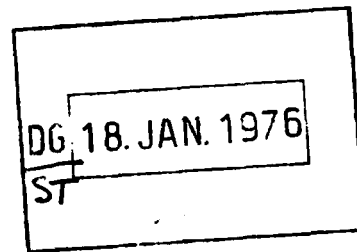




BRGM



ALIMENTATION EN EAU DE LA ZONE INDUSTRIELLE
DE L'AUMAILLERIE A FOUGERES (I. et V.)
Compte-rendu des travaux de reconnaissance réalisés
par
M. LETTERMANN et H. TALBO

76 SGN 487 BPL

Novembre 1976

R E S U M E

A la demande du district urbain de Fougères (Ille-et-Vilaine), le BRGM a été chargé d'entreprendre une campagne de reconnaissance avec sondages, ayant pour but de tester les possibilités d'alimentation en eau de la zone industrielle de l'Aumallerie à Fougères.

Au total 9 sondages de reconnaissance au wagon-drill ont été effectués entre le 29 Octobre et le 10 Novembre 1976, totalisant 243 m de profondeur forés essentiellement dans le complexe schisteux du Briovérien.

Le relevé des coupes géologiques et la mesure des débits d'eau rencontrés en cours de forage montrent qu'il est possible d'obtenir des débits de l'ordre de 25 à 30 m³/h pour un forage d'exploitation de 100-120 m de profondeur. Les analyses physico-chimiques de l'eau rencontrée indiquent que celle-ci est de bonne qualité.

Au vu des résultats acquis un programme de travaux a été élaboré comprenant, dans un premier stade, l'exécution d'un forage d'exploitation avec essai de pompage de longue durée, afin de contrôler les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère.

I N T R O D U C T I O N

Le district urbain de Fougères (Ille-et-Vilaine) vient d'aménager une zone industrielle au lieu-dit l'Aumallerie. Elle a chargé le Service géologique régional de Bretagne-Pays de Loire du BRGM d'y entreprendre une campagne de reconnaissance avec sondages au wagon-drill pour tester les possibilités d'alimentation en eau de cette zone à partir de forages implantés sur ou à proximité immédiate du site.

Les travaux ont débuté le 29 Octobre 1976. A la date du 10/11/1976, 9 sondages de reconnaissance en \emptyset 64 mm ont été exécutés représentant un total de 243 m en profondeur cumulée. Ils ont été effectués par l'entreprise Perfora.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus à ce jour et tire les conclusions des observations effectuées. A la fin du rapport il est proposé un programme d'étude qui, au vu des résultats obtenus, doit aboutir à la mise à disposition d'un forage d'eau de bonne qualité et pouvant fournir dans de bonnes conditions un débit d'au moins 25 à 30 m³/h.

1 - CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE

Le sous-sol de la Z.I. de l'Aumallerie est constitué de terrains très anciens, datant du Briovérien (Précambrien). Il s'agit, essentiellement de schistes plus ou moins plissés, très redressés, à faciès très variés, plus ou moins finement gréseux, le tout pouvant être affecté par des failles et des zones de fractures où l'on retrouve des filons de quartz. Ces formations peuvent être altérées sur de grandes profondeurs.

D'une façon générale ce type de sous-sol ne présente pas de possibilités aquifères intéressantes. Néanmoins, grâce à la présence de failles et de zones de fractures, il peut exister une perméabilité en petit pouvant être à l'origine de débits d'exploitation relativement importants.

2 - SITUATION ET CARACTERISTIQUES DES SONDAGES EFFECTUES

(cf. extrait de carte à 1/10 000)

Sur les 9 sondages, 7 ont été implantés sur la zone prévue pour l'installation prochaine d'une industrie. Il s'agit de :

<u>N° du sondage</u>	<u>Profondeur atteinte</u>
1	15 m
2	21 m
3	51 m
4	51 m
5	18 m
5 bis	18 m
6	18 m

Deux autres sondages avaient pour but de reconnaître la nature et l'importance des alluvions du Couesnon. Il s'agit des sondages n° 7 (33 m) et n° 8.

Les sondages n° 1, 2, 5, 5 bis et 6 n'ont pas pu être foré à la profondeur voulue : en effet la nature des terrains traversés (remblais, tourbe, schistes très altérés) a empêché la progression normale de l'outil de forage et de nombreux incidents (outil colmaté, barres coincées par des bouchons d'argile, etc...) ont considérablement retardé le travail de sondage.

Seuls les sondages n° 3 et 4, implantés dans une zone de schistes affleurants, ont pu être menés à terme et ont permis des mesures normales de débit de l'eau refoulée.

