

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DES VOSGES

SERVICE RÉGIONAL DE L'AMÉNAGEMENT DES EAUX



n° 1746

ÉTUDE DE LA NAPPE AQUIFÈRE DES GRÈS DU TRIAS INFÉRIEUR
DANS LA RÉGION DE
VITTEL - CONTREXÉVILLE - LAMARCHE
(Vosges)

LE FORAGE PIÉZOMÉTRIQUE DE LIGNÉVILLE

(Vosges) - 1971

par

G. MINOUX

Ingénieur géologue au B.R.G.M.
Collaborateur à la carte géologique de la France



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional NORD - EST

"Le Longeau" 57 ROZÉRIEULLES

72 SGN 200 NES

15 juin 1972

S O M M A I R E

	pages
I. Généralités	1
II. Le forage piézométrique de LIGNEVILLE (Vosges) 1971	4
Généralités - Conditions d'implantation - Entreprise exécutive	4
A) Description des opérations de forage et d'équipement	6
1) Conditions de perforation, tubages et cimentations	6
2) Détails sur la cimentation de la colonne de captage	8
3) Essai d'étanchéité de la colonne de captage	9
4) Contrôle & résultats du gravillonnage de la crépine	9
5) Aménagement définitif de la tête d'ouvrage	10
B) Coupe géologique et terrains traversés	11
C) Résultats hydrologiques du forage de Belle-Fontaine	13
1) Niveau des fluides d'injection pendant les travaux de forage	13
2) Essai d'absorption contrôlé à 128 mètres	13
3) Essai d'épuisement contrôlé à 128 mètres	14
4) Essai de pompage final	15
5) Essai complémentaire en liaison avec la station Vittel VI	18
6) Surveillance de l'ouvrage en mai-juin 1972	19
7) Evolution apparente de la caractéristique de Vittel VI	20
Conclusions	21
Suggestions en vue de la suite des travaux et recherches	22
Avant-projet d'un forage piézométrique à Ramberchamp	23

A N N E X E S

- I. Situation du forage piézométrique sur plan parcellaire au 1/2°000
- II. Coupe géologique et technique de l'ouvrage terminé
- III. Croquis coté de la tête d'ouvrage après pose de l'abri S.R.A.E.Lorraine
- IV. Diagnoses pétrographiques des roches du socle cristallin, par A. TEGYEV
- V. Diagramme chronologique de l'essai de débit final
- VI. Caractéristique (de tête) du forage piézométrique de LIGNEVILLE
- VII. Analyse chimique complète de l'eau extraite lors du pompage final (I.R.H.)
- VIII. Tableau des observations piézométriques et des mesures faites sur autres forages
- IX. Diagramme des observations du piézomètre de LIGNEVILLE en mai-juin 1972
- X. Coupe géologique régionale modifiée selon coupe géologique du piézomètre.

I. GÉNÉRALITÉS

Rappel du problème d'intérêt régional pour l'A.E.P.

Objet des travaux et recherches 1971 - Etapes de leur mise en route

Une étude d'ensemble, élaborée fin 1967 pour le compte des Services du Ministère de l'Agriculture chargés du contrôle des ressources en eau de la Lorraine et, en particulier, du secteur de VITTEL - CONTREXÉVILLE (Vosges) *), avait fait apparaître que de multiples stations d'alimentation en eau potable et industrielle, créées depuis 1954-55, faisant appel à la réserve aquifère des grès du Trias inférieur et plus ou moins intensivement exploitées, étaient susceptibles de porter préjudice, surtout en période d'été et durant les saisons thermales, à la conservation de la seule ressource en eaux peu minéralisées et de consommation courante disponible dans la région.

Il apparaissait donc opportun, et parfaitement justifié sur le plan communautaire, d'envisager une surveillance méthodique de cette nappe alimentaire profonde et d'observer son comportement, en régime normal d'exploitation, pendant un certain nombre d'années.

Onze stations, toutes en service depuis 1968-69, et fonctionnant chacune selon son rythme propre, ont assuré jusqu'à présent, sans autre défaillance que l'usure et la corrosion de certains organes des pompes -toutes placées à grande profondeur-, la desserte des populations autochtones et saisonnières, ainsi que celle des usines d'embouteillage de VITTEL et de CONTREXÉVILLE.

