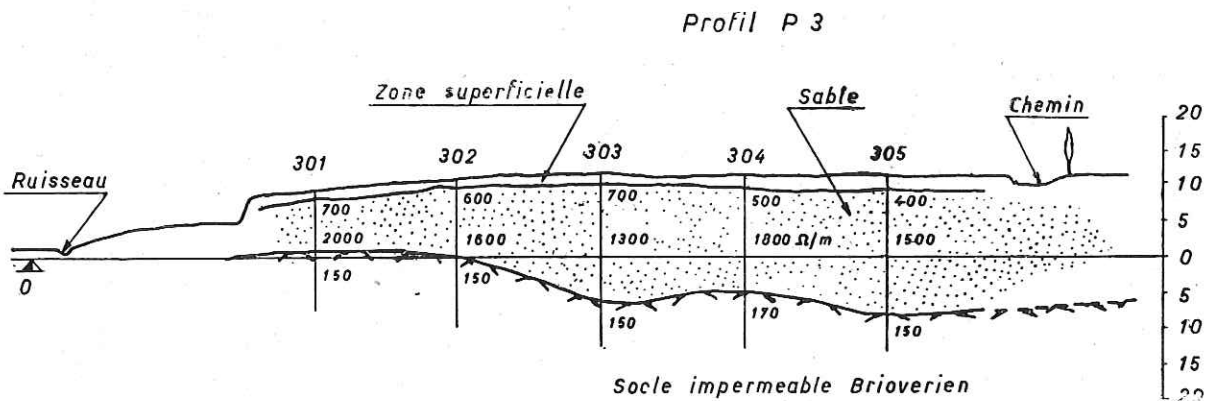


Fig. 3 bis. — Coupe selon le profil P 3.

entre le terrain et l'eau est grande, et plus des échanges d'ions, de bases en particulier, entre le terrain et l'eau peuvent s'effectuer. Plus la granulométrie du terrain est fine, pour tendre même à l'argile, plus le terrain a donc de raisons de devenir conducteur.

Dans l'étude présente il était donc possible de conclure que les sables devenaient de plus en plus

du captage. Aussi fut-il décidé d'entreprendre l'ouvrage dans le bassin découvert au sud-est, deux fois plus profond et apparemment beaucoup plus perméable du fait des résistivités électriques élevées qui y furent également trouvées.

Le captage, exécuté à l'emplacement préconisé (voir figure 4) a effectivement découvert le substratum

à 19,20 m (au lieu des 20 m annoncés) et des sables de perméabilité excellente, puisque aux essais de

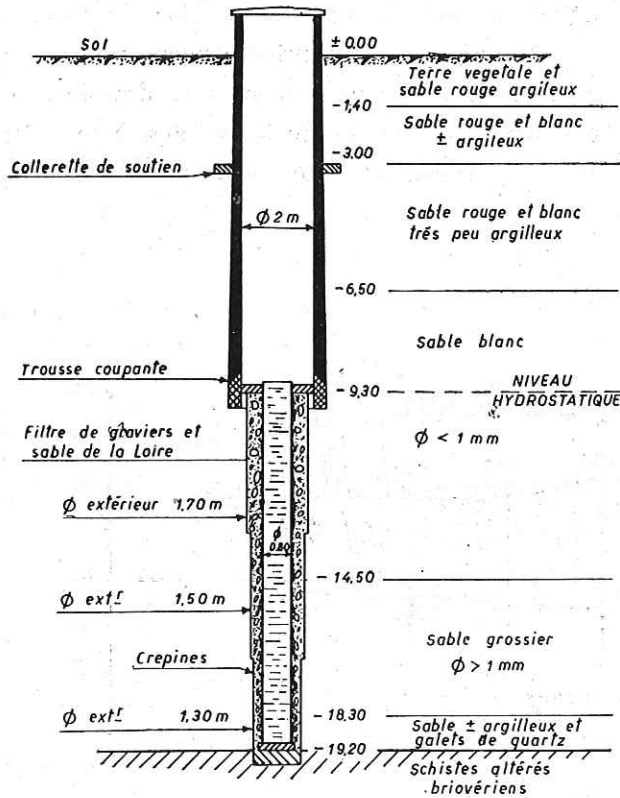


Fig. 4. — Coupe du captage.

pompage des débits de 250 - 300 m³/h ont été atteints.

Aussi, les services du GENIE RURAL envisagent-ils non plus l'alimentation de la seule commune de LIVRE, mais l'alimentation d'un syndicat de plusieurs communes. Il sera nécessaire toutefois au préalable de préciser les limites et le volume de la totalité de ce bassin pliocène pour s'assurer en période d'étiage de la permanence de ce débit « instantané ».

CONCLUSION.

Les résultats obtenus au terme de cette étude ainsi que ceux très comparables acquis à l'issue d'études effectuées dans des conditions assez semblables paraissent suffisants pour assurer de l'intérêt de telles méthodes électriques en hydrogéologie.

Il est démontré en effet que, la résistivité électrique des terrains étant essentiellement liée à leur teneur plus ou moins grande en éléments fins ou argileux, il est possible d'en estimer les perméabilités relatives.

Lorsque la résistivité électrique des terrains est suffisamment tranchée, il devient dès lors possible dans des cas bien définis géologiquement, comme dans l'exemple ci-dessus, de préjuger des propriétés hydrogéologiques parfois fort différentes de points assez rapprochés les uns des autres.