Le sondage n° 7, implanté à proximité du Couesnon, a été arrêté à la profondeur de 33 m compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques défavorables des terrains rencontrés. Il a toutefois permis de constater que la vallée du Couesnon recèle au droit de la Z.I. entre 10 et 15 m de dépôts alluvionnaires sablo-graveleux très argileux. Le sondage n° 8 a été arrêté à 18 m, sans que le substratum des alluvions ait été atteint.

3 - COUPES GEOLOGIQUES ET DEBITS RENCONTRES DANS LES SONDAGES

31 - Sondages sur le terrain d'implantation de l'industriel

- Sondage_n°_1 (29 et 30/10)

Coupe : 0 à 3 m : remblais

3 à 15 m : schistes très altérés, gris-verdâtre à gris-jaunâtre, tendres, argileux

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 9 m, pas de mesures de débit.

- Sondage_n°_2 (30/10 et 2/11)

Coupe : 0 à 2 m : remblais

2 à 21 m : schistes très altérés, gris-verdâtre, tendres, argileux

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 10 m, débits $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$

- Sondage_n°_3 (3/11)

Coupe : 0 à 8 m : schistes altérés, finement gréseux, gris-verdâtre à verdâtre

8 à 10 m : schistes altérés, argileux, gris-noir, quelques fragments de quartz

10 à 21 m : idem mais de couleur gris-vert, présence d'éléments oxydés

21 à 32 m : idem, couleur noir-bleuté

32 à 38 m : schistes finement gréseux, moins altérés, gris-verdâtre, quelques éléments de quartz

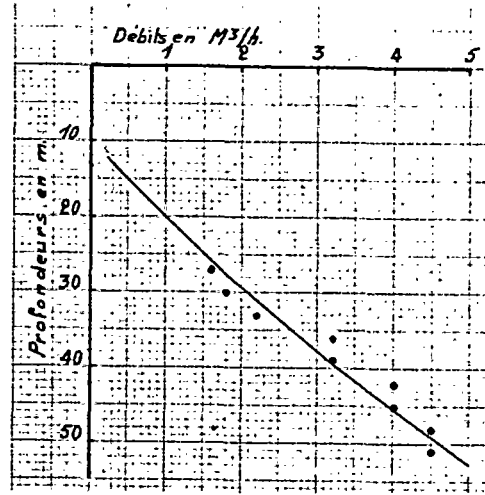
38 à 51 m : idem que 21 à 32 m, mais moins altérés

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 10,50 m, débits $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$ jusqu'à 24 m.

Résultats des mesures de débit :

Profondeurs en m	Débites en m ³ /h
27	1,6
30	1,8
33	2,3
36	3,2
39	3,2
42	4,0
45	4,0
48	4,5
51	4,5



- Sondage n° 4 (3/11)

Coupe : 0 à 11 m : schistes altérés, finement gréseux, gris-vert

11 à 34 m : idem mais de couleur gris-verdâtre

34 à 39 m : schistes altérés, argileux, gris-noir à noir-bleuté

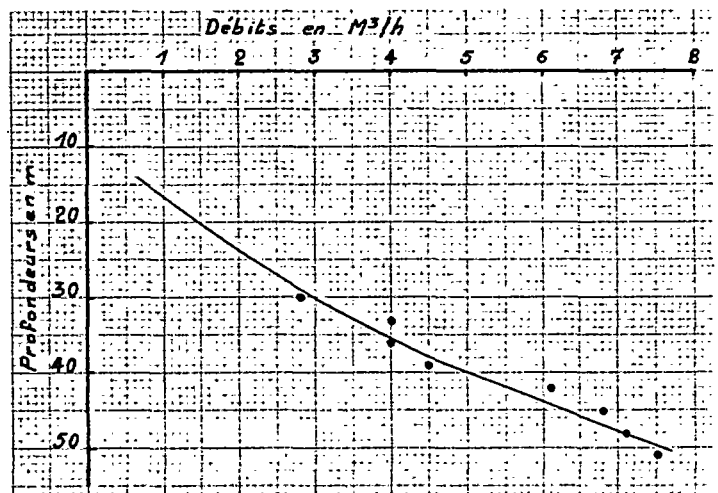
39 à 51 m : schistes altérés, moins argileux, de couleur grise, quelques éléments de quartz

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 11 m, débits < 1 m³/h jusqu'à 27 m

Résultats des mesures de débit :

Profondeurs en m	Débites en m ³ /h
30	2,8
33	4,0
36	4,0
39	4,5
42	6,1
45	6,8
48	7,1
51	7,5



- Sondage n° 5 (4/11)

Coupe : 0 à 3 m : remblais

3 à 18 m : schistes très altérés, argileux, très finement gréseux, de couleur gris-vert à gris-noir

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 10 m, débits $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$

- Sondage n° 5 bis (4/11)

Ce sondage a été entrepris en remplacement du sondage n° 5, ce dernier étant implanté sur une importante épaisseur de remblais qui avaient tendance à former des bouchons. Ce nouveau sondage était situé à 15 m à l'ouest du premier, sur le terrain naturel, à 3 m en contre-bas.