Dans la majorité des cas (7 à 8 sur 11), la surveillance hydrologique précise des caractéristiques hydrodynamiques des forages profonds ainsi exploités s'est révélée très difficile, voire impossible, en raison: soit de l'exiguïté des espaces annulaires susceptibles de permettre l'usage de sondes de mesure, soit, plus rarement, de l'absence pure et simple d'indicateurs de débit sur le refoulement des pompes d'exhaure.

Aucun autre regard piézométrique n'existant à ce niveau, dans cette région, vu la grande profondeur requise, et les pompages étant conduits de façon très discontinue et très variable d'un point à un autre, toute observation de l'état de la nappe et de ses possibilités de recharge en dehors des saisons critiques se trouvait pratiquement interdit à l'exception de quelques rares périodes d'inactivité, limitées au strict minimum et imposées par l'entretien et la révision des engins de pompage.

Parmi les rares méthodes utilisables pour suivre le comportement de cette réserve profonde dont la mise à contribution s'est accrue d'année en année en raison de l'accroissement des besoins et du nombre des collectivités desservies, la création de forages piézométriques spéciaux s'est avérée, au premier chef, la formule d'approche la plus directe et la plus judicieuse pour éviter, en un premier stade, toute modification

*) Rapport B.R.G.H. D.S.G.R. 67 A.70 en date du 11 novembre 1967, par G. MINOUX SGR NES

onéreuse des stations exploitées et un contrôle permanent de chacune d'entre elles, à la diligence et à la charge des exploitants.

Ces ouvrages piézométriques, nécessairement improductifs et placés sous la surveillance et le contrôle de l'Administration, devaient être, en première urgence, implantés entre les principaux centres d'exploitation et le bassin alimentaire de la nappe du Trias inférieur, lequel s'étend selon une bande dirigée du NE au SW et couvre une superficie comprise entre 8'000 et 10'000 hectares, à une distance de l'ordre de 6 à 10 kilomètres en amont-pendage des captages productifs.

L'ensemble de ce système aquifère a été figuré et situé par rapport aux affleurements géologiques sur la carte annexe I du rapport précité auquel il sera loisible de se reporter.

Concurremment à leurs propres recherches dans certains secteurs bien localisés du bassin versant où ont été installés des postes météorologiques (ferme des Granges - le Bambois) ainsi que des stations de jaugeage (ruisseaux de THUILLIERES et des Ailes) *), les Services du Ministère de l'Agriculture (S.R.A.E. Lorraine) ont ainsi envisagé en 1969-70 la mise à l'étude et la réalisation de deux premiers forages piézométriques respectivement placés en amont du bassin de VITTEL (secteur de LIGNÉVILLE), ainsi qu'en amont de la zone d'exploitation de CONTREXÉVILLE - SURIAUVILLE - BULGNÉVILLE (secteur de DOMBROT-le-Sec). Cf. extrait de la carte au 1/50'000 ci-contre.

Il a été demandé au B.R.G.M. de coopérer à cette investigation, aux termes d'une convention annexe en date du 9 juin 1970, en proposant un projet technique d'implantation et de réalisation de ces deux ouvrages.

Un mémoire complémentaire a été présenté en ce sens aux Services intéressés au mois de juillet 1970 **). Il comportait l'établissement des coupes géologiques prévisionnelles, l'indication des points d'implantation les plus favorables et les plus accessibles, ainsi qu'un avant-projet d'exécution technique tenant compte de la nature très variée des diverses couches de terrain à traverser et des moyens de travail les plus rapides.

De tels forages ne pouvaient être conçus que sur un plan analogue à celui des divers ouvrages exploités, à ces différences près :

a) que les horizons susceptibles de recéler une nappe hydrominérale devaient être recoupés à très faible profondeur et que l'isolement de cette nappe, probablement en voie de formation aux points considérés, ne devait poser aucun problème majeur et ne causer aucun préjudice aux exploitations d'eaux minérales ;

b) que les diamètres de forage et de tubages pouvaient être avantageusement réduits jusqu'à des cotes suffisantes pour permettre la descente d'une pompe de faible puissance et, ultérieurement, celle des appareils de contrôle du niveau piézométrique.

*) Programme d'étude de l'évolution de la nappe des grès du Trias inférieur dans la région de VITTEL et de CONTREXÉVILLE (Vosges), par MM. CRAMPON et LABORDE, SRAEL janvier 1972

***) Rapport B.R.G.M. 70 SGN 255 NES en date du 31 juillet 1970, par G. MINOUX, SGR NES

Dans l'un et l'autre cas, ce dernier devait être attendu à très grande profondeur, ce qui semblait malheureusement devoir exclure la mise en oeuvre d'enregistreurs courants du commerce et imposer l'emploi de sondes manuelles périodiquement observées.

La recherche des points de forage s'est heurtée, surtout dans le secteur de LIGNÉVILLE, à des difficultés résultant a) de la rareté et de la cote altimétrique progressivement et rapidement croissante des emplacements utilisables, b) d'une distance suffisante à respecter par rapport aux stations exploitées les plus voisines.

- - -

Le Service régional de l'aménagement des eaux, Maître de l'ouvrage et Directeur des travaux a procédé à la consultation de diverses entreprises le 27 octobre 1970.

Deux offres ont été reçues qui ont fait l'objet d'un minutieux examen par l'Administration puis par le B.R.G.M. (29/30-12-1970).

Afin de réduire au maximum les temps de prise des gaines de ciment, mais dans un délai compatible avec leur durcissement optimal, il a été notamment demandé de procéder à des essais préliminaires de laboratoire sur le type de ciment choisi (CLK 325). Ces tests ont été réalisés pour deux dosages distincts des coulis par le C.E.B.T.P. de NANCY (8-12-70 et 18-2-1971). Cette expertise a fait ressortir nettement l'avantage d'un lait dosé à raison de 30 litres d'eau par sac de 50 kg au lieu des 40 litres initialement proposés.

Le marché d'exécution des deux forages a été finalement conclu le 25 mai 1971 avec l'Entreprise FORAC de DOMPAIRE (88).

Une nouvelle convention de travail et de coopération a été passée entre le S.R.A.E. de Lorraine et le B.R.G.M. le 12 juillet 1971.

Aux termes de ce contrat et après la réalisation des forages, le B.R.G.M. était tenu d'établir un rapport de contrôle géologique et géotechnique pour chaque ouvrage. Tel est l'objet du mémoire ici présenté.

- - -

Les travaux correspondants ont été respectivement exécutés sur le terrain :

du 23 août au 15 octobre 1971 pour le forage de LIGNÉVILLE

du 18 octobre au 23 décembre 1971 pour celui de DOMBROT-le-Sec

Les diverses étapes de ces recherches ont été suivies au jour le jour, tant au chantier qu'au laboratoire, en étroite coopération avec les Ingénieurs représentant le S.R.A.E. Lorraine (MM. CRAMPON, CACHE et leurs collaborateurs), ainsi qu'avec ceux de la D.D.A. des Vosges (MM. TAMAGNAN et VALROFF).

C O N C L U S I O N S

La réalisation du forage piézométrique de LIGNEVILLE a fourni des réponses extrêmement intéressantes dans le domaine hydrogéologique relatif à la région de VITTEL et de CONTREXÉVILLE; elle permet notamment de suivre le comportement de la surface piézométrique de la nappe du Trias inférieur entre la région des affleurements et les points d'utilisation urbains et industriels.

Mais elle pose, en contrepartie, certains problèmes qui ne pourront être vraiment élucidés qu'après un temps suffisant d'observations et, probablement, au prix de nouveaux essais hydrodynamiques.

a) Sur le plan géologique, les constatations faites lors de l'exécution du forage conduisent à modifier sensiblement la coupe régionale figurée en Annexe II du rapport d'étude 1970 dans les conditions indiquées sur l'Annexe X du présent travail.