La coupe géologique des terrains traversés est identique, de même que les débits rencontrés.

Arrêt à 18 m

- Sondage n° 6 (4 et 5/11)

Coupe : 0 à 6 m : remblais + terre végétale + argile brun-jaune avec nombreux cailloutis

6 à 18 m : schistes très altérés, argileux, noirâtre à noir-verdâtre

Arrêt

Rencontre de l'eau vers 6 m, débits $< 1 \text{ m}^3/\text{h}$ jusqu'à 15 m, à 18 m débit = $2 \text{ m}^3/\text{h}$ environ

32 - Sondages dans les alluvions du Couesnon

- Sondage n° 7 (5 et 6/11)

Coupe : 0 à 4 m : limons bruns, humides

4 à 5 m : alluvions essentiellement sableuses, très argileuses, gris-noir, humides mais sans eau libre. Quelques galets peu roulés mesurant jusqu'à 3 cm de \emptyset .

5 à 15 m : idem mais avec eau

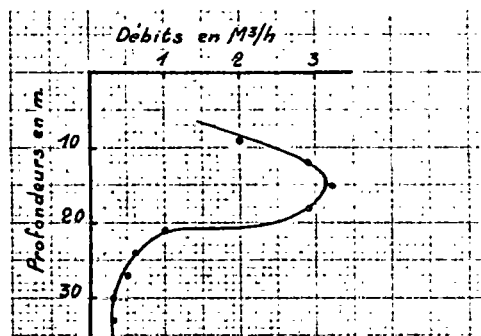
15 à 33 m : schistes très argileux, très altérés, noirâtres

Arrêt

Rencontre de l'eau à 5 m, débits faibles jusqu'à 7-8 m

Résultats des mesures de débit :

Profondeurs en m	Débits en m ³ /h
9	2,0
12	2,9
15	3,2
18	2,9
21	1,0
24	0,6
27	0,5
30	0,3
33	0,3



- Sondage n° 8 (9 et 10/11)

De 0 à 18 m : alluvions constituées de sables assez fins, avec du quartz (éléments centimétriques) très abondant et des débris schisteux légèrement roulés.

Le sondage se rebouchant n'a pu être poursuivi et le substratum n'a pas été atteint.

Rencontre de l'eau à 6 m.

Débit à 12 m : 6,3 m³/h

" à 18 m : 5,4 m³/h

4 - TABLEAU RECAPITULATIF DES SONDAGES EXECUTES AU 6/11/76

N° du sondage	Profondeur atteinte en m	Débit maximum en m ³ /h	Métrage cumulé
1	15	/	15
2	21	< 1	36
3	51	4,5	87
4	51	7,5	138
5	18	< 1	156
5 bis	18	< 1	174
6	18	2	192
7	33	3,2	225
8	18	6,3	243

5 - QUALITE DE L'EAU

Les échantillons prélevés proviennent de l'eau remontée par l'air comprimé à la fin de chaque sondage. Cette eau est chargée en éléments très fins, résultat du broyage des terrains par l'outil. Il subsiste par ailleurs des traces d'huile de forage dans l'eau. En conséquence, les analyses sommaires réalisées ne fournissent que des indications sur la qualité de l'eau.

	eau du sondage n°		
	3	4	7
- résistivité en Ω /cm à 20°C	4 556	4 692	3 605
- dureté totale en degrés français	6	6	6
- fer en mg/l	0,18	0,17	0,35
- manganèse en mg/l	0	0	0

Ces valeurs indiquent une similitude des caractéristiques physico-chimiques de l'eau des sondages n° 3 et 4, ce qui est normal puisque l'aquifère est identique. Il s'agit d'une eau peu minéralisée à teneur en fer normale.

L'eau du sondage n° 7 est légèrement plus minéralisée et sa teneur en fer dépasse de peu la teneur-limite imposée pour l'eau potable. Néanmoins son utilisation comme eau industrielle ne devrait présenter aucun problème.

6 - PROPOSITION DE PROGRAMME POUR LA POURSUITE DE L'ETUDE

61 - Schistes briovériens de l'Aumallerie

Au vu des résultats obtenus, on peut dès à présent conseiller la réalisation d'un forage d'exploitation en gros diamètre (équipement \emptyset intérieur suffisant pour la mise en place d'une pompe de 6" dont le diamètre d'encombrement est d'environ 145 mm) près de l'emplacement du sondage de reconnaissance n° 4. Foré à une profondeur de 100 à 120 m, un tel ouvrage doublerait ou triplerait la transmissivité de l'aquifère et pourrait ainsi fournir un débit au moins égal à 25-30 m³/h.