Cette modification résulte essentiellement 1°) de la réduction des "Couches grises" dont la masse supérieure est totalement privée (par dissolution naturelle semble-t-il) de ses constituants gypseux, extrêmement abondants dans le centre des deux bassins; 2°) de la réduction de la puissance du Grès vosgien (20 mètres environ contre près de 40 au forage, le plus voisin, de VITTEL VI; 3°) de l'absence de tout matelas intercalaire de l'étage Permien, lequel atteignait, pour mémoire, plus de 118 mètres d'épaisseur à l'aplomb du forage de VITTEL V; 4°) de la cote exceptionnellement élevée de la surface du socle cristallin qui se trouve ici à + 271 N.G.F. environ, alors qu'elle n'avait pas été atteinte à la cote + 204,5 à VITTEL VI, ce qui représente, au minimum, une différence de 67 mètres entre les deux points distants de 1'700 mètres.

On retrouve donc ici une anomalie de la topographie souterraine du massif hercynien analogue à celle qui a été mise en évidence, ces années passées, entre les forages profonds de CONTREXÉVILLE-Nord d'une part, et ceux de CONTREXÉVILLE-Sud et SURIAUVILLE d'autre part.

Il est intéressant enfin de noter que la limite d'extension, au sud, du bassin permien de VITTEL se trouve ici circonscrite sur une distance de moins de 2 km.

b) Sur le plan hydrologique, d'excellents résultats quantitatifs (et qualitatifs) ont été obtenus dans la partie sommitale de la caractéristique de l'ouvrage qui, seule, a pu être explorée: des débits spécifiques de 2,8 à 2,2 m³/h/mètre ont été définis grâce à des paliers bien stabilisés entre -89,6 et -92,4 mètres par rapport à l'orifice, c'est-à-dire dans la partie moyenne des "Couches intermédiaires", la partie supérieure de celles-ci et le Grès à Voltzia se trouvant entièrement dénoyés.

Si l'on suppose (comme il a été constaté à VITTEL VI) que le Grès vosgien est plus ou moins complètement stérile (fait qui n'a pu être objectivement établi ici), on disposerait donc, au toit de cette formation, d'une tranche de terrains gréseux et conglomératiques, aquifères et perméables, d'une puissance de l'ordre de 13 mètres.

C'est par cette tranche perméable que s'effectuerait donc, en l'état actuel des choses, le transit des eaux du bassin versant vers la réserve, plus profondément située, exploitée en aval-pendage.

On observe en effet, sous réserve de mesures plus précises, un important gradient hydraulique entre le nouvel ouvrage et la station de VITTEL VI sous l'influence des pompages exercés tant au centre du bassin de VITTEL qu'en celui du bassin de CONTREXÉVILLE. En ce sens, l'ouvrage a été implanté en un point particulièrement favorable de la région.

Mais l'impossibilité où l'on se trouve, dans la quasi-totalité des cas, d'effectuer des mesures sous régime constant dans les diverses stations de ces bassins, ne permet cependant pas, à l'heure actuelle, de se rendre compte même approximativement de l'importance des zones dépressionnaires ainsi engendrées, ni de se faire une idée, même approchée, de la surface piézométrique réelle, constamment mouvante, de la nappe infratriasique.

Cette "mobilité" a été parfaitement mise en lumière par le premier mois d'observations qu'il nous a été possible d'effectuer sur les deux piézomètres expérimentaux du S.R.A.E.Lorraine.

Suggestions en vue de la suite des travaux et recherches

De telles constatations conduisent, d'une part, à "serrer" autant que possible les mesures en ces deux points, au moins pendant la première année et en assurant, au premier chef, leur corrélation avec les données pluviométriques recueillies dans les postes spécialisés établis sur le bassin versant.

Elles tendent, d'autre part, à inciter vivement les collectivités utilisatrices de ces ressources profondes d'en assurer plus aisément le contrôle en munissant leurs stations des dispositifs et appareils indispensables en vue de la mesure conjuguée et aussi fréquente que possible des niveaux et des débits de l'eau. Dans ce domaine, la politique d'une réduction systématique des diamètres des ouvrages, dans une optique budgétaire, apparaît, dans cette région - à la vérité défavorisée en ce qui concerne la profondeur des niveaux statiques et dynamiques... - et dans les circonstances actuelles, comme une pratique nettement contraire à l'intérêt général, à plus ou moins longue échéance.