Si ces débits étaient jugés insuffisants, un deuxième forage d'exploitation, de caractéristiques identiques, pourrait être implanté au droit des sondages de reconnaissance n° 1 ou 6. La distance séparant alors ces deux forages devrait être suffisante pour éviter une interférence gênante lors de leur exploitation. Le débit à espérer dans ce deuxième ouvrage devrait être au moins de l'ordre de 20 m³/h.

Afin de mieux pouvoir étudier le comportement dans le temps de la nappe ainsi mise à contribution, il est absolument nécessaire de prévoir un pompage d'essai de longue durée (une dizaine de jours) sur le forage d'exploitation réalisé. Des mesures de rabattement sur les autres sondages, ou mieux sur le deuxième forage d'exploitation, permettront alors de programmer l'exploitation à longue échéance de cet aquifère sans risques d'épuisement.

Ci-après, il a été établi un projet chiffré de ce programme de travaux.

Caractéristiques techniques du forage à réaliser

- mode de forage : marteau fond-de-trou
- diamètre du forage : 216 mm
- profondeur : 100 à 120 m
- équipement : tubes acier, pleins de 0 à -30 m, lanternés de -30 à la fin, \emptyset 159,5 x 168 mm
- cimentation en tête sur 15 m

Pompages de développement et d'essai

- Mise en place d'un groupe immergé pouvant débiter 30 m³/h et de son alimentation en énergie (groupe électrogène) ;
- Pompages de développement et essai par paliers (nettoyage de l'ouvrage et détermination de son débit critique), environ 20 heures de pompage ;
- Pompage d'essai de longue durée (10 jours) à débit constant et contrôlé, avec mesure des fluctuations piézométriques dans les sondages ;
- Rejet de l'eau pompée à environ 300 m (canalisation).

Estimation du coût (donnée sous réserve de confirmation par l'entreprise qui serait retenue)

- Forage comprenant :
- amenée et repli du matériel
 - forage au marteau fond-de-trou Ø 216 mm
 - fourniture et pose du tubage Ø 168 x 159,5
 - cimentation
 - réalisation de la tête de forage

estimé à H.T. 43 000 F pour un ouvrage de 100 m
ou 50 000 F pour un ouvrage de 120 m

- Pompages :
- amenée et installation du matériel, environ 1 500 F
 - location, par jour environ 350 F
 - pompage, maintenance et prise des mesures assurées par l'entreprise, l'heure 70 F

On peut envisager que l'entreprise assure la maintenance pendant les 20 heures correspondant au développement et essais par paliers et aux premières 24 heures de l'essai de longue durée (coût, 44 x 70 F = 3 080 F), pour être ensuite relayé par un autre personnel.

Remarque :

A ces dépenses il convient d'ajouter la part correspondant au suivi du forage, définition du programme des essais, contrôle du développement et interprétation des essais. Si le BRGM était chargé de ce poste, le montant de ses prestations s'élèverait à H.T. 18 000 F.

62 - Alluvions du Couesnon

Aux endroits reconnus, les alluvions sont argileuses, mais elles contiennent également une proportion notable de sable et fournissent des débits notables (plus de 6 m³/h à S 8). Elles sont épaisses : 15 à 18 m au moins

et si, en certains secteurs (anciens chenaux, ancien lit du Couesnon) elles étaient propres (sans argile), les possibilités de débit seraient très intéressantes.

Leur exploration - recherche de zones où les alluvions sont à la fois propres et épaisses - pourrait se poursuivre par géophysique. Une première phase, restreinte, consisterait en 20 sondages électriques, espacés d'environ 50 m l'un de l'autre et alignés selon trois profils transversaux au Couesnon. Le coût de cette opération peut être estimé à 12 500 F. En cas de résultats positifs, un complément de 40 sondages électriques serait nécessaire (coût 22 500 F), permettant d'explorer la vallée sur 1 km de long et 200 à 300 m de large et de déterminer les meilleurs emplacements pour des forages mécaniques.

C O N C L U S I O N

Bien que des difficultés pratiques et techniques dues à la nature et à l'état des roches constituant le sous-sol n'aient pas permis de descendre tous les sondages à la profondeur souhaitée, les résultats obtenus sont très encourageants.

Il semble que l'on puisse compter sur un débit d'au moins 30 m³/heure (600 m³/jour) d'un forage d'exploitation de 100 à 120 m de profondeur. La réalisation d'un deuxième ouvrage de mêmes caractéristiques pourrait doubler cette production.

Par ailleurs, l'eau est de bonne qualité et un traitement de déferrisation ne semble pas s'imposer.

Les alluvions du Couesnon semblent également offrir des perspectives intéressantes mais qu'il conviendrait de préciser par une exploration plus complète et des forages d'essai.