Il conviendrait enfin, si les disponibilités financières le permettent, de compléter la coupe hydrogéologique de VITTEL à LIGNÉVILLE par un nouvel ouvrage d'observation situé sensiblement sur cet axe et à proximité même des affleurements du Trias inférieur.

Un emplacement particulièrement favorable a déjà été envisagé à cet effet par le S.R.A.E.Lorraine, entre PROVENCHÈRES-lès-DARNEY et SAINT-BASLEMONT, en bordure de la route D.25, près de l'ancienne ferme de Ramberchamp et de la cote + 398, au point de coordonnées (zone Nord I):

$$x = 870,41 \quad y = 54,68 \quad z = + 397 \text{ environ (carte ci-contre)}$$

L'orifice de l'ouvrage se situerait approximativement à la limite des "Couches grises" sur les "Couches rouges".

Selon la coupe régionale Annexe X qui reste pratiquement valable pour ce point, la succession des couches géologiques serait, en toute probabilité, la suivante :

Profondeurs en mètres

Formations et étages géologiques

0 - 18/20	T.V. - Argiles bariolées du Muschelkalk moyen
18/20 - 27/29	Alternances de grès et d'argiles rouges du Muschelkalk inf.
27/29 - 50/52	"Grès à Voltzia") = Grès bigarré
50/52 - 70/75	"Couches intermédiaires")
70/75 - 90/95	"Zone-limite violette") = Grès vosgien
au-delà de 90/95	"Grand conglomérat" et grès) socle cristallin : granite ou gneiss....

Equipement proposé pour le forage:

Les diamètres ici suggérés sont plus importants que dans les ouvrages précédents afin de réserver le maximum de chances pour la mise en oeuvre d'enregistreurs continus du niveau de l'eau, si la verticalité satisfaisante des tubages peut toutefois le permettre.

Profondeurs en mètres

0 - 2	Avant-trou à la main Pose d'une colonne-guide <u>provisoire</u> de 500 mm ϕ
2 - 28/30	Forage au rotary en 450 mm ϕ , à l'injection de boue
+ 0,2 - 28/30	Tubage de soutènement en acier 345 mm ϕ int ^r , épais. 4mm Cimentation complète sous pression, lait pur CLK 325, avec dosage de 30 litres d'eau par sac de 50 kg.
28/30 - 90/95	Forage au rotary en 12 ^p 1/4 (= 311,1 mm ϕ), à l'eau <u>claire</u> .
90/95 - 92/97	Carottage de contrôle, carottier double 4 ^p 1/4 ou 5 ^p
27/29 - 90/95	Tubage de soutènement mixte (plein et crépiné au droit des venues d'eau en 200-215 mm ϕ), soit en acier ordinaire, soit, plus économiquement, en plastique PCV de forte épaisseur, fermé à la base et raccordé, in fine, en tête, par un cône de jonction avec le tube de 345 mm.
28/30 - 90/95	Gaine de gravier siliceux calibré 6-15

Essai de débit avec une pompe immergée de diamètre approprié à celui de la crépine en se réservant la possibilité de placer à côté de la colonne de refoulement une colonne de mesure du niveau en petit diamètre.

Surveillance du niveau piézométrique: soit par un limnigraphe OTT au 1/10 ou au 1/20 soit, en cas d'impossibilité ou par mesure d'économie, par une sonde électrique d'un modèle analogue à celui qui est déjà utilisé sur les piézomètres profonds.

Un tel équipement serait de nature à renseigner utilement sur le comportement de la nappe du Trias inférieur dans la zone où elle se met en charge sous les formations du Muschelkalk inférieur et moyen.

Mais il serait parallèlement souhaitable, ainsi qu'il a été dit plus haut, que toutes les stations utilisatrices des eaux de cette nappe soient munies dans les meilleurs délais de tous les moyens rationnels de contrôle de la réserve qu'elles exploitent.



G. MINOUX

Ingénieur géologue au B.R.G.M.

Collaborateur pour la

Carte géologique de la France